

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ»
для магистров
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Методические указания разработаны доцентом кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Тема: Методологические основы научного знания

Цель: Получить теоретический навык в составлении программ научных исследований по земледелию, растениеводству, защите растений, агрохимии и другим научным направлениям.

Задачи:

- составить перечень наблюдений;
- составить план отбора образцов;
- рассчитать объем выборки.

Порядок выполнения

1. Составляют перечень наблюдений, т.е. указывают измерения, учеты и анализы в отношении почвы, растений, биофитоцинозов и т.д. с указанием соответствующих методик (приложение).

Опыт должен сопровождаться теми наблюдениями, без которых нельзя понять изучаемое явление и объяснить получение тех или иных прибавок урожая или характер изменения его качества.

Существует 2 вида наблюдений:

1 – наблюдения над растениями

2 – наблюдения над условиями роста и развития растений

Первый вид – наблюдение, объясняющее качественные изменения растений. Это фенологические наблюдения: отмечают посев, всходы, кущение, выход в трубку и другие фазы развития; отмечают накопление земной массы растения; определяют структуру урожайности.

Вторая группа наблюдений – объясняет условия развития растений. Это метеорологические условия (количество осадков, температура декадно, месячная, годовая), это содержание элементов питания в почве, содержание элементов питания в растении; определение засоренности посева, определение повреждения растений вредителями и болезнями.

Программа отвечает на вопрос что надо делать, а методика – как это надо делать.

Программа исследований представляет собой проект намеченного хода эксперимента, в котором указывают точные границы опытной работы, схемы опытов, описывают сопутствующие условия проведения опытов и наблюдения, проведения опытов и наблюдения, приводят методику и основные элементы техники эксперимента.

Особое внимание при составлении программы следует обратить на выбор методики исследования. Излагая намеченную программу, необходимо указать:

а) методика исследования (вегетационные опыты, полевые опыты и т. д.), количество наблюдений, опытов и мотивы их выбора.

б) фактор времени, т. е. количество времени, необходимое для проведения наблюдений и опытов.

в) методы статистического анализа экспериментального материала.

2. Указывают сроки и периодичность проведения наблюдений. У однолетних растений в течение вегетационного периода, а у древесных форм в течение ряда лет.

Наблюдения проводятся ежедневно, через 2 – 10 дней, по фенофазам или 1 – 2 раза за вегетацию.

Чтобы полнее выяснить динамику изучаемого процесса, необходимо вести наблюдения с возможно малыми промежутками. Наблюдения проводят с интервалами в 1 -2 недели.

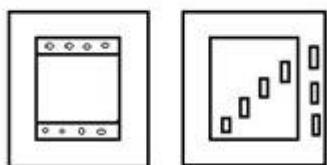
Если есть основания считать происходящие во времени изменения незначительными, то можно увеличить интервалы до 3 – 4 недель, но с таким расчетом, чтобы за весь период исследования иметь 4 -5 дат. Во всех случаях желательно получить такой ряд значений, который позволил бы построить эмпирическую функцию.

3. Составляют план отбора образцов и рассчитывают объем выборки. Число пробных точек на пашне обычно не превышает 20, а на лугу – 40. В зависимости от площади делянки рекомендуется:

Площадь делянки, м ²	до 50	100	200	более 250
Число проб	4...6	6...8	8...10	15...20

Требования, предъявляемые к отбору проб

Пробы почвы и растений отбираются на типичной делянке. Нельзя отбирать пробы на защитных полосах. Пробы отбираются по средней линии, по одной или по двум диагоналям или с торцов опытной делянки.



Пробы отбираются по всем вариантам и повторностям опыта или в 2-х несмежных повторениях.

На 1-х этапах исследования возможен отбор проб при числе вариантов по одной повторности или анализ по смешанному образцу.

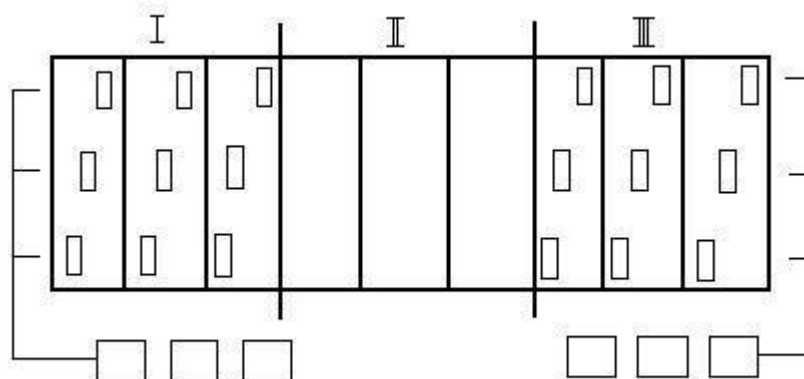
$$L = 10 \quad n = 4 \quad N = 40$$

Рассмотрим пример:

$$L = 3 \quad n = 3$$

Начертить схему опыта. Отборы берем в 2-х несмежных повторениях. Отборы берем по диагонали, число индивидуальных проб на делянке не менее 3-х и не больше 8.

Берем допустимые пробы с 3-х индивидуальных проб и соединяем вместе и подписываем 1/I (1- вариант I – повторность).



Затем берем 1 вариант I повторности с 1 вариантом III повторности, 2 вариант I повторности с 2 вариантом III повторности, 3 вариант I повторности со 3 вариантом III повторности и подписываем варианты 1,2,3, но без повторности. Это смешанный образец – в нем равная доля с каждой повторности. И теперь эти пробы с 1,2,3 вариантов идут на анализ.

Полевой опыт – это есть выборка, выборка малая. В полевом опыте при отборе образцов исследователь имеет дело с двухстадийной и трехстадийной выборкой.

Определяем ошибку средней:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1}}$$

Объем выборки рассчитывают по формуле:

$$W = \left(\frac{t \cdot V}{S_{\bar{x} \%}} \right)^2$$

t – коэффициент Стьюдента для заданного уровня значимости (2 соответствует 95%-ному уровню вероятности, 1,64 – 90%-ной, 1,0 для 70%-ной, 0,84 для 50%-ной вероятности);

V – коэффициент вариации признака, % (берут из предшествующих исследований);

$S_{\bar{x} \%}$ – заданная точность, % (относительная ошибка), условно допускаемая исследователем.

Рассмотрим пример программы наблюдений и учетов в опыте по теме исследования «Влияние различных систем основной обработки почвы на урожайность озимой пшеницы и свойства серой лесной тяжелосуглинистой почвы»

Схема опыта:

1. Вспашка на 18 – 20 см (стандарт)
2. Дисковая обработка на 10 – 12 см
3. Плоскорезная обработка на 16 – 18 см
4. Чизельная обработка на 16 – 18 см

Задачи:

1. Изучить влияние различных систем основной обработки почвы на урожайность озимой пшеницы;
2. Изучить влияние различных систем основной обработки почвы на качество получаемой продукции;
3. Изучить влияние различных систем основной обработки почвы на агрохимические, агрофизические и биологические свойства почвы;
4. Изучить влияние различных систем основной обработки почвы на засоренность серой лесной почвы и посевов озимой пшеницы;
5. Изучить влияние различных систем основной обработки почвы на состав почвенной микрофлоры;
6. Выделить наиболее экономически эффективный и экологически чистый способ обработки почвы.

1. Агрометеорологические наблюдения:

- количество выпавших осадков;
- температура воздуха;

2. *Фенологические наблюдения* осуществляли согласно методике Госсортсети (1972), с указанием дат наступления основных фаз развития озимой пшеницы:

- всходы
- кущение
- выход в трубку
- колошение
- цветение
- молочная спелость
- восковая спелость
- полная спелость

3. Агрофизические исследования.

Для определения агрофизических показателей были использованы методики, опубликованные в печати и принятые для данной зоны. – Агрофизические методы исследования почв (1966), Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов (1987).

- Структурно-агрегатный состав и водопропускная способность агрегатов изучались по методу Саввинова. Образцы отбирались из трех скважин послойно через 20 см на глубину 40 см, повторность определения – двукратная. Сроки определения: перед посевом и перед уборкой культуры. Определение велось с помощью сит ($d = 10; 7; 5; 3; 1; 0,5; 0,25$).

- Динамика плотности изучалась методом патронов. Объем патронов 200 см^3 . Почвенные образцы отбирались в трехкратной повторности послойно через 10 см на глубину 40 см. Сроки определения после посева, в середине вегетации, перед уборкой.

- Влажность определяли термостатно – весовым методом до глубины 50 см по слоям через 10 см в трехкратной повторности. Сроки те же, что и при определении

плотности почвы.

- Общую порозность, аэрацию, запасы продуктивной влаги, суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления получали расчетным методом:

$$\Pi = (1 - d/D) * 100\%,$$

где : Π – общая порозность, %;

d – плотность почвы, г/см³;

D – плотность твердой фазы, г/см³,

(2,48 г/см³ для пойменных почв, В.И. Шраг, 1961).

$$A = \Pi - B * d,$$

где : A – аэрация почвы, % ;

B – влажность почвы, % .

$$W_{\text{прод}} = W_{\text{общ}} - W_{\text{недост}},$$

где : $W_{\text{прод}}$ – запасы продуктивной влаги, мм ;

$W_{\text{общ}}$ – общий запас влаги, мм ;

$W_{\text{недост}}$ – недоступный запас влаги, мм.

$$W_{\text{общ}} = 0,1 * B * d * h,$$

где : h – мощность изучаемого слоя, см.

$$W_{\text{недост}} = 1,34 \text{ МГ} * d * h,$$

где : МГ – максимальная гигроскопичность, %

(0 – 20 см 7,3%, 20 – 40 см 6,4%; Л.И. Кораблева, 1969).

$$\sum B = d_n * B_n * h - d_k * B_k * h + \sum Q,$$

где : $\sum B$ – суммарное водопотребление, мм/га;

d_n и d_k – плотность почвы соответственно в начале и в конце вегетации, г/см³;

B_n и B_k – влажность почвы соответственно в начале и в конце вегетации, %;

$\sum Q$ – сумма осадков за вегетацию, мм.

$$K_v = \sum B / Y$$

где : K_v – коэффициент водопотребления, мм/т ;

Y – урожайность культуры, т/га.

4. Агрохимические исследования.

Агрохимические анализы почвы проводились в лабораториях кафедры общего земледелия и растениеводства ФГБОУ ВПО РГАТУ, используя методики, опубликованные в печати и применяемые для зоны. – Агрохимические методы исследований почв (1975).

Полный агрохимический анализ проводили весной перед закладкой опыта и после уборки озимой пшеницы в слое 0-40 см по слоям 0-20 см и 20-40 см:

- определение гумуса по Тюрину;
- определение подвижного фосфора по Кирсанову на фотоэлектроколориметре;
- определение подвижного калия по Кирсанову на пламенном фотометре;
- определение рН (солевой вытяжки) потенциометрическим методом;

- определение гидролитической кислотности почвы по Каппену;
- определение суммы поглощенных оснований по Каппену-Гильковицу;
- определение нитратного азота колориметрическим методом с использованием дисульфифеноловой кислоты (по методу Грандвалля-Лежу);
- определение степени насыщенности основаниями расчетным методом:

$$V = S/(S + H),$$

где : V – степень насыщенности основаниями, % ;

S – сумма поглощенных оснований, м-экв. ;

H – гидролитическая кислотность, м-экв.

Почвенные образцы отбирались из 3 – 5 скважин, повторность анализов трехкратная. Определение нитратного азота, подвижных форм калия и фосфора дополнительно определялись в основные фазы развития растения.

6. Биологические исследования.

Биологическую активность почвы определяли методом разложения льняных полотен в трехкратной повторности. Закладку полотен производили весной, осмотр через каждые 4 недели.

- засоренность посевов определяли количественно-весовым методом на площади 0,25 м² в 10 – кратной повторности. Сроки: по всходам и перед уборкой (Методические указания по изучению экологических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур, 1985).

Данные по урожайности подвергались статистическому анализу, проводился дисперсионный анализ (Доспехов Б.А., 2013).

Вопросы для самопроверки

1. Какова сущность научного исследования? Назовите его виды и методы.
2. Назовите факторы, изучаемые объекты и признаки в опыте.
3. Приведите классификацию методов агрономических исследований.
4. Что включает подготовительный период при планировании научного исследования?
5. Перечислите этапы планирования эксперимента.
6. Назовите принципы планирования наблюдений и учетов в опыте.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра гуманитарных дисциплин

Методические указания
к лабораторным занятиям студентов
по дисциплине
«ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ»
направление подготовки: 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Рязань 2025

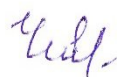
Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «**ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ**» для студентов очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение разработаны доцентом кафедры гуманитарных дисциплин В.В. Романовым.


(подпись)

Романов В.В.
(Ф.И.О.)

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры гуманитарных дисциплин «19» марта 2025 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин



Чивилева И.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
О.В.



Лукьянова

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Методические указания
3. Планы практических занятий
4. Тексты для самостоятельного чтения
5. Контрольные задания

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной целью курса «**ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ**» является обучение практическому владению разговорной речью и языком специальности для активного применения иностранного языка в профессиональном общении.

Данная цель обуславливает постановку следующих **задач**:

- формирование умений воспринимать устную речь;
- отработка навыков употребления основных грамматических категорий;
- развитие умений формулировать основную идею прочитанного текста;
- формирование умений делать краткий пересказ;
- развитие умений строить самостоятельное высказывание.

Выпускник, освоивший программу магистратуры, в соответствии с ФГОС ВО 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение готовится к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- ~ научно-исследовательский;
- ~ производственно-технологический;
- ~ педагогический.

Области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу магистратуры, могут осуществлять профессиональную деятельность:

01 Образование и наука (в сфере профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования, в сфере научных исследований);

13 Сельское хозяйство (в сфере разработок, направленных на решение комплексных задач по организации производства, хранения и первичной переработке продукции растениеводства).

Объекты профессиональной деятельности выпускников:

Полевые, овощные, плодовые культуры и их сорта, генетические коллекции растений, селекционный процесс, агрономические ландшафты, природные кормовые угодья, почва и ее плодородие, вредные организмы и средства защиты растений от них, технологии производства продукции растениеводства

Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно-методические и учебно-методические материалы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Настоящие методические указания имеют целью помочь Вам в Вашей лабораторной работе над развитием практических навыков чтения и перевода литературы по специальности на английском языке.

1. Правила чтения

Прежде всего, нужно научиться произносить и читать слова и предложения. Чтобы научиться правильно произносить звуки и хорошо читать тексты на английском языке, следует:

усвоить правила произношения отдельных букв и буквосочетаний, а также правила ударения в слове и в целом предложении, обратив особое внимание на произношение тех звуков, которые не имеют аналогов в русском языке;

регулярно упражняться в чтении и произношении по соответствующим разделам учебников и учебных пособий.

2. Запас слов и выражений

Чтобы понимать читаемую литературу, необходимо овладеть определённым запасом слов и выражений. Для этого рекомендуется регулярно читать на английском языке учебные тексты и оригинальную литературу по выбранному направлению подготовки.

Слова выписываются в тетрадь в исходной форме. Выписывайте и запоминайте в первую очередь наиболее употребительные глаголы, существительные, прилагательные и наречия, а также строчные слова (т.е. все местоимения, модальные и вспомогательные глаголы, предлоги, союзы).

1) Многозначность слов. Учитывайте при переводе многозначность слов и выбирайте в словаре подходящее по значению русское слово, исходя из общего содержания переводимого текста.

2) Интернациональные слова. В английском языке имеется много слов, заимствованных из других языков, в основном из греческого и латинского. Эти слова получили широкое распространение в языках и стали интернациональными. По корню таких слов легко догадаться об их значении и о том, как перевести на русский язык.

3) Словообразование. Эффективным средством расширения запаса слов служит знание способов словообразования в английском языке. Умея расчленить производное слово на корень, префикс и суффикс, легче определить значение неизвестного слова. Кроме того, зная значение наиболее употребительных префиксов и суффиксов, можно без труда понять значение семьи слов, образованного от одного корневого слова.

4) В каждом языке имеются специфические словосочетания, свойственные только данному языку. Эти устойчивые словосочетания (так называемые идиоматические выражения) являются неразрывным целым, значение которого не всегда можно уяснить путем перевода составляющих его слов.

Устойчивые словосочетания одного языка на другой не могут быть буквально переведены.

5) Характерной особенностью научно-технической литературы является наличие большого количества терминов. Термин - это слово или словосочетание, которое имеет одно строго определенное значение для определенной области науки и техники.

Однако в технической литературе имеются случаи, когда термин имеет несколько значений. Трудность заключается в правильном выборе значения многозначного иностранного термина. Чтобы избежать ошибок, нужно

знать общее содержание отрывка или абзаца и, опираясь на контекст, определить к какой области знания относится понятие, выраженное неизвестным термином. Поэтому прежде чем приступить к переводу, необходимо сначала установить, о чём идёт речь в абзаце или в данном отрывке текста.

3. Работа с текстом

Поскольку основной целевой установкой общения является получение информации из иноязычного источника, особое внимание следует уделять чтению текстов. Понимание иностранного текста достигается при осуществлении двух видов чтения: чтения с общим охватом содержания и изучающего чтения.

Читая текст, предназначенный для понимания общего содержания, необходимо, не обращаясь к словарю, понять основной смысл прочитанного. Понимание всех деталей текста не является обязательным.

Чтение с охватом общего содержания складывается из следующих умений:

- а) догадаться о значении незнакомых слов на основе словообразовательного анализа и контекста;
- б) видеть интернациональные слова и устанавливать их значения;
- в) находить знакомые грамматические формы и конструкции и устанавливать их эквиваленты в русском языке;
- г) использовать имеющийся в тексте иллюстрационный материал, схемы, формулы и т.п.;
- д) применять знания по специальным и общетехническим предметам в качестве основы смысловой и языковой догадки.

Точное и полное понимание текста осуществляется путём изучающего чтения. Изучающее чтение предполагает умение самостоятельно проводить лексико-грамматический анализ, используя знание общетехнических и специальных предметов. Итогом изучающего чтения является точный перевод текста на родной язык.

Проводя этот вид работы, следует развивать навыки адекватного перевода (устного или письменного) с использованием отраслевых и терминологических словарей.

PLANT ANATOMY

LESSON 1

1. Reproduce the following phrases or word-combinations (Воспроизведите следующие фразы или словосочетания):

Life cycle, nectar guides, external factors, pygmy possums, ultraviolet light, human affection, favorable for fertilization, dispersed populations, colorful flowers, male bees, female bees, domesticated flowers, self-pollinated plants.

2. Reproduce a couplet of the song “Roots, Stems, Leaves” (Воспроизведите один из куплетов песни «Корни, стебли, листья»):

The flowers are dressed so colorfully,
They hold the pollen and attract the bees.
And there's a flower inside of me
Because cauliflower is a flower I eat

3. What is the English for? (Дайте английские эквиваленты)

Чистая любовь	moderation.
Высшая степень восхищения и уважения	triumph, celebration.
Сдержанность	industry, eagerness.
Торжество	sophistication, self-esteem.
Усердие	cords of affection, faith.
Изобилие, процветание, гордость	higher admiration and respect.
Невинность, первая любовь	real love.
Настоящая любовь	innocence, purity.
Чистота, непорочность	wealth, prosperity, pride.
Утончённость, чувство собственного достоинства	innocence, first love.
Узы любви, верность любимому	pure love.

4. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите данный текст):

Many plants are dependent upon external factors for pollination, including: wind and animals, and especially insects. Even large animals such as birds, bats, and pygmy possums can be employed. Plants cannot move from one location to another, thus many flowers have evolved to attract animals to transfer pollen between individuals in dispersed populations.

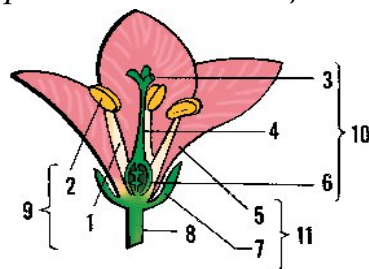
Birds and bees have color vision, enabling them to seek out "colorful" flowers. Some flowers have patterns, called nectar guides that show pollinators where to look for nectar; they may be visible only under ultraviolet light, which is visible to bees and some other insects. Flowers also attract pollinators by scent and some of those scents are pleasant to our sense of smell. Other flowers use mimicry to attract pollinators. Some species of orchids, for example, produce flowers resembling female bees in color, shape, and scent. Male bees move from one such flower to another in search of a mate. Some flowers are self-pollinated and use flowers that never open or are self-pollinated before the flowers open.

Flower evolution continues to the present day; modern flowers have been so profoundly influenced by humans that many of them cannot be pollinated in nature. Many modern, domesticated flowers used to be simple weeds, which only sprouted when the ground was disturbed. Some of them tended to grow with hu-

man crops, and the prettiest did not get plucked because of their beauty, developing a dependence upon and special adaptation to human affection.

5. Give the correct definitions of the flower parts using the table below. See if the following picture can help you (Дайте определения частей цветка. Возможно, данная картинка поможет Вам):

1 – filament	7 - sepal
2 – anther	8 – pedicel
3 – stigma	9 - stamen
4 – style	10 - pistil
5 – petal	11 - perianth
6 - ovary	



A filament		- a long central part of a flower that extends from the ovary.
An anther		- a plant stalk that supports a fruiting or spore-bearing organ.
A stigma		- a part of a stamen that produces and contains pollen.
A style	means	- an anther-bearing stalk of a stamen.
A petal		- a floral structure comprised of the calyx and corolla.
An ovary	is	- a part of a flower that produces pollen.
A sepal		- the top part in the center of a flower which receives the pollen.
A pedicel		- an elongated part of the pistil bearing a stigma at its apex.
A stamen		- a part of a flower where seeds are formed.
A pistil		- one of the modified leaves comprising a calyx.
A perianth		- one of the soft, colorful parts of a flower.

6. Read the short text below and have a look at the table after it. Make up 3 sentences of yours following the example: "I'll buy a bunch of ... to ... to express my ... because ... symbolize ..." (Прочитайте короткий текст и посмотрите таблицу данную ниже. Создайте 3 предложения, следуя образцу: «Я куплю букет... (кому) ..., чтобы выразить свою... потому что... символизируют.... Ситуации могут быть следующие):

a) yourgrannydied (Ваша бабушка умерла);

b) yourboss' birthday (день рождения босса);

c) thefirstmeetingwithagirl (boy) (первая встреча с девушкой (молодым человеком));

d) wedding anniversary (годовщина свадьбы).

Many flowers have important symbolic meanings. The practice of assigning meanings to flowers is known as floriography. So poppies are a symbol of consolation in time of death. Irises / Lilies are used as a symbol referring to "resurrection / life". Daisies are a symbol of innocence.

Azalea	moderation.
Laurel	triumph, celebration.
Orchid	industry, eagerness.
Dahlia	sophistication, self-esteem.
Honeysuckle	cords of affection, faith.

Arum lily	higher admiration and respect.
Red rose	real love.
White lily	innocence, purity.
Tiger lily	wealth, prosperity, assurance, pride.
White lilac	innocence, first love.
Tulip	pure love.

LESSON 2

1. Can you understand what parts of speech are the words below? How have you got the idea? Guess the meaning of the words below. Reproduce them (Какой частью речи являются данные слова? Как Вы догадались? Догадайтесь о значении этих слов. Воспроизведите их):

Function – functional absorb – absorption capable – capability

Agriculture – agricultural aerate – aeration available – availability

Structure – structural direct – direction reliable – reliability

Exception – exceptional reproduce – reproduction responsible – responsibility

2. Reproduce one more couplet of the song “Roots, Stems, Leaves” (Воспроизведите еще один куплет песни «Корни, стебли, листья»):

The roots hold the plant in the ground,
They gather up the water that falls around.

And there's a root inside of me
Because a carrot is a root that I eat.

That's six parts, six parts, six plant parts that people need

3. One of the most important tools for creating good flow in writing is the TRANSITION. Transitions connect two ideas by showing a relationship between them. They are like bridges that allow a reader to move from one idea to the next without getting lost in the language. There are some transitions below. What is the English for? (Одним из инструментов, делающих нашу речь «красивой», являются слова-связки. Связывая две идеи между собой, они показывают отношения между ними. Они как мостики, позволяющие читателю двигаться от одной идеи к другой, не сбиваясь с пути. Данная ниже таблица дает нам примеры таких слов. Дайте английские эквиваленты словам из левой колонки).

Кроме того	Due to
Однако	On the one hand
Несмотря на, тем не менее	As
Следовательно, поэтому	Provided
По причине, благодаря	Besides
С одной стороны	However
С другой стороны	Nevertheless
Более того	Therefore
Так как	On the other hand
В том случае если / при условии	Furthermore

4. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

The surface of the soil, to be aerial or aerating, on the one hand, on the other hand, besides, however, nevertheless, therefore, furthermore, internal, external, absorption of water and inorganic (mineral) nutrients, to support, storage of food and nutrients, vegetative reproduction, the correct environment, poor conditions, to anchor the plant, root crops, an edible plant.

5. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите следующий текст):

ROOT

The root is the organ of a plant that typically lies below the surface of the soil. However, roots can also be aerial or aerating (growing up above the ground or especially above water). Furthermore, a stem normally occurring below ground is not exceptional either. Therefore, the root is best defined as the non-leaf, non-nodes bearing parts of the plant's body. However, important internal structural differences between stems and roots exist.

The first root that comes from a plant is called the radicle. The four major functions of roots are 1) absorption of water and inorganic nutrients, 2) anchoring of the plant body to the ground, and supporting it, 3) storage of food and nutrients, 4) vegetative reproduction.

Plant roots generally grow in any direction where the correct environment of air, mineral nutrients and water exists to meet the plant's needs. Roots will shy or shrink away from dry, or other poor soil conditions.

A true root system consists of a primary root and secondary roots (or lateral roots). The main function of the fibrous (primary) root is to anchor the plant.

The term "root crops" refers to any edible underground plant structure, but many root crops are actually stems, such as potato tubers. Edible roots include cassava, sweet potato, beet, carrot, rutabaga, turnip, parsnip, radish, yam and horseradish.

6. Read the text, give it a title and ask 2-3 questions to it (Прочитайте текст, озаглавьте его и задайте к нему 2-3 вопроса):

The deepest roots are generally found in deserts and temperate coniferous forests; the shallowest in tundra, boreal forest and temperate grasslands. The deepest observed living root, at least 60 metres below the ground surface, was observed during the excavation of an open-pit mine in Arizona, USA. Some roots can grow as deep as the tree is high. The majority of roots on most plants are however found relatively close to the surface where nutrient availability and aeration are more favorable for growth. Rooting depth may be physically restricted by rock or compacted soil close below the surface, or by anaerobic soil conditions.

7. Make up 2-3 short situations using the words and phrases from assignments 3 and 4. Reproduce them (Составьте 2-3 коротких ситуации, используя слова и фразы из заданий 3 и 4. Воспроизведите их).

LESSON 3

1. There aren't very many stems that we eat. Stems are tough and rigid. This helps a plant to stand strong and tall - but also makes many plant stems too tough for us to digest. For example, we don't eat the stems of apple trees or blueberry bushes. We don't eat stems of sunflowers. However, there are some very good examples of stems that we eat. Celery is a stem vegetable. Rhubarb is another stem that we can eat. Asparagus is another type of stem that we can eat. Pronounce the following words denoting the plants with the stems we eat (Мы употребляем в пищу не так много стеблей растений. Они часто очень жесткие. Конечно же это помогает растению оставаться устойчивым. Так мы не едим стебли яблони или черники. Мы не едим стебли подсолнечника. Но есть растения, чьи стебли мы употребляем в пищу. Сельдерей – одно из таких растений. Другими растениями со съедобными стеблями являются ревень и спаржа. Воспроизведите данные ниже слова, обозначающие растения со съедобными стеблями):

Asparagus, rhubarb, dill, parsley, celery, green onion, bamboo, lettuce, kohlrabi, sugarcane.

2. Reproduce one more couplet of the song “Roots, Stems, Leaves” (Воспроизведите еще один куплет песни «Корни, стебли, листья»):

A stem is an elevator growing up from the ground,
The water goes up and the sugar back down
And there's a stem inside of me
Because celery is a stem that I eat

3. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

To divide into, to hold something, to be located, the soil surface, to develop something, to provide something, to store nutrients, an annual plant, a perennial plant, to consist of, to protect and control gas exchange, plant species, a food additive.

4. Make up 2-3 sentences using the words and phrases from the previous task. Reproduce the paying attention or rhythm (Создайте и воспроизведите 2-3 предложения со словами и фразами из предыдущего задания, обращая внимание на ритм).

5. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите следующий текст):

PLANT STEM

A stem is one of two main structural axes of a plant, the other being the root. The stem is normally divided into nodes and internodes. The nodes hold buds which grow into one or more leaves, conifer cones, roots, other stems, or flowers; the internodes distance one node from another. The term "shoots" is often confused with "stems"; "shoots" generally refers to new fresh plant growth including both stems and other structures like leaves or flowers. In most plants stems are located above the soil surface but some plants have underground stems. A stem develops

buds and shoots and usually grows above the ground. Inside the stem, materials move up and down the tissues of the transport system.

Stems have four main functions which are:

- Support for and the elevation of leaves, flowers and fruits. The stems keep the leaves in the light and provide a place for the plant to keep its flowers and fruits.
- Transport of fluids between the roots and the shoots.
- Storage of nutrients.
- Production of new living tissue. The normal life span of plant cells is one to three years. Stems have cells called meristems that annually generate new living tissue.

Stem usually consist of three tissues, dermal tissue, ground tissue and vascular tissue. The dermal tissue covers the outer surface of the stem and usually functions to waterproof, protect and control gas exchange. The ground tissue usually consists mainly of parenchyma cells and fills in around the vascular tissue. It sometimes functions in photosynthesis. Vascular tissue provides long distance transport and structural support. Most or all ground tissue may be lost in woody stems. The dermal tissue of aquatic plants stems may lack the waterproofing found in aerial stems. The arrangement of the vascular tissues varies widely among plant species.

There are thousands of species whose stems have economic uses. Stems provide a few major staple crops such as potato and taro. Sugarcane stems are a major source of sugar. Maple sugar is obtained from trunks of maple trees. Vegetables from stems are asparagus, bamboo shoots, cactus pads or nopalitas, kohlrabi, and water chestnut. The spice, cinnamon is bark from a tree trunk. Cellulose from tree trunks is a food additive in bread, grated Parmesan cheese, and other processed foods.

6. Make up 2-3 short monologues following the example below. You are free to change the underlined parts (Составьте и воспроизведите 2-3 коротких монолога, следуя предложенному образцу. Вы можете менять подчеркнутые слова).

e.g.: Celery is a stem vegetable. It is a good source of fiber (protein / calcium / sugar / carbohydrates), and also contains vitamins that we need to stay healthy (to be active / to be energetic / to be fit).

LESSON 4

1. Do you know the meanings of all the words below? Reproduce the words. Mind your pronunciation (Знаете ли вы значения данных слов? Воспроизведите их, обращая внимание на их произношение).

Exception, complication, desiccation, protection, adaptation, competition, concentration function, absorption, production, digestion.

2. Reproduce one more couplet of the song “Roots, Stems, Leaves” (Воспроизведите еще один куплет песни «Корни, стебли, листья»):

The leaves are the kitchens where the food is done
They breathe the air and catch rays from the sun.
And there's a leaf inside of me
Because lettuce is a leaf that I eat.

3. GAME. *Look through the text from exercise 6. Find as many adjectives as you can. Raise you hand and name only one of them. The winner is one of you who will name the last adjective (ИГРА. Просмотрите текст из задания бю найдите как можно больше прилагательных. Поднимите руку и назовите одно из них. Победителем становится тот, кто назовет последнее прилагательное).*

4. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

To promote a photosynthetic function, to maximize something, to expose the surface to light, an exception, oxygen, nitrogen, amount, to regulate the exchange, to avoid something, to store food and water, a damage, shape and structure, to depend on something, available nutrients, a competition from other plants, to be rich in something, to require something, to shed leaves, to provide a food source, an unpleasant taste, a chemical.

5. Use the phrases from the previous task to make 3-4 sentences. Reproducethempayingattentiontorhythm (Используя фразы из предыдущего задания, составьте и воспроизведите 3-4 предложения. При воспроизведении обратите внимание на ритм).

6. Readandtranslatethefollowingtext (Прочитайте и переведите следующий текст):

LEAF

Typically leaves are flat and thin organs maximizing the surface area directly exposed to light and promoting photosynthetic function. Externally they commonly are arranged on the plant in such ways as to expose their surfaces to light as efficiently as possible without shading each other, but there are many exceptions and complications.

Most leaves have stomata, which open or narrow to regulate the exchange of carbon dioxide, oxygen, and water vapour with the atmosphere.

In contrast however, some leaf forms are adapted to modulate the amount of light they absorb to avoid or mitigate excessive heat, ultraviolet damage, or desiccation, or to sacrifice light-absorption efficiency in favor of protection from herbivorous enemies. The shape and structure of leaves vary considerably from species to species of plant, depending largely on their adaptation to climate and available light, but also to other factors such as grazing animals, available nutrients, and ecological competition from other plants.

Leaves can also store food and water, and are modified accordingly to meet these functions, for example in the leaves of succulent plants and in bulb scales. The concentration of photosynthetic structures in leaves requires that they be richer

in protein, minerals, and sugars, than say, woody stem tissues. Accordingly leaves are prominent in the diet of many animals.

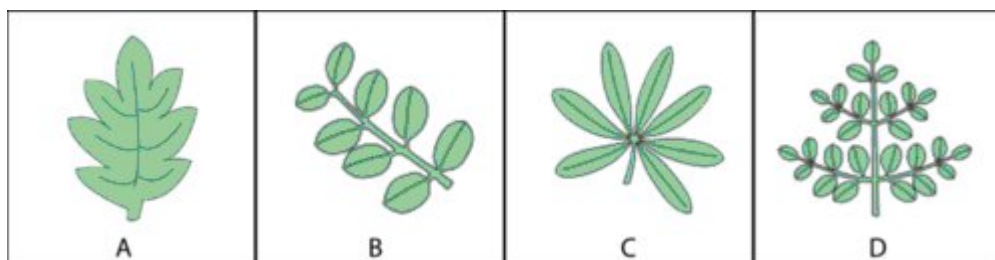
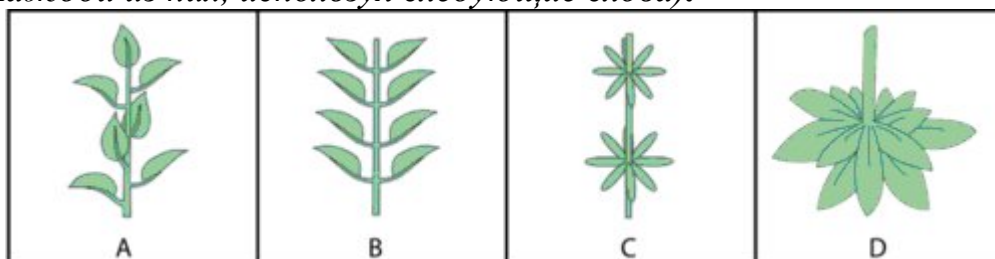
Deciduous plants in frigid or cold temperate regions typically shed their leaves in autumn, whereas in areas with a severe dry season, some plants may shed their leaves until the dry season ends. In either case the shed leaves may be expected to contribute their retained nutrients to the soil where they fall.

In contrast, many other non-seasonal plants, such as palms and conifers, retain their leaves for long periods.

A simple leaf has an undivided blade. However, the leaf shape may be formed of lobes, but the gaps between lobes do not reach to the main vein. A compound leaf has a fully subdivided blade, each leaflet of the blade separated along a main or secondary vein.

Although not as nutritious as other organs such as fruit, leaves provide a food source for many organisms. Animals that eat leaves are known as folivores. The leaf is a vital source of energy production for the plant, and plants have evolved protection against folivores such as tannins, chemicals which hinder the digestion of proteins and have an unpleasant taste.

7. There are several types of leaves. Below you see 8 pictures of them. Put the correct names under each picture. The names are as follows: SIMPLE, BASAL ROSETTE, OPPOSITE, PALMATELY COMPOUND, ALTERNATE, PINNATELY COMPOUND, DOUBLY COMPOUND, WHORLED (Существует несколько видов листьев. Ниже даны 8 картинок. Расставьте верные подписи к каждой из них, используя следующие слова).



8. Ask 3-4 questions to the text from exercise 6. Let your partner answer them (Задайте тексту 3-4 вопроса. Пусть Ваш товарищ ответит на них).

LESSON 5

1. Today we are going to speak about such a part of the plant as a fruit. Let's play a little. The game is called "Who Is the Last?" Do you remember the

names of fruits? Raise your hand and name only ONE of them. The winner is the one who gives the last name (Сегодня мы поговорим о такой части растения как фрукт. Давайте немного поиграем. Игра называется «Кто последний?» Помните ли Вы названия фруктов? Поднимите руку и назовите ОДИН из них. Победителем становится тот, кто назовет последний из известных вам фруктов).

2. Reproduce one more couplet of the song “Roots, Stems, Leaves” (Воспроизведите еще один куплет песни «Корни, стебли, листья»):

The fruit gets ripe, then falls on down
It hold the seeds and feeds the ground.
And there's a fruit inside of me
Because an apple is a fruit that I eat.

3. Do you know anything about English phrasal verbs? A PHRASAL VERB consists of a verb and a preposition or adverb that modifies or changes the meaning. 'Give up' is a phrasal verb that means 'stop doing' something, which is very different from 'give'. (Знаете ли Вы что-нибудь об английских фразовых глаголах? Фразовый глагол состоит из глагола и предлога или наречия, модифицирующего или изменяющего значение самого глагола. 'Give up' – фразовый глагол, означающий 'прекратить делать' что-то, что отличается от основного значения глагола 'give').

Look through some phrasal verbs below and try to get their meanings without consulting the dictionaries (Посмотрите на данные ниже фразовые глаголы и постарайтесь догадаться об их значении без словаря):

To bring back, to come in, to come down, to cut down on something, to cut off, to get away, to get off, to get up, to look for something, to put something up, to take something out, to wake up.

4. Find the synonyms of the following phrasal verbs using the table below (Дайте синонимы следующим фразовым глаголам):

To bring back	is means	- to remove by cutting.
To come in		- to return.
To come down		- to stop sleeping.
To cut down on something		- to stand up.
To cut off		- to enter.
To get away		- to remove.
To get off		- to try to find.
To get up		- to descend.
To look for something		- to increase.
To put something up		- to reduce.
To take something out		- to leave a vehicle.
To wake up		- to leave.

5. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

To ripen, a flowering plant, to disseminate seeds, sweet or sour, edible, in the raw state, on the one hand, on the other hand, to include something, an aggregate fruit, a pistil, multiple carpels, a fruitlet, a cluster of flowers, to mature, to join together, to contain something.

6. Read and translate the following text (*Прочитайте и переведите следующий текст*):

FRUIT

In botany, a fruit is a part of a flowering plant that derives from the flower. Fruits are the means by which these plants disseminate seeds.

In common language usage, "fruit" normally means the fleshy seed-associated structures of a plant that are sweet or sour and edible in the raw state, such as apples, oranges, grapes, bananas, strawberries, and lemons. On the other hand, the botanical sense of "fruit" includes many structures that are not commonly called "fruits", such as bean pods, corn kernels, wheat grains, and tomatoes.

Plant scientists have grouped fruits into three main groups, simple fruits, aggregate fruits, and composite or multiple fruits.

Simple fruits can be either dry or fleshy, and result from the ripening of a simple or compound ovary in a flower with only one pistil.

Aggregate fruits form from a single flower that has multiple carpels which are not joined together, i.e. each pistil contains one carpel. Each pistil forms a fruitlet, and collectively the fruitlets are called an etaerio. Four types of aggregate fruits include etaerios of achenes, follicles, drupelets, and berries.

A multiple fruit is one formed from a cluster of flowers (called an inflorescence). Each flower produces a fruit, but these mature into a single mass. Examples are the pineapple, mulberry, fig, osage-orange, and breadfruit.

7. Make up 3-4 sentences using the words and phrases from exercise 5 and reproduce them (*Составьте и воспроизведите 3-4 предложения с словами и фразами из задания 5*).

LESSON 6

1. Divide the adjectives below into 3 groups and reproduce them. GROUP 1 – some function or process; GROUP 2 – some form or shape; GROUP 3 – general meaning (*Разбейте данные ниже прилагательные на 3 группы и воспроизведите их. ГРУППА 1 – функция или процесс; ГРУППА 2 – форма или очертания; ГРУППА 3 – общее значение*):

Oblong, protective, biological, embryonic, general, triangular, square, perennial, wide, reproductive, broad, narrow, distinctive, dust-like, annual, metabolic.

2. Reproduce one more couplet of the song "Roots, Stems, Leaves" (*Воспроизведите еще один куплет песни «Корни, стебли, листья»*):

The seeds get buried in the earth,
And the cycle starts again with a new plant's birth.

And there are seed inside of me
Because sunflower is a seed that I eat.

3. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

A protective covering, from forests to grasslands, a seed shape, triangular, square, round, obvious, to vary from highly polished to considerably roughened, to ripen, an annual plant, a perennial plant, germination, to exist, fundamental conditions, seed viability, a requirement, to prevent something, germination percentage, germination rate, a seedling, a degree, to occur=to happen, internal and external conditions, successful.

4. Make up 3-4 sentences using the words and phrases from the previous task, reproduce them (Составьте и воспроизведите 3-4 предложения с новыми фразами из предыдущего задания).

5. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите следующий текст):

SEED

A seed is an embryonic plant enclosed in a protective outer covering called the seed coat. The formation of the seed completes the process of reproduction in seed plants (started with the development of flowers and pollination).

The term "seed" also has a general meaning that is anything that can be sown, e.g. "seed" potatoes, "seeds" of corn or sunflower "seeds".

A large number of terms are used to describe seed shapes, many of which are largely self-explanatory such as Bean-shaped (reniform) - resembling a kidney, with lobed ends on either side of the hilum, Square or Oblong - angular with all sides more or less equal or longer than wide, Triangular – three sided, broadest below middle, Elliptic or Ovate or Obovate - rounded at both ends, or egg shaped (ovate or obovate, broader at one end), being rounded but either symmetrical about the middle or broader below the middle or broader above the middle.

The commonest colors are brown and black, other colors are infrequent. The surface varies from highly polished to considerably roughened.

Seeds are very diverse in size. The dust-like orchid seeds are the smallest, with about one million seeds per gram. At over 20 kg, the largest seed is the coco de mer. Small seeds are quicker to ripen and can be dispersed sooner, so fall blooming plants often have small seeds. Many annual plants produce great quantities of smaller seeds.

6. Read the text below. Give it a title. Ask 3-4 questions to the text and let your partner answer them (Прочитайте данный ниже текст. Задайте 3-4 вопроса к тексту. Пусть Ваш товарищ ответит на них).

Seed vigor is a measure of the quality of seed, and involves the viability of the seed, the germination percentage, germination rate and the strength of the seedlings produced.

The germination percentage is simply the proportion of seeds that germinate from all seeds subject to the right conditions for growth. The germination rate is

the length of time it takes for the seeds to germinate. Germination percentages and rates are affected by seed viability, dormancy and environmental effects that impact on the seed and seedling. In agriculture and horticulture quality seeds have high viability, measured by germination percentage plus the rate of germination. This is given as a percent of germination over a certain amount of time, 90% germination in 20 days, for example. 'Dormancy' is covered above; many plants produce seeds with varying degrees of dormancy, and different seeds from the same fruit can have different degrees of dormancy. It is possible to have seeds with no dormancy if they are dispersed right away and do not dry (if the seeds dry they go into physiological dormancy). There is great variation amongst plants and a dormant seed is still a viable seed even though the germination rate might be very low.

Environmental conditions effecting seed germination include: water, oxygen, temperature and light.

In order for the seed coat to split, the embryo must imbibe (soak up water), which causes it to swell, splitting the seed coat. However, the nature of the seed coat determines how rapidly water can penetrate and subsequently initiate germination. The rate of imbibition is dependent on the permeability of the seed coat, amount of water in the environment and the area of contact the seed has to the source of water. For some seeds, imbibing too much water too quickly can kill the seed. For some seeds, once water is imbibed the germination process cannot be stopped, and drying then becomes fatal. Other seeds can imbibe and lose water a few times without causing ill effects, but drying can cause secondary dormancy.

LESSON 7

1. reproduce the last couplet of the song "Roots, Stems, Leaves" (Воспроизведи последний куплет песни «Корни, стебли, листья»):

Now you know what this whole world needs,
It's roots, stems, leaves, flowers, fruits and seeds.
There's six plant parts inside of me
Because a garden salad is what I eat.

2. Fill in the gaps with words: SEED, ROOT, STEM, LEAF, FLOWER, FRUIT. Reproduce the sentences below (Заполни пропуски словами SEED, ROOT, STEM, LEAF, FLOWER, FRUIT. Воспроизведи полученные предложения).

- _____s come in all different shapes and sizes. When you open the case of the _____ you will see a tiny plant called an embryo.
- _____s absorb water and minerals and transport them to _____. They also anchor and support a plant, and store food.
- The primary function of _____s is to collect sunlight and make food by photosynthesis.
- _____s hold plants upright, bear leaves and other structures, and transport fluids between roots and leaves.
- Each _____ produces a fruit.
- In a deciduous plant, _____s seasonally turn color and fall off the plant.

- g) When a _____ is ripe, it drops from the plant. It begins to germinate or grow.
- h) Some _____s have patterns, called nectar guides that show pollinators where to look for nectar.

3. Read the sentences below. Let your partner guess the part of the plant according to its function (Прочитайте данные ниже предложения. Пусть Ваш товарищ догадается о какой части растения идет речь в каждом случае):

- a) With its help the plant is fixed in the soil, it also absorbs water and mineral substances from the soil. What is it?
- b) Its function is to support the plant and make possible the transfer of water and mineral substances to all organs. What is it?
- c) Its functions are photosynthesis and respiration. What is it?
- d) Its function is participating in pollination and fructification. What is it?
- e) Its main function is the formation, protection and distribution of seeds. What is it?
- f) Its function is the reproduction of the plant. What is it?

4. At one of the previous lessons you've got to know what a phrasal verb is. Today you'll get some information about idioms (На одном из предыдущих занятий вы узнали, что такое фразовые глаголы. Сегодня вы узнаете, что такое идиомы).

An idiom is a set expression that has a meaning different from the sum of the literal meanings of its components. For example, if you combine the literal meanings of the words "all, of, a, sudden" in the expression "all of a sudden", you will not get the idiomatic meaning of this expression, which is "suddenly, unexpectedly" (Идиомой представляет собой устойчивое выражение, имеющее значение, отличное от совокупности значений компонентов идиомы. Например, если Вы соедините литературные значения слов «all, of, a, sudden» в выражении «all of a sudden», Вы не получите идиоматическое значение «внезапно, неожиданно»).

The meanings of some idioms can be easily understood (in general; come out; at first; the root of all evil); the meanings of other idioms cannot be understood from the meanings of their components (on end; pack it in; high and low; hard cash). Some idioms contain proper names (a Jack of all trades; Uncle Sam; meet one's Waterloo); some other idioms are comparisons (as clear as a bell; as the crow flies). Proverbs and sayings may also have idiomatic character (every cloud has a silver lining; still waters run deep; it never rains but it pours) (Значения некоторых идиом можно легко догадаться - in general; come out; at first; the root of all evil. О значении других нельзя догадаться, зная значения их компонентов - on end; pack it in; high and low; hard cash. Некоторые идиомы содержат имена собственные - a Jack of all trades; Uncle Sam; meet one's Waterloo, другие представляют собой сравнения - as clear as a bell; as the crow flies. Пословицы также могут иметь идиоматическое значение - Every cloud has a silver lining; Still waters run deep; It never rains but it pours).

There are many idioms and of course it is not possible to learn all of them. But knowing some idioms can significantly enrich your vocabulary and language abilities (Существует много идиом, конечно же, не реально запомнить их все. Однако знание некоторых идиом может значительно обогатить Ваш словарь и языковые способности).

The guiding principle in choosing idioms for study and use should always be their practical usefulness and acceptability in general conversation. Ask yourself: Are there many situations in which I can use this or that idiom? (Основным принципом выбора идиом для запоминания является их практическая значимость и возможность употребления в разговоре на общие темы. Задайте себе вопрос: Во многих ли случаях я смогу употребить ту или иную идиому?)

Each example below has an idiom that contains a word related to plants. Can you guess the meaning of each idiom from the context? Try to match each idiom (1-6) with its definition (a-f) (Каждый пример, данный ниже, имеет идиому, содержащую слово, связанное с растениями. Можете ли Вы догадаться о значении каждой из идиом по контексту? Постарайтесь соотнести каждую идиому (1-6) с ее возможным значением (a-f)).

Idiom	Definition
1. to see through rose-tinted glasses	a. to start behaving in a better way
2. to be as fresh as a daisy	b. to shake a lot because of fright or nervousness
3. to be full of energy and enthusiasm	c. to see only the pleasant parts of something
4. money doesn't grow on trees	d. a situation that is difficult or unpleasant
5. to shake like a leaf	e. to be full of energy and enthusiasm
6. to turn over a new leaf	f. money is not easy to get

5. Below are the idioms probably most important for everyone studying English. Do the BACK TRANSLATION exercise with your partner. (Ниже даны идиомы наиболее важные для всех изучающих английский язык. ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД.):

After all	все-таки; все же; в конце концов
As a rule	как правило
As far as I know	насколько я знаю
By heart	наизусть
To get rid of	избавиться от
To be in charge of	быть ответственным за
By the way	кстати
To come true	осуществиться
To do one's best	сделать все возможное
From time to time	время от времени
In advance	заранее
It's time	пора
To keep in mind	иметь в виду, учитывать

No wonder On the one hand On the other hand On purpose Out of the question What's the matter?	неудивительно, что с одной стороны с другой стороны нарочно, специально не может быть и речи в чем дело?

6. Make up 3-4 sentences with the idioms from the previous tasks. Reproducethem(Составьте и воспроизведите 3-4 предложения с идиомами из предыдущего задания).

7. Let's divide into groups. Each group chooses one part of a plant: SEED, ROOT, STEM, LEAF, FLOWER, FRUIT. The parts should not repeat. Your group should research the part and become an expert on it. Your group will teach the rest of the class more about this important plant part. Below are the questions the answers to which can help you (Давайте разделимся на группы. Каждая группа выбирает любую часть растения: СЕМЯ, КОРЕНЬ, СТЕБЕЛЬ, ЛИСТ, ЦВЕТOK, ФРУКТ. Части не должны повторяться в группах. Изучив выбранную часть Ваша группа должна стать экспертом, готовым рассказать группе о важности выбранной части. Ниже приводятся вопросы, ответы на которые помогут Вам):

- *Where is the part located on the plant?*
- *How does it look like?*
- *What is its job?*
- *Why is it so important to the plant?*

Add as much information as you can. Let one of you make a report for the rest of the class (Добавьте как можно больше информации. В каждой группе выберите докладчика).

LESSON 8

1. Reproduce the words below (Воспроизведите данные ниже слова):

Land	Sand	Nature	Ecology
Ground	Clay	Climate	Pedology
Soil	Silt	Relief	Agroecology
Earth	Humus	Environment	Edaphology

2. You know what synonyms are. Try to get the pairs of synonyms from the words below and reproduce them in pairs(Вы знаете, что такое синонимы. Подберите пары синонимов, пользуясь данной таблицей, и воспроизведите их):

To affect		- to include.
To supply		- to influence.
To support	is	- to suppose, to think.
To perform	means	- to live, to be.

To exist		- to provide.
To consist of		- to do, to act.
To consider		- to keep from falling, to help.

3. Make up 2-3 sentences using the verbs from the first column of the table above and reproduce them (Составьте и воспроизведите 2-3 предложения со словами из первой колонки таблицы предыдущего задания).

4. Give correct definitions for the words from the first column (Дайте верные определения словам):

A mixture	is means	- the act of making or producing something that did not exist before.
A supply		- an amount of a substance (such as coal) that exists in the ground.
Creation		- the amount of something that is available to be used.
Moisture		- a covering piece of material or a part that lies over or under another
A deposit		- a combination of different things.
A layer		- a small amount of a liquid (like water) that makes something wet.

5. Make up 2-3 sentences using the words from the table above. Reproduce them (Составьте и воспроизведите 2-3 предложения со словами из предыдущего задания).

6. Below is the original text in English and 3 versions of its translation presented by 3 different students. One of them has used the Google translator, another one has used the Promt translator and the 3d has done his work using the ordinary dictionary. Can you guess what translation belongs to this or that student? Why do you think so? What things help you understand that? Give a title to the text (Ниже дан текст-оригинал на английском языке и 3 варианта его перевода, представленные разными студентами. Один из них пользовался программой Google переводчик, другой использовал программу Promt переводчик, третий студент делал перевод, пользуясь обычным словарем. Можете ли Вы догадаться какой перевод принадлежит тому или иному студенту? Почему Вы так думаете? Что помогло Вам догадаться? Озаглавьте текст-оригинал).

The physical properties of soils, in order of decreasing importance, are texture, structure, density, porosity, consistency, temperature, color and resistivity. Soil texture is determined by the relative proportion of the three kinds of soil particles, called soil separates: sand, silt, and clay. At the next larger scale, soil structures called peds are created from the soil separates when iron oxides, carbonates, clay, silica and humus, coat particles and cause them to adhere into larger, relatively stable secondary structures. Soil density, particularly bulk density, is a measure of soil compaction. Soil porosity consists of the void part of the soil volume and is occupied by gases or water. Soil consistency is the ability of soil to stick to-

gether. Soil temperature and color are self-defining. Resistivity refers to the resistance to conduction of electric currents and affects the rate of corrosion of metal and concrete structures.

А. Физические свойства почвы в порядке убывания важности представлены ее текстурой, структурой, плотностью, консистенцией, температурой, цветом и удельным сопротивлением. Текстура почвы определяется относительным соотношением трех видов частиц грунта, а именно песка, ила и глины. На следующем уровне структура, получившее название почвенной субстанции, состоит из частиц грунта, в которых оксиды железа, карбонаты, глина, двуокись кремния и перегной покрывают эти частицы и превращают их в более крупные, относительно стабильные структуры. Плотность почвы, в частности насыпная плотность, представляет собой меру уплотнения почвы. Пористость почвы заключается в наличии грунтовых пустот, часть которых заполнена газами или водой. Консистенция почвы представляет собой способность частиц сцепляться, слипаться. Понятия температура и цвет почвы говорят сами за себя. Удельное сопротивление связано с сопротивлением к проведению электрических токов и влияет на скорость коррозии железобетонных конструкций.

В. Физические свойства почв, в порядке убывания важности, являются текстуры, структура, плотность, пористость, консистенция, температура, цвет и сопротивление. Почва определяется относительной долей трех видов почвенных частиц, называется почвой и отделяет: песок, ил и глины. На следующем крупном масштабе, почвенные структуры, называемые пешеходы создаются из почвы и отделяется, когда его оксиды железа, карбонаты, глина, диоксид кремния и гумуса, пальто частицы и заставить их придерживаться в более крупные, относительно стабильные вторичные структуры. Плотность почвы, в частности, объемная плотность, является мерой уплотнения почвы. Почва пористости состоит из пустот части объема почвы и занимают газом и воды. Консистенция - Почва является способностью почвы держаться вместе. Температура почвы и цвет - самоопределяющимися. Удельное сопротивление относится к сопротивлению к проведению электрических токов и влияет на скорость коррозии металлических и бетонных конструкций.

С. Физические свойства почв, в порядке уменьшающейся важности, являются структурой, структурой, плотностью, пористостью, последовательностью, температурой, цветом и удельным сопротивлением. Структура почвы определена относительной пропорцией трех видов частиц почвы, названный почвой отделяется: песок, ил и глина. В следующем более широком масштабе звонили структуры почвы, плетеные корзинки созданы из почвы, отделяется, когда окиси железа, карбонаты, глина, кварц и перегной, частицы пальто и заставляют их придерживаться в большие, относительно стабильные вторичные структуры. Плотность почвы, особенно сложите плотность, мера уплотнения почвы. Пористость почвы состоит из недействительной части объема почвы и занята газами или водой. Последовательность почвы - способность почвы склеиться. Температура почвы и цвет самоопределяют. Удельное сопротивление относится к сопротивлению проводимости электрических токов и затрагивает уровень коррозии металлических и конкретных структур.

7. Read and translate the following text (*Прочитайте и переведите следующий текст*):

SOIL

Soil is the mixture of minerals, organic matter, gases, liquids, and the myriad of organisms that together support plant life. It is a natural body that exists and performs four important functions: it is a medium for plant growth; it is a means of water storage, supply and purification; it is a modifier of the atmosphere of Earth; and it is a habitat for organisms that take part in decomposition of organic matter and the creation of a habitat for new organisms.

Soil is considered to be the "skin of the earth". Soil consists of a solid phase (minerals and organic matter) as well as a porous phase that holds gases and water. The soil texture is determined by the relative proportions of sand, silt, and clay in the soil. Any soil can be described further in terms of color, porosity, consistency, reaction etc.

Soil is the end product of the influence of the climate, relief, biotic activities (organisms), and parent materials (original minerals) interacting over time. Soil continually undergoes development by way of numerous physical, chemical and biological processes.

Soil science has two main branches of study: Edaphology and Pedology. Pedology is focused on the formation, description and classification of soils in their natural environment, whereas edaphology is concerned with the influence of soils on organisms like plants.

8. Give your own definition of the term SOIL in 2 sentences only. You may use the material of today's lesson but try to present it in other words (*Дайте свое определение термину ПОЧВА в двух предложениях. Вы можете использовать материалы сегодняшнего занятия, но постарайтесь выразить свою идею другими словами*).

LESSON 9

1. Phonetic drill (Фонетическая разминка):

Silt – silty	chemical	chemical element
Sand – sandy	physical	physical property
Loam – loamy	biological	biological activity

2. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

Soil formation, physical, chemical, biological, process, clay, humus sand, loam, silt, to support activity, a layer, to cause something, a mineral component, to determine something, a property, erosion, to consider, in particular, a benefit, to increase something, to decrease something.

3. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите следующий текст):

The mineral components of soil are sand, silt and clay, and their relative proportions determine a soil's texture. Properties that are influenced by soil texture include porosity, permeability, infiltration, shrink-swell rate, water-holding capacity, and susceptibility to erosion. According to Ferre's triangle presented on the right the only soil in which neither sand or silt nor clay predominates is called "loam". While even pure sand, silt or clay may be considered a soil, from the perspective of food production a loam soil with a small amount of organic material is considered ideal. The mineral constituents of a loam soil might be 40 % sand, 40 % silt and the balance 20 % clay by weight. Soil texture affects soil behavior, in particular its retention capacity for nutrients and water.

Sand and silt are the products of physical and chemical weathering of the parent rock. Clay, on the other hand, is a product of the precipitation of the dissolved parent rock as a secondary mineral. Sand is least active, followed by silt. Clay is the most active. Sand's greatest benefit to soil is that it resists compaction and increases a soil's porosity. Silt is mineralogically like sand but with its higher specific surface area it is more chemically active than sand. But it is the clay content of soil, with its very high specific surface area and generally large number of negative charges that give a soil its high retention capacity for water and nutrients. Clay soils also resist wind and water erosion better than silty and sandy soils, as the particles bond tightly to each other.

4. Read the text below. Give it a title. Divide the text into paragraphs. Where are the borders of each paragraph? Ask 3-4 questions to the text. Let your partner answer them (Прочитайте данный ниже текст. Озаглавьте его. Разбейте текст на абзацы. Где границы каждого из них? Задайте к тексту 3-4 вопроса. Пусть Ваш товарищ ответит на них):

Humus refers to organic matter that has been decomposed by soil flora and fauna to the point where it is resistant to further breakdown. Humus usually constitutes only five percent of the soil but it is an essential source of nutrients and adds important textural qualities crucial to soil health and plant growth. Humus also holds bits of undecomposed organic matter which feed arthropods and worms which further improve the soil. The end product, humus, is soluble in water and forms a weak acid that can attack silicate minerals. It also acts as a buffer, like

clay, against changes in pH and soil moisture. Humic acids and fulvic acids are important constituents of humus. After the death of plants and animals, microbes begin to feed on the residues, resulting finally in the formation of humus. Humus formation is a process dependent on the amount of plant material added each year and the type of base soil. Both are affected by climate and the type of organisms present. Soils with humus can vary in nitrogen content but typically have 3 to 6 percent nitrogen. Raw organic matter, as a reserve of nitrogen and phosphorus, is a vital component affecting soil fertility. Humus also absorbs water, and expands and shrinks between dry and wet states, increasing soil porosity. Humus is less stable than the soil's mineral constituents, as it is reduced by microbial decomposition and its concentration diminishes over time without the addition of new organic matter.

LESSON 10

1. Pronunciation drill (Фонетическаяразминка):

Production, accumulation, degradation, decomposition, desertification, acidification, contamination, salination, deforestation.

2. There are some definitions of the words below. The letters of the words are given in the wrong order. Put the letters in the correct order and guess the words (Нижеданыопределениянесколькихслов. Буквы в загаданных словах перепутаны. Расставьтебуквывнужномпорядке, чтобыполучилисьслова):

a) a small amount of a liquid (such as water) that makes something wet –
IOMTSURE

b) a period of dryness usually long that causes extensive damage to crops or prevents their successful growth – TUOHGRD

c) the gradual destruction of something by natural forces (such as water, wind, or ice) - NEROSOI

d) the generalweatherconditions usually found in a particularplace –
TEMACLI

e) any substance that plants or animals need in order to live and grow – IEN-
TRTUN

3. Fill in the gaps with the words from the previous task and reproduce the sentences (Заполнитепропускисловамиизпредыдущегозаданияивоспроизведитепредложения):

a) The _____ caused serious damage to crops.

b) These flowers grow best with _____ and shade.

c) The leaves absorb _____ from the air.

d) The Mediterranean _____ is good for growingcitrusfruits and grapes.

e) The plant needs many _____s to grow and develop.

4. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙПЕРЕВОД):

Production, accumulation, to depend on something, temperature, moisture, organic matter, to result in something, to rely on something, to maintain productivity,

a process, crop productivity, human activity, well-managed lands, to lead to something, agricultural value of soil.

5. Make up 3-4 sentences using the words or phrases from the previous task and reproduce them (Составьте 3-4 предложения с словами и фразами из предыдущего задания и воспроизведите их).

6. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите следующий текст):

The production, accumulation and degradation of organic matter are greatly dependent on climate. Temperature, soil moisture and topography are the major factors affecting the accumulation of organic matter in soils. Organic matter tends to accumulate under wet or cold conditions where decomposer activity is impeded by low temperature or excess moisture which results in anaerobic conditions. Conversely, excessive rain and high temperatures of tropical climates enable rapid decomposition of organic matter and leaching of plant nutrients.

Land degradation refers to a human-induced or natural process which impairs the capacity of land to function. Soils are the critical component in land degradation when it involves acidification, contamination, desertification, erosion or salination.

While soil acidification is beneficial in the case of alkaline soils, it degrades land when it lowers crop productivity and increases soil vulnerability to contamination and erosion.

Soil contamination at low levels is often within soil's capacity to treat and assimilate waste material.

Desertification is an environmental process of ecosystem degradation in arid and semi-arid regions, often caused by human activity. It is a common misconception that droughts cause desertification. Droughts are common in arid and semiarid lands. Well-managed lands can recover from drought when the rains return. Soil management tools include maintaining soil nutrient and organic matter levels, reduced tillage and increased cover.

Erosion of soil is caused by water, wind, ice, and movement in response to gravity. More than one kind of erosion can occur simultaneously. Erosion is an intrinsic natural process, but in many places it is greatly increased by human activity, especially poor land use practices. These include agricultural activities which leave the soil bare during times of heavy rain or strong winds, overgrazing, deforestation, and improper construction activity.

Soil salination is the accumulation of free salts to such an extent that it leads to degradation of the agricultural value of soils and vegetation. Consequences include corrosion damage, reduced plant growth, erosion due to loss of plant cover and soil structure, and water quality problems due to sedimentation. Salination occurs due to a combination of natural and human-caused processes.

7. Choose one point and comment on it (Выберите один пункт и прокомментируйте его):

a) Soil influences many areas of our life. It is an integral part of our ecosystem.

b) Soil is a non-renewable natural resource. So we should think how much we value it.

c) Soil plays a major role in our lives.

LESSON 11

1. Divide the words below into 2 groups: those having the 1st syllable stressed and the ones with a stress on the 2nd syllable. Reproducethem (Разбейте данные ниже слова на 2 группы: с ударением на 1-ом и 2-ом слоге. Воспроизведите их):

Fertility, fertile, capable, particle, repository, moisture, nutrient, solution, available, nutrition, proportion, exception, nitrogen, bacteria, microbe, supply, ability, property, sufficient, necessary.

2. Look at the models. Guess the meanings of new words. Reproduce them. Do not read Russian when reproducing (Посмотрите на модели. Догадайтесь о значении новых слов. Воспроизведите их):

to change (изменять) – changeable (изменчивый)

to compare (сравнить) –

to advise (советовать) –

to accept (принимать) –

to value (ценить) –

to accept (принимать) – acceptance (принятие)

to expect (ожидать) –

to assist (помогать) –

to observe (наблюдать) –

to annoy (раздражать) –

neutral (нейтральный) – neutralize (нейтрализовать)

normal (нормальный) –

rational (рациональный) –

real (реальный) –

special (специальный) –

access (доступ) – accessible (доступный)

flex (гнуть, сгибать) –

response (ответ) –

vision (зрение, видение) –

expression (выражение) –

simple (простой) – to simplify (упрощать)

pure (чистый) –

intense (интенсивный) –

just (справедливый) –

rare (редкий) –

3. BACKTRANSLATION(ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

a) Soil fertility, the most influential factors, clay and humus, available to plants, soil pH, to originate from something, the action of microbes on organic matter, to contain sufficient minerals, a large amount of something.

b)

- Fertility is the natural capability to produce offspring. - This soil is rich in nutrients necessary for basic plant nutrition. - Fertile soil always makes it possible to get good crops. - Soil fertility typically arises from the use of soil conservation practices. - A fertile soil has some definite properties. - There are some ways to increase soil fertility. - Most nutrients, with the exception of nitrogen, originate from minerals. - The most influential factors in stabilizing soil fertility are clay and humus.	

4. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите следующий текст):

SOIL FERTILITY

Fertility is a natural ability of soil to supply plant nutrients.

The most influential factors in stabilizing soil fertility are the soil colloidal particles, clay and humus, which behave as repositories of nutrients and moisture and so act to buffer the variations of soil solution ions and moisture. The contribution of soil colloids to soil nutrition is out of proportion to their part of the soil. Colloids act to store nutrients that might otherwise be leached from the soil or to release those ions in response to changes of soil pH, and so, to make them available to plants.

Soil pH strongly affects the availability of nutrients.

Most nutrients, with the exception of nitrogen, originate from minerals. Some nitrogen originates from rain, but most of the nitrogen available in soils is the result of nitrogen fixation by bacteria. The action of microbes on organic matter and minerals may be to free nutrients for use, sequester them, or cause their loss from the soil by their volatilization to gases or their leaching from the soil.

The organic material of the soil has a powerful effect on its development, fertility, and available moisture. Following water and soil colloids, organic material is next in importance to soil's formation and fertility.

5. A fertile soil has some definite properties. They are mentioned below. Put them in order of their importance and reproduce your list (Плодородная почва имеет некоторые свойства. Они названы ниже. Расставьте их в порядке важности и воспроизведите ваш список):

- large amount of topsoil.
- necessary nutrients for plant nutrition;
- good soil pH;
- sufficient minerals for plant nutrition;
- soil organic matter that improves soil structure and soil moisture;
- good soil structure;
- a range of microorganisms.

6. Make up a short speech about soil fertility (4-5 sentences). Start with: "Fertility is a natural ability of soil to supply plant nutrients...". You may use the ideas from the previous task and today's text. Use such links as THEN, AND OF COURSE, WHAT IS MORE, THERE IS NO DOUBT THAT, etc. (Подготовьте короткую речь о плодородии почвы – 4-5 предложений. Начните с «Плодородие – это естественная способность почвы обеспечивать растения питательными веществами...». Вы можете использовать идеи из предыдущего задания. Используйте такие связки как ЗАТЕМ; И КОНЕЧНО; БОЛЕЕ ТОГО; НЕТ СОМНЕНИЙ, ЧТО и т.д.).

LESSON 12

1. Divide the words below into 2 groups: the ones with the 1st syllable stressed and those having the stress on the 2nd syllable. Reproduce them (Разбейте данные слова на 2 группы: с ударением на 1-ом и 2-ом слоге. Воспроизведите их):

Rotation, nutrient, pathogens, structure, improve, numerous, nitrogen, multiple, diversity, resources, forage, fertility, fallow, clover, manure.

2. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

Crop rotation, in the same area, to restore nutrients, to improve soil structure and fertility, to include something, forage, to offer something, diversity, different species, benefits of the rotation, available land resources, to allow, a fallow field, hay, excellent, green manure, to plough the field, to control pests and diseases, for instance=for example, to control weeds, to minimize erosion.

3. Make up 3-4 sentences with words or word combinations from the previous task and reproduce them (Составьте 3-4 предложения с словами и словосочетаниями из предыдущего задания и воспроизведите их).

4. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите следующий текст):

Crop rotation is the practice of growing a series of different types of crops in the same area in sequential seasons to help restore plant nutrients. It can also mit-

igate the build-up of pathogens and pests that often occurs when one plant species is continuously cropped. Rotation can also improve soil structure and fertility by alternating deep-rooted and shallow-rooted plants.

Crop rotations may include two to six or more crop rotations over numerous seasons. A two crop rotation such as corn and soybean in cash grains or corn and alfalfa in forage systems use legumes to help fix nitrogen in the soil for utilization over the long term. Multiple cropping systems, such as intercropping or companion planting, offer more diversity and complexity within the same season or rotation. Carrots can be shaded by tomatoes and loosen soil below them. Double cropping is common where two crops, typically of different species, are grown sequentially in the same growing season. Winter rye and barley can be sown after oats or rice and harvested before the next crop goes in of oats or rice. These systems can maximize benefits of the rotation as well as available land resources.

The four field rotation system allowed farmers to restore soil fertility and some of the plant nutrients removed with the crops. Ideally, wheat, barley, turnips and clover would be planted in that order in each field in successive years. The turnips helped keep the weeds down and were an excellent forage crop that ruminant animals could eat their tops and roots through a large part of the summer and winters. There was no need to let the soil lie fallow as clover would re-add nitrates (nitrogen-containing salts) back to the soil. The clover made excellent pasture and hay fields as well as green manure when it was ploughed under after one or two years. The addition of clover and turnips allowed more animals to be kept through the winter, which in turn produced more milk, cheese, meat and manure, which maintained soil fertility.

Crop rotation is also used to control pests and diseases that can become established in the soil over time. The changing of crops in a sequence tends to decrease the population level of pests.

It is also difficult to control weeds similar to the crop which may contaminate the final product. For instance, ergot in weed grasses is difficult to separate from harvested grain. A different crop allows the weeds to be eliminated, breaking the ergot cycle.

Protection against soil loss is maximized with rotation methods that leave the greatest mass of crop stubble on top of the soil. Stubble cover in contact with the soil minimizes erosion from water.

5. Ask 3-4 questions to the text from the previous task. Let your partner answer them (Задайте к тексту из предыдущего задания 3-4 вопроса. Пусть Ваш товарищ ответит на них).

LESSON 13

1. Pronunciation drill (Фонетическая разминка):

a) Reproduce the names of the countries (Воспроизведите названия стран):

Luxembourg, Ireland, Netherlands, Croatia, Belgium, Slovenia, United Kingdom, Malta, Poland, Cyprus, Germany, Finland, Portugal, Italy, France, Spain,

Bulgaria, Denmark, Czech Republic, Austria, Slovakia, Greece, Lithuania, Hungary, Latvia, Estonia, Sweden, Romania, Switzerland, Norway.

b) Divide the words below into 2 groups: nouns and adjectives and reproduce them (Разбейте данные ниже на 2 группы: существительные и прилагательные и воспроизведите их):

Available, substantial, commercial, concentration, synthetic, tissue, nutrient, fertilizer, liquid, solution, aqueous, amount, particular, solid, sludge, bedding, manure.

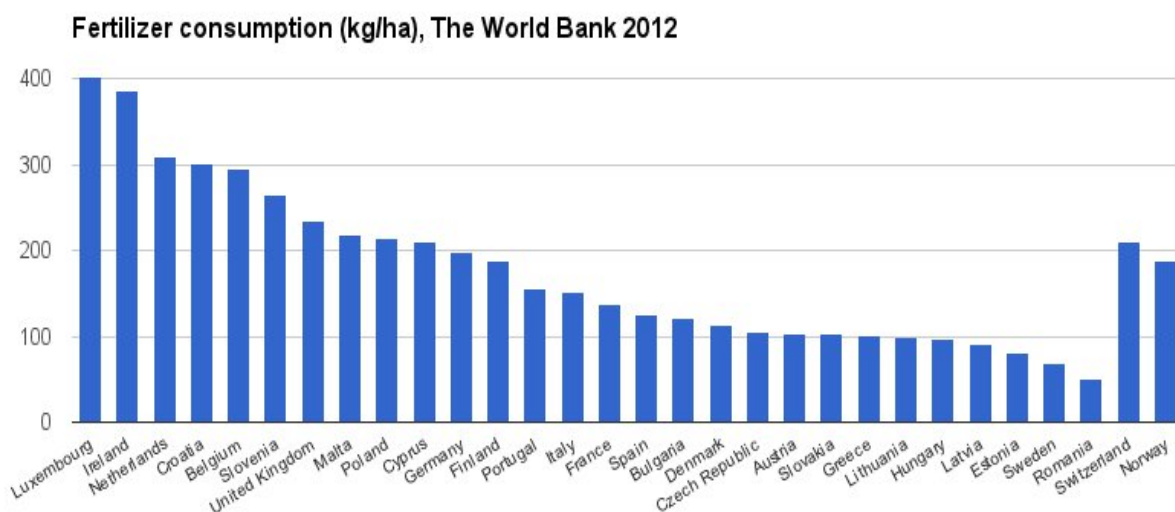
c) Combine the words below into pairs of synonyms and reproduce them (Соедините данные ниже на пары синонимов и воспроизведите их):

Essential, to use, different, to supply, necessary, to provide, complex, various, to apply, complicated.

d) Combine the words below into pairs of antonyms and reproduce them (Соедините данные ниже на пары антонимов и воспроизведите их):

Consumption, natural, narrow, synthetic, the same, organic, various, manufacture, wide, inorganic.

2. Look at the diagram below. As you see it shows how many fertilizers this or that country used. Make up 3-4 sentences using the words: MORE THAN, MOST OF ALL, LESS THAN, LEAST OF ALL. e.g.: Poland used MORE fertilizers THAN Cyprus. (Посмотрите на данную диаграмму. Как Вы видите, она показывает, как много удобрений использовала та или иная страна. Составьте 3-4 предложения, используя слова БОЛЕЕ ЧЕМ, БОЛЬШЕ ВСЕГО, МЕНЕЕ ЧЕМ, МЕНЬШЕ ВСЕГО. Например: Польша использовала больше удобрений, чем Кипр)



3. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

Nitrogen, phosphorus and potassium; in substantial amounts; inorganic fertilizers; organic fertilizers; nutrients; according to; instead; soil fertility; solid; liquid; ammonia; peat; chemical; manure; to require something; different qualities, for instance / for example; livestock.

4. Make up 3-4 sentences using the words from the previous task. Reproducethem(Составьте и воспроизведите 3-4 предложения со словами из предыдущего задания).

5. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите следующий текст):

FERTILIZERS

A fertilizer is any material of natural or synthetic origin that is applied to soils or to plant tissues (usually leaves) to supply one or more plant nutrients essential to the growth of plants.

The nutrients required for healthy plant life are classified according to the elements, but the elements are not used as fertilizers. Instead compounds containing these elements are the basis of fertilizers.

Fertilizers are commonly used for growing all crops, with application rates depending on the soil fertility, usually as measured by a soil test and according to the particular crop.

Fertilizers are applied to crops both as solids and as liquid. About 90 % of fertilizers are applied as solids. Solid fertilizer is typically granulated or powdered. Liquid fertilizers comprise anhydrous ammonia, aqueous solutions of ammonia, and aqueous solutions of ammonium nitrate and / or urea.

Fertilizers are classified in many ways. They are classified according to whether they provide a single nutrient (say, N, P, or K), in which case they are classified as straight fertilizers. Complex fertilizers provide two or more nutrients, for example N and P. Fertilizers are also sometimes classified as inorganic vs. organic.

Organic fertilizers are usually plant- or animal-derived matter. The main "organic fertilizers" are, in ranked order, peat, animal wastes, plant wastes from agriculture, and sewage sludge. In terms of volume, peat is the most widely used organic fertilizer.

Inorganic are sometimes called synthetic fertilizers since various chemical treatments are required for their manufacture.

6. Ask 2-3 questions to the text below(Задайте к данному ниже тексту 2-3 вопроса):

Bio-available nitrogen is the element in soil that is most often lacking. Phosphorus and potassium are also needed in substantial amounts. For this reason these three elements are always identified on a commercial fertilizer analysis.

Inorganic fertilizers are generally less expensive and have higher concentrations of nutrients than organic fertilizers. Also, since nitrogen, phosphorus and potassium generally must be in the inorganic forms to be taken up by plants, inorganic fertilizers are generally immediately bio-available to plants without modification.

Soil fertility is a complex process that involves the constant cycling of nutrients between organic and inorganic forms.

7. *Imagine a child asked you what a fertilizer is. Try to explain it to him in simple words. You may use analogies to make your speech vivid* (Представьте, что ребенок спросил Вас, что такое удобрение. Постарайтесь объяснить ему, что это такое простыми словами. Вы можете использовать аналогии, чтобы сделать свою речь более понятной).

LESSON 14

1. *Consult the dictionary: RESISTANCE, HARVEST, CROP, YIELD, FERTILITY. Listen to the teacher. You will hear 5 definitions in English. Guess what she/he is speaking about in each case* (Проконсультируйтесь со словарем: RESISTANCE, HARVEST, CROP, YIELD, FERTILITY. Послушайте преподавателя. Вы услышите 5 определений на английском языке. Догадайтесь, о чем говорит Ваш учитель в каждом конкретном случае):

2. *Phonetic drill* (Фонетическая разминка).

a) *Reproduce the names of some crops* (Воспроизведите названия некоторых культур):

Maize, soybean, cotton, canola, sugarbeet, alfalfa, papaya, squash.

b) *Reproduce the following numerals* (Воспроизведите следующие числительные):

29, 94, in 1996, in 2011, in 2009, 10 %, 86 %, 93 %, 69.5, 36.6, 23.9, 10.8, 11.6, 170.3

c) *Reproduce the countries given below and name the continents they belong to. E.g.: Russia – Europe* (Воспроизведите названия стран и назовите континенты, на которых они находятся. Например, Россия – Европа):

the USA, Brazil, Argentina, India, Canada, China, Paraguay, Pakistan, South Africa, Uruguay, Bolivia, Australia, Philippines, Burkina Faso, Mexico, Spain.

3. *Look at the table below. Make up 2-3 sentences and reproduce them. E.g.: The total area of biotech crops in 2012 was 170.3 million hectares* (Посмотрите на данную ниже таблицу. Составьте 2-3 предложения и воспроизведите их, следуя предлагаемому языку).

Country	2012– GM planted area (million hectares)	Biotech crops
USA	69.5	Maize, Soybean, Cotton, Canola, Sugarbeet, Alfalfa, Papaya, Squash
Brazil	36.6	Soybean, Maize, Cotton
Argentina	23.9	Soybean, Maize, Cotton
Canada	11.6	Canola, Maize, Soybean, Sugarbeet
India	10.8	Cotton
Total	170.3	----

4. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

Genetically modified crops; in most cases; the aim; to introduce a new trait to the plant; species; resistance to certain pests, diseases, or environmental conditions; resistance to a herbicide; to improve something; the total area; however; to have no risk to human health; benefits; to object to something/somebody; safe.

5. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите следующий текст):

GENETICALLY MODIFIED CROPS

Genetically modified crops are plants used in agriculture, the DNA of which has been modified using genetic engineering techniques. In most cases the aim is to introduce a new trait to the plant which does not occur naturally in the species. Examples in food crops include resistance to certain pests, diseases, or environmental conditions, reduction of spoilage, or resistance to chemical treatments (e.g. resistance to a herbicide), or improving the nutrient profile of the crop. Examples in non-food crops include production of pharmaceutical agents, biofuels, and other industrially useful goods.

Farmers have widely adopted GM technology. Between 1996 and 2011, the total surface area of land cultivated with GM crops had increased by a factor of 94, from 17,000 square kilometers to 1,600,000 km². 10% of the world's crop lands were planted with GM crops in 2010. As of 2011, 11 different transgenic crops were grown commercially on 160 million hectares in 29 countries such as the USA, Brazil, Argentina, India, Canada, China, Paraguay, Pakistan, South Africa, Uruguay, Bolivia, Australia, Philippines, Burkina Faso, Mexico and Spain.

In the US, by 2009/10, 93% of the planted area of soybeans, 93% of cotton, 86% of corn and 95% of the sugar beet were genetically modified varieties. Genetically modified soybeans carried herbicide-tolerant traits only, but maize and cotton carried both herbicide tolerance and insect protection traits.

Europe has relatively few genetically engineered crops with the exception of Spain where one fifth of maize grown is genetically engineered and smaller amounts in five other countries. The EU had a 'de facto' ban on the approval of new GM crops, from 1999 until 2004; in a controversial move. GM crops are now *regulated* by the EU. Developing countries grew 50 percent of genetically engineered crops in 2011.

There is broad scientific consensus that food on the market derived from GM crops poses no greater risk to human health than conventional food. GM crops also provide a number of ecological benefits. However, opponents have objected to GM crops per se on several grounds, including environmental concerns, whether food produced from GM crops is safe, whether GM crops are needed to address the world's food needs, and economic concerns raised by the fact these organisms are subject to intellectual property law.

6. Express your attitude to genetically modified crops (4-5 sentences). Use the words of today's lesson (Выразите свое отношение к генетически модифицированным культурам в 4-5 предложениях. Используйте слова сегодняшнего занятия).

LESSON 15

1. Dividethewordsbelowintonounsandadjectivesandproducethem (*Разбейте данные ниже слова на существительные и прилагательные и воспроизведите их*):

Lawn, weed, native, undesirable, habitat, environment, weedy, perennial, association, yield, geographic, authority.

2. Reproduce the definition of a weed paying attention to pronunciation, intonation and rhythm (*Воспроизведите определение сорняка, обращая внимание на произношение, интонацию и ритм*):

A weed is "A herbaceous plant not valued for use or beauty, growing wild and rank, and regarded as cumbering the ground or hindering the growth of superior vegetation..."

(The New shorter Oxford English dictionary on historical principles)

3. Readandtranslate(*Прочитай и переведи*):

Weeds generally share similar adaptations that give them advantages and allow them to proliferate in disturbed environments where soil or natural vegetative cover has been damaged. Different types of habitat and disturbances will result in colonization by different communities of weed species.

Some weeds have adapted to grow and proliferate in human-disturbed areas such as agricultural fields, lawns, roadsides, and construction sites. The weedy nature of these species often gives them an advantage over more desirable crop species because they often grow quickly and reproduce quickly, have seeds that persist in the soil seed bank for many years, or have short lifespans with multiple generations in the same growing season. Perennial weeds often have underground stems that spread out under the soil surface or, like ground ivy, have creeping stems that root and spread out over the ground.

Many weed species have moved out of their natural geographic ranges and spread around the world in tandem with human migrations and commerce. Weed seeds are often collected and transported with crops after the harvesting of grains, so humans are a vector of transport as well as a producer of the disturbed environments to which weed species are well adapted, resulting in many weeds having a close association with human activities.

Some weed species have been classified as noxious weeds by government authorities because, if left unchecked, they often compete with native or crop plants or cause harm to livestock.

A number of native or non-native plants are unwanted in a specific location for a number of reasons. An important one is that they interfere with food and fiber production in agriculture, wherein they must be controlled in order to prevent lost or diminished crop yields.

4. Formulate the weeds drawbacks in word-combinations, put them in order of their harmful effect and reproduce your list (*Сформулируйте отрицательны-*

черты сорняков в словосочетаниях, расставьте их в порядке убывания их вредоносного эффекта и воспроизведите Ваш список):

- competing with the desired plants for the resources that a plant typically needs, namely, direct sunlight, soil nutrients, water, and (to a lesser extent) space for growth;
- providing hosts and vectors for plant pathogens, giving them greater opportunity to infect and degrade the quality of the desired plants;
- providing food or shelter for animal pests such as seed-eating birds and Tephritid fruit flies that otherwise could hardly survive seasonal shortages;
- offering irritation to the skin or digestive tracts of people or animals, either physical irritation via thorns, prickles, or burs, or chemical irritation via natural poisons or irritants in the weed (for example, the poisons found in *Nerium* species);
- causing root damage to engineering works such as drains, road surfaces, and foundations, blocking streams and rivulets.

6. Read the text below and sum up the benefits the weeds can have. Reproduce your short summary (Прочитайте данный ниже текст и суммируйте положительные моменты существования сорняков. Воспроизведите свое короткое саммари).

BENEFITS OF WEEDS

While the term "weed" generally has a negative connotation, many plants known as weeds can have beneficial properties. A number of weeds, such as the dandelion, are edible, and their leaves or roots may be used for food or herbal medicine. Burdock is common over much of the world, and is sometimes used to make soup and medicine in East Asia. Some weeds attract beneficial insects, which in turn can protect crops from harmful pests. Weeds can also prevent pest insects from finding a crop, because their presence disrupts the incidence of positive cues which pests use to locate their food. Weeds may also act as "living mulch", providing ground cover that reduces moisture loss and prevents erosion. Weeds may also improve soil fertility; dandelions, for example, bring up nutrients like calcium and nitrogen from deep in the soil with their tap root, and clover hosts nitrogen-fixing bacteria in its roots, fertilizing the soil directly. Some garden flowers originated as weeds in cultivated fields and have been selectively bred for their garden-worthy flowers or foliage. An example of a crop weed that is grown in gardens is the corn-cockle, which was a common weed in European wheat fields, but is now sometimes grown as a garden plant.

LESSON 16

1. Phonetic drill (Фонетическая разминка).

a) Reproduce the following adjectives (Воспроизведите следующие прилагательные):

annual, perennial, herbaceous, suitable, vegetative, sandy, loamy, branchy.

b) Divide the words below into 2 groups: the ones denoting colours and the ones to characterize the shape. Reproducethem (Разбейте данные ниже слова на 2 группы: слова, обозначающие цвета и форму):

silvery, triangular, thin, narrow, white, pink, square, brownish, round, pinkish, blue, cylindrical.

c) Reproduce the following word combinations (Воспроизведите следующие словосочетания):

a source of nitrogen, salt contamination, feeding the livestock, bees and butterflies, resistant to diseases.

2. Study the grammar material and do the task after it (Изучите грамматический материал и выполните задания после него):

ПРИЧАСТИЕ I

В английском языке причастие (the Participle) — это одна из неличных форм глагола, наряду с инфинитивом (the Infinitive) и герундием (the Gerund). В английском языке причастие одновременно выполняет функции таких частей речи, как прилагательного, глагола и наречия. В нашем родном языке функции Participle I выполняет деепричастие и отвечает на вопрос: «Что делаю?». Английскому языку не известно деепричастие, поэтому английское причастие совмещает в себе русское причастие и деепричастие.

Например:

Причастие: Мальчик, листающий журнал...	The boy flipping magazine...
Деепричастие: Просматривая книгу, мальчик нашел много интересных фактов.	Looking through the book, the boy found a lot of interesting facts.

Причастие настоящего времени (Причастие I) образуется путем добавления к основе глагола окончания **-ing**. Например: **to work** – работать, **working** – работая. Чтобы выразить отрицание, перед причастием ставится частица **not**. Например: **not paying attention** – не обращая внимание.

В предложении причастие настоящего времени может выполнять следующие **функции**:

1. Как определение употребляется перед существительным или же после него.

The dancing girls are our students. – Танцующие девушки – наши студентки.

2. Если употребляется в функции **обстоятельства**, то переводится на русский с окончанием «а», «я» или «в» (спрашивая, приехав, держа).

Arriving at the station he bought a newspaper. – Приехав на вокзал, он купил газету.

He was standing on the top of the mountains admiring the beautiful view. — Он стоял на вершине горы, наслаждаясь прекрасным видом.

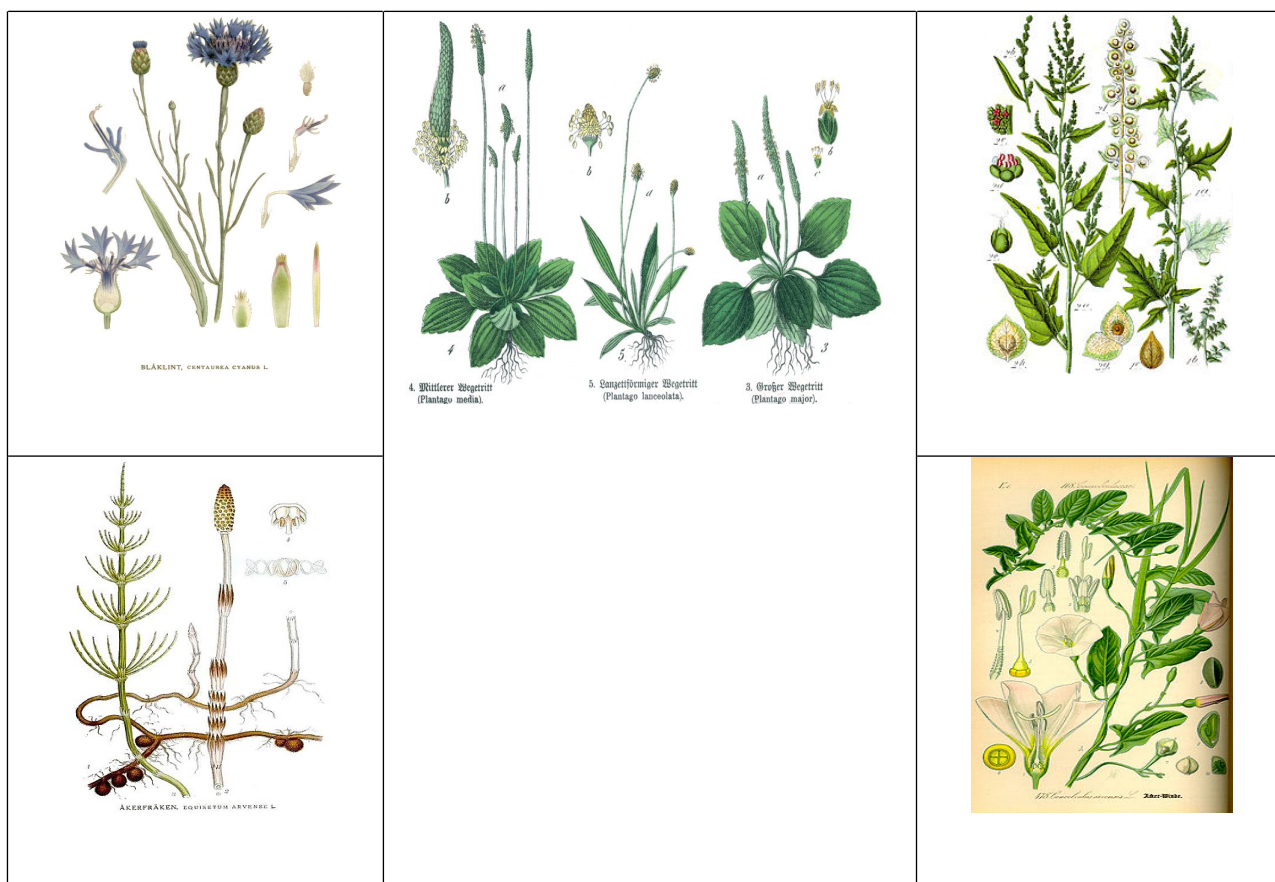
3. Как часть сказуемого.

The answer of the student is disappointing. – Ответ студента — разочаровывает.

*** *Translate the sentences below* (Переведите данные ниже предложения):

- a) They called a lawyer living nearby.
- b) We broke the computer belonging to my father.
- c) The man wearing a blue jumper is in the garden.
- d) They have seen the growing plant.
- e) Who is the boy walking in the field?
- f) Don't wake the baby sleeping in the next room.
- g) Standing on the roof he saw everything in detail.
- h) We have found the agronomist working in the field.
- i) Arriving at the farm he got a new interesting job.

3. Let's play a little. There are 5 descriptions of some weeds below and there are 5 pictures of them given in a random order. Without translating them have a look at the descriptions for some hints (color, size, etc.) and try to guess which description this or that picture refers to (Давайте немного поиграем. Ниже даны 5 описаний сорных растений и 5 картинок в произвольном порядке. Без помощи словаря посмотрите на данные определения с целью найти определенные подсказки (цвет, размер и т.д.) и попробуйте догадаться к какой картинке относится то или иное описание):



a) Atriplex is known as a saltbush and an orache (orach). This is an annual, perennial shrub or bush. Often the plants are covered with silvery hair, why look like flour. The plant keeps most of the absorbed salt in leaves. That makes this plant very useful when cleaning the soil from salt contamination. Dried and powdered leaves are a good source of nitrogen as a fertilizer.

b) Bindweed is a perennial herbaceous plant with twining stems and creeping branching root. The plant has a naked, thin and curly stem having a length of sometimes more than 1 meter. The leaves are glabrous, narrow, lanceolate, having two sharp blades at the petiole. The flowers are usually white or pink, divided into five segments by radial stripes of a darker color.

As a part of the hay the plant is suitable for feeding the livestock. The flowers of the plant contain nectar and pollen which attract wild bees, beetles and butterflies.

c) Cornflower is an annual or biennial herbaceous meadow plants. It occurs on the edges of forests, meadows, roadsides, as a weed in gardens and fields of cereals. A cornflower is a plant with cobwebby-woolly linear-lanceolate leaves and blue flowers occurs predominantly in winter crops, especially in sandy and loamy soils, and as an annual plant is propagated by seeds, often seeded together with grain in a case of poor cleaning of the latter. To destroy the cornflower one must lime soils containing a lot of humus and weed the plants.

d) Horsetail is a perennial spore herb up to 40, rarely up to 50 cm long with a creeping rhizome. Aerial shoots are dimorphic: generative shoots are brownish or pinkish, not branched, with triangular brown leafy teeth whereas vegetative shoots are green, erect or ascending, hollow, with a spiked tip, usually 15-50 cm tall. Leafy teeth are collected in whorls of 6-12. Spikelets are 2-3 cm long, almost cylindrical.

Thanks to silicic acid in horsetail the plants treated with the horsetail decoction become more resistant to fungal diseases.

e) Ribwort plantain is a kind of annual or perennial herbs. It has more than 200 species, distributed all over the globe. Many of them are considered weeds. Ribwort plantains are usually found along roads, in weedy places, waste grounds, steppes and meadows.

Usually it has a short rhizome with thin roots. The leaves are collected in the rosette. The peduncles are erect and leafless. The stem is branchy. The flowers are small, and plain. They are gathered in a dense spike or anthodium. The fruit is a polyspermic box. It is wind-pollinated.

4. Work in 5 groups. Choose one weed from the ones mentioned above. Prepare good reading and good translation of the passage (Работав 5 группах. Выберите один из сорняков, названных в предыдущем задании. Подготовьте хорошее чтение и перевод выбранного отрывка).

5. Work in pairs. Let your partner choose this or that weed from exercise 3 but not tell you which one he/she has chosen. Ask him/her some questions to guess the plant (Работавпарах. Пусть Ваш товарищ выберет то или иное

сорное растение из задания 3, но не говорит о своем выборе. Задайте товарищу вопросы, чтобы угадать выбранное растение).

6. Choose any weed from today's lesson and tell the class about it. Try to mention not only negative but positive things about it if there are any. You should not speak about the appearance of the weed. Start with: "I have chosen... / I would like to say a few words about..." (Выберите любой сорняк из числа упомянутых в сегодняшнем уроке, и расскажите о нем товарищам. Старайтесь упомянуть не только негативные, но и положительные моменты, если таковые имеются. Вы не должны говорить о внешнем виде растения. Начните с фразы: «Я выбрал... / Мне бы хотелось сказать несколько слов о...»)

LESSON 17

1. Phonetic drill (Фонетическая разминка).

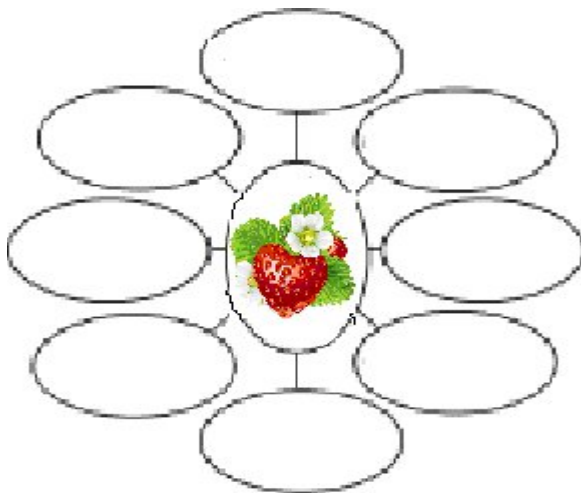
a) Reproduce the words below (Воспроизведите данные ниже слова):

field, forest, meadow, fallow, garden, orchid, pasture.

b) Reproduce the following pairs of words (Воспроизведите данные пары слов):

Branch – branchy	pain – painful	end – endless
Thorn – thorny	color – colorful	home – homeless
Juice – juicy	use – useful	use – useless
Milk – milky	wonder – wonderful	pain – painless
Health – healthy	harm – harmful	harm – harmless

c) Look at the picture and think of 8 adjectives to describe it. Name them (Посмотрите на картинку и придумайте 8 прилагательных для ее описания. Назовите их):



2. Fill in the gaps with suitable adjectives and reproduce the sentences below (Заполните пропуски подходящими прилагательными и воспроизведите полученные предложения):

a) I don't see the need to use this fertilizer. It's very _____ (healthy/painful/careful/famous/dangerous/useful/branchy).

b) He is very _____ (healthy/painful/careful/famous/dangerous/useful/branchy). Everybody knows him as a brilliant agronomist.

c) The plant is very _____ (healthy/painful/careful/famous/dangerous/useful/branchy). There are a lot of leaves.

d) If you want to be _____ (healthy/painful/careful/famous/dangerous/useful/branchy), you should think about good food, sports and many other things.

e) You should be _____ (healthy/painful/careful/famous/dangerous/useful/branchy) with fertilizers.

f) It may seem funny but some weeds can be _____ (healthy/painful/careful/famous/dangerous/useful/branchy) for pollinating insects and feeding the livestock.

g) It was very _____ (healthy/painful/careful/famous/dangerous/useful/branchy) when I touched the thorn of the plant.

3. Let's play a little. There are 6 descriptions of some weeds below and there are 6 pictures of them given in a random order. Without translating them have a look at the descriptions for some hints (color, size, etc.) and try to guess which description this or that picture refers to. What words have helped you? (Давайте немного поиграем. Ниже даны 6 описаний сорных растений и 6 картинок в произвольном порядке. Без помощи словаря посмотрите на данные определения с целью найти определенные подсказки (цвет, размер и т.д.) и попробуйте догадаться к какой картинке относится то или иное описание. Какие слова помогли Вам?)

a) Field sow thistle is a kind of perennial herbaceous plants. It is a plant up to 1.5 meters high. A thorny stem is simple having no leaves at the top. The leaves are thorny having triangular lateral lobes. Small golden-yellow flowers are gathered in large baskets, surrounded at the base by some lanceolate leaflets. The fruit is a grayish-brown fusiform achene with a tuft consisting of white non-branching hairs. The achenes are easily dispersed by the wind.

The plant easily grows in conditions of abundant moisture. It prefers rich soil, but can withstand salinity. A sow thistle is a burdensome weed, one of the most painful field weeds. It infests all types of crops and can also be seen in fallows, gardens and orchards. Sow thistle contains white latex and animals do not like to eat the plant.

b) Chickweed is a cool-season annual plant. Chickweed is also known as a satin flower or star weed. The plant germinates in fall or late winter then forms large mats of foliage. It usually grows near the shelter, in gardens, weedy places, sometimes in raw forest roads and clearings. In the garden it is a pernicious weed difficult to deal with because of the large number of seeds. One plant gives an average of 15000 seeds. The seeds in the soil have germination ability for 2-5 years.

This is an annual herb. The stem is cylindrical, creeping and branchy up to 10 cm. The leaves are ovate, shortly acuminate. Flowers are small and white, followed quickly by the seed pods. This plant flowers and sets seed at the same time. Fruits are capsules with numerous rounded seeds.

c) Dandelion is a perennial herbaceous plant. It is a plant with branchy taproot of about 2 cm thick and about 60 cm long. The leaves are 5–25 cm long or longer, simple, entire or lobed, forming a rosette above the central taproot. The floral head is juicy, cylindrical, hollow inside, ending with a single seed basket of bright yellow flowers. The flower heads are yellow to orange colored, and are open in the daytime but closed at night. The flower heads mature into spherical seed heads called "blowballs". All parts of the plant contain a thick white milky juice.

The dandelion plant is a beneficial weed, with a wide range of uses, and is even a good companion plant for gardening. Its taproot will bring up nutrients for shallower-rooting plants, and add minerals and nitrogen to soil. It is also known to attract pollinating insects and release ethylene gas which helps fruit to ripen. It is also an important weed in agriculture that causes significant economic damage because of its infestation in many crops worldwide.

d) Shepherd's purse is a herb growing on embankments, roadsides and ditches, in fields and gardens.

This is annual plant 20-60 cm high with a thin spindle-shaped root. The whole plant is green, usually glabrous or slightly hairy, especially at the bottom. From the base emerges a stem about 0.2 to 0.5 m tall, which bears a few pointed leaves which partly grasp the stem. The flowers are white and small, in loose racemes, and produce seed pods which are heart-shaped. One plant can give up to 70 thousand seeds.

e) Thistle is the common name of a group of flowering plants characterized by leaves with sharp prickles on the margins. Prickles often occur all over the plant – on surfaces such as those of the stem and flat parts of leaves. These are an adaptation that protects the plant against animals, discouraging them from feeding on the plant.

Typical adverse effects are competition with crops and interference with grazing in pastures, where dense growths of spiny vegetation suppress forage plants and repel grazing animals from eating either the thistle plants or neighboring forage. Some species, although not intensely poisonous, do affect the health of animals that swallow more than small amounts of the material.

f) Oatgrass is an annual plant. The plant often exceeds the height of 100-110 cm, and the panicle length reaches 30 cm. A plant can give up to 600 seeds. The seeds remain viable for 3-4 years.

This is a hydra-headed weed. It reduces the yield of spring crops significantly and dries the soil. It can also interbreed with oats reducing the value of the latter. Young shoots can be used to feed the livestock.





4. Work in 6 groups. Choose one weed from the ones mentioned above. Prepare good reading and good translation of the passage (Работав 6 группах. Выберите один из сорняков, названных в предыдущем задании. Подготовьте хорошее чтение и перевод выбранного отрывка).

5. Work in pairs. Let your partner choose this or that weed from exercise 4 but not tell you which one he/she has chosen. Ask him/her some questions to guess the plant (Работав парах. Пусть Ваш товарищ выберет то или иное сорное растение из задания 4, но не говорит о своем выборе. Задайте товарищу вопросы, чтобы угадать выбранное растение).

LESSON 18

1. Reproduce the following words (Воспроизведите следующие слова):

Rapid – rapidly	Semi-erect	Self-pollination	Time + table = timetable
Quick – quickly	Semi-active	Self-destruction	Pain + killer = painkiller
Usual – usually	Semi-humid	Self-fertilization	Head + ache = headache
Annual – annually	Semi-normal	Self-realization	Bird + weed = birdweed
Regular - regularly	Semi-toxic	Self-organization	Knot + grass = knotgrass

2. Use a suitable adjective from the second column for a noun from the first one. Change article A to AN where it is necessary. Reproduce the word combinations you get (Используйте подходящее прилагательное из второй колонки для существительного из первого столбца. Измените, где необходимо, артикль A на AN):

a herb	winter
a weed	fallow
a flower	perennial
a crop	attractive
a stem	harmful
a field	erect

3. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

To dig the soil, a perennial herb, a harmful weed, to remove something by hand, to suppress other plants, to germinate, attractive flowers, fallow fields, win-

ter crops, spring crops, to prefer something, to consist of something, to grow rapidly, mulching, well-fertilized soil, that is why, environmental conditions

4. Let's play a little. There are 6 descriptions of some weeds below and there are 6 pictures of them given in a random order. Without translating them have a look at the descriptions for some hints (color, size, etc.) and try to guess which description this or that picture refers to. What words have helped you? (Давайте немного поиграем. Ниже даны 6 описаний сорных растений и 6 картинок в произвольном порядке. Без помощи словаря посмотрите на данные определения с целью найти определенные подсказки (цвет, размер и т.д.) и попробуйте догадаться к какой картинке относится то или иное описание. Какие слова помогли Вам?)

a) Quitch is a perennial herb. It has creeping rhizomes which enable it to grow rapidly. The stems grow up to 40–150 cm high. The leaves are linear, flat and manicate 15–40 cm long and 3–10 mm broad at the base of the plant. The flower spike has from three to eight florets.

Quitch is a harmful weed in sowing and planting crops. To get rid of it in the garden one usually digs the soil and removes the rhizomes by hand or uses mulching. The rhizomes dry quickly and die if they are on the surface of the soil.

b) Knotgrass is an annual herbaceous plant 10-80 cm high found in fields and wastelands. It grows well when the soil is well-fertilized and suppresses other plants.

The plant has a semi-erect stem that may grow up to 10-40 cm high. The leaves are manicate and short-stalked. They are longish-oval with short stalks and rounded bases. The flowers are regular, green with white or pink margins. Each has five segments, overlapping at the base. The fruit is a dark brown three-edge nut.

c) Charlock commonly known as field mustard or wild mustard is an annual plant. It is 10-100 cm high. The stems are erect, branched, and manicate. The leaves are 1–4 cm long. The basal leaves are oblong, oval, 4–18 cm long and 2–5 cm wide. The inflorescence is made up of yellow flowers having four petals. The fruit is a siliqua 3-5 cm long with a beak 1-2 cm long. The seeds are smooth 1-1.5 mm in diameter. They can germinate from the depth of no more than 5-6 cm and remain viable in the soil for up to 10 years. They also remain viable after passing through the digestive tract of animals.

It grows in plains and mountains, pastures and fields, roadsides and waste places. It prefers calcareous soils and sunny places.

d) Wild radish grows as an annual or biennial plant 10-70 cm high, with attractive four-petal flowers varying in color, usually from white to purple but sometimes from light orange to yellow. It has a single taproot which is similar to that of the cultivated radish but less enlarged.

It is frost hardy, and even hard freezes only temporarily interrupt its blooming. It often grows as a weed in crops, occurs in meadows and forest edges.

e) Upland cress is a biennial herb. The plant is about 30–60 cm high (maximum up to 1 m). The stem is ribbed and manicate, branched at the base. It has a basal rosette of shiny, dark green leaves. The leaves are stalked with a large termi-

nal lobe. The flowers are 7–9 mm long having four bright yellow petals. The fruit is a pod.

The plant prefers fresh or moist places like roadsides, banks of rivers, or slopes and ditches. It infests perennial grasses and winter crops, gardens, orchards and rarely spring crops. It is prolific on poorly cultivated fallow fields having clay soil.

f) Chamomile is a perennial flowering plant. It is widely spread as a weed on the edges of fields, roadsides, near houses, vacant lots and fallow meadows.

The plant has pinnatifid leaves consisting of numerous fine segments. The flower head is a basket having the diameter of 4-20 mm. The flowers in baskets are of two types: the yellow bisexual ones on the disc and the white ones ligulatepistillate on the edge.



5. Work in 6 groups. Choose one weed from the ones mentioned above. Prepare good reading and good translation of the passage (Работав 6 группах. Выберите один из сорняков, названных в предыдущем задании. Подготовьте хорошее чтение и перевод выбранного отрывка).

6. Work in pairs. Let your partner choose this or that weed from exercise 4 but not tell you which one he/she has chosen. Ask him/her some questions to guess the plant (Работавпарах. Пусть Ваш товарищ выберет то или иное сорное растение из задания 4, но не говорит о своем выборе. Задайте товарищу вопросы, чтобы угадать выбранное растение).

LESSON 19

1. Give the name to each group of words. Reproduce them beginning with the name of the group (Дайте название каждой группе слов. Воспроизведите их, начав с названия группы):

- a) Sweet flavor, sour flavor, bitter flavor
- b) Yellow, orange, red, purple, violet, blue, silvery, gray, brick-red, green, brown.
- c) High – height, long – length, wide – width, deep – depth

2. Combine the words below into pairs of synonyms and reproduce them (Объедините данные ниже слова в пары синонимов и воспроизведите их):

to end	to disagree
to begin	toxic
to like	near
a mistake	various
fast	to finish
to harm	hard
large	an error
small	to enjoy
broad	to start
to help	to hurt
poisonous	wide
difficult	big
different	little
close	to assist
to object	quick

3. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

According to various sources, species, to prefer moderate moisture, to be resistant to drought and frost, erect and branchy, numerous, a fodder for cattle, to improve the soil, annual or perennial, orchards and gardens, rich in nitrogen.

4. Let's play a little. There are 6 descriptions of some weeds below and there are 6 pictures of them given in a random order. Without translating them have a look at the descriptions for some hints (color, size, etc.) and try to guess which description this or that picture refers to. What words have helped you? (Давайте немного поиграем. Ниже даны 6 описаний сорных растений и 6 картинок в произвольном порядке. Без помощи словаря посмотрите на данные определения с целью найти определенные подсказки (цвет, размер и т.д.) и попробуйте догадаться к какой картинке относится то или иное описание. Какие слова помогли Вам?)

a) Ragwort is the biggest genus of all flowering plants. According to various sources, it consists of 1,000 to 3,000 species found around the world. Ragwort plants are widespread from the tropics to the Arctic regions. The vast majority of species of ragwort are annuals or perennials. There are also vines, bushes and shrubs.

In most species of ragwort flowers are collected in clusters at the tips of shoots and look like daisies. The color of flowers may be yellow, orange, red, purple, violet, and even blue. The middle flowers are tubular, bisexual and collected in baskets. The marginal flowers are ligulate and pistillate. The fruit is an achene.

b) *Artemisia vulgaris* (wormwood) is a perennial herb of silvery color, with a strong aromatic odor and bitter flavor. It is considered the bitterest Russian plant. It grows in wastelands and field boundaries, along roads, near houses, on weedy meadows and in orchards. The plant prefers moderate moisture and rich soil with neutral reaction. It is a very common plant growing on nitrogenous soils. The plant is resistant to drought and frost.

The plant has the height of 50-125 cm. It often grows as a shrub, with a rod branchy root and erect silver shoots. Stems are erect and branchy in the upper part. Lower leaves are long, middle ones are short and the top ones are nearly sessile. The rather small flowers (5 mm long) are radially symmetrical having many yellow or dark red petals.

c) *Melilotus*, known as melilot or sweet clover is a biennial herbaceous plant. It has a strong smell of coumarin. This plant is known as a wonderful fodder for the cattle and as a weed of cultivated grounds. Sometimes farmers use it as green manure to improve the soil.

The plant has a taproot and an erect branchy stem 1-1.5 m high. The leaves have three leaflets. The leaflets are lanceolate. The middle leaf has a longer petiole than the side ones. Flowers are small, drooping and yellow. The pollen is yellow. The plant has small beans (3-4 cm).

d) Wild vetch is a perennial herb. This is a plant up to 120 cm tall, naked, or with pressed gray hairs. Stems are weak, clinging, ribbed usually branchy. Leaves are alternate, 5-12 cm long, twin-pinnate, with short petioles having 6-10 pairs of leaflets. Leaflets are 1.5-3 cm long and 2-4 mm wide, horizontally outstretched. The truss has up to 40 flowers. The flowers are bright or light purple, 8-11 mm long. Beans are 15-20 rarely up to 25 mm long and 4-6 mm wide.

The plant grows in meadows, slopes, bushes and forest edges. As a weed one can find it in fields and along roadsides.

e) The sorrel is a genus of about 200 species of annual, biennial and perennial herbs. They grow in meadows, forest edges and pastures. Some are nuisance weeds, but some are grown for their edible leaves.

They are erect plants, usually with long tap roots. The fleshy leaves form a basal rosette at the root. The flowers are usually above the leaves in clusters. They are mostly hermaphrodite, or they may be functionally male or female. The flowers and seeds grow on long clusters at the top of a stalk emerging from the basal rosette; in many species the flowers are green, but some flowers and their stems may be brick-red. Each seed is a 3-sided achene.

f) Nettle is a perennial or annual herbaceous plant with strong roots and long horizontal branching rhizomes up to 60-200 cm high. Leaves and stems of the plant often covered with stinging hairs. Leaves are opposite, simple, entire and dark green. The shape of the leaf is oblong, heart-shaped or rarely elliptical. The leaf length is 8-17 cm and its width is 2-8 cm. Flowers are unisexual, small and

greenish. The fruit is dried, compressed, one-seeded, yellowish or light brown. One plant gives up to 22,000 seeds. The plant can propagate by seeds and clonally.

This plant grows in weedy places near houses and fences, along roads, on vacant grounds in wet meadows and forests, orchards and gardens. It prefers the soil rich in nitrogen.



5. Work in 6 groups. Choose one weed from the ones mentioned above. Prepare good reading and good translation of the passage (Работав 6 группax. Выберите один из сорняков, названных в предыдущем задании. Подготовьте хорошее чтение и перевод выбранного отрывка).

6. Work in pairs. Let your partner choose this or that weed from exercise 4 but not tell you which one he/she has chosen. Ask him/her some questions to guess the plant (Работавпарах. Пусть Ваш товарищ выберет то или иное сорное растение из задания 4, но не говорит о своем выборе. Задайте товарищу вопросы, чтобы угадать выбранное растение).

LESSON 20

1. Reproducethewordsbelow(Воспроизведите данные ниже слова):

a) a pest, a damage, harvest, an insect, a characteristic, abundance, a measure, a cultivar.

b) preventive, biological, agronomic, destructive, physical, mechanical, bio-physical, biochemical, bio-ecological.

2. Combine the words below into pairs of antonyms and reproduce them (Объединитеданныенижесловавпарыантонимовивоспроизведитеих):

hot strong

big	full
long	right
loud	last
a city	late
wet	low
dirty	false
weak	sour
wrong	back
early	new
high	right
first	soft
empty	clean
true	cold
front	light
left	slow
hard	to finish
old	different
sweet	little
fast	dry
the same	short
to start	quiet
dark	the country

3. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

A pest, an insect, a damage, to cause something, according to, due to, a characteristic, abundance of species, preventive and destructive measures, to reduce the harmful effect, pest-resistant cultivars, crop rotation, to maximize the self-protective properties, application / use, a chemical, ordinary tillage and fertilization.

4. Make up 2-3 sentences with words and phrases from the previous task and reproduce them (Составьте 2-3 предложения с словами и фразами из предыдущего задания и воспроизведите их).

5. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите следующий текст):

PESTS OF CROP PLANTS

The damage caused by pests and diseases is large. According to United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) the world loses annually about 20-25% of the potential global harvest of food crops.

The greatest damage to crops is caused by insects, which is primarily due to their biological characteristics, abundance of species, high fecundity and reproduction speed.

All measures to reduce the harmful effect of pests are divided into preventive (agronomic, biological) and destructive (physical, mechanical, chemical, biophysical and biochemical). The cultural control method (bio-ecological) includes breed-

ing pest-resistant cultivars, selection and use of the proper crop rotation, creating the conditions to maximize the self-protective properties of plants, as well as reduce the number and harmfulness of pests. The biological method includes the use against pests their parasites and predators, propagated in special laboratories, and the application of microbiological preparations and viral diseases of insects, security and attraction of pests' natural enemies (predatory animals, birds, parasitic and predatory insects) and so on. Physical and mechanical method involves the use of traps, snares or ditches to catch pests. The chemical method is the use of toxic chemicals: insecticides, fumigants, and others. The biophysical and biochemical methods include the use of gamma radiation and chemicals for the sexual sterilization of insects and mites in combination with the use of chemical attractants and anti-metabolites.

Sometimes ordinary tillage and fertilization can be a reliable means of struggling against pests developing in the soil. For example, liming acid soils worsens conditions for the reproduction of many species of click beetles.

6. Ask 3-4 questions to the text above. Let your partner answer them (Задайте тексту 3-4 вопроса. Пусть Ваш товарищ ответит на них).

LESSON 21

1. Do you know these pests? Reproduce them (Знаете ли Вы данных вредителей? Воспроизведите слова):

An ant, a bug, a slug, a fly, a moth, a wasp, a worm, a wireworm, a beetle, an aphid, a weevil, a butterfly, a locust, a caterpillar, a mole cricket.

2. Fill in the gaps with the words from the previous task (in the plural form) and reproduce the sentences below (Заполните пропуски словами в множественном числе из предыдущего задания и воспроизведите полученные предложения):

a) _____ feed on fruits and vegetables prior to harvest, making holes in the crop, which can make the crop more vulnerable to rot and disease.

b) At home you can sometimes see _____ when you open a bag of flour that is not fresh enough.

c) Plant sap or juice is a diet for _____. As they feed, _____ often transmit plant viruses to the plants.

d) _____ can cause damage to agricultural crops either directly or by aiding sucking pests like aphids.

e) _____ cause much damage, mainly by eating leaves. Many species have become resistant to pesticides.

f) _____ often damage potato tubers. The potato damaged by them gives smaller yield.

g) In order to protect themselves some _____ have an unpleasant odour or smell.

h) _____ are probably the most beautiful insects but some of them can also bring harm to crops.

i) _____ vary in size and appearance, but most of them are muscular and can dig the way with considerable force.

3. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

A dangerous pest, to damage, a beetle, a bug, an ant, a slug, a moth, a butterfly, a fly, a wasp, a mole cricket, a caterpillar, a weevil, an aphid, a locust, a worm, a wireworm, measures to combat, plowing, to plow the land, post-harvest tillage, to struggle against something / somebody, insecticides of various types, to be effective, to use integrated methods, to attack, to take into account = to take into consideration.

4. Make up 2-3 sentences with words or word combinations from the previous task and reproduce them (Составьте 2-3 предложения с словами и фразами из предыдущего задания и воспроизведите их).

5. Read and translate the following texts (Прочитайте и переведите следующий текст):

KUZKA

A bread beetle, or bread Kuzka is a dangerous pest of cereals, causing massive damage to crops. Its larvae feed on the roots of plants and humus. And the adult beetles eat crops (rye, wheat or barley) especially half-ripen or unhardened grain. The pests colonize first winter and then spring crops.

The measures to combat Kuzka usually include:

- sowing cultivation (plowing);
- fallow fields deep plowing in late May - early June;
- inter-row cultivation;
- post-harvest tillage;
- wheat harvesting at the beginning of wax ripeness that prevents grain rolls from being eaten by beetles
- crops spraying with insecticides.

LOCUSTS

Locusts are represented by several kinds of insects capable of forming large flocks (up to hundreds of millions) able to travel long distances. The length of the insect's body is up to 6 cm.

Locust is a pest of crops and wild plants. In search of food they destroy everything they meet. As a result it can lead to famine even.

As the use of only modern chemistry can often give no result because healthy adult insects are resistant to a variety of toxic chemicals, it is necessary to implement integrated control methods, including spraying of crops, mechanical destruction and prevention of further reproduction.

6. Imagine you are an agronomist of a big farm. A journalist from an agricultural magazine interviews you about the measures you take against pests at your farm. As you are the chief agronomist it is up to you to decide what crops you grow and what methods of struggle you use. Make up a DIALOGUE with your partner (Представьте, что Вы агроном крупного хозяйства. Журналист из

сельскохозяйственного журнала берет у Вас интервью о мерах, предпринимаемых против вредителей. Поскольку Вы главный агроном, именно Вы решаете, какие культуры выращивать и какие меры борьбы против вредителей предпринимать. Составьте диалог со своим товарищем).

LESSON 22

1. Reproduce the following words (Воспроизведите следующие слова):

a) A beetle, an insect, larvae, a potato, a tomato, a scientist, a precaution, a pesticide, resistance, a measure, a variety.

b) Dangerous, solanaceous, systematic, coarse, resistant.

c) To damage, to originate, to appear, to include.

d) Quickly, simultaneously, seriously, rarely, genetically, relatively, finally.

e) Thereafter, despite, during, however.

2. Look through today's text (exercise 5). Make up a list of words difficult to pronounce. Reproduce your list (Просмотрите текст сегодняшнего урока – упражнение 5. Составьте список слов трудных для произношения. Воспроизведите свой список).

3. BACKTRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

An insect, a dangerous agricultural pest, to damage the crop, despite something=in spite of something, in the center of something, during, to reach something, several times, to appear / to disappear, effective control measures, treatment with pesticides, however, high resistance (tolerance) to something, to develop immunity, that is why, a variety, genetically modified, coarse tops, to remain undamaged, instead of something, in rows.

4. Make up 2-3 sentences with words or word combinations from the previous task and reproduce them (Составьте и воспроизведите 2-3 предложения с словами и фразами из предыдущего задания).

5. Read and translate the following text (Прочитайте и переведите следующий текст):

Colorado potato beetle or Colorado beetle is an insect of the family of leaf beetles and a dangerous agricultural pest. Beetles and larvae feed on the leaves of solanaceous crops such as potatoes, tomatoes and eggplants.

The beetle got its name in 1859 when it seriously damaged potato fields in Colorado, but some scientists have believed it was not his home and it originated from northeastern Mexico.

Despite all precautions the pest spread rapidly across North America, and in 1876-1877 it crossed the Atlantic Ocean with cargo on ships and first appeared in Europe in the area of Leipzig.

Thereafter, they brought the Colorado potato beetle to Europe several times, but European farmers managed to fight it. But in 1918, during the First World War, the beetle could "gain a foothold" in the center of Bordeaux (France). From

here the beetle began its triumphant march across Europe, not reaching only the UK, where it is still rarely seen.

Moving eastward along the prevailing winds during the summer months, the beetle reached the borders of the USSR by the end of the 1940s. So its first locus was found in Lviv oblast of Ukraine in 1949. Then in 1953 the beetle appeared in Kaliningrad, Volyn, Brest and Grodno oblasts. Finally, on hot windy days in May 1958 the Colorado beetles flew from Hungary and Czechoslovakia to Transcarpathian oblast. Simultaneously with that the beetle came from Poland to Lithuanian and Kaliningrad coasts of the Baltic Sea. In dry 1975 the beetle came to the Southern Urals in wagons with straw. Since 2000 it has been found in the Primorski Krai.

Control measures include quarantine and plants treatment with insecticides (pesticides). However, the Colorado beetle shows high resistance to poisons and quickly develops immunity to them. But the beetles do not get addiction to systemic insecticides. That is why they are effective for many years.

With the development of biotechnology farmers have got some genetically modified potato varieties. However, with time the Colorado beetle gets tolerance to them.

There are varieties of non-GMO potatoes relatively resistant to the Colorado beetle. These varieties have coarser tops and leaves contain glycosides. This leads to lower palatability and sometimes to the death of eggs (for example, variety Nikulinskiy).

Since the beetle reacts to the smell, you can plant potatoes together with other smelling plants, for example borage. In this case 95 % of potato bushes remain undamaged. Instead borage you can use calendula, beans, kidney beans or spring garlic planted around the crops or in its rows.

6. Make up a summary of the text. Use only important information. Your summary should contain not more than 7 sentences (Составьте саммаритекстаюИспользуйте тольковажнуюинформацию. Ваше саммари должно содержать не более 7 предложений).

LESSON 23

1. Reproduce the following words (Воспроизведите следующие слова):

path	thick	pest – pesticide
moth	thin	herb – herbicide
both	think	fungi – fungicide
earth	throw	insect - insecticide

2. As you know all significant abiotic disorders can be caused by either a human being or nature. Look at the list of such reasons and divide them into 2 groups: the ones caused by the man and those caused by nature (Как Вы знаете, всезначительныенарушенияприродногодисбалансамогутбытьобусловленылибодеятельностьючеловекалибосамойприродой. Просмотритепереченьтакихпричиныразбейтеихна 2 группы: связанныесчеловекомиприродой):

Windburns, vandalism, soil compaction, a drought, a frost damage, pollution of soil, nutrient deficiency, flooding, herbicide overuse, a lightning.

3. BACK TRANSLATION (ОБРАТНЫЙ ПЕРЕВОД):

a) plant pathology, environmental conditions, bacteria and viruses, fungi, nematodes, production of food, significant reduction, disease resistance, successful, to achieve something, resistance to many diseases, crop rotation, appropriate planting date, plant density, field moisture, pesticide use, to reduce plant yield, to increase plant yield, to improve disease control, to depend on something / somebody.

b)

- Every agronomist is to know plant pathology well enough.	-
- Plant diseases are usually caused by infections or environmental conditions.	-
- Among organisms causing diseases one can name bacteria, viruses, fungi and so on.	-
- Diseases can significantly reduce the crop yield.	-
- Modern plant pathology science tries to keep up with diseases evolution.	-
- Production of good and healthy food depends greatly on improving the plant disease control.	-

4. Make up 2-3 sentences with words or word combinations from the previous task and reproduce them (Составьте и воспроизведите 2-3 предложения с словами и фразами из предыдущего задания).

5. Read and translate the following texts (Прочитайте и переведите следующий текст):

Plant pathology is the scientific study of diseases in plants caused by pathogens (infectious organisms) and environmental conditions (physiological factors). Organisms that cause infectious disease include fungi, oomycetes, bacteria, viruses, viroids, virus-like organisms, phytoplasmas, protozoa, nematodes and parasitic plants.

Control of plant diseases is crucial to the reliable production of food, and it provides significant reductions in agricultural use of land, water, fuel and other inputs. Plants in both natural and cultivated populations carry inherent disease resistance, but there are numerous examples of devastating plant disease impacts.

Disease control is reasonably successful for most crops. It is achieved by use of plants that have been bred for good resistance to many diseases, and by plant cultivation approaches such as crop rotation, use of pathogen-free seed, appropriate planting date and plant density, control of field moisture, and pesticide use. Across large regions and many crop species, it is estimated that diseases typically reduce plant yields by 10% every year in more developed settings, but yield loss to dis-

eases often exceeds 20% in less developed settings. Continuing advances in the science of plant pathology are needed to improve disease control, and to keep up with changes in disease pressure caused by the ongoing evolution and movement of plant pathogens and by changes in agricultural practices.

6. *Imagine you are an agronomist of a farm. Some agricultural students visit your farm. Tell them about the things you do to control plant diseases (4-5 sentences). You may use the text below and the material of today's lesson (Представьте себе, что Вы агроном одного из хозяйств, которое посещают студенты, изучающие сельское хозяйство. Расскажите им о том, как Вы контролируете заболеваемость растений – 4-5 предложений).*

Many natural and synthetic compounds that could be employed to combat the plant threats exist. This method works by directly eliminating disease-causing organisms or limiting their spread; however, it has been shown to have too broad an effect, typically, to be good for the local ecosystem. From an economic standpoint, all but the simplest natural additives may disqualify a product from "organic" status, potentially reducing the value of the yield.

Crop rotation may be an effective means to prevent a parasitic population from becoming well-established, as an organism affecting leaves would be starved when the leafy crop is replaced by a tuberous type, etc.

TEXTS FOR INDEPENDENT READING

TEXT 1 PLANT BREEDING

Plant breeding is the art and science of changing the traits of plants in order to produce desired characteristics. Plant breeding can be accomplished through many different techniques ranging from simply selecting plants with desirable characteristics for propagation, to more complex molecular techniques.

Plant breeding has been practiced for thousands of years, since near the beginning of human civilization. It is now practiced worldwide by individuals such as gardeners and farmers, or by professional plant breeders employed by organizations such as government institutions, universities, crop-specific industry associations or research centers.

International development agencies believe that breeding new crops is important for ensuring food security by developing new varieties that are higher-yielding, resistant to pests and diseases, drought-resistant or regionally adapted to different environments and growing conditions.

Modern plant breeding may use techniques of molecular biology to select, or in the case of genetic modification, to insert, desirable traits into plants. Application of biotechnology or molecular biology is also known as molecular breeding.

There are many classical and modern breeding techniques that can be utilized for crop improvement in organic agriculture despite the ban on genetically modified organisms. For instance, controlled crosses between individuals allow desirable genetic variation to be recombined and transferred to seed progeny via natural

processes. Marker assisted selection can also be employed as a diagnostics tool to facilitate selection of progeny who possess the desired trait(s), greatly speeding up the breeding process. This technique has proven particularly useful for the introgression of resistance genes into new backgrounds, as well as the efficient selection of many resistance genes pyramided into a single individual. Unfortunately, molecular markers are not currently available for many important traits, especially complex ones controlled by many genes.

TEXT 2

AGRICULTURE

Agriculture is the cultivation of animals, plants, fungi, and other life forms or food, fiber, biofuel, medicinal and other products used to sustain and enhance human life. The study of agriculture is known as agricultural science. The history of agriculture dates back thousands of years, and its development has been driven and defined by greatly different climates, cultures, and technologies. However, all farming generally relies on techniques to expand and maintain the lands that are suitable for raising domesticated species. For plants, this usually requires some form of irrigation, although there are methods of dry land farming. Livestock are raised in a combination of grassland-based and landless systems, in an industry that covers almost one-third of the world's ice- and water-free area. In the developed world, industrial agriculture based on large-scale monoculture has become the dominant system of modern farming, although there is growing support for sustainable agriculture.

Modern agronomy, plant breeding, agrochemicals such as pesticides and fertilizers, and technological improvements have sharply increased yields from cultivation, but at the same time have caused widespread ecological damage and negative human health effects. Selective breeding and modern practices in animal husbandry have similarly increased the output of meat, but have raised concerns about animal welfare and the health effects of the antibiotics, growth hormones, and other chemicals commonly used in industrial meat production. Genetically modified organisms are an increasing component of agriculture, although they are banned in several countries. Agricultural food production and water management are increasingly becoming global issues that are fostering debate on a number of fronts. Significant degradation of land and water resources, including the depletion of aquifers, has been observed in recent decades, and the effects of global warming on agriculture and of agriculture on global warming are still not fully understood.

The major agricultural products can be broadly grouped into foods, fibers, fuels, and raw materials. Specific foods include cereals (grains), vegetables, fruits, oils, meats and spices. Fibers include cotton, wool, hemp, silk and flax.

Raw materials include lumber and bamboo. Other useful materials are produced by plants, such as resins, dyes, drugs, perfumes, bio-fuels and ornamental products such as cut flowers and nursery plants. Over one third of the world's workers are employed in agriculture, second only to the services' sector, although the percentages of agricultural workers in developed countries has decreased significantly over the past several centuries.

TEXT 3

AGRICULTURAL MANAGEMENT

Tillage is the practice of plowing soil to prepare for planting or for nutrient incorporation or for pest control. Tillage varies in intensity from conventional to no-till. It may improve productivity by warming the soil, incorporating fertilizer and controlling weeds, but also renders soil more prone to erosion, triggers the decomposition of organic matter releasing CO₂, and reduces the abundance and diversity of soil organisms.

Tillage is often classified into two types, primary and secondary. There is no strict boundary between them so much as a loose distinction between tillage that is deeper and more thorough (primary) and tillage that is shallower and sometimes more selective of location (secondary). Primary tillage such as ploughing tends to produce a rough surface finish, whereas secondary tillage tends to produce a smoother surface finish, such as that required to make a good seedbed for many crops. Harrowing often combines primary and secondary tillage into one operation.

Pest control includes the management of weeds, insects, mites, and diseases. Chemical (pesticides), biological (biocontrol), mechanical (tillage), and cultural practices are used. Cultural practices include crop rotation, culling, cover crops, intercropping, composting, avoidance, and resistance. Integrated pest management attempts to use all of these methods to keep pest populations below the number which would cause economic loss, and recommends pesticides as a last resort.

Nutrient management includes both the source of nutrient inputs for crop and livestock production, and the method of utilization of manure produced by livestock. Nutrient inputs can be chemical inorganic fertilizers, manure, green manure, compost and mined minerals. Crop nutrient use may also be managed using cultural techniques such as crop rotation or a fallow period. Manure is used either by holding livestock where the feed crop is growing, such as in managed intensive rotational grazing, or by spreading either dry or liquid formulations of manure on cropland or pastures.

Water management is needed where rainfall is insufficient or variable, which occurs to some degree in most regions of the world. Some farmers use irrigation to supplement rainfall. In other areas such as the Great Plains in the U.S. and Canada, farmers use a fallow year to conserve soil moisture to use for growing a crop in the following year. Agriculture represents 70% of freshwater use worldwide.

TEXT 4

AGRONOMY

Agronomy is the science and technology of producing and using plants for food, fuel, fibre, and land reclamation. Agronomy encompasses work in the areas of plant genetics, plant physiology, meteorology, and soil science. Agronomy is the application of a combination of sciences like biology, chemistry, economics, ecology, earth science, and genetics. Agronomists today are involved with many issues including producing food, creating healthier food, managing environmental impact of agriculture, and extracting energy from plants. Agronomists often specialize in areas such as crop rotation, irrigation and drainage, plant breeding, plant

physiology, soil classification, soil fertility, weed control, and insect and pest control.

This area of agronomy involves selective breeding of plants to produce the best crops under various conditions. Plant breeding has increased crop yields and has improved the nutritional value of numerous crops, including corn, soybeans, and wheat. It has also led to the development of new types of plants. For example, a hybrid grain called triticale was produced by crossbreeding rye and wheat. Triticale contains more usable protein than does either rye or wheat. Agronomy has also been instrumental in fruit and vegetable production research.

Agronomists study sustainable ways to make soils more productive and profitable. They classify soils and analyze them to determine whether they contain nutrients vital to plant growth. Common macronutrients analyzed include compounds of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and sulfur. Soil is also assessed for several micronutrients, like zinc and boron. The percentage of organic matter, soil pH, and nutrient holding capacity are tested in a regional laboratory. Agronomists will interpret these lab reports and make recommendations to balance soil nutrients for optimal plant growth.

In addition, agronomists develop methods to preserve the soil and to decrease the effects of erosion by wind and water. For example, a technique called contour plowing may be used to prevent soil erosion and conserve rainfall. Researchers in agronomy also seek ways to use the soil more effectively in solving other problems. Such problems include the disposal of human and animal manure, water pollution, and pesticide build-up in the soil. Techniques include no-tilling crops, planting of soil-binding grasses along contours on steep slopes, and contour drains of depths up to 1 metre.

Agronomists use biotechnology to extend and expedite the development of desired characteristic. Biotechnology is often a lab activity requiring field testing of the new crop varieties that are developed. In addition to increasing crop yields agronomic biotechnology is increasingly being applied for novel uses other than food. For example, oilseed is at present used mainly for margarine and other food oils, but it can be modified to produce fatty acids for detergents, substitute fuels and petrochemicals.

TEXT 5

NO-TILL FARMING

No-tillage is one of the components of conservation agriculture practices and is considered more environmental friendly than complete tillage. Due to this belief, it could be expected that agroecologists would not recommend the use of complete tillage and would rather recommend no-till farming, but this is not always the case. In fact, there is a general consensus that no-till can increase soils capacity of acting as a carbon sink, especially when combined with cover crops.

No-till can contribute to higher soil organic matter and organic carbon content in soils, though reports of no-effects of no-tillage in organic matter and organic carbon soil contents also exist, depending on environmental and crop conditions. In addition, no-till can indirectly reduce CO₂ emissions by decreasing the use of fossil fuels.

Most crops can benefit from the practice of no-till, but not all crops are suitable for complete no-till agriculture. Crops that do not perform well when competing with other plants that grow in untilled soil in their early stages can be best grown by using other conservation tillage practices, like a combination of strip-till with no-till areas. Also, crops which harvestable portion grows underground can have better results with strip-tillage, mainly in soils which are hard for plant roots to penetrate into deeper layers to access water and nutrients.

The benefits provided by no-tillage to predators may lead to larger predator populations, which is a good way to control pests (biological control), but also can facilitate predation of the crop itself. In corn crops, for instance, predation by caterpillars can be higher in no-till than in conventional tillage fields.

In places with rigorous winter, untilled soil can take longer to warm and dry in spring, which may delay planting to less ideal dates. Another factor to be considered is that organic residue from the prior year's crops lying on the surface of untilled fields can provide a favorable environment to pathogens, helping to increase the risk of transmitting diseases to the future crop. And because no-till farming provides good environment for pathogens, insects and weeds, it can lead farmers to a more intensive use of chemicals for pest control. Other disadvantages of no-till include underground rot, low soil temperatures and high moisture.

TEXT 6

CULTIVAR

A cultivar is a plant or grouping of plants selected for desirable characteristics that can be maintained by propagation. Most cultivars have arisen in cultivation but a few are special selections from the wild. Popular ornamental garden plants like roses, camellias, daffodils, rhododendrons, and azaleas are cultivars produced by careful breeding and selection for flower colour and form. Similarly, the world's agricultural food crops are almost exclusively cultivars that have been selected for characteristics such as improved yield, flavour, and resistance to disease: very few wild plants are now used as food sources. Trees used in forestry are also special selections grown for their enhanced quality and yield of timber.

A cultivar is not the same as a botanical variety, and there are differences in the rules for the formation and use of the names of botanical varieties and cultivars. To be distinct, it must have characteristics that easily distinguish it from any other known cultivar. To be uniform and stable, the cultivar must retain these characteristics under repeated propagation.

The origin of the term "cultivar" arises from the need to distinguish between wild plants and those with characteristics that have arisen in cultivation. This distinction dates back to the Greek philosopher Theophrastus (370–285 BCE), the "Father of Botany", who was keenly aware of this difference. In spite of that the word cultivar was coined only in 1923 by Liberty Hyde Bailey of Cornell University, New York State.

Members of a particular cultivar are not necessarily genetically identical. The Cultivated Plant Code emphasizes that different cultivated plants may be accepted as different cultivars, even if they have the same genome, while cultivated plants with different genomes may be regarded as the same cultivar. The production of

cultivars generally entails considerable human involvement although in a few cases it may be as little as simply selecting variation from plants growing in the wild.

TEXT 7

ROLE OF PLANT BREEDING IN ORGANIC AGRICULTURE

Critics of organic agriculture claim it is too low-yielding to be a viable alternative to conventional agriculture. However, part of that poor performance may be the result of growing poorly adapted varieties. It is estimated that over 95% of organic agriculture is based on conventionally adapted varieties, even though the production environments found in organic vs. conventional farming systems are vastly different due to their distinctive management practices. Most notably, organic farmers have fewer inputs available than conventional growers to control their production environments. Breeding varieties specifically adapted to the unique conditions of organic agriculture is critical for this sector to realize its full potential. This requires selection for traits such as:

- Water use efficiency
- Nutrient use efficiency (particularly nitrogen and phosphorus)
- Weed competitiveness
- Tolerance of mechanical weed control
- Pest/disease resistance
- Early maturity (as a mechanism for avoidance of particular stresses)
- Abiotic stress tolerance (i.e. drought, salinity, etc...)

Currently, few breeding programs are directed at organic agriculture and until recently those that did address this sector have generally relied on indirect selection (i.e. selection in conventional environments for traits considered important for organic agriculture). However, because the difference between organic and conventional environments is large, a given genotype may perform very differently in each environment due to an interaction between genes and the environment. If this interaction is severe enough, an important trait required for the organic environment may not be revealed in the conventional environment, which can result in the selection of poorly adapted individuals. To ensure the most adapted varieties are identified, advocates of organic breeding now promote the use of direct selection for many agronomic traits.

There are many classical and modern breeding techniques that can be utilized for crop improvement in organic agriculture despite the ban on genetically modified organisms. For instance, controlled crosses between individuals allow desirable genetic variation to be recombined and transferred to seed progeny via natural processes.

TEXT 8

CONTEMPORARY AGRICULTURE

In the past century agriculture has been characterized by increased productivity, the substitution of synthetic fertilizers and pesticides for labor, water pollution, and farm subsidies. In recent years there has been a backlash against the external environmental effects of conventional agriculture, resulting in the organic and sustainable agriculture movements. One of the major forces behind this movement has

been the European Union, which first certified organic food in 1991 and began reform of its Common Agricultural Policy in 2005 to phase out commodity-linked farm subsidies, also known as decoupling. The growth of organic farming has renewed research in alternative technologies such as integrated pest management and selective breeding. Recent mainstream technological developments include genetically modified food.

In 2007, higher incentives for farmers to grow non-food bio-fuel crops combined with other factors, such as overdevelopment of former farm lands, rising transportation costs, climate change, growing consumer demand in China and India, and population growth, caused food shortages in Asia, the Middle East, Africa, and Mexico, as well as rising food prices around the globe. As of December 2007, 37 countries faced food crises, and 20 had imposed some sort of food-price controls. Some of these shortages resulted in food riots and even deadly stampedes. The International Fund for Agricultural Development posits that an increase in smallholder agriculture may be part of the solution to concerns about food prices and overall food security. They in part base this on the experience of Vietnam, which went from a food importer to large food exporter and saw a significant drop in poverty, due mainly to the development of smallholder agriculture in the country.

Disease and land degradation are two of the major concerns in agriculture today. For example, an epidemic of stem rust on wheat caused by the Ug99 lineage is currently spreading across Africa and into Asia and is causing major concerns due to crop losses of 70 % or more under some conditions. Approximately 40 % of the world's agricultural land is seriously degraded. In Africa, if current trends of soil degradation continue the continent might be able to feed just 25% of its population by 2025.

TEXT 9

CLIMATE CHANGE

Climate change has the potential to affect agriculture through changes in temperature, rainfall, CO₂, solar radiation and the interaction of these elements. Extreme events, such as droughts and floods, are forecast to increase as climate change takes hold. Agriculture is among sectors most vulnerable to the impacts of climate change; water supply for example, will be critical to sustain agricultural production and provide the increase in food output required to sustain the world's growing population. Fluctuations in the flow of rivers are likely to increase in the twenty-first century. Based on the experience of countries in the Nile river basin (Ethiopia, Kenya and Sudan) and other developing countries, depletion of water resources during seasons crucial for agriculture can lead to a decline in yield by up to 50 %.

Agriculture can both mitigate and worsen global warming. Some of the increase in CO₂ in the atmosphere comes from the decomposition of organic matter in the soil, and much of the methane emitted into the atmosphere is caused by the decomposition of organic matter in wet soils such as rice paddies, as well as the normal digestive activities of farm animals. Further, wet or anaerobic soils also lose nitrogen through denitrification, releasing the greenhouse gases nitric ox-

ide and nitrous oxide. Changes in management can reduce the release of these greenhouse gases, and soil can further be used to sequester some of the CO₂ in the atmosphere.

There are several factors within the field of agriculture that contribute to the large amount of CO₂ emissions. Almost all the industrial machines used in modern farming are powered by fossil fuels. During the soil preparation stage tillers and plows will be used to disrupt the soil. During growth watering pumps and sprayers are used to keep the crops hydrated. And when the crops are ready for picking a forage or combine harvester is used. These types of machinery all require additional energy which leads to increased carbon dioxide emissions from the basic tractors. The final major contribution to CO₂ emissions in agriculture is in the final transport of product.

TEXT 10

CLIMATE CHANGE AND AGRICULTURE

Climate change and agriculture are interrelated processes, both of which take place on a global scale. Climate change affects agriculture in a number of ways, including through changes in average temperatures, rainfall, and climate extremes (e.g., heat waves); changes in pests and diseases; changes in atmospheric carbon dioxide and ground-level ozone concentrations; changes in the nutritional quality of some foods; and changes in sea level.

Climate change is already affecting agriculture, with effects unevenly distributed across the world. Future climate change will likely negatively affect crop production in low latitude countries, while effects in northern latitudes may be positive or negative. Climate change will probably increase the risk of food insecurity for some vulnerable groups, such as the poor.

Agriculture contributes to climate change by anthropogenic emissions of greenhouse gases, and by the conversion of non-agricultural land (e.g., forests) into agricultural land.

Despite technological advances, such as improved varieties, genetically modified organisms, and irrigation systems, weather is still a key factor in agricultural productivity, as well as soil properties and natural communities. The effect of climate on agriculture is related to variabilities in local climates rather than in global climate patterns. The Earth's average surface temperature has increased by 0.83 °C since 1880. Consequently, agronomists consider any assessment for each local area.

A study published in Science suggests that, due to climate change, "southern Africa could lose more than 30 % of its main crop, maize, by 2030. In South Asia losses of many regional staples, such as rice, millet and maize could top 10 %".

Now it is obvious that the poorest countries would be hardest hit, with reductions in crop yields in most tropical and sub-tropical regions due to decreased water availability, and new or changed insect pest incidence. In Africa and Latin America many rainfed crops are near their maximum temperature tolerance, so that yields are likely to fall sharply for even small climate changes; falls in agricultural productivity of up to 30 % over the 21st century are projected.

Climate change induced by increasing greenhouse gases is likely to affect crops differently from region to region. For example, average crop yield is expected to drop down to 50 % in Pakistan whereas corn production in Europe is expected to grow up to 25 % in optimum hydrologic conditions.

TEXT 11

GREENHOUSE

A greenhouse is a building or complex in which plants are grown. These structures range in size from small sheds to industrial-sized buildings. A miniature greenhouse is known as a cold frame. Commercial glass greenhouses are often high tech production facilities for vegetables or flowers. The glass greenhouses are filled with equipment like screening installations, heating, cooling, lighting and also may be automatically controlled by a computer to maximize potential growth.

A greenhouse is a structural building with different types of covering materials, such as a glass or plastic roof and frequently glass or plastic walls; it heats up because incoming visible sunshine is absorbed inside the structure. Air warmed by the heat from warmed interior surfaces is retained in the building by the roof and wall; the air that is warmed near the ground is prevented from rising indefinitely and flowing away. This is not the same mechanism as the "greenhouse effect".

Greenhouses allow for greater control over the growing environment of plants. Depending upon the technical specification of a greenhouse, key factors which may be controlled include temperature, levels of light and shade, irrigation, fertilizer application, and atmospheric humidity. Greenhouses may be used to overcome shortcomings in the growing qualities of a piece of land, such as a short growing season or poor light levels, and they can thereby improve food production in marginal environments.

As they may enable certain crops to be grown throughout the year, greenhouses are increasingly important in the food supply of high-latitude countries. One of the largest complexes in the world is in Almería, Andalucía, Spain, where greenhouses cover almost 200 km².

Greenhouses are often used for growing flowers, vegetables, fruits, and transplants. Special greenhouse varieties of certain crops, such as tomatoes, are generally used for commercial production. Many vegetables and flowers can be grown in greenhouses in late winter and early spring, and then transplanted outside as the weather warms. Bumblebees are the pollinators of choice for most pollination, although other types of bees have been used, as well as artificial pollination. Hydroponics can be used to make the most use of the interior space.

The relatively closed environment of a greenhouse has its own unique management requirements, compared with outdoor production. Pests and diseases, and extremes of heat and humidity, have to be controlled, and irrigation is necessary to provide water. Most greenhouses use sprinklers or drip lines. Significant inputs of heat and light may be required, particularly with winter production of warm-weather vegetables.

TEXT 12

AGROECOLOGY

Agroecology is the study of ecological processes that operate in agricultural production systems. Agroecologists study a variety of agroecosystems, and the field of agroecology is not associated with any one particular method of farming, whether it be organic, integrated, or conventional; intensive or extensive.

Agroecologists do not oppose technology or inputs in agriculture but instead assess how, when, and if technology can be used in conjunction with natural, social and human assets. Agroecology proposes a context- or site-specific manner of studying agroecosystems, and as such, it recognizes that there is no universal formula or recipe for the success and maximum well-being of an agroecosystem.

Agroecologists study questions related to the four system properties of agroecosystems: productivity, stability, sustainability and equitability. As opposed to disciplines that are concerned with only one or some of these properties, agroecologists see all four properties as interconnected and integral to the success of an agroecosystem. Recognizing that these properties are found on varying scales, agroecologists do not limit themselves to the study of agroecosystems at any one scale: gene-organism-population-community-ecosystem-landscape-biome, field-farm-community-region-state-country-continent-global.

Agroecologists study these four properties through an interdisciplinary lens, using natural sciences to understand elements of agroecosystems such as soil properties and plant-insect interactions, as well as using social sciences to understand the effects of farming practices on rural communities, economic constraints to developing new production methods, or cultural factors determining farming practices.

TEXT 13

WATER SOURCES

Irrigation is the artificial application of water to the land or soil. It is used to assist in the growing of agricultural crops, maintenance of landscapes, and revegetation of disturbed soils in dry areas and during periods of inadequate rainfall. Additionally, irrigation also has a few other uses in crop production, which include protecting plants against frost, suppressing weed growth in grain fields and preventing soil consolidation. In contrast, agriculture that relies only on direct rainfall is referred to as rain-fed or dry land farming.

Irrigation has been a central feature of agriculture for over 5000 years and the result of work of many cultures, and was the basis of the economy and society of numerous societies, ranging from Asia to Arizona.

Irrigation water can come from groundwater (extracted from springs or by using wells), from surface water (withdrawn from rivers, lakes or reservoirs) or from non-conventional sources like treated wastewater, desalinated water or drainage water. A special form of irrigation using surface water is spate irrigation, also called floodwater harvesting. In case of a flood, water is diverted to normally dry river beds using a network of dams, gates and channels and spread over large areas. The moisture stored in the soil will be used thereafter to grow crops. Spate irrigation areas are in particular located in semi-arid or arid, mountainous regions. While floodwater harvesting belongs to the accepted irrigation methods, rainwater

harvesting is usually not considered as a form of irrigation. Rainwater harvesting is the collection of runoff water from roofs or unused land and the concentration

Around 90 % of wastewater produced globally remains untreated, causing widespread water pollution, especially in low-income countries. Increasingly, agriculture uses untreated wastewater as a source of irrigation water. Cities provide lucrative markets for fresh produce, so are attractive to farmers. However, because agriculture has to compete for increasingly scarce water resources with industry and municipal users, there is often no alternative for farmers but to use water polluted with urban waste, including sewage, directly to water their crops. Significant health hazards can result from using water loaded with pathogens in this way, especially if people eat raw vegetables that have been irrigated with the polluted water.

There are numerous benefits of using recycled water for irrigation, including the low cost, consistency of supply (regardless of season, climatic conditions and associated water restrictions), and general consistency of quality. Irrigation of recycled wastewater is also considered as a means for plant fertilization and particularly nutrient supplementation. This approach carries with it a risk of soil and water pollution through excessive wastewater application. Hence, a detailed understanding of soil water conditions is essential for effective utilization of wastewater for irrigation.

TEXT 14

SILVICULTURE

Silviculture is the practice of controlling the establishment, growth, composition, health, and quality of forests to meet diverse needs and values. The name comes from the Latin silvi- (forest) + culture (as in growing). The study of forests and woods is termed silvology. Silviculture also focuses on making sure that the treatment(s) of forest stands are used to preserve and to better their productivity.

Generally, silviculture is the science and art of growing and tending forest crops, based on the knowledge of silvics, i.e., the study of the life history and general characteristics of forest trees and stands, with particular reference to locality factors. More particularly, silviculture is the theory and practice of controlling the establishment, composition, constitution, and growth of forests. No matter how forestry as a science is constituted, the kernel of the business of forestry is silviculture, as it includes direct action in the forest, and in it all economic objectives and technical considerations ultimately converge. The kernel of silviculture is regeneration.

To some the distinction between forestry and silviculture is that silviculture is applied at the stand level and forestry is broader. For example John D. Matthews says "complete regimes for regenerating, tending, and harvesting forests" are called "silvicultural systems".

So active management is required for silviculture, whereas forestry can be natural, conserved land without a stand level treatment being applied. A common taxonomy divides silviculture into regenerating, tending and harvesting techniques.

TEXT 15

PLANT BREEDING AND GLOBAL FOOD SECURITY

For future agriculture to thrive there are necessary changes which must be made in accordance to arising global issues. These issues are arable land, harsh cropping conditions and food security which involves, being able to provide the world population with food containing sufficient nutrients. These crops need to be able to mature in several environments allowing for worldwide access, this involves issues such as drought tolerance. These global issues are achievable through the process of plant breeding, as it offers the ability to select specific genes allowing the crop to perform at a level which yields the desired results.

Land degradation is a major issue, as it can negatively impact the capability of the land to be productive. Poor agricultural management has a huge impact on the degradation of soil worldwide and it is Africa and Asia that are most affected. Through education and development of modified plants, these statistics can be reduced and agricultural land can become more productive.

With an increasing population the production of food needs to increase with it, it is estimated that a 70 % increase in food production is needed by 2050 in order to meet the Declaration of the World Summit on Food Security. But with the natural degradation of agricultural land, simply planting more crops is no longer a viable option. There for new varieties of plants need to be developed through plant breeding that generates an increase of yield without relying on an increase in land area. An example of this can be seen in Asia, where food production per capita has increased twofold, has been achieved through not only the use of fertilizers but through the use of better crops that have been specifically designed for the area.

Plant breeding can contribute to global food security as it is a cost-effective tool for increasing nutritional value of forage and crops.

Plant breeding of hybrid crops has become extremely popular worldwide in an effort to combat the harsh environment. With long periods of drought and lack of water or nitrogen stress tolerance has become a significant part of agriculture. Plant breeders have focused on identifying crops which will ensure crops perform under these conditions; a way to achieve this is finding strains of the crop that is resistance to drought conditions with low nitrogen. It is evident from this that plant breeding is vital for future agriculture to survive as it enables farmers to produce stress resistant crops hence improving food security.

TEXT 16

DROUGHT, FIRE AND GRAIN IN RUSSIA

By Lauren Goodrich

Three interlocking crises are striking Russia simultaneously: the highest recorded temperatures Russia has seen in 130 years of recordkeeping; the most widespread drought in more than three decades; and massive wildfires that have stretched across seven regions, including Moscow.

The crises threaten the wheat harvest in Russia, which is one of the world's largest wheat exporters. Russia is no stranger to having drought affect its wheat crop, a commodity of critical importance to Moscow's domestic tranquility and foreign policy. Despite the severity of the heat, drought and wildfires, Moscow's wheat output will cover Russia's domestic needs. Russia will also use the situation to merge its neighbors into a grain cartel.

Flooding peat bogs appears to be bringing the fires under control. Smoke from the fires has kept Moscow nearly shut down for a week. The larger concern is the effect of the fires — and the continued heat and drought, which has created a state of emergency across 27 regions — on Russia's ordinarily massive grain harvest and exports.

Russia is one of the largest grain producers and exporters in the world, normally producing around 100 million tons of wheat a year, or 10 percent of total global output. It exports 20 percent of this total to markets in Europe, the Middle East and North Africa.

Cyclical droughts (and wildfires) mean Russian grain production levels fluctuate between 75 and 100 million tons from year to year. The extent of the drought and wildfires this year has prompted Russian officials to revise the country's 2010 estimated grain production to 65 million tons, though Russia holds 24 million tons of wheat in storage — meaning it has enough to comfortably cover domestic demand (which is 75 million tons) even if the drought gets worse.

The larger challenge Moscow has faced in years of drought and wildfire has been transporting grain across Russia's immense territory. Russia's grain belt lies in the southern European part of the country from the Black Sea across the Northern Caucasus to Western Kazakhstan, capped on the north by the Moscow region. This is Russia's most fertile region, which is supported by the Volga River.

Though drought and wildfires have struck Russia over the past three years, they have not affected its main grain-producing region. Instead, they struck regions in the Ural area that provide grain for Siberia. Those fires tested Russia's transit infrastructure, one of its fundamental challenges. Russia has no real transportation network uniting its European heartland and its Far East save one railroad, the Trans-Siberian. While its grain belt does have some of the best transportation infrastructure in the country, it is designed for sending grain to the Black Sea or Europe — not to Siberia.

This year's drought and fires do not primarily affect Russia's transportation network, but rather the grain-producing regions in the European part of Russia that make up the bulk of Russia's grain exports. These regions lie on the westward distribution network, with the port of Novorossiysk on the Black Sea handling more than 50 percent of Russian exports.

Russia has focused largely on being a major grain exporter, raking in more than \$4 billion a year for the past three years off the trade. This year, the Kremlin announced Aug. 5 that it would temporarily ban grain exports from Aug. 15 to Dec 31. Two reasons prompted the move. The first is the desire to prevent domestic grain prices from skyrocketing due to feared shortages. Russia's grain market is remarkably volatile. Grain prices inside Russia already have risen nearly 10 percent. (Globally, wheat futures on the Chicago Board of Trade have risen nearly 20 percent in the past month, the largest jump since the early 1970s.)

The second reason is that the Kremlin wants to ensure that its supplies and production will hold up should the winter wheat harvest decline as well. Winter wheat, planted beginning at the end of August, typically fully replenishes Russian grain supplies. Further unseasonable heat, drought or fires could damage the winter

wheat harvest, meaning the Kremlin will want to curtail exports to ensure its storage silos remain full.

TEXT 17

GRAINS AND CEREALS

In botany, grains and cereals are synonymous with caryopses, the fruits of the grass family. In agronomy and commerce, seeds or fruits from other families are called grains if they resemble caryopses. For example, amaranth is sold as "grain amaranth", and amaranth products may be described as "whole grains". The pre-Hispanic civilizations of the Andes had grain-based food systems but, in the higher elevations, none of the grains was a cereal. All three native grains are broad-leaved plants rather than grasses such as corn, rice, and wheat.

According to the botanical classification there are 3 main groups.

The first group is presented by cereal grains. Cereal crops are all members of the grass family. Cereal grains contain much starch, a carbohydrate that provides dietary energy. This group is subdivided into warm-season cereals (finger millet, fonio, foxtail millet, Kodo millet, Japanese millet, Job's Tears, maize (corn), pearl millet, proso millet, sorghum) and cool-season cereals (barley, oats, rice, rye, teff, triticale, wheat, wild rice).

The second group is presented by bean grains (beans, peas, kidney beans, soybeans, lentils).

And the last group's representatives are buckwheat grains (buckwheat).

These 3 families' representatives differ by stalk and truss. So wheat, rye and barley have a truss in the form of the ear; oats, millet and rice have a panicle truss, while buckwheat has a raceme truss.

According to the time of planting we can classify grains as spring and winter.

Grains - being small, hard and dry - can be stored, measured, and transported more readily than other kinds of food crops, such as fresh fruits, roots and tubers. The advent of grain agriculture allowed excess food to be produced and stored easily which could have led to the creation of the first permanent settlements and the division of society into classes.

TEXT 18

VEGETABLE

The word "vegetable" was first recorded in English in the 15th century, and originally applied to any plant. This is still the sense of the adjective "vegetable" in biological context. In 1767, the meaning of the term "vegetable" was specified to mean "plant cultivated for food, edible herb or root."

In culinary terms, a vegetable is an edible plant or its part, intended for cooking or eating raw. In biological terms, "vegetable" designates members of the plant kingdom.

The non-biological definition of a vegetable is largely based on culinary and cultural tradition. Apart from vegetables, other main types of plant food are fruits, grains and nuts. Vegetables are most often consumed as salads or cooked in savory or salty dishes, while culinary fruits are usually sweet and used for desserts, but it is not the universal rule. Therefore, the division is somewhat arbitrary, based on

cultural views. For example, some people consider mushrooms to be vegetables even though they are not biologically plants, while others consider them a separate food category; some cultures group potatoes with cereal products such as noodles or rice, while most English speakers would consider them vegetables.

Some vegetables can be consumed raw, while some, such as cassava, must be cooked to destroy certain natural toxins or microbes in order to be edible. A number of processed food items available on the market contain vegetable ingredients and can be referred to as "vegetable derived" products. These products may or may not maintain the nutritional integrity of the vegetable used to produce them.

TEXT 19

P.A. KOSTYCHEV

Pavel Andreevich Kostychev (February 12, 1845 - November 21, 1895) was an outstanding Russian soil scientist, an agronomist, a microbiologist and a geobotanist, one of the founders of modern soil science.

Kostychev, P.A. was born in a family of serfs in village Karnauhovo, Shatsk County (now Shatsk district, Ryazan oblast). The landlord decided to raise Pavel as a manager and gave him to Shatsk district school which he finished in 1860. After finishing Moscow agricultural school in 1864 Kostychev left to continue his education at the agricultural institute of Petersburg which he graduated from in 1869.

Instead of going back to the former landowner Kostychev decided to engage in scientific activities. Since 1876 he taught at St. Petersburg State University and became a Professor.

In 1877 Kostychev joined the Free Economic Society to study chemical properties of black soil, organized in 1878 the first Russian agrochemical laboratory. In 1881 he defended his master's thesis. Next year he was sent to Germany and France to study vaccination against anthrax. He worked at the laboratory of Louis Pasteur and got interested in soil microbiology.

Kostychev, P.A. presented his views of soil formation and methods of increasing soil fertility in his book "The soils of the black soil region of Russia, their origin, composition and properties" (1886). Kostychev discovered the importance of soil microorganisms in the decay expansion of plant residues and the formation of humus. He was also interested in the problems of vegetation change in black soil steppes, ways to consume moisture like snow retention and the possibility of phosphate fertilizer successful application. Kostychev was the author of the first textbook in Russia "Soil Science".

Since 1885 Kostychev worked at the Ministry of Agriculture and State Assets, and in 1894 he became a director of the Department of Agriculture.

Kostychev, P.A. was buried in St. Petersburg at St. Nicholas Cemetery of Alexander Nevsky Monastery.

TEXT 20

Many plants are dependent upon external factors for pollination, including: wind and animals, and especially insects. Even large animals such as birds, bats, and pygmy possums can be employed. Plants cannot move from one location to

another, thus many flowers have evolved to attract animals to transfer pollen between individuals in dispersed populations.

Birds and bees have color vision, enabling them to seek out "colorful" flowers. Some flowers have patterns, called nectar guides that show pollinators where to look for nectar; they may be visible only under ultraviolet light, which is visible to bees and some other insects. Flowers also attract pollinators by scent and some of those scents are pleasant to our sense of smell. Other flowers use mimicry to attract pollinators. Some species of orchids, for example, produce flowers resembling female bees in color, shape, and scent. Male bees move from one such flower to another in search of a mate. Some flowers are self-pollinated and use flowers that never open or are self-pollinated before the flowers open.

Flower evolution continues to the present day; modern flowers have been so profoundly influenced by humans that many of them cannot be pollinated in nature. Many modern, domesticated flowers used to be simple weeds, which only sprouted when the ground was disturbed. Some of them tended to grow with human crops, and the prettiest did not get plucked because of their beauty, developing a dependence upon and special adaptation to human affection.

TEXT 21

ROOT

The root is the organ of a plant that typically lies below the surface of the soil. However, roots can also be aerial or aerating (growing up above the ground or especially above water). Furthermore, a stem normally occurring below ground is not exceptional either. Therefore, the root is best defined as the non-leaf, non-nodes bearing parts of the plant's body. However, important internal structural differences between stems and roots exist.

The first root that comes from a plant is called the radicle. The four major functions of roots are absorption of water and inorganic nutrients, anchoring of the plant body to the ground, and supporting it, storage of food and nutrients, vegetative reproduction.

Plant roots generally grow in any direction where the correct environment of air, mineral nutrients and water exists to meet the plant's needs. Roots will shy or shrink away from dry, or other poor soil conditions.

A true root system consists of a primary root and secondary roots (or lateral roots). The main function of the fibrous (primary) root is to anchor the plant.

The term "root crops" refers to any edible underground plant structure, but many root crops are actually stems, such as potato tubers. Edible roots include cassava, sweet potato, beet, carrot, rutabaga, turnip, parsnip, radish, yam and horseradish.

TEXT 22

PLANT STEM

A stem is one of two main structural axes of a plant, the other being the root. The stem is normally divided into nodes and internodes. The nodes hold buds which grow into one or more leaves, conifer cones, roots, other stems, or flowers; the internodes distance one node from another. The term "shoots" is often confused with "stems"; "shoots" generally refers to new fresh plant growth including both stems and other structures like leaves or flowers. In most plants stems are located above the soil surface but some plants have underground stems. A stem develops buds and shoots and usually grows above the ground. Inside the stem, materials move up and down the tissues of the transport system.

Stems have four main functions which are:

- Support for and the elevation of leaves, flowers and fruits. The stems keep the leaves in the light and provide a place for the plant to keep its flowers and fruits.
- Transport of fluids between the roots and the shoots.
- Storage of nutrients.
- Production of new living tissue. The normal life span of plant cells is one to three years. Stems have cells called meristems that annually generate new living tissue.

Stem usually consist of three tissues, dermal tissue, ground tissue and vascular tissue. The dermal tissue covers the outer surface of the stem and usually functions to waterproof, protect and control gas exchange. The ground tissue usually consists mainly of parenchyma cells and fills in around the vascular tissue. It sometimes functions in photosynthesis. Vascular tissue provides long distance transport and structural support. Most or all ground tissue may be lost in woody stems. The dermal tissue of aquatic plants stems may lack the waterproofing found in aerial stems. The arrangement of the vascular tissues varies widely among plant species.

There are thousands of species whose stems have economic uses. Stems provide a few major staple crops such as potato and taro. Sugarcane stems are a major source of sugar. Maple sugar is obtained from trunks of maple trees. Vegetables from stems are asparagus, bamboo shoots, cactus pads or nopalitos, kohlrabi, and water chestnut. The spice, cinnamon is bark from a tree trunk. Cellulose from tree trunks is a food additive in bread, grated Parmesan cheese, and other processed foods.

TEXT 23

LEAF

Typically leaves are flat and thin organs maximizing the surface area directly exposed to light and promoting photosynthetic function. Externally they commonly are arranged on the plant in such ways as to expose their surfaces to light as efficiently as possible without shading each other, but there are many exceptions and complications.

Most leaves have stomata, which open or narrow to regulate the exchange of carbon dioxide, oxygen, and water vapour with the atmosphere.

In contrast however, some leaf forms are adapted to modulate the amount of light they absorb to avoid or mitigate excessive heat, ultraviolet damage, or desic-

cation, or to sacrifice light-absorption efficiency in favor of protection from herbivorous enemies. The shape and structure of leaves vary considerably from species to species of plant, depending largely on their adaptation to climate and available light, but also to other factors such as grazing animals, available nutrients, and ecological competition from other plants.

Leaves can also store food and water, and are modified accordingly to meet these functions, for example in the leaves of succulent plants and in bulb scales. The concentration of photosynthetic structures in leaves requires that they be richer in protein, minerals, and sugars, than say, woody stem tissues. Accordingly leaves are prominent in the diet of many animals.

Deciduous plants in frigid or cold temperate regions typically shed their leaves in autumn, whereas in areas with a severe dry season, some plants may shed their leaves until the dry season ends. In either case the shed leaves may be expected to contribute their retained nutrients to the soil where they fall.

In contrast, many other non-seasonal plants, such as palms and conifers, retain their leaves for long periods.

A simple leaf has an undivided blade. However, the leaf shape may be formed of lobes, but the gaps between lobes do not reach to the main vein. A compound leaf has a fully subdivided blade, each leaflet of the blade separated along a main or secondary vein.

Although not as nutritious as other organs such as fruit, leaves provide a food source for many organisms. Animals that eat leaves are known as folivores. The leaf is a vital source of energy production for the plant, and plants have evolved protection against folivores such as tannins, chemicals which hinder the digestion of proteins and have an unpleasant taste.

TEXT 24

FRUIT

In botany, a fruit is a part of a flowering plant that derives from the flower. Fruits are the means by which these plants disseminate seeds.

In common language usage, "fruit" normally means the fleshy seed-associated structures of a plant that are sweet or sour and edible in the raw state, such as apples, oranges, grapes, bananas, strawberries, and lemons. On the other hand, the botanical sense of "fruit" includes many structures that are not commonly called "fruits", such as bean pods, corn kernels, wheat grains, and tomatoes.

Plant scientists have grouped fruits into three main groups, simple fruits, aggregate fruits, and composite or multiple fruits.

Simple fruits can be either dry or fleshy, and result from the ripening of a simple or compound ovary in a flower with only one pistil.

Aggregate fruits form from a single flower that has multiple carpels which are not joined together, i.e. each pistil contains one carpel. Each pistil forms a fruitlet, and collectively the fruitlets are called an etaerio. Four types of aggregate fruits include etaerios of achenes, follicles, drupelets, and berries.

A multiple fruit is one formed from a cluster of flowers (called an inflorescence). Each flower produces a fruit, but these mature into a single mass. Examples are the pineapple, mulberry, fig, osage-orange, and breadfruit.

TEXT 25

Crop rotation is the practice of growing a series of different types of crops in the same area in sequential seasons to help restore plant nutrients. It can also mitigate the build-up of pathogens and pests that often occurs when one plant species is continuously cropped. Rotation can also improve soil structure and fertility by alternating deep-rooted and shallow-rooted plants.

Crop rotations may include two to six or more crop rotations over numerous seasons. A two crop rotation such as corn and soybean in cash grains or corn and alfalfa in forage systems use legumes to help fix nitrogen in the soil for utilization over the long term. Multiple cropping systems, such as intercropping or companion planting, offer more diversity and complexity within the same season or rotation. Carrots can be shaded by tomatoes and loosen soil below them. Double cropping is common where two crops, typically of different species, are grown sequentially in the same growing season. Winter rye and barley can be sown after oats or rice and harvested before the next crop goes in of oats or rice. These systems can maximize benefits of the rotation as well as available land resources.

The four field rotation system allowed farmers to restore soil fertility and some of the plant nutrients removed with the crops. Ideally, wheat, barley, turnips and clover would be planted in that order in each field in successive years. The turnips helped keep the weeds down and were an excellent forage crop that ruminant animals could eat their tops and roots through a large part of the summer and winters. There was no need to let the soil lie fallow as clover would re-add nitrates (nitrogen-containing salts) back to the soil. The clover made excellent pasture and hay fields as well as green manure when it was ploughed under after one or two years. The addition of clover and turnips allowed more animals to be kept through the winter, which in turn produced more milk, cheese, meat and manure, which maintained soil fertility.

Crop rotation is also used to control pests and diseases that can become established in the soil over time. The changing of crops in a sequence tends to decrease the population level of pests.

It is also difficult to control weeds similar to the crop which may contaminate the final product. For instance, ergot in weed grasses is difficult to separate from harvested grain. A different crop allows the weeds to be eliminated, breaking the ergot cycle.

Protection against soil loss is maximized with rotation methods that leave the greatest mass of crop stubble on top of the soil. Stubble cover in contact with the soil minimizes erosion from water.

TEXT 26

Weeds generally share similar adaptations that give them advantages and allow them to proliferate in disturbed environments where soil or natural vegetative cover has been damaged. Different types of habitat and disturbances will result in colonization by different communities of weed species.

Some weeds have adapted to grow and proliferate in human-disturbed areas such as agricultural fields, lawns, roadsides, and construction sites. The weedy na-

ture of these species often gives them an advantage over more desirable crop species because they often grow quickly and reproduce quickly, have seeds that persist in the soil seed bank for many years, or have short lifespans with multiple generations in the same growing season. Perennial weeds often have underground stems that spread out under the soil surface or, like ground ivy, have creeping stems that root and spread out over the ground.

Many weed species have moved out of their natural geographic ranges and spread around the world in tandem with human migrations and commerce. Weed seeds are often collected and transported with crops after the harvesting of grains, so humans are a vector of transport as well as a producer of the disturbed environments to which weed species are well adapted, resulting in many weeds having a close association with human activities.

Some weed species have been classified as noxious weeds by government authorities because, if left unchecked, they often compete with native or crop plants or cause harm to livestock.

A number of native or non-native plants are unwanted in a specific location for a number of reasons. An important one is that they interfere with food and fiber production in agriculture, wherein they must be controlled in order to prevent lost or diminished crop yields.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Контрольная работа № 1

Спишите и переведите данный текст:

**Р.А. Kostychev
(12.11.1845 – 21.11.1895)**

A great Russian scientist, one of the founders of the modern soil science, Pavel Andreyevich Kostychev, was born in a poor family of a serf peasant. (Shadsk district, Tambov region)

Pavel Kostychev finished the district specialized school in 1857. In 1863 he finished Moscow agricultural school and (6 years later) in 1869 he graduated from Petersburg agricultural Institute. He got his first Master's degree on agriculture and forestry for his diploma with "Modern State of the agricultural static science".

When he was a student, Kostychev was put into prison for his revolutionary activities. Only 3 years later he had a chance to resume his scientific work.

In 1876 Kostychev became a teacher and later a professor of Petersburg agricultural Institute and Petersburg University as well. In 1881 P.A. Kostychev organized the first agrochemical laboratory at the faculty of soil science.

Kostychev was greatly engaged in scientific work. His research works were first of all dedicated to biological soil formation and soil fertility methods investigation. Kostychev paid great attention to the study of the black soil structure. He

devoted his scientific works to the problem of vegetation changes in black soil areas. He had discovered explanations for many processes taking place in the soil.

P.A. Kostychev made a great contribution to the world of agricultural science by working out the system of moisture accumulation. He was the first who practiced the laboratory experience. Kostychev was the author of the first Russian agricultural textbook «Soil Science».

We are proud of the fact that our university is named after P.A. Kostychev.

Контрольная работа № 2

VARIANT 1

1. Спишите и переведите данный текст:

Crop Production in Britain

British farming is intensive and highly mechanized, but the country is so heavily populated that it cannot supply its own food needs. The UK produces only 59 % of the food it consumes.

The total area of agricultural holdings is about 17.1 million hectares, or 18.3 million including rough grazing land, of which 6.2 million hectares are arable. During the growing season about half the arable area is devoted to cereal crops, and of the cereal crop area, more than 65 % is wheat. British farmers also grow barley, oats, oilseed, sugar beet (the UK is the fifth largest producer of sugar beet), potatoes, fruits and vegetables. The UK is the fourth largest producer of cereal and oilseed crops in the EU (after France, Germany and Poland) accounting for about 8 % of total EU production.

Different types of farming occur in different regions of Britain. This is due to the influence of relief, climate (especially precipitation and temperature), soil type and closeness to the market. So in the south-east of England and the lowlands of Scotland, grain, potatoes and sugar beet are grown. In the east of England wheat, barley and vegetables grow in enormous fields.

Most British soils are 2-5 % organic and 95-98 % mineral, but soils such as peat may contain up to 50 % organic matter. Many British soils are quite acidic, and a large proportion of British farm land needs repeated applications of lime to remain fertile. Nitrites are soluble, so rain rapidly carries them away. Rainfall in Britain exceeds the rate of evaporation. This means that in freely drained areas, soil base material is washed away, which leads to a higher concentration of organic acids in the ground. This relatively high soil acidity is one of the factors that lead to liming.

Britain's agriculture is under pressure to change at the moment. Farmers are under pressure to adopt more environmentally friendly methods such as organic farming. Organic farming does not use artificial chemicals that can damage the environment and human health. Its popularity has grown rapidly in recent years.

2. Подчеркните одной чертой подлежащее в каждом предложении. Сверху укажите, какой частью речи оно выражено.

3. Подчеркните двумя чертами сказуемое в каждом предложении. Сверху укажите временную форму и залог глагола.

4. Найдите в тексте 5 качественных прилагательных. Выпишите их и образуйте сравнительную и превосходную степени сравнения.

5. Задайте к тексту 3 вопроса любого типа.

6. Выпишите из текста третье предложение из третьего абзаца. Объясните в скобках выбор того или иного артикля.

7. Выпишите из текста английские эквиваленты следующих словосочетаний:

Высоко механизированное, органическое земледелие, густо населенная, пахотная площадь (земля), влияние рельефа и климата.

8. Составьте свои предложения с фразами из предыдущего задания.

VARIANT 2

1. Спишите и переведите данный текст:

Crop Production in Russia

After nearly ten years of decline Russian agriculture has begun to show signs of modest improvement.

10 % of the world's arable land is situated in Russia. Over 4/5 of arable land in Russia is in the central Volga region, the North Caucasus, the Urals and Western Siberia. The main crops are cereals, sugar beet, sunflower, potato and flax.

As Russia is a huge country the winter-crop planting season stretches over nearly three months (since August till late October). Spring grain planting in European Russia usually begins in April and progresses from south to north. The "summer" crops—chiefly corn and sunflowers—are last to be sown, and planting approaches completion by late May or early June. The harvest of small grains (chiefly wheat and barley) begins in late June and largely finishes by mid-to-late August. Corn and sunflower harvest begins in September and continues through October.

In the spring wheat region, planting typically begins in May. Oats are sown first, followed by wheat, then barley. Planting is concluded by June. Grain harvest begins in late August and continues through October. It is not unusual for a significant portion of the Russian grain crop—millions of hectares in some years—to remain unharvested, due chiefly to unfavorable weather during the harvest campaign.

In 2008 Russia harvested 108 million tons of grain and it was the largest crop since 1990. In 2009 the farmers harvested 97 million tons of grain. At the beginning of 2010 Russia was on the 3rd place in the world as far as export of cereals is concerned (after the United States and the European Union) and the 4th in the world as for wheat exports (after the US, EU and Canada). Now more than 84 countries in Europe, Asia, Africa and South America consume our wheat.

In 2008 Russia produced 29.1 million tons of sugar beets, 28.9 million tons of potatoes and 7.3 million tons of sunflower. In 2011 Russia got a record harvest of sugar beet (46.2 million tons). As a result it started to export beet sugar (more than 200 thousand tons per year). The farmers also got a record harvest of canola (1.1 million tons), soybeans (1.6 million tons) and sunflower (9.6 million tons). Potato harvest exceeded 32 million tons, grain harvest 93 million tons (net weight), vegetables 14 million tons and buckwheat 800 thousand tons.

2. Подчеркните одной чертой подлежащее в каждом предложении. Сверху укажите, какой частью речи оно выражено.

3. Подчеркните двумя чертами сказуемое в каждом предложении. Сверху укажите временную форму и залог глагола.

4. Найдите в тексте 5 качественных прилагательных. Выпишите их и образуйте сравнительную и превосходную степени сравнения.

5. Задайте к тексту 3 вопроса любого типа.

6. Выпишите из текста первое предложение из третьего абзаца. Объясните в скобках выбор того или иного артикля.

7. Выпишите из текста английские эквиваленты следующих словосочетаний:

Пахотная земля, остаться необработанным, неблагоприятные погодные условия, рекордный урожай, яровая пшеница.

8. Составьте свои предложения с фразами из предыдущего задания.

VARIANT 3

1. Спишите и переведите данный текст:

Crop Production in China

Agriculture is a vital industry in China, employing over 300 million farmers. China ranks first in worldwide farm output, primarily producing rice, wheat, potatoes, sorghum, peanuts, tea, millet, barley, cotton and oilseed. Although accounting for only 10 percent of arable land worldwide, it produces food for 20 percent of the world's population.

Although China's agricultural output is the largest in the world, only about 15 % of its total land area can be cultivated. China's arable land, which represents 10 % of the total arable land in the world, supports over 20 % of the world's population. Of this approximately 1.4 million square kilometers of arable land, only about 1.2 % (116,580 square kilometers) permanently supports crops and 525,800 square kilometers are irrigated.

About 75 % of China's cultivated area is used for food crops. Rice is China's most important crop, raised on about 25 % of the cultivated area.

Wheat is the second most-prevalent grain crop, grown in most parts of the country but especially on the North China Plain. Corn and millet are grown in north and northeast China, and oat is important in Inner Mongolia and Tibet.

Other crops include sweet potatoes in the south, white potatoes in the north, and various other fruits and vegetables.

Oil seeds are important in Chinese agriculture, supplying edible and industrial oils and forming a large share of agricultural exports. In North and Northeast China, Chinese soybeans are grown to be used in tofu and cooking oil. China is also a leading producer of peanuts. Other oilseed crops are sesame seeds, sunflower seeds and rapeseed.

Citrus is a major cash crop in southern China. Mandarins are the most popular citrus in China, with roughly double the output of oranges.

Other important food crops for China include green and jasmine teas (popular among the Chinese population), black tea (as an export), sugarcane, and sugar beets. Tea plantations are located on hillsides.

China is the leading producer of cotton, which is grown throughout, but especially in the areas of the North China Plain, the Yangtze river delta and the middle Yangtze valley. Other fiber crops include ramie, flax, jute, and hemp. Sericulture, the practice of silkworm raising, is also practiced in central and southern China.

2. Подчеркните одной чертой подлежащее в каждом предложении. Сверху укажите, какой частью речи оно выражено.

3. Подчеркните двумя чертами сказуемое в каждом предложении. Сверху укажите временную форму и залог глагола.

4. Найдите в тексте 5 качественных прилагательных. Выпишите их и образуйте сравнительную и превосходную степени сравнения.

5. Задайте к тексту 3 вопроса любого типа.

6. Выпишите из текста первое предложение из второго абзаца. Объясните в скобках выбор того или иного артикля.

7. Выпишите из текста английские эквиваленты следующих словосочетаний:

Занимать ведущую позицию, объем сельскохозяйственного производства, пищевые и промышленные масла, ведущий производитель, важная сельскохозяйственная культура.

8. Составьте свои предложения с фразами из предыдущего задания.

VARIANT 4

1. Спишите и переведите данный текст:

Crop Production in India

Today, India ranks second worldwide in farm output. It is the world's largest producer of many fresh fruits and vegetables, milk, major spices, select fibrous crops such as jute, several staples such as millets and castor oil seed. India is the second largest producer of wheat and rice, the world's major food staples. India is also the world's second or third largest producer of several dry fruits, agriculture-based textile raw materials, roots and tuber crops, pulses, coconut, sugarcane and numerous vegetables. India ranked within the world's five largest producers of over 80 % of agricultural produce items, including many cash crops such as coffee and cotton, in 2010.

One report from 2008 claimed India's population is growing faster than its ability to produce rice and wheat. Other recent studies claim India can easily feed its growing population, plus produce wheat and rice for global exports, if it can reduce food staple spoilage, improve its infrastructure and raise its farm productivity to those achieved by other developing countries such as Brazil and China.

In fiscal year ending June 2011, with a normal monsoon season, Indian agriculture accomplished an all-time record production of 85.9 million tons of wheat, a 6.4 % increase from a year earlier. Rice output in India also hit a new record at 95.3 million tons, a 7 % increase from the year earlier. Lentils and many other food staples production also increased year over year. Indian farmers produced about 71 kilograms of wheat and 80 kilograms of rice for every member of Indian population in 2011. The per capita supply of rice every year in India is now higher than the per capita consumption of rice every year in Japan.

India exported around 2 million metric tons of wheat and 2.1 million metric tons of rice in 2011 to Africa, Nepal, Bangladesh and other regions around the world. India and China are competing to establish the world record on rice yields. So China set a world record for rice yield in 2010 at 19 tons per hectare in a demonstration plot. And in 2011 this record was surpassed by an Indian farmer with 22.4 tons per hectare.

Crop yields for some farms within India are within 90 % of the best achieved yields by farms in developed countries such as the United States and in European Union.

2. Подчеркните одной чертой подлежащее в каждом предложении. Сверху укажите, какой частью речи оно выражено.

3. Подчеркните двумя чертами сказуемое в каждом предложении. Сверху укажите временную форму и залог глагола.

4. Найдите в тексте 5 качественных прилагательных. Выпишите их и образуйте сравнительную и превосходную степени сравнения.

5. Задайте к тексту 3 вопроса любого типа.

6. Выпишите из текста второе предложение из третьего абзаца. Объясните в скобках выбор того или иного артикля.

7. Выпишите из текста английские эквиваленты следующих словосочетаний:

Занимать второе место, улучшить инфраструктуру, крупнейший производитель, развивающиеся страны, урожайность.

8. Составьте свои предложения с фразами из предыдущего задания.

VARIANT 5

1. Спишите и переведите данный текст:

Crop Production in Brazil

The agriculture of Brazil is historically one of the principal bases of the country's economy. Initially producing sugar cane, and expanding to coffee, the Brazilian agriculture has emerged as one of the major exporters of the world in diverse crops of cereals, fruits, grains, among others.

While the United States already exploits all their agricultural area, Brazil still has about 106 million hectares of fertile area to spread to - a territory larger than the combined area of France and Spain.

There are two distinct agricultural areas. The first, composed of the southern one-half to two-thirds of the country, has a semi-temperate climate, higher rainfall, more fertile soil, more advanced technology and input use, adequate infrastructure, and more experienced farmers. This region produces most of Brazil's grains and oilseeds and export crops. The other, located in the drought-ridden northeast region and in the Amazon basin, lacks well-distributed rainfall, good soil, adequate infrastructure, and sufficient development capital. Although mostly occupied by subsistence farmers, both regions are increasingly important as exporters of forest products, cocoa, and tropical fruits. Central Brazil contains substantial areas of grassland with only scattered trees. The Brazilian grasslands are far less fertile than those of North America, and are generally more suited for grazing.

Brazil is the biggest exporter of coffee, soybeans, beef, sugar cane and ethanol. Brazil is the world's second-largest producer of soybeans. Brazil's tropical climate is not very suitable for growing wheat, so Brazil has to import it every year. Today Brazil leads the world in sugarcane production. 89 % of it is used for

sugar and ethanol production. In 2006, 62,000 km² of land was devoted for sugarcane in Brazil.

Despite all achievements agriculture in Brazil faces problems and challenges, from agrarian reform to fire; rural exodus to financing of production.

2. Подчеркните одной чертой подлежащее в каждом предложении. Сверху укажите, какой частью речи оно выражено.

3. Подчеркните двумя чертами сказуемое в каждом предложении. Сверху укажите временную форму и залог глагола.

4. Найдите в тексте 5 качественных прилагательных. Выпишите их и образуйте сравнительную и превосходную степени сравнения.

5. Задайте к тексту 3 вопроса любого типа.

6. Выпишите из текста первое предложение из второго абзаца. Объясните в скобках выбор того или иного артикля.

7. Выпишите из текста английские эквиваленты следующих словосочетаний:

Основные экспортеры, плодородная почва, опытные фермеры, подходит для выращивания пшеницы, несмотря на достижения.

8. Составьте свои предложения с фразами из предыдущего задания.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра гуманитарных дисциплин

**Методические рекомендации
по проведению практических занятий
по дисциплине «ОСНОВЫ ПСИХОЛОГИИ И ПЕДАГОГИКИ»**

для студентов заочной формы обучения

по направлению подготовки:

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Уровень: магистратура

Рязань, 2025

Методические рекомендации по проведению практических занятий по дисциплине «Основы психологии и педагогики» для студентов очной/заочной формы обучения по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение разработаны доцентом кафедры гуманитарных дисциплин Нефедовой И.Ю.

Рассмотрены и утверждены на заседании кафедры гуманитарных дисциплин «19» марта 2025 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой гуманитарных дисциплин

Чивилева И.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Лукьянова О.В.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цели и задачи дисциплины:

Основной целью курса «Основы психологии и педагогики» являются развитие компетентности преподавателей высшей школы в сфере психологии, педагогики, истории образования и научно-исследовательской деятельности; овладение обучающимися теоретико-методологическими и практико-ориентированными основами психологии и педагогики высшей школы.

Задачи учебной дисциплины:

- ~ освоение теоретических знаний в области общей, возрастной, педагогической, когнитивной и социальной психологии;

- ~ изучение ведущих тенденций мирового образовательного пространства;

- ~ освоение системы знаний о педагогических методах, технологиях обучения и педагогическом мастерстве;

- ~ знакомство с основами педагогической деятельности в высшей школе, средствами взаимодействия и управления педагогическим процессом;

- ~ разработка планов, программ и методик проведения научных исследований; обобщение и анализ результатов исследований их статистическая обработка; подготовка научно-технических отчетов, обзоров и научных публикаций по результатам выполнения исследований;

- ~ знакомство с педагогическими, психологическими и методическими основами развития мотивации, организации и контроля учебной деятельности на занятиях различного вида;

- ~ изучение современных образовательных технологий профессионального образования (профессионального обучения).

Выпускник, освоивший программу магистратуры, в соответствии с ФГОС ВО 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение готовится к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- ~ научно-исследовательский;

- ~ производственно-технологический;

- ~ педагогический.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕМА 1. Общие основы педагогики высшей школы

Педагогика высшей школы, её специфика и категории. Образование и профессиональная деятельность. Принципы обучения как основной ориентир в преподавательской деятельности. Тенденции развития мирового образовательного пространства. Проблемы модернизации образования в России. Болонский процесс интеграции высшего образования в Европе. Проблемы модернизации образования в России в контексте решений Болонского процесса. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования. Структура ОПОП.

ТЕМА 2. Преподавание и научная работа в вузе

Технологии, методы и формы организации обучения в высшей школе. Понятие и критерии педагогических технологий. Педагогические технологии в триаде: «методология-стратегия-тактика». Методологические технологии обучения. Стратегические технологии: технологический подход к организационным формам обучения. Тактические технологии: технологический подход к методам обучения. Компетентностный подход в образовании. Технология контроля образовательного процесса

ТЕМА 3. Психология высшей школы

Психология профессионального становления личности. Психологические особенности обучения студентов. Характеристика особенностей современного студента вуза. Социально-психологические особенности студенческого возраста, развитие и саморазвитие личности студента. Профессионально-педагогическая направленность (потребности, мотивация, личностные интересы, готовность к учебно-познавательной и научной деятельности), ценностные ориентации студентов (духовно-нравственные, профессиональные и др.). Критерии и показатели уровня воспитанности студента. Психологические особенности воспитания студентов и роль студенческих групп.

ТЕМА 4. Воспитание и обучение в целостном педагогическом процессе высшей школы

Педагогическое проектирование и педагогические технологии. Этапы и формы педагогического проектирования. Классификация технологий обучения высшей школы. Интенсификация обучения и проблемное обучение. Активное обучение. Деловая игра как форма активного обучения. Эвристические технологии обучения. Технологии развивающего обучения. Информационные технологии обучения. Технологии дистанционного образования. Основы подготовки лекционных курсов. Основы коммуникативной культуры педагога. Педагогическая коммуникация

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Одним из основных видов аудиторной работы обучающихся являются практические занятия. Практические занятия – это метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

Проводимые под руководством преподавателя, практические занятия направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы по дисциплине. Они также позволяют осуществлять контроль преподавателем подготовленности студентов, закрепления изученного материала, развития навыков подготовки сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений.

Практические занятия представляют собой, как правило, занятия по решению различных прикладных заданий, образцы которых были даны на лекциях. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждого задания и интуиция. Отбирая систему упражнений и заданий для

практического занятия, преподаватель должен стремиться к тому, чтобы это давало целостное представление о предмете и методах изучаемой науки, причем методическая функция выступает здесь в качестве ведущей.

Практическое занятие предполагает свободный, дискуссионный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушивается сообщение студента. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам.

При подготовке к практическим занятиям студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Примерная тематика сообщений, вопросов для обсуждения приведена в настоящих рекомендациях. Кроме указанных тем студенты вправе по согласованию с преподавателем выбирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает, выставляя в рабочий журнал текущие оценки, при этом студент имеет право ознакомиться с ними.

ТЕМА 1. Общие основы педагогики высшей школы

Вопросы:

1. Приведите примеры значимости системы образования в социальном и экономическом развитии.
2. Назовите самые влиятельные международные организации, оказывающие влияние на образование и дайте им краткую характеристику.
3. Дайте краткую характеристику Лиссабонской, Сорбонской и Болонской деклараций.
4. Проблема единства и целостности мирового образовательного пространства. Общемировые тенденции развития современной педагогической науки.
5. Сущностная и функциональная характеристика педагогики как науки.
6. Определение предмета педагогики высшей школы. Ее основные категории.
- 7 Система антропологических наук и место в ней педагогики. Проблема диалектической взаимосвязи педагогики и психологии.
8. Принципы и методы педагогического исследования.
9. Современная система образования: демократические преобразования, модели образования, основные тенденции развития.
10. Закон Российской Федерации о системе образовании. Факторы её развития.
11. Особенности системы образования на разных этапах истории России. Дооктябрьский и послеоктябрьский периоды.

ТЕМА 2. Преподавание и научная работа в вузе.

Вопросы:

1. Формы и этапы педагогического проектирования.
2. Проектирование содержания лекционных курсов.
3. Структурирование текста лекции.
4. Сущность, принципы проектирования и тенденции развития современных образовательных технологий.
5. Педагогический акт как организационно-управленческая деятельность.
6. Самосознание педагога и структура педагогической деятельности.
7. Педагогические способности и педагогическое мастерство преподавателя высшей школы.
8. Общее понятие о дидактике и дидактической системе.
9. Актуальные проблемы современной дидактики высшей школы.
10. Проведите дискуссию и обсудите одну из следующих проблем:

- Как модернизировать высшее образование в России?
- Каким быть современному вузовскому учебнику?
- Как профессионально реализовать себя в условиях педагогических инноваций?
- Как стимулировать нравственное саморазвитие у студентов?

При этом разбейтесь на пять команд. Каждая из команд должна активно использовать один из общеметодологических принципов: аксиологический, культурологический, антропологический, синергетический, герменевтический.

ТЕМА 3. Психология высшей школы

Вопросы:

1. Характеристика традиционных и инновационных подходов к проблеме воспитания и развития личности.
2. Значение наследственности в формировании личности.
3. Сущность социализации и ее стадии. Факторы социализации и формирования личности.
4. Развитие и воспитание. Диагностика развития.
5. Самовоспитание в структуре процесса формирования личности.
6. Обоснование необходимости акмеологического подхода к определению и формированию личности специалиста.
7. Студент как субъект учебной деятельности.
8. Возрастные и индивидуальные особенности развития студента.
9. Психолого-педагогические особенности одаренных студентов.
10. Аксиограмма личности студента.
11. Содержание понятия «Базовая культура личности». Основные направления воспитания личности.
12. Философско-мировоззренческая подготовка студентов (сущность, назначение, функции мировоззрения; основные пути и средства формирования научного мировоззрения; воспитательная функция религии...).
13. Гражданское воспитание в системе формирования базовой культуры личности (цель и содержание гражданского воспитания студентов; патриотическое воспитание; формирование культуры межнационального общения; правовое воспитание...).
14. Формирование основ нравственной культуры личности (содержание и методы нравственного воспитания; критерии нравственной воспитанности; воспитание гуманности; экологическая культура студентов...).
15. Трудовое воспитание и профессиональная ориентация студентов (задачи и содержание трудового воспитания; педагогические условия организации трудового воспитания; профессиональная ориентация; формирование основ экономической культуры студентов...).
16. Формирование эстетической культуры студентов (понятие об эстетической культуре личности; формирование эстетической культуры средствами искусства...).
17. Воспитание физической культуры студентов (задачи и содержание воспитания физической культуры; основные средства воспитания физической культуры; физические и нравственные аспекты антиалкогольного и антитабачного воспитания...).
18. Анализ структуры студенческого коллектива.
19. Основные вопросы организации студенческого коллектива.
20. Академическая группа как субъект воспитания.

ТЕМА 4. Воспитание и обучение в целостном педагогическом процессе высшей школы

Вопросы:

1. Сущность, структура и движущие силы процесса обучения.
2. Систематика педагогических закономерностей, принципов и правил.

3. Принципы обучения как основной ориентир в преподавательской деятельности.
4. Эвристические методы генерирования новых идей.
5. Оптимальный выбор методов обучения преподавателем высшей школы.
6. Понятия «теория» и «технология» обучения.
7. Интенсификация обучения и проблемное обучение. Эвристические технологии обучения.
8. Активное обучение. Деловая игра как форма активного обучения.
9. Личностно-ориентированное обучение.
10. Технологии развивающего обучения. Дифференцированное обучение.
11. Компетентностно-ориентированное обучение.
12. Информационные технологии обучения и технологии дистанционного образования.
13. Роль и место лекции в вузе. Структура лекционного занятия и оценка его качества.
14. Развитие лекционной формы в системе вузовского обучения.
15. Семинарские и практические занятия в высшей школе. Семинар как взаимодействие и общение участников.
16. Самостоятельная работа студентов как развитие и самоорганизация личности обучаемых.
17. Проектно-творческая деятельность студентов.
18. Основы педагогического контроля в высшей школе.
19. Сущность и современная система воспитания студентов в вузе.
20. Стили педагогического общения и их технологическая характеристика.
21. Диалог и монолог в педагогическом общении.
22. Содержание и структура педагогического общения.
23. Особенности педагогического общения в вузе.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Педагогика высшей школы: основные понятия и история становления.
2. Объект, предмет педагогики, задачи и категориальный аппарат педагогики.
3. Связь педагогики с другими науками.
4. Методологические основы педагогики.
5. Понятие «содержание образования». Требования к содержанию образования в высшей школе.
6. Важнейшие объективные и субъективные факторы, влияющие на разработку содержания образования.
7. Межпредметные связи и кооперации преподавателей.
8. Воспитательное пространство вуза.
9. Основные методы воспитания.
10. Процесс воспитания в вузе.
11. Технологии, методы и формы организации обучения в высшей школе.
12. Методологические, стратегические, тактические технологии обучения.
13. Сущность обучения и его место в структуре целостного педагогического процесса.
14. Фундаментализация образования в высшей школе.
15. Гуманизация и гуманитаризация образования в высшей школе.
16. Интеграционные процессы в современном образовании.
17. Воспитательная компонента в профессиональном образовании.
18. Информатизация образовательного процесса.
19. Понятие мирового образовательного пространства. Проблема глобализации образования.
20. Тенденции развития мирового образовательного пространства.
21. Актуальность участия России в болонском процессе.
22. Проблемы и задачи высшей школы России в связи с вхождением в болонский процесс.
23. Цели современного высшего образования.

24. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования. Структура ОПОП.
25. Принципы обучения как основной ориентир в преподавательской деятельности.
26. Методы обучения в высшей школе.
27. Структура педагогической деятельности.
28. Педагогический акт как организационно-управленческая деятельность.
29. Самосознание педагога и структура педагогической деятельности.
30. Педагогические способности и педагогическое мастерство преподавателя высшей школы.
31. Психолого-педагогическая компетентность преподавателя вуза.
32. Характеристика деятельности преподавателя высшей школы.
33. Дидактика высшей школы.
34. Дидактика и педагогическое мастерство преподавателя высшей школы
35. Формы организации учебного процесса в высшей школе.
36. Лекция. Семинарские и практические занятия в ВШ.
37. Самостоятельная работа студентов как развитие и самоорганизация личности обучающихся.
38. Организация самостоятельной работы студентов в вузе.
39. Основы педагогического контроля в высшей школе.
40. Активные методы обучения.
41. Технологии дистанционного образования.
42. Менеджмент качества высшего образования.
43. Психология профессионального образования.
44. Психологические основы профессионального самоопределения.
45. Психологическая коррекция личности студента при компромиссном выборе профессии.
46. Особенности развития личности студента.
47. Типология личности студента и преподавателя.
48. Психолого-педагогическое изучение личности студента.
49. Характеристика особенностей современного студента вуза.
50. Проблема формирования личности в базовых психологических теориях.
51. Развитие компетенций индивида в старшем подростковом и юношеском возрасте.
52. Общие и дифференциальные закономерности возрастного развития (в эмоциональной, волевой и интеллектуальной сферах).
53. Вуз как социализирующая среда и сфера самоактуализации.
54. Стили педагогического общения.
55. Монолог и диалог в педагогическом общении.
56. Содержание и структура педагогического общения.
57. Особенности педагогического общения в вузе.

5. ТЕМАТИКА СООБЩЕНИЙ

1. Педагогика высшей школы: основные понятия и история становления.
2. Современные образовательные парадигмы.
3. Основные направления реформирования российской высшей школы.
4. Открытое и дистанционное образование.
5. Развитие российского законодательства в области образования.
6. Законодательная база высшего и послевузовского профессионального образования в России.
7. Нормативная база российской высшей школы
8. Глобализация высшего образования в Европе: предболонский период.
9. Болонский процесс интеграции высшего образования в Европе.
10. Актуальность участия России в болонском процессе
11. Проблемы и задачи высшей школы России в связи с вхождением в болонский процесс.
12. Программа модернизации высшего образования России её реализация.

13. Понятие, функции и основные категории дидактики, дидактика высшей школы.
14. Принципы обучения как основной ориентир в преподавательской деятельности.
15. Цели современного высшего образования.
16. Многомерный подход к классификации методов обучения, воспитания личности.
17. Сущность и генезис педагогического общения.
18. Воспитание духовно-нравственной и здоровой личности.
19. Воспитание патриотизма и гражданственности студентов.
20. Воспитание студента как конкурентоспособной и творческой личности.
21. Технология знаково-контекстного обучения.
22. Менеджмент качества высшего образования.
23. Педагогические способности и педагогическое мастерство преподавателя высшей школы.
24. Важнейшие объективные и субъективные факторы, влияющие на разработку содержания образования.
25. Педагогический акт как организационно-управленческая деятельность.
26. Понятие «содержание образования».
27. Важнейшие объективные и субъективные факторы, влияющие на разработку содержания образования. Требования к содержанию образования в высшей школе.
28. Теории формального и материального образования и их односторонность.
29. Государственный образовательный стандарт высшего образования, его структура.
30. Понятие и критерии педагогических технологий.
31. Педагогические технологии в триаде: «методология-стратегия-тактика».
32. Методологические технологии обучения.
33. Стратегические технологии: технологический подход к организационным формам обучения.
34. Тактические технологии: технологический подход к методам обучения.
35. Технология контроля образовательного процесса.
36. Общая характеристика процесса воспитания. Основные методы воспитания. Процесс воспитания в вузе.
37. Краткая характеристика систем профессионального образования в мире.
38. Систематизация моделей высшего и послевузовского образования по 24 экономически развитым странам мира. Выделение базовых моделей. Выявление позитивного опыта.
39. Характеристика российской системы высшего и послевузовского профессионального образования.
40. Актуальные проблемы высшего и послевузовского профессионального образования в России.
41. История становления компетентностного подхода в мировой педагогике.
42. Компетентностный подход и компетентностная модель специалиста.
43. Анализ определений понятия «качество высшего образования».
44. Управление качеством высшего образования. Факторы, влияющие на качество образования.
45. Технология контроля образовательного процесса.
46. Сущность и генезис педагогического общения.
47. Гуманизация обучения как основа педагогического общения.
48. Стили педагогического общения. Монолог и диалог в педагогическом общении
49. Содержание и структура педагогического общения. Особенности педагогического общения в вузе
50. Основы коммуникативной культуры педагога.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА

ФАКУЛЬТЕТ ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

КАФЕДРА БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКИ И ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методические указания к лабораторным работам
для студентов, обучающихся по направлению 35.04.03 Агрохимия и
агропочвоведение

Рязань 2024

УДК 681.142.37
ББК 32.81

Составитель:

к.э.н., доцент кафедры бизнес-информатики и прикладной математики
Романова Л.В.

Рецензенты:

доцент кафедры бизнес-информатики и прикладной математики, к.э.н.
Черкашина Л.В.

доцент кафедры бизнес-информатики и прикладной математики, к.э.н.
Машкова Е.И.

Утверждено учебно-методической комиссией по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение 19 марта 2025 г. протокол № 8

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Методические указания предназначены для формирования у обучающихся практических навыков использования информационных технологий и прикладных компьютерных программ для обработки и анализа данных, решения профессиональных задач.

Указания подготовлены для обучающихся магистратуры по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение.

Целью изучения дисциплины является реализация требований к освоению соответствующих компонентов компетенций на основе формирования у обучающихся системных теоретических знаний, умений и практических навыков применения информационных технологий и прикладных компьютерных программ в профессиональной деятельности.

Задачи освоения учебной дисциплины:

- дать обучающемуся знание инструментария информационных технологий и пакетов прикладных программ профессиональной деятельности;

- научить обучающихся грамотно выбирать необходимые информационные технологии и пакеты прикладных программ для решения конкретных профессиональных задач;

- сформировать навыки практического использования информационных технологий и пакетов прикладных программ в профессиональной деятельности.

Лабораторные работы выполняются обучающимися с использованием предложенной им методической литературы и необходимых дидактических материалов, что позволяет облегчить работу и совершенствовать ее качество.

Подготовка к лабораторным работам может вестись с использованием списка основной и дополнительной литературы, изучения опыта работы отечественных и зарубежных фирм, с использованием сети Интернет.

Текущий контроль на лабораторных работах осуществляется преподавателем в форме проведения устного опроса, защиты лабораторной работы, проверки домашнего задания; промежуточный контроль проводится в форме дифференцированного зачета.

Лабораторные работы по дисциплине направлены на формирование следующих компетенций:

УК-4 - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия;

ОПК-3 - Способен использовать современные методы решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности;

ОПК-4 - Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы;

ОПК-5 - Способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов в профессиональной деятельности;

ПК-7 - Способен проводить научно-исследовательские испытания в условиях производства.

Вопросы к устному опросу

РАЗДЕЛ 1. Информационные технологии и программное обеспечение.

Тема 1. Информационные технологии и программное обеспечение.

Вопросы для опроса:

1. Дайте определение ИТ, по каким признакам можно их можно классифицировать ?
2. Дайте определение программного продукта.
3. Какие программы можно отнести к системным?
4. Для чего предназначены утилитарные программы?
5. В чем заключается сопровождение программного продукта?

Тема 2. Автоматизация деятельности с использованием системы MS Outlook

Вопросы для опроса:

1. Какие функции выполняет программа MS Outlook?
2. Описать алгоритм создания новой группы.
3. Перечислить возможности MS Outlook по поиску информации на ЭВМ.
4. Какие папки организованы в MS Outlook для работы с электронной почтой?
5. Описать алгоритм добавления некоторого события (встречи, мероприятия).
6. Как создать повторяющееся событие?
7. Как планируется с помощью MS Outlook организация собраний?
8. Что такое активные встречи?
9. Что такое список задач? Чем они отличаются от событий? Какие статусы можно присвоить задаче?
10. Описать алгоритм разработки задачи и назначение ей параметров.
11. Что собой представляет контакт в MS Outlook? Какие действия можно назначить контакту?
12. Описать алгоритм работы с контактами.
13. Что собой представляет и для чего используется Дневник в MS Outlook?
14. Описать возможные действия в Дневнике.
15. Для чего и каким образом создаются заметки в MS Outlook?

Тема 3. Профессиональная деятельность с базами данных информационных справочно-правовых систем

Вопросы для опроса:

1. Какие информационные банки данных созданы в СПС «Консультант Плюс».
2. Назовите основные поисковые возможности СПС «Консультант Плюс».
3. Охарактеризуйте особенности работы с карточкой поиска.
4. Охарактеризуйте особенности работы с правовым навигатором.
5. В каких случаях наиболее удобно использовать быстрый поиск?
6. Как осуществлять поиск информации в периодических изданиях, представленных в СПС «Консультант Плюс».

7. Как поставить документ на контроль и сохранить в папке Избранное?

РАЗДЕЛ 2. Пакеты прикладных программ в профессиональной деятельности.

Тема 4. Классификация пакетов прикладных программ

Вопросы для опроса:

1. Дайте определение пакета прикладных программ.
2. На какие классы можно разделить пакеты прикладных программ?
3. Охарактеризуйте проблемно-ориентированные ППП.
4. Охарактеризуйте методо-ориентированные ППП.
5. Охарактеризуйте офисные ППП.
6. Как происходит сортировка данных в MS Excel? Что означает второй и третий уровни сортировки?
7. В чем отличие способов фильтрации данных с использованием Автофильтра и Расширенного фильтра?
8. Как создается Диапазон условий в Расширенном фильтре?
9. Что можно подсчитать с помощью промежуточных итогов? Что вводится в поля При каждом изменении в; Операция; Добавить итог по?
10. Что представляет собой Сводная таблица? Описать методику создания Сводных таблиц.
11. Для чего организуется автоматическая проверка данных в MS Excel? Что нужно вводить на вкладках Параметры; Сообщение для ввода; Сообщение об ошибке?
12. Какие типы ограничений существуют для действительных чисел и списков при организации проверки данных?

Тема 5. Создание и обработка баз данных с использованием СУБД MS Access

Вопросы для опроса:

1. Что такое база данных? Какие функции выполняют СУБД?
2. Что такое ключевое поле и чем оно отличается от остальных полей таблицы?
3. Перечислить основные компоненты СУБД MSAccess и дать их краткую характеристику.
4. Какие существуют способы создания таблиц в MSAccess?
5. Перечислить типы данных, которые могут использоваться в MSAccess.
6. Чем импорт таблиц отличается от связи с таблицами?
7. Чем отличается сортировка данных от фильтрации?
8. Что такое запрос и чем он отличается от фильтра?
9. Какие существуют способы создания запросов в MSAccess?
10. Что такое форма, и для чего она предназначена?
11. Каково назначение *Конструктора форм* и его возможности?
12. Что такое отчет и для чего он предназначен?
13. Какие существуют способы создания отчетов в MSAccess?
14. Для чего необходимо связывать таблицы в базах данных? Описать процесс создания связи между таблицами.

15. В каких сферах деятельности человека могут быть использованы базы данных?

Критерии оценки устного опроса

Оценка	Критерии
«Отлично»	выставляется студенту, если он определяет рассматриваемые понятия четко и полно, приводя соответствующие примеры;
«Хорошо»	выставляется студенту, если он допускает отдельные погрешности в ответе;
«Удовлетворительно»	выставляется студенту, если он обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала.
«Неудовлетворительно»	выставляется студенту, если он обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1. Моделирование биологических процессов

Цель работы: смоделировать биоритмы человека, анализируя которые прогнозировать неблагоприятные дни и выбирать благоприятные для разного рода деятельности.

Существует гипотеза, что жизнь человека подчиняется трем циклическим процессам, называемым биоритмами. Эти циклы описывают три стороны самочувствия человека: физическую, эмоциональную и интеллектуальную. Биоритмы характеризуют подъемы и спады нашего состояния. Считается, что наивысшие точки графика, представляющего собой синусоидальную зависимость, – это наиболее благоприятные дни. Дни, в которые график переходит через ось X, считаются неблагоприятными. Не все считают эту теорию строго научной, но многие верят в нее.

За точку отсчета всех трех биоритмов берется день рождения человека. Момент рождения для человека очень труден, ведь все три биоритма в этот день пересекают ось X. С точки зрения биологии это достаточно правдоподобно, ведь ребенок, появляясь на свет, меняет водную среду обитания на воздушную. Происходит глобальная перестройка всего организма.

Физический биоритм характеризует жизненные силы человека, т.е. его физическое самочувствие. Периодичность его составляет 23 дня.

Эмоциональный биоритм характеризует внутренний настрой человека. Продолжительность периода – 28 дней.

Третий биоритм характеризует мыслительные способности, интеллектуальное состояние человека. Его цикличность – 33 дня.

Для моделирования выберем программу Microsoft Excel.

Циклические процессы можно описать с помощью формул, в которых переменная X – количество прожитых человеком дней:

Физический цикл = $\sin(2\pi \cdot X/23)$

Эмоциональный цикл = $\sin(2\pi \cdot X/28)$

Интеллектуальный цикл = $\sin(2\pi \cdot X/33)$

1. Оформите по образцу в программе **Microsoft Excel** блок ячеек A1:D8. Введите дату вашего рождения и дату отсчета – можно сегодняшнюю дату или вчерашнее число. Не забываем, что дата вводится с числа, затем месяц и год. Все значения отделяются друг от друга точкой.

	A	B	C	D
1	Биоритмы			
2				
3	Исходные данные			
4	Дата рождения	13.10.1991		
5	Дата отсчета	25.02.2009		
6	Длительность прогноза	30		
7	Результаты			
8	Порядковый день	Физическое	Эмоциональное	Интеллектуальное
9				

2.

Ячейка Формула

Введите в ячейки формулы

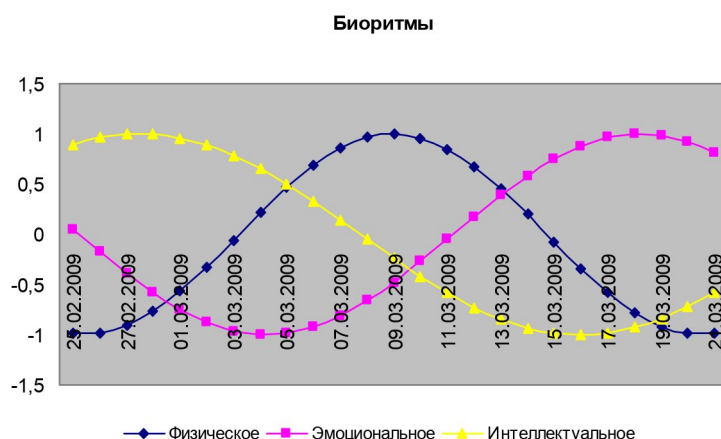
$$\begin{aligned}
 A9 &= B5 \\
 A10 &= A9 + 1 \\
 B9 &= \sin(2 * 3,14 * (A9 - \$B\$4) / 23) \\
 C9 &= \sin(2 * 3,14 * (A9 - \$B\$4) / 28) \\
 D9 &= \sin(2 * 3,14 * (A9 - \$B\$4) / 33)
 \end{aligned}$$

Обратите внимание! В каждую формулу входит выражение (A9-\$B\$4), которое вычисляет количество, прожитых дней.

	A	B	C	D	E
1	Биоритмы				
2					
3	Исходные данные				
4	Дата рождения	13.10.1991			
5	Дата отсчета	25.02.2009			
6	Длительность прогноза	30			
7	Результаты				
8	Порядковый день	Физическое	Эмоциональное	Интеллектуальное	
9	25.02.2009	-0,991885664	0,048595786	0,891727634	
10	26.02.2009				
11					

С помощью маркера автозаполнения заполнить столбцы A, B, C, D на 30 дней (длительность прогноза).

- Выделите для построения диаграммы блок ячеек A8:D39. Используя мастер диаграмм или команду Вставка – Рисунок – Диаграмма постройте диаграмму в виде графика.



	A	B	C	D	E
1	Биоритмы				
2					
3	Исходные данные				
4	Дата рождения	13.10.1991			
5	Дата отсчета	25.02.2009			
6	Длительность прогноза	30			
7	Результаты				
8	Порядковый день	Физическое	Эмоциональное	Интеллектуальное	
9	25.02.2009	-0,991885664	0,048595786	0,891727634	
10	26.02.2009	-0,989424169	-0,174768634	0,961236244	
11	27.02.2009	-0,913655631	-0,389378271	0,996038362	
12	28.02.2009	-0,770193694	-0,584462965	0,994677478	
13	01.03.2009	-0,589667955	-0,750308046	0,957795449	
14	02.03.2009	-0,326934341	-0,878647926	0,886131181	
15	03.03.2009	-0,059978327	-0,962778213	0,782472189	
16	04.03.2009	0,211421523	-0,998779512	0,650661194	
17	05.03.2009	0,467157002	-0,98474839	0,495160985	
18	06.03.2009	0,688280485	-0,921387715	0,321882453	
19	07.03.2009	0,858406775	-0,81187145	0,136962008	
20	08.03.2009	0,964936945	-0,661685653	-0,05286432	
21	09.03.2009	0,999972247	-0,478353667	-0,240801925	
22	10.03.2009	0,960918892	-0,271059242	-0,420045117	
23	11.03.2009	0,850670368	-0,050186496	-0,584122126	
24	12.03.2009	0,67739507	0,173200271	-0,727108774	
25	13.03.2009	0,453931086	0,38791082	-0,843842376	
26	14.03.2009	0,196835024	0,583189635	-0,930108137	
27	15.03.2009	-0,074844685	0,74925421	-0,982791339	
28	16.03.2009	-0,340979099	0,877788075	-0,99989799	
29	17.03.2009	-0,581850127	0,96234851	-0,981052547	
30	18.03.2009	-0,779611464	0,998699582	-0,926752251	
31	19.03.2009	-0,91961083	0,986024238	-0,838960563	
32	20.03.2009	-0,991475572	0,922005522	-0,720877299	
33	21.03.2009	-0,989881181	0,812800268	-0,576765981	
34	22.03.2009	-0,914945786	0,662878955	-0,411829905	

- Проанализировав диаграмму, выбрать неблагоприятные для сдачи зачета по физкультуре дни (плохое физическое состояние).
- Выбрать день для похода, театр или на дискотеку (хорошее эмоциональное состояние).
- По кривой интеллектуального состояния выбрать дни, когда ответы на семинарах будут наиболее или наименее удачными.

Лабораторная работа №2. Разработка электронной базы данных с использованием контактов, дневника, заметок

Задание 1. Работа с контактами.

- Создать контакт. Полное имя: *Александр Петров*. Должность: *главный архитектор*. Организация: *строительная компания*. Ввести адрес и номера телефонов, факс, электронную почту. Добавить к контакту

- рисунок. Создать ему визитную карточку. Написать о нем какую-нибудь заметку.
2. Ввести контакт для человека из той же организации (*Действия* → *Создать контакт в той же организации*). Отредактировать контакт. Для этого: в группе *Подробности* ввести название отдела, дату рождения и другие данные → щелкнуть кнопку *К исполнению* и выбрать *Добавить напоминание* → *ОК* → просмотреть список контактов *По категориям* и в виде *Адресные карточки*.
 3. Создать группу контактов. Например, директор имеет 4-х заместителей. Для этого выбрать *Действия* → *Создать список рассылки* → находясь в строке *Имя*, щелкнуть в группе *Участники* кнопку *Добавить* → набрать, например, *Александр Петров* и адрес электронной почты → *ОК*. Задать таким же способом еще трех человек.
 4. Запланировать собрание через папку *Календарь* с использованием готовых *Контактов*: *Календарь* → *Действие* → *Создать встречу* → тема: *Совещание* → место: *Офис* → указать дату и время начала и конца совещания (текущая дата и время: с 9:00 до 10:00) → в группе *Показать* кнопка *Планирование* → кнопка *Другие* → *Добавить из адресной книги* → в списке *Адресная книга* выбрать пункт *Контакты* → *Александр Петров* → кнопка *Обязательный* → *ОК* → слева от имени *Александр Петров* щелкнуть по кнопке *Отправить приглашение этому участнику* → *Сохранить и закрыть*.
 5. Отправить письмо. Текст, набранный в Word, можно отправить по адресу из папки *Контакты*. Для этого: выбрать *Контакты* → выделить запись *Александр Петров* → *Контакты* → *Действия* → *Новое письмо* → запустится Word, в котором откроется *Мастер писем* → установить флажок *Строка даты* → в списке *Шаблон* выбрать *Стандартное письмо* → кнопка *Далее* → на вкладке *Получатель* в поле *Имя получателя* уже указано имя и адрес доставки → *Приветствие*: официальное → *Далее* → *Элементы письма*: тема: *Инструкция* → *Далее* → на вкладке *Отправитель* в списке *Адресная книга* выбрать другого адресата → *ОК* → *Готово*. Далее ввести следующий текст письма: Находясь за компьютером, надо быть предельно внимательным. Во избежание несчастного случая, поражения электрическим током, поломки оборудования, рекомендуется выполнять правила по технике безопасности.

Задание 2. Создание элементов Дневника.

1. Создать запись в дневнике. Например, нужно дать поручение коллеге и зафиксировать это в дневнике. Для этого:
 - а) Создать запись: *Контакты* → захватить левой кнопкой мыши карточку *Александр Петров* и перетащить ее на значок *Дневник* → откроется окно диалога → в поле *Тип* выбрать *Разговор* → в поле заметок (внизу окна) записать тему разговора: *Хранение информации* → зафиксировать время и длительность события (15 минут) → сохранить и закрыть.
 - б) Просмотреть запись: щелкнуть *Список папок* → из списка выбрать *Дневник* → выбрать режим просмотра *По типу* → щелкнуть в строке

Тип записи: Разговор → щелкнуть правой кнопкой мыши на строке и выбрать: *Открыть, Удалить* и т.д.

- 2 Работа с телефоном. MSOutlook может автоматически набирать номер телефона контакта (если есть модем и подключение). При этом фиксируется длительность разговора и запись о нем в дневнике. Для этого выбрать *Контакт* → выделить *Александр Петров* → на *Панели инструментов* щелкнуть кнопку *Набрать номер* → откроется диалоговое окно *Новый звонок*. В нем:

- а) выбрать нужный номер;
- б) щелкнуть кнопку *Свойства соединения* и просмотреть все параметры;
- в) чтобы звонок фиксировался в дневнике, поставить галочку в пункте *При каждом звонке создавать запись в дневнике*;
- г) щелкнуть кнопку *Параметры соединения* → в окне добавить настройки для быстрого набора номера;
- д) при щелчке на кнопке *Позвонить* MSOutlook набирает номер → снять трубку и щелкнуть *Разговор* → после окончания щелкнуть *Закончить звонок*. При этом откроется запись в дневнике, в которой указаны контакт и продолжительность разговора → *Сохранить и закрыть*.

Задание 3. Создание заметок Создать заметку следующего содержания: «MSOutlook – это электронный организатор деловой жизни. Это приложение обрабатывает сообщения электронной почты, планирует и управляет контактами, ведёт дневник событий, служит для размещения текущих задач и отслеживания процесса их выполнения.»

Задание 4. В заметке установить следующие параметры: цвет – лиловый, размер – мелкий. Установить шрифт Arial, начертание: жирный курсив, размер: 14.

Лабораторная работа №3. Поиск информации в СПС «Консультант Плюс»

Цель работы: используя поисковые возможности СПС «Консультант Плюс» изучить нормативно-правовые документы по охране окружающей природной среды.

Задания:

1. Используя Уголовный кодекс РФ, определить размер штрафа за нарушение правил охраны водных биологических ресурсов.
2. Используя Уголовный кодекс РФ, определить размер штрафа за незаконную добычу (вылов) водных биологических ресурсов.
3. Определите ставки сбора за пользование объектами водных биологических ресурсов.
4. Найти Федеральный закон от 20.12.2004 N 166-ФЗ (ред. от 02.05.2015) "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" и поставить документ на контроль.
5. Используя КоАП РФ, определить размер штрафа за нарушение правил переселения, акклиматизации или гибридизации объектов животного мира и водных биологических ресурсов.

6. Используя Правовой навигатор, сформируйте подборку материалов по вопросу «Биологические отходы». Определите, каким образом осуществляется сбор, утилизация и уничтожение биологических отходов.

7. Найти основные положения государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года

8. Определить порядок проведения государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)". Какие нормативно-правовые документы его регламентируют?

9. Найдите форму лесной декларации, порядок ее заполнения и подачи, требования к формату лесной декларации в электронной форме.

Сохраните найденную информацию и оформленные документы на своем съемном носителе и предъявите результаты работы преподавателю.

Лабораторная работа №4. Создание таблиц в базе данных

Цель работы: научиться использовать различные способы создания таблиц в СУБД MSAccess, формировать их структуру и выбирать типы хранимых данных.

1. Запустить MSAccess. Создать базу данных «Группа Студентов».

2. Создать в режиме *Конструктора* таблицу с именем «Группа1». Включить в нее поля, указанные в *Таблице 1*. Ключевым сделать поле *Номер*.

Таблица 1

<i>Номер:</i>	счетчик;
<i>Фамилия:</i>	текст (длина 20 символов);
<i>Имя:</i>	текст (длина 12 символов);
<i>Отчество:</i>	текст (длина 15 символов);
<i>Пол:</i>	мастер подстановок (мужской, женский);
<i>ДатаРожд:</i>	дата/время (длинный формат даты);
<i>Адрес:</i>	текст (длина 40 символов);
<i>Характеристика:</i>	МЕМО;
<i>Фото:</i>	поле объекта OLE.

3. Создать подобную таблицу в *Режиме таблицы*, назвать «Группа2». Откорректировать типы данных в соответствии с указанными в таблице 1.

4. Выбрать шаблон таблицы «Контакты», оставить поля, совпадающие с указанными в таблице 1. Назвать таблицу «Группа3». В режиме *Конструктора* включить недостающие поля и привести в соответствие типы данных.

5. В таблице «Группа1» в режиме *Конструктора*, а в таблице «Группа2» в *Режиме таблицы* вести дополнительное поле *Стипендия* логического типа, расположив его между полями *Пол* и *ДатаРожд*. Удалить поля *Имя* и *Отчество*. Отредактировать название поля *Фамилия* на *ФИО*, и изменить размер поля на 40.

6. Ввести в таблицу «Группа1» десять записей (информацию о студентах вашей группы). В поле *Стипендия* поставить галочку некоторым студентам, получающим стипендии. В поле *Фото* прикрепить к каждой

записи графический объект (в ячейке вызвать контекстное меню → команда *Вставить объект* → *Создать из файла* → *Обзор* → найти нужный файл). Если фото отсутствуют, то создать изображения в графическом редакторе Paint (*Вставить объект* → *Создать новый* → *Точечный рисунок*).

7. Создать электронную таблицу MSExcel со структурой, указанной в таблице 1, заполнить её тремя записями (информацией о трех студентах вашей группы) и сохранить под именем «Группа4». Импортировать таблицу в созданную базу данных. Откорректировать типы данных в соответствии с указанными в таблице 1.

8. Создать связь с Excel-таблицей «Группа4» и дать созданному ярлыку имя «Группа5». Провести произвольные изменения в Excel-таблице «Группа4» для некоторых записей. Просмотреть внесенные изменения в MSAccess.

Лабораторная работа №5. Фильтрация и сортировка данных в базе данных

Цель работы: научиться использовать различные способы сортировки, поиска и фильтрации данных в СУБД MSAccess.

1. Открыть таблицу «Группа1». Отсортировать данные таблицы:
 - по фамилии;
 - по дате рождения.
2. Осуществить поиск:
 - фамилий, начинающихся на определенную (любую) букву;
 - определенной даты рождения.
3. Открыть таблицу «Группа1». Установить по очереди *Фильтр по выделенному*, который выводит все записи для студентов:
 - по определенной фамилии;
 - у которых фамилия начинается на определенную букву;
 - рожденных в определенный год;
 - мужского (женского) пола;
 - получающих стипендию.
4. С помощью фильтра *Настраиваемый фильтр* исключить:
 - студентов мужского (женского) пола;
 - людей с определенной фамилией.
5. С помощью фильтра *Изменить фильтр*, а затем с помощью *Расширенного фильтра*, вывести все записи:
 - студентов, рожденных после определенного года;
 - рожденных после определенного года и получающих стипендию;
 - рожденных после определенного года; получающих стипендию студентов мужского (женского) пола.

После выполнения заданий снять все фильтры.

Лабораторная работа № 6. Формирование запросов к базе данных

Цель работы: научиться использовать различные способы формирования запросов к базе данных в СУБД MSAccess.

1. Открыть БД «Группа студентов».
2. Создать *Простой запрос* с именем «Записная книга». В качестве источника выбрать таблицу «Группа1», отобрать поля: *ФИО*, *ДатаРожд*, *Адрес*. Отсортировать по алфавиту поле *ФИО*. Запустить запрос на выполнение.
3. Создать *Простой запрос* с именем «Стипендия». В качестве источника выбрать таблицу «Группа1», отобрать все поля. В режиме *Конструктора запросов* отсортировать по *ФИО*, а также включить следующие вычисляемые поля:
 - *Начислено*, где набрать выражение *if ([Стипендия];500;0)*. Данное поле будет начислять 500 рублей тем, у кого установлен флажок в поле *Стипендия*;
 - *Удержано*, которое удержит с начисленной суммы 1% (*[Начислено]*0,01*);
 - *На выдачу* (*[Начислено] – [Удержано]*).Запустить запрос на выполнение.
4. Создать запрос в режиме *Конструктора* с именем «Ведомость». В качестве источника взять запрос «Стипендия» и выбрать поля: *ФИО*, *Начислено*, *Удержано*, *На выдачу*. Установить условие отбора для отображения только тех, кто получает стипендию. Запустить запрос на выполнение.
5. Создать запрос в режиме *Конструктора* с именем «Поиск по ФИО». В качестве источника выбрать все поля запроса «Стипендия». В *Конструкторе запросов* ввести команду для создания параметра поиска по *ФИО* (команда *LIKE[Введите ФИО]*). Запустить запрос на выполнение.
6. Создать *Запрос на создание таблицы* с именем «Копия таблицы», запуск которого создаст точную копию таблицы «Группа1» с именем «Группа1_1».
7. На основе таблицы «Группа1_1» создать *Простой запрос* с именем «Возраст», в который выбрать поля: *Номер*, *ФИО*, *ДатаРожд*. В запросе создать вычисляемое поле *Возраст*, в котором определить возраст каждого студента по формуле *Year(Date())-[Датарожд]-1900*. На основе запроса «Возраст» создать *Запросы на создание таблицы*, в которых вывести данные о студентах, с возрастом:
 - *>22* (имя запроса «Возраст1»);
 - *<22* (имя запроса «Возраст2»).
8. Создать *Запрос на удаление* с именем «Удаление», запуск которого удалит из таблицы «Группа1_1» все записи, в поле которых отсутствует флажок. Запустить запрос на выполнение.
9. Создать *Запрос на добавление* с именем «Добавление», запуск которого добавит из таблицы «Группа1» в таблицу «Группа1_1» все записи, в поле которых отсутствует флажок. Запустить запрос на выполнение.
10. В таблицу «Группа1» ввести дополнительное числовое поле *Начислено*. Создать *Запрос на обновление* с именем «Обновление», который введет в поле *Начислено* число 300 для тех записей, в поле *Стипендия*

которых установлен флажок.

Лабораторная работа №7. Разработка форм и отчетов

Цель работы: научиться использовать различные способы создания форм в СУБД MSAccess.

Задание 1. С помощью *Мастера форм* создать форму, выбрать для нее все поля таблицы «Группа1», вид – *в один столбец*, стиль – *стандартный*, имя – «Исходные данные в столбец».

1. Проверить работу кнопок прокрутки данных (*на следующую/предыдущую, первую/последнюю записи, свернуть, развернуть, закрыть*).
2. Перейти в *Конструктор форм*. Ввести заголовок «Исходные данные группы студентов №», оформить заголовок: шрифт – TimesNewRoman, размер – 12, цвет – розовый, фон – желтый, установить по центру заголовка формы.
3. Оформить область данных: *Номер* (по центру формы, размер шрифта – 14, цвет – по усмотрению); *ФИО* (шрифт – TimesNewRoman, размер – 12, цвет – по усмотрению); *Пол, ДатаРожд, Адрес* – оформить по усмотрению; *Фото* и *Характеристика* разместить рядом на одном уровне.
4. Дополнить таблицу «Группа1» пятью записями с помощью формы.

Задание 2. С помощью *Мастера форм* создать форму, выбрать для нее все поля таблицы «Группа1», вид – *ленточный*, стиль – *стандартный*, имя – «Исходные данные в ленту». Перейти в *Конструктор форм*. Ввести заголовок «Исходные данные группы студентов №», оформить заголовок и область данных по усмотрению.

Задание 3. С помощью *Мастера форм* создать форму, выбрать для нее все поля таблицы «Группа1», вид – *табличный*, стиль – *стандартный*, имя – «Исходные данные в таблицу». Перейти в *Конструктор форм*. Ввести заголовок «Исходные данные группы студентов №», оформить заголовок и область данных по усмотрению.

Задание 4. С помощью *Мастера форм* создать форму, выбрать для нее все поля таблицы «Группа1», вид – *выровненный*, стиль – *стандартный*, имя – «Исходные данные выровнены». Перейти в *Конструктор форм*. Ввести заголовок «Исходные данные группы студентов №», оформить заголовок и область данных по усмотрению.

Задание 5. С помощью *Конструктора форм* создать форму, выбрать в качестве источника запрос «Стипендия», задать имя – «Стипендия».

1. Расставить в области данных все поля по своему усмотрению.
2. Ввести заголовок «Сведения о получении стипендии» и оформить: шрифт – TimesNewRoman, размер – 12, цвет – розовый, фон – желтый, установить по центру заголовок формы. Оформить область данных по своему усмотрению.

3. В свойствах формы убрать все кнопки (полосы прокруток, закрытия формы). С помощью *Панели элементов* установить кнопки (переход на следующую; предыдущую; первую; последнюю записи; закрытие формы).
4. Вставить в форму рисунок из галереи ClipArt. Проверить работу формы.

Задание 6. С помощью *Конструктора таблиц* дополнить таблицу «Группа1» полями: *Увлечение* – текстовое (длина 15); *Знак Зодиака* – текстовое (длина 20).

1. С помощью *Конструктора форм* создать форму, взяв в качестве источника таблицу «Группа1». Задать имя формы – «Дополнительные данные».
2. Ввести заголовок «Дополнительные данные о студенте», оформить его по своему усмотрению.
3. Установить в область данных поля: *ФИО*, *ДатаРождения*, *Пол*.

Задание 7. В *Конструкторе форм* с помощью *Панели элементов* создать в области данных формы группу переключателей для ввода значения пола.

1. При создании ввести подписи к переключателям («Мужской», «Женский»), снять значение по умолчанию, выбрать значение «1» для подписи «Мужской» и «0» – для подписи «Женский». Сохранить значение в поле *Пол*, выбрать тип элементов управления – переключатели, оформление – с тенью, ввести подпись для группы – «Выберите пол».
2. В режиме *Форма* проверить правильность работы переключателей.

Задание 8. В *Конструкторе форм* с помощью *Панели элементов* создать в области данных группу переключателей для ввода увлечений студента.

1. Ввести подписи к переключателям: «театр», «кино», «туризм», «танцы», «чтение», «вязание» и т.д. Снять значение по умолчанию, выбрать значение 1,2,3, и т.д. для соответствующих подписей. Сохранить значение в поле *Увлечение*. Выбрать тип элементов управления – флажки, оформление – вдавленное, ввести подпись для группы «Увлечение».
2. В режиме *Форма* выбрать соответствующее увлечение для каждого студента.
3. Просмотреть выбранные значения в поле *Увлечение* в режиме *Таблица*.

Задание 9. С помощью *Панели элементов* создать в области данных *Поле со списком* для ввода *Знака Зодиака* студента.

1. Выбрать фиксированный набор значений и ввести список: «Водолей», «Рыбы» и т.д. Сохранить значение в поле *Знак Зодиака*, ввести подпись для списка «Знак Зодиака».
2. В режиме *Форма* выбрать соответствующий знак для каждого студента.
3. Просмотреть выбранные значения в поле *Знак Зодиака* в режиме *Таблица*.

Задание 10. С помощью *Конструктора форм* на основе запроса «Возраст» создать форму с именем «Возраст».

1. С помощью *Панели элементов* создать заголовок «Статистические расчеты по возрасту». Установить в область данных поля *ФИО* и *Возраст*.
2. С помощью *Панели элементов* включить в область данных поля: *Средний*

возраст (формула $=Avg([Возраст])$, *Среднеквадратичное отклонение* (формула $=StDev([Возраст])$, *Минимальный возраст* (формула $Min([Возраст])$), *Максимальный возраст* ($Max([Возраст])$)).

Задание 11. На основе таблицы «Группа1» создать *автоформы* следующих разновидностей: *Форма*, *Разделенная форма* и *Несколько элементов*.

Задание 12. С помощью *Мастера отчетов* создать отчет с именем «Записная книга».

1. В качестве источника выбрать запрос «Записная книга»; из него отобразить все поля.
2. Отсортировать по алфавиту поле *ФИО*.
3. Выбрать макет *в столбец*; стиль – *строгий*.

Задание 13. С помощью *Мастера отчетов* создать отчет с именем «Ведомость».

1. В качестве источника выбрать запрос «Ведомость»; из него отобразить поля: *ФИО, Начислено, Удержано, На выдачу*. Отсортировать по алфавиту поле *ФИО*.
2. Выбрать макет *табличный*; стиль – *деловой*.
3. Вычислить итоговые суммы по полям *Начислено, Удержано, На выдачу*.
4. Изменить заголовок на «Ведомость на получение стипендии студентами группы», расположить его по центру, изменить размер и цвет шрифта. Изменить шрифт в верхнем колонтитуле на 12 размер, полужирный, а в области данных на 14.
5. После предварительного просмотра отчета, разместить названия полей таким образом, чтобы они были видны полностью. Провести горизонтальные и вертикальные линии между полями.

Задание 14. Создать отчет «Рассылка», выбрав тип отчета – *Почтовые наклейки*.

1. В качестве источника выбрать запрос «Ведомость»; из него отобразить поля: *ФИО, На выдачу*.
2. Установить параметры страницы, шрифта и другие.
3. Просмотреть результат.
4. Изменить формат шрифта области выводимых данных с помощью *Конструктора*.

Задание 15. Создать отчет «Записная книга1» с помощью *Конструктора*.

1. В качестве источника выбрать запрос «Записная книга»; из него отобразить все поля.
2. Включить в область заголовка соответствующее название отчета, а в область верхнего колонтитула системную дату.
3. Оформить отчет с помощью элементов рисования *Панели элементов*.

Критерии оценки лабораторной работы

оценка	Критерии

«отлично»	Лабораторные работы выполнены в полном объеме, приведен теоретический расчет и обоснование примененных методов и средств
«хорошо»	Лабораторные работы выполнены в полном объеме, имеются пробелы и неточности в теоретическом расчете или в обосновании примененных методов и средств
«удовлетворительно»	Лабораторные работы выполнены в полном объеме, имеются ошибки в теоретическом расчете или в обосновании примененных методов и средств

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»
для магистров
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Методические указания разработаны доцентом кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Тема: Организация научных исследований

Организация полевого эксперимента

Планирование – это определение задачи исследования, разработка схемы эксперимента, выбор земельного участка и оптимальной структуры полевого опыта. Ошибки, допущенные при планировании, нельзя исправить в последующем ни тщательным проведением эксперимента, ни применением современных методов исследования и статистической обработки данных.

Планирование эксперимента включает три этапа:

Первый этап: Предварительное определение проблемы. Этап включает в себя выбор темы, объектов и направления исследования, изучение современного состояния вопроса.

Выбор темы зависит от цели, которую перед собой поставил исследователь, актуальности и научной новизны предполагаемого эксперимента.

Изучение современного состояния вопроса включает патентный поиск, детальное изучение научной литературы и передовой производственной практики.

Второй этап: Формирование биологической и статистической моделей, цели и конкретных задач исследования, выдвижение нулевой и рабочей гипотез эксперимента.

Третий этап: Разработка схемы и методики эксперимента, включающая в себя выбор вариантов и других элементов опыта, а также их оптимального сочетания при минимальных материально-технических и финансовых затратах.

Схема опыта зависит от количественного или качественного характера различий между вариантами, а также числа изучаемых факторов и их градаций.

При разработке схемы важно соблюдать следующие требования и принципы:

1. Принцип единственного различия – равенство всех условий, кроме изучаемого, то есть варианты следует сравнивать на однородном фоне.
2. Правильный выбор стандарта и соответствующего фона для сравнений.
3. Правильно установить число доз (более трех) и интервал между ними (шаг варьирования) с целью получения кривой отклика, кривой отзывчивости растений на возрастающие дозы питательных веществ или других факторов роста.
4. Выбрать центр варьирования с целью наиболее четкого выделения трех зон кривой отклика: лимитирующей (недостаток изучаемого фактора), оптимальной и ингибирующей (избыток факторов).

Принципиальным отличием многофакторных опытов от однофакторных является то, что в них, наряду с действием, получают взаимодействие факторов. Это обеспечивает более эффективное использование площади земельного участка, а также большую репрезентативность и информативность эксперимента.

Кроме четырех выше названных, к их схемам предъявляют дополнительное требование факториальности т.е. необходимости сочетания всех градаций факторов. Это позволяет получить поверхность отклика, графическое представление результатов действия факторов опыта. Эксперименты с подобной схемой называют полнофакторными (ПФЭ).

Методика полевого опыта включает следующие составляющие ее элементы:

- а) Число вариантов, определяемое содержанием опыта. При постановке опытов

желательно, чтобы вариантов было не более 10-12, оптимально 6-8.

б) Повторность опыта на территории, т.е. число одноименных делянок каждого варианта. В настоящее время полевые опыты проводят в 3-6 кратной повторности, оптимально – 4.

в) Форма, площадь и ориентация делянок, ширина защитных полос.

По форме различают квадратную, прямоугольную и вытянутую (удлиненную) делянки, где отношение длины к ширине равно: 1, от 2 до 10 и более 10, например: (10х10 м), (4х20 м) и (2х25 м). Наибольшее распространение получила прямоугольная форма. Вытянутая форма лучше поглощает макропестроту почвенного плодородия. Она характерна для многофакторных опытов с большими делянками. Эффективность механизации также возрастает с увеличением гона агрегатов. Однако чрезмерное сужение делянок может приводить к сопряженности, или взаимовлиянию соседних делянок. На практике ширина делянок определяется рабочим захватом агрегатов. Малогабаритная техника позволяет уменьшать не только ширину, но и площадь делянки. В исследованиях с фитопатогенными организмами и по химической защите растений предпочтительнее квадратные делянки. Они снижают опасность миграции вредителей и попадание ядохимикатов на соседние делянки. В условиях малоразмерного участка квадратная форма обеспечивает наибольшую долю учетной площади. Делянки располагают (ориентируют) длинной стороной вдоль градиента плодородия, например по склону.

В обоснование площади делянки положены следующие принципы:

1. Специфика изучаемой проблемы и требования к точности опыта.
2. Вид и степень варьирования почвенного плодородия.
3. Биологические особенности культуры.
4. Уровень механизации полевых работ и материально-технических затрат.

Для любого научного исследования есть оптимальная площадь делянки, с увеличением (уменьшением) которой возрастает ошибка опыта. Оптимальными размерами опытных делянок считают:

- газонов, цветочных – 10...50 м²;
- полевых культур сплошного способа посева 50...100 м²;
- пропашных культур 100...200 м²;
- защищенного грунта 4...10 м²;
- в школе сеянцев – 10...25 м²;
- изучения орошения, эрозии и обработки почвы более 100 м².

Площадь делянки зависит от биологических особенностей и технологии возделывания культуры.

При 3 – 6-кратной повторности число учетных растений на делянке рекомендуется иметь 6...10 для плодовых деревьев, 10...20 для кустарников, 30...60 в питомнике, 80...100 штук травянистых растений.

В полевом опыте проектируемая площадь делянки должна обеспечить необходимую точность и максимальную механизацию полевых работ.

По назначению различают опытную, или посевную и учетную делянки. На опытной делянке проводят обработку почвы, внесение удобрений, посев, уход за растениями и все другие операции, предусмотренные технологией культуры. С учетной площади делянок учитывают урожай и другие наблюдения, предусмотренные

темой исследования и программой опыта. Таким образом, посевная делянка включает учетную – плюс защитные полосы.

На опытном участке выделяют *защитные полосы – боковые и концевые*. По длине делянки – боковые полосы обычно шириной от 0,5 – 1,5 м до 2 – 4 м. Их задача гасить взаимовлияние соседних вариантов. По направлению движения агрегатов – концевые более 2 м (включая разворотные полосы). По внутреннему периметру участок окаймляют буферными полосами шириной не менее 5 м газоном, культурами сплошного сева или паром.

Учетные растения на делянке располагают чаще в 1 – 2 ряда с защитными растениями на концах рядов: для деревьев – 1...2 дерева; для кустарников – 2 куста. В опытах, связанных с воздействием на почву (система обработки почвы, удобрений, орошения и т.д.), выделяют боковые защитные ряды.

Ширина защиты определяется спецификой изучаемой проблемы. В мелкоделяночных опытах по сортоиспытанию, а также в других исследованиях, где пренебрегают сопряженностью соседних рядков растений, боковые защиты отсутствуют или оставляют незасеянные полосы шириной 20-40 см. В опытах с орошением, опрыскиванием и эрозией ширина защиток достигает максимума.

г) Система размещения повторений делянок и вариантов.

В настоящее время большинство опытов ставят методом организованных повторений. В зависимости от характера расположения повторений различают способы размещения делянок в один или два яруса.

Во всех совершенных экспериментах, требующих точных сравнений и статистической оценки, для размещения вариантов внутри повторений используют рендомизацию.

На участках, где выявлено систематическое изменение плодородия почвы по двум взаимно перпендикулярным направлениям, целесообразно размещение делянок методом латинского квадрата или прямоугольника.

При проведении многофакторных опытов чаще всего используется метод расщепленных делянок. Система размещения повторений, делянок и вариантов определяет модель дисперсионного анализа.

д) Метод учета урожая.

После того, как провели планирование элементов методик полевого эксперимента, составляют схематический план его размещения, где указывают точные размеры всего опытного участка, повторений, делянок и защитных полос.

Четвертый этап: Составление рабочей программы и календарного плана проведения исследований.

Программа исследований в опыте определяется темой, целью и задачами исследований, а также сопутствующими условиями и строится на четырех основных положениях:

1. Какие наблюдения: измерения, учеты и анализы в отношении почвы, растений, фитоценозов и т.д. с указанием соответствующих методик. Обязательно регистрируют фенологические наблюдения и метеоданные.
2. Сроки и периодичность их проведения в течение вегетационного периода (однолетние культуры) ли 4-8 лет (плодово-ягодные насаждения). Наблюдения

проводят ежедневно, через 2-10 дней, по фенофазам или 1-2 раза в период от посева до уборки.

План отбора образцов и объемы выборок. Какие варианты (повторения) и сколько пробных точек (площадок) на делянке.

3. Площадки на делянках используют для различных учетов, в том числе и урожайности культур.

4. Репрезентативность отбираемых выборок обеспечивается такими приемами отбора проб, которые устраняют возможность появления систематических ошибок. Самым действенным здесь является рендомизированный отбор единиц наблюдений в выборку.

Ориентировочно с разных мест делянки площадью 100-200 м² отбирают 8-12 проб, менее 100 м² берут 6-8 проб и более 200 м² – до 15-20 проб. Пробы следует отбирать не менее чем на двух несметных повторениях.

Подводя итог всему процессу планирования полевого эксперимента, можно определить основные черты хорошо спланированного опыта:

а) простота – выбор вариантов и схемы их размещения должен быть максимально простым и соответствовать цели эксперимента;

б) точность – уровень вероятности должен обеспечить существенность различий по вариантам с заданной степенной точностью, что достигается оптимальной схемой опыта и достаточной повторностью;

в) отсутствие систематических ошибок;

г) достаточность заключений – выводы должны иметь максимально возможный интервал надежности, для чего необходима повторность во времени и пространстве;

д) расчет допустимой степени риска – схема эксперимента должна обеспечить возможность проверки.

Закладка и проведение полевого опыта

Выбор земельного участка под опыт основывается, прежде всего, на его репрезентативности. Однородность почвенного плодородия участка как предпосылка приемлемой точности будущего опыта, как правило, не совпадает с его репрезентативностью. Поэтому в каждом конкретном случае надо согласовывать эти два требования в пользу большей точности или репрезентативности опыта.

Участок должен быть удален не менее, чем на 200 м от водоемов, 40-50 м от леса и стационарных строений, 10-30 м от заборов, дорог и лесных полос. Квадратная форма участка обеспечивает минимальную удаленность вариантов друг от друга и лучшие условия для их сравнения. Для большинства культур подходят плато или равномерные одно-двускатные склоны, крутизной не более 1-2,5° (1-2,5 м на 100 пог.м). При постановке длительных опытов рекомендуется нивелирование участка с нанесением горизонталей через 10-50 см, а в опытах с орошением проводить планировку почвы. В производственных условиях ограничиваются глазомерной оценкой направления и крутизны склона.

При отсутствии почвенной карты, проводят почвенное обследование участка перед закладкой опыта. Оно включает механический состав, мощность гумусового слоя, глубину залегания грунтовых вод и полевую влагоемкость, содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия; кислотность почвы, а также потенциальную

засоренность почвы семенами и вегетативными органами размножения сорняков. На пахотных землях необходимо знать агротехническую историю участка за предшествующие годы (не менее 4-5 лет), т.е. возделываемые культуры, дозы удобрений и гербицидов, глубина обработки почвы, степень засоренности посевов, наличие злостных и карантинных сорняков.

Для более детального изучения однородности почвенного плодородия проводят реконгносцировочные и уравнительные посевы.

Уравнительным посевом называют сплошной посев какой либо культуры, проведенный на всей площади выбранного участка для повышения однородности почвенного плодородия. Реконгносцировочный посев – уравнительный посев, урожай которого учитывается дробно, возможно малыми деланками для наиболее точной характеристики состояния почвенного плодородия.

При выявленной значительной пестроте плодородия уравнительные посевы проводят несколько лет подряд для выравнивания плодородия. Наибольший эффект выравнивание дает в случае применения на уравнительных посевах высокого уровня агротехники.

Кроме выравнивания пестроты плодородия и борьбы с сорняками, уравнительные посевы создают надлежащий фон для будущего эксперимента (определенная высококачественная обработка, удобрение почвы, хороший предшественник и т.д.).

Запланированный полевой эксперимент размещают в натуре по схематическому плану, т.е. выделяют и фиксируют границы опыта, отдельных повторений, деланок.

Разбивку участка начинают с выделения общего контура опыта и контуров отдельных повторений, допустимая невязка не должна превышать 10 см на 100 м длины.

После выделения общего контура опыта, его разбивают на повторения и деланки по шнуру и мерной ленте.

По окончании разбивки опыта необходимо надежно зафиксировать его границы.

Полевые работы на опытном участке

Все полевые работы на опытном участке выполняют на основе триединого правила: единовременность, высококачественность и краткосрочность. Агротехнические приемы выполняются одновременно на всех или, по крайней мере, на целом повторении опыта. Разрыв в сроках обработки, внесения удобрений или посева всего на 6-8 ч ведет иногда к существенным различиям в росте и развитии растений. Агрофон опытного участка должен быть оптимальным для изучаемых вариантов.

Внесение удобрений. Удобрения служат как изучаемым фактором, так и агрофоном. Основное требование – равномерность распределения рассчитанной дозы по всей поверхности деланок.

Органические удобрения вносят по общей массе на единицу площади и обязательно поделаночно, даже тогда, когда их применяют в качестве фона. Они должны быть по возможности однородными по составу, происхождению, степени разложения и влажности.

Механизированное внесение органических удобрений возможно только в опытах с крупными деланками, а также в том случае, если удобрения вносят общим фоном. Минеральные удобрения, если их не изучают, желательно вносить туковой

сеялкой. Механизированный рассев удобрения, возможен и на делянках вытянутой формы размером более 300 м²

Обработка почвы. Является основной причиной межделяночного переноса почвы, который усиливают дождевые и талые воды (водная эрозия). Если обработка почвы не является изучаемым фактором, то ее следует выполнять через все делянки перпендикулярно к одной из сторон (ежегодная смена направления, прежде всего вспашка, на 90°). Орудия обработки должны разворачиваться за пределами делянок – на защитных полосах или полевых дорогах. Вспашка всвал или вразвал вдоль делянок допустима в том случае, если свальные (развальные) борозды получают между делянками или повторениями при условии ежегодной смены направления 1-го прохода на 180°. Требование гладкой пахоты часто вынуждает вести вспашку в одну сторону с холостым обратным ходом. Это проблема не возникает при использовании оборотного плуга.

Посев. Должен быть проведен в один день. Особого внимания требует техника высева (посадки) и качество посевного материала. Норму высева устанавливают по числу всхожих семян:

$$H = 100N^1M/P,$$

Где H – весовая норма семян, кг/га; N¹ – норма высева в млн. шт. всхожих семян на 1 га; M – масса 1000 семян, г.; P – посевная пригодность (всхожесть) семян, %.

В опытах, где посев не является изучаемым фактором, рекомендуется его проведение по возможности поперек делянок. Первый проход сеялки делают по шнуру (колышкам). Высевающие аппараты сеялки необходимо включать за 1-1,5 м до начала делянки и выключать после прохода ее границы. При вынужденной остановке сеялку откатывают назад на 0,5-1 м, иначе получится огрех. При посадке пропашных культур следят затем, чтобы на делянку приходилось целое число борозд (рядков), а число растений соответствовало требуемой густоте (было одинаковым).

Уход за растениями на опытном участке не отличается от производственных условий. Все работы следует выполнять своевременно, тщательно и однообразно. Особое внимание обращают на борьбу с сорняками, так как они затрудняют сравнимость вариантов.

К специальным работам относятся:

1. поделка и прочистка дорожек;
2. обрезка по шнуру концов полей и делянок;
3. отбивка защитных полос;
4. установка колышков и этикеток с обозначением вариантов.

После поделки дорожек в начале опытного участка устанавливают схематический план опыта, а против вариантов одного из повторений этикетки с их обозначением.

Учет урожая

Перед уборкой нужно осмотреть опытный участок и, при необходимости, сделать *выключки*. Под *выключкой* понимают часть учетной делянки, исключенную из учета вследствие случайных повреждений или ошибок. Уменьшение площади учетной делянки из-за выключек допускается не более, чем на 50%. В противном случае делянку выбраковывают полностью. Выключка и браковка целых делянок очень нежелательны, так как это вызывает неравноточные сравнения вариантов и

увеличивает экспериментальную ошибку.

Основания для выключек и браковки делянок:

1. повреждения, вызванные стихийными явлениями;
2. погрывы скотом, птицей, грызунами и др.
3. грубые ошибки при закладке или проведении опыта.

Учетные делянки убирают после освобождения защитных полос. Все делянки опыта (или целого повторения) желательно убирать в один день одним и тем же способом (агрегатом). В том случае. Если изучаемые приемы оказывают влияние на сроки созревания (при испытании культур, сортов, сроков посева, удобрений и т.п.), то уборку проводят дифференцированно, по мере созревания культур.

Различают 3 метода учета урожая:

1. Метод сплошного учета – убирают и взвешивают весь урожай с учетной делянки;
2. Метод учета урожая пробными площадками – взвешивают урожай только с пробных площадок (метровок, рядков).
3. Метод учёта урожая пробными снопами – взвешивают весь сырой, биологический урожай, а для расчёта товарной доли (сено, семена) отбирают сноп.

В исследовательской работе применяют только метод сплошного учёта.

Тема: Методические основы научных исследований

Вопрос о статистической проверке гипотез – один из главных в научных исследованиях. Статистические методы или критерии проверки гипотез применяются, когда необходимо:

- 1) Охарактеризовать исследуемую совокупность по выборке;
- 2) Оценить существенность различий между выборочными средними;
- 3) Определить принадлежность варианты к данной совокупности;
- 4) Выявить соответствие между фактическими и теоретическими распределениями частот.

Статистической гипотезой называют научное предположение о тех или иных статистических законах распределения случайных величин, которое может быть проверено на основе выборки. В большинстве случаев задача сводится к проверке гипотезы об отсутствии реального различия между фактическими и теоретически ожидаемыми наблюдениями, о несущественности разности между выборочными средними.

Эту гипотезу называют *нулевой гипотезой* и обозначают H_0 , т.е. *нулевая гипотеза – это статистическое предположение об отсутствии достоверных различий между фактическими и теоретическими наблюдениями или что распределение генеральной совокупности подчинено нормальному закону распределения*. Иными словами нулевая гипотеза предполагает, что между выборками, вариантами или расщеплениями нет существенных различий.

При проверке нулевой гипотезы она может приниматься или опровергаться. Нулевая гипотеза принимается, если различия между фактическими и теоретическими наблюдениями близки к нулю или находятся в области допустимых значений. H_0 не принимается или опровергается, если различия оказываются в критической для данного статистического критерия области, которые несовместимы с нашей гипотезой.

Справедливость нулевой гипотезы проверяют вычислением статистических

критериев проверки для определенного уровня значимости.

Все методы проверки нулевой гипотезы можно разделить на 2 группы:

- а) методы с использованием параметрических критериев;
- б) методы с использованием непараметрических критериев.

Параметрическими называют критерии, которые основаны на предположении, что распределение частот изучаемых вариантов подчиняется каким-то теоретическим рядам распределения (нормальному, биномиальному, Стюдента, Пуассона и т.д.). К параметрическим критериям относятся t , F , χ^2 , применение которых требует вычисления оценок параметров распределения.

Непараметрические критерии – это такие критерии, которые не требуют знаний о законах распределения изучаемых выборок и не требуют расчета статистических характеристик выборок. При их использовании ограничиваются определением ранга или порядка расположения. Ранговыми, порядковыми критериями являются: X – критерий Ван – дер – Вардена, T – критерий Уайта, W – критерий Вилкоксона, Z – критерий знаков.

Непараметрические критерии могут применяться и тогда, когда распределение сильно отклоняется от нормального. Эти критерии менее эффективны по сравнению с параметрическими критериями. Их целесообразно использовать в предварительных исследованиях.

Для проверки нулевой гипотезы надо:

- 1. Выделить H_0 ;
- 2. Убедиться в характере распределения выборок или вариантов и выбрать параметрические или непараметрические критерии;
- 3. Выбрать уровень значимости и уровень вероятности;
- 4. Рассчитать статические характеристики изучаемых вариантов или выборок;
- 5. Рассчитать фактические критерии существенности;
- 6. В соответствии с уровнем значимости сравнивают фактические критерии с теоретическими;
- 7. Принять или отвергнуть H_0 .

Преобразование исходных данных в дисперсионном анализе

В агрономических исследованиях независимое сравнение средних по вариантам достигается случайным размещением опытных делянок и случайным отбором проб в выборку, и в большинстве случаев не требуется изменение (преобразование) исходных данных для более простого и удобного проведения дисперсионного анализа.

Когда же есть основания предполагать неоднородность дисперсий по выборкам (о чем свидетельствуют большие различия в варьировании) или полученные данные слишком громоздки (напр., урожайность свеклы, картофеля, кукурузы на силос и т.п.) рекомендуется провести преобразование (трансформацию) исходных дат.

Наиболее часто встречаются следующие преобразования:

- 1) Использование произвольного начала A – при больших исходных данных из каждого x вычитают A , как правило A целое число близкое к среднему $\bar{x}$ по опыту;

2) Логарифмические преобразования, когда каждое значение x трансформируется в $\lg x$ или $\lg (x+1)$, если некоторые наблюдения в опыте равны нулю;

3) Трансформация путём извлечения квадратного корня из x ($\sqrt{x}$ или $\sqrt{x+1}$), когда значения по вариантам различаются в порядках (напр., засоренность – 2, 3, 5, 7 или 20, 30, 50, 25);

4) Трансформация x в «Уюл – арксинус процент» (по таблице 5 приложений) – в случае, когда наблюдаемые величины выражены в процентах (напр., пораженность растений болезнями).

Преобразованные значения обрабатываются по обычной схеме дисперсионного анализа и после оценки существенности различий переходят обратно к первоначальным единицам измерения (напр., возводят в квадрат, либо прибавляют произвольное начало A). При этом, средние, полученные в процессе трансформации будут незначительно отличаться от первоначальных средних, полученным по исходным данным, но разница невелика.

В этом случае рекомендуется использовать средние, полученные обратным переходом.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Факультет экономики и менеджмента

Кафедра экономики и менеджмента

Учебно-методическое пособие

для практических занятий магистров по дисциплине

«Стратегический менеджмент»

по направлению 35.04.03 подготовки «Агрохимия и агропочвоведение»

направленность (профиль) «Цифровые технологии в агрохимии и
агропочвоведении»

Рязань 2025

Учебно-методическое пособие для практических занятий по дисциплине
«Стратегический менеджмент» для магистров по направлению 35.04.03
подготовки «Агрохимия и агропочвоведение»

Разработчик - кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента
(должность, кафедра)



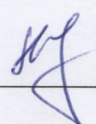
(подпись)

Лозовая О.В.

(Ф.И.О.)

Методические рекомендации рассмотрены и рекомендованы к
использованию на заседании кафедры экономики и менеджмента

Протокол № 8 от «19» марта 2025 г.

Зав. кафедрой экономики и менеджмента  Мартынушкин А.Б.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической
комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и
агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Введение

Основной целью семинарских (практических) занятий является обучение будущих бакалавров методам разработки конкурентоспособных стратегических решений. Тематика семинаров построено соответственно последовательности стратегического управления, что позволяет уяснить задачи и способы стратегического менеджмента.

Цель конкретизируется в следующих задачах:

- развивать систему знаний, определяемых содержанием учебной программы дисциплины и соответствующими требованиями, предъявляемыми к уровню квалификации и требованиями соответствующего государственного образовательного стандарта
- совершенствовать систему умений, обеспечивающих реализацию задач курса «Стратегический менеджмент»,
- укреплять систему профессионально целесообразных ценностно-эмоциональных отношений студентов к анализируемой проблематике организационного поведения.

Семинарские занятия позволяют самостоятельно составить стратегическую программу предприятия, разработать стратегию повышения качества товара или ценообразования, решить ситуационные задачи управления стратегиями

Студентам необходимо усвоить механизмы, технологии составления и реализации стратегической программы, понять специфику принятия разнообразных стратегических решений, различные стратегии предприятия..

Семинарские занятия проводятся в форме дискуссии, беседы, деловой игры, индивидуальной письменной работы. Оценивается работа студента на семинарском занятии посредством собеседования или тестирования.

Вопросы для устного опроса на практических занятиях

Тема № 1. Основные понятия стратегического менеджмента

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Основные понятия стратегического менеджмента: внешняя и внутренняя среда организации, стратегический проект, стратегическая программа, стратегический план, стратегическое управление, конкурентные преимущества, диверсификация и др.
2. Классический подход к стратегии и современное их видение. Пять «П» стратегии (Г. Минцберг).
3. Виды стратегий. Классификационные признаки стратегий. Продуктовые стратегии. Базовые, конкурентные, отраслевые стратегии, портфельные стратегии.

Тема № 2. Стратегические решения в бизнесе.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Понятия решение. Виды управленческих решений.
2. Стратегическое решение. Характеристика особенностей принимаемых стратегических решений.
3. Технология выработки стратегических решений.
4. Анализ процесса принятия стратегических решений.
5. Примеры стратегических решений в бизнесе.

Тема № 3. Стратегии, виды стратегий

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Понятие стратегии. Виды стратегий.

Эволюция термина стратегия.

Роль стратегии в менеджменте.

Сущность и содержание стратегии. Сущность выработки и организации стратегии.

Стратегические правила.

Стратегия и эффективность.

Формулирование стратегии.

Оправданность стратегии.

Трудности при освоении процесса выработки стратегии

Тема № 4. Содержание и структура стратегического управления. Конкурентные преимущества.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Анализ среды.

Определение миссии и целей.

Выбор стратегии.

Выполнение стратегии.

Оценка и контроль реализации стратегии.

Понятие конкурентных преимуществ.

Виды конкурентных преимуществ.

Стратегии создания конкурентных преимуществ.

Тема № 5. Этапы стратегического управления

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Основные подходы к выделению этапов стратегического управления.

Подходы к формированию стратегических альтернатив и стратегический выбор.

Сущность, типология, особенности стратегического планирования.

Этапы процесса стратегического планирования.

Структура стратегического плана.

Основные стадии реализации стратегии.

Стратегические изменения.

Стратегический контроль: критерии и показатели оценки.

Современные тенденции развития стратегического контроля.

Тема № 6. Стратегический потенциал организации

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Потенциал как возможности предприятия, виды возможностей.

Роль знаний в формировании стратегий.

Компетенция и ее виды: операторские и управленческие.

Роль компетенций в формировании продуктовых стратегий.

Методы развития потенциала предприятия.

Тема № 7. Аналитическое обеспечение стратегического менеджмента.

Анализ макроокружения

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Роль анализа в стратегическом планировании и его специфика.

Виды анализа внешней среды в стратегическом планировании.

Анализ макроокружения.

Экономическая компонента.

Правовая компонента.

Политическая компонента.

Социальная компонента.

Технологическая компонента.

Система отслеживания внешней среды.

Тема №8. Анализ непосредственного окружения

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Покупатели. Составление «портрета» покупателя. Основные характеристики для анализа.

Учёт положения покупателя на рынке и его учёт при разработке стратегии фирмы.

Поставщики. Анализ деятельности поставщиков.

Влияние поставщиков на деятельность фирмы.

Факторы определения влияния поставщиков как конкурентов.

Конкуренты. Сильные и слабые стороны

Виды конкурентов.

Планирование барьеров, противодействующих вхождению потенциальных конкурентов на рынок.

Анализ рынка рабочей силы.

Потенциальные возможности рынка рабочей силы в обеспечении фирмы квалифицированными кадрами.

Тема № 9. Анализ внутренней среды

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Выявление слабых и сильных сторон в деятельности фирмы

Управленческое обследование.

2. Пять функциональных областей хозяйственной деятельности:

3. маркетинг;

4. финансы;

5. производство;

6. персонал;

7. культура и имидж фирмы

Тема № 10. Методы анализа среды

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Виды анализа внешней среды в стратегическом планировании: «STEP», «SWOT»,

2. конкурентный анализ по М. Портеру, анализ рынка.

3. Виды анализа внутренней среды: анализ динамики издержек и кривая опыта, факторный и цело-частный анализ и др.

4. Роль аналитического знания в обосновании стратегических решений.

Тема № 10. Формирование миссии и целей организации.

Построение «дерева целей» стратегического управления

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Миссия организации.

2. Корпоративная миссия. Концепция корпоративной миссии.

3. Формулирование миссии. Требования к формулированию миссии.

4. Правила формулирования миссии.

5. Факторы, оказывающие влияние на миссию.

6. Цели организации и их классификация.

7. Типы целей организации.

8. Пространство определения целей.

9. Дерево целей стратегического управления.

10. Функциональные цели.

11. Цели развития организации.

12. Процесс формулирования целей.

13. Требования к формулированию целей.

14. Критерии качества поставленных целей.

Тема № 11. Формирование стратегических альтернатив, стратегический выбор и условия реализации стратегии

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Понятие альтернатива.

2. Стратегическая альтернатива.

3. Выбор стратегической альтернативы.

4. Критерии выбора стратегических альтернатив.

5. Условия реализации стратегии.

Тема № 12. Стратегические планы и их составляющие

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Основные элементы стратегического проекта: продуктовая, технологическая, организационная, кадровая, культурная, функциональная стратегии.

2. Различие операторских и менеджерских стратегий.
3. Варианты стратегического проекта: полные и неполные, активные и адаптивные.
4. Стратегические программы их роль и состав.
5. Детерминанты стратегических программ.
6. Видение как форма интуитивного порождения стратегического проекта или программы.

Тема № 13. Реализация и контроль стратегии

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Реализация стратегии. Задачи реализации.

Стратегическое изменение.

Перестройка организации.

Программа реализации стратегического проекта.

Оценка состава и величины ресурсов предприятия.

Определение человеческих, инвестиционных ресурсов, определение их источников.

Бюджеты стратегических изменений.

Стратегические политики.

Тема № 14. Концепция продукта в стратегическом управлении

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Понятие продукта. Факторы, определяющие понимание продукта.

Эволюция взгляда на продукт.

Основные составляющие продукта. Функциональные свойства и качества. Марка продукта. Имидж продукта. Упаковка и этикетка. Гарантии.

Динамика продукта. Жизненный цикл продукта. Фазы жизненного цикла.

Стратегия продукта на отдельных фазах его жизненного цикла.

Инноваторы и последователи. Подходы к созданию нового продукта.

Этапы создания нового продукта.

Тема № 15. Продуктовая стратегия и ее варианты.

Стратегический маркетинг как инструмент формирования продуктовой стратегии

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Качество товаров и их адресность как элемент продуктовой стратегии.

2. Виды продуктовых стратегий с точки зрения И. Ансоффа: стратегии проникновения на рынок, стратегия развития рынка, стратегия разработки новых товаров, стратегия дифференциации.

3. Типовые продуктовые стратегии по М. Портеру: лидерство за счет экономии на издержках, дифференциации, сфокусированные издержки, сфокусированная дифференциация.

4. Продуктовые стратегии по Ф. Котлеру: «лидер рынка», «бросающий вызов», «следующий за лидером», «нишер».

5. Ценовая составляющая продуктовой стратегии.

6. Условия и факторы ценовой политики.

7. Факторы снижения производственных и транзакционных издержек.

Тема №16. Стратегия использования человеческого потенциала

Вопросы, выносимые на обсуждение:

Взаимодействие человека и организации.

Вхождение человека в организацию.

Личностные основы поведения человека в организационном окружении.

Индивидуальное и групповое сопротивление изменениям.

Адаптация и изменение поведения человека.

Задача 1.

Проблемы проникновения на зарубежный рынок

Фирма X. GmbH (Германия) более 20 лет специализируется на производстве арматуры и принадлежностей для ванных комнат и водопроводной системы (краны, узлы, крепежные детали, душевое оборудование). Фирма предлагает свою продукцию как для домашних

хозяйств, так и для различных организаций. Доля фирмы на внутреннем рынке — 32%, на рынке Франции — 8%, Бельгии — 3%, а крупная торговая компания в Майами ежегодно закупает около 4% производимой продукции фирмы для продажи в США (доля 5%). Общий ежегодный оборот компании превышает 40 млн. немецких марок, а по указанным рынкам — 25 млн. немецких марок.

Дифференциация продукции производится фирмой по размерам, цвету, стилю, отделке (металлической и пластиковой), что дает возможность занять более прочные рыночные позиции.

Недавно X.GmbH заказала исследование рынка России. Обнадеживающие результаты побудили компанию к активному внедрению на российский рынок, наметив срок внедрения — один год.

- Задание

1. Порекомендуйте компании пути внедрения на рынок России.
2. Выявите потенциальные трудности, связанные с каждой возможностью проникновения.
3. Выберите и дайте обоснование методу проникновения на российский рынок.
4. Предложите рекомендации по системе товародвижения и распределения.

- Методические рекомендации по решению задачи. Внимательно прочитайте задачу, так как в мини-ситуации практически каждая фраза несет смысловую нагрузку. Иногда лучше прочитать задачу дважды.

Полезно ознакомиться с заданием перед тем, как изучать текст мини-ситуации. Это поможет вам при чтении ситуации выделить в ней ключевые моменты. Например, в нашей задаче следует отметить такие данные:

- 1) 20-летняя известность фирмы;
- 2) ассортимент и дифференциация производимой продукции с целью овладения большой долей рынка;
- 3) целевые рынки: домашние хозяйства и организации;
- 4) доли рынка (%): ФРГ — 36, Франция — 8, Бельгия — 3, США — 5; итого 52, прочие рынки — 48;
- 5) общий оборот — свыше 40 млн. немецких марок;
- 6) оборот по внешним рынкам — 25 млн. немецких марок;
- 7) принято решение о внедрении на рынок России с обозначенным сроком (один год).

Вопросы, поставленные в задании, требуют структурированных ответов в форме сведений и/или рекомендаций.

Вы выступаете в роли советника или консультанта компании. Проведите прежде всего общий анализ данных ситуационной задачи. Конечно, глубина этого анализа ограничена, поскольку мини-кейс не дает обширной информации. Поэтому некоторые вопросы могут решаться вами на интуитивном уровне, что весьма полезно для развития у обучающихся маркетинговой интуиции.

Так, если валовой оборот с продаж составил 40 млн. немецких марок, и у вас есть данные о долях рынков в зарубежных странах, то можно по крайней мере на интуитивном уровне утверждать, что продажи на новом рынке не будут больше, чем на одном из завоеванных рынков. Значит, продажи не превысят 4—5 млн. немецких марок. Первая проблема — как обеспечить успешный доступ на российский рынок. А зависит она от эффективности маркетинга, логистики и т.п.

Компания имеет опыт маркетинговой деятельности за пределами ФРГ, владеет определенными долями рынка, т.е. обладает силой воздействия на рынок. Рекомендации по развитию российского рынка будут связаны и с проблемами распространения товаров. Продукция имеет широкую область применения, производство не является специализированным. Марка компании установилась и получила признание на рынке. Стимул, который движет ситуацией, — расширение компании, запланированный рост. Такой анализ необходимо провести перед подготовкой более конкретных ответов на поставленные вопросы в задании.

Теперь представим ответы на вопросы как возможный вариант. Не исключено, что среди обучающихся окажутся люди с прекрасной интуицией и знаниями в области бизнеса, которые подсказали бы фирме более эффективное решение.

- Вопрос 1. Пути внедрения компании на рынок России

А. Возможности:

- а) прямой экспорт;
- б) строительство производственной базы в России;
- в) организация дистрибьюторской сети для распространения товара;
- г) организация совместного предприятия с существующим российским предприятием и создание дистрибьюторского канала;
- д) производство в России по лицензии;
- е) создание дочерней компании по продажам за границей;
- ж) организация сети продвижения товара и оценки продаж (при экспорте);
- з) приобретение: по вертикали (дистрибьютор и оптовый торговец с существующей системой продвижения продаж) или по горизонтали (покупка контрольного пакета акций производителя в России);

Б. Международные проблемы.

Время для завоевания признания, организация сети распространения, завоевания позиций на рынке. Поглощение эффективно лишь для компаний, утвердившихся на рынке, но не приносит пользы не известным для данного региона фирмам.

- Вопрос 2. Трудности каждой возможности

а) Прямой экспорт:

признание на рынке;
сопротивление рынка иностранной торговой марке;
время на проникновение в сеть распределения; затруднительный контроль за ростом продаж; незначительное влияние торговли на продажи;
трудности в связях с конечным потребителем;
задержки в оплате.

б) Строительство производственной базы: инвестиции;

определение местонахождения;
обучение рабочей силы;
поиск квалифицированного персонала;
объективность информации (в частности, по размещению производственной базы и доходности различных возможностей);
задержки во времени по завоеванию рыночного признания.

в) Организация дистрибьюторской сети по распространению товара:

трудность отбора хороших дистрибьюторов (крупный — не обязательно лучший);
перенос издержек по созданию дистрибьюторской сети на конечного потребителя;
возможные трудности агента по признанию продукции (дальнейшее сопротивление рынка);

связь с дистрибьютором может оказаться непостоянной;
поддержание достигнутого уровня продаж;
проблема мотивации дистрибьютора (агента);
лояльность к компании основана лишь на финансовых итогах деятельности;
дистрибьюторы могут распространять и конкурирующий товар.

г) Совместные предприятия: поиск подходящего партнера;

трудности в установлении негласных обязательств и понимания;
проблемы, которые могут возникнуть после подписания договора (например, политические);

необходимость расчета базы для репатриации прибыли и конечного вклада.

д) Лицензирование: соответствие рынку; поддержка стандартов;
необходимость определения реальной эффективности издержек;

потеря контроля;
под вопросом репутация продукта;
маркетинг в руках третьей стороны;
потребность в высокотехнической документации, осложняемая дифференциацией продукта.
е) Создание дочерней компании по продажам за границей (весьма разумная возможность):
инвестиции;
временной лаг (освоение рынка, организация системы сбыта и т.п.);
надлежащее укомплектование персоналом;
необходимость прокладывать путь для сбыта;
уравнивание финансовых рисков и удовлетворение целей, стоящих перед германской фирмой.
ж) Организация сети продвижения товара и оценка продаж (при экспорте):
необходимость интеграции в иностранную экономику;
культурные различия;
приобретение признания на персональном уровне;
доведение продукции до требований рынка;
организация системы продаж;
поддерживающая мотивация.
з) Приобретение (трудности краткосрочные): выбор подходящей компании;
достижение больших сбережений на инвестициях, чем потеря на дополнительных издержках;
выбор правильного профиля приобретения.

- Вопрос 3. Выбор метода проникновения.

В качестве предлагаемого метода выхода на рынок выбрано приобретение.

Обоснование выбора:

1. Эффективное использование временного фактора (так как задача фирмы — проникновение за один год).
2. Наличие системы сбыта и каналов распределения
3. Поскольку фирма занимается международным маркетингом, она имеет опыт в поисках и выборе целевых сегментов
4. Экономия на инвестициях
5. Приобретение требует наименьших затрат по сравнению с другими способами для доступа на рынок и сохранения рыночных позиций.

- Вопрос 4. Рекомендации по товародвижению и распределению.

Стандартизация системы документации.

Установление системы товарных запасов для экспортера и импортера.

Обеспечение оптимальности заказов и поставок. . Предложение дистрибьютором необходимого уровня сервиса в пользу потребителя.

Четкое формулирование дистрибьюторских целей и разработка соответствующих форм распределения товаров.

Использование контейнеризации перевозок.

Поскольку приобретение было отобрано среди других способов проникновения, дистрибьюторская сеть будет использована до появления потребности в альтернативе.

В рамках всей системы распределения необходимо постоянно осуществлять анализ и контроль издержек.

Приведенный пример представляет собой лишь один из возможных вариантов решения задачи и не претендует на единственно возможный. Ситуационные задачи не преследуют цель поиска единого ответа. В некоторых случаях может быть лишь мнение большинства или консенсус.

Главная цель обсуждения подобных ситуаций — развитие маркетингового мышления обучающихся, привлечение всех полученных ими знаний и навыков к рассмотрению и

оценке различных вариантов принимаемых решений, организация логического подхода к обсуждению проблем, тренировка интуиции и умения дискутировать.

Задача 2

Компания «Чемпион» производит высококачественные электрически плиты. С целью развития и роста, компания выбрала стратегию дифференциации. Имеются следующие данные о компании за два смежных отчетных периода.

Показатели Прошлый

период Отчетный период

1 Количество произведённых и проданных единиц продукта , ед. 80 000 84 000

2 Цены продаж, руб. 200 220

3 Затраты основных материалов, м 240 000 246 000

4 Стоимость м основных материалов , руб. 20 22

5 Производственная мощность (потенциальный объём производства и продаж) , ед. 100 000 100 000

6 Общие затраты на обработку, руб 4 000 000 4 400 000

7 Затраты на обработку, приходящиеся на единицу производственной мощности (строка 6 / строка 5) , руб. 40 44

8 Количество покупателей, с которыми компания может заключить договора на продажу и послепродажному обслуживанию, к-во покупателей 60 58

9 Общие затраты на продажу и послепродажное обслуживание покупателей, руб. 1440 000 1450 000

10 Затраты на продажу и послепродажное обслуживание в расчёте на одного покупателя (строка 9 / строка 8) , руб 24000 25000

Дополнительные данные:

1) В отчетном году менеджменту компании «Чемпион» удалось сократить расход основных материалов на единицу продукции.

2) Величина затрат на обработку каждый год зависит от производственной мощности, под которой понимается количество единиц продукции, которое компания может произвести.

3) Величина затрат на продажу и послепродажное обслуживание зависят от количества покупателей, с которыми компания может заключить договора на продажу и послепродажному обслуживанию. Компания Чемпион реализует свою продукцию 46-ти покупателям в прошлом и 50-и в отчетном году.

Требуется:

1. Подумать, какие основные элементы Вы включили бы в Сбалансированную систему оценочных показателей компании «Чемпион», и дать их краткое описание.

2. Рассчитать компоненты роста, изменения цен и эффективности для анализа изменения операционной прибыли за рассматриваемый период.

3. Предположить, что за отчетный год рынок электрических плит вырос на 3 %.

Предположить также, что всё увеличение доли рынка (то есть увеличение объёмов продаж свыше 3-х %) произошло в результате реализации компанией стратегии дифференциации.

Рассчитать какие доли изменения операционной прибыли за рассматриваемый период можно соотнести соответственно с действием фактора изменения размера рынка, фактора лидерства в области затрат и фактора дифференциации. Насколько успешно компания реализовывала выбранную стратегию?

Задача 2

Турфирма по предоставлению водных экскурсий «Речной трамвайчик» формирует стратегическую программу.

Фактический уровень капвложений составляет 800 тыс.руб.,

Критический объем капвложений (данные проведенных исследований) 600 тыс.руб.,

Оптимальный объем капвложений – 850 тыс.руб.

Факторы присущие осуществляемой стратегии отражены в таблице и равны 1.

1.Отразите в таблице факторы присущие стратегиям 1 и 2, где соответственно, 1 будет свидетельствовать о наличии фактора, 0 – об отсутствии его в стратегии.

2.Выделите оптимальную стратегию.

Факторы Действующая стратегия 1 стратегия

Лидерство по издержкам 2 стратегия

Дифференциация

Перенос производственных мощностей ближе к потребителю 1 0 1

Перепроектирование основных производственных процессов 1 1 0

Использование наиболее рациональных технологий 0 1 0

Ориентация на выпуск товаров на основе новейших разработок 0 0 1

Коэффициент существующего потенциала компании принять равным 0,6, а коэффициент потенциала необходимого для реализации будущей стратегии – 0,68.

Необходимо определить:

1. Уровень стратегических капиталовложений,

2. Стратегический норматив,

3. Норматив возможностей

4. Конкурентный статус фирмы (КСФ),

5. Дать характеристику КСФ.

Задача 3.

Предложите стратегии роста, по матрице И.Ансоффа, применительно к следующим предприятиям: коммерческий банк.

Задача 4

Портфель видов деятельности изготовителя электронной аппаратуры производственного назначения включает пять стратегических бизнес-единиц.

Данные о продажах этих СЕБ, темпы роста рынка и относительная доля рынка(ОДР) приведены ниже в таблице.

СЕБ Продажи, млн.шт. ОДР Темп роста рынка, %

A 1,0 0,9 15

B 3,2 1,4 20

C 3,8 0,5 7

D 6,5 1,1 4

E 0,7 0,3 4

1. Проанализируйте портфель предприятия методом БКГ и дайте свой диагноз его состояния.

2. Что можно порекомендовать предприятию, какую стратегию следует выбрать для каждой СЕБ по результатам, полученным в результате вашего анализа?

Задача 5

1. Какой вид матричного портфельного анализа кажется вам наилучшим, ответ обоснуйте.

2. Опишите в чем преимущества матричных моделей «General Electric – McKInsey» и «Arthur D. Little» по сравнению с матрицей БКГ?

3. Постройте матрицу «Arthur D. Little» для одной из российских фирм.

КЕЙС (все варианты)

«Ален», как и многие небольшие частные фирмы, отражает индивидуальность владельца и его стремление совершенствовать свое мастерство в управлении делами компании.

«Ален» компания стремящаяся во всем быть на лидирующих позициях, использовать современные методы и средства управления.

«Ален» - это завод по производству электропроводки, обладающей уникальными свойствами проводимости. Данный сектор промышленности состоит из 30

конкурирующих компаний с совокупным годовым оборотом 600 млн долл. На долю первых четырех компаний приходится 70 % годового оборота. Средний реальный темп роста продаж 2 %, а в условиях увеличения инфляции – более 5 %.

«Ален» предлагает готовую конкурентоспособную продукцию к реализации на различных

рыночных сегментах.

Организационная структура управления фирмой следующая (рис. ниже).

После возвращения из отпуска президент Смит собрал исполнительный комитет.

- Я думаю, что мы можем гордиться итогами второго квартала. Цель нашего сегодняшнего собрания – решить, что нам следует предпринять для расширения нашей деятельности. Если мы не хотим, что бы нас поглотили конкуренты, которых становится все больше, мы должны вырасти.

- Я думаю, - сказал Томсон, - что наши менеджеры - продаж проделали хорошую работу в прошлом квартале.

- Если бы вы попросили их собрать счета за последние 90 дней, тогда дело выглядело бы хуже, - возразил Роджерс. Я могу сказать прямо, что если бы Боб Ирвин не организовал магазин при заводе, дела были бы совсем плохи.

- Подождите, я знаю, что вы заслуживаете того, что бы быть выслушанными, коллеги, - прервал Смит. Но нам необходимо сегодня направить мысли в одно русло. Мне представляется, что мы должны разработать несколько направлений развития, по которым мы можем пойти, что бы избежать критической ситуации и приумножить имеющиеся достижения. Вот список наших сильных и слабых сторон. У нас достаточно хорошее положение с кредитами, однако 75% наши счетов еще не оплачены, что вредит движению наличности. Если ситуация не изменится, наши финансовые накопления будут нестабильными. Наша валовая прибыль до уплаты налогов составляет 4%, хотя средняя по отрасли – 8%. Рентабельность собственного капитала -7,7%, а наша задолженность превышает собственный капитал в 1,5 раза. Если мы не будем работать лучше, нас ждут неприятности.

Коммерческий директор Томсон добавил:

-Наш объем продаж за последние 12 месяцев составил 17,5 млн. долл. География продаж следующая: 50% объема продаж – в радиусе 100 миль от завода, 20% объема продаж – район Северо-запада, 10%- продано на севере, 20% - сильно разбросаны по регионам. Если рассматривать номенклатуру нашей продукции, то 25 % поступлений приходится на проволоку большого диаметра, 59% - среднего диаметра и только 16% - на тонкую проволоку. Правда, доход от продаж единицы тонкой проволоки в 4 раза выше, чем от остальных видов продукции. Наши дистрибьюторы, по их отчетам, продают 60% тонкой проволоки. 50% наших постоянных клиентов дают нам 80% всех поступлений.

Смит продолжил:

- Очень приятно, что вы подготовили эти данные. Я озвучил наши слабые стороны и хотел бы сказать о сильных. Наша фирма ориентируется на требовательных клиентов, и всегда стремилась удовлетворить их требования и предпочтения. У нас лучшее время доставки продукции в отрасли. Наш средний показатель – 5 недель, а у остальных предприятий он близок к 9 неделям. На качество нашей продукции не поступает жалоб. У нас работает группа квалифицированных специалистов, и мы достаточно много сделали, что бы их сохранить на нашем предприятии, мы уберегли наше предприятие от массовых увольнений в период кризиса, тем самым заслужили доверие сотрудников. Мы имеем отличное оборудование и тем самым соблюдаем экологические стандарты. Новое оборудование позволяет нам применять гибкую систему производства.

К сожалению, как на любом производстве, у нас имеется брак, который обходится нам достаточно дорого. Выбраковывается 30% продукции, стоимость повторной переработки брака составляет 10% от цены чистого сырья, идущего на изготовление продукции. У нас более чем на 1,5 млн долл. запасов готовой продукции и сырья, а это ничтожно мало.

Нам следует ориентироваться на увеличение объемов продаж и расширение производства.

- Какую цель мы ставим себе на ближайшие 5 лет, в соответствии с этой стратегией? – спросил Томсон.

- я хотел бы видеть годовой оборот в 30 млн долл. с прибылью до уплаты налогов в 20%. Я хотел бы видеть рентабельность собственного капитала на уровне 25 %, а

рентабельность активов – 10%.

На этом заседание закончилось.

Вопросы и задания:

- 1) Сформулируйте миссию фирмы и стратегическую цель.
- 2) Проведите SWOT – анализ фирмы.
- 3) Определите положение товаров фирмы по матрице БКГ.
- 4) Оцените по 10-бальной шкале действие на фирму «Ален» каждой из пяти сил конкуренции (по модели М. Портера). Ответ обоснуйте.
- 5) Составьте объемно-стоимостной анализ ABC товаров компании.
- 6) Какие действия необходимо предпринять организации для достижения поставленных финансовых целей?
- 7) Какие стратегии вы можете предложить в качестве альтернативных и какая стратегия является преимущественной по отношению к данной фирме?

Задача 6. Примеры факторов, учитываемых в SWOT-анализе

Распределите указанные факторы по сильным и слабым сторонам организации, её возможностям и угрозам.

1. Снижение торговых барьеров в выходе на внешние рынки
2. Адекватные финансовые источники
3. Четко сформированная стратегия
4. Использование экономии на масштабах производства, ценовое преимущество
5. Увеличение продаж заменяющих товаров, изменение вкусов и потребностей покупателей
6. Недоступность финансов необходимых для изменения стратегии
7. Непоследовательность в реализации стратегии
8. Высокая стоимость продукции в сравнении с ключевыми конкурентами
9. Расширение диапазона возможных товаров
10. Усиление требований поставщиков
11. Ослабление нестабильности бизнеса
12. Большая доступность ресурсов
13. Чувствительность к нестабильности внешних условий бизнеса
14. Наиболее эффективная в отрасли реклама
15. Благодушие конкурентов
16. Ожесточение конкуренции
17. Возможность обслуживания дополнительных групп потребителей
18. Слабая политика продвижения
19. Ослабление роста рынка, неблагоприятные демографические изменения ввода новых рыночных сегментов
20. Появление иностранных конкурентов с товарами низкой стоимости
21. Расширение ассортимента продукции
22. Разработка новых направлений и видов деятельности
23. Прочные позиции в сфере продаж и занимаемых сегментах
24. Активное освоение новых рынков сбыта продукции по географическим зонам и категориям потребителей
25. Наличие профессиональных функциональных и линейных руководителей
26. Развитая система менеджмента качества
27. Безупречная деловая репутация предприятия
28. Периодическая учеба и регулярное повышение квалификации кадров управления
29. Интенсивность и интенсификация производства, повышение уровня фондовооруженности
30. Сильная организационная культура, основанная на лидерстве
31. Высокая текучесть кадров среди производственного, обслуживающего и вспомогательного персонала (максимальная загруженность его в процессе труда)

32. Неформальные связи и общение, отсутствие корпоративной сплоченности
33. Отсутствие рекламы в регионе
34. Нежелание и неумение делегировать полномочия
35. Множество непредвиденных ситуаций и дополнительно выполняемых поручений и видов работ
36. Слабая система стимулирования персонала, отсутствие долгосрочных перспектив и программ развития рабочих
37. Ослабевание процесса обслуживания местных каналов сбыта продукции
38. Не поддерживается привлекательность имиджа предприятия и его торговой марки
39. Высокие риски по отдельным видам продукции, работ, услуг
40. Исключаются стратегии сотрудничества с конкурентами

Задача 7. Подготовить на основе самостоятельной работы вопросы для собеседования (конкретный перечень для каждого студента определяется преподавателем)

Вопросы для собеседования

1. Какие особенности характерны для современной среды бизнеса?
2. Каковы основные предпосылки возникновения стратегического менеджмента в контексте эволюции предпринимательства и менеджмента?
3. Назовите основные этапы эволюции организаций и управленческих систем.
4. В чем состоит концепция стратегического управления?
5. Каковы основные этапы развития планирования в компании?
6. В чем преимущество бюджетно-финансовых методов планирования?
7. В чем главное отличие долгосрочного планирования от стратегического?
8. Что такое «5П» стратегии Г.Минцберга?
9. Определить понятие, сущность и принципы стратегического менеджмента?
10. В чем состоит важность ориентации компании на долгосрочную перспективу?
11. В чем состоит отличие миссии фирмы от стратегического видения?
12. Каковы основные требования к формулировке миссии компании?
13. Как наличие или отсутствие миссии компании влияет на ее деятельность?
14. Раскройте содержание основных этапов стратегического процесса?
15. Каково значение этапа целеполагания для успешного развития компании?
16. Каковы критерии классификации целей организации?
17. Используя SMART – принцип, сформулируйте основные требования к целям.
18. Каковы правила построения дерева целей?
19. Какова взаимосвязь стратегического управления с деятельностью функциональных подразделений фирмы?
20. Какие факторы главным образом определяют баланс приоритетов между стратегическими и оперативными решениями?
21. Что отличает стратегические решения от других типов решений?
22. Какие этапы процесса принятия стратегического решения наиболее значимы и почему?
23. Какие виды стратегических решений Вам известны? Приведите примеры стратегических решений из практики российских предприятий.
24. Каковы особенности стратегических проблем, которые необходимо решить руководству компании?
25. Каковы основные критерии выделения стратегических единиц бизнеса?
26. Каковы основные различия между стратегиями бизнеса и стратегиями компании? Могут ли они совпадать?
27. Какие функциональные стратегии могут быть разработаны для предприятия? Приведите примеры.
28. Каковы цели формирования стратегии компании?
29. Как обеспечить взаимосвязь стратегий разного уровня?

30. Что является результатом анализа макросреды? Как используются эти результаты при формировании стратегии фирмы?
31. Охарактеризуйте внешнюю среду российского бизнеса с точки зрения экономических и социокультурных факторов.
32. Охарактеризуйте внешнюю среду российского бизнеса с точки зрения политических и технологических факторов?
33. Какие методы можно использовать для того, чтобы «отфильтровать» нужную информацию на этапе проведения ПЭСТ- анализа?
34. Каким образом осуществляется влияние макросреды на деятельность компании?
35. Какие тенденции в макросреде можно назвать возможностями для организации, а какие угрозами? Приведите примеры.
36. Каковы цели проведения отраслевого анализа? Каковы основные направления отраслевого анализа? Модель пяти сил М.Портера.
37. От каких факторов зависит уровень конкуренции в отрасли?
38. Что следует понимать под барьерами вхождения в отрасль? Приведите примеры производств, где не действует кривая опыта.
39. Для чего компании важно знать ключевые факторы успеха?
40. Какими характеристиками определяется привлекательность отрасли?
41. Каковы особенности отрасли на различных этапах ее жизненного цикла?
42. Дайте определение понятию стратегических групп конкурентов. Каковы критерия выделения стратегических групп конкурентов? Приведите примеры.
43. Что следует понимать под профилем отрасли и как его можно графически представить?
44. Какие способы наполнения базы данных о состоянии внешней среды могут быть использованы?
45. Какими источниками информации может пользоваться компания для изучения внешней среды?
46. В чем преимущества и ограниченность использования центральных СМИ для сбора информации?
47. Какие специальные источники информации о состоянии деловой среды и тенденциях развития может использовать компания?
48. Каковы основные цели и принципы внутреннего анализа?
49. Некоторые специалисты в области стратегического менеджмента придерживаются мнения, что внутренний анализ намного важнее внешнего. Согласны ли Вы с этой точкой зрения?
50. Какие виды деятельности называют основными и как они соотносятся со стержневыми компетенциями компании?
51. В чем состоит сущность подхода и самой модели цепочки ценности? Что дает цепочка ценности М.Портера для анализа предприятия?
52. Какие методы могут быть использованы при осуществлении внутреннего анализа организации?
53. В чем отличие материальных активов предприятия от нематериальных? Для чего определяют стратегический потенциал?
54. Какого влияние внешней и внутренней логистики на конкурентоспособность компании по издержкам?
55. Что следует понимать под конкурентным преимуществом?
56. Что необходимо знать для определения конкурентных преимуществ компании?
57. Какие факторы влияют на прочность конкурентной позиции компании?
58. Каким образом можно количественно оценить конкурентную силу компании?
59. Как влияет определение конкурентной позиции компании (сильных и слабых сторон) на выбор стратегии и тактики конкурентного поведения?
60. Каково предназначение портфельного анализа?

61. Какие основные концептуальные положения положены в основу матрицы БКГ? В чем ее основные преимущества и недостатки?
62. Дайте с помощью матрицы БКГ характеристику семейства продукции российского предприятия и оцените перспективность его номенклатурного портфеля. Какие стратегии могут быть рекомендованы?
63. Является ли матрица McKinsey – GE просто более сложным вариантом матрицы БКГ? Если нет, то объясните почему?
64. Какие данные необходимо собрать для построения матрицы «Рост – доля рынка»?

Основная литература

1. Агафонов, В.А. Стратегический менеджмент. Модели и процедуры: Монография / В.А. Агафонов. - М.: Инфра-М, 2019. - 350 с.
2. Веселков, С.Н. Стратегический менеджмент. Успешное управление бизнесом в России: Учебно-практическое пособие / С.Н. Веселков, Ю.А. Цыпкин. - М.: Юнити, 2019. - 606 с.
3. Гуськов, Ю.В. Стратегический менеджмент: Учебное пособие / Ю.В. Гуськов. - М.: Альфа-М, 2019. - 448 с.
4. Абрамов, В. С. Стратегический менеджмент : учебник и практикум для вузов / В. С. Абрамов, С. В. Абрамов ; под редакцией В. С. Абрамова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 444 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14595-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL:<https://urait.ru/bcode/520203>
5. Стратегический менеджмент : учебник / под ред. д-ра экон. наук, профессора Н.А. Казаковой. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 320 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-005028-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1941765>

Дополнительная литература

1. Малюк, В.И. Стратегический менеджмент. Организация стратегического развития: Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В.И. Малюк. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 361 с.
2. Егоршин, А.П. Стратегический менеджмент: Уч. / А.П. Егоршин, И.В. Гуськова. - М.: Инфра-М, 2018. - 240 с.
3. Лапыгин, Ю.Н. Стратегический менеджмент: Учебное пособие / Ю.Н. Лапыгин. - М.: Инфра-М, 2018. - 400 с.
4. Сорокина, Т. И. Стратегический менеджмент : учебное пособие / Т. И. Сорокина. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2021. — 151 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/208412>
5. Данилкина, Ю. В. Стратегический менеджмент : учебно-методическое пособие / Ю. В. Данилкина, А. О. Яковлева. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 82 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176558>

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Кафедра агрономии, селекции, семеноводства и агрохимии

**Методические указания для практических занятий по дисциплине
«Инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии»**

**по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
направленность «Цифровые технологии в агрохимии и
агропочвоведении»**

Методические указания разработаны доцентом кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Антипкина Л.А.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Введение. Инновационные технологии – новое решение проблем в почвоведении, агрохимии и экологии	5
2. Классификационная проблема в почвоведении. Развитие современных представлений о базовой классификации почв в России. Агроэкологическая классификация почв России.....	14
3. Агроэкологические аспекты применения удобрений в условиях их дефицита. Программирование применения различных доз удобрений в адаптивном земледелии.....	20
4. Использование современных биологических препаратов - основа получения экологически безопасной продукции	23
5. Обоснование использования осадка сточных вод в качестве мелиоранта против деградации почв. Виды, способы получения и сроки применения.....	27
6. Использование молотых фосфоритов, калия хлористого и цеолитсодержащих пород в агроценозах. Новые комплексные гранулированные удобрения.....	30
7. Применение карбонатсодержащих агроруд для регулирования плодородия почв и получения нормативно чистой продукции растениеводства.....	32
8. Список используемой литературы.....	35

Введение

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии» для магистрантов второго года обучения по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение по программе «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении».

В данных указаниях серьезное внимание уделено методикам определения химического состава и качества с/х продукции.

В задачи методических указаний входит описание методов лабораторного агрохимического анализа растений.

Методические указания содержат программу проведения лабораторно – практических занятий, вопросы для самопроверки и рекомендуемую литературу.

Раздел 1. Введение. Инновационные технологии – новое решение проблем в почвоведении, агрохимии и экологии

Тема 1. Экологическая направленность агротехнологий

Правильная агротехнология должна быть комплексной и дифференцированной. Комплексная дифференцированная агротехнология - это система приемов возделывания растений, выполняемых своевременно, в определенной последовательности и находящихся во взаимной связи друг с другом, с требованиями культуры и с условиями произрастания. Агротехнология должна быть конкретной и адаптированной к условиям хозяйства, поля и участка. Она ни в коем случае не должна быть шаблонной. Методология формирования технологии заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность культуры и качество продукции.

Различают четыре уровня интенсивности технологий:

1) экстенсивные технологии — ориентированы на использование естественного плодородия почв без удобрений и химических средств или с очень ограниченным их использованием;

2) нормальные (обычные) технологии - обеспечены минеральными удобрениями и пестицидами в том минимуме, который позволяет поддерживать средний уровень урожайности и окультуренности почв, устранять дефицит элементов минерального питания и давать удовлетворительное качество продукции;

3) интенсивные технологии - нацелены на обеспечение растений всеми факторами жизни;

4) высокоинтенсивные технологии - рассчитаны на достижение продуктивности культуры, близкой к ее биологическому потенциалу, с помощью современных достижений науки и техники.

Агротехнологии в зависимости от уровня интенсификации отличаются не только количеством применяемых удобрений, пестицидов и других средств, но и содержанием агроприемов, элементов земледелия и их соотношением (доля чистого пара; способ, глубина, частота обработки почвы; сроки и способы посева; нормы высева), которые находятся в системном взаимодействии. Выбор категории агротехнологий зависит от обеспеченности хозяйства производственными ресурсами.

Нормальные (обычные) агротехнологии базируются на парово-зерно-пропашных севооборотах, умеренном применении минеральных удобрений и агротехнических способах защиты посевов от сорняков, болезней и вредителей с протравливанием семян и эпизодическим использованием пестицидов. Эти технологии обеспечивают умеренный уровень урожайности.

Интенсивные технологии отличаются от обычных тем, что они в большей мере учитывают особенности и потребности культуры и удовлетворяют их на всех этапах производства продукции. Интенсивные технологии предусматривают применение оптимальных доз удобрений, интегрированной

(в том числе химической) защиты растений с целью резкого увеличения урожайности (на 40-50% в сравнении с обычной агротехнологией), улучшения качества продукции и повышения экономической эффективности производства.

Высокоинтенсивные технологии являют собой качественный скачок и в создании сортов, и в подготовке почвы, и в насыщенном технологическими операциями уходе за посевами. Данные технологии требуют больших финансовых вложений, применения передовой техники и оборудования, современных препаратов и высокой квалификации специалистов.

Однако неумелая интенсификация агротехнологий приводит к загрязнению окружающей среды и продукции. Поэтому в настоящее время наряду с интенсификацией прослеживается переход к биологизации земледелия, позволяющей вести экологически безопасное сельскохозяйственное производство без нарушения экологического баланса в природе.

Биологизация агротехнологий предусматривает переход к альтернативным ресурсосберегающим технологиям, суть которых — возделывание сельскохозяйственных культур без применения или при ограничении доз минеральных удобрений, ядохимикатов, регуляторов роста и др. Основная проблема при внедрении биологизированных технологий - управление режимом питания растений. Полностью за счет биологических факторов (кроме азотфиксации бобовых культур) она не может быть решена. Улучшение обеспечения растений фосфором и калием может быть достигнуто за счет увеличения их возврата нетоварной частью урожая, применением микроорганизмов и органических удобрений. Минеральный азот можно заменить биологическим за счет внесения органических удобрений, расширения посевов бобовых культур, применения сидератов, улучшения условий для развития свободноживущих азотфиксаторов и др.

Адаптивные технологии наиболее полно реализуют потенциал природы и сельскохозяйственной культуры. Адаптивность - это способность организма к приспособлению к определенным условиям возделывания. Основные постулаты адаптивной стратегии интенсификации сельского хозяйства по А.А. Жученко таковы:

- увеличение продуктивности сельхозугодий на основе более рационального использования местных почвенноклиматических условий, сохранения и повышения плодородия почвы;
- агроэкологическое районирование культур и сельхозугодий, оптимизация структуры посевных площадей, дифференцированное использование макро- и микроусловий и адаптивного потенциала возделываемых культур и сортов;
- биологизация земледелия, создание сортов и гибридов с высокой продуктивностью наряду с устойчивостью к неблагоприятным факторам;
- создание устойчивых агроэкосистем и агроценозов;

- дифференцированное использование средств химизации в зависимости от складывающихся условий, комплексное применение техногенных средств, ресурсосберегающая и природоохранная направленности технологий.

В последние годы в мире получила распространение очень близкая к адаптивному растениеводству система Sustainable agriculture development, которая предусматривает удовлетворение возрастающих потребностей человечества, более эффективное использование природных ресурсов и создание равновесия с окружающей средой.

Экономичные технологии (бесплужные, консервирующие, сберегающие) применяют в мировой практике довольно широко. Суть их сводится к сокращению затрат на единицу произведенной продукции при стабильно высоких урожаях. Новые методы предполагают минимизацию (mini-till) или даже полное исключение (no-till) высокзатратных и энергоемких операций по обработке почвы.

Прецизионные и высокоточные технологии обеспечивают конкурентоспособность продукции растениеводства на мировом рынке за счет снижения издержек производства, возделывания выгодных в экономическом отношении культур, внедрения прогрессивных ресурсосберегающих технологий. Наиболее перспективны прецизионные технологии и их аналоги — ГИС-технологии и «высокотехнологичное земледелие».

Суть сберегающих технологий сводится к сокращению затрат на единицу произведенной продукции при стабильно высоких урожаях. В основе ресурсосбережения лежит поиск путей снижения затрат на обработку почвы через объединение и сокращение технологических операций, используя комбинированные многофункциональные агрегаты. Технологии сберегающего земледелия - это технологии минимальной и нулевой обработки почвы.

Минимальная обработка почвы обеспечивает снижение энергетических и финансовых затрат путем уменьшения числа и глубины обработок, совмещения операций и приемов в одном рабочем процессе или уменьшение обрабатываемой площади при использовании гербицидов. Важным условием высокой эффективности минимализации обработки почвы являются высокий уровень агротехники, строгая технологическая дисциплина, использование эффективных средств защиты растений, внесение удобрений на планируемую урожайность.

Нулевая (No-till) технология не предусматривает механическую обработку почвы. Так называемый «прямой высев» проводят специальными стерневыми сеялками в необработанную почву, а для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями используют пестициды. Для нулевой обработки и прямого посева используют агрегаты ГШК Обь-4 ЗТ, СРП-2, ПК «Кузбасс» 8,5, СЗС-2ДА, John Deere 1820, Horsch Airseeder, KTS 4, Amazonen DMS-Primera 601 и др. Неотъемлемой частью минимальной и нулевой систем обработки почвы являются глубокое рыхление почвы (чизелевание) один раз в 4-5 лет и обеспеченность агрохимическими ресурсами.

Преимущества технологии No-till:

- экономия топлива, времени и затрат на технику, т.к. вместо 12- 16 операций при традиционной технологии проводится 3-5 операций при no-till. При этом требуется меньше техники, уменьшаются затраты на амортизацию, текущий ремонт;
- в засушливые годы увеличивается урожайность по сравнению с традиционной технологией, поскольку мульча на поверхности почвы сохраняет влагу и улучшает рост растений. Однако в первые годы внедрения No-till урожайность может быть меньше, чем при традиционной обработке;
- уменьшается плотность почвы. Невспаханная почва под давлением тракторов меньше деформируется по сравнению с обработанной почвой;
- снижается потенциальная засоренность почвы, поскольку прорастающие на поверхности почвы семена сорняков легко уничтожаются гербицидами. Почва физически не повреждается, не переворачивается, а сорняки под слоем мульчи плохо прорастают;
- сохраняется и накапливается почвенная влага. Влагосберегающую функцию выполняют стерня и мульча, которые снижают скорость ветра у поверхности почвы и уменьшают высыхивание. Стерня обеспечивает задержание снега на поле;
- оптимизируется температурный режим почвы. Под мульчей температура почвы летом ниже, чем при традиционной обработке, а зимой, наоборот, выше - из-за малой теплопроводности растительных остатков. Тому же способствует и большой слой снега на полях;
- улучшается структура почвы, поскольку исключается механическая обработка почвы, разрушающая ее структуру;
- активизируется биогенность почвы, чему способствует наличие влаги и органического вещества. Увеличивается численность дождевых червей, которые являются «биопахарями», и другой почвенной микрофлоры;
- увеличивается содержание гумуса в почве, начиная после 5-7-го использования no-till;
- почва лучше защищена от эрозии. Наличие стерни и мульчи препятствует ветровой и водной эрозии почвы. Улучшается инфильтрация влаги по естественным порам почвы, уменьшаются поверхностный сток воды и смыв почвы.

Точное (прецизионное) земледелие учитывает неоднородность участков каждого поля по рельефу, почвенному покрову, агрохимическому содержанию и подразумевает применение на каждом участке поля разных агротехнологий. На основании полученных объективных данных на конкретное место поля вносится в соответствии с потребностью растений строго нормированная доза удобрения (гербицида, пестицида) и только там, где это необходимо. Изменения регулировок машин при обработке почвы, посеве, распределении удобрений и средств защиты растений применительно к каждому участку поля позволяют оптимизировать производственные издержки и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

В точном земледелии широко применяют GPS-прибор для параллельного вождения сельскохозяйственных машин в процессе ухода за растениями. Его использование значительно экономит минеральные удобрения и средства защиты растений, снижает потери урожая за счет «пропусков» и «перекрывтий», возникающих при традиционной обработке

Общий экономический эффект от применения системы точного земледелия составляет до 15% от оборота предприятия. Высокотехнологичное земледелие включает в себя использование современных информационных технологий. Применяя их, можно гибко, дифференцированно использовать различные средства производства (семена, удобрения, пестициды, орошение) в зависимости от складывающихся условий поля и отдельного участка. Основой всех используемых методов в ВТЗ является современная технология точного определения координат на местности. Координаты расположения конкретного участка поля позволяют организовать систематический сбор, анализ и использование всей необходимой информации.

В последние годы функцию определения координат на местности выполняет спутниковая Система глобального позиционирования (GPS), а в сельском хозяйстве она чаще всего используется в качестве усовершенствованной технологии cGPS, которая позволяет с более высокой степенью точности определять местонахождение людей, тракторов, комбайнов, другой сельскохозяйственной техники, оросительных систем и т. п. В России действует аналогичная система спутниковой навигации ГЛОНАСС (глобальная И навигационная Спутниковая Система), принцип работы которой во многом подобен GPS.

Геоинформационная система (ГИС) представляет собой систему компьютерного программного обеспечения, которая служит универсальным инструментом сбора, хранения, обработки, анализа и представления информации в различной форме (преимущественно в виде карт, таблиц и графиков). Ее успешное использование в растениеводстве требует большого объема исходной информации, в том числе такой, как карты урожайности за прошлые годы, результаты исследований проб почв, данные аэрофотосъемки, снимки, произведенные со спутника, и др. Постоянный мониторинг погодных условий дает возможность оценивать степень и характер воздействия погоды на урожайность культур в зависимости от фаз их развития. Информацию можно получать в виде графических карт, отображающих потенциальную урожайность, состояние растений, влажность почв и другие показатели.

ГИС позволяет расширить информацию о почвах, состоянии растений в каждый из периодов вегетации. Раннее обнаружение различий в состоянии посевов позволяет своевременно определить те участки полей, на которых необходимо дополнительное внесение удобрений. Внедрение прецизионных и ГИС-технологий предусматривает использование технологий глобального позиционирования, дистанционного зондирования,

картирования урожайности, переменного нормирования внесения химикатов и др. Первый этап внедрения точного земледелия - введение системы параллельного вождения (трактор может двигаться на 13-20 % быстрее), второй — картирование сельскохозяйственных угодий и составление карт полей, третий — отбор почвенных проб и составление почвенных карт, четвертый — картирование урожайности. Комплексная ГИС наиболее часто включает в себя цифровые карты содержания минеральных веществ в почве, типов и характеристик почв, карты уклонов (с цифровой моделью рельефа) и экспозиций склонов, погодных, климатических и гидрологических условий, урожайности, распределения болезней и вредных насекомых.

Использование ГИС требует больших вложений в покупку программного обеспечения, оборудования, цифровых карт, обучение кадров и реорганизацию всех этапов производства и управления. Этапы внедрения ресурсосберегающих технологий:

- проведение организационно-хозяйственных мероприятий (крупноблочные поля, круглосуточная работа техники, прогрессивные системы оплаты труда, заблаговременное заключение договоров по поставкам и продажам и т.п.);
- выбор экономически целесообразных культур и сортов;
- проектирование экономически и агротехнически целесообразных севооборотов);
- подбор широкозахватных многофункциональных комбинированных агрегатов. Внедрение технологий точного земледелия;
- разработка научно обоснованной и экономически целесообразной системы обработки почвы;
- система удобрения культур в севообороте с использованием минеральных и альтернативных форм удобрений (сидерация и др.);
- разработка технологии посева (i годготовка семян к посеву, сроки посева, нормы высева, способы посева, глубина посева семян);
- уход за посевами;
- интегрированная система защиты посевов (использование самоходных опрыскивателей, гербицидов различного спектра действия и т.д.);
- уборка (сроки и способы уборки, использование широкозахватных роторных жаток и жагов чесального типа, логистика уборки, уборка влажного зерна, современные способы хранения зерна).

Экологически безопасные технологии. Интенсивное использование химической защиты растений, а также применение высоких норм минеральных удобрений сильно обостряют экологическую напряженность и повышают актуальность мер, предупреждающих загрязнение окружающей среды и производимой растительной продукции.

Экологически безопасная технология производства продукции растениеводства исключает загрязнение почвы, поверхностных и грунтовых вод и воздуха токсическими веществами. Она предусматривает использование главным образом биологического азота, но не исключает возможности применения небольших доз дробных азотных подкормок, не загрязняющих окружающую среду и продукцию нитратами. Эта технология не исключает также применение быстро детоксицируемых пестицидов, не накапливающихся в почве и растениях, хотя она базируется на широком использовании биологических и механических средств защиты посевов. Экологически безопасные технологии производства биологически чистой продукции должны быть с элементами биологизации, энерго- и ресурсосбережения.

Критерии аттестации производства продукции растениеводства по экологически безопасной технологии следующие:

- удаленность полей не менее чем на 25-30 км от крупных промышленных центров и на 5-7 км - от автострад, загрязняющих атмосферу выбросами;
- отсутствие применения средств, химической защиты растений и больших доз минеральных удобрений в последние три года;
- отсутствие остаточных количеств пестицидов и радионуклидов в почве; наличие специального биологизированного севооборота для производства растениеводческой продукции по экологически безопасной технологии;
- наличие документа (сертификата), подтверждающего выращивание культур без применения экологически опасных доз пестицидов и минеральных удобрений.

Основные мероприятия по обеспечению экологически безопасной технологии производства продукции растениеводства следующие:

- создание диагностической комиссии по обследованию полей и проведению экологического, радиологического и агрохимического изучения почв хозяйства. На поля необходимо получить сертификат соответствия, паспорт или другой документ, удостоверяющий экологическое, агрохимическое и агрофизическое состояние и пригодность поля для производства биологически чистой продукции;
- выбор необходимых полей на основе проведенных анализов и их сертификация (паспортизация);
- разработка и освоение специализированного севооборота для производства биологически чистой продукции;
- разработка биологизированной системы удобрений;
- разработка системы ресурсосберегающей обработки почвы;

- разработка экологически безопасной системы мер борьбы с сорняками;
- разработка экологически безопасной системы машин, обеспечивающей полную механизацию технологий возделывания культур;
- разработка экологически безопасных агротехнологий;
- создание системы агроконтроля, обеспечивающего успешное внедрение агротехнологий получения экологически безопасной продукции.

На полях с повышенным содержанием двухвалентных катионов тяжелых металлов (кобальт, никель, цинк, кадмий, ртуть) снизить их поступление в растения можно искусственным повышением антагонизма двухвалентных катионов за счет известкования почвы. Поступление в растения одновалентных тяжелых металлов можно снизить внесением калийных удобрений в повышенных нормах. Производство продукции, свободной от избытка нитратов, возможно при максимальном использовании биологического азота. Микробиологическая фиксация атмосферного азота — экологически чистый и малозатратный способ снабжения растений азотным питанием. Модель этой технологии включает переход на биологический азот за счет:

- увеличения доли бобовых культур в севообороте;
- создания условий для бобово-ризобиальной фиксации азота

воздуха;

- использования бобовых сидератов;
- активизации ассоциативной биологической азотфиксации;
- применения биологических препаратов;
- дробного внесения азотных удобрений в умеренных нормах под

зерновые, картофель и корнеплоды.

Насыщая почву органикой и полезной почвенной микрофлорой, можно оптимизировать азотное и фосфорное питание растений, обеспечить их биологически активными соединениями, улучшить структуру почвы и др. Микроорганизмы быстро размножаются, живут недолго и, разлагаясь, обогащают почву. В растениеводстве применяют препараты почвенных микроорганизмов (агрика, байкал ЭМ-1, азотовит, бактофосфин, азолен, никфан, ризоагрин-Б, экофит, микробиологическое удобрение на основе ризосферных бактерий и др.), препараты на основе гуминовых кислот (агрифул, биоэнергия, вива, гумат. гумат натрия, гумат калия, гуми, гумимакс, гумистим, лигнас, росток, сила жизни. флора-С, эдагум СМ, экоорганика и др.) и регуляторы роста (альбит, агат- 25К, амбиол, гибберсиб, завязь, иммуноцитифит, эпин-экстра, эль- 1, мивал, крезацин, новосил, силк, энергия-М и др.).

Чтобы снизить пестицидную нагрузку на почву и растения, в первую очередь необходимо использовать агротехнические приемы:

- соблюдать севооборот, снижающий запасы вредных насекомых, болезней и сорняков;
- своевременно и качественно обрабатывать почву;
- механически уничтожать сорняки; использовать сидеральные и чистые пары; вводить в севооборот промежуточные сидеральные культуры;
- устраивать ловушки и приманки для вредных насекомых и т. п.;
- применять пестициды с узкой избирательной способностью и коротким периодом детоксикации;
- строго соблюдать нормы, сроки и способы применения пестицидов.

На почвах, уже загрязненных пестицидами, имеет смысл возделывать культуры на техническую переработку. Следует шире применять биологические методы борьбы: использовать паразитов вредных насекомых, организмы, вызывающие болезни вредителей, устраивать ловушки, в том числе феромонные. Защитным эффектом от болезней обладают ряд микробиологических препаратов-регуляторов, такие как альбит, планриз, триходермин, псевдобактерин, флоритан, иммуноцитифит, агат-25 К, экстрасол, глиокладин и др., а инсектицидным - лепидодид, битоксибациллин, бикол и др.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое агротехнология?
2. Какие существуют агротехнологии?
3. Какие бывают уровни интенсивности технологий?
4. Какие критерии аттестации производства продукции растениеводства по экологически безопасной технологии существуют на данный момент?
5. Какие биологические меры борьбы следует применять?

Раздел 2. Классификационная проблема в почвоведении. Развитие современных представлений о базовой классификации почв в России.

Агроэкологическая классификация почв России

Тема 1. Опыт классификации почв в России. Тема 2. Зарубежный опыт классификации почв

После публикации первого варианта профильно-генетической классификации почв России в 1997 г. проходило ее обсуждение научной общественностью и апробация различными способами, в результате чего в новый вариант 2004 г. был внесен ряд изменений и дополнений. На него тоже поступили многочисленные отклики от региональных отделений общества

почвоведов и отдельных специалистов, в виде статей в журнале "Почвоведение" и дискуссии в Интернете. Авторы классификации сочли необходимым дать анализ результатов обсуждения, как в целом по принципам классификации и номенклатуре, так и по отдельным группам почв.

За 10 лет, прошедшие со времени опубликования первой версии классификации почв России 1997 г., она неоднократно обсуждалась на заседаниях постоянно работающей Межведомственной Комиссии по классификации почв и была доработана в соответствии с высказанными критическими соображениями и рекомендациями. Ее издание на английском языке, в котором были учтены замечания редактора английской версии Р. Арнольда, позволило получить ряд замечаний от иностранных коллег. За эти годы классификация дополнительно прошла полевую апробацию в разных по природным условиям регионах страны. Новым и весьма результативным методом проверки "работоспособности" классификации был успешный опыт идентификации нескольких сотен почвенных монолитов из коллекции Почвенного музея.

Диагностические признаки, лежащие в основе выделения самой "рабочей" таксономической единицы - подтипа, были систематизированы, в их диагностике усилена генетическая линия, были введены новые признаки. Формулы почвенных профилей даны не только для типов, но и для подтипов, что облегчает пользование классификацией.

Введение новых диагностических горизонтов и признаков усилило генетическую составляющую классификации, послужило основанием для выделения новых типов, подтипов и даже отделов, подчеркнув экологические обоснования их диагностики. В настоящем виде новая классификация почв с достаточной полнотой охватывает многообразие почв России. Для составления карт на основе новой классификации были разработаны картографические индексы почв (до уровня подтипа включительно).

При подготовке к изданию второй версии классификации для удобства читателя изменено построение книги. Она снабжена серией разъясняющих таблиц и схем.

Издание в 2004 г. второй, дополненной и исправленной, версии классификации привело к оживлению дискуссии по вопросам классификации. В адрес Почвенного института и Межведомственной комиссии по классификации почв от различных учреждений, региональных отделений Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и частных лиц поступают отзывы, содержащие критический анализ новой классификации, конкретные замечания и предложения. С весьма обстоятельным ее разбором выступили ученые Ростовского университета, преимущественно в отношении черноземов.

Большинство рецензентов отмечает, что новая классификация почв подводит итог длительного, почти 30-летнего (после публикации классификации 1977 г.), периода географо-генетических исследований, способствует обобщению и систематизации накопленного за это время фактического материала. Дополнения и изменения, внесенные в диагностику почв, сообщают ей большую

определенность и обеспечивают воспроизводимость идентификации почв разного таксономического ранга.

Все рецензенты единодушны в положительной оценке классификации антропогенно-измененных почв, охватывающей все их разнообразие и встроенной в общую структуру системы "на равных" с естественными почвами. По существу, классификация, используя субстантивную диагностику, и в отношении антропогенно-измененных почв является генетической, рассматривая антропогенные преобразования как стадии эволюции.

Положительную оценку получила также систематика техногенных поверхностных образований, позволившая впервые адекватно отразить их при крупномасштабном почвенном картографировании.

Субстантивная классификация все больше привлекает внимание специалистов на местах. В Почвенный институт неоднократно поступают обращения о консультациях по поводу перевода региональных названий почв в номенклатуру новой системы. Интерес к использованию классификации особенно усилился после создания в Интернете сайта, посвященного новой классификации (авторы сайта С.Ф. Хохлов и С.В. Овечкин). Число посещений сайта за последние полгода превысило 1500. К нему обращаются в основном специалисты, профессионально занимающиеся составлением средне- и крупномасштабных почвенных карт. Некоторые из них стали постоянными посетителями сайта, и с ними ведется регулярное обсуждение диагностики и номенклатуры интересующих их объектов. Опыт общения с пользователями сайта показал, что большинство из них используют классификацию в своей практической работе. Ряд посетителей сайта высказывают предложения, касающиеся уточнений и дополнений диагностики почв, чаще всего, антропогенно-измененных, а также техногенных поверхностных образований. Среди преимуществ новой классификации подчеркивается наличие четких субстантивных критериев диагностики почв.

Приведенные сведения показывают, что субстантивная классификация востребована специалистами и создание ее необходимо и своевременно. Тем не менее, принятие почвоведомы новой профильно-генетической классификации сопряжено с определенными и вполне объяснимыми трудностями. Российское почвоведение исходно создавалось и развивалось на факторно-генетических принципах, поэтому использование в качестве классификационных критериев условий формирования почв многим специалистам представляется более привычным и удобным для картографических работ, чем обращение к свойствам почв. Профильно-генетическая классификация группирует объекты по результатам процессов, отвлекаясь от условий и времени образования почв. Такой подход предполагает жесткость разделительных рубежей и формальную диагностику почв, что плохо соотносится с факторно-генетическими принципами и потому плохо принимается многими российскими почвоведомы.

Рассмотрим критические замечания по общим вопросам - принципам, терминологии, критериям диагностики и по отдельным почвам и группам почв.

Самым важным аспектом критики мы считаем отношение к принципам новой классификации. В ряде отзывов говорится, что новая классификация,

несмотря на то, что выделение ее таксонов базируется на строении почвенного профиля, не может рассматриваться как генетическая. Основанием для такого суждения является недостаточный учет факторов почвообразования в новой системе, поскольку недооценка экологических условий затрудняет и обедняет диагностику почв.

Действительно, в новой классификации факторы почвообразования не используются непосредственно, как диагностические показатели, а типы и подтипы не привязаны жестко к определенным экологическим нишам. Этот подход исходит из представлений о том, что поскольку сочетание факторов, необходимое для формирования определенного типа профиля почв, может иметь место и за пределами их основных ареалов, то почвы могут встречаться в разных природных зонах, подзонах и провинциях. Кроме того, почвенный профиль как система генетических горизонтов, далеко не всегда оказывается результатом функционирования в существующих в данный момент природных условиях. Рядом исследователей было показано, что достаточно часто существенные элементы профиля унаследованы от прошлых стадий почвообразования.

Тем не менее, вряд ли справедливо считать, что в новой классификации факторы почвообразования полностью игнорируются. Дело даже не в том, что субстантивные характеристики типов и многих подтипов всегда сопровождаются описанием природных условий их формирования и указанием основных ареалов на территории страны. Идеология новой классификации почв России (как и международной системы - WRB, особенно ее последней версии) состоит в том, что баланс субстантивного прагматизма и генетической идеологии осуществляется через горизонты, которые выделяются как генетические образования и диапазон которых очень широк. Горизонты вместе с генетическими признаками отражают тесную связь почв с факторами почвообразования, и в этом проявляется единство субстантивной и экологической составляющих новой классификации.

Вопросы для самоконтроля:

1. Когда была сформулирована первая классификация почв?
2. По каким основным показателям классифицируют почву?

Тема 3. Мировая реферативная база почвенных ресурсов

Мировая реферативная база почвенных ресурсов – средство международной корреляции почвенной номенклатуры

Задачи. Мировая реферативная база почвенных ресурсов (WRB World Reference Base for Soil Resources, 1998) не является классификацией в обычном смысле. Её основное предназначение - корреляция национальных почвенных классификаций, создание общепонятного языка, некоего почвенного эсперанто, не подменяющего в то же время национальные системы. WRB также должна служить средством общения почвоведов с непочвоводами, которые с неудовольствием относятся к обилию классификаций в почвоведении, в нюансы которых не хотят, да и не имеют возможности,

вникать. Кроме того, поскольку WRB является производной от легенды Почвенной карты мира ФАО-ЮНЕСКО (1990), в будущих изданиях последней, скорее всего, в качестве легенды будет принята WRB.

Общие принципы построения. WRB имеет двухуровневую, неиерархическую систему построения. На первом уровне выделяются 30 реферативных почвенных групп. Для неспециалистов предлагается остановиться на этом уровне; любая конкретная почва может быть отнесена к определенной почвенной группе даже человеком, поверхностно знакомым с почвоведением. На втором уровне предлагается уточнить название, добавляя к нему так называемые модификаторы (классификаторы). Всего предлагается к использованию 121 модификатор, которые также могут уточняться с помощью 10 префиксов. Используя их в нужном количестве и сочетаниях, возможно определить конкретный почвенный профиль.

Структура. Компилятивный характер WRB определил сложную, неоднозначную структуру этой классификации. Структура WRB (система «реферативных» почвенных групп, которые дополнительно определяются квалификаторами) фактически повторяет французскую *Referentiel Pedologique* (AFES, 1998), которая строится на концепции существования дискретных почвенных типов («точек или областей в n-мерном пространстве признаков»). В то же время границы классов задаются жёсткими формальными границами, как в американской *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 1998). На втором уровне классификация формально является дескриптивной, то есть таксоны этого уровня не определяются, а описываются путем введения одного, двух и более определений (квалификаторов). Диагностика почвенных групп и единиц низшего уровня производится по формальным количественным признакам. Предмет диагностики: почвенный профиль. Гидротермические показатели не учитываются.

Диагностика реферативных почвенных групп производится на основании наличия диагностических горизонтов, диагностических признаков и диагностических сочетаний горизонтов. WRB декларирует, что выделение диагностических горизонтов и свойств производится с учетом почвенно-генетических процессов, и для выделения групп используются «первичные», «главные» почвообразовательные процессы.

Номенклатура

Номенклатура, используемая для почвенных групп и квалификаторов в WRB, как и в предшествующей ей легенде Почвенной карты Мира (1990), носит компилятивный характер. Некоторые из названий почвенных групп заимствованы у русской почвенной школы (Chernozems, Solonchaks, Solonetz, Podzols), некоторые являются производными от названий почв в национальных почвенных классификациях (Gleysols, Kastanozems, Andosols), некоторые прямо заимствованы из *Soil Taxonomy* США (Histosols, Vertisols), большинство же названий искусственно создано на основе латинских корней (Leptosols, Fluvisols, Ferralsols и т. д.).

В качестве принципов, положенных в основу классификации авторы декларируют принципы генетичности, историчности, воспроизводимости,

открытости, изменчивости и стабильности, сочетания объективности и субъективности, иерархичности. При этом они подчёркивают, что профильно-генетический подход отграничивает данную классификацию от семейства других генетических классификаций, в том числе от факторно-экологических, учитывающих в качестве диагностических показателей условия и факторы почвообразования, а также современное функционирование почв.

Классификация предусматривает выделение восьми таксономических категорий: стволов, отделов, типов, подтипов, родов, видов, разновидностей и разрядов.

Ствол - высшая таксономическая единица, отражающая разделение почв по соотношению процессов почвообразования и накопления осадков.

Отдел - группа почв, характеризующаяся единством основных процессов почвообразования, формирующих главные черты почвенного профиля.

Тип - основная таксономическая единица в пределах отделов, характеризующаяся единой системой основных генетических горизонтов и общностью свойств, обусловленных сходством режимов и процессов почвообразования. При диагностике типа как правило не учитываются почвообразующая порода и горизонты, переходные к ней.

Подтип - таксономическая единица в пределах типа, отличающаяся качественными модификациями основных генетических горизонтов, которые отражают наиболее существенные особенности почвообразовательных процессов и эволюции почв.

Род - таксономическая единица в пределах подтипа, определяемая степенью насыщенности почвенного поглощающего комплекса, присутствием в профиле карбонатов, гипса и химизмом засоления.

Вид - таксономическая единица, отражающая количественные показатели степени выраженности признаков, определяющих тип, подтип, а иногда и род почв.

Разновидность - таксономическая единица, отражающая разделение почв по гранулометрическому составу, каменистости и скелетности почвенного профиля (до почвообразующей породы). В почвах, развитых на неоднородных (слоистых) породах, предлагается выделять 2-3-ярусные гранулометрические разновидности.

Разряд - таксономическая единица, группирующая почвы по характеру почвообразующих и подстилающих пород, а также мощности мелкозёмистого почвенного профиля.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое WRB?
2. Назовите основные таксономические характеристики.
3. Охарактеризуйте подтип.
4. Охарактеризуйте род.
5. Охарактеризуйте вид.
6. Охарактеризуйте разновидность.

7. Охарактеризуйте ствол.
8. Охарактеризуйте тип.

Раздел 3. Агроэкологические аспекты применения удобрений в условиях их дефицита. Программирование применения различных доз удобрений в адаптивном земледелии.

Тема 1. Использование соломы на удобрение

Солома как удобрение

Солома содержит около 15% воды и примерно на 80% состоит из органического вещества. Целлюлоза, пентозаны, гемицеллюлоза и лигнин (до 80%) является энергетическим материалом для микроорганизмов почвы, а продукты их деструкции - строительным материалом для лабильного ("питательной") гумуса. В среднем количество гемицеллюлозы в составе растительных остатков составляет 15-20%, лигнина - 15-22%. За 20-30% лигнина процесс расщепления целлюлозы значительно замедляется. Солома в почве превращается: в ней сначала раскладываются простые углеводы, гемицеллюлоза, белковые соединения, а затем эфиры целлюлозы и лигнин. Химический состав соломы значительно изменяется в зависимости от свойств почвы и погодных условий. В среднем солома содержит 0,5% азота, 0,25 - фосфорного ангидрида, 0,8 - окиси калия и 35-40% органического углерода, 25 г бора, 15 - меди, 150-марганца, 2 - молибдена, 200 - цинка и 0,5 г кобальта.

В связи с широким соотношением в соломе C: N - 70-80, после ее разложения микроорганизмы потребляют минеральный азот.

Влияние соломы на растения

В почве продукты разложения соломы - ванилиновая, кумаровая и бензойная кислоты заметно ингибируют рост растений. Фитотоксичный эффект продуктов разложения соломы проявляется в задержке роста корней, нарушении обмена веществ, хлороз. Кроме фенольных соединений, по расписанию соломы образуется ряд органических кислот: муравьиная, уксусная, молочная, масляная, щавелевая, янтарная, валериановая, также вредных для развития корневых систем растений.

Особенно много вредных соединений накапливается при анаэробном разложении соломы. В аэробных условиях и в почвах с высокой биологической активностью токсичные соединения разлагаются быстрее.

В опытах установлено, что большое значение в устранении депрессивного эффекта соломы на растения имеет азот. Его высокие дозы сводят к минимуму депрессивное влияние вытяжки из соломы. Наилучший эффект наблюдается при добавлении сульфата аммония за неделю до заделки соломы. Детоксикация свежей соломы происходит за счет стимуляции азотом микробиологического комплекса почвы. При этом условия разложения соломы в почве играют главную роль в характере накопления продуктов

разложения органического вещества. Фитотоксичны соединения, образовавшиеся в аэробных условиях могут быстрее усваиваться микроорганизмами или быть инактивированные в результате адсорбции на органических или минеральных коллоидах, или нейтрализованы другими соединениями в процессах гумификации.

В анаэробных условиях токсические вещества сохраняются более длительное время, особенно при невысоких температур и недостатка азота.

Минеральные вещества, содержащиеся в соломе, также влияют на ход процессов разложения, поскольку потребность микроорганизмов в минеральных веществах подобна потребности в них высших растений. Как правило, для нормального разложения содержание минеральных веществ в растительных остатках достаточный, а потому они, в отличие от азота, вряд ли могут лимитировать этот процесс.

Что же касается фосфора, то при соотношении 150-200:1 возможен беспрепятственное разложение растительных остатков, поэтому по содержанию фосфора в них 0,2-0,3% можно не опасаться биологического связывания фосфора почвы.

Разложение соломы в почве

Разложение органического вещества растительных остатков происходит тем быстрее, чем больше в них азота и чем уже соотношение этого элемента с углеродом. Расчеты показывают, что за внесение соломы в качестве удобрения необходимо внести азотные удобрения из расчета 10-12 кг д.в. на каждую тонну соломы. Из-за того, что микроорганизмы, разлагающие органические соединения, относящиеся к аэробной группы, процессы перегнивания соломы будет идти более стабильно при достаточной аэрации почвы. Активность микроорганизмов повышается, если вместо минеральных азотных удобрений добавить к соломе жидкий навоз (6-10 т/га). Измельченная солома более влагоемкая по сравнению с целой, более гигроскопична, равномерно распределяется в пахотном слое почвы и становится более доступной для микрофлоры.

Учитывая все это можно сформулировать основные агротехнические требования к внесению соломы как удобрения:

- Солому на удобрение следует вносить в первую очередь на бедных, вспаханных почвах, на полях, находящихся от животноводческих ферм на расстоянии более 5 км, а также при недостатке в хозяйстве навоза;
- Солому можно вносить под все сельскохозяйственные культуры: пропашные, кормовые, зерновые и зернобобовые. Наиболее полно солома используется при заворачивании под основную обработку почвы на полях, предназначенных для выращивания кукурузы на зерно и зеленый корм;
- Равномерность распределения измельченной соломы (длина резки 5-10 см) должна составлять не менее 75% непосредственно при обмолоте зерна комбайнами;
- Измельченная солома может оставаться в поле в течение одной-двух недель после уборочных работ, выполняя роль мульчи, что предохраняет почву от

высушивания;

- После разбрасывания соломы необходимо внести азотные удобрения в дозе 10-12 кг д.в. на 1 т соломы, затем не более, чем через два дня поле должно быть обработано дисковой бороной на глубину 8-12 см;
- Под полупар равномерно распределенную по полю и заправленную минеральным удобрением солому нужно заворачивать на глубину 20-22 см;
- После внесения соломы почва готовится под посев запланированных сельскохозяйственных культур в соответствии с принятыми технологиями.

Для более полного (40-50%) разложения биомассы соломы нужно, чтобы срок от заделки ее в почву к посеву сельскохозяйственных культур составлял не менее 6-8 месяцев. При этом условии уже в первый год культурные растения могут использовать до 15-25% азота, 20-30% фосфора и 25-40% калия.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные достоинства соломы как удобрения.
2. Какие кислоты входят в состав соломы.
3. Назовите основные агротехнические требования, предъявляемые к соломе.

Раздел 4. Использование современных биологических препаратов - основа получения экологически безопасной продукции.

Тема 1. Применение приемов предпосевной обработки семян фитогормонами

Формирование будущего урожая начинается еще на стадии подготовки семян. В последние годы посевы зерновых культур проводятся только протравленными семенами, при этом подбор протравителей осуществляется, как правило, по результатам фитоэкспертизы и с учетом предшествующей культуры в севообороте.

Известно, что ряд протравителей, особенно на основе действующих веществ триазоловой группы, обладает ретардантным эффектом (задерживает рост растений), который наиболее ярко проявляется в неблагоприятных условиях среды. Поэтому при обработке семян протравителями необходимы дополнительные ингредиенты, улучшающие стартовые условия на начальных этапах роста и развития озимых. Большую выгоду сельхозпроизводителю сулит введение в состав баковой смеси препаратов, содержащих физиологически активные вещества, необходимые для данной стадии развития.

Каков механизм действия физиологически активных веществ на растения и будущую урожайность? Оптимизируя стартовые условия питания проростка на начальных этапах вегетации озимых зерновых (I–II этап органогенеза) и активизируя рост и развитие растений, мы обеспечиваем

закладку и формирование ряда элементов продуктивности, определяющих урожайность посева и его устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов. К числу таких элементов относятся:

- степень развития зародышевых и узловых корней;
- густота стояния растений в посеве;
- величина конуса нарастания;
- количество побегов кущения;
- концентрация сахаров в узле кущения.

Стимуляторы роста – вместо химии

Густота стояния растений в посеве зависит не только от заданной нормы высева семян, но и от их всхожести и энергии прорастания. Чем выше данные показатели, тем большее число растений формируется на единице площади, тем раньше растения переходят к фазе кущения. Более раннее и синхронное формирование побегов кущения способствует образованию большего количества продуктивных стеблей. Количество продуктивных побегов в итоге определяется как энергией прорастания, так и продолжительностью осеннего кущения и выживаемостью осенних побегов в зимний период. Выживаемости растений и побегов кущения в период перезимовки способствует накопление сахаров в узле кущения, которое зависит от достаточного поступления питательных веществ в растения и активности фотосинтетических процессов в осенний период.

У осенних побегов формируется более мощный конус нарастания. И хотя у большинства сортов озимых культур гибель осенних побегов в зимний период может компенсироваться весенним кущением, в условиях быстрого нарастания температуры воздуха весной развитие растений ускоряется, что способствует формированию побегов с меньшим габитусом колоса, которые по продуктивности не превосходят побеги яровых культур.

Установлено, что в повышении продуктивности озимой пшеницы большую роль играет интенсивность образования узловых корней. Чем больше у пшеницы с осени формируется узловых корней, тем выше ее продуктивность. По данным С. И. Савельева (1954), при семи осенних и восьми весенних узловых корнях формировалось по 58 зерен на растение (1,85 г), при пяти осенних и семи весенних – 45 (1,10 г), при одном осеннем и восьми весенних – 30 (0,8 г) и при трех весенних – лишь 20 зерен (0,45 г).

Формирование элементов продуктивности посева – процесс поэтапный, и базовые элементы продуктивности, не сформированные на начальных стадиях развития, не могут быть компенсированы последующими агротехническими приемами на более поздних этапах!

Многочисленные данные, подтвержденные практикой, свидетельствуют о целесообразности введения физиологически активных веществ в состав баковой смеси для протравливания посевного материала. Такая обработка – первый шаг в реализации генетического потенциала любой культуры, позволяющий добиться максимальной всхожести, энергии роста, кущения, побего- и корнеобразования, а также формирования высокого уровня устойчивости растений к комплексу неблагоприятных факторов перезимовки.

А поскольку химические протравители действуют угнетающе на развитие проростков, применение стимуляторов роста получило широкое распространение и является одним из элементов технологии предпосевной обработки семян. Особенно это актуально при поздних сроках сева, когда увеличение нормы высева более чем на 10–15% нецелесообразно, а необходимость обработки стимуляторами роста – важный научно обоснованный прием.

Активация ростовых процессов

В чем специфика рекомендуемых нами препаратов? Итальянская компания «Biolchim», которая более 25 лет производит и реализует органо-минеральные удобрения, разработала уникальный комплекс для предпосевной обработки семян Спринталга, предназначенный для активизации запуска ростовых процессов на начальном этапе роста надземной части и корневой системы.

Спринталга – полифункциональное органо-минеральное удобрение, обладающее комплексным эффектом и проявляющее одновременно росторегулирующие, удобрительные и защитные свойства, которое рекомендуется для обработки семян при их протравливании. Препарат изготовлен на основе уникального сырья – растительных экстрактов водорослей северных морей, которые произрастают в самых экстремальных условиях Арктического бассейна в зоне прилива и отлива, благодаря чему обладают повышенным содержанием антистрессовых веществ. Спринталга содержит макро(NPK) и микроэлементы, а также фитогормоны (цитокинин – участвует в делении клеток; ауксин – стимулирует корнеобразование, цветение, развитие плода) и полисахариды (альгиновая кислота – влияет на процесс удержания влаги в корнях, что в свою очередь улучшает рост корневой системы) в тщательно сбалансированном виде.

Фитогормоны, входящие в состав удобрения, являются биологически активными веществами, стимулирующими рост и развитие растений. Микроэлементы влияют на жизнедеятельность растений благодаря участию в синтезе ферментов, ускоряющих биохимические реакции, которые позволяют более интенсивно использовать воду и минеральное питание (NPK). За счет усиления регенерационной активности тканей при участии микроэлементов повышается иммунный статус растений, уменьшается поражение фитопатогенами.

Органические и минеральные вещества, входящие в состав препарата, не только используются в качестве источника питания растений и способствуют усилению метаболизма, но и служат для активизации почвенной микрофлоры, которая, в свою очередь, также является важным продуцентом разнообразных биологически активных веществ, способствующих стимуляции роста и развития растений. Препарат Спринталга не нуждается в особых условиях хранения и обработки, а при его применении требования те же, что и при использовании химических протравителей.

Погодные условия 2016 года способствовали повсеместному развитию фузариозной инфекции. Данное заболевание последние 10–15 лет широко

распространено в России и наблюдается в большинстве регионов, где выращивается пшеница. Эпифитотии регулярно возникают в годы, когда теплые и влажные условия погоды приходится на период колошения. Потери урожая при этом достигают 20–50%. Рост грибов в пораженных зернах приводит к накоплению токсических метаболитов (микотоксинов), опасных для здоровья людей и животных. Грибы могут перезимовывать мицелием, хламидоспорами, перитециями на инфицированных растительных остатках и в семенах. Конидии распространяются ветром на достаточно большие расстояния. Аскоспоры сохраняются на растительных остатках и являются источником инфекции в следующем году.

В связи с тем, что у зараженных семян существенно снижается всхожесть и энергия прорастания, необходима обработка семян препаратом Спринталга, что повышает сопротивляемость растений к инфекции за счет активизации иммунитета, увеличивает энергию прорастания, способствует проведению фунгицидного протравителя внутрь семян.

Опыт многих хозяйств по обработке семян убедительно доказывает благоприятное влияние препарата Спринталга на улучшение посевных качеств семян, развитие корневой системы, наземной биомассы и зерновую продуктивность озимой пшеницы и озимого ячменя. Получение дружных всходов с развитым листовым аппаратом способствует лучшему усвоению питательных веществ из почвы, повышению эффективности макроудобрений.

Использование ростостимулирующих препаратов для обработки семян является наиболее малозатратным приемом, направленным на достижение высокой продуктивности посева. Результаты производственных испытаний свидетельствуют о том, что прирост урожайности от применения препаратов органо-минеральной природы в различных почвенно-климатических зонах составляет от 2 до 5 ц/га. Препараты стабильно и надежно повышают не только продуктивность озимых зерновых культур, но и качество произведенной продукции.

Таким образом, обработка семян озимых зерновых культур перед посевом органо-минеральными удобрениями на сегодняшний день является одним из самых эффективных приемов стимуляции процесса корнеобразования, который способствует сбалансированному питанию растительного организма на ювенальном этапе развития и который обеспечивает:

- повышение на 3–5% энергии прорастания, на 8–10% полевой всхожести семян;
- быстрый рост и развитие растений на начальных этапах онтогенеза;
- стимуляцию кущения, синхронность побегообразования;
- формирование колоса с высоким потенциалом продуктивности;
- образование хорошо развитой первичной корневой системы;
- ускоренное формирование вторичной корневой системы;
- оптимальное соотношение между подземной и надземной биомассой растений;

- сбалансированное минеральное питание;
- повышение иммунитета и устойчивости растений к болезням;
- повышение устойчивости к стрессам (к низким температурам у озимых зерновых культур за счет усиления накопления сахаров в узле кущения);
- раннее весеннее отрастание;
- рост урожайности зерновых культур на 5–15%;
- высокий экономический эффект от применения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое фитогормоны?
2. Каков механизм действия физиологически активных веществ на растения и будущую урожайность?
3. Какие органические и минеральные вещества входят в состав фитогормонов?

Раздел 5. Обоснование использования осадка сточных вод в качестве мелиоранта против деградации почв. Виды, способы получения и сроки применения.

Тема 1. Биологическая анаэробная очистка сточных вод

В последние годы тема защиты окружающей среды становится актуальной, как никогда. Одним из важных вопросов в этой теме является очистка сточных вод перед сбросом их в близлежащие водоемы. Одним из способов решения данной проблемы может стать биологическая очистка сточных вод. Сущность такой очистки – расщепление органических соединений при помощи микроорганизмов до конечных продуктов, а именно воды, углекислого газа, нитрита сульфатионов и др. Биологические методы очистки сточных вод можно классифицировать по типу микроорганизмов, которые участвуют в разложении органических соединений, на аэробные (жизнедеятельность микроорганизмов невозможна без кислорода) и анаэробные (жизнедеятельность без кислорода возможна).

Помимо этого, имеются такие организмы, для жизни которых требуется азот. Далее можно произвести классификацию аэробных методов очистки. Их различают по типу резервуара, в котором происходит очистка вод. Итак, резервуаром могут быть: поле фильтрации, биологический пруд, аэротенки, биофильтры. Но на сам способ очистки тип резервуара не влияет, и способ минерализации органических соединений одинаков для всех резервуаров. Поле фильтрации – специальный участок земли, который был отведен для накопления отработанных вод. Населен этот участок аэробными

микроорганизмами. При попадании сточных вод на поля фильтрации, они вступают в реакцию с микроорганизмами. Результатом такой реакции является отделение воды и углекислого газа. В биологических прудах процесс очищения воды происходит благодаря микроорганизмам, обитающим в воде. При этом биологический пруд – это искусственно созданный водоем с идеальными условиями для жизнедеятельности микроорганизмов, а именно, они имеют маленькую глубину, течение в таких прудах отсутствует, водоем заселен водорослями, которые насыщают воду кислородом и другое. Биологические пруды создаются не только с целью очистки сточных канализационных вод, но и для очистки воды в реках, которые впадают в водохранилища. К недостаткам биологических прудов и полей фильтрации можно отнести их маленькую пропускную способность, масштабы занимаемых площадей, необходимость контроля над уровнем грунтовых вод, а также сезонный характер их работы.

Аэротенки и биофильтры – искусственные сооружения для фильтрации сточных вод. Преимуществом таких резервуаров для очистки является их способность долгое время сохранять пригодные условия для жизнедеятельности микроорганизмов (такие показатели как насыщение кислородом, уровень кислотности, температура и т.д. остаются практически неизменными). Очищение сточных вод в биофильтрах имитирует работу полей фильтрации, а в аэротенках – в биологических прудах. Аэротенки – резервуары глубиной от 3 до 6 метров, оснащенные устройствами для аэрации. В этих резервуарах на хлопьях активного ила живут микроорганизмы, расщепляющие органические вещества. После очистки в аэротенке вода попадает в отстойник. Здесь происходит оседание активного ила (часть осажженного ила затем возвращается в аэротенк). При возведении аэротенков зачастую предусматривают наличие специальных резервуаров, в которых активный ил регенерируется.

Наиболее эффективной очистительной системой на базе аэротенков является SBR-технология (sequencing batch reactor – аэробный реактор с циклично прерываемой активностью). Особенностью работы такой системы является периодический перевод аэротенков в аноксидный режим (уровень кислорода в системе является низким, что активизирует новые биохимические реакции в резервуаре). Такой переменный режим работы позволяет повысить качество очистки воды, что в свою очередь делает возможным использование этой воды в системах оборотного водоснабжения. Одним из примеров SBR-технологии являются российские разработки «ЮБАС», «ТОПАС» и Биопроцессор.

Биофильтр – резервуар, который наполнен крупнозернистым материалом, на крупинках которого живут микроорганизмы. Таким образом, отличие биофильтра от аэротенка в том, что микроорганизмы закреплены на стационарных носителях. В эксплуатации биофильтры более надежны и более просты. Они не дают сбоев при изменении степени загрязненности сточных вод или их количества. Но биофильтры постоянно находятся в стадии совершенствования тех или иных элементов. На сегодняшний день ведутся работы над увеличением активной поверхности биофильтров. Биофильтры, как и любые другие системы очистки, чувствительны к концентрации загрязняющих соединений. В случае значительного превышения концентрации вся колония микроорганизмов может погибнуть.

Анаэробный способ очищения сточных вод является на сегодняшний день наиболее перспективным способом очистки вод с высокой концентрацией органических соединений, а также для очистки бытовых стоков. Преимуществом анаэробных методов очистки перед аэробными заключается в низком уровне эксплуатационных расходов (т.к. для анаэробных микроорганизмов дополнительная аэрация воды не требуется) и в отсутствии проблем с утилизацией избыточной биомассы. Еще одним преимуществом анаэробных реакторов является минимальное количество оборудования, необходимого для нормальной работы реактора. Но в то же время анаэробные установки выделяют продукт жизнедеятельности микроорганизмов – метан, поэтому нужно постоянно следить за его концентрацией в воздухе.

Все указанные выше методы используются только до определенного уровня концентрации загрязняющих веществ в сточных водах. Прежде чем сбросить отработанную воду в водоем, ей необходимо пройти 3-4 ступени очистки. Кроме этого иногда помимо биологической очистки требуется ионизация или ультрафиолетовое облучение.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные способы очистки сточных вод.
2. Какой способ очистки сточных вод является наиболее перспективным и почему.

Раздел 6. Использование молотых фосфоритов, калия хлористого и цеолитсодержащих пород в агроценозах. Новые комплексные гранулированные удобрения.

Тема 1. Влияние цеолитсодержащих трепелов хотынинского монастыря на урожайность сельскохозяйственной продукции.

Все шире в мировой сельскохозяйственной практике используются природные цеолиты — группа (около полусотни видов) близких по составу и свойствам минералов, обладающих уникальными адсорбционными, ионообменными, каталитическими и пролонгирующими свойствами. Залежи одного чрезвычайно перспективного и полезного для отрасли минерала — трепела — имеются и в Беларуси.

Лекарство «от природы»

Поначалу цеолитсодержащие трепелы применялись в основном при переработке бытовых отходов и очистке воды в качестве адсорбентов, что обусловлено их высокой пористостью, большой удельной поверхностью и ионообменными свойствами.

В сельскохозяйственной практике трепелы, содержащие практически все макро- и микроэлементы, по которым нормируются рационы, стали использоваться в производстве кормовых добавок для животных и птицы. Обладая большой активной поверхностью, они избирательно адсорбируют в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) углекислый газ, аммиак, метан, сероводород, углеводороды, воду, фенолы, экзо- и эндотоксины, тяжелые металлы, радионуклиды, гнилостные микроорганизмы и т. д.

Доказано, что адсорбирующая эффективность трепелов зависит не столько от их химического состава, сколько от способности содержащихся в них монтмориллонита и клиноптилолита поглощать и удерживать на своей поверхности при непосредственном контакте молекулы других веществ, изменяя при этом их концентрации.

Длительность действия трепела обусловлена его способностью к более полному усвоению макро- и микроэлементов на протяжении всего ЖКТ.

Природные цеолитсодержащие трепелы также поглощают и выводят радиоизотопы, не являются токсичными и не накапливаются в организме животных, поэтому они широко используются для детоксикации кормов, содержащих повышенные дозы микотоксинов, нитратов, нитритов и тяжелых металлов. Опыт широкого применения трепелов в хозяйствах Китая, России, США, Японии, Германии и других стран показывает, что включение таких минералов в рационы животных повышает усвояемость питательных веществ кормов, укрепляет иммунитет, сокращает падеж молодняка, нормализует обмен веществ, предупреждает появление диспепсии. Выявлено их заметное влияние на перевариваемость сухого и органического веществ корма, безазотистых экстрактивных веществ, на усвоение азота, кальция и фосфора.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое цеолитсодержащие трепелы?
2. Где применяют цеолитсодержащие трепелы?

Раздел 7. Применение карбонатсодержащих агроруд для регулирования плодородия почв и получения нормативно чистой продукции растениеводства

Тема 1. Влияние местных известковых мелиорантов на урожайность и получение экологически чистой безопасной продукции.

Многие сельскохозяйственные культуры и полезные почвенные микроорганизмы отрицательно реагируют на повышенную кислотность почвы.

Для большинства культур наиболее подходит почва, величина рН которой около 6,5. Здесь создаются условия для удовлетворительного корневого питания растений и жизнедеятельности полезных почвенных микроорганизмов, осуществляющих минерализацию органических соединений и усваивающих молекулярный азот атмосферы.

Рациональное использование мелиорантов предполагает повышение плодородия почвы в таких пределах, которые требуются для формирования планируемого урожая высокого качества, не допуская при этом загрязнения окружающей среды (Э.В. Титова, 2000).

Поэтому известкование кислых почв, наряду с внесением удобрений, является первоочередным мероприятием по увеличению плодородия. До тех пор, пока показатель почвенной кислотности ниже оптимального значения, нельзя создать благоприятное азотное и фосфорное питание растений даже при наличии доступных запасов этих элементов в почве и получить высокую отдачу от вносимых удобрений (В.М. Казьмин, В.В. Коломейченко, Т.Ф. Макеева, 2001).

На фоне внесения расчетных норм удобрений и извести урожайность повышается по сравнению с контролем яровой пшеницы на 1,5 и 1,18 т/га, ячменя на 0,85 и 0,91 и овса - на 0,85 и 0,87 т/га (В.Н. Фомин, И.П. Таланов, 1995).

По данным И.Х. Бескова (1969) известкование выщелоченного чернозема Липецкой области способствует росту урожая озимой пшеницы на 6,5 ц/га, ячменя - на 3,6, гороха - на 3,5 ц/га. На выщелоченных черноземах Кировоградской области от известкования прибавки урожая составляют: подсолнечника - 2,7 ц/га, гороха - 2,7 ц/га (А.М. Пальчук, С.Л. Синицкий, 1984).

На выщелоченном черноземе Мордовской сельскохозяйственной опытной станции при высокой гидролитической кислотности - 9,3 мг-экв/100 г почвы известкование обеспечивает увеличение продуктивности 7-польного севооборота за первую ротацию на 1,0-3,0 ц к.ед., за вторую на 1,09-1,9 ц/га кормовых единиц (А.И. Ивойлов, 1988, 1991).

Высокие прибавки урожая зерна озимой пшеницы (до 10 ц/га) при известковании выщелоченного чернозема получили в своих опытах А.Ф. Стулин, Н.А. Гоцка и А.В. Косолапова (1990). Повышение урожайности сельскохозяйственных культур в среднем на 3,6 ц/га к.ед. выявил при

известковании выщелоченного чернозема Белгородской области В.В. Ефремов (1980).

Как свидетельствуют результаты опытов Е.Н. Кузина, Г.Е. Гришина и Н.П. Чекаева (2000), использование доломитовой муки на выщелоченных черноземах с кислой реакцией среды позволило увеличить урожайность озимой пшеницы на 0,31 т/га по сравнению с контролем. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур при устранении избыточной кислотности выщелоченных черноземов отмечали в своих исследованиях Л.М. Колесникова (1979), О.М. Кольцова (1992, 1993), А.И. Пономорев (1981), А.Т. Цюриков и др. (1983). Исследованиями М.Ф. Зелениной (1977), Н.Н. Никитаевой (1986) доказано наличие эффекта известкования выщелоченного чернозема при величине H_r свыше 1,8-3,0 мг-экв/ 100 г почвы и степени насыщенности основаниями ниже 93%. В опытах Винницкой сельскохозяйственной опытной станции выявлена обратная зависимость урожая корнеплодов сахарной свеклы от величины гидролитической кислотности (В.К. Блажевский, 1969). На основании проведенных исследований, Н.П. Богомазов приходит к мнению, что на выщелоченных черноземах Белгородской области для создания оптимальных условий произрастания культурных растений следует поддерживать уровень реакции почвенной среды в интервале pH_{KCl} 5,6-6,0.

Отзывчивость культур на известкование может зависеть как от доз мелиоранта, так и от биологических особенностей самих растений. По данным В.П. Бодрова и Л.Н. Вислобоковой (1988) на средневывщелоченном черноземе Тамбовской области наибольшая продуктивность севооборота достигается при известковании 1,0-1,5 нормами извести на фоне пониженных норм удобрений. При этом нейтральные значения pH поддерживались в течение 6 лет.

В опытах на оподзоленном тяжелосуглинистом черноземе Горьковской области внесение доломитовой муки способствовало повышению урожаев всех культур севооборота. Максимальный сбор кормовых единиц с 1 га был достигнут при дозах 0,75-1,0 по г.к. (Ю.П. Сиротин, Б.И. Семенов 1978).

Высокая эффективность известкования оподзоленных черноземов проявляется на почвах с гидролитической кислотностью выше 5,5 мг-экв/ 100 г почвы и pH_{KCl} ниже 5,5 (Е.В. Четвергов, 1969; В.В. Бахчеван, 1975; О.П. Кувшинова и др., 1975; А.М. Клочкин, 1978). Повышение продуктивности севооборота на 44 % при известковании почвы в сравнении с неизвесткованной выявили в своих исследованиях И. А. Иванов, В.Ф. Иванова (1989), В.Н. Стрельников (1991).

Но известкование кислых черноземных почв не всегда сопровождается повышением урожайности сельскохозяйственных культур. В исследованиях, проведенных на среднекислых черноземах Мордовской АССР, известкование без применения минеральных удобрений оказалось малоэффективным. Сочетание же известкования с ежегодным внесением полного минерального удобрения обеспечивает прибавку урожая 5-6 ц/га к. ед. (К.А. Костров, 1979, 1980). По данным А.А. Андрианова (1985), применение извести на оподзоленном черноземе (pH_{KCl} - 5,0, H_r - 10 мг-экв/ 100 г почвы, V - 78 %) в

дозе более однократной по г. к. не приводило к увеличению урожайности культур.

Известкование выщелоченных черноземов не оказывало положительного действия на урожайность гороха, овса, гречихи в опытах В.П. Орлова и Л.Д. Князевой (1977, 1980). В опытах В.И. Бровкина (1985) известь, внесенная в дозе 6 т/га, хотя и уменьшила кислотность выщелоченного чернозема, но не повышала урожайность яровой пшеницы, гороха, кукурузы и не влияла на эффективность минеральных удобрений.

Применение доломитовой муки в дозах 7,6 и 15,3 т/га на оподзоленном тяжелосуглинистом черноземе (рН - 4,6, Нг - 4,9 мг-экв/ 100 г почвы) в первый год даже снижало урожайность ячменя на 2,7-5,4 ц/га и не оказывало существенного влияния на урожайность гороха, озимой пшеницы, несмотря на снижение обменной кислотности почвы (В.А. Квасов, 1993, 1994).

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое известковые мелиранты?
2. Как они влияют на кислотность почвы?

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Муравин, Эрнст Аркадьевич. Агрохимия [Текст] / Муравин, Эрнст Аркадьевич, Ромодина Людмила Васильевна, Литвинский, Владимир Анатольевич. - М. : Академия, 2014. - 304 с.

2. Основы почвоведения, земледелия и агрохимии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ващенко И.М., Миронычев К.А., Коничев В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Прометей, 2013.— 174 с. -ЭБС «Iprbooks»

Дополнительная литература

1. Агрохимические средства в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального района Нечерноземной зоны России [Текст] / Л.М. Державин [и др.]. - М. : РАСХН, 2006. - 268 с

2. Дрожжин, К. Н. Агрохимические аспекты повышения почвенного плодородия в Рязанской области / К. Н. Дрожжин // Юбилейный сб. науч. тр. студентов, аспирантов и преподавателей ФГБОУ ВПО РГТУ агроэкологического фак., посвящ. 100-летию со дня рождения С. А. Наумова : материалы науч.-практич. конф. - Рязань, 2012. - С. 173-174.

3. Костин, Я. В. Агрохимическая эффективность применения разных форм калийных удобрений на серых лесных почвах южной части Нечерноземной зоны / Я. В. Костин, В. И. Гусев // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного

агротехнологического университета им. П. А. Костычева. - Рязань, 2008. - С. 148-151.

4. Агрохимия и биологические удобрения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Соловьев А.В., Надежкина Е.В., Лебедева Т.Б. – Электрон. текстовые дан. - М.: Российский государственный аграрный заочный университет, 2011. -ЭБС «Iprbooks

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Кафедра агрономии, селекции, семеноводства и агрохимии

**Методические указания для выполнения лабораторных занятий по дисциплине
«Инструментальные методы исследования почв и растений»**

**по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
направленность «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении»**

Рязань 2025

Методические указания разработаны доцентом кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Антипкина Л.А.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Содержание

Введение.....	4
1. Раздел 1. Введение. История развития инструментальных методов исследований почв и растений.....	5
Тема 1. Основные проблемы, цели и задачи дисциплины.....	5
Тема 2. Роль российских и зарубежных ученых в развитии науки. Связь с другими науками.....	6
2. Раздел 2. Методики отбора растительных образцов.....	24
Тема 1. Методики отбора растительных образцов для получения достоверных результатов, определяющих химический состав растений.....	24
3. Раздел 3. Значение азота.....	26
Тема 1. Народно-хозяйственное значение азота, влияние его на количественные и качественные показатели сельскохозяйственной продукции.....	26
4. Раздел 4. Значение фосфора.....	31
Тема 1. Значение фосфора для человека и животных.....	31
Тема 2. Признаки фосфорного голодания.....	32
Тема 3. Эффективность фосфорных удобрений для различных сельскохозяйственных культур.....	34
5. Раздел 5. Формы калия в почве и их доступность растениям.....	36
Тема 1. Значение K_2O для роста и развития растений.....	36
Тема 2. Определение содержания углеводов в растениях при резком обогащении их калием. Поляриметрическое определение содержания сахарозы.....	38
6. Раздел 6. Определение нитратов.....	48
Тема 1. Определение нитратов в мг/кг в растениеводческой продукции.....	48
7. Раздел 7. Значение крахмала как запасного полисахарида растений, образовавшегося в процессе фотосинтеза.....	52
Тема 1. Роль фосфорных и калийных удобрений на содержание крахмала...	52
Тема 2. Использование крахмала при прорастании семян, а полисахарида – для построения новых клеток.....	52
Список литературы.....	55

Введение

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Инструментальные методы исследований почв и растений» для магистрантов второго года обучения по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность Инновационные экологически безопасные агротехнологии.

В данных указаниях серьезное внимание уделено методикам определения химического состава и качества с/х продукции.

В задачи методических указаний входит описание методов лабораторного агрохимического анализа растений.

Методические указания содержат программу проведения лабораторно –практических занятий, вопросы для самопроверки и рекомендуемую литературу.

Раздел 1. Введение. История развития инструментальных методов исследований почв и растений.

Тема 1. Основные проблемы, цели и задачи дисциплины.

Научные исследования, эксперименты проводятся как в поле, так и в вегетационных домиках, теплицах, фитотронах, где строго регулируются условия жизни растений. Научное исследование – это изучение конкретного объекта, явления или предмета для раскрытия закономерностей его возникновения и развития. Характерные черты научного исследования: объективность, возможность воспроизведения, доказательность и точность результатов. Исследования проводят на трех основных взаимосвязанных уровнях – эмпирическом, теоретическом и описательно-обобщающем. В зависимости от познавательной или практической цели научные исследования условно подразделяются на фундаментальные и прикладные. Фундаментальные исследования направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы. Их результатом является законченная система научных знаний и ориентация на использование этих знаний в определенной отрасли практической деятельности человека. Прикладные исследования в агрономии направлены на изучение факторов жизни растений и взаимосвязей между растениями и средой, на создание перспективных сортов и гибридов. Главная задача этих исследований – разработка эффективных приемов повышения урожайности сельскохозяйственных растений и улучшения качества продукции.

Любой объект исследования рассматривается как система, состоящая из отдельных элементов, расположенных в определенном порядке. Принцип системного подхода сводится к следующему: процесс анализа должен начинаться с определения и четкой формулировки конечных целей; всю проблему рассматривают как единую систему со всеми взаимосвязями и последствиями каждого возможного ее решения; необходимо выявлять и

анализировать 6 альтернативные пути достижения цели; цели отдельных подсистем не должны противоречить одна другой и целям всей программы. Началом научного исследования служит предварительный анализ существующей информации по исследуемому вопросу, изучение условий и методов решения задач, формулирование исходных гипотез и их теоретический анализ. Планирование и организация исследований является важной частью научного исследования. Инструментальные методы – методы анализа, основанные на использовании специальных приборов. Перед проведением исследований необходимо изучить основное и дополнительное оборудование, мерную посуду, реактивы для проведения анализов, правила работы и технику безопасности. От правильной организации работы и рабочих мест, качественных реактивов, новейших методик, профессиональной подготовки исследователя зависит качество проводимых исследований. Процесс отбора проб является одним из наиболее ответственных этапов работы, нарушение правил отбора может исказить истинную картину.

Отбор пробы – этот процесс, правильно отражающий состав анализируемого вещества или материала. Для каждого вида анализируемой продукции разработаны инструкции по отбору средних проб, основные положения которых установлены нормативно-технической документацией. При анализе однородного материала, индивидуальная проба, лишь немного превышающая количество, необходимое для анализа, будет достаточно объективно отражать состав анализируемого материала или вещества. В ходе анализа состава большой массы материала или вещества, представляющего более или менее неоднородную смесь по размерам частиц и составу (например, почва, сельскохозяйственная продукция), необходимо отобрать представительную среднюю пробу, наиболее правильно соответствующую среднему составу всей массы анализируемого материала. Средняя проба должна быть составлена из нескольких индивидуальных проб, взятых из разных мест анализируемого материала после их тщательного перемешивания. Лабораторную пробу отбирают из различных частей средней пробы после ее измельчения и тщательного перемешивания. Затем из ее состава (также взятием небольших проб из разных мест) формируют аналитическую пробу. Из аналитической пробы берут 7 навески при проведении анализа. Для обеспечения безопасности при проведении исследований первостепенное значение имеет надлежащее содержание оборудования в соответствии с техническими, санитарными и противопожарными требованиями.

Тема 2. Роль российских и зарубежных ученых в развитии науки.

Связь с другими науками

В 1504—1506 гг. Леонардо да Винчи (1452—1519 гг.) —гениальный художник, мыслитель, инженер, перечисляя «примеры и доказательства роста земли», делает такую запись: «Возьми сосуд и наполни его чистой

землей и поставь на крышу: увидишь, что немедленно же начнут прорастать в нем густо зеленеющие травы и, возросши, производить различные семена; и когда дети опять упадут к ногам своих старых матерей, ты увидишь, что травы, произведя свои семена, засохли и, упав на землю, в короткий срок обратились в нее и дали ей приращение; затем увидишь ты, что рожденные семена совершат тот же круг, и всегда будешь видеть, как народившиеся, совершив естественный свой круг, дадут земле приращение, умирая и разлагаясь».

В XVI—XVIII вв. почвоведение еще не оформилось в самостоятельную науку, но знания в этой области существенно расширились, возникло большое число гипотез о роли почвы в жизни растений. Бернар Палисси (1510—1589 гг.) — французский художник-керамист и ученый, поборник экспериментального метода в естествознании. В его опубликованных сочинениях масса самых разнообразных наблюдений «относительно строения гор и состава различных почв, происхождения минеральных веществ».

В сочинении, посвященном питанию растений солями, он высказал мнение, что растения питаются «солями почвы» и она важна для них именно потому, что содержит соли. По этой же причине навоз эффективен как удобрение; когда его вносят в почву, то возвращают ей «нечто взятое из нее раньше».

Ван-Гельмонт (1579—1644 гг.) поставил знаменитый эксперимент. Он взял 200 фунтов высушенной в печи почвы, поместил ее в глиняный сосуд и посадил в него ветвь ивы, весившую 5 фунтов. Почву в сосуде поливали дождевой или дистиллированной водой; через пять лет дерево ивы было выкопано, оно весило более 169 фунтов (листья не убирались осенью, они оставались в сосуде). По окончании опыта Ван-Гельмонт снова высушил почву, и «получил те же самые 200 фунтов, как и в начале опыта, за исключением примерно 2 унций. Следовательно, 169 фунтов древесины, коры и корней выросли из одной только воды».

В середине XVII в. И. Р. Глаубер (1604—1670 гг.), впервые получивший азотную кислоту, предположил, что «основу» растительности составляет селитра. Он установил также, что внесение селитры в почву вызывает увеличение урожаев. Отсюда Глаубер сделал категорический вывод, что плодородие почвы и эффективность таких удобрений, как навоз и кости, полностью зависят от селитры. Внимание агрономов, химиков и других натуралистов фиксировалось на двух компонентах почвы «землистое начало» и гумус почвы.

Середина XVIII в. И. Г. Валлериус, автор капитального сочинения «О химических основах земледелия», пришел к выводу, что пищей растений служит перегной, или гумус, или «тучность» почвы. Остальные ее составные части играют роль фиксаторов или растворителей «тучности». Валлериусу принадлежит первое определение понятия «гумус». О его происхождении Валлериус говорит коротко: «гумус происходит путем разрушения растительности».

Крупную роль в становлении гумусовой теории питания растений, равно как и вообще в истории почвоведения и агрономии, сыграл немецкий ученый Альбрехт Даниель Тэер (1752 — 1828 гг.), профессор Берлинского университета. Основываясь на достижениях английского плодосеменного земледелия, важных практических опытах И.Х. Шубарта (1734—1784 гг.) по введению травосеяния в Германии, сопровождающихся ростом и стабилизацией урожаев, Тэер придал гумусовой теории широкий характер и настойчиво ее пропагандировал в своих трудах, особенно в книге «Основы рационального земледелия», впервые изданной в 1809—1810 гг.

А. Тэер четко расчленяет понятия «перегной», или гумус, и «чернозем»: «перегной не является землей и назван землей только потому, что находится в порошистом состоянии». Он «есть произведение силы органической» и состоит из углерода, водорода, азота и кислорода с примесью фосфора, серы и некоторых других элементов. Важно открытие Соссюра, что перегной содержит меньше кислорода и больше углерода и азота, чем растения.

Мартин Листер предложил подробную классификацию песчаных и глинистых поверхностных пород почв Англии. Принцип этой классификации по отношению к пескам был такой: сначала они разделялись гранулометрически на тонкие, грубые и скелетные; далее шло деление по окраске, с применением широкой цветовой гаммы: белые, серые, бурые, красновато-бурые и даже серебристые и золотистые. А. Тэер предложил классификацию почв самыми крупными таксонами в которой являлись шесть классов: песчаная почва, суглинок, глинистая, мергель, известковая, перегнойная (болотная). В первых четырех классах выделено 13 родов, например рыхлый песок, глинистый песок, средний суглинок, тяжелый суглинок и т.д. В XVIII в. Тюрго первым сформулировал закон убывающего плодородия почвы, согласно которому каждое последующее вложение в нее труда и капитала оплачивается все уменьшающейся прибавкой урожая. Необходимо сделать вывод, что знания о почвах в XVI, XVII и особенно XVIII вв. продвинулись в Европе очень далеко. Почвоведение еще не стало наукой, но взгляд на почву стал более научным.

Век Ломоносова

Почвы В. Н. Татищев разделяет по плодородию на худые, средние и хорошие, следуя тому порядку, который существовал еще в «Писцовых книгах». Первое упоминание о темных почвах юга страны мы находим в «Слове о плодородии земли», произнесенном 6 сентября 1756 г. в Санкт-Петербургской Академии наук «профессором ботаники и натуральной истории» И.Х. Гебенштрейтом. Крупный и оригинальный вклад в развитие знаний о почве внес М. В. Ломоносов (1711—1765 гг.). Долгое время он находился за границей изучая труды соратников. После возвращения из-за границы Ломоносов по просьбе князя Волынского перевел с немецкого языка на русский «Лифляндскую экономию» С. Губера—агрономическую энциклопедию, основанную на обобщении сельскохозяйственного опыта Прибалтики. Проблемы почвоведения и сопряженных с ним наук

затрагиваются в ряде сочинений Ломоносова и в наиболее обобщенном виде в трактате «О слоях земных», написанном в 1757—1759 гг. и опубликованном в 1763 г. Ломоносов — убежденный актуалист в объяснении перемен, происходящих на «лике земном». Почва, по Ломоносову, «не первообразная и не первозданная материя», а особое геобиологическое тело. Она образовалась «долготою времени» в результате воздействия выветривания и живых организмов на горные породы, даже в том случае, если они представляли собой первоначально «каменные голые горы».

Именно М. В. Ломоносов ввел в научный оборот термин «чернозем». Он характеризует природные области Европейской России. Он отмечал различие этих «полос» не только по климату, растительности и почвам, но и по условиям сельского хозяйства в них. Ломоносов долгое время руководил в Академии наук Географическим департаментом и Классом земледельчества. Приступив к «поправлению российского атласа» и составлению «верной и обстоятельной российской географии», Ломоносов в 1759 г. разослал по губерниям специальный вопросник. XVIII век ознаменовался организацией в странах Западной Европы научных агрономических обществ. А. Т. Болотов (1738—1833 гг.)—выдающийся русский агроном, оставивший литературное наследство в 350 томов «обыкновенного формата». Он дает сравнительную характеристику трех почв песчаных, глинистых и чернозема. Автор первой «Флоры России», академик П. С. Паллас (1741-1811 гг.).

Многие труды Российских почвоведов знали в Европе. Например, труд Ломоносова «О слоях земных», описания путешествий Лепехина, Палласа, Гюльденштедта, книга Плещеева были изданы на немецком, а некоторые и на французском языках. Радищев на пути в сибирскую ссылку «на десятилетнее безысходное пребывание» взялся за изучение природы края. В его «Записках путешествия в Сибирь» содержится множество ценных замечаний об устройстве поверхности, растительности, почвах и земледелии различных местностей. Он кратко описывает почвы районов Предуралья, Урала, Западной и Восточной Сибири. При возвращении из ссылки Радищев ведет «Дневник путешествия из Сибири».

Пользуясь методикой отмучивания почвы, заимствованной у Комова, Радищев установил большое содержание песчаных частиц («половину почти») в тютнарских черноземах, обнаружил он в них также «несколько селитры и железной соли». Было замечено, что черноземы обладают хорошей водопроницаемостью, являются «рыхлыми». Пахотные подзолистые («серые») почвы Радищев противопоставляет черноземам. Радищеву были известны разработанные русскими агрономами, его современниками — Болотовым, Комовым, Друковцовым, способы борьбы с эрозией почвы на пашнях.

Завершая главу, можно с полным основанием говорить, что русское почвоведение сравнивалось с зарубежным уже в XVIII в. Русские ученые выработали свое понимание почвы как геобиологического тела природы, ввели в научный оборот понятие «чернозем» и начали дискуссию по поводу

его образования, нащупали идею зональности почв, подошли во многих аспектах к их оценке, обработке, удобрению, роли в экономической жизни государства.

Накануне возникновения генетического почвоведения

В XIX в. почвоведение становится подлинной наукой, появляется уже ее название, сначала у немцев, а затем и в России, в современном его звучании. Почвоведение начинает дифференцироваться в большей мере, чем раньше. Резче проявляется его зависимость от успехов химии, геологии, биологии, но и его достижения осваиваются этими науками. Примерно в середине века Маркс и Энгельс используют ряд понятий о почве в своих экономических и философских работах. Как и в конце XVIII в., русская научная мысль в области почвоведения не уступает западной, продолжаются и нарастают дискуссии о черноземе. Изучение почвы сосредоточивается вокруг ряда узловых проблем.

Питание растений и химия почв

Теория гумусового питания растений победоносно перешла из восемнадцатого века в девятнадцатый. Ее каноны разделяли многие, в том числе такие выдающиеся ученые, как Г. Дэви и Я. Берцелиус. Английский химик и физик Г. Дэви (1778—1829 гг.), известный также как автор книги «Элементы агрокультурной химии». Дэви считал, что растения питаются гумусом почвы, поэтому и масла являются хорошим удобрением, ибо содержат углерод и водород. Польза навоза определялась тем же; известь производит благоприятный эффект, так как «растворяет твердый растительный материал». Однако внимание Дэви к питанию растений веществами почвы породило у него интерес к почве вообще. Он исследует гранулометрию и химический состав почв Англии и Ирландии; может быть, первый составляет перечень приборов и реактивов, необходимых для анализа почв. Дэви изучал физические свойства почв, показав, что отношение их к нагреванию и охлаждению зависит от химического и гранулометрического состава. Дэви считал, что почва «образовалась в начале путем разложения скал и каменных напластований» под действием кислорода воздуха, воды и углекислоты.

Ярым сторонником гумусовой теории питания растений был шведский химик и минералог Й. Я. Берцелиус (1779—1848 гг.). Занимаясь наряду с другими проблемами химии составом и строением органических веществ, в частности кислот уделил много внимания перегнойным веществам почвы. Экспериментальными исследованиями Берцелиуса, его современника К. Шпренгеля, голландского химика Г. Мульдера и других ученых в 20—30-е годы были выделены такие гумусовые вещества почвы: гуминовая кислота, растворимая в щелочах; ее индифферентная форма — гумин, или гумусовый уголь; креновая и апокреновая кислоты, многие соли которые легко растворимы в воде.

Мульдер на протяжении двадцати лет (1840-1862 гг.) уточнял эту схему, полагая, что «кислоты» почвенного гумуса являются строго индивидуальными безазотистыми соединениями; он также установил

наличие в составе гумуса обычных органических кислот: уксусной, муравьиной, а также некоторых других веществ. Булле в 1830 г. и Малагути в 1855 г. искусственно получили гумусоподобные вещества, обрабатывая углеводы кислотами. Все эти данные нашли отражение в солидном и популярном «Учебнике химии» Берцелиуса. Шпренгель (1787—1859 гг.), издал в 1837 г. в Лейпциге первую специальную книгу по почвоведению.

Профессор Московского университета М. Г. Павлов (1793—1840 гг.). Его книги «Земледельческая химия» (1825) и «Курс сельского хозяйства» (1837) сыграли значительную роль в развитии агрономии в России. Р. Герман обнаружил в черноземах не только гуминовую кислоту, но и фульвокислоты. Еще более важным было открытие им того факта, что азот входит в состав перегнойных веществ почвы как постоянная составная часть. Он показал, что при «выпахивании» черноземов в них уменьшается содержание гумуса, которое «состоит преимущественно в потере перегнойной (гуминовой) кислоты и перегнойной вытяжки.

Юстус Либих (1803—1873 гг.) в 1840 г. выпустил работу «Химия в приложении к земледелию и физиологии растений». Он утверждал, что растения имеют неисчерпаемый запас углекислоты в воздухе. Преимущество гумуса состоит в том, что он постоянно выделяет углекислоту. Минеральные элементы растения берут из почвы, чему способствуют непрерывно идущий процесс выветривания и кислые выделения корней. Азот растения поглощают в форме аммиака, который ими берется из почвы, удобрений или из воздуха.

В начале XIX в. итальянцы Ламбрушини и Гаццери провели опыты по поглощению почвой питательных элементов из растворов, а также красящих и пахучих веществ. Исследования и выводы Уэя были настолько точны для того времени, что его следует считать основателем научной трактовки поглотительной способности почв, которой было суждено сыграть крупную роль в истории почвоведения. Пристальное внимание привлекли два важнейших элемента питания растений — фосфор и азот. После ряда дискуссий Жан Батист Буссенго (1802—1887 гг.), не вскрыв механизма явления, доказал, что все растения берут азот из почвы, кроме бобовых, которые сами обогащают ее этим элементом. Этот выдающийся французский химик явился основателем вегетационного метода. Подчеркнем, что к 70—80-м годам прошлого века разными путями был накоплен огромный материал по химии почв, не приведенный в единую систему, но, тем не менее, чрезвычайно обогативший научное представление о почве.

Агрогеология и начало биологии почв

В. М. Севергин (1765—1826 гг.), известный как химик, географ и создатель русской научной терминологии. В минералогии он явился продолжателем идей Ломоносова и выполнил его завет о создании труда по минералогии нашей страны. В 1809 г. Севергин выпустил «Опыт минералогического землеописания Российского государства». В 1771 г. М. И. Афонин высказал мысль о создании коллекции почв. Первым это выполнил Севергин. В разных губерниях он собирал 54 образца пахотных почв и,

сопроводив их поименным описанием, передал Вольному экономическому обществу. Это была первая или, во всяком случае, одна из первых почвенных коллекций в мировой практике. Большое влияние на развитие почвоведения оказало упоминавшееся сочинение Севергина «Опыт минералогического землеописания Российского государства». Первый том содержит описание гор и равнин России; второй обнимает «показание минералов по губерниям».

Ученые, получившие наименование агрогеологов, в общем резонно считали, что агрономия, не имея на то права, узурпировала почву как объект исследования, сужая ее трактовку до восприятия лишь пахотного слоя, который тоже исследовался односторонне и утилитарно. На самом деле почвоведение — ветвь геологии, или, как тогда говорили, геогнозии, а почва — земляная, поверхностно лежащая горная порода. В России одним из центров агрогеологии был университет в Дерпте (Тарту, Эстония). Там работал А. Петцгольд, изучавший черноземы и другие почвы с геологической точки зрения. Его сменил И. Лемберг, видный кристаллохимик и минералог, который исследовал поглотительную способность почв ряда прибалтийских районов Европы и пришел к заключению, что «почвоведение есть часть химической геологии».

Агрогеологи создали классификации почв. Фаллу и его последователь А. Майер делили их на два основных класса: 1) первичные, или коренные, 2) наносные. Первые подразделяются на образовавшиеся из кристаллических пород (гранита, порфира, базальта и др.) и из осадочных (песчаников, глин, известняков. В. Кноп (1817—1891 гг.) предложил классификацию почв по химическому составу с разделением на три класса: силикатные (глиноземные, железистые, кремнеземные или песчаные), карбонатные (известковые, доломитные), сульфатные (гипсовые, ангидритовые). Более мелкие подразделения почв он устанавливал по процентному содержанию в них песка, различных силикатов, карбонатов и т. д.

Представители агрогеологического направления определяли некоторые физические свойства почвы — их плотность, отношение к воде и теплу. Наибольшего успеха в этом достиг немец Шумахер. Румынский ученый Ионеску де ла Брад, в 1860—1868 гг. изучивший почвы в трех уездах Румынии, отметил влияние на них климата, разделил их на 11 групп с учетом песчанистости, глинистости и гумусности. Ф. Зенфт разделил почвы на «сырые», или «грубые», не содержащие перегноя, и «перегнойные», которые он называл «культурными». П. Л. Костычев в своей классификации почв 1886—1887 гг. наряду с кварцевыми, силикатными, доломитовыми и другими выделял черноземные и болотные почвы. Более категорично и совсем с других позиций роль организмов в образовании почвы постулировал Ч. Дарвин. В 1837 г. после посещения тропических стран он прочитал в Лондонском геологическом обществе доклад «Об образовании растительного слоя (почвы) деятельностью дождевых червей». Великий натуралист полагал, что черви, заглатывая почву, перерабатывая ее и выбрасывая вновь, создают верхний темноокрашенный слой почвы. В дальнейшем он расширил эту работу до объема монографии.

Возникновение почвенной картографии

Первые попытки картографирования почв предпринимались еще в начале XVIII в. Многолистная карта части Восточной Европы («от Балтийского моря до Дуная и Днепра») была составлена в 1806 г. известным польским просветителем и геологом, главой Департамента промышленности и ремесел Станиславом Сташицем (1755—1826 гг.). Почвенную карту территории «от Прута до Ингула» (Бессарабия и Херсонская губ.) составил в 1856 г. А. И. Гроссул-Толстой. Она была разделена на четыре более или менее широтных полосы, сменявшие одна другую с севера на юг: 1) «настоящая черноземная полоса»; 2) «супесчано-черноземная полоса»; 3) «суглинистая полоса с более значительной примесью чернозема»; 4) «глинисто-известковая полоса с незначительной примесью чернозема».

В Японию, где были сильны самобытные традиции понимания почвы, в 1881 г. пригласили руководить почвенными исследованиями немца М. Феска, который до этого зарекомендовал себя знатоком картографии почв. В 1885—1887 гг. он опубликовал агрогеологическую классификацию и схематическую карту почв страны. Велико было влияние взглядов Рихтгофена, который на примере стран Дальнего Востока доказывал, что в результате усиленного выветривания, свойственного этому климату, почвы неизбежно теряют питательные вещества. В связи с этим в Японии приобрели популярность идеи, с одной стороны Либиха (полный возврат), а с другой - Мальтуса (убывающее плодородие).

В 1797 г. в России учреждается «Депо карт», в 1812 г. оно переводится в состав Военного ведомства, которое силами офицеров Генерального штаба приступает к составлению военно-топографических карт губерний и описаний к ним. Первая почвенная карта Европейской была составлена экономистом и климатологом К. С. Веселовским (1819—1901 гг.) и издана в 1851 г., без изменений перепечатана в 1853 г. В 1873—1879 гг. было предпринято издание новой почвенной карты Европейской России (без Финляндии и Кавказа) более детально. Эту работу провел известный экономист и статистик В. И. Чаславский (1834—1878 гг.), которому помогал В. В. Докучаев.

Разгар дискуссий о черноземе в 40 – 70 года

Для возникновения теоретического почвоведения важны были, не только не столько успехи почвоведения в Западной Европе, сколько судьба проблемы чернозема в России. В 1840 г. знаток степей юго-востока России Э. А. Эверсман в книге «Естественная история Оренбургского края», рассматривая сопряженно почвы и растительность степей, пришел к выводу, что они «в течение веков, а может быть и тысячелетий, от ежегодно умирающей и возобновляющейся растительности покрылись слоем чернозема». По мере улучшения этой почвы «травы начали расти роскошнее и, через это самое, образование чернозема ускорилося».

Известный геолог Н. Д. Борисяк в речи на «торжественном собрании Харьковского университета», посвященной чернозему, высказался за болотное его происхождение. Труд «Геоботанические исследования о

черноземе» Ф. И. Рупрехт (1814—1870 гг.), выступал против геологических концепций, он считал, что северная дерновая почва — «эквивалент чернозема». Геобиологическое воззрение на чернозем Шмидта, выражено в рациональной дуалистической форме. Он предлагал «разделять» черноземы: 1) «по минеральным составам» и 2) по показателям «состава относительно перегноя». По «минеральным составам» черноземы юго-запада России были разделены на шесть групп: вязкие глинистые (80% глинистых частиц), глинистые (65-80%), песчано-глинистые (50-65%), суглинистые (35—50%), глинисто-песчаные (20-35%) и песчаные (5-20%).

Почва рассматривалась как пахотный слой (агрономы), или как поверхностная рыхлая порода (геологи), не оформился научный взгляд на происхождение почвы, ее связь с другими «силами» природы; наконец, не существовало еще и самого почвоведения, хотя были уже созданы крупные фрагменты науки о почве.

В. В. Докучаев – основатель генетического почвоведения

Василий Васильевич Докучаев родился 1 марта 1846 г. Первые научные работы Докучаева были посвящены изучению генезиса поверхностных отложений, форм рельефа, речной сети и болот Северо-Западной России и завершились изданием в 1878 г. книги «Способы образования речных долин европейской России». В 1875 г. Чаславский приглашает Докучаева принять участие в составлении почвенной карты Европейской России. Объяснительный текст к ней «Картография русских почв» Докучаев публикует в 1879 г.

Быстрый успех, сопутствовавший Докучаеву в разработке черноземного вопроса и выдвижении его на современный теоретический уровень, определялся во многом гениальностью ученого. Докучаев энергично берется за разрешение черноземного вопроса. В докладе «Итоги о русском черноземе» (1877 г.) он перечислил взгляды на происхождение чернозема, отдавая предпочтение трактовке Ф. И. Рупрехта.

В 1877 г. Докучаев обследовал центр и юго-запад черноземной полосы, в 1878 г.—юго-восток, Крым, Северный Кавказ, побережье Черного и Азовского морей. В 1881 г. он повторно посещает Украину и Бессарабию, а в 1882 г. началась его экспедиция в Нижегородскую губернию, в южных уездах которой были распространены черноземы. В общей сложности он проехал и главным образом прошел пешком по черноземной полосе более 10 тыс. км, описал большое число геологических обнажений и почвенных разрезов, собрал образцы почв и подстилающих пород.

Одновременно Докучаев формулирует положение о пяти факторах-почвообразователях — климате, материнской породе, растительности, рельефе и возрасте страны, зная характер которых для той или иной местности, «легко предсказать, каковы будут там и почвы».

Докучаев написал на основе своих путешествий знаменитый «Русский чернозем». Эта книга объемом более 40 печатных листов состоит из 10 глав. В первой излагается история изучения чернозема, в следующих шести— описание отдельных частей черноземной полосы и ее почв, VIII —

Происхождение растительно-наземных почв вообще и русского чернозема в частности, IX — Строение чернозема и его отношение к рельефу, X — Возраст чернозема и причины его отсутствия в северной и юго-восточной частях России. Выводы докучаевского учения о происхождении черноземных почв сводятся к следующему: 1) главным исходным материалом для образования массы черноземных и других растительно-наземных почв служат органы наземной растительности и элементы материнской породы; 2) в образовании массы именно черноземных почв принимает участие растительность травяных степей, особенно ее корневая система; 3) в процессах образования всех растительно-наземных почв, в том числе и черноземных, существенную роль играет возникновение из растительных и других органических остатков перегноя, или гумуса, т. е. продуктов неполного разложения органических остатков, окрашивающих почву в темный цвет; 4) специфическими процессами при образовании черноземов являются: накопление большого количества перегноя, обладающего нейтральной реакцией («сладкого гумуса»), его распределение среди минеральной массы, с которой он тесно перемешан, его глубокое распространение по профилю почв; 5) в связи с этим чернозем при «нормальном его залегании имеет профиль, четко расчленяющийся на генетические горизонты» А, В и С.

Знакомство в 1888 г. с крупным специалистом по степному земледелию А. А. Измаильским (1851—1914 гг.) вызвало у Докучаева интерес к вопросам «истощения» черноземов, а также и их физическим свойствам, структуре и гидрологии, причинам периодических засух. В 1892 г. Докучаев издает «в пользу пострадавших от неурожая» книгу «Наши степи прежде и теперь», в которой он предложил план охраны черноземных почв, борьбы с засухой. Преодолевая тяжелый недуг, Докучаев в последние годы жизни продолжал упорно трудиться. Он обратился к глубоким проблемам тех ветвей естествознания, которые были ему особенно близки; главным здесь надо считать его учение о зональности почв и природы вообще.

Экспедиции по Буковине, Бессарабии, Средней Азии и особенно трехлетние исследования почв Кавказа (1898—1900 гг.) позволили ученому сформулировать законы зональности почв. Жизнь Докучаева оборвалась в 1903 г. Идеи ученого слишком опережали его время, лишь в слабой мере осуществились его предложения. Докучаев явился создателем генетического почвоведения как науки, главой славной плеяды единомышленников-натуралистов, их вдохновителем на новые свершения. К сожалению, далеко не все его мысли и идеи нашли быстрое воплощение в теории и на практике.

Сооснователи

Интересные исследования по физике почв, выяснению природы глины, способам ее определения провел французский физик и агроном Ю. Шлезинг (1824—1919 гг.), которого цитировали Докучаев, Костычев, Сибирцев, Вильяме. Павел Андреевич Костычев (1845—1895 гг.)—выдающийся почвовед, агроном, микробиолог, геоботаник. В 1877 г. ВЭО привлекает Костычева к химическому изучению чернозема. Вскоре он становится на

многие годы постоянным оппонентом Докучаева в его воззрениях на чернозем. Он провел экспериментальную проверку и опроверг теорию Грандо, полагавшего, что органическое «черное вещество» почвы играет большую роль в питании растений.

Нидерландский микробиолог М. Бейеринк (1851—1931 гг.) в 1888 г. открыл клубеньковую бактерию, фиксирующую азот воздуха на корнях бобовых растений. Так была выяснена причина и вскрыт механизм роли бобовых растений. В 1901 г. Бейеринк открыл азотобактер — свободно живущую в почве аэробную бактерию, фиксирующую азот. В 1893 г. русский микробиолог С. Н. Виноградский (1856—1953 гг.) выделил из почвы анаэробную бактерию клостридиум, усваивающую молекулярный азот. Позднее он изучил целлюлозоразрушающие бактерии, серобактерии, железобактерии и открыл процесс хемосинтеза.

Костычев уделит внимание засоленным почвам, первый исследовал почвы виноградников Крыма и Кавказа, а также Алешковский песчаный массив в низовьях Днепра. Он автор агрономических научно-популярных книг «Учение об удобрении почв» (1884 г.), «Учение о механической обработке почв» (1885 г.) и других.

Евгений Вольдемар Гильгард (1833—1916 гг.). В 1893 г. он обнаружил классификацию почв, в которой разделил их на: 1) остаточные, или обладающие постоянством залегания, представляющие собой продукт выветривания горных пород на месте; 2) перемещенные водой, силой гравитации (сюда входили коллювиальные и аллювиальные почвы); 3) «эоловые почвы» — каменистые почвы пустынь, песчаные и пылеватые почвы. Гильгард разбил все почвы умеренного пояса на три группы — гумидные, аридные и переходные.

Николай Михайлович Сибирцев (1860—1900) значительно усовершенствовал методы почвенной съемки, исследовал черноземы и подзолистые почвы, много занимался практической бонитировкой почв, сблизив ее в наибольшей степени с землеоценочными работами статистиков, создал местный музей с весьма полной почвенной и геологической экспозицией. Он участвовал в «Особой экспедиции» Докучаева, а с 1894 г. заведовал кафедрой «почвоведения с ближайшими к нему отделами геологии» в Новоалександрийском институте сельского хозяйства и лесоводства. Неоценим вклад Сибирцева в методику региональных описаний почв, образцовым в этом отношении был его очерк о геологии и почвах Арзамасского уезда Нижегородской губернии (1884 г.). Новым словом в науке явилась написанная двумя годами позднее монография «Химический состав растительно-наземных почв Нижегородской губернии».

Сибирцев, узнав о своем назначении на первую в мире кафедру генетического почвоведения, написал Докучаеву. Он наметил следующие разделы курса: 1) генезис почв (почвообразователи и их соотношение); 2) морфология почв (разнообразие почвенных типов); 3) почва как предмет химических, физических и биологических исследований; 4) методы

почвоведения; 5) статистика и география почв; 6) отношение почвоведения к сельскому хозяйству и лесоводству.

В 1898 г. вышла в свет «Схематическая почвенная карта Европейской России», приложенная к ряду его трудов. Почвоведение становится одной из основ гигиены и эпидемиологии. Выдающийся венгерский врач-гигиенист И. Фодор (1843—1901 гг.), автор оригинальных методов определения влажности почвы и содержания пыли в воздухе, опубликовал монографию «Гигиена почвы». М. Дрэхициану дал «геолого-агрономическое» описание одного из уездов Румынии, появились аналогичные описания, сопровождаемые картами некоторых районов Венгрии, Г. Хорузицки и П. Трейтца.

В 1899 г. под редакцией ученика Докучаева П. В. Отоцкого начал выходить журнал «Почвоведение»; он быстро приобрел международный характер, чем содействовал сплочению почвоведов. В первых номерах журнала были опубликованы статьи Г. Н. Высоцкого, К. Д. Глинки, Г. Ф. Морозова. В последнюю четверть прошлого века в почвоведении произошла подлинная научная революция, равной которой не было до этого. Почвоведение оформилось как теоретическая наука, самостоятельная отрасль естествознания, были созданы научные классификации почв, учение об их зональности, изданы в полном смысле слова почвенные карты, создан классический учебник почвоведения, появились специалисты-профессионалы в этой области науки, не только в Европе, но и в Америке были достигнуты существенные успехи в изучении почв. Четко оформился как ведущий русский научный центр почвоведения.

Дифференциация почвоведения в начале XX века

Константин Дмитриевич Глинка (1867—1927 гг.) разделил почвы по оптимальному увлажнению (латериты, красноземы), среднему (подзолистые и др.), умеренному (чернозем, индийский регур), недостаточному (бурые, серые пустынные, пустынные коры), избыточному, временно-избыточному увлажнению. С. С. Неуструев и Н. А. Димо установили существование в полупустынях Средней Азии самостоятельного типа почв — сероземов, или светлоземов. Эмиль Раманн (1851—1926 гг.), ученик Вольни и Э. Эбермайера. В 1893 г. Раманн выпустил книгу «Лесное почвоведение», а в 1905 г. — «Почвоведение», выдержавшее три издания. П. Трейтц (1866-1935 гг.) еще в 1894 г. начал исследования отдельных частей Венгрии как агрогеолог. В 1898 г. вышел его очерк и «почвенная карта» округа Мадьяр-Овач.

Основоположителем научного почвоведения в Болгарии явился Никола Петков Пушкарров (1874—1943 гг.) — ученый-энциклопедист, автор многих оригинальных работ и переводов трудов по ботанике, агропочвоведению. Николай Александрович Димо (1873—1959), изучавший почвы Саратовской, Пензенской и Черниговской губерний, роль почвенных животных, разрабатывавший методы и приборы для лабораторного исследования почв. В 1907 г. Н. А. Димо совместно с ботаником Б. А. Келлером выпустил монографию «В области полупустыни», в которой описал комплексность

почвенного и растительного покрова Прикаспийской низменности; особое внимание было уделено засоленным почвам, их морфологической и химической характеристике.

П. С. Коссович (1862—1915)—агроном по образованию. Он заведовал кафедрой и химической лабораторией Лесного института в Петербурге, издавал «Журнал опытной агрономии». Факторами почвообразования он считал: горную породу, принос веществ в почву, вынос веществ из почвы, климатические элементы, рельеф, растительность, животных. В лаборатории Коссович исследовал круговорот серы и хлора в природе, а также химический состав разных типов почв по профилю. Считается, что Коссович «подвел химический фундамент» под генетическое почвоведение. Им были получены первые капитальные данные по валовому химическому составу черноземов, показавшие их профильную однородность.

Я. Ван-Беммелен (1830—1911 гг.) известен исследованиями, поглотительной способности почв. Сначала он, подобно своему предшественнику Уэю, не сомневался в химической природе поглотительной способности, но затем пришел к выводу, что поглощение представляет собой явление адсорбции. Однако на количество поглощаемых веществ влияет не только структура этих соединений, но и концентрация ионов в растворе. В 1908 г. Гедройц публикует свою знаменитую статью «Коллоидальная химия и почвоведение», в ней уже была установлена взаимосвязь между поглотительной способностью почв и почвенным раствором, который служит непосредственным источником питательных веществ для растений.

Г. Н. Высоцкий (1865—1940 гг.) почвовед, географ, климатолог, геоботаник. Водный режим почв и его типы (промывной, непромывной, выпотной) Высоцкий ставил в зависимость от климата и рельефа и выдвигал вопрос об «ороклиматических основах» классификации почв. Высоцкий изучил морфологию черноземов в очень глубоких разрезах, выяснил особенности их карбонатного профиля (карбонатные максимумы), роль гипса, значение корневых систем, кротов и дождевых червей, выявил причины трудностей лесоразведения на черноземах, особенно южных. В. Р. Вильямс начал формировать взгляды о главной роли в образовании и эволюции почв четырех растительных формаций: деревянистой, луговой травянистой, степной травянистой, пустынной. В 1912 г. вышла первым изданием ставшая в дальнейшем, после многократных дополнений, знаменитой книга Э. Рассела «Почвенные условия и рост растений». Почвоведение после Докучаева начало дифференцироваться на «дочерные дисциплины».

В 1909 г. в Будапеште состоялась Первая международная «агрогеологическая конференция», в которой приняли участие ученые Австро-Венгрии, Германии, Бельгии, Румынии и России. Итогом второй конференции были созданы три постоянные комиссии: 1) по методике механического анализа почв под председательством А. Аттерберга (Швеция), 2) по методике химического исследования почв под председательством А. Зигмоида (Венгрия) и 3) по номенклатуре и классификации почв под

председательством Б. Фростеруса (Финляндия). Было принято решение издавать международный журнал на немецком языке «Internationale Mitteilungen für Bodenkunde» под редакцией проф. Ф. Ваншаффе (Германия) и высказано пожелание об официальном превращении в международный орган русского журнала «Почвоведение».

Тем не менее, за период всего в 15 лет XX в. в развитии почвоведения можно отметить крупные достижения: появились новые фундаментальные курсы «Почвоведения», первая мировая почвенная карта, значительных успехов достигли минералогия, химия, физика и биология почв, проникновение почвенно-генетических взглядов в агрономию стало более заметным, началось международное сотрудничество почвоведов.

Торжество генетического почвоведения

Куртис Флетчер Марбут (1863—1935 гг.), сменивший М. Уитнея на посту руководителя Почвенного бюро, делил почвы на три группы светлоокрашенные (бурые, серые, буроватые и др.), темноокрашенные (черные, темно-бурые и др.) и «иные». В 1919—1920 гг. американский ботаник Г. Л. Шанц, изучая растительность Африки, собрал образцы почв из разных мест от Каира на севере до мыса Доброй Надежды на юге. Образцы были проанализированы в лаборатории Марбута, на основании чего он составил почвенную карту континента и дал описание распространенных здесь почв. В 1917 г. выходит работа англичанина Д. Камбелла о происхождении, структуре и минералогическом составе латеритов (тропической почвы). В СССР после Великой Октябрьской революции почвоведение как бы родилось заново. Вскоре после Октября в 1918 г. при Комиссии экспедиционных исследований Академии наук, руководимой В. И. Вернадским, создается Почвенный отдел, который впоследствии реорганизуется в институт. Его первый директор, ученик Докучаева академик Ф. Ю. Левинсон-Лессинг (1861 —1939). Почвенный институт, носящий имя Докучаева, существует и сейчас, являясь одним из ведущих мировых научных центров по своему профилю. В 1922 г. в Московском университете открывается первая университетская кафедра и Институт почвоведения; их руководителем становится В. В. Геммерлинг (1880—1954 гг.), ученик А. Н. Сабанина. Н. А. Димо создал Институт почвоведения и геоботаники и кафедры почвоведения в Ташкенте, С. А. Захаровым такой же кафедры в Тбилиси; в Харькове почвенный научный центр возглавляет А. Н. Соколовский. Эти центры не только готовят кадры, но и проводят региональные исследования.

Исследования Гедройца

Константин Каэтанович Гедройц (1872—1932 гг.) — выдающийся почвовед, физхимик и агроном — изучал поглотительную способность почв, их химический анализ и разработку на этой основе совершенно новых принципов мелиорации почв с отрицательными агрономическими свойствами. В 1923 г. вышло в свет первое издание его капитального сочинения «Химический анализ почвы». Несравненно более важны исследования Гедройца, посвященные явлениям поглощения в почве. Он

дает ему новое определение, считая, что к этой области относится поглощение почвой веществ из раствора; твердых взвесей и газов, и разделяет поглотительную способность почв на пять видов: механическую, физическую (адсорбцию), физико-химическую, химическую и биологическую; наиболее важной из них Гедройц считал физико-химическую, или обменную, которая управляет обменом катионов между почвенным раствором и почвенным поглощающим комплексом.

Важнейшее значение имела работа Гедройца—«Почвенный поглощающий комплекс и почвенные поглощенные катионы как основа генетической классификации почв». Он разделил все почвы на насыщенные и ненасыщенные основаниями. Гедройц выделил четыре главных почвенных типа: латеритный, подзолистый, черноземный и солонцовый. Венгр А. Зигмонд и особенно швейцарец Георг Вигнер углубленно изучали природу и строение почвенных коллоидов, их заряды, амфотерность, сам механизм явлений поглощения и обмена не только катионов, но и анионов.

Швед А. Аттерберг установил для почв ряд «констант» («границы» текучести, липкости и др.) их увлажнения, при которых выявляются механические характеристики почв. А. Ф. Лебедев (1882 — 1936 гг.) теоретически и экспериментально обосновал классификацию форм почвенной воды, выделив следующие ее формы: гигроскопическая, максимальная гигроскопическая, пленочная, гравитационная; они различались по степени подвижности и тесноте связи с почвой. Крупные исследования по физике почв в связи с их обработкой провел известный агроном А. Г. Дояренко. Он и его сотрудники в динамическом разрезе комплексно изучили физические свойства и режимы почв — водный, воздушный, тепловой, структурное состояние. При этом для полевых и лабораторных наблюдений был сконструирован ряд оригинальных приборов.

Изучение почвенных ресурсов в СССР

Леонид Иванович Прасолов (1875—1954), изучавший почвы в Самарской губернии, в Сибири, на Северном Кавказе, в окрестностях Ленинграда, берется за сводку материалов. В 1916 г. в работе «О черноземе приазовских степей» он показал, что, помимо деления территории на почвенные зоны и подзоны, очень важен другой способ районирования, основанный на выделении почвенных областей или провинций. Л. И. Прасолов в 1922 г. издает книгу «Почвенные области Европейской России». Работа Прасолова внесла полезные поправки и дополнения в картину географии почв Европейской России, которая была нарисована в свое время Докучаевым и Сибирцевым.

С. С. Неуструев (1874—1928 гг.) — знаток почв Заволжья, Средней Азии, установивший сероземный тип почвообразования. Он установил такие явления: 1) образование пылеватых корок на поверхности почв; 2) пожелтение песков: чем древнее пески, тем они более желтые; 3) образование солевых корок и конкреций в различных грунтах, образование аккыршей; 4) присутствие в почвах устойчивых продуктов древнего почвообразования; 5) процессы образования солончаков; 6) большая глинистость почвенных

горизонтов в серо-бурых почвах и в песках по сравнению с нижележащими грунтами.

Постепенно оформлялась иерархическая система почвенной съемки, начиная с маршрутной и кончая детальной, практически нужной для целей землеустройства. Крупную роль тут сыграл А. А. Красюк (1885—1933 гг.) — исследователь почв полуострова Канин, Якутии, очень многих районов Нечерноземной области, Закавказья. Его книга «Почвы и их исследования в поле» долго была универсальным руководством по почвенной съемке.

География почв мира

В 1924 г. Б. Фростерус издает работу о почвах Финляндии, отмечает преобладание на ее территории подзолистого и болотного процессов почвообразования. Для горизонтов А и В разных подзолистых почв он устанавливает некоторые характерные параметры по содержанию гумуса, коллоидов, обменных оснований и предлагает в зависимости от этого обозначать горизонты как А1, А2, А3 и т. д. Это одна из ранних попыток с помощью количественных критериев рассматривать почвенные горизонты как диагностические. В Швеции изучением почв занимаются А. Аттерберг, О. Тамм, а также Свен Оден — видный исследователь гумусовых веществ, он предложил для подвижных органических кислот почвы (креновой и апокреновой) общее название «фульвокислоты». Обобщение всех перечисленных исследований сделал немецкий ученый Г. Штремме, составивший в 1927 г. почвенную карту Европы. Для понимания его теоретических воззрений важно, что он еще в 1914 г. предпринял первую попытку исследования почв Германии на типологической основе.

В 1935 г. Марбут издал Атлас американских почв в котором приводилась их классификация, ряд картографических материалов, фотографии характерных почвенных разрезов и отвечающих им ландшафтов, подборки анализов: гранулометрических, валовых химических, карбонатов, реакции, общего азота. Итоги развития почвоведения и аспектов использования почв были подведены в особом сборнике «Почвы и человек» изданном в 1938 г.

В конце 20-х годов исследованием почв разных стран Южной Америки по поручению сельскохозяйственных учреждений занимается чилиец Адольфо Маттеи. В его работах даются описания ряда почв, сопровождаемые немногими еще анализами гранулометрического состава, содержания гумуса, питательных веществ. Начиная с 1930 г. он публикует схематические почвенные карты Чили, Бразилии, Аргентины, а в 1935 г. выпускает первую карту «почвенных типов» всей Южной Америки. Дж. А. Прескотт — почвовед из Австралии. Он опубликовал схематичную карту Австралии. Через два года он ее уточняет и публикует, назвав осторожно картой «почвенных зон».

В 1936 г. видный американский почвовед, ученик Марбута Дж. Торп публикует работу о географии почв Китая, сопровождавшуюся картой. Он применил в данном случае классификационные идеи своего учителя и разделил почвы страны на педокалы и педальферы. Среди первых он, используя русскую терминологию, называет черноземы, каштановые почвы,

а также «пустынные», «щелочные» (засоленные), аллювиальные. В группу педальферов вошли подзолистые почвы и красноземы — всего пять подразделений. В эти же годы публикуют работы, сопровождаемые картами, о почвах Явы и Суматры — Э. Моор, Кубы — Беннет и Аллисон, Восточной Африки — Г. Мильн, В. Бекли, В. Мартин и др.

Г. Каппен издал книгу «Почвенная кислотность» в ней давалось современное понятие и сущности почвенной кислотности, ее значении для химических и физических свойств почв и физиологии растений и микроорганизмов. Эйльхард Альфред Митчерлих (1874—1956 гг.) — почва интересовала его исключительно с агрономической и лесохозяйственной точек зрения. Митчерлих провел ряд новых исследований физических свойств почвы — ее сложения и структуры, скважности, влагоемкости, водопроницаемости — и влияния на них удобрений и возделываемых растений. Санте Эмиль Маттсон (1886—1945 гг.), серия его работ объединенных под общим заголовком «Законы коллоидного поведения почв».

Появились новые сводные труды по почвам Финляндии, принадлежавшие почвоведом старого поколения — Б. Аарнио и Фростеруса. С. Миклашевский (1874—1949 гг.), составивший почвенные карты Польши и Литвы, автор книги «Почвы Польши». К изучению почв Хорватии приступил М. Грачанин, он первый описал своеобразные почвы островов Адриатического моря, засоленность которых является следствием воздушной импัลверизации солей. Обобщением исследований румынских почвоведов послужили работы Д. Ионеску—Шишешть и Г. Кокулеску о «почвенных типах» и Н. Чернеску о «факторах климата» и почвенных зонах Румынии.

А. А. Зигмонд начал с традиционного для Венгрии вопроса о засоленных почвах, их свойствах, генезисе и мелиорации. Он составил, кроме того, наиболее полный для своего времени библиографический обзор по засоленным почвам. Василий Робертович Вильямс (1863—1939 гг.), на протяжении 47 лет преподававший почвоведение и общее земледелие в Московской сельскохозяйственной академии им. Тимирязева. Вильямс известен как исследователь по многим более или менее частным разделам и вопросам почвоведения: физики и гранулометрии почв, строения и генезиса почв речных пойм, засоленных почв Муганской степи и «чайных почв» в Западной Грузии и др.

Михаил Михайлович Филатов (1877—1942 гг.), ученик А. Н. Сабанина, известный исследователь почв Восточной Сибири, Московской, Пензенской, Уфимской губерний, автор учебника по географии почв. В 1938 г. он организовал в университете кафедру грунтоведения, а до этого выпустил две книги по этой дисциплине — «Почвы и грунты в дорожном деле» и «Основы дорожного грунтоведения». Крупными специалистами — сооснователями грунтоведения являлись Н. В. Ориатский и В. В. Охотин — автор «трехчленной» классификации почв и грунтов по гранулометрическому составу. Вопросы физики почв в Москве продолжал интенсивно изучать Н.

А. Качинский с сотрудниками, а на Украине— А. Н. Соколовский и М. М. Годлин.

А. А. Роде (1896—1979 гг.) рассматривал подзолистые почвы, исходя из представлений К. К. Гедройца и С. Маттсона, как результат сильного разрушения всех минеральных компонентов почвы под воздействием постоянно возобновляющейся кислотности почвы. Крупной сводкой и обобщением явился изданный в 1939 г. под редакцией Л. И. Прасолова трехтомник «Почвы СССР. Европейская часть СССР». В его создании приняли участие многие ведущие почвоведы страны. Владимир Николаевич Сукачев (1880—1967 гг.) закладывает в эти годы основы новой науки о биогеоценозе, в структуре которого почве принадлежит значительное место. Слить воедино почвоведение и геоботанику в особое учение о типах земель стремился Л. Г. Раменский (1884—1953 гг.); этому посвящена его книга «Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель».

Приближение к современности

Выявились новые точки соприкосновения почвоведения с конструктивным направлением в географии, с учением о биосфере и с биогеохимией, с глобальной экологией и современными концепциями охраны природной среды. Принципиально изменились аспекты международного сотрудничества, которое в области почвоведения теперь осуществляется под эгидой Организации Объединенных Наций. При их поддержке интернациональный коллектив почвоведов завершил составление мировой почвенной карты. Руководителями работы являлись португалец Д. Брамао и бельгиец Р. Дюдаль; активную роль в этом играл советский почвовед В. А. Ковда, много лет, служивший в аппарате ЮНЕСКО. Российская школа придерживается Советской по-прежнему исходит из генетической концепции, но существенно обогащенной данными по экологии почв и экспериментальными их характеристиками, полученными с помощью новейших методов. Это ясно прослеживается в наиболее капитальных трудах В. Р. Волобуева, В. А. Ковды, С. В. Зонна, И. П. Герасимова, М. А. Глазовской, а из зарубежных ученых —Р. Тавернье, Ф. Дюшофура, И. Сабольча, К. Кирицэ, Э. Эвальда, Ю. Грашко и др.

Раздел 2. Методики отбора растительных образцов

Тема 1. Методики отбора растительных образцов для получения достоверных результатов, определяющих химический состав растений

Растительные образцы. Для правильного отбора растительных проб вначале рекомендуется внимательно исследовать и описать симптомы повреждений.

Надо убедиться, действительно ли речь идет об изменении окраски, увядании, гнили, деформации, механическом повреждении, других визуально определяемых симптомах или их комплексах. Ценными для диагностики могут быть специфические выделения растения (клейкий сок, смола, слизь), присутствие возбудителя болезни (мицелий, спороношение, покоящиеся структуры) или вредителя (яйцекладки, личинки, куколки) и, наконец, особые показатели — медвяная роса, капельки выделений или экскременты насекомых, следы слизи, паутина. Необходимо обследовать и те части растения, на которых нет видимых симптомов повреждения или поражения.

В пробе должно быть возможно большее количество растений, причем как с начальными симптомами, так и с наиболее типичными, полностью развитыми. Для сравнительного исследования к пробе рекомендуется прилагать внешне здоровые растения.

Каждое растение осторожно выкапывают с корнями, не удаляя приставшую к ним землю, поскольку она также исследуется.

В тех случаях, когда отбор целых растений затруднителен вследствие их большого размера, в пробы включают пораженные органы с типичными симптомами, а также здоровые части.

Намеченные для отбора растения с заметными признаками повреждения следует отряхнуть (ударяя по ним) над белой бумагой. Упавших на бумагу вредителей пинцетом или кисточкой переносят в склянку с притертой пробкой. Если таким путем установить возможного вредителя не удастся, необходимо обследовать среду вокруг растений (возможные укрытия, почву) на заселенность вредителями.

Отбор проб из хранящихся партий зерна и продуктов его переработки, а также запасов кормов следует проводить в местах, предпочитаемых вредителями (поверхностный слой насыпи, согревшиеся, влажные, засоренные части партии); каждая проба должна составлять около 1 кг.

Почвенные пробы. В условиях производства отбор почвенных проб необходим в тех случаях, когда возникает подозрение на пораженность растений почвообитающими вредителями, а также для диагностики недостатка или избытка минеральных элементов. В большинстве случаев повреждения такого рода встречаются не на отдельных растениях, а очагами в посевах или посадках, т. е. их можно обнаружить на более или менее значительных площадях.

Поскольку химический анализ почвы требует сравнительно высоких затрат, перед отбором почвенных проб следует тщательно проверить, не

служат ли причиной повреждений наряду с предполагаемыми вредителями или возбудителями болезней также пестициды, регуляторы роста, загрязнители окружающей среды. Кроме того, целесообразно собрать информацию о системе обработки почвы и агротехники, о результатах ранее проведенный анализ почв, физико-химических условиях данного поля (застойные воды, сухость, уплотнение почвы, недостаток кислорода, значение pH и др.)* Только в том случае, если эти данные не позволяют выяснить причину повреждения, проводят анализ почвы.

Пробы почв отбирают в 10—20 точках внутри очага поражения из пахотного горизонта и объединяют в смешанный образец массой около 500 г.

Отбор проб для специальных анализов, например на зараженность нематодами или на содержание питательных веществ, проводится по установленным для этих целей методикам.

Раздел 3. Значение азота.

Тема 1. Народно-хозяйственное значение азота, влияние его на количественные и качественные показатели сельскохозяйственной продукции

Биологическая фиксация азота воздуха может быть главным рычагом решения проблемы растительного белка. При включении азота воздуха в биологический круговорот обеспечивается производство дополнительного белка. Белковая продуктивность культур, способных к симбиотической азотфиксации при благоприятных условиях симбиоза, во много раз превосходит белковую продуктивность культур, не обладающих таким свойством.

Продукция, полученная с участием симбиотически фиксированного азота, отличается высокими пищевыми и кормовыми качествами, безвредна для человека и животных. При попытке существенно повысить содержание белка в растениях и увеличить сбор его с единицы площади за счет обильного удобрения минеральным азотом происходит накопление в вегетативной массе нитратов, резко снижается качество урожая. Корма и продукты питания с повышенным содержанием окисленных форм азота вызывают болезни обмена веществ, опорно-двигательной и нервной систем, генеративных органов и генетические нарушения. Дело в том, что оксиды азота блокируют функции гемоглобина и организм страдает от недостатка кислорода.

С помощью биологической фиксации азота воздуха в определенной степени можно решить проблему охраны окружающей среды, предотвращая загрязнение грунтовых вод и водоемов оксидами азота. Обеспечить же высокую белковую продуктивность небобовых культур, не способных к симбиотической азотфиксации, невозможно без применения больших норм минерального азота. Часть этого азота в виде оксидов попадает в грунтовые воды и водоемы, иногда концентрация их превышает предельно допустимые нормы. Оксиды, поступая с водой в организм человека, превращаются в нитрозосоединения, которые являются канцерогенами и могут вызывать образование злокачественных опухолей спустя месяцы и даже годы. В некоторых странах карта повышенного распространения онкологических заболеваний совпадает с картой применения больших норм азотных удобрений и повышенного содержания нитратов в грунтовых водах. Даже при самом высоком сборе белка бобовых культур (более 3т/га) за счет симбиотически фиксированного азота воздуха опасности нет. Благодаря симбиотической фиксации азота воздуха обеспечивается экономия затрат энергии на единицу продукции. Насколько энергетически выгодно получать растительный белок за счет симбиотически фиксированного азота, показывают следующие цифры: энергетическая себестоимость 1кг белка костреца безостого, полученного за счет азотных удобрений, составляет – 65МДж, 1кг белка люцерны, полученного с участием биологического азота, – 21, козлятника восточного – 14 МДж. Фиксация азота воздуха – весьма

энергоемкий процесс. На техническую фиксацию 1т азота и превращение ее в минеральные азотные удобрения затрачивается около 80ГДж энергии. Симбиотическая фиксация азота осуществляется за счет энергии солнца, аккумулированной в процессе фотосинтеза. Учеными кафедры растениеводства РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева установлено, что интенсивность фотосинтеза листьев возрастает по мере активизации симбиоза, расход углеводов на азотфиксацию компенсируется лучшим использованием солнечной радиации и не снижает урожай. Выращивая бобовые культуры, активно фиксирующие азот воздуха, можно решить проблему сохранения и даже расширенного воспроизводства естественного плодородия почвы. После возделывания таких высокоурожайных культур, как клевер луговой и люцерны изменчивая, в Нечерноземной зоне в почве остается с корневыми и пожнивными остатками – 80-100кг азота/га, т. е. больше, чем растения выносят его из почвы за вегетацию. Этого азота достаточно для того, чтобы дополнительно получить с 1га 1,5-2т зерна за время последующих растительных остатков (2-3 года). Таким образом, при симбиотической фиксации азота воздуха не только обеспечивается высокая белковая продуктивность бобовых культур, но и увеличивается урожай последующей культуры в севообороте, сохраняется плодородие почвы.

Тем не менее средняя урожайность зернобобовых культур и многолетних бобовых трав остается низкой: зернобобовых – порядка 1,3-1,5т семян, многолетних бобовых трав – 2,5-3т сена/га. Чаще всего фактором, лимитирующим уровень урожая, является недостаток азота.. Условия активного бобово-ризобияльного симбиоза В симбиотической фиксации азота воздуха принимают участие макросимбионт – растение и микросимбионт – клубеньковые бактерии рода *Rhizobium*, которые подразделяют на 11 видов. Каждый вид бактерий приспособлен к одному виду растений или к группе видов растений.. Эта приспособленность вида клубеньковых бактерий к группе видов или определенному виду бобового растения называется специфичностью. Не все расы (штаммы) одного специфического вида клубеньковых бактерий могут одинаково успешно проникать в корень растения. Некоторые штаммы отличаются высокой конкурентной способностью и образуют на корнях бобового растения много клубеньков, другие труднее проникают в корень и образуют меньше клубеньков. Следовательно, штамм клубеньковых бактерий должен быть не только специфичным, но и вирулентным. Некоторые специфичные вирулентные штаммы в симбиозе с растением-хозяином интенсивно фиксируют азот воздуха, у других штаммов фиксация азота протекает медленнее и в меньших объемах. Способность штамма инициировать высокую интенсивность симбиотической азотфиксации называют активностью штамма.

Специфичный вирулентный активный штамм ризобий является первым условием активного симбиоза. Если культуру выращивают в регионе традиционно (например, горох, вику посевную, кормовые бобы) или она

встречается в естественных фитоценозах (клевер луговой и ползучий), то в почве имеются спонтанные специфичные штаммы ризобий, которые инфицируют эти культуры. Дополнительная инокуляция в таком случае, как правило, не улучшает образование клубеньков и не увеличивает количество фиксированного азота воздуха. Если же культуру в данном районе возделывают впервые (например, люпин, сою), то в почве нет спонтанных специфичных клубеньковых бактерий, а значит, перед посевом обязательно следует проводить инокуляцию, иначе клубеньки на корнях не образуются, растения не будут использовать азот воздуха, возникнет азотная недостаточность и сформируется низкий урожай. Чаще всего в качестве инокулята используют ризоторфин – клубеньковые бактерии, нанесенные на стерилизованный молотый торф.

Повышенная кислотность почвы – главный фактор, ограничивающий активность симбиоза в Центральном районе Нечерноземной зоны. Установлена устойчивая видовая специфичность реакции симбионтов на изменение pH. Например, лядвенец рогатый удовлетворительно фиксирует азот воздуха (120 кг/га) и обеспечивает достаточно высокий сбор сена (6,5 т/га) даже при $pH_{\text{сол}}=4,2$. Клевер луговой при той же кислотности фиксирует азота в 9 раз меньше, а люцерна не усваивает азот воздуха. При снижении кислотности до $pH=6,5$ урожайность лядвенца повысилась в 1,5 раза, клевера лугового – в 4 (с 2,6 до 10,8 т/га), люцерны – в 6 раз, белковая продуктивность возросла соответственно в 1,7; 5,5 и 9 раз. Доведение pH почвы до 7,2 снизило азотфиксацию и урожай лядвенца, у клевера эти показатели остались на том же уровне, а у люцерны несколько повысились. Аналогичные данные получены и по другим культурам.

Используя классификацию растений по требованию к pH почвы, можно определить, при какой кислотности почвы определенная культура способна усваивать максимальное количество азота воздуха и обеспечивать наибольшую продуктивность; какую культуру рациональнее высевать на данном поле с известной кислотностью; какая культура даст наибольший урожай без затрат на азотные удобрения. Такая классификация дает возможность определить, до какого уровня реакции среды следует известковать почву под каждую культуру, чтобы обеспечить максимальное усвоение азота воздуха и наибольшую белковую продуктивность.

Влажность почвы – третий по важности фактор, определяющий величину и активность симбиотического аппарата. Усвоение азота воздуха при низкой влажности почвы прекращается не вследствие недостатка воды в клубеньках (клубеньки сами не поглощают воду, они получают ее через корни), а из-за нехватки энергетических материалов – углеводов, которые расходуются на рост новых корешков, “ищущих” воду. Этот процесс усиливается по мере снижения влажности почвы. Нередко в районах с дефицитом увлажнения многие бобовые растения развиваются, не образуя клубеньков, несмотря на производимую инокуляцию. Наибольший симбиотический аппарат бобовых культур формируется при влажности почвы от 100% ППВ до ВРК (около 60% ППВ). В практике важно учитывать неодинаковый порог критической

влажности для растений разных видов. Например, эспарцет довольно хорошо образует клубеньки при сравнительно низкой влажности почвы, а люцерна более чувствительна к дефициту влаги. При недостатке влаги величина и активность симбиотического аппарата резко снижаются у гороха, вики, клевера лугового, гибридного, ползучего. Для образования клубеньков и активной азотфиксации наиболее важна оптимальная влажность почвы весной и в первой половине лета. Таким образом, учитывая особенности биологии культур, определяющие их устойчивость к недостатку влаги, можно путем подбора наиболее подходящей культуры или регулирования водного режима обеспечить лучшее развитие и активность симбиотического аппарата и повысить белковую продуктивность растений. Избыток влаги, как и ее недостаток, также неблагоприятен для симбиоза. Из-за снижения аэрации почвы ухудшается снабжение симбиотического аппарата кислородом. Аэрация почвы играет важную роль в процессе симбиотической азотфиксации. На 1 мл фиксированного азота воздуха расходуется 3 мл кислорода. Большая часть клубеньков образуется в наиболее аэрируемом слое почвы (0-10 см). При уменьшении доступа кислорода к клубенькам снижаются содержание в них леггемоглобина и фиксация азота воздуха. Красный пигмент леггемоглобин (аналог гемоглобина крови по структуре и функциям) обеспечивает перенос кислорода воздуха от периферии клубенька к его энергетическим центрам – митохондриям, где идет окисление углеводов и высвобождение энергии для фиксации азота воздуха. Этот же гемапротеид изолирует азотфиксирующие центры от доступа кислорода, поскольку сам процесс восстановления атомарного азота идет в строго анаэробных условиях.

На тяжелых заплывающих почвах даже активные штаммы ризобий образуют мелкие клубеньки, слабофиксирующие азот. Следовательно, бобовые культуры необходимо размещать на рыхлых, хорошо окультуренных, незаплывающих почвах.

Температурный фактор играет важную роль в симбиотических отношениях макро – и микросимбионтов. Требования симбиотических систем к напряженности температуры закреплены в геноме симбионтов и определены экологическими условиями региона, в которых формировался вид. Для видов короткодневного фотопериодизма оптимальная температура для максимальной симбиотической азотфиксации находится в диапазоне – 20-30°C. Однако даже за Полярным кругом в воркутинской тундре при температуре немного выше 0°C эндемичные бобовые культуры – копеечник арктический, астрагал субарктический, клевер люпинолистный и многие другие – формируют активный симбиотический аппарат и фиксируют азот воздуха в течение круглых суток. С другой стороны, в полупустынях и пустынях Средней Азии при температуре воздуха до 45°C при орошении соя, нут и маш активно фиксируют азот воздуха, а горох не формирует клубеньков. Верблюжья колючка в этих условиях без орошения имеет много крупных красных клубеньков, свидетельствующих об активной симбиотической азотфиксации.

Раздел 4. Значение фосфора

Тема 1. Значение фосфора для человека и животных

Фосфор важный элемент для организма человека. Фосфор необходим для образования жиров — фосфолипидов, которые входят в состав клеточной мембраны, энергетического обмена в каждой клетки и построения генетических клеток. Фосфор принимает активное участие в построении и передачи генов. Кроме того фосфор необходим для зубной эмали и костной ткани, так как они состоят из 80% этого химического элемента.

В сутки человек должен получать 1 грамм фосфора. Беременные, спортсмены и дети должны получать в сутки 2 грамма фосфора. Но не стоит сразу бежать и покупать продукты богатые фосфором. Почему? Ответ будет чуть позже.

Фосфор можно найти в любых продуктах питания. Поэтому организм получает в достаточном количестве фосфора.

Морепродукты самые богатые по содержанию этого элемента. В рыбе содержится 200-400 мг фосфора на 100 грамм продукта. Такое же количество фосфора содержится в крабах, креветках и кальмарах.

Молочные продукты богатый и доступный источник фосфора. Молоко обогащено суточной потребностью фосфора, сыр и творог в два раза больше. Зеленые растения, семена, овощи, орехи, шпинат, тыква и многие другие продукты содержат фосфор. Большое количество фосфора содержится в яичном желтке, говяжьей печени и в икре осетровых.

Но покупать икру, чтобы пополнить запас фосфора в организме, не стоит. Человеческому организму всегда будет хватать фосфора. Наши производители добавляют фосфаты во все продукты питания и даже в газированную воду, колбасы и другие мясные изделия, сгущенку, сливочное масло, сухое молоко, мороженное и сахар.

Возникает один интересный вопрос. Если во всех продуктах содержится фосфор, а потребность организма в нем небольшая, то получается переизбыток данного элемента. Опасно ли это? Оказывается да. Фосфор и кальций должны поступать в организм одновременно в соотношении 1,5:1. Но фосфора человек получает практически в четыре раза больше необходимой потребности. В результате этого нарушается обмен веществ и начинают развиваться дегенеративные процессы. Кальций не усваивается в организме, увеличивается его количество в крови и он начинает появляться в тканях и на стенках сосудов. Это все приводит к остеопорозу, переломам, крошению зубов, проблемам с печенью, сердечно-сосудистой системой и даже к инфарктам и инсультам. Избыток фосфора у беременных приводит к патологии печени и легких у ребенка.

Поэтому не надо искать продукты, которые содержат фосфор. Скорей всего, необходимо искать продукты, которые содержат кальций. Это позволит восстановить соотношение фосфора и кальция в организме. Кроме того, стоит отказаться от консервированных и синтетических продуктов и питаться только натуральными продуктами.

Тема 2. Признаки фосфорного голодания

Фосфор является составной частью сложных белков, так называемых нуклеопротеидов и ряда других органических соединений, играющих большую роль в жизни растений. Для создания высоких урожаев растения с одного гектара поглощают из почвы 30—80 кг фосфора. Требовательными к фосфору культурами являются свекла сахарная и кормовая, картофель. Питание растений фосфором, как правило, происходит за счет солей так называемой ортофосфорной кислоты.

Фосфор в почве находится в органических и минеральных соединениях. Органические соединения фосфора малодоступны для растений, но под воздействием микроорганизмов они разлагаются с образованием легкоусвояемых растениями соединений. Минеральные соединения фосфора представлены первичными минералами почвообразующих пород (апатит и др), а также разнообразными соединениями вторичного происхождения: на кислых почвах преимущественно фосфатами алюминия и железа и на почвах с нейтральной или щелочной реакцией — фосфатами кальция и магния. При внесении в почву растворимых соединений фосфора они в значительной степени ретроградируют, т. е. осаждаются в виде нерастворимых в почвенном растворе соединений, и поэтому передвижение фосфора в почве происходит крайне слабо. Общее содержание фосфора в почвах обычно находится в пределах 0,05—0,25%, на песчаных почвах оно снижается до 0,02%.

Легкорастворимые соединения фосфора, извлекаемые из почвы слабыми органическими кислотами, считаются доступными для растений, но они составляют незначительную долю от общих запасов фосфора, около 0,1—1%. На легких почвах доля этих соединений значительно выше, чем на глинистых почвах, и достигает 2—6%.

Недостаток фосфора встречается на всех почвах, но чаще всего на кислых, богатых подвижными соединениями алюминия и железа, суглинистых и глинистых дерново-подзолистых почвах и на красноземах. Известкование таких почв приводит к уменьшению фосфатов алюминия и железа и увеличению фосфатов кальция и магния, т. е. фосфорных соединений, более доступных для растений.

Фосфорное голодание растений появляется раньше и выражается сильнее при питании нитратным азотом, чем аммиачным. Значительное снижение влажности и температуры почвы усиливает фосфорное голодание растений; усвоение фосфора растениями из холодной почвы ослабляется.

Определять фосфорное голодание растений по внешним признакам труднее, чем голодание в отношении других питательных элементов. Признаки недостатка фосфора появляются обычно лишь при очень сильном голодании, и у некоторых культур они не специфичны. В полевых условиях недостаток фосфора яснее можно наблюдать у кукурузы, сорго, сахарной свеклы, картофеля, брюквы, турнепса и других культур.

При фосфорном голодании образование новых клеток ослабляется, и это сказывается, прежде всего, на росте растений. Рост побегов и корней при этом сильно уменьшается, листья мелкие, вследствие слабого образования боковых побегов растения часто имеют вертикальный, веретенообразный вид. Боковые почки могут отмирать или оставаться спящими.

Фосфором наиболее богаты зерна и плоды растений, поэтому фосфорное голодание резко сказывается на уменьшении образования цветов, и плодов. У многолетних плодовых растений при недостатке фосфора разворачивание почек, листьев и цветов: весной задерживается. Окраска листьев при этом темно-зеленая, с голубым оттенком; у некоторых растений наблюдаются красноватые и лиловые тона вследствие усиленного накопления в листьях пигмента антоциана. Листья тусклые, и на краях, может происходить отмирание тканей с резко выраженной границей. Признаки недостатка фосфора распространяются с нижних листьев; фазы развития растений, особенно цветение и созревание, запаздывают на 5—10 дней.

Признаки фосфорного голодания у кукурузы проявляются вскоре после появления всходов. Рост при этом замедленный, нижние листья имеют темно-зеленую, а затем с краев начинают приобретать фиолетовую окраску, которая может распространяться на все листья. При сильном голодании края листьев с верхушки становятся коричневыми и отмирают. Фазы развития, и в частности цветение, и созревание початков, значительно запаздывают. Початки получаются небольшими, частично не заполненными зернами и часто уродливой формы, с искривленными рядами зерен. При умеренном фосфорном голодании признаки отставания в росте и изменения окраски у растений могут исчезать в фазе 6—10 листьев.

Куст картофеля при недостатке фосфора имеет сжатый вид, листья темно-зеленые, отходят от стеблей под острым углом - это особенно заметно в период бутонизации и цветения. Боковое ветвление слабое или совершенно отсутствует. Во время клубнеобразования на кончиках нижних листьев появляется узкая полоска от темно-коричневого до черного цвета. Отмершая ткань завертывается вверх в виде узкой трубочки.

У сахарной свеклы при недостатке фосфора рост, листьев крайне ослаблен; листья темно-зеленые с голубоватым оттенком, тусклые, а при сильном голодании на краях нижних, листьев происходит отмирание ткани, которое захватывает концы жилок. Отмершие ткани имеют темно-бурую, почти черную, окраску, граница их резко выражена. В сухую жаркую погоду наблюдается изгиб черешка и пластинки, так что верхняя часть, листа может касаться поверхности почвы. Края листьев завертываются вверх.

При обнаружении признаков недостатка фосфора в ранние фазы развития растений необходимо провести подкормку суперфосфатом (1—2 ц на гектар), внося его ближе к корням во время междурядной обработки. В последующие годы под другие культуры на данном участке необходимо внести суперфосфат в рядки или гнезда при посеве растений. Под культуры,

требовательные к фосфору — свеклу, картофель, кукурузу, необходимо внести под вспашку навоз или фосфорные удобрения.

Тема 3. Эффективность фосфорных удобрений для различных сельскохозяйственных культур

Фосфор благодаря участию во многих жизненно важных физиологических процессах ускоряет развитие и созревание культур. Например, зерновые при оптимальном фосфорном питании созревают раньше на 5-6 дней, что особенно важно для районов с коротким вегетационным периодом. Фосфор смягчает действие на растения экстремальных погодных условий: улучшает перезимовку озимых культур, способствует экономному расходованию влаги и мощному развитию корневой системы, как следствие, повышает устойчивость растений к засухе.

Фосфорные удобрения достаточно эффективны во всех почвенно-климатических зонах нашей страны. От 1 кг фосфора минеральных удобрений можно получить 5-6 кг зерна, 10-15 – картофеля, 5-6 кг сена и т.д.

Эффективность фосфорных удобрений зависит от многих факторов, среди которых важную роль играют агрохимические свойства почвы.

В наибольшей степени выражено действие фосфора на почвах с низким содержанием подвижного фосфора. По мере улучшения фосфатного режима почв прибавки от фосфорных удобрений постепенно снижаются.

Эффективность форм фосфорных удобрений во многом зависит от кислотности почвы. На нейтральных и слабокислых почвах лучшей формой является суперфосфат, полурастворимые удобрения ему практически не уступают. На кислых почвах преимущество могут иметь полурастворимые удобрения, так как их фосфор меньше закрепляется в почве, кроме того, щелочные формы (томасшлак и др.) снижают почвенную кислотность.

Фосфоритная мука эффективна только на кислых почвах, причём при определённых условиях может действовать наравне с суперфосфатом. Тем не менее, в большинстве случаев фосфоритная мука уступает водорастворимым удобрениям, и для достижения равного эффекта её необходимо применять в двойных или даже тройных дозах. Известкование кислых почв существенно повышает эффективность суперфосфата, но делает неперспективным использование фосфоритной муки.

Гранулированные суперфосфаты, как правило, на 20-30 % эффективнее порошковидных, так как характеризуются относительно небольшой площадью взаимодействия с почвой, вследствие чего меньше подвергаются хемосорбции.

Простой и двойной суперфосфаты при использовании в эквивалентных по фосфору дозах оказывают практически одинаковое влияние на урожайность культур. На почвах с низкой обеспеченностью серой и при внесении под культуры, потребляющие много серы (бобовые, крестоцветные), простой суперфосфат может даже быть более эффективным.

Однако экономически выгоднее применять двойной суперфосфат, затраты на хранение, транспортировку и внесение которого значительно ниже.

На эффективность удобрений влияют сроки и способы их внесения.

Основное внесение фосфорных удобрений осенью под зяблевую вспашку более эффективно, чем применение их весной под культивацию и в подкормки, так как при глубокой заделке фосфор лучше усваивается растениями. Эффективность водорастворимых фосфорных удобрений за счёт уменьшения ретроградации фосфора повышается при локальном основном внесении.

Наибольшая окупаемость фосфорных удобрений обеспечивается в случае использования их при посеве культур. По опытным данным, припосевное внесение 15 кг/га P_2O_5 гранулированного суперфосфата обеспечивает ту же прибавку урожая, что и 45 кг/га P_2O_5 порошковидного, применяемого вразброс.

Большое значение имеет обеспеченность растений другими элементами питания и, прежде всего, азотом. На богатых азотом чернозёмах фосфор может лимитировать урожайность культур, поэтому фосфорные удобрения оказывают высокое действие. На других типах почв при недостатке азота фосфорные удобрения, как правило, неэффективны.

Фосфорные удобрения повышают и качество продукции: увеличивают содержание сахара в сахарной свёкле, крахмала в картофеле, белка в зерне, уменьшают содержание нитратов в плодах и овощах, улучшают качество волокна прядильных культур.

Кроме того, фосфорные удобрения повышают устойчивость растений к болезням, что также способствует получению более качественной продукции.

Раздел 5. Формы калия в почве и их доступность растениям

Тема 1. Значение K_2O для роста и развития растений

Калий является одним из основных элементов питания, наряду с азотом и фосфором. Функция калия в растениях, как и других необходимых для них элементов, строго специфична.

Первые предположения о необходимости калия растениям высказал Соссюр в 1804 г. на основании анализа золы растений, в которой всегда присутствовал калий. Затем Либих сделал заключение о необходимости применения калийных удобрений. Первые экспериментальные данные об абсолютной необходимости калия растениям были получены Сальм-Горстмаром в 1846 г.

В отличие от азота и фосфора калий не входит в состав органических соединений в растениях, а находится в клетках растений в ионной форме в виде растворимых солей в клеточном соке и частично в виде непрочных комплексов с коллоидами цитоплазмы.

Калия значительно больше в молодых жизнедеятельных частях и органах растений, чем в старых. Около 80% калия находится в клеточном соке и может легко вымываться водой (дождями и при поливе). Молодые органы растений содержат калия в 3-5 раз больше, чем старые: его больше в тех органах и тканях, где идут интенсивно процессы обмена веществ и деления клеток. При недостатке калия в питательной среде происходит отток его из более старых органов и тканей в молодые растущие органы, где он подвергается повторному использованию (реутилизации).

Физиологические функции калия в растительном организме разнообразны. Он оказывает положительное влияние на физическое состояние коллоидов цитоплазмы, повышает их оводненность, набухаемость и вязкость, что имеет большое значение для нормального обмена веществ в клетках, а также для повышения устойчивости растений к засухе. При недостатке калия и усилении транспирации растения быстрее теряют тургор и вянут.

Калий положительно влияет на интенсивность фотосинтеза, окислительных процессов и образование органических кислот в растениях, участвует в углеводном и азотном обмене. При недостатке калия в растении тормозится синтез белка, в результате нарушается весь азотный обмен.

Недостаток калия особенно сильно проявляется при питании растений аммонийным азотом. Внесение высоких норм аммонийного азота при недостатке калия приводит к накоплению в растениях большого количества не переработанного аммиака, оказывающего вредное действие на растение. При недостатке калия задерживается превращение простых углеводов в более сложные (олиго- и полисахариды).

Калий повышает активность ферментов, участвующих в углеводном обмене, в частности сахаразы и амилазы. Этим объясняется положительное влияние калийных удобрений на накопление крахмала в клубнях картофеля, сахара в сахарной свекле и других корнеплодах. Под влиянием калия

повышается морозоустойчивость растений, что связано с большим содержанием сахаров и увеличением осмотического давления в клетках.

При достаточном калийном питании повышается устойчивость растений к различным заболеваниям, например у зерновых хлебов к мучнистой росе и ржавчине, у овощных культур, картофеля и корнеплодов к возбудителям гнилей. Значительно улучшает лежкость плодов и овощей. Калий положительно влияет на прочность стеблей и устойчивость растений к полеганию, на выход и качество волокна льна и конопли.

Содержание калия в клетках растения значительно выше, чем других катионов. Внутриклеточная концентрация калия в растениях в 100-1000 раз превышает его концентрацию в почвенном растворе.

Критический период в потреблении калия растениями приходится на первые 15 дней после всходов. Период максимального потребления совпадает с периодом интенсивного прироста биомассы. Поступление калия заканчивается у льна к фазе цветения, у зерновых и зернобобовых к цветению-молочной спелости. У других культур период поступления калия в растения более растянут, и проходит в течение всего вегетационного периода (картофель, сахарная свекла, капуста).

Относительное содержание элементов минерального питания в основной и побочной продукции разнообразных сельскохозяйственных культур определяется, прежде всего, их видовыми особенностями, но зависит также от сорта и условий выращивания. Содержание азота и фосфора значительно выше в хозяйственно ценной части урожая – зерне, корне- и клубнеплодах, чем в соломе и ботве. Калия же больше содержится в соломе и ботве, чем в товарной части урожая.

Калиелюбивые культуры (сахарная и кормовая свекла, картофель, капуста и кукуруза) потребляют этот элемент гораздо больше, чем зерновые и зернобобовые культуры, лен и травы. Также много калия потребляет подсолнечник.

Общий вынос калия с урожаем сельскохозяйственных культур сильно различается. Это обусловлено особенностями химического состава растений, колебаниями в уровне формируемого урожая и изменением его структуры.

Недостаток калия вызывает множество нарушений обмена веществ у растений. В итоге продуктивность растения падает, качество продукции снижается, растения начинают чаще поражаться различными болезнями.

Внешние признаки калийного голодания проявляются в побурении краев листовых пластинок – `краевом запале`. Края и кончики листьев приобретают `обожженный` вид, на пластинках появляются мелкие ржавые крапинки. При недостатке калия клетки растут неравномерно, что вызывает гофрированность, куполообразное закручивание листьев. У картофеля на листьях появляется также характерный бронзовый налет. Особенно часто недостаток калия проявляется при возделывании более требовательных к этому элементу картофеля, корнеплодов, капусты, силосных культур и многолетних трав. Зерновые злаки менее чувствительны к недостатку калия. Но и они при остром дефиците калия плохо кустятся, междоузлия стеблей

укорачиваются, а листья, особенно нижние, увядают даже при достаточном количестве влаги в почве.

Чрезмерное калийное питание растений также негативно сказывается на их росте и развитии. Проявляется оно в возникновении между жилками листьев бледных мозаичных пятен, которые со временем буреют, а затем листья опадают. Поэтому оптимально разработанный план калийного питания растений в значительной мере будет влиять на продуктивность и качество урожая.

Тема 2. Определение содержания углеводов в растениях при резком обогащении их калием

Поляриметрическое определение содержания сахарозы

Поляриметрический метод основан на измерении угла поворота плоскости поляризации при прохождении поляризованного света через оптически-активные вещества.

Оптической активностью обладают различные органические соединения, имеющие в молекулах асимметрические атомы углерода: аминокислоты, углеводы, органические кислоты и др.

В зависимости от направления вращения плоскости поляризации, производимого оптически-активным веществом, различают право - и левовращающие оптически-активные вещества.

В частности, сахароза, глюкоза, мальтоза относятся к правовращающим оптически активным веществам, фруктоза – к лево-вращающим. Угол вращения плоскости поляризации пропорционален длине пути, проходимого лучом в активной среде, а также концентрации оптически-активного вещества, если это вещество находится в растворенном состоянии.

Для каждого оптически-активного вещества важной характеристикой является удельная вращательная способность.

Удельной вращательной способностью называют угол вращения плоскости поляризации, производящий раствор оптически активного вещества, в 100 см³ которого содержится 100 г вещества при толщине слоя раствора 1 дм. Обычно удельное вращение определяют при температуре 20°C, используя желтый свет натриевого пламени и обозначают символом $[\alpha]_{20D}$, где D — линия натриевого пламени.

Удельное вращение сахарозы численно равно: $[\alpha]_{20D} = 66,530$.

Зная удельное вращение исследуемого веществ $[\alpha]_{20D}$, толщину слоя раствора (l) и угол поворота плоскости поляризации (α), можно найти концентрацию раствора (г/100 мл):

$$C = \frac{100\alpha}{l[\alpha]_{20D}}$$

В ряде отраслей пищевой промышленности – сахарной, кондитерской, крахмалопаточной и др. – поляриметрическим методом определяют

содержание углеводов в сырье, полуфабрикатах, готовых изделиях и вторичных продуктах производства.

Приборы, с помощью которых измеряют величину угла вращения плоскости поляризации света, называют поляриметрами.

Наибольшее распространение в сахарной, крахмалопаточной и других отраслях пищевой промышленности получили сахариметры – поляриметры со шкалой, градуированной по сахарозе.

Поляриметр общего назначения имеет круговую шкалу, вращающуюся вместе с анализатором. Вращением анализатора достигается компенсация угла вращения плоскости поляризации, осуществляемая оптически-активными веществами. Шкала поляриметра разделена на 360° и позволяет измерить угол вращения в дуговых градусах.

Оптическая схема сахариметра отличается тем, что анализатор, поставленный на полутень по отношению к поляризатору, закреплен неподвижно, а измерение угла поворота происходит с помощью клиновой кварцевой компенсации. Простой клиновый кварцевый компенсатор

(рис. 1) состоит из двух кварцевых клиньев K_1 и K_2 и одного стеклянного контрклина C . Клин K_1 выполнен из правовращающего кварца и закреплен неподвижно, а клин K_2 — из левовращающего кварца и его можно перемещать, вводя в оптическую систему большую или меньшую его толщину. Когда толщина клина K_2 больше толщины клина K_1 , вся система будет компенсировать правое вращение, так как она вращает плоскость поляризации влево.

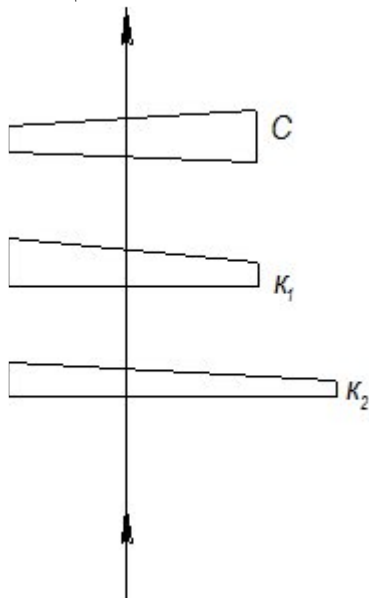


Рис. 1. Клиновая кварцевая компенсация в сахариметре

При анализе левовращающих веществ клин K_2 передвигают так, чтобы его толщина была меньше толщины клина K_1 , и вся система будет вращать плоскость поляризации вправо, компенсируя левое вращение. Контрклин C в системе служит для устранения изменения направления светового потока и его разложения при прохождении через кварцевые клинья. Подвижный клин встроен в рамку, связанную со шкалой сахариметра. Поскольку угол вращения плоскости поляризации, производимый кварцем, прямо

пропорционален его толщине и является линейной функцией перемещения клина, шкала сахариметра также линейная. Сахариметр даст отсчет 100 делений, когда в поляриметрической трубке длиной 200 мм содержится раствор химически чистой безводной сахарозы концентрацией 26,00 г в 100 см³ при температуре раствора 20°C. Следовательно, одно деление линейной шкалы (условно 1°) соответствует раствору, содержащему 0,26 г сахарозы в 100 см³.

Навеска 26,00 г называется нормальной навеской, а поляриметрическая трубка для раствора длиной 200 мм — нормальной трубкой.

Градусы линейной шкалы сахариметра можно перевести в градусы круговой шкалы поляриметра при помощи следующих соотношений: 100° сахарной шкалы соответствует 34,62° дуговой шкалы поляриметра, а 10 равен 0,3462° дуговой шкалы. Сахариметр позволяет измерять вращение плоскости поляризации от —10° до +100°. Прибор имеет 2 шкалы: большую — основную и малую — нониусную. Шкала нониуса дает возможность проведения измерения с погрешностью до 0,1°.

Пользуясь сахариметром, можно определить массовую долю сахарозы (в %) в различных сахаросодержащих объектах, например в сахаре-песке, мелассе, сиропах. Для этого отвешивают нормальную навеску продукта и готовят раствор в мерной колбе на 100 см³, доводят дистиллированной водой температурой 20°C до метки. При использовании поляризационной трубки 200 мм шкала сахариметра покажет процентное содержание сахарозы в исследуемом продукте. При анализе прозрачных растворов их поляризметрируют без предварительного осветления. Мутные и окрашенные растворы требуют специальной подготовки, заключающейся в обработке осветлителями, в качестве которых используют реактив Карреза (растворы солей гексацианоферрата (II) калия и сульфата цинка), растворы ацетата свинца, молибдата аммония, фосфорно-вольфрамовой кислоты и др. Осветлители должны дозироваться в соответствии с прописью метода для данного объекта исследования.

Техника определения

Перед началом проведения опыта необходимо проверить правильность установки прибора на нуль. Для этого после включения его в сеть фокусируют окуляр-анализатора, добиваясь четкой видимости поля зрения и шкалы прибора вращением оправ лупы и зрительной трубы. Затем проверяют нулевое положение сахариметра без поляриметрической трубки, вращая рукоятку кремальерной передачи и добиваясь однородного поля зрения по интенсивности освещенности в обеих его половинах; при этом на шкале должен быть зафиксирован нуль.

В чисто вымытую и высушенную или ополоснутую исследуемым раствором трубку через воронку наливают исследуемый раствор в таком количестве, чтобы верхний мениск его выступал над краями трубки; температура раствора должна быть 20°C. Ожидают некоторое время, чтобы содержащиеся в растворе пузырьки воздуха поднялись вверх. Подъем пузырьков можно ускорить, если слегка ударять пальцами по стенке трубки.

Затем быстро накрывают трубку сверху покровным стеклом или надвигают его на торец трубки, как бы срезая раствор. Навинчивают гайку, следя за тем, чтобы под стеклом не оставался воздушный пузырек. Тщательно протерев снаружи покровные стекла фильтровальной бумагой, помещают трубку в камеру прибора.

Устанавливают освещенность обеих половин поля зрения таким же образом, как и при проверке нулевой точки. Затем отсчитывают показания с точностью до 1° по основной шкале и с точностью до $0,1^\circ$ при помощи нониуса. Прежде чем зафиксировать результат, необходимо проверить, соответствует ли найденное положение компенсатора искомому. С этой целью нужно едва заметным движением повернуть рукоятку сначала в одну сторону, а затем в другую. При этом происходит перемещение затемненной половины поля зрения с одной стороны на другую. Снова устанавливают одинаковую освещенность и фиксируют результат.

Отсчет осуществляют не менее трех раз, каждый раз начиная с возвращения рукоятки в нулевое положение, и рассчитывают среднеарифметическое показание. Пример отсчета по шкале сахариметра приведен на рис. 2, где дано нулевое положение основной шкалы

нониуса (а) и рабочее (б) при отсчете $12,7^\circ$ шкалы сахариметра. В положении б видно, что основная шкала показывает более 12° . Для определения десятых долей градуса необходимо установить, какое деление нониусной шкалы лежит на одной прямой с делением основной шкалы, в нашем примере это седьмое деление. Зная, что 1° линейной шкалы сахариметра соответствует содержанию $0,26$ г сахарозы в 100 см³ раствора при длине трубки 200 мм, рассчитывают концентрацию сахарозы в исследуемом растворе: $C = 12,7 \cdot 0,26 = 3,3$ г/100 см³.

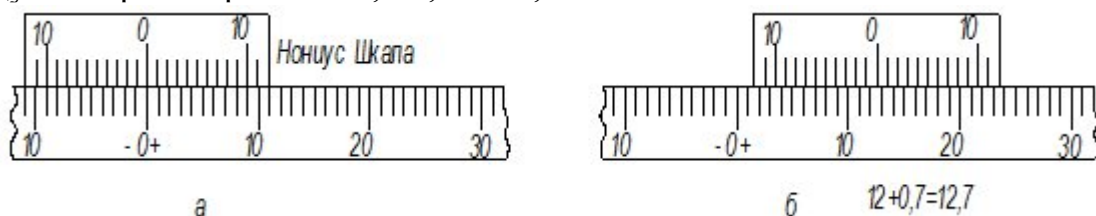


Рис. 2. Шкала сахариметра с клиновой компенсацией:

а) нулевое положение; б) рабочее положение

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КРАХМАЛА

Крахмал является полисахаридом второго порядка. Как запасной углевод **растений** крахмал входит в состав большинства пищевых продуктов. Он не является химически индивидуальным веществом. В клетках растений крахмал находится в виде зерен овальной, сферической или неправильной формы. Форма зерен характерна для крахмала определенного вида, что дает возможность различать их под микроскопом.

В состав крахмала входит 96-97% полисахаридов, образующих при полном кислотном гидролизе глюкозу. Под действием фермента амилазы происходит ферментативное осахаривание крахмала с образованием в конечном счете мальтозы и глюкозы. В качестве промежуточных продуктов

как ферментативного, так и кислотного гидролиза крахмала образуются декстрины различной молекулярной массы.

Многочисленные методы, используемые в пищевой промышленности для количественного определения крахмала, можно подразделить на три группы:

1. Поляриметрические методы, основанные на способности продуктов гидролиза крахмала вращать плоскость поляризации поляризованного луча (методы Линтнера, Эверса, хлоркальциевый и др.).

2. Химические методы, в основе которых лежит гидролиз крахмала до глюкозы и определение количества последней по ее редуцирующей способности.

3. Биологические методы, основанные на превращении крахмала в сахар, сбраживании последних и определении количества поучаемого при брожении спирта.

Ни один из известных методов определения крахмала не дает точных результатов.

В продуктах, содержащих относительно высокие количества крахмала (крахмал, пшеница, рис, кукуруза, рожь, овес и т. д.), для определения его количества наиболее широко применяют методы Линтнера, Эверса, хлоркальциевый.

Определение крахмала в пищевых продуктах этими методами состоит из трех этапов: гидролиза крахмала; осаждения продуктов, мешающих определению угла вращения плоскости поляризации с помощью поляриметра или сахариметра.

Определение содержания пшеничного крахмала по методу Эверса

Метод основан на гидролизе крахмала при нагревании в слабом растворе соляной кислоты и определении его концентрации по отклонению плоскости поляризации поляризационного луча полученными (в строго определенных условиях) продуктами гидролиза.

Техника определения

Отвешивают навеску измельченного исследуемого образца 5 г (с точностью до 0,01 г) и количественно переносят в сухую мерную колбу на 100 мл. Туда же приливают 25 мл 1,124 %-ного раствора соляной кислоты. Перемешиванием добиваются полного смачивания вещества и разрушения комочков. Следующими 25 мл той же кислоты смывают с горлышка и со стенок колбы прилипшие частицы. Смесь помещают на 15 мин на кипящую водяную баню. В течение первых трех минут содержимое непрерывно размешивают плавными круговыми движениями колбы. Через 15 мин колбу вынимают, вливают в нее 40 мл холодной дистиллированной воды, взбалтывают и охлаждают до 200С.

Затем к раствору для осветления и осаждения белков прибавляют

6 мл 2,5%-ного раствора молибденово-кислого аммония или от 0,5 до 5 мл 4%-ной фосфорно-вольфрамовой кислоты, после чего содержимое мерной колбы доводят до метки дистиллированной водой, взбалтывают и фильтруют

через складчатый фильтр в сухую колбу. Первую порцию фильтрата (5-8 мл) отбрасывают. Прозрачный фильтрат поляризуют при 200С немедленно после заполнения трубки.

Содержание крахмала рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{\alpha \cdot 0,3468 \cdot 100 \cdot 100}{182,7lm}$$

где С – содержание крахмала к массе муки, %; а – величина отклонения плоскости поляризации поляризованного луча продуктами гидролиза крахмала, выраженная в градусах линейной шкалы сахариметра; m – масса образца, г; l – длина трубки, г; 0,3468 – коэффициент пересчета линейной шкалы сахариметра на круговую шкалу поляриметра (т. е. 10 линейной шкалы поляриметра); 182,7 – среднее удельное вращение продуктов гидролиза пшеничного крахмала, получаемое по данному методу. Эта величина зависит от природы крахмала, условий проведения и глубины гидролиза. Величины среднего удельного вращение для различных объектов установлены экспериментально и приведены в таблице отдельно для каждого метода определения крахмала и для метода Эверса;

$\frac{100}{182,7}$ – количество крахмала, соответствующее повороту плоскости поляризации на 10 круговой шкалы поляриметра, г.

При навеске исследуемого продукта 5 г и длине трубки 2 дм формула принимает вид:

$$C = \alpha \cdot K,$$

где К – коэффициент, имеющий разное значение для различных культур зерна (см. таблицу).

Если используется поляриметрическая трубка длиной 100 мм, то формула приобретает вид: $C = 2\alpha \cdot K$.

При пересчете содержания крахмала на сухое вещество используют следующую формулу:

$$C_{с.в} = \frac{C \cdot 100}{100 - W},$$

где W – влажность анализируемого материала, %.

Крахмал для сахариметра (линейная шкала)	Удельное вращение, [α]20D для поляриметра (круговая шкала)	Коэффициенты	
Кукурузный	184,6	1,879	5,416
Пшеничный	182,7	1,898	5,474
Картофельный	194,5	1,775	5,118
Ржаной	184	1,885	5,434
Ячменный	181,5	1,912	5,506
Овсяный	181,3	1,914	5,504
Рисовый	185,9	1,866	5,38

К этой же группе методов определения крахмала в пищевых продуктах относится хлоркальциевый метод.

Хлоркальциевый метод определения содержания крахмала

Хлоркальциевый метод, как и предыдущий, основан на способности крахмальных растворов отклонять плоскость поляризации света. Только при этом методе вместо соляной кислоты в качестве растворителя применяется хлористый кальций с уксусной кислотой. В качестве осадителя используют 30 %-ный раствор (плотностью 1,19) серно-кислого цинка и 15 %-ный раствор желтой кровяной соли.

Техника определения

2 г измельченного образца переносят в сухую круглодонную колбу на 100 мл с широким горлом, добавляют 5 мл воды и размешивают стеклянной палочкой до исчезновения комочков. Затем приливают 60 мл насыщенного раствора хлористого кальция и 2 мл 1,6 %-ного раствора уксусной кислоты. Содержимое колбы тщательно размешивают и осторожно нагревают до кипения в течение 5-6 мин. Во время нагрева жидкость с осадком перемешивают стеклянной палочкой. Кипятят жидкость 15 мин. Следят за тем, чтобы кипение было равномерным и крупинки помола при перемешивании не осаждались на стенках колбы выше уровня жидкости, иначе крахмал гидролизует не полностью.

После нагрева содержимое в горячем состоянии переносят в мерную колбу на 100 мл и охлаждают до 200С. Круглодонную колбу ополаскивают дистиллированной водой, сливая промывание воды в реакционную смесь. Далее добавляют к реакционной смеси 1 мл 30%-ного раствора серно-кислого цинка и 1 мл 15%-ного раствора желтой кровяной соли для осаждения белков и пигментов. Объем смеси при 200С доводят до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают и фильтруют в сухую колбу. Первые 20 мл фильтрата отбрасывают. Прозрачный фильтрат с температурой 200С наливают в трубку длиной 200 мм и поляризуют. Оставлять надолго осветленный раствор нельзя, так как переходящие в коллоидное состояние жиры вызывают помутнение раствора.

Содержимое крахмала рассчитывают по формулам, приводимым в описании метода Эверса.

При навеске исследуемого образца 2 г и длине трубки 200 мм формула примет вид:

$$C = 4,271\alpha$$

Запись в лабораторном журнале

Масса муки, взятой для анализа..... г

Длина трубки сахариметра.....200 мм

Величина отклонения плоскости поляризации

поляризованного луча продуктами гидролиза крахмала,

определяемая по показанию сахариметра..... град сахар.-тра

Коэффициент пересчета линейной шкалы сахариметра

на круговую шкалу поляриметра.....	0,3468
Среднее удельное вращение продуктов гидролиза пшеничного крахмала, получаемое по данному методу.....	203
Содержание крахмала в 100 г муки.....	г
Содержание крахмала в 100 г сухого вещества муки.....	г

Определение содержания крахмала по методу Линтнера

Метод основан на гидролизе крахмала крепкой соляной кислотой при комнатной температуре и определении величины отклонения плоскости поляризации поляризованного луча света продуктами гидролиза.

Техника определения

Навеску тонкоизмельченного вещества (2-2,5 г) растирают в ступке с 10 мл дистиллированной воды, прибавляют 15-20 мл концентрированной соляной кислоты (плотность 1,19) при тщательном размешивании и оставляют на 30 мин, прикрыв ступку часовым стеклом. Затем жидкость вместе с осадком смывают 25%-ной соляной кислотой в мерную колбу вместимостью 100 мл, прибавляют туда 5 мл 4%-ной фосфорновольфрамовой кислоты и доводят до метки той же соляной кислотой. Содержимое колбы перемешивают и фильтруют. Прозрачный фильтрат поляризуют при 200С. Величина удельного вращения продуктов гидролиза крахмала для данного метода равна в среднем 2020(для ячменного крахмала – 200,30; для картофельного – 204,30).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КЛЕТЧАТКИ

По своему распространению в растениях клетчатка занимает первое место среди всех органических веществ. Она представляет собой высокомолекулярный полисахарид, состоящий из остатков β -D-глюкозы, связанной глюкозидной связью по первому и четвертому углеродным атомам. Молекулы клетчатки, имеющие нитевидный характер, соединяются в пучки, называемые мицеллами. Каждая мицелла состоит приблизительно из 60 молекул клетчатки, соединенных водородными связями, которые осуществляются как за счет водородных атомов гидроксильных групп клетчатки, так и за счет адсорбированных клетчаткой молекул воды. Клетчатка в воде не растворяется, но набухает. При кипячении с крепкой серной кислотой она полностью расщепляется на глюкозу. При более слабом гидролизе клетчатка распадается на дисахарид целлобиозу.

Клетчатка гидролизуеться до целлобиозы также ферментом целлюлазой, которая содержится в проросшем зерне, в некоторых бактериях и плесневых грибах. Активная целлюлоза содержится и в бактериях желудка жвачных **животных**, что создает для них возможность усваивать клетчатку.

Клетчатка (целлюлоза) является соединением весьма прочным, трудно поддающимся воздействию даже концентрированных растворов кислот и оснований. На этом свойстве и основаны все методы ее определения.

Метод определения содержания клетчатки по Кюршнеру и Ганеку. Он может быть рекомендован в качестве универсального. Он основан на окислении, разрушении и растворении различных химических соединений, входящих в состав анализируемого продукта, смесью уксусной

и азотной кислот. При этом клетчатка практически не растворяется, отфильтровывается и взвешивается.

Техника определения

1 г измельченного продукта, взвешенного с погрешностью до 0,0002 г, переносят в колбу вместимостью 120 см³, приливают 40 см³ смеси кислот (3,6 см³ азотной кислоты плотностью 1,4 и 36,4 см³ 80 %-ного раствора уксусной кислоты) и, закрыв колбу обратным холодильником, нагревают на песчаной бане 1 ч. Содержимое колбы в горячем состоянии фильтруют через стеклянный фильтр №2, предварительно высушенный до постоянной массы при 105—108°C и взвешенный, или тигель Гуча с асбестовым фильтром (для приготовления фильтров асбест кипятят в смеси азотной и уксусной кислот (1 : 10) и затем промывают водой). Осадок после отсасывания экстракта промывают 1—2 раза горячим 0,2 М спиртовым раствором гидроксида натрия, затем несколько раз небольшими порциями дистиллированной воды и затем 10 см³ смеси спирта с эфиром. Тигли с чисто-белым осадком сушат до постоянной массы при 100—105 °С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Запись в лабораторном журнале

Масса продукта г

Масса сухого фильтра г

Масса клетчатки с фильтром г

Количество клетчатки в навеске анализируемого продукта г

Массовая доля клетчатки в продукте %

Массовая доля влаги в анализируемом продукте %

Массовая доля клетчатки в пересчете на сухие вещества % продукта

СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА О РАБОТЕ

Отчет о лабораторной работе оформляется каждым студентом. Текст пишется темными чернилами, эскизы могут выполняться карандашом, графики результатов экспериментов строятся в масштабе.

Содержание отчета излагается в порядке, указанном в работе, и должно включать:

- название работы, цель работы, краткое содержание;
- краткие выводы по работе.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какой принцип положен в основу поляриметрического метода?
2. Что такое удельная вращательная способность?
3. Каковы принципиальные отличия оптических схем поляриметра и сахариметра?
4. Как градуируется шкала сахариметра и как осуществляют замер показаний по нониусной шкале?
5. Каково процентное содержание сахарозы в сиропе, если нормальная навеска его растворена в 100 см³ раствора, длина трубки равна 1 дм и

показание шкалы сахариметра оказалось равным $17,8^\circ$? Как рассчитать то же при длине трубки 2 и 4 дм?

6. Как выразить нижеперечисленные показания линейной шкалы сахариметра в дуговых градусах поляриметра: 12,8; 19,2; 36,6; 49,9?

7. Какие методы применяются для определения содержания крахмала в продукте?

8. На каком принципе основаны методы Эверса, Линтнера и хлоркальциевый для определения крахмала?

9. Что можно сказать о точности применяемых методов определения крахмала? Какие факторы влияют на точность определения содержания крахмала в продукте?

Раздел 6. Определение нитратов

Тема 1. Определение нитратов в мг/кг в растениеводческой продукции

Нитраты – соли азотной кислоты. Поглощение и включение азота в продуктивный процесс растений является важной и специфической составляющей частью круговорота азота как в глобальном масштабе, так и в пределах отдельных регионов, ландшафтов и ценозов. Основным источником азота для растений служат нитраты и аммоний. В культивируемых почвах складываются благоприятные для процесса нитрофикации условия, вследствие чего основной для растения формой как на удобряемых, так и на неудобряемых почвах являются нитраты. При недостатке, как и при избытке азота нарушаются процессы морфогенеза и накопления сухого вещества, изменяется характер включения поглощенного азота в синтез органических соединений, происходит накопление нитратов в урожае культур. Образование нитратов представляет собой естественный процесс превращения азота в геологических породах, почве, воде и атмосфере. При антропогенном воздействии на почву подвижность органического вещества повышается, усиливается минерализация азота почвы, в результате чего возрастает поступление нитратов в природные воды и растения.

Азотные удобрения представляют собой главный антропогенный источник азота. Попадая в почву азотные удобрения расходуются не полностью, т.к. растения в процессе всего питания используют и почвенный азот. Поэтому конкретная система применения азотных удобрений должна соответствовать почвенно-экологическим условиям, характеру землепользования, специализации севооборотов и чередованию культур, биологическим их особенностям, поскольку несоблюдение этих условий приводит к увеличению потерь азота удобрений. Необходимо учитывать особенности рельефа местности, гранулометрический состав, водно-физические свойства почвы и другие почвенно-экологические параметры при применении азотных удобрений. Накопление азота зависит также от залужения земель. Потери азота удобрений в нитратной форме возрастают при высокой насыщенности севооборотов пропашными культурами и систематическим применением повышенных доз азотных удобрений.

Неравномерное распределение азотных удобрений по поверхности почвы в ходе их внесения также можно рассматривать как одну из причин насыщения водоемов нитратами и их накопления в растениях, так как в этом случае создаются переудобренные участки, снижается коэффициент использования азота удобрений растениями, возрастают потери азота. Замена традиционных систем земледелия с участием и чередованием разнообразных культур более интенсивными и специализированными технологиями, которые способствуют усилению минерализации органического вещества почвы и разрушению ее структуры, ограничение площадей, занятых травами. Утяжеление машин и их использование на постоянных технологических колеях, отсутствие защитных зон вокруг полей приводит к усилению внутрисочвенного и поверхностного выноса азота. Одним из основных

факторов, влияющим на накопление нитратов в растения является: чрезмерное внесение удобрений, особенно их нитратных форм (аммиачная, калийная, натриевая селитра).

Подкармливать растения лучше амидными или аммонийными формами удобрений, т.к. аммиачный азот поглощается растениями и сразу включается в аминокислоты и белки без накопления нитратов. Увеличение количества нитратов в продукции можно получить при избыточном внесении в почву органических удобрений. Подкормка азотом за 1-2 недели до уборки урожая ведет к увеличению содержания нитратов в растительной продукции. При дефиците фосфора и калия затормаживается процесс образования органического вещества в процессе фотосинтеза, в результате чего снижается расход поступившего азота на процессы роста, что приводит к увеличению концентрации нитратного азота в органах растений. Из микроэлементов наиболее важным для предотвращения накопления нитратов является молибден, т.к. он входит в состав нитратредуктазы и принимает участие в восстановлении нитратов.

Из остальных агротехнических факторов выращивания растений влияние на концентрацию нитратов оказывают освещенность, влагообеспеченность, температура выращивания и сроки уборки урожая.

При слабой освещенности нитраты не полностью превращаются в аминокислоты. В засушливые годы при внесении высоких доз азотных удобрений в почву растения накапливают больше нитратов, поэтому необходим регулярный полив растений, чтобы азотное питание было умеренным и равномерным. Температурный фактор особенно влияет на содержание нитратов у растений, выращенных в условиях короткого светового дня. При умеренной температуре (13-23°C) растения содержат меньше нитратов, чем при низкой или высокой. В недозрелых овощах содержание нитратов значительно выше, чем в спелых. Накопление нитратов различными культурами имеет наследственно закрепленный характер, т.е. они обладают сортовой спецификой, которая выявлена у ряда сортовых культур.

Существует несколько путей образования и накопления нитратов в растениях:

1) нитраты накапливаются в растениях в результате чрезмерного потребления растениями азота при различных факторах, способствующих более интенсивному поступлению азота в растение, нежели их ассимиляции;

2) накопление нитратов в растениях может быть следствием снижения поступления нитратного азота и замедления синтетических процессов, из-за несбалансированного питания растений азотом и другими элементами;

3) нитраты образуются в растениях в результате первичной реакции на дефицит азота, что в свою очередь связано со снижением активности нитратредуктазы;

4) нитраты образуются в растениях при избыточном усвоении аммонийного азота.

Нитраты в растениях восстанавливаются до нитритов. Опасность нитратов и их токсическое действие на организм состоит в том, что нитраты, превратившись в ЖКТ в нитриты, попадают в кровь и окисляют двухвалентное железо гемоглобина в трехвалентное. При этом образуется метгемоглобин, не способный переносить кислород к тканям и органам, в результате чего может наблюдаться удушье. Угрозой для жизни является накопление в крови 20% и более метгемоглобина.

Таким образом, токсичность нитратов относительно низкая, а их негативное действие обусловлено нитритом, продуктом восстановления NO_3 в NO_2 микрофлорой пищеварительного тракта и тканевыми ферментами. В этом состоит потенциальная опасность нитратов, а именно их переходом в нитриты и нитрозосоединения, которые являются канцерогенами.

При сравнении содержания нитратов в зерне и соломе овса 130 мг/кг с ПДК (250-400 мг/кг), можно сделать вывод, что данная продукция безвредна и может использоваться в качестве корма сельскохозяйственных животных, а зерно также может быть использовано на продовольственные цели.

Содержание нитратов в продукции растениеводства

Наименование культуры	Фактическое содержание нитратов, мг/кг	ПДК, мг/кг
Баклажаны	300	80-270
Горошек зеленый	100	20-80
Капуста белокочанная	6200	600-3000
Кабачки	850	400-700
Картофель	1200	40-980
Лук зеленый	2500	40-1400
Лук репчатый	2300	60-900
Морковь	3700	160-2200
Огурцы	900	80-560
Перец сладкий	730	40-330
Редис	3500	400-2700
Свекла столовая	6250	200-4500
Томаты	450	10-190
Фасоль	1300	20-900
Чеснок	450	40-300
Бобы	120	30-100
Виноград	120	1-35
Гречиха	700	10-200
Груша	320	10-90
Кукуруза сахарная	300	5-15
Кукуруза (зеленая масса)	600	200-450
Овес	730	250-400
Пшеница озимая	150	30-70
Подсолнечник	2300	10-1650
Рапс кормовой	170	10-120

Рожь озимая	200	20-60
Свекла кормовая	750	100-400
Свекла сахарная	1200	200-500
Соя	30	5-25
Ячмень	330	30-90
Яблоня	110	2-15

Раздел 7. Значение крахмала как запасного полисахарида растений, образовавшегося в процессе фотосинтеза

Тема 1. Роль фосфорных и калийных удобрений на содержание крахмала

Какие удобрения, содержащие фосфор и калий, подходят для разных типов почв, как влияют на рост и развитие растений, когда лучше вносить подкормки? Такие вопросы не раз задавали себе начинающие садоводы и огородники.

Для фосфорно-калийного удобрения осень – наиболее подходящий период внесения. Предпочтительнее всего подкармливать им красную смородину, малину, землянику, а также виноград. Весной эту подкормку тоже можно вносить, только в обычной дозировке.

Какие же элементы имеются в сложных фосфорно-калийных удобрениях? Названия говорят сами за себя: буквосочетание «фос» указывает на присутствие фосфора, «ка» – калия. К слову, «нитро» либо «аммо» свидетельствует о содержании азота. Итак «аммофос» в состав включает азот+фосфор, калия нет. «Нитрофоска» в составе имеет азот+фосфор+калий. В принципе, самыми распространенными из миндпрепаратов в агроторговле являются нитроаммофоска, нитрофоска, аммофос и нитрофос.

Тема 2. Использование крахмала при прорастании семян, а полисахарида – для построения новых клеток

При созревании семян и плодов наблюдаются глубокие превращения разнообразных органических веществ. В семена и плоды из листьев притекает большое количество *углеводов и азотсодержащих веществ*, прежде всего аминокислот и амидов, а также минеральных солей. Сразу после цветения начинается формирование зародыша, образование новых клеток, рост тканей семени. При этом интенсивность дыхания существенно повышается, что связано с необходимостью энергетических затрат на различные синтезы. В дальнейшем интенсивность дыхания снижается и к моменту полного созревания семян приближается к минимальной.

В период созревания семян в них достаточно высокое содержание *фитогормонов*, в частности ауксинов. Конец созревания семян характеризуется снижением содержания указанных веществ.

По мере завершения роста зародыша в созревающих семенах происходит накопление больших количеств *сахаров* (у злаков эту фазу называют *молочной спелостью*). Затем начинается синтез крахмала. Этот сложный процесс состоит из нескольких этапов:

- активирование глюкозы за счет молекулы АТФ: $\text{глюкоза} + \text{АТФ} \rightarrow \text{глюкозо-1-фосфат} + \text{АДФ}$;

- образование аденозиндифосфат-глюкозы с использованием второй молекулы АТФ: глюкозо-1-фосфат + АТФ → АДФ-глюкоза + $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$;
- синтез крахмала с участием фермента из подкласса гликозил-трансфераз – крахмал-синтазы: пАДФ-глюкоза + затравка → пАДФ + амилоза.

В качестве затравки служит полисахарид, состоящий из нескольких остатков глюкозы. Наряду с АДФглюкозой для синтеза крахмала может использоваться другой очень активный сахар - уридин-дифосфатглюкоза. Второй составной компонент крахмала - амилопектин образуется из амилозы при участии так называемой «ветвящей гликозилтрансферазы».

В крахмалистых семенах процесс синтеза крахмала продолжается до полного созревания, в результате чего семена становятся твердыми и крепкими.

Жиры синтезируются из глицерина и жирных кислот, которые, в свою очередь, образуются из продуктов гликолитического расщепления глюкозы: глицерин - из фосфоглицеринового альдегида (ФГА) , а жирные кислоты из ацетил-кофермента А.

Фосфорсодержащие органические соединения к концу созревания семян находятся главным образом в форме фитина, а также фосфатидов и нуклеопротеидов. Общее содержание указанных веществ в семенах значительно выше, чем в других органах растений.

Близкое содержание жиров имели и семена двух видов ясеня, однако темпы накопления этих веществ были также различными: в семенах ясеня пушистого максимум падал на август - сентябрь, а ясеня обыкновенного - на июль. В соответствии с указанным, содержание углеводов в семенах ясеня пушистого в конце вегетационного периода существенно превышало их в семенах ясеня обыкновенного. Если для семян клена остролистного основной причиной задержки созревания является незрелость

Превращения веществ при прорастании семян. Прорастанию семян предшествует *поглощение* ими большого количества *воды* - сначала за счет сил набухания, достигающих огромных величин (более 1000 атм) , затем - путем осмотического всасывания.

Следует отметить, что ни крахмал, ни жиры, ни белки сами по себе передвигаться по растению не могут. Они остаются в местах их синтеза. *Только продукты их биохимических превращений*, в частности растворимые сахара, органические кислоты, аминокислоты и различные амиды, легко транспортируются к точкам роста, выступающим в качестве аттрагирующих центров.

В набухших семенах при доступе кислорода и при соответствующей температуре (не менее 1 – 3 ° С для семян холодостойких растений и выше 10 ° С для теплолюбивых) резко повышается активность *гидролаз*. Происходит это как путем перехода ферментов из связанного состояния в свободное, так и благодаря биосинтезу новых

молекул. Ярким примером этого могут служить ферменты, вызывающие гидролиз крахмала.

В сухих семенах β -амилаза находится в неактивном состоянии, а α -амилаза практически отсутствует. При прорастании семян происходит активирование β -амилазы и синтез α -амилазы. Под действием этих ферментов крахмал подвергается гидролизу, причем α -амилаза вызывает распад молекулы крахмала на крупные осколки, а β -амилаза отщепляет концевые остатки мальтозы. Промежуточными продуктами гидролиза крахмала с все более уменьшающейся молекулярной массой являются амилодекстрин, эритродекстрин, ахродекстрин, мальтодекстрин и, наконец, дисахарид мальтоза. Заключительный этап гидролиза крахмала - расщепление мальтозы на 2 молекулы глюкозы катализирует мальтаза.

Два первых этапа превращений жиров в углеводы, протекают в глиоксисомах, цикл трикарбоновых кислот, как известно, в митохондриях, а последующие два этапа - в цитоплазме.

Образующиеся при распаде крахмала и жиров сахара, легко растворяясь в воде, транспортируются к местам потребления и используются на рост и дыхание, интенсивность которого у прорастающих семян резко возрастает.

Запасные белки семян подвергаются гидролизу до аминокислот. Образующиеся аминокислоты передвигаются к точкам роста и используются на синтез конституционных белков новых клеток. Однако аминокислотный состав этих белков резко отличается от состава исходных молекул запасных белков. Часть «лишних» аминокислот дезаминируется с образованием органических кислот и аммиака. Как установлено исследованиями Д.Н. Прянишникова, в прорастающих семенах аммиак сразу же обезвреживается, включаясь в состав аспарагина. Образующийся аспарагин может служить донором аминогрупп при последующем синтезе других аминокислот. Таким образом, если содержание безазотистых веществ при прорастании семян резко снижается из-за их расхода на дыхание, то суммарное количество азотистых соединений практически остается постоянным.

Список литературы

1. Минеев В.Г. Агрохимия. Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: изд-во МГУ, 2004. – 720с.
2. Практикум по агрохимии : Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. //Под ред. академика РАСХН В.Г. Минеева. – М.: изд-во МГУ, 2002. – 687 с.
3. Минеев В.Г. Избранное: Сборник научных статей в 2-х частях. Агрохимия и качество пшеницы. Экологические проблемы и функции агрохимии. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 601 с.
4. Минеев В.Г. История и состояние агрохимии на рубеже ХХІ. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 616 с.
5. Минеев В. Г. История и состояние агрохимии на рубеже ХХІ века. Книга 3 /Агрохимия в России на рубеже ХХ – ХХІ столетия. – М.: Изд.-МГУ, 2010. – 800с.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

Методические указания
для практических занятий
по дисциплине «Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного
плодородия»
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Рязань 2025

Методические указания разработаны доцентом кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Ступиным А.С.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Практическая работа.

Тема: Оценка агрономической и экологической эффективности приемов повышения плодородия почвы.

Цель: Оценка агрономической и экологической эффективности приемов повышения плодородия почвы.

Задачи:

- определить уровень плодородия на определенном агроландшафте на основании исходных данных;
 - познакомиться с технологической моделью плодородия серой лесной почвы;
 - дать рекомендации по сохранению и повышению плодородия почв в разных агроландшафтах;
 - сделать прогноз на ближайшие 10-15 лет по состоянию плодородия в агроландшафтах.
- Процесс выполнения лабораторной работы направлен на формирование следующих компетенций:

Материалы и оборудование:

- 1.Методические указания по выполнению лабораторной работы.
- 2.Тетрадь для расчетов и записей.

Порядок выполнения работы:

- 1.Сравнить существующий уровень плодородия почв (задания выдает преподаватель) с предложенной технологической моделью.

Таблица 1-Технологические модели плодородия серых лесных тяжелосуглинистых почв на средний и высокий уровень урожайности

Показатели	Ед.измерения	Уровень плодородия	
		Средний 25-30 ц к.ед./га	Высокий 35-50 ц к.ед./га
1	2	3	4
<i>Агрофизические:</i>			
мощность пахотного слоя	см	20-30	30-40
водопрочные макроагрегаты в слое 0-20 см	%	30-35	35-55
плотность почвы в слое 0-40 см	г/см ³	1,28-1,32	1,25-1,29
Запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см	мм	100-110	110-120
<i>Агрохимические:</i>			
pH солевой		5,3-6,3	5,5-6,5
Нитраты	мг/кг почвы	25-35	35-55
P ₂ O ₅	мг/100 г почвы	16-18	18-21
K ₂ O	мг/100 г почвы	16-17	17-20
<i>Биологические:</i>			
гумус	%	2,8-3,0	3,0-3,2
Максимально допустимое количество сорняков:			
- малолетних	шт./м ²	25-35	20-30
-многолетних	шт./м ²	5-8	4-7

Таблица 2-Показатели плодородия серых лесных тяжелосуглинистых почв на средний и высокий уровень урожайности

Показатели	Ед. измерения	Показатели существующего плодородия	Рекомендации
1	2	3	4
<i>Агрофизические:</i>			
мощность пахотного слоя	см		
водопрочные макроагрегаты в слое 0-20 см	%		
плотность почвы в слое 0-40 см	г/см ³		
Запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см	мм		
<i>Агрохимические:</i>			
рН солевой			
Нитраты	мг/кг почвы		
Продолжение таблицы 2			
1	2	3	4
P ₂ O ₅	мг/100 г почвы		
K ₂ O	мг/100 г почвы		
<i>Биологические:</i>			
гумус	%		
Максимально допустимое количество сорняков:			
- малолетних	шт./м ²		
-многолетних	шт./м ²		

.Дать рекомендации по повышению плодородия почвы, исходя из сравнительного анализа. Работа выполняется по вариантам.

Вариант 1.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,

водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 23-25%,

плотность почвы в слое 0-40 см 1,36-1,38 г/см³,

запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 80-90 мм,

рН солевой 5,3-6,3,

нитраты 10-15 мг/кг почвы,

P₂O₅ 8-10 мг/кг почвы,

K₂O 10-12 мг/кг почвы,

содержание гумуса 2,0-2,3 %,

сорняков- малолетних 201-250 шт./м², многолетних 3,1-6.6 шт./м²

Вариант 2.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 18-20 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 25-28%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,38-1,39 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 85-95 мм,
рН солевой 4,0-4,3,
нитраты 25-35 мг/кг почвы,
Р₂О₅ 6-8 мг/кг почвы,
К₂О 10-12 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,0-2,2 %,
сорняков- малолетних 101-150 шт./м², многолетних 3,1-6,0 шт./м²

Вариант 3.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 20-30 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 24-25%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,36-1,38 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 80-90 мм,
рН солевой 4,0-4,3,
нитраты 20-23 мг/кг почвы,
Р₂О₅ 10-12 мг/кг почвы,
К₂О 8-10 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,0-2,3 %,
сорняков- малолетних 201-250 шт./м², многолетних 6,1-10,0 шт./м²

Вариант 4

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 20-22%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,28-1,32 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 90-100 мм,
рН солевой 4,0-4,3,
нитраты 10-15 мг/кг почвы,
Р₂О₅ 8-10 мг/кг почвы,
К₂О 10-12 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,0-2,3 %,
сорняков- малолетних 201-250 шт./м², многолетних 3,1-6,6 шт./м²

Вариант 5.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 23-25%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,36-1,38 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 140-160 мм,

pH солевой 4,6-5,0
нитраты 8-10 мг/кг почвы,
P₂O₅ 12-14 мг/кг почвы,
K₂O 9-10 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,0-2,3 %,
сорняков- малолетних 31-100 шт./м², многолетних 1,1-3.0 шт./м²

Вариант 6.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 25-28%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,30-1,32 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 80-90 мм,
pH солевой 4,0-4,3,
нитраты 10-15 мг/кг почвы,
P₂O₅ 8-10 мг/кг почвы,
K₂O 16-18 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,0-2,3 %,
сорняков- малолетних 201-250 шт./м², многолетних 3,1-6.6 шт./м²

Вариант 7.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 23-25%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,36-1,38 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 50-65 мм,
pH солевой 4,0-4,3,
нитраты 10-15 мг/кг почвы,
P₂O₅ 16-18 мг/кг почвы,
K₂O 10-12 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,5-2,7 %,
сорняков- малолетних 30-55 шт./м², многолетних 3,1-6.6 шт./м²

Вариант 8

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 22-25 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 30-33%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,36-1,38 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 90-110 мм,
pH солевой 4,0-4,3,
нитраты 12-14 мг/кг почвы,
P₂O₅ 9-11 мг/кг почвы,
K₂O 10-12 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,1-2,2 %,
сорняков- малолетних 150-250 шт./м², многолетних 3,1-6.6 шт./м²

Вариант 9.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,

водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 23-25%,

плотность почвы в слое 0-40 см 1,26-1,30 г/см³,

запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 60-80 мм,

pH солевой 4,0-4,3,

нитраты 10-15 мг/кг почвы,

P₂O₅ 8-10 мг/кг почвы,

K₂O 10-12 мг/кг почвы,

содержание гумуса 2,6-2,8%,

сорняков- малолетних 201-250 шт./м², многолетних 3,1-6.6 шт./м²

Вариант 10.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 20-22 см,

водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 28-30%,

плотность почвы в слое 0-40 см 1,30-1,34 г/см³,

запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 90-110 мм,

pH солевой 5,0-5,3,

нитраты 10-15 мг/кг почвы,

P₂O₅ 8-10 мг/кг почвы,

K₂O 10-12 мг/кг почвы,

содержание гумуса 2,6-2,8%,

сорняков- малолетних 30-35 шт./м², многолетних 3,1-6.6 шт./м²

Форма отчета: защита ситуационной задачи после расчетов.

Контрольные вопросы:

1. Определение плодородия почвы Виды плодородия.
2. Перечислить факторы плодородия почвы и их показатели.
3. Простое и расширенное воспроизводство плодородия почвы.
4. Технологическая модель плодородия почвы.
5. Вещественный способ воспроизводства плодородия почвы.
6. Технологический способ воспроизводства плодородия почвы.

Библиографический список:

1. Аксенова, Ю. В. Мониторинг плодородия почв : учебное пособие / Ю. В. Аксенова, А. А. Шпедт, В. С. Бойко. — Омск : Омский ГАУ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-89764-854-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136142>
2. Макаров, В. И. Агрохимическое обследование и мониторинг плодородия почв : учебное пособие / В. И. Макаров, А. Н. Исупов. — Ижевск : Ижевская ГСХА, 2019. — 188 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158581>
3. Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия : учебное пособие / А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, Л. С. Горбатко, А. И. Подколзин. — Ставрополь : СтГАУ, 2013. — 352 с. — ISBN 978-5-9596-0793-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45722>
4. Комиссарова, И. В. Агроэкологическая оценка земель и воспроизводство плодородия почв : учебно-методическое пособие / И. В. Комиссарова. — Курган : КГСХА им. Т.С.Мальцева, 2012. — 41 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159243>
5. Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия : учебное пособие / А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, Л. С. Горбатко, А. С. Подколзин. — Ставрополь : СтГАУ, 2012. — 352 с. — ISBN 978-5-9596-0793-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5757>

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Рязанский государственный агротехнологический университет имени
П. А. Костычева»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

Методические указания

для выполнения практических работ по дисциплине «Экология агроэкосистем»

(для студентов заочной формы обучения технологического факультета по
направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение профиль «Цифровые
технологии в агрохимии и агропочвоведении»)

Рязань 2025 г.

Методические указания разработаны профессором кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Левиным В.И.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Раздел 1: Классификация, структура и свойства агроэкосистем

Тема: Агроэкологическая оценка сельскохозяйственных культур к теплообеспеченности и температурному режиму

Цель работы: провести оценку сельскохозяйственных культур к теплообеспеченности и температурному режиму

Вводные пояснения. Классификация сельскохозяйственных растений по их биологическим потребностям к условиям произрастания (теплообеспеченности и температурному) режиму начинается с определения длительности вегетационного периода конкретного сорта растения. Потребность растения в тепле устанавливают по сумме активных температур (выше 10⁰С) за весь период вегетации. Эта показатель сильно варьирует не только по видам, но и в такой же степени по сортам одной и той же культуры. Кроме того для всех сельскохозяйственных культур существует определенный температурный режим, при котором бывает целесообразным посев семян и появления всходов. Отклонение от данных показателей может сопровождаться значительным увеличением сроков появления всходов, в результате верхний слой почвы высыхает, появляются сорняки, с другой стороны ранее всходы могут подвергаться воздействию весенних заморозков. В этой связи учащиеся должны владеть знаниями о потребности растений в теплообеспеченности и минимальных температурах, необходимых для произрастания семян и формирования всходов различных видов сельскохозяйственных культур. Знание данных параметров позволяет исключить риски неблагоприятных погодных условий на рост, развитие и формирование урожая сельскохозяйственных культур

Ход работы.

По каждому виду и сорту заполняют таблицы 1 и 2, используя справочный материал и конкретные сорта, определяют сумму активных температур за весь период вегетации, обеспечивающих созревание урожая сельскохозяйственных культур центральных районов Нечерноземной зоны РФ. Дополнительно студенты могут самостоятельно указать диапазон благоприятных температур для появления всходов, формирования вегетативных и генеративных органов по плодоношению. Особое внимание должно быть уделено учащимся температурному режиму почвы, обеспечивающему прорастание семян и появление всходов (таблица 2). При низких температурах почвы семена не дают всходов, а с увеличением периода нахождения в почве они загнивают. Таблица 3 отражает характер

повреждения сельскохозяйственных культур к воздействию низких отрицательных температур. Различным сельскохозяйственным культурам присуща широкая вариабельность по отношению к температурному режиму и теплообеспеченности, что обуславливает необходимость специфического подхода к подбору сортов по критерию скороспелости, исходя из задач производства.

Таблица 1 - Потребность культур в тепле за вегетационный период для широты 55⁰

Культура	Характеристика вида (сорта) по скороспелости	Сумма активных температур, °С
Яровая пшеница	Раннеспелый Среднеспелый Позднеспелый	
Ячмень	Раннеспелый Среднеспелый Позднеспелый	
Овес	Раннеспелый Среднеспелый Позднеспелый	
Просо	Раннеспелый Среднеспелый Позднеспелый	
Кукуруза на зерно	Наиболее раннеспелый Среднеспелый Среднепоздний Позднеспелый	
Кукуруза на силос	Раннеспелый Среднеспелый Позднеспелый	
Гречиха	Раннеспелый Среднеспелый Позднеспелый	
Горох	Раннеспелый Среднеспелый	

Картофель	Позднеспелый	
	Раннеспелый	
	Среднеспелый	
	Позднеспелый	

Таблица 2- Минимальная температура, необходимая для произрастания семян и появление всходов различных культур, °С

Культура	Прорастание семян	Появление всходов
Рыжик, конопля, горчица, клевер, люцерна Рожь, пшеница, ячмень, вика яровая, горох, чечевица, чина, свекла Подсолнечник, перилла, картофель Кукуруза, просо, могогар, суданская трава, соя Фасоль, сорго, клещевина		

Таблица 3 – Устойчивость сельскохозяйственных культур к заморозкам в разные фазы развития, °С

Культура	Начало повреждения и частичная гибель растений в фазе			Гибель большинства растений по фазам		
	Всходов	Цветения	Созревания (молочной спелости)	Всходов	Цветения	Созревания (молочной спелости)
Наиболее устойчивые						
Яровая пшеница						
Овес						
Ячмень						

Горох						
Чина						
Малоустойчивые						
Кукуруза						
Просо						
Суданская трава						
Сорго						

Раздел 2: Почвенно-биотический комплекс агроэкосистем

Тема: Биогеоценотическая деятельность микробного комплекса

Цель работы: изучить влияние агрохимикатов на чистые культуры почвенных микроорганизмов методом бумажных дисков и определить интенсивность почвенного дыхания.

Вводные пояснения. Пестициды представляют собой химические соединения различной природы, которые используют при производстве сельскохозяйственной продукции. По своему назначению пестициды подразделяют на несколько групп. Так, химические соединения, используемые для уничтожения сорняков, называются гербицидами, для защиты растений от болезней - фунгицидами, от вредителей - инсектицидами.

Различные пестициды в различной степени действуют на микрофлору почвы. Основной закономерностью является то, что наиболее сильно подавляется почвенная биота от применения фунгицидов, в меньшей степени от действия гербицидов и практически не какого влияния на почвенную микрофлору почвы не оказывают инсектициды. Конечно же, из этого правила есть исключения. Например, некоторые пестициды не только не угнетают почвенные микроорганизмы, но и стимулируют их жизнедеятельность.

Почвенное дыхание является результатом деятельности микроорганизмов, корней растений и химических процессов. Но все же основная роль в продуцировании почвой углекислого газа принадлежит микроорганизмам. Выделение углекислоты - одна из важнейших функций почвы. Происходящая в ней минерализация органических веществ,

обеспечивает потребность растений в углекислом газе. Энергия дыхания может дать представление об интенсивности биологического обмена, прежде всего потому, что обмен веществ у всех гетеротрофов сопровождается выделением CO_2 . К тому же углекислый газ только в очень небольших количествах связывается почвой

Ход работы

Метод определения чувствительности почвенных микроорганизмов к пестицидам с помощью бумажных дисков, пропитанных различными видами химических соединений, наиболее прост и демонстративен. Чашки Петри, в которых выделена чистая культура почвенных микроорганизмов, в начале занятия рассматривают и описывают колонии микроорганизмов, выросших на плотной питательной среде. Затем, аккуратно приоткрыв верхнюю часть, в чашку приливают 1 мл стерильной водопроводной воды так, чтобы она полностью покрыла поверхность чашки. Оставляют на 5 минут, затем излишки воды удаляют. По четырем сторонам чашки размещают диски, предварительно пропитанные различными пестицидами, и оставляют для прорастания колоний. Чувствительность микроорганизмов к тому или иному препарату определяют по величине зоны угнетения роста, которая образуется вокруг дисков.

Дыхание почвы (интенсивность выделения CO_2) можно определить объемным методом по связыванию его щелочью. Делается это следующим образом: в сосуды объемом 500 мл с двадцатью миллилитрами титрованной щелочи (NaOH) подвешивают в марлевом мешочке 10 г почвы. Предварительно почву увлажняют до 60 % ПВ влагоемкости, плотно закрывают резиновыми пробками. Через 5 дней количество оставшейся щелочи оттитровывают кислотой и по формуле рассчитывают количество выделившегося CO_2 (мг/сутки):

$$(20 \times C - A \times D) \times 2200, \text{ где}$$

С - титр щелочи;

А - количество кислоты пошедшей на титрование (мл);

Д - титр кислоты.

Тема: «Нормирование содержания химических элементов в почве»

Цель работы: определить изменение уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами при внесении в нее минеральных удобрений и химических средств защиты растений

Вводные пояснения. Применение органических и минеральных удобрений - важное условие повышения урожайности культур. Азотные минеральные удобрения выпускают и используют в твердом и жидком видах. По форме азота твердые азотные удобрения подразделяют на

- аммонийные (NH_4): сульфат аммония, хлорид аммония;
- аммонийно-нитратные (NH_4NO_3): аммиачная селитра, сульфат-нитрат аммония;
- нитратные (NO_3): натриевая селитра, кальциевая селитра;
- амидные (NH_2): карбамид (мочевина), цианамид кальция.

Из жидких азотных удобрений применяют аммиачные (NH_3), в которых азот находится в виде водного и безводного аммиака. Фосфорные удобрения представлены суперфосфатом и двойным суперфосфатом, а также сложными соединениями: аммофос, диаммофос, нитроаммофоска, карбоаммофоска. К калийным удобрениям относят хлорид калия, сульфат калия, природные калийные соли (сильвинит). Сырье для получения минеральных удобрений (фосфориты, апатиты, калийные соли), как правило, содержит большое количество токсичных примесей. Серьезную опасность представляют тяжелые металлы, которые в удобрениях составляют значительные количества (таблица 22).

В суперфосфате содержится (мг/кг): Co (1-9), Ni (7-32), Si (4-79), Pb (7-92), Cd (50-170), Zn (50-1430), Cr (66-243), As (1,2-2,2), W (20-180). В фосфогипсе присутствует до 2% стронция и около 0,5% фтора. В фосфорных удобрениях содержатся токсичные соединения фтора.

Таблица 4 - Сельскохозяйственные источники загрязнения почв тяжелыми металлами, мг/кг сухой массы

Элемент	Сточные воды	Известняки	Фосфорные удобрения	Азотные удобрения	Калийные удобрения	Органические удобрения	Пестициды
Cd	2-1500	0,04-	0,1-170	0,05-8,5	0,2-1	0,3-0,8	—

		0,1					
Co	2-260		1-12	5,4-12	—	0,3-24	—
Cr	20-40600	10-15	66-245	3,2-19	0,25	5,2-55	—
Cu	50-3300	2-125	1-300	1-15	—	2-60	12-60
Hg	0.1-55	0.05	0.01-1.2	0.3-2.9	0.075	0.09 — 0.2	0.8-
Mn	60-3900	40-	40-2000	—	—	30-550	—
Ni	16-5300	10-20	7-38	7-34	—	7.8-30	—
Pb	50-3000	20-	7-225	2-27	4-12	6,6-15	60
Sr	40-360	610	25-500	—	—	80	—
Zn	90-	10-	50-1450	1-42	—	15-250	1.3-
F	2-740	300	8500- 38	—	—	7	18-

Калийные удобрения одержат балластные элементы (Cl, Na), которые, накапливаясь, могут снижать плодородие почв. В сапропеле содержание кадмия составляет 50-100 мг/кг сухой массы.

Активные загрязнители - сточные воды, содержащие в больших количествах хром, цинк, никель, марганец.

Негативное воздействие тяжелых металлов увеличивается в ряду: Zn-Ni-Cr-Co-Cu-Pb-Hg. Установлено, что на почвах, загрязненных тяжелыми металлами, наблюдается снижение урожайности: зерновых на 20-30%, сахарной свеклы - на 35, картофеля - на 47 и бобовых - на 40%.

Физиологически кислые минеральные удобрения, подкисляя почву, тем самым мобилизуют и токсичные элементы, переводят их из недоступной в доступную для растений форму.

Возможны следующие позитивные и негативные действия агрохимических средств на почву:

- подкисление и подщелачивание почвенного раствора;
- усиление или ослабление физико-химического и химического поглощения катионов и анионов;
- изменение концентрации ионов в почвенном растворе;
- изменение подвижности тяжелых металлов и других токсичных химических элементов;
- изменение концентрации микроэлементов в доступной для растений форме;
- усиление минерализации органического вещества;
- усиление гумификации;
- изменение биологической фиксации молекулярного азота атмосферы клубеньковыми и свободноживущими бактериями;
- изменение общей биологической и ферментативной активности почвы;

- изменение эффективности питательных элементов почвы;
- возникновение антагонизма питательных элементов, что сказывается на их поступлении в растения;
- накопление токсичных элементов и соединений в растениях в количествах, превышающих ПДК и снижение качества продукции;
- усиление миграции элементов питания и увеличение их потерь в окружающую среду.

Пути снижения экологической напряженности состоят в выполнении следующих мероприятий:

- улучшение химического состава минеральных удобрений за счет совершенствования технологии их производства; удобрения и средства защиты растений должны быть экологически безопасными;
- применение оперативных методов определения потребности культур в элементах питания с учетом местных условий и повышение коэффициента использования азота, фосфора и калия почвы и удобрений растениями;
- соблюдение научной технологии использования удобрений с учетом оптимизации корневого питания;
- применение комплекса мероприятий для закрепления минерального азота в органической форме «иммобилизация»; повышение уровня использования биологического азота.

Следует шире применять бактериальные удобрения, что позволит сократить объемы внесения в почву промышленных туков и таким образом заметно снизить химический пресс на окружающую среду.

Ход работы.

Требуется определить приращение поступления тяжелых металлов в почву за счет возрастания доз внесения минеральных удобрений.

Исходные данные приведены в таблицах 5-8.

Таблица 5 - Содержание тяжелых металлов в удобрениях и мелиорантах, мг/кг (Попов В. В., 1991)

Удобрения и мелиоранты	Mn	Zn	Си	Pb	Cd	Ni
Мочевина	2	6	0,8	1,3	0,25	7,6
Суперфосфат простой (гранулированный)	210	19	14,3	42,5	3,5	24,8
Хлористый калий	15	12,3	4,5	12,5	4,25	19,3
Пенегной	276	121,7	19,8	9,3	0,2	6,6
Известь	295	21	5,8	37,8	5,5	30

Таблица 6 - Влияние химических веществ на состояние окружающей среды

Показатели	Нормы для классов токсичности		
	1-й класс	2-й класс	3-й класс
	кадмий, свинец, цинк, ртуть, таллий, мышьяк, фтор, бенз(а)пирен, селен	кобальт, никель, медь, хром, бор, молибден, сурьма	марганец, барий, висмут, ванадий, вольфрам, стронций, ацетофенол
Токсичность, ЛД ₅₀	<200	200-1000	> 1000
Персистентность в почве, месяцы	более 12	6-12	Менее 6
Миграция	мигрируют	слабо мигрируют	не мигрируют
Персистентность в растениях, месяцы	более или равно 3	1-3	менее 1
Влияние на пищевую ценность сельскохозяйственной продукции	сильное	умеренное	нет

Примечание: Персистентность — это степень устойчивости вещества к процессу разложения.

Таблица 7 - ПДК потенциально токсичных элементов в почве после применения осадка сточных вод и максимальные ежегодные скорости их накопления (Code, 1993)

Потенциально токсичные элементы	ПДК потенциально токсичных элементов в почве (мг/кг) при pH:				Средние скорости накопления потенциально токсичных элементов за 10 лет, кг/га год
	5-5,6	5,6-6	6,1-7	более 7	
Цинк	200	250	300	450	15
Медь	80	100	135	200	7.5
Никель	50	60	75	110	3

Таблица 8 - Содержание тяжелых металлов (мг/т) в минеральных удобрениях и ПДК тяжелых металлов в почве

Тяжелые металлы	С _{тм} (мг/т) и удобрениях:			ПДК, мг/кг
	азотных	фосфорных	калийных	

Свинец	174,4	138,1	196,5	6
Медь	201,9	1555,1	186,4	3
Цинк	186,4	1230,15	182	23
Кадмий	1,3	2,65	0,6	1
Ртуть	0,43	4,6	0,7	2,1

Раздел 3: Аллелопатия сорных и культурных растений

Тема: Влияние растений на физическое и биогенное состояние почв.

Цель работы: оценить влияние отдельных видов растений на физическое и биологическое состояние почвы по интенсивности прорастания в почве семян крестоцветных культур

Вводные пояснения. Почвообразование - процесс формирования почвы в результате сложного взаимодействия естественных почвообразующих факторов – климата, рельефа, микроорганизмов, а также растений. Существенное влияние на изменение плодородия почвы оказывают растительные организмы, благодаря накоплению органических и минеральных веществ. их трансформации в гумус, выделению корневой системы биологических активных веществ, рыхлению и формированию структуры почвенного горизонта. Эффективность этих процессов в значительной степени зависит от экофизиологических и видовых особенностей. Так бессменный режим возделывания отдельных сельскохозяйственных растений в течении нескольких лет на одном и том же участке (лен, сахарная свекла, зерновые культуры и др.) сопровождается резким снижением урожайности. Это связано с интенсивным накоплением в почве данными видами растений специфических веществ (фитонцидов, колинов, антибиотиков), фитопатогенных микроорганизмов и вредителей. Данное явление получило название почвоутомление. Предотвратить развитие почвоутомления позволяет чередование сельскохозяйственных культур по полям, что достигается освоением севооборотов. При отсутствии севооборотов целесообразно перед посевом конкретно сельскохозяйственной культуры оценить биологическую (аллелопатическую) активность почвы, где будет производиться посев сельскохозяйственных культур. По ответной реакции проростков семян, отзывчивых на экстремальные воздействия видов растений, будет установлена биологическая активность почв данного участка т.е. какое влияние оказали ранее произраставшие растения.

Ход работы.

В работе используют почву с различных участков и полей где в предыдущие годы бессменно выращивали клевера, сахарную свеклу, зерновые культуры и др. и по - возможности почву с полей севооборотов. По интенсивности прорастания и развития проростков в течении 7-10 суток высочувствительных мелкосемянных культур (рапс, горчица др.) можно сделать заключение о влиянии ранее выращиваемых видов растений на биологическое состояние почв. Для этого семена рапса или горчицы проращивают, в прямоугольных ящиках, наполненных слоем почвы высотой 2;3;5 см с того участка, где ранее произрастали вышеуказанные сельскохозяйственные культуры. У ящика одна из сторон выполняется из прозрачного материала (стекло). Семена размещают вдоль прозрачной стенки, непосредственно примыкая к ее поверхности в отдельные ящики до 100 шт. семян на каждую глубину. После этого прозрачная стенка затеняется светонепроницаемой бумагой или тканью (семена проращивают в темноте). При проращивании семян в лаборатории, окружающая температура, влажность почвы и воздуха, световой режим должны быть приближены к полевым условиям. После начала прорастания семян, ежедневно со стороны светопроницаемой стенки наблюдают за развитием проростков, активно реагирующее на присутствие токсинов и физиологических активных веществ. Как только их рост в длину прекращается, что будет видно с помощью наносимых меток на прозрачные стенки измеряют длину проростков, подсчитывают количество, вышедших на поверхность почвы с глубины 2;3;5 см. по результат данных показателей делается заключение о степени влияния ранее возделываемых культур на биологическую активность почвы.

Раздел 4: Обработка почвы и применение агрохимикатов в агрофитоценозах

Тема: Экологическая оценка опасности загрязнения почв пестицидами

Цель работы: определить степень загрязнения пахотных почв пестицидами. Установить прогноз загрязнения в зависимости от доз применения средств защиты растений.

Вводные пояснения. Современные пестициды - это хлорорганические пестициды (галоидопроизводные полициклических и ароматических углеводородов, углеводородов алифатического ряда); фосфорорганические (сложные эфиры фосфорных кислот, производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот) и азотсодержащие пестициды (производные мочевины, гуанидина, фенола). Пестициды делятся на инсектициды, предназначенные для уничтожения вредных насекомых; фунгициды, служащие для борьбы с фитопатогенными грибами; гербициды, позволяющие уничтожать сорняки; родентициды, употребляемые против грызунов; нематоциды, токсичные для червей из класса нематод.

Пестициды классифицируют по составу и химическим свойствам, способности к биоаккумуляции, устойчивости к разложению, токсичности. Современная шкала экотоксикологической оценки пестицидов включает критерии:

- токсиколого-гигиенические (оценка по нормативам, воздействие на органолептические свойства, летучесть, токсичность для животных и человека, способность к кумуляции в их организме);
- эколого-агрохимические (персистентность в почве, миграция по почвенному профилю, транслокация в растения, фитотоксическое действие через почву, реакция на действие инсоляции);
- экотоксикологические (коэффициент избирательности действия) (Лозановская И. Н. и др., 1998).

С экологической точки зрения имеются различные формы воздействия пестицидов (Рамад Ф., 1981). Демоэкологическая категория форм воздействия выражается совокупностью нарушающих воздействий на уровне популяций отдельных видов, чувствительных к какому-либо фитосанитарному веществу. Она проявляется в вымирании определенной части особей. Биоценотическая связана с уменьшением численности популяции вследствие уничтожения пестицидами тех растений или животных, которые служат им пищей. Экологические последствия могут проявляться также в росте численности той или иной популяции за счет исчезновения конкурирующего вида, имеющего аналогичные требования к пищевым ресурсам.

Пестициды очень токсичны, что вызывает ряд проблем в области общественной гигиены. Загрязнение пестицидами растительной и животной продукции (овощей, фруктов, молока, масла, мяса) привело к тому, что пришлось установить максимальный порог концентрации вещества, допустимый в продуктах питания. Все уровни, установленные ВОЗ, ниже 1 мг л^{-1} .

Основная причина накопления остаточных количеств пестицидов в продуктах — нарушение правил и регламентов использования препаратов. Примерно 70% применяемых соединений попадает в организм человека с

мясом, молоком, яйцами и 30% — с растительной пищей. Растения по степени накопления остаточных количеств хлорорганических пестицидов в продуктивных органах располагаются в ряд: морковь > петрушка > картофель > свекла > многолетние травы > томат > кукуруза > капуста белокочанная. При распаде пестицидов в растениях могут образовываться метаболиты, вступающие в реакции нитрозирования.

Хлорорганические препараты диоксинового синтеза, находящиеся в почве, могут попадать в цепи питания человека и животных. Особо опасны для человека тетразамещенные диоксины-2,3,7,8-ТХДД (тетрахлордибензо-*p*-диоксин), входящие в состав пестицидов комплексного действия. Период полураспада диоксинов в почве - 10 лет, в воде - 1-2 года. Диоксины - яды беспорогового действия, поэтому они не должны содержаться в продуктах питания, питьевой воде, воздухе.

Для экологической оценки пестицидов используется ВДК_п - временная допустимая концентрация пестицида в продуктах питания (мг/кг), которая определяется по формуле

$$\text{ВДК}_\text{п} = 1,3\text{ЛД}_{50} + 0,76, \quad (1)$$

где ЛД₅₀ - летальная доза пестицида (мг/кг), вызывающая при введении в организм гибель 50% особей. ВДК_п устанавливают на основе экспериментальных данных о токсичности и характере действия пестицида на организм. Эти данные получают, вводя изучаемый пестицид в организм (белых мышей, крыс) путем вдыхания, введения в желудок, нанесения на кожу.

В полевых условиях отбор образцов почвы, воды, растительного сырья на содержание пестицидов должны осуществляться в соответствии с требованиями руководства (Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде, 1983), а их анализ на содержание остаточных количеств производится с использованием газожидкостной или жидкостной хроматографии (Определение пестицидов в сельскохозяйственных культурах, почвах и воде, 1995).

Степень опасности пестицида С_п, (баллы) устанавливается по выражению

$$C_\text{п} = (K_\text{ч} + K_\text{п}) - 1, \quad (2)$$

где К_ч - класс опасности пестицида для человека в баллах (табл. 1.40, графа 2); К_п - класс опасности для природы в баллах (таблица 8, графа 3).

Таблица 9 - Класс опасности некоторых пестицидов (в баллах)

Пестициды	Класс опасности для	
	человека, К _ч	окружающей среды, К _п
	Высокоопасно	
Антио, 25% КЭ	2	4
ГХЦГ, 12% дуст	2	2

Золон, 35% КЭ	2	3
ПХК, 50% КЭ	2	1
Хлорофос, 80% СП	2	3
	Чрезвычайно	
Гранозан, 2% дуст	1	1
Бордоская жидкость, 1% С	2	3
Сера коллоидная, 80% СП	4	4
ЦИНЕБ, 80% СП	2	2
	Опасно	
Бетанал, 16% КЭ	3	3
ТХА, 90% РП	3	3
Эптам, 72% КЭ	3	3
Би-58, 40% КЭ	2	4
Каратэ, 5% КЭ	2	2
Фастак, 10% КЭ	2	2
Фурадан, 35% ТП	1	2
ТМТД, 80% СП	2	2
Арцерид, 60% СП	3	3
	Умеренно	
Скор, 25% КЭ	4	4
Бетанал АМ, 82% КЭ	3	3
Лонтрел, 30% ВР	4	4
Фюзилад С, 12,5% КЭ	4	4

Средневзвешенная степень опасности ассортимента пестицидов (C_{cp}) определяется по формуле:

$$C_{cp} = \frac{C_{i1} \cdot m_1 + C_{i2} \cdot m_2 + \dots + C_{in} \cdot m_i}{m_1 + m_2 + \dots + m_i}, \quad (3)$$

где $C_{i1}, \dots, C_{in}$ – степень опасности i -го пестицида в баллах; $m_1, m_2, \dots, m_i$ – масса i -го внесенного пестицида (кг).

Усредненная нагрузка токсикантов на площадь, то есть экотоксикологическая доза (D_n , кг/га), вычисляется по выражению

$$D_n = \frac{\sum_i^n m_i}{F}, \quad (4)$$

где $\sum_i^n m_i$ – общая масса внесенных пестицидов в кг, F – площадь, га.

Прогноз загрязнения (P_z , условные кг/га) вычисляется по формуле

$$П_3 = Д_п / (C_{cp} \cdot u), \quad (5)$$

где u - способность почвы к самоочищению в баллах: $u < 0,2$ - очень слабая; $u = 0,2-0,4$ - слабая; $u = 0,41-0,6$ - умеренная; $u = 0,61-0,8$ - интенсивная; $u > 0,8$ - очень интенсивная. Параметр u отражает интенсивность деструкции пестицидов в зависимости от почвенно-климатических условий.

Он изменяется от 0,1 балла для сухих степей и солончаков до 1 балла для окультуренных черноземов в зоне достаточного увлажнения.

Агроэкотоксикологический индекс (A_u) основывается на принципе ферментативной реакции, которая может использоваться при интерпретации деструкции пестицидов в биологических средах и вычисляется по формуле

$$A_u = \frac{10 \cdot \ddot{I}_\epsilon \cdot (1 + \ddot{I}_\epsilon)^3}{(1 + \ddot{I}_\epsilon)^4 + 5000}. \quad (6)$$

По агроэкотоксикологическому индексу (A_u) загрязнение территории пестицидами подразделяется на четыре класса: $A_u < 1$ - малоопасное; $A_u = 1-4$ - среднеопасное; $A_u = 5-7$ - повышенной опасности; $A_u > 7$ - высокоопасное.

Ход работы

Требуется определить класс опасности загрязнения темносерой лесной почвы пестицидами при возделывании сахарной свеклы Льговская-52. *Исходные данные.* Параметр $u = 0,6$.

Решение.

1. По формуле (1) устанавливаем степень опасности пестицида (C_p). При этом значения класса опасности пестицида для человека ($K_ч$) находим по таблице 8 (графа 2), а для природы ($K_п$) в графе 3.

2. Используя формулу (2) и данные таблицы 9 (графа 6), вычисляем средневзвешенную степень опасности для 1 варианта (площадь сахарной свеклы 180 га) и отдельно для 2 варианта (площадь сахарной свеклы 180 га).

3. Масса каждого внесенного пестицида ($m_1, m_2, \dots, m_i$) находится перемножением площади посева на расход пестицида (таблица 9, графа 5), а общая масса пестицидов ($\sum m_i$) по вариантам устанавливается путем суммирования инсектицидов, фунгицидов и гербицидов. В итоге получаем $\sum m_i = 16\,048,8$ кг (1 вариант); $\sum m_i = 944,2$ кг (2 вариант).

4. Значения средневзвешенной степени опасности ассортимента пестицидов (C_{cp}) определяем по формуле (2): для 1 варианта $C_{cp} = 4,21$; для 2 варианта $C_{cp} = 5,35$.

5. Экотоксикологическая доза ($Д_п$, кг/га) вычисляется по формуле (3), которая равна 89,2 кг/га (1 вариант) и 5,24 кг/га (2 вариант).

6. Прогноз загрязнения почвы пестицидами вычисляем по формуле (4):

$P_3 = 89,2 / (4,21 \cdot 0,6) = 35,2$ усл.кг/га (1 вариант);

$P_3 = 5,24 / (5,35 \cdot 0,6) = 1,6$ усл.кг/га (2 вариант).

7. Агроэкоотоксикологический индекс (A_u), вычисленный по формуле (1.24), составляет 9,7 (1 вариант) и 0,06 (2 вариант). Сравнивая полученные индексы с их нормативными значениями, приходим к выводу, что 1 вариант химической защиты сахарной свеклы высокоопасен ($A_u > 7$), а второй вариант экологически малоопасен ($A_u < 1$).

Таблица 10 - Химические средства защиты растений при возделывании сахарной свеклы

Химическое вещество	Препаратная форма	Расход пестицида, кг/га	Кратность обработки	Химическое средств на 1 га	Общая масса пестицидов в кг
1	2	3	4	5	6
1 вариант (F = 180 га)					
Инсектициды					
Антио	25% КЭ	1,6	1	1,6	288
ГХЦГ	12% дуст	20	1	20	3600
Золон	35% КЭ	3,5	1	3,5	630
ПХК	50% КЭ	3	2	6	1080
Хлорофос	80% СП	2	2	4	720
Фунгициды					
Гранозан	2% дуст	0,06	1	0,06	10,8
Бордоская жидкость	1% С	8	1	8	1440
Сера коллоидная	80% СП	6	1	6	1080
Цинеб	80% СП	4	1	4	720
Гербициды					
Бетанал	16% КЭ	8	1	8	1440
ТХА	90% РП	20	1	20	3600
Эптам	72% КЭ	8	1	8	1440
Итого					16,048,8
2 вариант (F = 180 га)					
Инсектициды					
Би-58	40% КЭ	0,9	1	0,9	162
Каратэ	5% КЭ	0,15	1	0,15	27
Фастак	10% КЭ	0,1	1	0,1	18
Фурадан	35% ТП	0,21	1	0,21	37,8
Фунгициды					
ТМТД	80% СП	0,036	1	0,036	6,4
Арцерид	60% СП	2	1	2	360
Скор	25% КЭ	0,4	1	0,4	72

Гербициды					
Бетанал АМ	82% КЭ	0,33	1	0,33	59,4
Фюзилад С	12,5% КЭ	1	1	1	180
Лонтрел	30% ВР	0,12	1	0.12	21,6
Итого					944,2

Примечание: В настоящее время химические средства защиты растений по 1 варианту практически не используются, а применение дуста запрещено.

Для снижения пестицидной нагрузки на агроэкосистемы важно использовать интегрированную систему защиты растений, включающую все доступные формы подавления вредных организмов: механические, физические, биологические, биоценоотические, агротехнические и химические способы. При этом должна преследоваться цель не полного уничтожения вредителей и сорняков, а поддержание их численности на уровне, который не приведет к ощутимым экономическим потерям.

С целью экологизации защиты растений все возрастающее внимание уделяется микробиологическим средствам (созданным на основе бактерий, грибов, вирусов и актиномицетов), которые в состоянии стать в определенной мере альтернативой пестицидам химического синтеза, превосходя последние по экологическим, экономическим и социальным показателям.

Против болезней растений наиболее часто применяют биопрепараты на основе бактерий *Pseudomonas fluorescens* (планриз или ризоплан), *Pseudomonas aureofaciens* (агат-25К, эль-1, циркон, новосил, биосил, иммуноцитифит, псевдобактерин-2, крезацин, альбит, эпин-экстра, лариксин), *Bacillus subtilis* (бактофит, фитоспорин); для борьбы с насекомыми биопрепараты на основе *Bacillus thuringiensis* (Н-1) subsp. *thuringiensis* (битоксибациллин, бактокулицид, бикол, энтобактерин); против грызунов на основе бактерии *Salmonella enteritidis* var. *Issatschenko* (бактороденцид).

Биопрепараты грибного происхождения (гриб рода *Trichoderma lignorum*): например, триходермин используется против болезней растений; боверин против колорадского жука. Препараты на основе антибиотиков (продуктов жизнедеятельности микроорганизмов): фитобактериомицин, фитолавин-300 (на основе актиномицетов рода *Actinomyces* sp.) применяются для защиты растений от бактериальных и грибных болезней.

Тема : «Агроэкологические последствия водной эрозии почв».

Цель работы: выявить агроэкологические последствия водной эрозии почв и определить потребность в органических удобрений для компенсации утраченного плодородия.

Вводные пояснения. Продуктивность эродированных почв тесно взаимосвязана с распределением плодородия почв по профилю. Особенно резко снижается продуктивность подзолистых, дерново-подзолистых, коричневых и подзолисто-желто-земных почв, плодородие которых определяется, в основном, производительной способностью аккумулятивных горизонтов.

Ведущая роль в стабилизации плодородия смытых почв принадлежит органическим удобрениям, потребность которых рассчитывается на бездефицитный баланс гумуса (D_6 , т/га) в севообороте:

$$D_6 = Y_n \cdot K_o \cdot K_r \cdot K_y - (3 \cdot K_m \cdot y + P_r), \quad (1)$$

где Y_n — планируемая урожайность в т/га; K_o — коэффициент накопления пожнивно-корневых остатков (см. табл. 1.7); K_r — коэффициент накопления сухого вещества и его гумификации (см. табл. 1.8); K_y — коэффициент снижения урожайности на почвах разной степени смытости (см. табл. 1.9 и 1.10); 3 — запасы гумуса в пахотном слое почвы (т/га); K_m — коэффициент минерализации гумуса (таблица 14); y — коэффициент уменьшения потерь гумуса в результате применения почвозащитных обработок: $y = 0,8$ — плоскорезная обработка, $y = 0,77$ — минимальная обработка, $y = 1$ — отвальная вспашка (Володин В. М. и др., 1990); P_r — годовые потери гумуса от эрозии почв (т/га), устанавливаемые по формуле:

$$P_r = \frac{(M_t + M_d) \cdot F \cdot \Gamma \cdot \tilde{A}}{100 \cdot F}, \quad (2)$$

где M_t и M_d — соответственно смыв почвы от стока талых и ливневых вод в т/га, определяется по формулам (1.1) и (1.2); F_s — площадь эродированных земель, га; Γ — содержание гумуса в пахотном слое (%); F — площадь рабочего участка, га.

Таблица 11 - Коэффициенты накопления пожнивно-корневых остатков при различной урожайности основной продукции (Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества, 1984)

Культура	Урожайность ь, ц/га	K_o	Урожайность ь, ц/га	K_o	Урожайность ь, ц/га	K_o
Озимая пшеница	До 25	1,6	26-35	1,4	36-46	1,2
Озимая рожь	До 20	1,8	21-30	1,5	31-40	1,3
Яровая пшеница	До 20	1,6	21-30	1,4	31-40	1,3
Ячмень	До 25	1,3	26-35	1,1	36-45	1
Овес	До 20	1,6	21-30	1,3	31-40	1,1
Просо	До 15	1,8	16-25	1,4	26-35	1,3

Гречиха	До 9	2,7	10-17	1,9	18-25	1,7
Горох	До 15	1,5	16-23	1,2	24-30	1
Сахарная свекла	До 250	0,09	251-350	0,08	351-450	0,07
Картофель	До 100	0,22	101-150	0,17	151-200	0,15
Овощи	До 100	0,2	101-150	0,16	151-200	0,15
Кормовые корнеплоды	До 200	0,09	201-300	0,08	301-400	
Кукуруза на силос	До 250	0,18	251-350	0,16	351-450	0,15
Однолетние травы (сено)	До 25	1,4	26-35	1,2	36-45	1,1
Многолетние травы	До 30	2	31-40	1,7	41-50	1,6
Конопля	До 8	0,18	—	—	—	—

Примечание: При определении накопления пожнивно-корневых остатков от культур, возделываемых на зеленый корм, зеленую массу следует перевести на урожай воздушно-сухой массы (сена). Например, если урожай зеленой массы составляет 200 ц/га при содержании сухого вещества в нем 20%, то урожай сена будет $(200 \cdot 20) / 100 = 40$ ц/га.

Таблица 12 - Коэффициенты накопления сухого вещества и иго гумификации (Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества, 1984)

Источник органического вещества	Коэффициенты	
	содержания сухого вещества в корневых и пожнивных остатках культур и в органических удобрениях	Гумификации сухого органического вещества
Многолетние травы первого года пользования на сено	0,5	0,2
Многолетние травы первого года пользования на зеленый корм	0,15	0,2
Многолетние травы 2-3 года пользования на сено	0,2	0,2
Многолетние травы 2-3 года пользования на зеленый корм	0,3	0,2
Однолетние травы на сено	0,4	0,2
Однолетние травы на зеленый корм	0,1	0,2

Зерновые и зернобобовые	0,8	0,2
Картофель, корнеплоды, сахарная свекла	0,1	0,07
Кукуруза на силос и зерно	0,07	0,15
Подстилочный навоз, помет, торфонавозный компост, твердая фракция жидкого навоза	0,25	0,2
Бесподстилочный навоз	0,04	0,1
Люпин	—	0,25
Солома зерновых	—	0,1
Сидеральные культуры	—	0,04
Пропашные	—	0,07
Силосные	—	0,15

Таблица 13 - Коэффициенты снижения урожайности культур на почвах различной степени эродированности (K_y) в лесостепи (Иванов В. Д., Герасименко В. П., 1994)

Культура	Коэффициенты снижения урожайности культур на смытых почвах по сравнению с несмытыми		
	слабосмытая	среднесмытая	сильносмытая
Черноземные почвы			
Озимая рожь	0,83	0,63	0,6
Озимая пшеница	0,73	0,63	0,47
Яровая пшеница	0,79	0,62	0,48
Ячмень	0,83	0,7	0,5
Горох	0,93	0,83	0,55
Гречиха	0,29	0,19	0,07
Овес	0,85	0,71	0,54
Просо	0,62	0,37	0,22
Подсолнечник	0,85	0,63	0,31
Кукуруза (зерно)	0,84	0,66	0,5
Кукуруза (зеленый корм)	0,81	0,62	0,48
Сахарная свекла	0,71	0,54	0,25
Картофель	0,71	0,44	0,21
Кормовые травы (сено)	0,89	0,8	0,64
Серые лесные почвы			
Озимая пшеница	0,81	0,6	0,44
Яровая пшеница	0,75	0,64	0,41
Ячмень	0,79	0,67	0,49
Озимая рожь	0,83	0,68	0,46
Горох	0,86	0,65	0,41

Овес	0,75	0,62	0,32
Кукуруза (зерно)	0,76	0,6	0,47
Кукуруза (зеленый корм)	0,72	0,46	0,25
Сахарная свекла	0,76	0,65	0,37
Подсолнечник	0,88	0,6	0,31
Картофель	0,67	0,58	0,2
Кормовые травы	0,7	0,54	0,36

Таблица 14 - Коэффициенты снижения урожайности сельскохозяйственных культур на почвах различной степени эродированности (Kv) в европейской части России (Методическое пособие и нормативные материалы, 2001).

Культура	Коэффициенты снижения урожайности с.-х. культур на смытых почвах по сравнению с несмытыми		
	слабосмытая	среднесмытая	сильносмытая
Озимая пшеница	0,85-0,9	0,5-0,6	0,3-0,35
Озимая рожь	0,85-0,9	0,55-0,65	0,35-0,4
Яровой ячмень	0,8-0,85	0,45-0,55	0,3-0,4
Овес	0,8-0,85	0,55-0,6	0,35-0,45
Кукуруза (зерно)	0,8-0,85	0,6-0,7	0,15-0,25
Горох, вика	0,85-0,95	0,7-0,8	0,5-0,6
Сахарная свекла, картофель	0,8-0,9	0,3-0,4	0,1-0,15
Подсолнечник	0,7-0,8	0,4-0,5	0,2-0,3
Вико-овсяная смесь	0,85-0,9	0,65-0,7	0,35-0,45
Суданская трава	0,8-0,9	0,55-0,6	0,3-0,4
Многолетние травы	0,9-0,95	0,85-0,9	0,6-0,75

Таблица 15 - Коэффициенты минерализации гумуса (Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества, 1984)

Группа культур, агрофон	Почвы				
	серые лесные	темно-серые лесные и чернозем оподзоленный	чернозем оподзоленный	чернозем типичный	чернозем обыкновенный
Зерновые и однолетние травы	0,011	0,009	0,008	0,007	0,008
Зернобобовые	0,009	0,007	0,006	0,005	0,006
Многолетние травы	0,008	0,006	0,005	0,005	0,005
Пропашные	0,016	0,015	0,014	0,014	0,014

Черный пар	0,018	0,017	0,016	0,016	0,016

Ход работы:

Требуется рассчитать баланс гумуса серой лесной разномытой почвы в зернопаропропашном *севообороте* и *определить* потребность в органических удобрениях.

Исходные данные. Рабочий участок - склон южной экспозиции. Севооборот - пар черный - озимая пшеница - *сахарная* свекла - ячмень. Данные по смыву почв от стока талых и ливневых вод в севообороте взяты и раздела 1.1 и *приведены* в табл. 1.12 (графа 5 и 6). Запасы гумуса в слое почвы 0-20 см: несмытые - 81,2 т/га; слабосмытые - 62,4 т/га; среднесмытые - 52,2 т/га; сильносмытые - 31,4 т/га. Планируемая урожайность условиях серой лесной несмытой *почвы*: озимая пшеница — 3,6 т/га; сахарная свекла - 32 т/га; ячмень - 2,5 т/га.

Решение. Рассчитываем по формуле (1.10) годовые потери гумуса в результате эрозии (таблица 15, графа 7).

Таблица 16 - Пример расчета потерь гумуса в результате смыва серой лесной почвы в зернопаропропашном севообороте

Агрофон, культура, площадь, Fга	Смытость почвы	Содержание гумуса, %	Площадь смытых почв, га	Смыв почвы весенний , т/га	Ливневой смыв, т/га	Годовые потери гумуса от эрозии, т/га
Пар 224	Несмытые	3,2	50	2,3	0,8	0,022
	Слабосмытые	2,3	45	12,1	4,2	0,075
	Среднесмытые	1,8	59	37	12,7	0,236
	Сильносмытые	1	70	73,8	25,5	0,31
Озимая Пшеница 220	Несмытые	3,2	51	1,7	0,1	0,013
	Слабосмытые	2,3	49	8,7	0,7	0,048
	Среднесмытые	1,8	55	26,5	2,2	0,129
	Сильносмытые	1	65	53	4,3	0,169
Сахарная свекла 210	Несмытые	3,2	45	2,3	0,5	0,019
	Слабосмытые	2,3	42	12,1	2,8	0,068
	Среднесмытые	1,8	52	37	8,6	0,203
	Сильносмытые	1	71	73,8	17,3	0,308
	Несмытые	3,2	47	2,3	0,1	0,017

Ячмень 215	Слабосмытые	2,3	46	12,1	0,7	0,063
	Среднесмытые	1,8	56	37	2,2	0,184
	Сильносмытые	1	66	73,8	4,3	0,24

Расчет потребности в органических удобрениях производится по форме табл. 1.13. Находим урожайность на разномытых почвах. Для этого из табл. 1.9 заносим в графу 4 табл. 1.13 значения коэффициентов K_y и перемножаем их на урожайность в условиях несмытой почвы (графа 3). По табл. 1.7 устанавливаем коэффициенты K_0 (графа 5) и перемножая K_0 на урожайность, вычисляем запасы пожнивно-корневых остатков (графа 6). Из табл. 1.8 в графу 7 вписываем значения коэффициентов K_r . Умножая K_r на запасы пожнивно-корневых остатков, находим величины приходной части гумуса (графа 8).

Расходная часть гумуса устанавливается с учетом запасов гумуса в пахотном слое почвы. Запасы гумуса приведены в графе 9.

Учитывая коэффициенты минерализации гумуса (графа 10), находим величину минерализации гумуса (графа 11). Почвозащитные обработки уменьшают минерализацию гумуса. Коэффициенты снижения потерь гумуса (γ) в результате применения щадящих обработок почвы приведены в графе 12, а величины минерализации гумуса с учетом γ – в графе 13.

В целом расход гумуса (графа 15) складывается из потерь на минерализацию (графа 13) и потерь гумуса в результате эрозии (графа 14). Дефицит гумуса равен разности приходной (графа 8) и расходной (графа 15) его частей, а гектарная потребность в органических удобрениях вычисляется путем деления дефицита гумуса (0,37 т/га) на коэффициент гумификации, например, бесподстильного навоза ($K_r = 0,1$), то есть $0,37 : 0,1 = 3,7$ т/га.

Общая площадь севооборота — 869 га; средняя — 217 га. Поэтому потребность в органических удобрениях на бездефицитный баланс гумуса в севообороте равна $3,7 \cdot 869 = 3215$ т. На 1 га средней площади поля приходится по $3215 / 217 = 14,8$ т/га, а на 1 га площади черного пара — $3215 / 224 = 14,4$ т/га.

Внесение органических удобрений в севообороте планируется в черном пару, где потери гумуса равны его минерализации и эрозии. Здесь компенсационная норма органических удобрений составляет $1,1 / 0,1 = 11$ т/га. За вычетом компенсационной нормы (11 т/га) из средней на площадь пара (14,4 т/га), на накопление гумуса пойдет 3,4 т/га органических удобрений.

Раздел: Средства механизации, животноводство как компоненты агроценоза

Тема: «Экофизиологическая реакция растений на химическое и механическое загрязнение почвы»

Цель работы: определить критерии уровня загрязнения почв и использовать их в практической работе агроэколога. На основе исходных данных, приведенных в таблице 5 по вариантам:

1.рассчитать Zс-индекс; 2. установить категорию загрязнения почв класса экологической опасности; 3. при защите контрольной работы ответить на вопросы, приведенные в конце.

Вводные пояснения При ингредиентном загрязнении токсикантом оценка уровня загрязнения осуществляется по критерию ПДК;

- При ингредиентном загрязнении несколькими токсикантами оценка уровня загрязнения осуществляется по критерию Zс
- В случае комплексного загрязнения применяется комплексная (табл.2) с учетом класса опасности химических веществ.

Понятие ПДК

ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в ОПС. Это максимальное содержание ЗВ(примеси),отнесенная к единице объема или веса компонента ОПС, которая при периодическом воздействии или на протяжении длительного времени не оказывает вредного воздействия на ОПС, человека и его потомство.

Для конкретных компонентов ОПС измеряется: в почве мг(мкг)/кг ; Сани тарно-гигиеническое нормирование учитывает 4 основных показателя Вредоносности ЗВ.

- Транслакационный (от лат trans – сквозь, через и lacatio)- опасность перехода загрязняющих веществ из ОПС в растения и другие биологические объекты;
- Миграционные воздушный – опасность перехода загрязняющих веществ в водную среду;
- Общесанитарный – влияние ЗВ на здоровье человека, активность и продуктивность биоты, самоочищающую способность компонентов ОПС при прямом контакте.
-

Ход работы.

В зависимости от опасности химических веществ выделяется три класса (ГОСТ 7.4.1.02-83. Охраны природы. Почвы), приведенные в таблицах 17 и 18.

Таблица 17 - Показатели и нормы для классов опасности

Показатель	Нормы для классов опасности		
	1-го	2-го	3-го

Токсичность, ЛД ₅₀ Персистентность ¹ в почве, мес ПДК в почве, мг/кг Миграция Персистентность в растениях, мес Влияние на пищевую ценность сельскохозяйственной продукции	До 200 Св. 23 Менее 0,2 Мигрирует 3 и более сильное	От 200 до 1000 От 6 до 12 От 0,2 до 0,5 Слабо мигрирует От 1 до 3 Умеренное	Свыше 1000 Менее 6 Свыше 0,6 Не мигрирует Менее 1 нет

Таблица 18 - Классы опасности тяжелых металлов

1 класс- особотоксичные	2 класс - токсичные	3 класс- слаботоксичные
Кадмий(Cd) Мышьяк(As) Ртуть(Hg) Свинец(Pb) Селен(Se) Цинк(Zn)	Бор(B) Кобальт(Co) Медь(Cu) Молибден(Mo) Никель(Ni) Сурьма(Sb) Хром(Cr)	Барий(Ba) Ванадий(V) Вольфрам(W) Марганец(Mn) Стронций(Sr)

Значение ПДК от отдельных элементов и химическим соединением приведены в табл 1. В случае загрязнения почвы несколькими химическими элементами применяется комплексные показатели – индекс химического загрязнения почв, который определяется по формуле Саеда :

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1)$$

где n- число определяемых ингредиентов; K_c – коэффициент концентрации элемента, определяемый отношением его содержания в почве к фоновой концентрации $K_c = C_i / C_{\phi}$.

В зависимости от значения Z_c выделяется четыре категории загрязнения почв (таблица 19).

Таблица 19 - Категории загрязнения почв

Значения Z_c	Менее 16	16-32	33-128	Более 128
Категории загрязнения	I	I	II	IV
Класс экологической опасности	H	P	K	B

Таблица 20 - Предельно допустимые концентрации химических веществ в почвах и допустимые уровни их содержания по показателям вредности

Наименование	ПДК,	Показатели вредности

вещества	мг/кг с учетом фона (кларка)	транслок ационные	Миграцио нный водный	Миграцион ный воздушный	Обще санитарн ый
Подвижные формы					
Медь	3,0	3,5	72	-	3,0
Никель	4,0	6,7	14	-	4,0
Цинк	23	23	20	-	37
Кобальт	5,0	25	>1000	-	5,0
Фтор	2,8	2,8	-	-	-
Хром	6,0	-	-	-	6,0
Водорастворимые формы					
Фтор	10	10	10	-	25
Валовое содержание					
Сурьма	4,5	4,5	4,5	-	50
Марганец	1500	3500	1500	-	1500
Ванадий	150	170	350	-	150
Марганец+ванади й	1000+100	1500+150	2000+200	-	1000+100
Свинец	30	35	260	-	30
Мышьяк	2,0	2,0	15	-	10
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
Свинец+ртуть	20+1,0	20+1,0	30+2,0	-	30+2,0
Медь*	55	-	-	-	-
Никель*	85	-	-	-	-
Цинк*	100	-	-	-	-
Хлористый калий	560	1000	560	1000	5000
Нитраты	130	180	130	-	225
Бензапирен (БП)	0,02	0,2	0,5	-	0,02
Бензол	0,3	3,0	10	0,3	50
Толуол	0,3	0,3	100	0,3	50
Альфа метил- стирол	0,5	3,0	100	0,5	50
(Изопропенил- бензол)	0,5	3,0	100	0,5	50
Стирол	0,1	0,3	100	0,1	1,0
Формальдегид	7,0	-	-	-	-
Кислоты (ОРТО, мета -	0,3	0,3	100	0,4	1,0
	0,4	160	140	0,4	160
	160	180	360	-	160

,-пара) Сернистые соединения : *Сероводород (H ₂ S) *Элементарная сера * серная кислота Отходы флотации угля	160 3000	180 9000	380 300	- 6000	160 3000
Комплексные гранулированные удобрения Жидкие комплексные удобрения	120 80	800 >800	120 80	800 >800	800 800

Таблица 21 - Критерий экологической оценки состояние почв

Показатели	Экологическое бедствие (Б)	Чрезвычайная экологическая ситуация(К)	Удовлетворительная ситуация
ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ			

Площадь выведенных из с.х. оборота земель вследствие их деградации, %	Более 50	30...50	До 5
Уничтожение гумусового горизонта	A+B	$A_{\max}$ (A_1)	До 0,1 А
Увеличение плотности почвы по отношению к равновесной, %	Более чем на 40	На 30...40	До 10
Повышение уровня грунтовых вод, % от критического значения	Более 50	25...50	Менее 5
Радиоактивное загрязнение, Ки/км ² :	Более 40	15...40	До 1
цезий- 137	Более 3	1...3	До 3
стронций-90	Более 0,1	Более 0,1	-
плутоний (сумма изотопов)	Более 400	200...400	До 20
Мощность экспозиционной дозы на уровне 1м от поверхности почвы, мкР/ч	Более 25	10...25	Менее 1
Потери гумуса в пахотных почвах за 10 лет (относительные), %	Более 0,8	0,4...0,8	До 0,1
Увеличение содержания легкорастворимых солей, г/100 г почвы	Более 25	15...25	До 5
Увеличение доли обменного натрия, % от емкости катионного обмена	Более чем в 3 раза	В 2...3раза	Менее ПДК
Превышение ПДК химических веществ: I класса опасности (включая бенз(а)пирен диоксины)	Более чем 10 раз	В 5...10раз В 10...20раз	Менее ПДК Менее ПДК

II класс опасности	Более чем в 20 раз	32...128	Менее 16
III класс опасности (включая нефть и нефтепродукты)			
Суммарный показатель химического загрязнения (Zс)	Более 128	В 50...100	До 5 раз
Снижение уровня активности микробной массы	100 раз	140...200	До 110
Фитотоксичность почвы (снижение числа проростков), % к фону	Более 200		
Дополнительные показатели			
Доля загрязнения основной с.х. продукции, % проверенной	Более 50	25...50	До 5
Число яиц гельминтов 1 кг почвы	Более 100	10...100	Отсутствие
Число патогенных микроорганизмов в 1 кг почвы	Более 10 ⁻⁶	10 ⁻⁵ 10 ⁻⁶	Менее 10 ⁻⁴
Коли-титр (для почвы –наименьшая масса почвы в г, в которой содержится одна кишечная палочка)	Менее 0,001	0,01...0,001	Более 1
Генотоксичность почвы (рост числа мутаций по	Более 1000	100...1000	Более 2

сравнению с контролем			

Относительная опасность загрязняющих веществ (А) представляет собой величину обратную предельно допустимой концентрации (ПДК):

$$A = \frac{1}{ПДК}$$

Таблица 22 - Варианты контрольного задания по оценке антропогенного загрязнения почв

ЗВ	Фоновая концентрация ЗВ*	Концентрация загрязняющих веществ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fe	100	150	300	500	700	350	1000	1500	1800	2000	2200	2400	2500
Zn	50	30	35	50	75	45	100	120	150	170	180	200	220
Cu	20	40	50	75	10	150	90	200	250	270	300	330	350
Hg	5	10	150	20	50	30	7	40	50	60	70	80	90
Mn	850	600	700	1000	1500	900	1600	2000	2200	2500	2700	3000	3300
Pb	10	20	30	50	75	100	120	150	200	220	250	270	
Co	8	25	40	50	80	100	140	210	250	270	300	330	350
As	0.5	1	2	3	5	7	10	15	20	25	30	35	40
Cd	0.8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cr	200	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Ni	2.5	2	3	4	5	10	15	20	25	27	30	35	40
Sn	2.5	25	20	10	5	4	2	3	15	17	27	30	33

*приведены условные значения фоновой концентрации для учебных целей.

Раздел 5. Средства механизации, животноводство как компоненты агроценоза

Тема: Экофизиологическая реакция растений на химическое и механическое загрязнение почвы

Цель работы: определение реакции растений на присутствие химических загрязнителей в почве, а также применение гербицидов и других средств защиты растений на землях сельскохозяйственного назначения

Ход работы

Готовят водную вытяжку из почвы различных полей, занятых сельскохозяйственными культурами. Для этого в ступке растирают 10 г почвы, заливают 25 мл дистиллированной воды, взбалтывают 15 минут, отстаивают и фильтруют через воронку. Из этих фильтратов готовят 2% раствор сахарозы. Каждый фильтрат с отдельного участка почвы будет являться опытным вариантом, их количество может быть от 2 до 5 и более. Контрольным вариантом служит 2% раствор сахарозы на дистиллированной воде. В растильнях или чашечках Петри одновременно проращиваются семена пшеницы или другого хлебного злака. При достижении ростками пшеницы coleoptiles высоты 2,0 – 2,5 см, их срезают у основания зерновки и помещают в чашечки Петри с дистиллированной водой на 10-15 мин для удаления из проростков фитогормона ауксина. После этого отбирают coleoptiles одинаковой длины, отсекают у них верхушки (апексы) до 1,5 мм, затем отрезают последующие 5 мм – зону растяжения и помещают в чашки Петри с 2% раствором глюкозы по 10 отрезков в фильтраты различных вариантов. Повторность каждого варианта трехкратная. Отрезки в течение 3 суток прорастают в термостате при температуре 25 °C, или обеспечивается постоянная комнатная температура и проростки защищают от прямого освещения. Через 3 суток измеряют длину всех 30 отрезков coleoptiles по каждому варианту. Длина coleoptiles на чистой 2% сахарозе принимается за контроль (100%), размер coleoptiles в фильтратах опытных вариантов выражается в % относительно контроля (+ или -). Строится гистограмма ингибирования (а в отдельных случаях возможно и стимулирование) роста coleoptiles гербицидами, по разным вариантам опыта, в сопоставлении с контролем. При этом указывают, если есть такая возможность, название гербицида, доза, срок применения.

Тема: Влияние отходов животноводства на почвенный комплекс

Цель работы: рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от животноводческого комплекса

Вводные пояснения. Свиноводческий комплекс расположен в северной части землепользования в 20 км к югу от Рязани в 2 км от жилой застройки. Участок с юго-запада ограничен автодорогой, с южной стороны – река, с севера и северо-востока – санитарно-защитной зоной нефтепровода.

Исходные данные по проекту:

Планируемая мощность всего 28 тысяч голов свиней, из которых:

- а) супоросные матки в количестве 1936 голов, средний вес каждой составляет 3,5 ц;
- б) подсосные матки с поросятами – 7596 голов, средний вес – 0,1 ц;
- в) поросята отъемыши – 5417, средний вес – 0,3 ц;
- г) ремонтный молодняк – 227, средний вес 0,8 ц;
- д) свиньи на откорме – 10166, средний вес 1,2 ц;
- е) хряки с пунктом естественного осеменения – 36, средний вес 4 ц.

Животные содержатся в отапливаемом помещении

Ход работы

Нормативный документ «МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫДЕЛЕНИЙ
(ВЫБРОСОВ) ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ЗВЕРОФЕРМ
(ПО ВЕЛИЧИНАМ УДЕЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ)» Санкт-Петербург, 1997

Расчет мощности выделения загрязняющих веществ в атмосферный воздух от свиноводческих комплексов

При расчетах мощности выделения (г/с) и (т/год) *i*-го загрязняющего вещества крупных свиноводческих комплексов величины удельных выделений следует выбирать в соответствии с мощностью предприятия и источника выделения (сами животные, продукты их жизнедеятельности) по таблицам, перечисленным ниже:

Мощность свиноводческого предприятия	Источник выделения	
	организованный	неорганизованный
12 тыс. свиней в год	Табл. 5.1	Табл. 5.3
24 тыс. свиней в год	То же	То же

36 тыс. свиней в год	-"	-"
54 тыс. свиней в год	Табл. 5.2	-"
108 тыс. свиней в год	То же	Табл. 5.4
216 тыс. свиней в год	-"	Табл. 5.5

Мощность выделения загрязняющего вещества из помещений для содержания сельскохозяйственных животных определяется видом и количеством скота, технологической схемой отвода навоза и периодичностью влажной уборки помещений.

Мощность выделения загрязняющих веществ в атмосферу крупного животноводческого комплекса или зверофермы складывается из мощностей выделения от мест:

- а) содержания животных (вентиляционные выбросы);
- б) переработки и хранения навоза для каждого i -го вещества по формуле:

$$M_{\text{общ}}^i = M_{\text{вент.}}^i + M_{\text{нав.}}^i \quad (1)$$

5.5.1. Мощность выделения загрязняющих веществ от мест содержания животных складывается из мощностей выделений от каждой группы животных одного вида, объединенных общим технологическим процессом (содержание, выращивание или откорм) при одинаковом рационе кормления и ежедневном удалении навоза, и рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{вент.}}^i = \sum_{n=1}^n M_n^i \quad (2)$$

Мощность выделения (M_n^i) i -го вещества рассчитывается по формуле:

$$M_n^i = Y_n^i \times N \times q, \text{ г/с} \quad (3)$$

или

$$M_n^i = K \times Y_n^i \times N \times q, \text{ т/год} \quad (4)$$

где i - условное обозначение загрязняющего вещества (с 1 по 10).

Для микроорганизмов ($i=1$) в формулах (5.3) и (5.4) устанавливается размерность кл./с и $\cdot 10^6$ кл./год соответственно;

n - условное обозначение группы животных одного вида, объединенных общим технологическим процессом;

K - коэффициент перехода от размерности (г/с) к (т/год), в формуле (4),

$K=31,5$;

Y_n^i - величины удельного выделения i -го загрязняющего вещества, установленная для животных определенного вида, участвующих в общем технологическом процессе. Следует выбирать величину удельного выделения с учетом периодичности удаления навоза из помещения для содержания животных;

N - количество животных, участвующих в общем технологическом процессе;

q - средняя масса в центнерах одного животного из группы животных, участвующих в общем технологическом процессе. Произведение $N \times q$ может быть заменено на массу всех животных, участвующих в одном технологическом процессе.

Максимально разовое (г/с) выделение рассчитывается аналогично, но в этом случае все расчетные данные выбираются с максимальными значениями.

5.5.2. Мощность выделения загрязняющих веществ от мест переработки и хранения навоза крупного свиноводческого комплекса на 54, 108 или 216 тыс. голов в год складывается из мощностей выделений за каждый период года:

$$M_{\text{нав.}}^i = \sum_{j=1}^j M_j^i \quad (5)$$

Мощность выделения M_j^i рассчитывается по формуле:

$$M_j^i = Y_j^i \times N \times q, \text{ г/с} \quad (6)$$

или

$$M_j^i = K \times C_{\text{п}} \times Y_j^i \times N \times q, \text{ т/пер} \quad (7)$$

где i - условное обозначение загрязняющего вещества (с 1 по 10).

Для микроорганизмов ($i=1$) в формулах (5.6) и (5.7) устанавливается размерность кл./с и $\times 10^6$ кл./год соответственно;

j - период года (теплый -Т, переходный -П, холодный -Х);

K - коэффициент перехода от размерности (г/с) к (т/год), в формуле (7) $K = 8,64 \times 10^{-2}$;

$C_{\text{п}}$ - количество суток в расчетном периоде (теплом, переходном, холодном);

$Y_{\text{п}}^i$ - величина удельного выделения i -го загрязняющего вещества, установленная для мест переработки и хранения навоза свиноводческого комплекса соответствующей мощности и периода года;

N - количество животных, содержащихся на свиноводческом комплексе;

q - средняя масса (в центнерах) животного на комплексе. Произведение $N \times q$ может быть заменено на массу всех животных, содержащихся на комплексе.

Максимально разовое (г/с) выделение рассчитывается аналогично, но в этом случае все расчетные данные выбираются с максимальными значениями.

Таблица 23 - Величины удельных выделений загрязняющих веществ непосредственно от животных ($\cdot 10^{-6}$ г/с $\cdot$ 1 центнер живой массы (ц ж.м.), кроме микроорганизмов), установленные для различных этапов технологического процесса воспроизводства, содержания, выращивания и откорма свиней на свиноводческих комплексах мощностью 12, 24 и 36 тыс. свиней в год при ежедневной чистке и удалении навоза из помещений для содержания скота (по результатам анализа и усреднения данных [3]).

Наименование загрязняющего вещества	Период	Источники выделений загрязняющих веществ, для которых установлены величины удельных выделений						
		Содержание супоросных маток (маточник)	Содержание подсосных маток с поросятами	Доразивание поросят - отъемышей (отъем)	Ремонтный молодняк	Откорм	Логово	Логово с пунктом искусственного осеменения
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	Т	72	68	72	64	76	56	68
	П	60	52	52	48	60	60	56
	Х	64	60	64	60	68	64	60
Аммиак	Т	7,5	19	41	18,5	24	9	12,0
	П	8,0	20	43	19,5	25	9,5	12,5
	Х	8,5	21	45	20,5	26	10	13,0
Сероводород	Т	1,7	4,2	9,2	4,2	5,4	2,0	2,7
	П	1,8	4,5	9,7	4,4	5,6	2,1	2,8
	Х	1,9	4,7	10,1	4,6	5,8	2,2	2,9
Меркаптаны (по метилмеркаптану)	Т	0,08	0,21	0,46	0,21	0,27	0,09	0,13
	П	0,09	0,22	0,48	0,22	0,28	0,10	0,14
	Х	0,10	0,23	0,50	0,23	0,29	0,11	0,15
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)		150	160	150	140	140	145	150

Примечание 1. Величины удельных выделений фенола, альдегида пропионового, капроновой кислоты, диметилсульфида и диметиламина следует выбирать из четвертой колонки таблицы рекомендуемого Приложения А.

Примечание 2. Средняя за год величина удельного выделения летучих органических соединений (ЛОС) составляет 15,0 г/сут. ´ 1 ц. ж. м.

Примечание 3. Если животные находятся в отапливаемых помещениях, то для расчетов следует выбирать величины удельных выделений, установленные для теплого периода.

Примечание 4. Величины удельных выделений, установленные для технологических процессов переработки и хранения навоза, представлены в табл. 5.3. В случае, если навоз из помещения для содержания животных не удаляется длительное время, величины удельных выделений от навоза определяются для различных периодов инструментальными методами. В общем случае эти величины не превышают 100-кратного значения величин удельных выделений, установленных для животных.

Таблица 24 - Величины удельных выделений загрязняющих веществ непосредственно от животных (10^{-6} г/с ´ 1 центнер живой массы, кроме микроорганизмов), установленные для различных этапов технологического процесса воспроизводства, содержания, выращивания и откорма свиней на свиноводческих комплексах мощностью 54, 108 и 216 тыс. свиней в год при ежедневной чистке и удалении навоза из помещений для содержания скота (по результатам анализа и усреднения данных[1])

Наименование загрязняющего вещества	Период	Источники выделений загрязняющих веществ, для которых установлены величины удельных выделений					
		Содержание холостых, осемененных свиноматок и хряков	Содержание супоросных свиноматок	Содержание подсосных свиноматок с поросятами-сосунами	Доращивание поросят, отставших в росте "Пиг-балий"	Доращивание поросят-отъемышей	Откорм свиней
1	2	3	4	5	6	7	8

Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	Т	14	18	17	16	17	18
	П	14	14	13	12	12	15
	Х	15	16	15	15	15	17
Аммиак	Т	9,0	7,5	19	20	18,5	24
	П	9,5	8,0	20	21	19,5	25
	Х	10,0	8,5	21	22	20,5	26
Сероводород	Т	2,0	1,7	4,2	4,5	4,2	5,4
	П	2,1	1,8	4,5	4,7	4,4	5,6
	Х	2,2	1,9	4,7	4,9	4,6	5,8
Меркаптаны (по метилмеркаптану)	Т	0,09	0,08	0,21	0,22	0,21	0,27
	П	0,10	0,09	0,22	0,23	0,22	0,28
	Х	0,11	0,10	0,23	0,24	0,23	0,29
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)		50	57	45	40	50	55

Примечание Величины удельных выделений загрязняющих веществ от канала навозоудаления и навоза, находящегося в помещении для содержания скота., учтены в табл. 5.3 -5.5, (см. также примечания с 1 по 4 к таблице 5.1).

Список использованных источников

Основная литература

1. Волков, Александр Михайлович. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата / Волков, Александр Михайлович, Лютягина Елена Александровна ; под общей ред. А.М. Волкова. - М. : Юрайт, 2015. - 325 с.- 8 экз.
2. Коробкин, В.И. Экология и охрана окружающей среды[Текст]: учебник./ В.И. Коробкин., Л.В. Передельский -М.: КНОРУС, 2013.- 336 с. – 4 экз.
3. Марфенин, Н.Н. Экология [Текст]: учебник для студ. учрежденный высш. проф.образования./ Н.Н. Марфенин-М.: Издательский центр «Академия»,

2012.- 512 с. – 3 экз.

Дополнительная литература

1. Экологическое право : учебник для бакалавриата и специалитета / С. А. Боголюбов [и др.] ; под редакцией С. А. Боголюбова. — 7-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 304 с. — (Бакалавр и специалист). — ISBN 978-5-534-10925-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/432461> (дата обращения: 08.11.2019).
2. Дмитриенко, В.П. Экологический мониторинг техносферы[Текст]: Учебное пособие/ В.П. Дмитриенко, Е.Р Сотникова, А.В Черняев .-СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 368 с.- 10 экз.
3. Николаевская, Н.Г. Основы общей экологии [Текст]: Учеб. Пособие/ Н.Г. Николаевская.-М.: МГУЛ,2000. - 134 с.- 10 экз.
4. Бродский, А.К. Биоразнообразие [Текст] учебник для студ. Учреждений высш. проф.образования/ А.К. Бродский.-М.: Издательский центр «Академия», 2012.-208 с. – 3 экз.
5. Сотникова, Е.В. Техносферная токсикология[Текст]: Учебное пособие/ Е.В. Сотникова, В.П Дмитриенко.-СПб: Издательство «Лань», 2013.-400 с.- 10 экз.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
П.А. КОСТЫЧЕВА»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

**Учебно-методическое пособие по практическим занятиям по дисциплине
«Агрохимические модели плодородия»**

для обучающихся по направлению 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
направленность «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении»

Рязань 2025

Методические указания разработаны доцентом кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Однодушной Ю.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Содержание

Предисловие

1. Раздел 1. Учение о плодородии почвы как научная основа земледелия.

Параметры почвенного плодородия, отражающие агрофизические, агрохимические и биологические режимы разных типов почв. Значение правильного и эффективного использования и сохранения почвенных ресурсов. Приемы улучшения и регулирования показателей плодородия почв. Анализ состояния плодородия почв полей севооборотов. Обоснование простого или расширенного воспроизводства плодородия почвы на основе технологических моделей плодородия.....5

Тема 1. Значение правильного и эффективного использования и сохранения почвенных ресурсов.....5

Тема 2. Приемы улучшения и регулирования показателей плодородия почв.....12

2. Раздел 2. Технологические модели воспроизводства плодородия почв.

Технологические модели плодородия и их использование для диагностирования и прогнозирования плодородия. Комплексное воспроизводство плодородия почв и его эффективность. Разработка моделей плодородия почв. Обоснование простого или расширенного воспроизводства плодородия на основании технологических моделей с учетом эффективного использования удобрений, специализированных севооборотов, современных ресурсосберегающих технологий почвы, средств защиты растений. Инновационные процессы и использование их при проектировании и реализации экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв.....16

Тема 1. Комплексное воспроизводство плодородия почв и его эффективность...16

Тема 2. Разработка моделей плодородия почв.....17

Тема 3. Обоснование простого или расширенного воспроизводства плодородия на основании технологических моделей с учетом эффективного использования удобрений, специализированных севооборотов, современных ресурсосберегающих технологий почвы, средств защиты растений.....19

Список рекомендуемой литературы.....21

Предисловие

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с программой курса «Агрохимические модели плодородия» для студентов (магистрантов) второго года обучения направленность «Инновационные экологически безопасные агротехнологии».

Задача пособия сводится не только к рассмотрению техники проведения полевых и вегетационных опытов, в них значительное внимание уделено методам диагностики минерального питания растений, определению их потребности в удобрениях, составлению моделей плодородия.

Целью лабораторных занятий по агрохимическим моделям плодородия почв является закрепление и расширение знаний студентов (магистрантов) по теоретическому курсу. Постановка опытов соответствует тому, что студенты (магистранты) приобретают навыки экспериментальной работы, овладевают методами исследования в области агрохимических моделей плодородия почв. Кроме того, лабораторные занятия по агрохимическим моделям плодородия почв прививают студентам (магистрантам) навыки и интерес к научно-исследовательской работе.

Процесс выполнения лабораторных работ направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью понимать сущность современных проблем агропочвоведения, агрохимии и экологии, современных технологий воспроизводства плодородия почв, научно-технологическую политику в области экологически безопасной сельскохозяйственной продукции (ОПК -3);
- способностью самостоятельно вести научный поиск в агропочвоведении, агрохимии и агроэкологии и применять научные достижения в аграрном производстве (ОПК-4);
- владением физическими, химическими и биологическими методами оценки почвенного плодородия и качества сельскохозяйственной продукции (ПК - 2);
- готовностью применять разнообразные методологические подходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем; оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур (ПК-6);
- готовностью составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ПК-7).

В методическом пособии изучаемые разделы кратко описаны теоретически, указана цель каждого лабораторного занятия, дано описание выполняемых работ, контрольные вопросы, рекомендуемая литература.

Рабочая тетрадь с методическими указаниями по агрохимическим моделям плодородия составлена для аспирантов по направлению 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение.

Раздел 1. Учение о плодородии почвы как научная основа земледелия.

Параметры почвенного плодородия, отражающие агрофизические, агрохимические и биологические режимы разных типов почв.

Значение правильного и эффективного использования и сохранения почвенных ресурсов. Приемы улучшения и регулирования показателей плодородия почв.

Анализ состояния плодородия почв полей севооборотов. Обоснование простого или расширенного воспроизводства плодородия почвы на основе технологических моделей плодородия.

Тема 1. Значение правильного и эффективного использования и сохранения почвенных ресурсов.

Выдающийся русский ученый В.В. Докучаев впервые дал следующее определение почвы: “Почвой следует называть ”дневные”, или наружные, горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным воздействием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых.” Почва – элемент географического ландшафта. Первопричиной образования почв явились живые организмы (главным образом растения и микробы), поселяющиеся в разрушенной выветриванием горной породе. Происхождение почвы и ее свойства неразрывно связаны с условиями окружающей среды. Она отражает в своих свойствах исторический ход влияющих на нее природных условий, производительных сил и производственных отношений. Почва таит в себе огромные резервы плодородия. Задача заключается в умелом использовании их, что возможно на основе углубленного познания процессов почвообразования и мелиоративного воздействия на почву.

Плодородие любой почвы может быть повышено при правильном ее использовании. Почвы разных участков могут обладать одинаковым химическим составом, но различным эффективным плодородием на данном отрезке времени из-за различия в водно-физических свойствах, биологических и производственных особенностях. Различия в естественном, или природном, плодородии обуславливаются всем ходом почвообразования, а также составом (химический состав, органическое вещество, коллоиды, газы), свойствами (физико-химические, биологические) и строением почвы. Современное почвоведение достигло такого уровня, при котором можно приступить не только к коренному улучшению почв, но и созданию новых вариантов почв с максимально высоким плодородием. До начала XIX века почву изучали крайне недостаточно и науки о ней не было. Только в конце XIX учение о почве стало четкой, ясно очерченной дисциплиной, имеющей свои методику, теорию, задачи и перспективы. Почвоведение было впервые основано в нашей стране. Приоритет русской науки о почве признается во всех странах мира.

Он обусловлен следующими причинами:

а) огромными пространствами нашей страны с разнообразными природными условиями почвообразования от полярных областей до субтропиков и возможностями улучшения природных почв от тундровых до красноземов включительно;

б) элементами диалективно- материалистической методологии, на базе которой стихийно развивалось русское почвоведение с первых моментов его формирования.

Освоение ныне не используемых земель пустынь, болот и улучшение качества почв мало продуктивных сенокосов значительно увеличит площадь сельскохозяйственных угодий и пахотных земель.

Факторы и условия почвообразования

Почвообразующие породы

“Почвообразующей (материнской) породой называется всякая горная порода, на минеральной основе которой возникает и развивается почва. Между почвой и почвообразующей породой происходит постоянный обмен энергией (особенно тепловой), газами парами воды и растворами. Почвообразующими породами могут быть продукты выветривания массивнокристаллических и осадочных пород. Этими породами чаще всего являются продукты выветривания осадочных пород. Однако наиболее древние осадочные горные породы обычно прикрыты новейшими четвертичными отложениями. Залегая непосредственно на поверхности земли, они служат основными материнскими породами. Наиболее распространенными материнскими породами являются континентальные четвертичные отложения: древние и современные ледниковые образования (морена), лесс и лессовидные породы, аллювий, делювий, элювий и др. (см. рисунок «Схематическая карта распространения ледниковых отложений четвертичного периода »). Древняя морена представляет несортированные неоднородные, преимущественно глинистые валунные отложения мощностью иногда до 50-60 м и более. Различают основную, донную, боковую и конечную морену.

В древних озерных котловинах и впадинах распространены ледниково-озерные отложения, образовавшиеся на дне ледниковых озер из взмученного материала ледниковых вод. Эти отложения представляют супеси и ленточные глины с выраженной слоистостью, обусловленной чередованием тонких темных глинистых прослоек с более светлыми песчаными слоями. Все названные древние четвертичные отложения не везде являются непосредственными материнскими породами, так как они чаще лежат под современными генетическими типами геологических отложений, как элювий, делювий и аллювий. Элювий (от латинского *eluo*- вымываю). Элювием называют континентальные геологические образования, возникшие в результате сильного изменения и разрушения горных пород на месте их первичного залегания. К элювию относят продукты выветривания горных пород, сохраняющие реликтовые структурные и петрографические признаки, генетическую связь и непрерывность последовательности перехода к исходным породам.

На поверхности Земли нет горных пород, так или иначе не измененных и не затронутых элювиальным процессом – совокупностью многообразных явлений денудации, выветривания и почвообразования. Однако малозаметные изменения горной породы не делают ее элювием. Элювиальный процесс протекает, и элювий в основном формируется непосредственно в поверхностных горизонтах Земли. Наибольшее значение в распространении имеет наземный элювий, в формировании которого участвует почвообразование. При резкой смене физико-географических

условий элювий часто перекрывается сверху позднейшими наносами, т.е. оказывается погребенным (ископаемым), сохраняя свои генетические признаки. Погребенный элювий наземного происхождения легко распознается по ископаемым почвам или по сохранившимся прямым и косвенным признакам почвообразования (генетические горизонты почвы, включения, новообразования и т.д.). Однако в элювии древнейших эпох признаки почвообразования сглаживаются и даже исчезают.

Характер элювия сильно зависит от той природы, на которой он возникает. Так элювий равнин, образовавшийся на плотных массивно-кристаллических породах, резко отличается от элювия, сформированного на рыхлых осадочных породах. Верхний слой элювия на плотных породах состоит из рыхлых продуктов разрушения плотной породы, часто измененной выветриванием и почвообразованием до неузнаваемости, представляет собой землистую массу без малейших признаков массивно-кристаллических пород. На глубине нескольких метров эта массивно-кристаллическая масса залегает в мало измененном, а еще ниже практически в неизменном виде. Иной характер имеет элювий, возникший на рыхлой, осадочной породе. Вследствие большой воздухо- и водопроницаемости эта порода разрушается значительно быстрее и на большую глубину. Водные растворы проникают в нее вплоть до первого водоносного горизонта, залегающего иногда на глубине десятков метров. В связи с этим формируется наиболее мощный элювий, притом чем рыхлее осадочная горная порода, тем большей мощности он достигает. Наиболее интенсивное образование элювия приурочено к корнеобитаемой зоне. Элювий так многообразен, как разнообразны горные породы, на которых он образован.

Элювий имеет ясно выраженные черты зональности. В засушливых условиях он щелочной, а в относительно влажных кислый. В кислой среде протекает глееобразование или же латеритообразование. В щелочной среде возникает карбонатный элювий типа мергелей, лесса, лессовидных пород, засоленных грунтов и т. д. Нередко в верхних горизонтах элювий кислый, так как вода здесь обогащена углекислым газом, а книзу происходит нейтрализация углекислоты и нарастает щелочная реакция. В холодном климате наблюдается выраженное оглеение и ожелезнение — формирование мощных сизо-серых, вязких, глиноподобных масс и болотных охристо-желтых образований. В умеренном климате накапливаются красно- и желто-бурые глины и суглинки, а в условиях континентально-умеренного пояса при некоторой засушливости образуется карбонатный палево-желтый лессовидный элювий, иногда гипсоносный и обогащенный легкорастворимыми солями. Соли местами имеют тенденцию к накоплению в поверхностных горизонтах элювиальных толщ. Во влажном климате, наоборот, растворимые соли выщелачиваются и накапливается кремнезем. В субтропиках с теплым и влажным климатом наблюдается сильное выщелачивание элювиальных толщ. Возникший в подобных условиях, близких к современным, элювий содержит очень много полуторных окислов. Окиси железа в таком элювии в несколько раз больше, чем в исходной породе. Во влажных тропиках элювий лишается щелочных и щелочноземельных оснований, а также SiO_2 . Здесь накапливается Al_2O_3 с Fe_2O_3 и формируются красноцветные латерито- и бокситоподобные породы.

Элювиальный процесс протекает на всех элементах рельефа и захватывает все геологические отложения, не исключая новейших делювиальных, аллювиальных, эоловых, ледниковых и морских. В последних случаях образование элювия сводится к минимуму, так как оно подавляется другими преобладающими геологическими процессами и маскируется, исчезая подобно постоянно и повсеместно оседающей эоловой пыли, тонущей, как правило, в массе других отложений. Делювий (от латинского *deluo* – смываю) – генетический тип континентальных отложений, образующихся на склонах в результате смыва и отложения разрушенных выветриванием горных пород. Делювиальные отложения – это разнообразные по цвету и механическому составу, обычно пористые, образования, обязанные происхождением деятельности переменных по силе, мощности времени действия струйчатых водных потоков, которые не имеют определенных русел, а развиваются на склонах и производят смыв и отложение осадков на склонной поверхности. Делювий надо рассматривать как производное от ряда факторов: а) климатических (зональных) условий; б) горных пород; в) формы и величины склона; г) водосборной площадки склона; д) почвообразования и развития растительности. Вниз по склону механический состав делювия последовательно меняется от более крупнозернистого к мелкозернистому; то же наблюдается и в вертикальном направлении – внизу делювиального чехла залегают более крупные осадки, вверху – более тонкие. Последнее связано с выравниванием (выполаживанием) склона и затуханием потоков. Часто в разрезе делювиальной толщи наблюдаются ископаемые почвы, в большинстве случаев с перерывами в интенсивности отложения делювия. Ископаемые почвы делят всю толщу делювия на горизонты различного возраста. При этом делювий таких горизонтов часто различен по механическому и литологическому составу в зависимости от изменения факторов делювиообразования. Делювий выпуклых склонов в отличие от вогнутых и прямых характеризуется несколько более легким механическим составом. Делювий длинных пологих склонов имеет более тяжелый механический состав, нежели делювий крутых коротких склонов. Различия в экспозиции склонов сказываются на химическом составе делювия: делювий южных склонов относительно менее промыт, более богат солями, особенно карбонатами. По разрезам делювиальной толщи восстанавливаются древний ископаемый рельеф и бывшее положение базисов эрозии и денудации.

В связи с выполаживанием склона и по мере приближения наклонной поверхности его горизонтальной постепенно затухает делювиальный процесс и преобладает элювиальный. По механическому составу делювий в основной массе представлен в большинстве случаев средними суглинками. Мощный песчаный делювий на широких склонах при относительно малом стоке воды не возникает, так как выпадающие осадки успевают фильтроваться в песчаные породы, не стекая по поверхности склона. Там, где идет разрушение твердых пород, в делювий поступает крупнообломочный материал в виде брекчии и щебня, часто слагающего целые горизонты в основании делювиальных толщ. Исследование делювиальных отложений склонов показало, что главная масса делювия возникла со времени образования глубоких долин древней гидрографической сети. Верхние горизонты делювиальных толщ местами завершаются новейшим делuviем, достигающим иногда мощности в несколько метров, сильно окрашенным перегноем.

Возникновение окрашенных перегноем толщ новейшего делювия, как и образование аллювиально – делювиальных темно – серых осадков молодых речных террас, по времени необходимо связывать с началом земледельческой культуры.

Аллювий (от латинского *alluvio* – намываю) – генетический тип континентальных рыхлых слоистых песчано-глинистых речных, дельтовых, овражно-балочных и озерных отложений. Типичный, широко распространенный речной аллювий образуется в результате миграции водных потоков в пределах речных долин. Он дифференцируется на два яруса отложений:

а) верхний – собственно пойменные, песчано-глинистые, относительно горизонта слоистые отложения с разнообразными ископаемыми почвами. Формируется в период разлива полых вод. В составе пойменных отложений закономерно залегает старичный аллювий;

б) нижний – русловые песчано-галечниковые, часто косослоистые отложения с ориентированными гальками и валунами в основании; образуются в русле в условиях миграции потока; залегают в основании эрозионной выемки, на «плотике».

Верхний и нижний ярусы генетически тесно связаны между собой, составляя единый аллювиальный комплекс, часто осложненный происходившими изменениями базисов эрозии в период формирования этого комплекса. У основания склонов коренных берегов речных долин формируются смешанные аллювиально-делювиальные отложения. Аллювий равнинных рек характеризуется хорошо выраженным полным аллювиальным комплексом отложений. В долинах горных рек доминирует русловый галечниковый аллювий. В овражно-балочных долинах с выраженным профилем равновесия преобладает пойменный аллювий. В дельтах рек формируется озерно-речной и пресноводно-морской аллювий. Различают новейший аллювий – массивов современных пойм и древний аллювий, слагающий речные террасы, сформированный в период их пойменной стадии. Генетически близки к аллювию флювиогляциальные отложения, образованные мощными потоками талых вод ледника. Аллювий служит материнской породой в поймах и надпойменных террасах.

Пролувиий (от латинского *proluo* – сношу) впервые выделен А.П. Павловым как особый генетический тип геологических отложений. Он возникает на склонах гор, в области конусов выноса и в устьевых частях горных оврагов в результате деятельности повторяющихся ливневых водотоков. Пролувиий склонов и конусов выноса состоит из обломков горных пород разной крупности: от щебня, галечника и гравия до песчано-пылеватых и глинистых осадков включительно. По шлейфам склонов и периферии обширных конусов выноса образуются лессовидные и глинистые пролувиальные отложения. Пролувиий горных склонов по генезису приближается к делювию, а отложения конусов выноса близко стоят к овражному аллювию. Поэтому правильнее считать первый разновидностью делювия, а второй – разновидностью аллювия.

Климат и почвообразование

Климат включает воздух приземного слоя, поверхностные и грунтовые воды и солнечную радиацию. Действие его на развитие почв может быть прямым, выражающимся в увлажнении, промачивании, нагревании и охлаждении почв, и косвенным, сказывающимся в жизнедеятельности почвенных организмов. Все

климаты группируются на нивальные, где осадки выпадают только в форме снега, гумидные – осадков выпадает больше, чем испаряется с поверхности, и аридные – сухие, где возможная испаряемость с поверхности почвы значительно больше, чем выпадает осадков. Огромную роль в почвообразовании играют местный климат вообще и почвенный в особенности. Почвенный климат известным образом сказывается на свойствах почвы (содержание перегноя, температура, влажность, условия аэрации и др.) и, в свою очередь, зависит от почв, произрастающей на ней растительности и элементов рельефа. Наиболее важными элементами климата в почвообразовании являются осадки и приток лучистой энергии солнца (тепло и свет). Неравномерное периодическое выпадение осадков местами создает и неблагоприятный водный режим почвы, характеризующийся сменой периодов иссушения периодами избыточного увлажнения.

Вторым элементом климата, важным в почвообразовании, является температура воздуха и почвы. она влияет на скорость химических и биологических процессов, протекающих в почве. Температурные условия местности и продолжительность вегетационного периода определяют длительность интенсивного сезонного почвообразования. При отрицательных температурах почвообразование если полностью не останавливается, то протекает крайне слабо. При низких температурах происходит необратимое свертывание перегнойных кислот с возникновением нерастворимых веществ, то же наблюдается с некоторыми другими органическими соединениями, органо-минеральными и минеральными коллоидами почвы. Периодическое влияние положительных и отрицательных температур сопровождается замерзанием, размерзанием и оттаиванием почвы. В связи с выкристаллизацией воды в порах почвы в ней появляются трещины и непрочные отделенности в виде мерзлотной структуры. На почвообразование может влиять ветер, вызывая дефляцию. При скорости у поверхности почвы >5 м/сек он отрывает мелкие почвенные частицы и переносит их по воздуху, частицы средних размеров перемещаются скачкообразно, а более крупные катятся по поверхности. Ветер способствует обмену воздуха атмосферы и почвы, усиливая испарение воды с поверхности земли и из почвы. Климатические условия природных зон накладывают отпечаток на все физико-географические процессы и на почвообразование в особенности. В зависимости от климата в комплексе с другими факторами формируются весьма разнообразные почвы.

Значение рельефа в почвообразовании

Основными элементами рельефа являются водораздельные пространства, склоны и долины. Развитая долина имеет террасы со склонами, пойму, дельту и русло. Всем элементам рельефа присущи свои условия почвообразования и почвы. Формирование почв связано с макро-, мезо- и микрорельефом. **М а к р о р е л ь е ф** – это совокупность наиболее крупных форм поверхности земли данной территории – горной, холмистой или равниной. **М е з о р е л ь е ф** – средние формы поверхности земли, размещающиеся на элементах макрорельефа (второстепенно выгнутые и вогнутые формы поверхности – ложбины, всхолмления и прочие неровности). **М и к р о р е л ь е ф** – наименьшие формы поверхности земли, наблюдаемые лишь в непосредственной близости и образующиеся на элементах макро- и мезорельефа. К ним относятся различные микроповышения и понижения от одного или нескольких квадратных метров до десятков и сотен квадратных

метров с амплитудой по высоте, не превышающей десятка сантиметров (западинки, блюдца, лунки, бороздки или выпуклые возвышения, бугорки, валеки, кочки и т.д.).

Образование макрорельефа может быть обязано разным факторам:

а) геологическим (неровности, обусловленные деятельностью воды и ветра, карстовые и суффозионные провалы и оседания, грязевые вулканчики и т.п.);

б) климатическим (сжатие, набухание, замерзание и размерзание, развитие трещин);

в) антропогенным (борозды, канавы, валы, бугры, чухалды).

На формирование почв большое влияние оказывает микрорельеф. Разность высот его измеряется десятками сантиметров. Ширина микроповышений или микропонижений не превышает десятков метров. Микрорельеф обуславливает комплексное распределение почв на неровной поверхности земли. Почвы блюдца, лиманов, лунок и ямок сильнее увлажнены, содержат перегноя больше, чем почвы бугорков, валиков, холмиков. Наибольшее значение в почвообразовании имеет макрорельеф и его элементы, что особенно заметно в горных областях, где почвенный покров сильно разобщен и местами деформирован в связи с усиленной денудацией поверхности. Почвы здесь формируются в соответствии с климатическими особенностями горных зон.

Роль организмов в почвообразовании

Образование почвы и ее плодородие в основном зависят от растительности, микроорганизмов и почвенной фауны. Отмирающие корни – основной источник поступления в почву органического вещества, из которого образуется перегной, окрашивающий почву в темный цвет до глубины массового распространения в ней корневых систем. Извлекая элементы питания с глубины несколько метров и отмирая, растения вместе с органическим веществом накапливают элементы азотного и минерального питания в верхних горизонтах почвы. При этом травянистые растения извлекают минеральных веществ из почвы больше, чем древесные. Каждой растительной формации соответствует комплекс микроорганизмов разного видового состава, меняющегося с изменением почвообразования. Между почвообразовательным процессом и организмами почвы существует теснейшая связь. Корни растений, как муфтой, одеты живым слоем микробных клеток – бактерий и грибов, полезных и вредных. При подборе соответствующих растений в севообороте можно вести борьбу с нежелательными микроорганизмами почвы. Отмирающая зеленая растительность разлагается бактериями и грибами. Микроорганизмы энергично изменяют не только органическую, но и минеральную часть почвы. Жизнедеятельность их зависит от комплекса почвенных условий, которые могут или способствовать, или задерживать развитие микробов.

Количество микроорганизмов в почве достигает огромных величин. В 1 г целинных почв насчитывается 0,5 – 2, в окультуренных – 2 – 3 и более миллиардов микробов. Вес сухой массы их достигает 0,1-0,3 т/га и более. Больше всего микроорганизмов в поверхностных горизонтах почвы (10 см). Книзу количество их убывает; на глубине нескольких метров почва относительно стерильна. Наиболее благоприятна для микробиологических процессов температура от 20 до 40°. В хорошо обработанной окультуренной почве микроорганизмов больше, чем в необработанной; их больше в пресных нейтральных и известковых почвах и

меньше в засоленных. Черви и личинки перемешивают почву, вынося землю наверх из глубоких слоев и обогащают ее органическим веществом. Почвенная масса, прошедшая через кишечник дождевых червей, обогащается азотом и кальцием, приобретает большую емкость поглощения. Следовательно, дождевые черви улучшают химические и физические свойства почвы, увеличивая пористость, аэрацию и влагоемкость ее. В сильно кислых и щелочных, заболоченных или очень сухих почвах дождевых червей нет.

Наконец, почву населяют позвоночные животные, главным образом грызуны (суслики, байбаки, сурки, хомяки, хорьки, мыши, слепыши, кроты), образующие местами многочисленные норы. Заполненные норы землероев, имеющие на почвенном разрезе вид овальных пятен разного диаметра, известны под названием котловин. Перерытость почвы чаще отрицательно влияет на ее свойства, увеличивая карбонатность и водопроницаемость до очень большой потери воды на фильтрацию. Глубокая обработка почвы и выравнивание поверхности уменьшают вредное действие землероев.

Тема 2. Приемы улучшения и регулирования показателей плодородия почв.

В соответствии с современными представлениями под плодородием следует понимать способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла, благоприятной физико-химической средой, необходимой для роста и развития растений.

В научной литературе различают 3 категории плодородия: естественное или природное; искусственное или эффективное; экономическое.

В настоящее время целесообразно использовать следующие категории:

Естественное. Формируется в процессе развития почв под влиянием факторов почвообразования.

Искусственное. Это то плодородие, которым обладает почва в результате деятельности человека (применение удобрений, обработка почвы и т.д.). Зависит от уровня развития науки и техники.

Потенциальное. Это суммарное плодородие почвы, определяемое ее свойствами, приобретенными в процессе почвообразования и созданными или измененными человеком.

Эффективное. Это та часть потенциального плодородия, которая реализуется в виде урожая растений при конкретных условиях. Оно зависит от степени мобилизации с помощью агротехнических приемов элементов потенциального плодородия и от эффективности дополнительно привнесенных факторов роста и развития.

Относительное плодородие почвы в отношении к определенной группе или виду растений. Т.е. почва может быть плодородной для одних и бесплодной для других растений.

Экономическое. Это оценка земли в связи с ее потенциальным плодородием и экономическими характеристиками участка (расстояние от дорог, центров энергоснабжения, водоемов и т.д.)

Наряду с понятием «плодородие» в литературе используется термин «окультуривание». Окультуривание – это процесс изменения важных природных свойств почвы в благоприятную сторону путем научно обоснованного применения агромелиоративного комплекса (мелиорация, известкование, внесение удобрений и т.д.) В современном земледелии понятие «окультуривание» применимо к вновь осваиваемым почвам с очень низким естественным плодородием.

Выделяют три группы факторов или показателей плодородия: биологические, агрохимические и агрофизические.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ:

а) *Содержание в почве гумуса.* Гумус является важным показателем уровня плодородия почв. Он служит источником пищи и энергии для м/о. С увеличением количества гумуса улучшаются физико-химические свойства почвы.

б) *Содержание органического вещества.* Органическое вещество обеспечивает более высокий и стабильный уровень азотного питания растений, создает условия для равномерного распределения влаги, питательных веществ. Основным источником органического вещества – растительные остатки (надземные и подземные). В условиях Беларуси в почву с растительными остатками поступает 2,5-3,5 т сухого органического вещества на 1 га. Это обеспечивает 0,5-0,6 т. гумуса на 1 га. По количеству органического вещества, оставляемого после уборки, основные культуры можно разделить на 3 группы: 1. Многолетние травы (оставляют максимальное количество органического вещества). 2. Однолетние зерновые и зернобобовые культуры сплошного сева. 3. Пропашные культуры (оставляют наименьшее количество органического вещества).

в) *Деятельность почвенных м/о.* Важная функция почвенных м/о – создание прочной комковатой структуры пахотного слоя почвы, и, как следствие, создание благоприятного водно-воздушного режима почвы.

г) *Чистота почвы от семян, органов вегетативного размножения, возбудителей болезней, вредителей.*

АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ:

а) *Поглотительная способность почвы.* Хорошо окультуренные почвы имеют высокую емкость поглощения.

б) *Реакция почвенного раствора.* Оптимальная реакция почвы обусловлена биологическими особенностями культур, свойствами почвы, водно-воздушным режимом. Наибольший сбор урожая можно получить при pH 5,6-6,5. В условиях РБ в качестве оптимальной для легких дерново-подзолистых почв принят pH 5,7-6,1; для тяжелых 6,5; для торфяных 5,1.

в) *Наличие в почве питательных веществ.* Содержание азота связано с наличием органического вещества. Средние запасы азота на суглинистых почвах 2,7-4,0; супесчаных 2,2-3,2; песчаных 2,1-2,6 т/га. Оптимальные параметры содержания подвижного фосфора для д.п. суглинистых 26-30 мг/100 г почвы; супесчаных – 21-25; песчаных 16-20. Оптимальные параметры содержания

подвижного калия на суглинистых почвах – 20-25; песчаных и супесчаных 18-24; торфяных 80-120 мг/100г почвы.

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:

а) *Гранулометрический состав*. Это относительное содержание в почве фракций механических элементов. Среди механических частиц (элементов) почвы выделяют физический песок (частицы более 0,01 мм) и физическую глину (частицы менее 0,01 мм). Выявлено, что урожайность с.-х. культур зависит от гранулометрического состава почвы, в частности от наличия в почве физической глины. Оптимальное содержание ее для различных культур неодинаково, но если рассмотреть этот показатель для севооборота в целом, то оптимальное содержание физической глины составляет 30-35 %. В зависимости от гранулометрического состава различают : песчаные и супесчаные – это легкие почвы и тяжелосуглинистые и глинистые почвы – это тяжелые почвы. Лучшими для с.-х. использования являются легкосуглинистые и среднесуглинистые (богаче гумусом, питательными веществами, влагоемкостью, благоприятными режимами).

б) *Общие физические свойства*(плотность твердой фазы, объемная масса, пористость). Плотность твердой фазы – отношение массы ее твердой фазы к массе воды в том же объеме при температуре +4⁰С. Значение ее зависит от содержания в почве гумуса. Оптимальное значение 2,6 г/см³. Плотность почвы – масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении. Пахотный слой считается рыхлым, если плотность не превышает 1,15; плотным 1,15-1,35; очень плотным – выше 1,35 г/см³. Пористость (скважность) – суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы, выражающийся в % от общего объема почвы. Наиболее благоприятное соотношение между твердой фазой и порами у д.п. почв 1:1. Оптимальные условия: некапиллярная пористость 55-60 % от общей пористости. Если менее 50 %, то резко ухудшается воздухообмен, происходит развитие анаэробных процессов. Если выше 65 %, то снижается водоудерживающая способность, ухудшается обеспечение растений влагой.

в) *Физико-механические свойства*. (пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость, удельное сопротивление).

г) *Структура*– это совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава. Структурность – способность почвы распадаться на почвенные агрегаты. С агрономической точки зрения ценной считается мелкокомковатая структура с почвенными агрегатами 0,25-10 мм, а для д.п. почв с размером почвенных агрегатов 0,5-5 мм.

д) *Водные свойства*. Водоудерживающая способность – это способность почвы удерживать то или иное количество воды, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил. Влагоемкость – наибольшее количество воды, которое способна удержать почва теми или иными силами. Водопроницаемость – это способность почвы впитывать и пропускать воду. Водоподъемная способность – свойство почвы вызывать капиллярный подъем воды.

Выделяют методы биологического, химического и физического воздействия на почву для повышения ее плодородия и окультуривания.

Биологический метод заключается в регулировании процессов синтеза и разложения органического вещества в почве, правильном подборе растений и сортов, правильном чередовании культур в севообороте. Регулировать баланс органического вещества можно: а) используя посевы многолетних трав – это способ обогащения почвы азотом. Выявлено, что на 1 т сена в виде корневых и пожнивных остатков 10-15 кг азота оставляют многолетние травы. Б) разложение органического вещества в почве усиливается при более глубокой и своевременной обработке почвы.

Химический метод предусматривает применение минеральных удобрений, известкование, гипсование почвы, обогащая при этом почву питательными веществами, изменяя реакцию почвенного раствора, интенсивность и характер м/б процессов.

Физический метод направлен на изменение основных агрофизических свойств почвы (строение, плотность, пористость, структурное состояние пахотного слоя почвы). Способы воздействия на почву: обработка почвы, приемы регулирования водного, воздушного и теплового режимов, включая мелиоративные мероприятия.

Наиболее эффективные результаты можно получить лишь тогда, когда умело сочетаются все три метода.

Раздел 2. Технологические модели воспроизводства плодородия почв.

Технологические модели плодородия и их использование для диагностирования и прогнозирования плодородия. Комплексное воспроизводство плодородия почв и его эффективность.

Разработка моделей плодородия почв. Обоснование простого или расширенного воспроизводства плодородия на основании технологических моделей с учетом эффективного использования удобрений, специализированных севооборотов, современных ресурсосберегающих технологий почвы, средств защиты растений.

Инновационные процессы и использование их при проектировании и реализации экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв.

Тема 1. Комплексное воспроизводство плодородия почв и его эффективность.

Наряду с понятием "плодородие почвы" в агрономии широко используют термин "окультуривание почвы". Под окультуриванием понимают улучшение природных свойств почвы посредством применения агромелиоративных мероприятий. Наряду с этим выделяют понятие "окультуривание поля", связанное с культуртехническим воздействием на пахотные земли, увеличением размера контуров поля, выравниванием, удалением камней и т.д. с целью создания благоприятных условий для работы сельскохозяйственной техники.

В современном земледелии понятие "окультуривание почвы" применимо к вновь осваиваемым почвам с очень низким естественным плодородием (подзолистые, солонцы и др.), сильно смытым почвам при вовлечении в пахотный слой неплодородного подпахотного горизонта. В этих случаях, по существу, приходится не воспроизводить, а создавать плодородие. Такая же задача возникает при восстановлении почвы в местах горных или торфяных разработок. Поскольку на этих ландшафтах прежде были культурные плодородные почвы, их восстановление называется рекультивацией. По мере приобретения присущих обрабатываемым почвам свойств в последующем осуществляют воспроизводство плодородия окультуренных и рекультивированных почв.

При земледельческом использовании почвы ее плодородие снижается, поскольку для производства растениеводческой продукции расходуются органическое вещество и элементы минерального питания, ухудшаются условия водно-воздушного режима, фитосанитарное состояние, микробиологическая деятельность и т.д. поэтому возникает необходимость управления плодородием почвы в интенсивном земледелии. Оно основано на нормативно-технологической основе. Это означает определение оптимальных параметров показателей плодородия почвы в конкретных условиях производства и технологий воспроизводства оптимальных уровней плодородия.

Воспроизводство плодородия почвы бывает *простое* и *расширенное*. Возвращение почвенного плодородия к исходному первоначальному состоянию

означает простое воспроизводство. Создание почвенного плодородия выше исходного уровня - это расширенное воспроизводство плодородия. Простое воспроизводство применимо для почв с оптимальным уровнем плодородия.

Расширенное воспроизводство реализуется для почв с низким естественным уровнем плодородия, не способным обеспечить достаточную эффективность факторов интенсификации земледелия. Расширенное воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв - обязательное условие расширенного воспроизводства продукции земледелия вообще.

Тема 2. Разработка моделей плодородия почв.

Влияние почв на другие компоненты экосистемы обусловлено, в значительной степени, свойствами почв, а при ведении сельскохозяйственного производства свойствами создаваемых человеком почв. Эти свойства для разных почвенно-климатических зон различны и характеризуются моделями плодородия почв. Модель плодородия почв – это оптимальное сочетание свойств процессов и режимов почв для получения максимального экономически оправданного урожая и наибольшего КПД использования в агрофитоценозе солнечной и антропогенно затраченной энергии при соблюдении экологической безопасности принятой системы земледелия и технологий. Модель плодородия предполагает максимальную устойчивость почв в данных условиях к деградации, надежность и долговечность функционирования при принятых потоках вещества и энергии. При этом под свойствами почв понимаются статические показатели (рН, содержание подвижных форм фосфатов, калия и т. д.), характеризующие состояние почв. Процессы подразделяются на почвенные и почвообразовательные. Под ними понимаются изменения свойств почв под влиянием антропогенных и естественных воздействий. Почвенные процессы - это превращение в почвах вносимых в них азота, фосфора, калия, органических остатков, трансформация микроэлементов и тяжелых металлов и т. д. К почвообразовательным процессам относятся оподзоливание, оглеение, засоление, осолонцовывание, гумусонакопление, торфонакопление и т. д. Режимы почв – это закономерное изменение свойств и процессов во времени и в пространстве – весной, летом, осенью, с глубиной почвенного профиля, в пределах поля или структуры почвенного покрова. Выделяют водный, воздушный, тепловой, фосфатный, калийный, азотный, кислотно-основной, окислительно-восстановительный и т. д. режимы.

Для создания моделей плодородия почв необходимо оптимальное сочетание их свойств, процессов и режимов. В почве может быть достаточное количество усвояемых фосфатов весной, но недостаток их летом. Это приведет к плохому развитию растений. В почве может быть оптимальное значение рН в верхнем горизонте, но очень неблагоприятное для растений в слое 30-50 см, что не позволит получить планируемый урожай. В почвах должны идти благоприятные процессы превращения удобрений. Например, при внесении в кислые подзолистые почвы фосфатов кальция они превращаются в фосфаты

железа и алюминия, доступность которых для растений очень мала. При внесении соединений железа в карбонатные почвы устранить хлороз, связанный с недостатком железа для растений, не удастся, т. к. вносимое в почву железо выпадает в трудно растворимые осадки соединений железа и т. д.

Модели плодородия почв отличаются для разных типов почв, групп почв по гранулометрическому составу, гумусированности, эродированности, оглеенности и т. д., для отдельных групп растений, для различных регионов и определенного уровня ведения сельскохозяйственного производства. Создавая почву для получения планируемого урожая, необходимо предусматривать, во-первых, получение урожая приемлемого количества, во-вторых, экологическую целесообразность получения планируемого урожая и, в-третьих, соблюдение условия повышения плодородия почв и сохранения экологического равновесия. Очевидно неприемлемо внесение таких доз удобрений и средств защиты растений, которое приведет к получению продукции в избыточном количестве, загрязненной нитратами, кадмием, медью, цинком и т. д. В то же время неоправданно внесение удобрений и мелиорантов в таких дозах, которые приводят к значительному ухудшению свойств почв, падению их плодородия (например, при подкислении почв за счет внесения физиологически кислых удобрений типа $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, при создании в ППК доли обменного калия более 5%, приводящей к диспергированию почв и резкому уменьшению водопроницаемости). При оценке стоимости земель, с учетом их плодородия, внесение таких доз будет неоправданно и с экономической точки зрения. Недопустимо внесение в почву таких доз удобрений и средств защиты растений, которые вызовут загрязнение вод нитратами, фосфатами, калием, ядохимикатами, в концентрациях выше установленных пределов допустимых. При использовании природоохранными организациями штрафных санкций внесение таких доз будет невыгодно и с экономической точки зрения.

Создание свойств о определенными свойствами должно быть выгодно экономически, должно оправдываться прибавкой сельскохозяйственной продукции. Например, на огородах в Московской области 4-8% гумуса, однако, создание такой степени гумусированности на полях не приведет к адекватному повышению урожайности, и поэтому даже не планируется.

Модели плодородия отличаются для почв различных генетических типов и почв с резко отличающимися свойствами. Экономически и экологически нецелесообразно создавать на сероземах такую же почву, как и чернозем. Для каждого почвенного типа оптимальны определенные свойства, процессы и режимы. В то же время для почв легкого и тяжелого гранулометрического состава (песка и глины) оптимумы всех других показателей свойств почв свои. То есть и модели плодородия для них будут отличаться. В развитых странах оптимум содержания подвижных форм элементов питания отличается не только для почв определенного гранулометрического состава, но и почв в различных интервалах pH, степени гумусированности, емкости катионного обмена. Аналогичная тенденция и других параметров моделей плодородия.

Тема 3. Обоснование простого или расширенного воспроизводства плодородия на основании технологических моделей с учетом эффективного использования удобрений, специализированных севооборотов, современных ресурсосберегающих технологий почвы, средств защиты растений.

1 этап. Анализ состояния плодородия почв и уровня их продуктивности в севооборотах и во внесевооборотных участках. Оптимальные параметры плодородия почв.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур осуществляется в основном в результате улучшения плодородия почвы, а также подбора культур и сортов, наиболее приспособленных к данным почвенно-экологическим условиям. В некоторых случаях затраты средств на создание сортов, устойчивых, например, к засолению или повышенной кислотности, временно избыточному увлажнению, могут оказаться ниже, чем затраты на коренное улучшение почвы. Однако главное направление — повышение плодородия почвы, так как почти все агротехнические мероприятия, направленные на увеличение урожайности, связаны с теми или иными способами (механическими, химическими и др.) воздействия на почву с целью улучшения ее водно-воздушных свойств, химических и физических показателей, биологической активности.

Таким образом, величина и стабильность урожая в основном, особенно в Нечерноземной зоне, связаны с уровнем плодородия почвы, который при интенсивном земледелии все в большей степени определяется деятельностью человека. С этой точки зрения при системном подходе к управлению урожайностью сельскохозяйственных культур основной задачей становится исследование вопросов управления плодородием почвы.

Для решения сложных задач прогноза возможных изменений плодородия почвы при программировании урожайности и обеспечения рационального распределения ресурсов органических и минеральных удобрений между культурами и полями севооборотов необходимо широкое использование методов моделирования. Сложность почвы как открытой многопараметрической системы делает такой подход необходимым, но вместе с тем и чрезвычайно трудным.

2 Этап. – Определение оптимальных параметров плодородия почв

В основу современных разработок моделей плодородия почв положена концепция базовой модели (квалифицированной как статистической или экспертно-описательной). Под моделью плодородия почв понимается совокупность агрономически важных свойств и почвенных режимов, отвечающих определенному уровню продуктивности растений. Совокупность агрономически важных свойств должна включать, кроме агрохимических показателей, используемых для характеристики параметров плодородия и прогнозирования урожайности, морфологогенетические особенности почв,

показатели их физического состояния, минералогический состав и биологические свойства.

Таким образом, модель должна учитывать некоторый набор так или иначе связанных с плодородием почвенных факторов (элементов плодородия), количество которых может быть достаточно большим. При этом значение имеют правильное выделение основных элементов и установление взаимосвязей между ними. Так, при оценке оптимальности уровней того или иного элемента минерального питания в почве необходимо учитывать не только их абсолютные значения, но и соотношения с другими элементами. Установлено, что доступность отдельных элементов для растений изменяется в зависимости от условий увлажнения, температуры, концентрации других элементов. Так, при повышенном содержании фосфора в некоторых почвах отмечено цинковое голодание. Известны случаи, когда на одном и том же поле в засушливые годы обнаруживался недостаток калия, а во влажные годы — магния.

3 этап. Обоснование необходимости простого или расширенного воспроизводства плодородия почв.

При низком уровне плодородия почвы необходимо планировать расширенное, а при высоком — простое воспроизводство плодородия почвы.

Расширенное воспроизводство плодородия почвы предполагает внесение удобрений для достижения планируемого уровня содержания подвижного фосфора и обменного калия в почве. Иначе такое внесение удобрений называется «удобрением в запас». При удобрении в запас предполагается внесение нескольких (2 – 3) доз удобрений за один прием на 2 – 3 года. При таком внесении экономятся трудовые, технические и экономические ресурсы. С агротехнической точки зрения

Список рекомендуемой литературы:

1. А.С. Пискунов. Методы агрохимических исследований. – М.: КолоС, 2004. – 312с.
2. В.Г. Минеев. Агрохимия: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Изд-во МГУ, изд-во «КолоС», 2004. – 720с.
3. Хабаров А.В. и др. Почвоведение/ А.В. Хабаров, А.А. Яскин, В.А. Хабаров. – М.: КолоС, 2007. – 311 с.
4. Агропромышленные методы исследований//Подред.А.В.Соколова,М.:Наука, 1975.
5. ИзраэльЮ.А.Экологияиконтрольсостоянияприроднойсреды.-М.,1984.
6. Методыстационарногоизученияпочв.-М.:Наука,1977
7. МинеевВ.Г.Практикумпоагрохимии.-М.:МГУ,2001
8. Практикумпоагрохимии//Подред.Б.А.Ягодина.–М.:Агропромиздат,1987.
9. ЮдинФ.А.Методикаагрохимическихисследований.-М.:Колос,1971

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

Методические указания
для практических занятий
по дисциплине «Агроландшафтоведение»
направление подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Рязань 2025

Ушаков Р.Н. Методические указания для практических занятий по дисциплине «Агроландшафтоведение» направление подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение. – Рязань: РГАТУ, 2025. – 20 с.

Главной задачей данного методического указания является ознакомление студентов с основами ландшафтоведения, знаний ландшафтной оболочки, природных территориальных комплексов, антропогенных ландшафтов.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Введение

Ландшафтный облик Рязанской области очень разнообразный. На ее территории встречаются природные гео(эко)системы, включающие разнообразные растительные формации со своими морфогенетическими, литологическими, гидрологическими, орографическими особенностями, структурно и функционально преломляющие ландшафтную контрастность.

Естественных природных систем осталось мало в силу трансформации большей их части в сельскохозяйственные антропогенные и другие виды. В первых сильно выражена производственная функция и ослаблены эволюционно значимые - средообразующая и ресурсовоспроизводящая. Это связано с гомогенизированным составом культурных сообществ, односложным дифференцированием в пространстве и во времени разрывных стадий развития агроэкосистем, их территориальной дискретностью, что приводит к ослаблению горизонтальных межкомпонентных связей, перестройкой биологического круговорота при наложении на него вещественно-энергетического антропогенного потока. Эти и другие особенности состояния сельскохозяйственных природных гео(эко)комплексов необходимо учитывать при практическом моделировании агроландшафтов, их рациональном построении с тем, чтобы при их относительно высокой насыщенности не довести до не прогнозируемого момента бифуркацию ландшафтной сферы, при которой бы возникла экологическая угроза эволюционного развития живой материи Планеты.

Практической работе по конструированию агроландшафтов предшествует изучение естественных природных ландшафтов и их компонентов, факторов, сведения о которых актуальны также и в познавательном аспекте. Поэтому в данном учебном пособии мы, полагаясь на труды Педагогического университета им. С.А.Есенина, ученых, для которых природа Рязанской области представляет профессиональный и натуралистический интерес, собственные знания, постарались в общих чертах отразить природные ландшафты Рязанской области, обратив внимание на систему их упорядочивания (классификацию), состав, характеристику природных компонентов. С их знакомством пробуждается понимание сложных и важных для осмысления функционирования ландшафтов внутри- и межкомпонентных связей, определяющих направленность эволюции и ее прогнозный сценарий при изменении экологических условий.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью учебной дисциплины «Агроландшафтоведение» является формирование системы теоретических основ ландшафтоведения и знаний о ландшафтной оболочке, умений и навыков комплексного исследования природных территориальных комплексов и антропогенных ландшафтов. Овладение основами знаний о сущности природных систем: их эволюционные этапы и факторы, внутрисистемные взаимодействия на разных уровнях, энергетические, вещественные, информационные связи с внешней средой, многогранные функции на локальном и глобальном уровнях, условия устойчивого развития и другие явления.

Задачи дисциплины:

Задачами изучения учебной дисциплины являются:

- изучение истории становления и развития науки Агроландшафтоведения;
- ознакомление с основными теоретическими и методологическими положениями современной географии в области учения о ландшафтах;
- освоение учения о природно-антропогенных ландшафтах;
- усвоение знаний, умений, навыков прикладного ландшафтоведения;
- развитие способности к самообразованию в области оценки воздействия на компоненты ландшафта, поиска, системного анализа и грамотной интерпретации методической и базовой ландшафтной информации, с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.

2. Тематика практических занятий

1. Основные понятия агроландшафтоведения. Предмет агроландшафтоведения. История ландшафтоведения. Определение агроландшафта, ландшафтной сферы, географической среды, географической оболочки.

1. Агроландшафт и его составляющие.

Основу агроландшафта составляет полевой севооборот, включающий выращивание наиболее ценных для конкретной зоны пищевых, кормовых и технических культур на базе определенной системы земледелия (подготовка почвы, формирование сложного компоста, внесение удобрений, развитие технологических процессов и т.д.).

Интенсификация земледелия через повышение доз удобрений и механизацию технологических процессов обработки почвы, создания совмещенных посевов, уборки урожая и другие мероприятия, способствующие значительному улучшению росту качества и количеству продукции. В агроландшафтной системе нетронутыми природными анклавами остаются только неудобья откосы и заболоченные участки.

Структура использования земельных угодий агроландшафтной системы указывает на чрезвычайное давление деятельности человека на окружающую среду, выражающуюся в излишне высокой доле (свыше 90 %) распаханной земель (таблица). Значительную площадь занимают постройки и дороги, снижающие площадь инфильтрационного стока и аккумулирующие большое количество загрязнителей (пыль, тяжелые металлы и др.), которые разносятся ветром по жилым кварталам поселка, оказывая влияние на здоровье населения, эстетику поселка, а также оседают на растениях, снижая интенсивность их фотосинтеза и т. д.

Таблица – Структура земельных угодий агроландшафта

Земельные угодья	Площадь	
	га	%
Пашня	6450,0	96,16
Природные угодья	21,0	0,31
Лесополосы	80,0	1,20
Дороги	16,0	0,24
Поселок	45,0	0,67
Фермы	34,4	0,51
Промзона	16,2	0,24
Река и её пойма	45,0	0,67

Естественно, что агроландшафтные системы слабее адаптированы по сравнению с природными и имеют ограниченный предел возможностей

трансформации энергии, поддержания круговоротов веществ и воды и подвержены больше всего стрессам, вызываемых изменением погодных условий. Кроме того, живой блок в агроландшафтных системах наиболее уязвим к воздействию вредных и болезнетворных организмов, сильнее страдает от эрозии, что чрезмерно усиливает истощение почв.

Эти и другие обстоятельства обуславливают необходимость исследований агроландшафтных систем с учетом всего комплекса проблем их функционирования. Необходимо подчеркнуть, что несмотря на важность этой проблемы, её разработка в северных районах Краснодарского края носит пока еще фрагментарный характер. Наиболее важные вопросы, которые изучались и изучаются в агроландшафтных системах, в основном касаются севооборотов, совершенствования выращивания совмещенных однолетних культур, состава и структуры живых организмов в почвенном покрове посевов. Научных исследований по комплексной оценке экологической ситуации в агроландшафтных системах северных районов края практически не проводилось.

Аграрный ландшафт представляет собой сложное образование, созданное человеком и включающее разнообразные подсистемы. По составу и характеру функционирования агроландшафт можно разделить на 2 типа подсистем: основные и вспомогательные.

1. Основные подсистемы характеризуются накоплением энергии и составлены растительными сообществами (севооборот, лесополосы, сады, природные растительные сообщества, поймы рек, лесопарковая зона), концентрирующими энергию солнца в форме химических связей и принимающими на себя значительные массы загрязнителей, поставляемых подсистемами второго типа и трансграничным переносом.

2. Вспомогательные подсистемы преимущественно расходуют энергию (МТФ, СТФ, ПТФ, поселок, бригадные станы и дороги, автопарк, склад ГСМ, химсклад, промышленная зона, свалка) в виде горючих материалов и растительного сырья и выбрасывающие многочисленные загрязнители, оказывающие давление на подсистемы первого типа. Между подсистемами и их составляющими существует широкий диапазон взаимодействий и каждая из них испытывает определенное антропогенное давление и характеризуется различным уровнем потребления дополнительной энергии для поддержания своего функционирования.

Агроландшафт поддерживается человеком в основном всегда на первых фазах сукцессий, когда удается получить максимальную продуктивность (. Оптимальный агроландшафт, обеспечивающий максимум благоприятствования для жизнедеятельности человека, наряду с сельскохозяйственными полями включает также луга, леса, реки, экономную инфраструктуру с поселком, фермами, вспомогательными производствами (стройцех, промзона, мехдворы и т. д.). В таком составе агроландшафтная система может считаться полной (выполненной) и территориально занимает как минимум площадь севооборота

и как оптимум бригады или среднего хозяйства (от 1500 до 6000-8000 га). Иными словами, территориально агроландшафтная система должна всегда находить соответствие между массой получаемой продукции, её качеством и динамикой, с одной стороны, и поддержанием соответствующих уровней плодородия и качества почвы, воды и воздуха, с другой, что будет способствовать решению стратегических задач по сохранению биологического разнообразия во всех уровнях различных сообществ живых организмов, получения высококачественной продукции, а также поддержанию постоянного вещественно- энергетического обмена между различными составляющими.

Структурно аграрный ландшафт характеризуется преобладанием левостороннего обмена информацией, что соответствует первостепенной роли расположенных в левой части подсистем в плане как расходуемой, так и создаваемой ими энергии. Оптимальное функционирование агроландшафтов складывается только в случае оптимального соотношения всех её составляющих подсистем.

В целом, агроландшафтная система является сложным по своему составу, структуре, функционированию, образованию и развитию отражающих специфичность глубины их антропогенного воздействия на ранее созданные природой ландшафты. В степной зоне агроландшафтные системы, как правило, неполные или невыполненные и потому формируют односторонние (в основном левосторонние) вещественно-энергетические потоки веществ и энергии.

2. Элементарные системы: экосистема, агроэкосистема и её составляющие: солнечная радиация и её распределение, круговорот воды в природе.

Экосистема — система живых организмов и окружающих их неорганических тел, связанных между собой потоком энергии и круговоротом веществ

Агроэкосистема (agros (греч.) – поле) – это искусственно созданная и поддерживаемая человеком экосистема, предназначенная для производства сельскохозяйственной продукции. Согласно типизации ФАО, выделяют пять типов агроэкосистем: земледельческие или полевые, плантационно-садовые, пастбищные, смешанные, характеризующиеся сочетанием нескольких видов землепользования, агропромышленные экосистемы – территории интенсивного «индустриализированного» производства молока, мяса, яиц и другой продукции на основе преобладающих процессов снабжения системы веществом и энергией извне.

Отличия агроэкосистем от естественных экосистем:

1. Незначительное видовое разнообразие, которое резко снижено в результате действий человека для получения максимальной биомассы какого-то одного продукта;

2. Устойчивость агроэкосистем поддерживается человеком. Смена растительных сообществ происходит в результате замены одного вида культурного растения другим;

3. Короткие цепи питания (урожай–человек);

4. Неполный круговорот веществ (часть питательных элементов выносятся из агроэкосистем с урожаем);

5. Регулярное изъятие биологической продукции восполняется соответствующей агротехникой (посевом семян, внесением удобрений, обработкой почвы);

6. Источником энергии является не только солнце, но и деятельность человека. Агроэкосистемы получают вспомогательную энергию в виде мышечных усилий человека или животных, а также мелиорации, орошения, применения удобрений, использования сельскохозяйственной техники;

7. Искусственный отбор (действие естественного отбора ослаблено, отбор осуществляет человек).

Высокая продуктивность агроэкосистем имеет два значительных отрицательных последствия: **нарушение круговорота веществ** и **потока энергии**. Круговорот веществ изменен в результате ежегодного изъятия урожая, что выражается в уменьшении содержания питательных веществ – утрате плодородия. Почвенное плодородие, определяемое в основном запасами гумуса, является главной экономической и экологической характеристикой агроэкосистемы.

Величина потерь питательных элементов определяется следующими параметрами агроэкосистем: составом почв, их происхождением и подстилающими породами; микроклиматом; геоморфологией; соотношением сельскохозяйственных угодий и лесных насаждений; технологиями внесения и видам удобрений; наличием ферм и животноводческих комплексов и др.

Утрата плодородия сопровождается в следующими процессами. Потери биогенных элементов: азота – в процессе денитрификации, выщелачивания; фосфора при выщелачивании, калия – при вымывании. Уменьшение содержания гумуса ухудшает условия развития полезной микрофлоры, в том числе и «почвоочистительной». Агротехника, при которой уменьшается разнообразие возделываемых культур, увеличивает угрозу потери питательных веществ при вымывании их за пределы корнеобитаемого слоя почвы. Потери почвой коллоидов в агроэкосистемах вызваны окислением и разрушением органического вещества, что происходит в результате длительной обработки почвы, а также при орошении. Параллельно окислению органического вещества происходит и интенсивная минерализация, что ведет к значительным потерям его подвижной части. В агроэкосистемах процессы окисления и минерализации усиливаются вследствие снижения густоты растительного покрова и повышения температуры почвы.

Создание агроэкосистем сопровождается в первую очередь изменением потока энергии – субсидии ее в виде физического или механизированного труда

в процессе с/х производства. В соответствии с энергозатратами и продуктивностью все агроэкосистемы можно разделить на два типа: доиндустриальные и интенсивные механизированные.

Агроэкосистемы доиндустриального периода – самодостаточные, с интенсивным использованием дополнительной энергии в виде мышечных усилий человека и животных; поставляют продукты питания для конкретного фермера и для продажи или обмена на местных рынках. Интенсивные механизированные агроэкосистемы с крупными энергетическими дотациями в форме горючего, химикатов и работы машин, поставляют продукты питания в количестве, превышающем местные потребности, где избыток продуктов идет на экспорт.

Тема 2. Принципы и классификация ландшафтов.

Классификационные модели в ландшафтоведении (иерархическая и типологическая), их значение. Таксономические единицы: отдел, разряд, подразряд, семейство, класс, подкласс, тип, подтип, род, подрод, вид. Типы ландшафтов: природный, агроландшафт, урбанизированный, садово-парковый, техногенный, культурный и др.

1. Принципы и классификация ландшафтов. Классификационные модели в ландшафтоведении (иерархическая и типологическая), их значение.

В ландшафтной географии используются две основные классификационные модели. Первая представляет собой иерархическую таксономию природных геосистем в соответствии с их пространственно-временными масштабами - от фации к ландшафту и далее вплоть до ландшафтной оболочки. Ее логическим основанием служит соотношение части и целого. Иерархическая (таксономическая, по Д.Л. Арманду [4]) классификация геосистем была рассмотрена выше (см. тему II). Вторая классификационная модель - типологическая. Каждая природная геосистема, будь то фация, урочище или ландшафт, - географический индивид. Но в то же время она элемент некоторой типологической совокупности. *Диалектическое понимание соотношения индивидуального, особенного и общего, типического - основа типологической классификации.*

Объектами типологической классификации в ландшафтоведении могут быть геосистемы различного таксономического ранга - фации, урочища, ландшафты. Однако всегда следует помнить, что для каждого ландшафтного таксона должна существовать самостоятельная классификация. Одной классификации, пригодной и для фаций, и для урочищ, и для ландшафтов, создать невозможно. Слишком различны они структурно и генетически. Невозможно создать и в геологии единую классификацию для кристаллов, минералов, горных пород и геологических формаций, в биологии - для клеток,

живых тканей, органов, организмов, биологических сообществ. Иными словами, каждый иерархический таксон требует своей классификации. В ландшафтоведении наиболее детально разработана классификация узлового таксона - ландшафта.

В научных справочниках и энциклопедиях понятиям "классификация" и "систематика" порой придается почти однозначное толкование. На самом же деле их необходимо различать. *Классификация ландшафтов - логическая операция по упорядочению и группировке множества индивидуальных ландшафтов в классы, типы, роды и виды согласно строго обусловленным признакам, отражающим их сущностные свойства. Систематика ландшафтов - результат их классифицирования, система соподчиненных типологических совокупностей реально существующих ландшафтов региона.* Если классификация - научный подход, программа типологических действий, то систематика - итог их применения к индивидуальным ландшафтам конкретной местности. Систематика играет роль научной модели ландшафтного устройства определенной территории. Можно говорить о систематике ландшафтов России, Индии, Китая, Евразии, Африки и т. д.

Известно, что ландшафт - сложная природная (или природно-антропогенная) геосистема. В зависимости от предметного (теоретико-методологического) видения ландшафтов возможно построение нескольких классификационных моделей.

К настоящему времени наиболее глубоко разработанными можно считать структурно-генетическую и геохимическую классификации. Первая создавалась усилиями отечественных географов-ландшафтоведов: Д.Л. Арманда, Н.А. Гвоздецкого, А.Г. Исаченко, Ф.Н. Милькова, В.А. Николаева и др. Вторая обоснована в трудах географов-геохимиков Б.Б. Польшова, А.И. Перельмана, М.А. Глазовской. Предпринимаются попытки построения геофизической, геоэкологической, эстетической и некоторых других видов ландшафтных классификаций. Мы сосредоточим внимание на рассмотрении наиболее распространенной в современных ландшафтных исследованиях структурно-генетической классификации ландшафтов.

2. Таксономические единицы агроландшафта: отдел, разряд, подразряд, семейство, класс, подкласс, тип, подтип, род, подрод, вид.

В качестве высшей классификационной категории ландшафтов Земли считают *отдел ландшафтов*. В основе этого таксона рассматривают показатель *тип контакта и взаимодействия геосфер* (литосферы, гидросферы, атмосферы) по вертикали. Выделяют четыре *отдела ландшафтов*: наземные (субаэральные); земноводные (речные, озерные, шельфовые); водные (моря и океаны); донные (морские, океанические).

Наземные ландшафты группируют по *разрядам* в зависимости от теплообеспеченности географических поясов. Например, наземные ландшафты Северного полушария состоят из разрядов: арктических, субарктических,

бореальных, суббореальных, субтропических, тропических, субэкваториальных и экваториальных ландшафтов.

К следующей классификационной единице относится *подразряд*. Он характеризует специфику атмосферной циркуляции географических поясов. Например, рассматривая бореальные ландшафты России с запада на восток, по этому признаку выделяют: умеренно континентальные, континентальные, резко континентальные, приокеанические ландшафты.

Далее в классификации выделяют единицу — *семейство ландшафтов*, отражающую группировку ландшафтов в дифференцированных физико-географических странах. Например, бореальные ландшафты восточно-сибирского семейства или бореальные ландшафты западно-сибирского семейства, или восточно-сибирского.

Классы характеризуют равнинные и горные ландшафты и выделяются в пределах разрядов, подразрядов, семейств. Классы равнинных ландшафтов включают *подклассы* — возвышенные, низменные, низинные ландшафты. Классы горных ландшафтов включают следующие подклассы ландшафтов — предгорные, низкогорные, среднегорные, высокогорные, межгорно-котловинные. Классы и подклассы ландшафтов отражают высотную ярусность ландшафтов.

Тип ландшафта отражает зональность природной геосистемы и близок к зональному типу почв, так как почва — «зеркало» ландшафта, продукт его функционирования. Помимо почвенных характеристик тип ландшафта учитывает и геоботаническую специфику. Например, бореальные и суббореальные умеренно континентальные восточно-европейские равнинные ландшафты включают типы лесной, широколиственной, лесостепной, степной, полупустынной, пустынной растительности.

Тип ландшафта по классификации подразделяют на подтипы в соответствии с подтипами почв и подклассами растительности. Например, таежный тип образован подтипами северотаежных, среднетаежных, южно-таежных ландшафтов.

Род ландшафтов характеризует морфологию и генезис рельефа ландшафтов, литологические свойства поверхностных пород выражены в *подроде* ландшафтов. Например, в равнинных ландшафтах по роду выделяют ландшафты крупных речных долин и междуречий, представленных моренными, водно-ледниковыми, древнеаллювиальными, эоловыми отложениями. Цитологический фактор подрода ландшафтов представлен суглинистыми, песчаными, известняковыми, лёссовыми и другими сложениями.

Вид ландшафтов — совокупность ландшафтов со сходным составом в морфологической структуре урочищ. У таких ландшафтов общий генезис, эволюция, функционирование.

В результате классификации каждый ландшафт получает многоступенчатую типологическую углубленную идентификацию (табл. 1).

1. Структурно-генетическая классификация ландшафтов по В.А. Николаеву.

Таксон	Основание деления	Примеры ландшафтов
Отдел	Тип контакта и взаимодействия геосфер	Наземные, земноводные, водные, подводные
Разряд	Термические параметры географических поясов	Арктические. субарктические. бореальные, суббореальные, субтропические
Подразряд	Континентальность, секторные климатические различия	Приокеанические, умеренно континентальные, континентальные, резко континентальные
Семейство	Региональная локализация на уровне физико-географических стран	Бореальные, умеренно континентальные – восточно-европейские, суббореальные, континентальные западно-сибирские, туранские.
Класс	Морфоструктуры мегарельефа	Равнинные, горные
Подкласс	Морфоструктуры макрорельефа	Равнинные: возвышенные, низменные, низинные. Горные: низкогорные, среднегорные, высокогорные
Тип	Типы почв и классы растительных формаций	Таежные, смешанно-лесные, широколиственные, лесостепные, степные, полупустынные, пустынные
Подтип	Подтипы почв и подклассы растительных формаций	Северотаежные, среднетаежные, южно-таежные, степные; луговые, болотные, солончаковые
Род	Морфология и генезис рельефа (генетический тип рельефа)	Холмистые моренные, пологоволнистые водно-ледниковые, плосковолнистые древнеаллювиальные, гривистые древнеэоловые
Подрод	Литология поверхностных отложений	Суглинистые, лёссовые, песчаные. Каменисто-щебенчатые
Вид	Сходство доминирующих урочищ	Западно-сибирские равнинные возвышенные степные с разнотравными степями на черноземах легкосуглинистых

Пример результата классификации ландшафтов южного Подмоскovie (по В. А. Николаеву): отдел — наземные; разряд — бореальные; подразряд — умеренно континентальные; семейство — восточно-европейские; класс — равнинные; подкласс — низинные; тип — смешанно-лесные; подтип —

болотно-луговые; род — озерно-водно-ледниковые; подрод — глинисто-суглинистые; вид — луговые низинные влажнотравно-злаковые на дерново-глеевых почвах.

3. Типы ландшафтов: природный, агроландшафт, урбанизированный, садово-парковый, техногенный, культурный и др.

Природный ландшафт - сложная природная геосистема (ПТК-природно-территориальный комплекс), состоящая из сопряженных генетически и функционально (т.е. потоками вещества и энергии) более мелких природных геосистем – урочищ (подурочищ), фаций.

Под *агроландшафтом* «понимается земельный массив, состоящий из комплекса взаимодействующих природных компонентов, а также элементов системы земледелия с относительно автономными водными, тепловыми и другими режимами с признаками единой экологической системы». *Агроландшафт* – это сложно организованная многомерная экосистема земли с определенным обликом и соответствующей структурой, функционирующая в зависимости от системы земледелия.

Агроландшафт следует рассматривать как территориальную единицу для решения вопросов формирования систем земледелия и землеустройства на экологической основе. Он может быть организован на определенных ограниченных территориях с возможностью саморегуляции, с определенным пищевым, водным и тепловым режимами. Агроландшафт, являясь антропогенным, формируется под воздействием сельскохозяйственной деятельности человека. Следовательно, в структуре агроландшафта должны найти отражение формирующие его элементы из организации территории и системы земледелия. Тогда структура агроландшафта может быть представлена следующей схемой (рис. 1.).



Рисунок 1 - Структура агроландшафта

На современном этапе не удастся выполнить важнейшего экологического требования – приведения темпов эксплуатации природных систем в равенство с интенсивностью самовосстановления этих систем. Природный ресурсный потенциал должен быть равен или больше уровня изъятия ресурсов и темпов изменения жизненной среды. Однако прогрессирующая деградация ресурсов говорит об обратном. Антропогенные возмущения в биосфере выше ее способности к саморегуляции (Н.Ф. Реймерс, 1990).

Для решения этой проблемы необходимо применять и использовать новые методы, новые подходы в исследованиях агроландшафтных систем – ландшафтно-экологический метод. Отсюда агроландшафт как механизм формирования устойчивого землепользования имеет следующие функции (табл. 1.)

Таблица 1 - Функции агроландшафтов и мероприятия по их реализации

Функции	Мероприятия
<u>Производственные:</u> а) формирование условий устойчивого земледелия; б) производство с.-х. продукции.	Выход на ландшафтное землеустройство и земледелие с учетом экологических особенностей каждого хозяйства, подбор сельскохозяйственных культур и их сочетания в севооборотах, мониторинг земель, средостабилизирующие

	агротехнологии; Посадка лесных насаждений, отвод земель под леса, луга, территорий под заказники и заповедники, залужение, почвозащитные севообороты, экологические ниши.
<u>Территориальные:</u> а) создание условий существования растительности и животных; б) предопределение соотношения земельных угодий; в) осуществление производственно-экологического зонирования территории; г) создание условий для высокопроизводительного использования с.-х. машин, снижение транспорт. затрат.	Расчет коэффициентов экологической стабильности путем сопоставления площадей различных угодий с учетом положительных и отрицательных воздействий на природную среду; Составление карты категорий эрозионно-опасных земель. Выделение типов агроландшафтов для конструирования устойчивых систем земледелия; Трансформация угодий, совершенствование и формирование новых базисных рубежей для обработки почвы, рациональное территориальное размещение севооборотов в системе земледелия хозяйств, учет целесообразности перераспределения земель при реформировании сельскохозяйственных предприятий; Формирование агроэкосистем.
<u>Метеорологические:</u> а) регулирование водного и температурного режимов почвы; б) регулирование водного и температурного режимов воздуха; в) аккумуляция солнечной энергии и радиации; г) предупреждение природных аномалий (заморозков)	Проектирование прудов, посадка всех видов лесных полос, гидромелиорация (создание стокорегулирующих водозадерживающих валов); Расчет коэффициента увлажнения. Комплекс мелиораций. Расчет суммы активных t° территорий; $\Phi AP = 0.43S + 0.57D$. Почвозащитные лесомелиоративные мероприятия.
<u>Биологические:</u> а) воспроизводство биопродуктивности угодий; б) гумусообразование; в) энтомологическая саморегуляция.	Улучшение пищевого, водного и теплового режимов путем внедрения комплекса мероприятий, создание условий для энтомологической саморегуляции, расширение площади многолетних и бобовых трав, консервация и залужение пашни, система удобрений, адаптивные сорта.
<u>Физико-химические:</u> а) влияние на физическое	Минимализация системы обработки, применение бесплужной обработки и др.;

состояние почвы (структуру, плотность, водопроницаемость и др.);	улучшение структуры почвы путем освоения полного комплекса агромероприятий:
б) влияние на режим питания растений;	повышение органического вещества в почвах системой агромероприятий.
в) влияние на химические свойства почвы.	

Полевой тип характеризуется перепашкой почвенного слоя, внесением минеральных и органических удобрений, борьбой с сорной растительностью, выращиванием агроценозов с ежегодным изъятием у них большей массы биомассы. Почвы под влиянием полевых культур испытывают большие изменения. Для распаханых почв характерны высокая биологическая активность, возрастание численности микроорганизмов, усиление процессов нитрификации и минерализации органического вещества. Распашка почв коренным образом преобразует круговорот воды, резко усиливая поверхностный сток. Во время снеготаяния и летних ливней происходит смыв почв и образование оврагов.

Водная и ветровая эрозия – спутники полевых ландшафтов в районах семиаридного климата.

Посевы – подлинный культурный биогеоценоз. Многолетнее возделывание той или иной культуры приводит к приспособлению сорной растительности и животного мира.

Каждый вид полевого урочища обладает присущим микроклиматом. Температура и влажность воздуха, скорость ветра неодинаковы над пшеничным полем и плантациями кукурузы, подсолнечника и сахарной свеклы.

Оптимальные условия для развития полевых ландшафтов больше проявляются в лесостепной и степной зонах. Теплое солнечное лето, достаточное, хотя и неустойчивое увлажнение, плодородные черноземы и темно-каштановые почвы, равнинный рельеф – все это способствовало тому, что эти зоны стали основными производителями зерновых и многих технических культур на территории России.

Местные проявления полевого типа ландшафта, если учитывать его широкую географию, исключительно разнообразны. В ландшафтном отношении и по продуктивности наиболее существенны различия между неорошаемыми (богарными) и орошаемыми комплексами. Орошаемые – это самый надежный способ получения высоких, устойчивых урожаев в зонах с богарными термическими ресурсами, но страдающими от недостатка влаги: в степях, полупустынях, пустынях умеренного пояса, субтропиков и тропиков.

Садовый-парковый тип представлен садами, насаждениями многолетних плодовых деревьев и кустарников разных географических поясов. Внешние сады ближе к лесокультурам, чем к полевым ландшафтам. Однако низкий уровень саморегуляции и потребность в высокой агротехнике определяют принадлежность садов к классу сельскохозяйственных ландшафтов. Особую разновидность садовых ландшафтов образуют виноградники. Для получения высоких урожаев, почвы садов и виноградников нуждаются в постоянной обработке, внесении органических и минеральных удобрений, поливе. Поэтому они всегда сильно окультурены и на фоне зональных естественных почв выделяются высоким плодородием. Садовые культуры требовательны к теплу и влаге. Поэтому они распространены в районах с умеренным климатом.

К культурным ландшафтам относятся *парки, лесопарки, национальные парки и урбанизированные ландшафты*.

1. *Парки* обычно создаются в населенных пунктах или пригородной местности для отдыха, эстетического восприятия, празднеств, спортивных игр. Парк — категория созданного культурного ландшафта.

2. *Лесопарки* обычно создаются в пригородной зоне, но иногда и в пределах населенного пункта для отдыха, спорта и прогулок. Лесопарк — категория рекреационного слабоизмененного природного ландшафта (обычно лесного), окультуренного очисткой леса и полян, прокладкой дорожек и спортивных трасс (для кроссов, лыжных прогулок и др.).

3. *Национальные парки* и другие заповедные территории — это природные ландшафты на охраняемой территории, предназначенные частично для хозяйственного применения, а также для изучения флоры и фауны, используемые для организованного туризма. Это категория частично окультуренного или сохраняемого природного ландшафта.

4. *Урбанизированный ландшафт* — это вся система городского зеленого хозяйства: зеленых насаждений на площадях, улицах, во дворах, на территории учреждений, промышленных предприятий, вокзалов, аэропортов, медицинских, детских учреждений, школ и других учебных заведений, жилых домов. К урбанизированным ландшафтам можно отнести и городские парки. Это категория полностью созданных человеком культурных ландшафтов, с сохранением иногда как включений природных насаждений деревьев, луговин, валов, холмов, камней.

Техногенные (антропогенные) ландшафты — измененные или искусственно созданные человеком на природной основе ландшафты, природное равновесие в которых постоянно поддерживается человеком.

Техногенные ландшафты - это природные системы, управляемые преимущественно деятельностью человека. Это городские системы со всей городской и пригородной инфраструктурой: жилые кварталы, улицы и площади, места отдыха, промышленные зоны, пути сообщения, системы жизнеобеспечения (водоснабжение и канализация, сбор и переработка мусора, энергоснабжение и отопление) и пр. Это места добычи и переработки

минеральных ресурсов (карьеры, шахты, нефтяные промыслы и пр.). Это ландшафты гидротехнических сооружений (плотины, водохранилища, каналы, насосные станции и т.д.) с прилегающими акваториями.

Всякий техногенный ландшафт возникает на основе и в границах исходного естественного ландшафта. Нередко в пределах одного исходного естественного ландшафта в зависимости от особенностей его использования возникает несколько видов антропогенных ландшафтов.

В настоящее время принята следующая классификация техногенных ландшафтов:

- агроландшафты, в том числе ландшафты районов неорошаемого земледелия, ландшафты районов орошаемого земледелия и пастбищные;
- лесохозяйственные;
- горно-промышленные;
- городские;
- рекреационные.

Список литературы

Основная литература

1. Голованов, А. И. Ландшафтоведение : учебник / А. И. Голованов, Е. С. Кожанов, Ю. И. Сухарев ; под редакцией Голованова А.И. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1809-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/60035>

Дополнительная литература

1. Афонина, Т. Е. Мониторинг и кадастр природных ресурсов : учебное пособие / Т. Е. Афонина, Е. А. Пономаренко. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2014. — 203 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133393>
2. Бобкова, Ю. А. Ландшафтоведение. Методические указания по изучению дисциплины и задания по контрольной работе студентам заочной формы обучения по направлению подготовки 110100 «Агрохимия и агропочвоведение» : методические указания / Ю. А. Бобкова. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 42 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71256>

Содержание

Введение	3	
1. Цели и задачи дисциплины		4
2. Тематика практических занятий	5	
Список литературы	19	

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.
Костычева»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ»

по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Рязань 2025

Методические указания разработаны доцентом кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Ступиным А.С.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Нормирование предельно допустимых концентраций вредных веществ

Основные понятия и методика установления ПДК

Общие положения. К основным нормированным показателям количества вредных веществ, допустимых с точки зрения безопасности человека, относятся ПДК (предельно допустимая концентрация), ОБУВ (ориентировочный безопасный уровень воздействия), ОДК (ориентировочное допустимое количество) и ОДУ (ориентировочно допустимый уровень). Последние три – временные характеристики, подменяющие предельно допустимую концентрацию загрязняющего вещества до ее установления.

Существует несколько видов ПДК загрязняющих веществ в разных компонентах среды: в атмосферном воздухе, в воде природных и искусственных водоемов, в почве. Гигиенические ПДК устанавливаются на вредные вещества в пищевых продуктах. Кроме того, существуют ПДК вредных веществ в организме человека. Последние представляют собой уровень вредного вещества (или продуктов его превращения) в организме (в крови, моче и др.) или уровень биологического ответа наиболее поражаемой системы организма (например, содержание гемоглобина), при котором непосредственно в процессе воздействия или в отдельные периоды жизни настоящего и последующего поколений не возникает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, устанавливаемых современными методами исследований. Данное определение не распространяется на радионуклиды и биологические вещества, представленные сложными биологическими комплексами, а также на бактерии и микроорганизмы.

Временные нормативы на содержания загрязняющих веществ имеют следующие обозначения: ОБУВ – для атмосферного воздуха и водоемов рыбохозяйственного назначения, ОДК – в почве, ОДУ в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

Несмотря на разнородность (различное физическое и химическое состояние) перечисленных сред при разработке ПДК используются единые принципы, которые можно сформулировать следующим образом:

- 1) в основу разработки закладывается только биологический принцип (в данном случае — воздействие на человека или гидробионтов);
- 2) используются экспериментальные и натурные исследования, результаты которых гармонизируются;
- 3) в основу положена трехкоординатная система «доза—время—эффект» с нахождением вероятностных количественных порогов вредного действия;
- 4) из всего комплекса первичных, вторичных и опосредованных эффектов выделяется лимитирующий;
- 5) нормирование осуществляется с учетом предполагаемой физиологической адаптации человека.

По характеру воздействия на организм человека вредные химические вещества могут вызывать следующие эффекты:

- 1) токсические — ядовитость, т. е. способность вещества оказывать вредное действие на организм;
- 2) раздражающие — проявляющиеся в раздражающем воздействии на те или иные органы человека;
- 3) сенсibilизирующие (аллергические) — вредная для организма чрезмерная иммунная реакция на вещества (аллергены), которые, как правило, нетоксичны;
- 4) канцерогенные — вызывающие злокачественные новообразования;
- 5) мутагенные — оказывающие влияние на наследственность через скачкообразное, спонтанное и ненаправленное изменение наследственности;

- 6) различные эффекты, влияющие на репродуктивную функцию человека;
- 7) тератогенные — ведущие к возникновению пороков развития и уродств у потомства человека, животных, растений.

Проникновение химических веществ в организм человека осуществляется через:

- 1) органы дыхания;
- 2) желудочно-кишечный тракт;
- 3) кожные покровы и слизистые оболочки.

В современном нормировании при установлении допустимых концентраций вредных веществ используют принцип пороговости действия или принцип приемлемого риска. Принцип пороговости действия — выявление минимальной концентрации вредного вещества, вызывающей интоксикацию организма, — является основой гигиенического нормирования. На нем построена система оценки результатов экспериментально-биологических исследований. Принцип приемлемого риска используется в беспороговой модели для оценки мутагенного и канцерогенного действия с отдаленными последствиями, когда невозможно установить количественную связь между силой действия и эффектом в связи с отсутствием экспериментальных данных. В этом случае определение риска основано на вероятностном подходе. Данный принцип используется также при нормировании экологических рисков.

В целом же экологические нормативы должны лежать за пределами действующих доз, т.е. основой, по мере возможности, должен служить принцип пороговости. Исследованием механизмов и, главное, последствий химического, физического и биологического воздействия на живые организмы, прежде всего на человека, занимается экотоксикология.

Экологическая токсикология — наука о потенциальной опасности вредного воздействия веществ на живые организмы и экосистемы, о реакциях живых существ на контакт с химическими агентами. Она относится к разделу медицины о физических, химических свойствах ядов и их действии на живые организмы, а также о средствах предупреждения и лечения отравлений.

Исследуя проблемы вредного воздействия химических веществ на организм человека, необходимо помнить, что еще в эпоху Возрождения врач и естествоиспытатель Парацельс (1493–1541) писал: «Все есть яд и ничего не лишено ядовитости». Иными словами, одно и то же вещество может быть ядом, лекарством и необходимым для жизни средством. Все зависит от концентраций, вмещающих сред и условий взаимодействия с живыми организмами. Применительно к экологии, в частности к экологическому нормированию, необходимо четко представлять, при каких условиях обычное химическое вещество в окружающей среде переходит в категорию загрязняющего (вредного).

Способы проникновения вредных веществ в организм. Прямое вредное воздействие загрязняющего химического вещества возможно лишь в случае его попадания в организм. Известно несколько путей проникновения вредных веществ в организм человека и животных.

1) Пероральный путь подразумевает поступление химических веществ через желудочно-кишечный тракт с пищей и водой. Они всасываются в кровь из ротовой полости (особенно это характерно для фенолов и цианидов) или из желудочно-пищеварительного тракта. В желудке резорбции (т. е. всасыванию) вещества активно способствует желудочный сок.

2) Ингаляционный путь — поступление через дыхательные органы. Динамика поступления в организм этим путем определяется агрегатным состоянием вредного вещества, которое может находиться в пыли, тумане, дыме или в составе газовой фазы. Это наиболее быстрый путь проникновения в организм, что обусловлено огромной площадью поверхности легочных альвеол (до 100–120 м²) и непрерывным током крови по легочным капиллярам. Активность проникновения вещества в кровь зависит от его растворимости. Место осаждения аэрозолей в дыхательных путях

человека обусловлено величиной частиц: крупные частицы (диаметром более 10 мкм) чаще осаждаются в носоглотке; дисперсные (2-10 мкм) остаются в верхних дыхательных путях; тонкодисперсные (менее 2 мкм) попадают в альвеолярную область. Для носоглотки и верхних дыхательных путей существует достаточно эффективный способ очищения от твердых частиц — движение со слизью вверх, однако и в этом случае происходит частичное растворение химических веществ, их проникновение в кровь.

3) Накожный путь — поступление вредных веществ через кожу (площадь поверхности кожи человека 2 м²), в основном через сальные железы, устья протоков потовых желез, через волосяные фолликулы. Особенно активно проникают под кожу вещества с высокой степенью растворимости в жирах.

Преобладающий путь поступления вредного вещества в организм зависит от его химических свойств и агрегатного состояния. Для газообразных веществ основной путь — ингаляционный; для твердых — пероральный и ингаляционный; для жидких — пероральный и накожный. Поэтому можно рекомендовать соответствующие способы защиты человека от вредных химических веществ в зависимости от их свойств и состояния, что входит в задачи активно развивающейся в последнее время экологической токсикологии.

Основные токсикометрические характеристики. При рассмотрении методологии разработки ПДК вредных веществ нам необходимо познакомиться с некоторыми токсикометрическими характеристиками и параметрами, используемыми для количественной оценки токсичности веществ.

Степень токсичности — это абсолютное количество или доза поллютанта, вызывающие определенный биологический эффект, те или иные патологические изменения. Уровень дозы — доза за единицу времени. Неблагоприятный эффект воздействия вредного вещества может проявляться в форме гибели или функциональных изменений организма. В первом случае для оценки используют понятие «летальная доза». Функциональные изменения обозначают через понятие «действующие дозы и концентрации», которые вызывают признаки интоксикации организма, а также через пороговые и недействующие величины. В связи с этим ниже даются определения некоторых из них.

Пороговая доза (порог однократного действия) — это наименьшее количество вещества, вызывающее при однократном воздействии такие изменения в организме, которые обнаруживаются с помощью специальных биохимических или физиологических тестов при отсутствии внешних признаков отравления. *Недействующая доза* — это максимальное количество вещества, не приводящее к каким-либо изменениям в организме.

Токсическая несмертельная доза (ЕД) вызывает видимые проявления отравления без летального исхода. *Токсическая смертельная (летальная) доза* (ЛД) или концентрация (ЛК) вызывает отравления, заканчивающиеся гибелью организма.

В практике экотоксикологии используют три количественные оценки:

- 1) ЛД_{min}(ЛК_{min}) — гибель отдельных особей;
- 2) ЛД₁₀₀(ЛК₁₀₀) — гибель всех особей;
- 3) ЛД₅₀(ЛК₅₀) — гибель 50% особей.

В экспериментально-биологических исследованиях применяют два основных подхода. Первый — кратковременное воздействие, которое приводит к острым отравлениям. В длительном эксперименте используют понятие хронического отравления, т. е. заболевания, развивающегося в результате систематического воздействия таких доз вредного вещества, которые при однократном поступлении в организм не вызывают отравления. Отсюда вытекает два значения пороговых концентраций: для однократного (С_{мин. остр.}) и хронического (С_{мин. хрон.}) воздействий. Таким образом, все перечисленные выше параметры характеризуют токсичность вещества.

В дополнение к этому мы рассмотрим ряд токсикометрических величин, определяющих вероятность угрозы отравления. Они используются при установлении класса опасности вредных веществ.

Зона однократного острого действия— диапазон концентраций вредного вещества между средней летальной дозой и пороговой концентрацией для однократного воздействия:

$$Z_{\text{остр.}} = \frac{LD_{50}}{C_{\text{ант.остр.}}}.$$

При этом чем меньше диапазон между смертельной и пороговой концентрациями, т. е. чем меньше значение Z_{AC} , тем токсичнее вещество.

Зона хронического действия— диапазон между пороговыми концентрациями для однократного и хронического воздействия:

$$Z_{CH} = \frac{C_{\text{ант.хрон.}}}{C_{\text{ант.остр.}}}.$$

Чем шире эта зона (чем больше значение Z_{CH}), тем выше опасность, поскольку возрастает угроза накопления вещества в организме.

Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО) представляет собой отношение максимально достижимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20°C к средней смертельной концентрации для мышей:

$$\text{КВИО} = \frac{C_{\text{макс.}}}{LD_{50}}.$$

Высокое значение коэффициента указывает на способность вещества создавать токсичные концентрации.

Коэффициент кумуляции характеризует степень накопления данного вещества в организме человека. Он представляет отношение суммарной дозы, полученной организмом при многократном введении среднесмертельной дозы вещества, к той же величине, но при однократном введении:

$$K_K = \frac{\sum LD_{50}}{LD_{50}}.$$

Естественно, что с увеличением коэффициента возрастает опасность вещества.

Классы опасности вредных веществ. Необходимо отметить, что все вредные вещества в зависимости от степени их негативного влияния относятся к тому или иному классу опасности. Однако одно и то же вещество может иметь разный класс в зависимости от вмещающей его среды (почва, вода, атмосферный воздух, сырье, продукты питания и т.д.), что обусловлено его физико-химическими свойствами, определяющими проявление вредных эффектов. Приведем классификацию и изложим общие принципы установления класса опасности веществ, находящихся в сырье, продуктах, полупродуктах и отходах производства, т. е. в материальных результатах хозяйственной деятельности человека.

Такой подход регламентирован ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». В соответствии с ним по степени воздействия на организм выделяют четыре класса опасности вредных веществ:

- 1) 1-й класс — вещества чрезвычайно опасные;
- 2) 2-й класс — вещества высоко опасные;
- 3) 3-й класс — вещества умеренно опасные;
- 4) 4-й класс — вещества малоопасные.

Класс опасности устанавливается в зависимости от норм и показателей, рассмотренных нами выше и указанных в табл. 3. Отнесение вредного вещества к тому или иному классу проводится по показателю, значение которого соответствует наиболее неблагоприятному классу опасности.

Комбинированное и комплексное воздействие химических веществ на организм. Многообразие химических веществ, встречающихся в окружающей среде, предопределяет

возможность комбинированного действия поллютантов на организм человека или животного. Например, в присутствии метана с помощью микроорганизмов происходит метилирование ртути, что резко увеличивает ее токсичность. Соли тяжелых металлов, а также активный хлор образуют комплексные соединения с гумусовыми веществами. В первом случае образуются металлфульваты, более токсичные, чем исходные вещества. Но особенно опасен синтез хлорфульватов, характеризующихся канцерогенным действием. Напротив, в водной среде в присутствии органических соединений тяжелые металлы образуют комплексные органические соединения, что снижает их токсичность.

Таблица 3. Классы опасности вредных веществ

Показатели	Нормы для классов опасности			
	1	2	3	4
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	<0,1	0,1–1,0	1,1–10,0	>10,0
Средняя смертельная доза, мг/кг:				
при введении в желудок	<15	15–150	151–5000	>5000
при нанесении на кожу	<100	100–500	501–2500	>2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	<500	500–5000	5001–50000	>50000
Коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО)	>300	300–30	29–3	<3
Зона острого действия	<6,0	6,0–18,0	18,1–54,0	>54,0
Зона хронического действия	>10	10–5,0	4,9–2,5	<2,5

Принимая во внимание перечисленные выше эффекты, для оценки уровня загрязнения объектов окружающей среды перспективно использование комплексных гигиенических нормативов – интегральных величин с учетом всех вредных веществ в среде. Однако в силу несовершенства методики при разработке подобных нормативов возникают серьезные трудности. Одна из них заключается в необходимости создания современной экспериментальной базы с возможностью проведения большого количества дорогостоящих опытов на животных и дальнейшей экстраполяцией результатов на человека. В настоящее время у нас есть возможность надежной количественной оценки совместного воздействия лишь отдельных (как правило, не более двух) загрязняющих веществ.

Таким образом, можно выделить комбинированное и комплексное действие вредных веществ на организм. К основным видам *комбинированного действия* относят:

1) суммирование (аддитивность), когда суммарный эффект смеси равен сумме эффектов действующих компонентов ($A+B$) и его можно оценить по зависимости

$$\frac{1}{A} + \frac{1}{B} = 1;$$

2) сверхсуммирование или потенцирование (синергизм), когда наблюдается непропорциональное усиление эффектов:

$$A+B>1;$$

3) антагонизм или ингибирование, т. е. снижение воздействия одного или обоих веществ в результате их взаимовлияния:

$$A+B<1;$$

4) независимое действие веществ — комбинированное действие не отличается от изолированного действия каждого яда и преобладает эффект наиболее токсичного вещества:

$$A=1;B=1.$$

Последний вариант действия веществ — наиболее общий и часто встречающийся на практике. Все остальные относятся к частным случаям независимого действия. В качестве примера аддитивности можно привести воздействие раздражающих газов на организм человека (хотя для некоторых газов существует вероятность потенцирования) или наркотическое действие смеси углеводов. Потенцирование отмечено при совместном действии бутилакрилата и метилакрилата. Пример независимого действия — смесь бензолов и раздражающих газов. При воздействии тяжелых металлов может проявляться эффект как суммирования, так и антагонизма.

На практике эффект суммации учитывается посредством оценки концентрации через нормирование по веществу, относящемуся к наиболее неблагоприятному классу опасности:

$$C_{\text{ПР}}=C_1+C_2 \frac{\text{ПДК}_1}{\text{ПДК}_2} + \dots + C_n \frac{\text{ПДК}_1}{\text{ПДК}_n},$$

где $C_{\text{ПР}}$ — приведенная концентрация вещества, характеризующая всю группу загрязняющих веществ, действующих по принципу суммации.

Эффект полной суммации воздействия вредных веществ учитывается также посредством расчета коэффициента действия:

$$K_{\text{Д}} = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n},$$

тогда при $K_{\text{Д}} > n$

$$C_i = \frac{\text{ПДК}_i \cdot n}{K_{\text{Д}}},$$

т. е. величина ПДК при изолированном действии уменьшается пропорционально отношению коэффициента $K_{\text{Д}}$ числу веществ n .

Комплексное действие проявляется в том случае, когда проникновение одного и того же вещества в организм человека происходит разными способами. Например, поступление вредного вещества может осуществляться одновременно пероральным и ингаляционным путями. В практике нормирования это указывает на необходимость оценки удельного значения каждого фактора внешней среды в общей максимально допустимой дозе. Для оценки комплексного действия химических веществ рекомендуется использовать формулу суммационного эффекта

$$\frac{C_{\text{атм}}}{\text{ПДК}_{\text{атм}}} + \frac{C_{\text{в}}}{\text{ПДК}_{\text{в}}} + \frac{C_{\text{пищ}}}{\text{ПДК}_{\text{пищ}}} \leq 1,$$

где C — концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе, воде, продуктах питания соответственно;

$\text{ПДК}_{\text{атм}}$, $\text{ПДК}_{\text{в}}$, $\text{ПДК}_{\text{пищ}}$ — предельно допустимая концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе, воде, продуктах питания соответственно.

Практика разработки ПДК – критерии необходимости и методы. Химические вещества, внедряемые в хозяйственную деятельность, подлежат обязательной токсикологической оценке и гигиеническому регламентированию. Объем сведений, необходимых для этого, зависит от физико-химических свойств вещества, степени его токсичности и опасности, масштабов производства, числа

контактирующих с ним людей, актуальности для экономики страны, распространенности в объектах окружающей среды, а также ряда других показателей, имеющих значение для оценки возможности влияния вещества на здоровье человека. В практике санитарно-гигиенического нормирования используется дифференцированный подход к выявлению необходимости установления нормативов и достаточности объема получаемой для этого информации. Обоснование выбора вещества для выполнения гигиенического нормирования состоит из четырех этапов.

На первом этапе осуществляется сбор информации, необходимой и достаточной для решения вопроса о целесообразности проведения исследований по установлению гигиенических нормативов. Информация включает данные об объемах производства и применении веществ, характеристику физико-химических свойств, токсикологические показатели.

На втором этапе на основе анализа имеющихся данных определяются вещества, не нуждающиеся в разработке гигиенических нормативов в соответствии с обозначенными критериями: объемами производства и направлениями использования, физико-химическими свойствами и др. Например, нет необходимости устанавливать ПДК для веществ, попадание которых в атмосферный воздух невозможно в силу их физико-химических характеристик. Не имеет смысла разработка ПДК нестабильных в воде соединений, при трансформации которых образуются ингредиенты с установленными гигиеническими нормативами.

На третьем этапе намечаются очередность и объем работ, необходимых для ускоренной оценки нормативов без проведения принятых токсиколого-гигиенических исследований. Это целесообразно для малоопасных неустойчивых соединений, гомогенных веществ с уже установленными нормативами или при наличии экспериментально обоснованных ПДК этих веществ в других средах. Особо оговариваются критерии ускоренного нормирования химических соединений, которые могут быть опасны по канцерогенному и мутагенному действию.

На четвертом этапе принимается решение о разработке гигиенических нормативов для наименее изученных веществ, представляющих экологическую опасность, на основе проведения полного комплекса принятых токсиколого-гигиенических исследований.

На практике методы установления ПДК развиваются по двум основным направлениям:

- 1) экспериментально-биологическое направление, базирующееся на изучении развития стадий интоксикации организма;
- 2) расчетно-экспериментальное направление, в котором обоснование установления норматива основывается на принципах корреляционных зависимостей между биологическим действием веществ и их физико-химическими свойствами.

Основным прямым методом разработки предельно допустимых концентраций вредных веществ является *лабораторно-токсикологический эксперимент*. При экспериментальной оценке ПДК решающее значение имеют результаты токсикологических исследований на подопытных животных: крысах, мышах, морских свинках, кроликах, собаках и др.

Экспериментальные исследования по своим целям делятся на три вида: острые — время воздействия не превышает нескольких дней, подострые — время достигает одного месяца, и хронические — время затравки составляет 5–6 месяцев.

Пути введения веществ в организм выбираются исходя из реальных свойств тестируемого вредного вещества. Опыты ориентированы на выявление зависимости время–доза–эффект. Для экспериментального обоснования ПДК решающее значение имеют результаты хронических опытов не менее чем на двух животных. Исключение составляет лишь установление максимальных разовых концентраций в воздухе, что продлевается на основе острых экспериментов. По результатам хронических экспериментов устанавливают пороговые концентрации. Переход от них к ПДК осуществляется через коэффициент запаса, на который делится пороговое значение. Реально

коэффициент запаса может меняться от 3 до 20 в зависимости от характера вредного вещества, путей поступления его в организм и результатов экспериментов. Величина коэффициента увеличивается с ростом абсолютной токсичности, значения КВИО, кумулятивных свойств, а также с уменьшением зоны острого действия, при значительных различиях в видовой чувствительности и выраженном кожно-резорбтивном действии.

Определение значений параметров острой, подострой и хронической токсичности осуществляется в соответствии с методическими инструкциями, в которых регламентируются порядок и условия проведения экспериментов.

Методы *расчетно-экспериментального направления* сейчас активно внедряются в практику экотоксикологии. Это обусловлено прежде всего высокой стоимостью установления и обоснования ПДК, что связано, в частности, с длительностью экспериментов. Ежегодно в мире синтезируются от 10 до 25 тысяч новых соединений. Очевидно, что нереально обосновать ПДК для каждого из веществ. Эти доводы подчеркивают актуальность развития расчетно-экспериментального направления.

Как указывалось выше, данный метод базируется на сопоставлении физико-химических свойств веществ, молекулярной структуры, их кумулятивных характеристик в разных компонентах окружающей среды. Широко используются методы интерполяции и экстраполяции. Применение расчетно-экспериментального подхода направлено на обоснование ОДК, ОДУ и ОБУВ. В практике ЭН ориентировочные величины устанавливаются на этапе разработки ПДК на определенный срок: в атмосферном воздухе — на два, в воде — на три года.

Разработка ПДК вредных веществ сопряжена с проблемами методического характера, которые в известной степени снижают достоверность результатов и иногда приводят к занижению или завышению (что значительно реже) нормативных значений. В первом случае это ведет к экономическим потерям, обусловленным необходимостью соблюдения заниженных норм или принципиальной невозможностью их обеспечения в реальных условиях в силу более высоких фоновых значений, во втором — к риску негативного воздействия на человека. Выделим и другую не менее существенную проблему: отдаленные последствия вредных воздействий, прогноз которых далеко не всегда может быть достаточно достоверным, даже по результатам хронических экспериментов. В связи с этим в качестве основных задач в области разработки и обоснования ПДК выделяются:

- 1) совершенствование расчетных методов с целью использования результатов острых опытов для прогноза хронической токсичности;
- 2) разработка надежных методов исследования отдаленных последствий воздействия вредных веществ на человека;
- 3) совершенствование способов экстраполяции данных с животных на человека;
- 4) предложение более совершенных методик определения коэффициента запаса — величины шага от минимально действующей концентрации до ПДК;
- 5) обоснование методологии краткосрочных экспериментов;
- 6) развитие методов моделирования интоксикации, приближающих экспериментальные условия к натурным.

В целом же требования к гигиеническому нормированию отвечают основным принципам экологического нормирования — соответствие полученных данных современному научно-методическому уровню, наличие доступного химико-аналитического метода определения вещества с необходимым порогом обнаружения, подготовка технических регламентов и их принятие.

Практическая работа

«Нормирование загрязняющих веществ в почве»

Цель работы

Определить массу и объем осадка, образовавшегося после очистки бытовых сточных вод, который допустимо использовать в качестве удобрения для сельскохозяйственного объекта.

Исходные данные

Площадь участка: $S = 0,8 \text{ га}$

Мощность почвенного слоя: $H = 0,25 \text{ м}$

Плотность почвы: $p_n = 1,53 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$

Фоновое содержание в почвенном слое: $C_{\phi}(\text{Cu}) = 0,50 \frac{\text{мг}}{\text{кг}}$

Фоновое содержание в почвенном слое: $C_{\phi}(\text{Mn}) = 260 \frac{\text{мг}}{\text{кг}}$

Фоновое содержание в почвенном слое: $C_{\phi}(\text{V}) = 80 \frac{\text{мг}}{\text{кг}}$

Фоновое содержание в почвенном слое: C_{ϕ}

Содержание в осадке: $C(\text{Cu}) = 17 \frac{\text{г}}{\text{кг}}$

Содержание в осадке: $C(\text{Mn}) = 1900 \frac{\text{г}}{\text{кг}}$

Содержание в осадке: $C(\text{V}) = 800 \frac{\text{г}}{\text{кг}}$

Содержание в осадке: C

Плотность осадка: $P_{\text{ос}} = 1,40 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$

Ход выполнения работы

1. Составляется уравнение материального баланса, исходя из условия равномерного смешивания осадка с плодородным слоем почвы:

$$C_{\phi} \cdot M + C_{\text{ос}} \cdot m = C_{\text{см}} \cdot (M + m)$$

где C_{ϕ} – фоновая концентрация i-го вещества в почве, мг/кг почвы;

M – масса плодородного слоя почвы, кг;

$C_{\text{ос}}$ – концентрация i-го вещества в осадке, мг/кг осадка;

m – масса осадка, кг;

$C_{\text{см}}$ – концентрация i-го вещества в почве после смешивания ее с осадком, мг/кг почвы.

Для того чтобы осадок можно было использовать в качестве удобрения, необходимо соблюдение следующего основного условия для каждого вещества:

$\leq \text{ПДК}$

ПДК – предельно-допустимая концентрация i-го вещества в почве, мг/кг почвы.

2. Определяется объем W и масса M плодородного слоя почвы на участке:

$$W = H \cdot S$$

$$M = W \cdot p_n$$

где H – мощность почвенного слоя, м;

S – площадь с/х объекта (участка), м²;

p_n – плотность почвы, т/м³.

В данном случае $W = 0,25 \text{ м} \cdot 0,8 \text{ га} = 2000 \text{ м}^3$;

$$M = 2000 \text{ м}^3 \cdot 1,53 \frac{\text{т}}{\text{м}^3} = 3060 \text{ т}$$

3. Для определения массы осадка по уравнению материального баланса сначала необходимо найти концентрацию меди и нитратов из расчета на кг осадка:

$$C_{oc} = \frac{C}{p_{oc}}$$

В данном случае:

$$C_{oc}(Cu) = \frac{17 \frac{г}{кг}}{1,40 \frac{м}{м^3}} = \frac{12,14 * мг}{м^3}$$

$$C_{oc}(Mn) = \frac{1900 \frac{г}{кг}}{1,40 \frac{м}{м^3}} = \frac{1357 * мг}{м^3}$$

$$C_{oc}(V) = \frac{800 \frac{г}{кг}}{1,40 \frac{м}{м^3}} = \frac{571 * мг}{м^3}$$

C_{oc} ↓

4. Масса осадка m , подлежащего размещению на участке, определяется по вышеприведенной формуле материального баланса:

$$m = \frac{M * (C_{cm} - C_{ф})}{C_{oc} - C_{cm}}$$

В данном случае:

$$m(Cu) = \frac{3060 м * \left(3 \frac{мг}{м^3} - 0,50 \frac{мг}{м^3} \right)}{12,14 \frac{мг}{м^3} - 3 \frac{мг}{м^3}} = 837 м$$

$$m(Mn) = \frac{3060 м * \left(1000 \frac{мг}{м^3} - 260 \frac{мг}{м^3} \right)}{1357 \frac{мг}{м^3} - 1000 \frac{мг}{м^3}} = 6343 м$$

$$m(V) = \frac{3060 м * \left(150 \frac{мг}{м^3} - 80 \frac{мг}{м^3} \right)}{571 \frac{мг}{м^3} - 150 \frac{мг}{м^3}} = 509 м$$

m ↓

5. Расчеты показывают, что для меди и нитратов максимально допустимая масса осадка различна, поэтому для размещения осадка следует выбирать минимальное значение размещаемой массы осадка, т.е.

$$m_{oc} = \min \downarrow \downarrow$$

При выборе массы осадка, $509 [м]$, концентрация ванадия в осадке после смешивания составит:

$$C_{oc}(V) = \frac{C_{oc}(V) * m_{oc} + C_{ф}(V) * M}{m_{oc} + M} = \frac{571 \frac{мг}{м^3} * 509 м + 80 \frac{мг}{м^3} * 3060 м}{509 м + 3060 м}$$

$$C_{oc}(V) = 150 \frac{мг}{м^3}$$

т.е. равное ПДК.

6. Максимальный объем осадка V , предназначенного для размещения на участке, составит:

$$V = \frac{m}{\rho_{oc}}$$

где ρ_{oc} – плотность осадка, т/м³

Высота осадка:

$$h = \frac{V}{S}$$

$$V = \frac{509 \text{ т}}{1,40 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}} = 363,6 \text{ м}^3$$

В данном случае

$$h = \frac{363,6 \text{ м}^3}{0,8 \text{ га}} = 0,455 \text{ м}$$

Результаты

Осадок, который допустимо использовать в качестве удобрения для с/х объекта.

Масса осадка: $m_{oc} = 509 \text{ т}$

Объем осадка: $V = 363,6 \text{ м}^3$

Высота осадка: $h = 0,455 \text{ м}$

Концентрация компонентов:

$$C_{oc}(Cu) = \frac{12,14 * \text{мг}}{\text{м}^3} ; C_{oc}(Mn) = \frac{1357 * \text{мг}}{\text{м}^3}$$

$$C_{oc}(V) = \frac{571 * \text{мг}}{\text{м}^3} ;$$

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

Методические указания для практических занятий

по дисциплине

«Воспроизводство плодородия почв в агроландшафтах»

по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведения

Рязань 2025

Методические указания разработаны доцентом кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Потаповой Л.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Проектирование приемов повышения плодородия почвы.

Решение ситуационных задач

Цель: Разработать приемы сохранения и повышения плодородия почв на территории землепользования.

Задачи: -определить уровень плодородия на определенном агроландшафте на основании исходных данных;
-познакомиться с технологической моделью плодородия серой лесной почвы;
-дать рекомендации по сохранению и повышению плодородия почв в разных агроландшафтах;
-сделать прогноз на ближайшие 10-15 лет по состоянию плодородия в агроландшафтах.
Процесс выполнения лабораторной работы направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-7 «способностью использовать инновационные процессы в агропромышленном комплексе при проектировании и реализации экологически безопасных и экономически эффективных технологий производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв различных агроландшафтов».

Материалы и оборудование:

- 1.Методические указания по выполнению лабораторной работы.
- 2.Тетрадь для расчетов и записей.

Порядок выполнения работы:

- 1.Сравнить существующий уровень плодородия почв (задания выдает преподаватель) с предложенной технологической моделью.

Таблица 1-Технологические модели плодородия серых лесных тяжелосуглинистых почв на средний и высокий уровень урожайности

Показатели	Ед.измерения	Уровень плодородия	
		Средний 25-30 ц к.ед./га	Высокий 35-50 ц к.ед./га
1	2	3	4
<i>Агрофизические:</i>			
мощность пахотного слоя	см	20-30	30-40
водопрочные макроагрегаты в слое 0-20 см	%	30-35	35-55
плотность почвы в слое 0-40 см	г/см ³	1,28-1,32	1,25-1,29
Запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см	мм	100-110	110-120
<i>Агрохимические:</i>			
рН солевой		5,3-6,3	5,5-6,5
Нитраты	мг/кг почвы	25-35	35-55
P ₂ O ₅	мг/100 г почвы	16-18	18-21
K ₂ O	мг/100 г почвы	16-17	17-20
<i>Биологические:</i>			
гумус	%	2,8-3,0	3,0-3,2
Максимально допустимое количество сорняков:			

- малолетних	шт./м ²	25-35	20-30
-многолетних	шт./м ²	5-8	4-7

Таблица 2-Показатели плодородия серых лесных тяжелосуглинистых почв на средний и высокий уровень урожайности

Показатели	Ед.измерения	Показатели существующего плодородия	Рекомендации
1	2	3	4
<i>Агрофизические:</i>			
мощность пахотного слоя	см		
водопрочные макроагрегаты в слое 0-20 см	%		
плотность почвы в слое 0-40 см	г/см ³		
Запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см	мм		
<i>Агрохимические:</i>			
рН солевой			
Нитраты	мг/кг почвы		
Продолжение таблицы 2			
1	2	3	4
P ₂ O ₅	мг/100 г почвы		
K ₂ O	мг/100 г почвы		
<i>Биологические:</i>			
гумус	%		
Максимально допустимое количество сорняков:			
- малолетних	шт./м ²		
-многолетних	шт./м ²		

.Дать рекомендации по повышению плодородия почвы, исходя из сравнительного анализа. Работа выполняется по вариантам.

Вариант 1.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,

водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 23-25%,

плотность почвы в слое 0-40 см 1,36-1,38 г/см³,

запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 80-90 мм,

pH солевой 5,3-6,3,
нитраты 10-15 мг/кг почвы,
P₂O₅ 8-10 мг/кг почвы,
K₂O 10-12 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,0-2,3 %,
сорняков- малолетних 201-250 шт./м², многолетних 3,1-6,6 шт./м²

Вариант 2.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 18-20 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 25-28%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,38-1,39 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 85-95 мм,
pH солевой 4,0-4,3,
нитраты 25-35 мг/кг почвы,
P₂O₅ 6-8 мг/кг почвы,
K₂O 10-12 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,0-2,2 %,
сорняков- малолетних 101-150 шт./м², многолетних 3,1-6,0 шт./м²

Вариант 3.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 20-30 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 24-25%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,36-1,38 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 80-90 мм,
pH солевой 4,0-4,3,
нитраты 20-23 мг/кг почвы,
P₂O₅ 10-12 мг/кг почвы,
K₂O 8-10 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,0-2,3 %,
сорняков- малолетних 201-250 шт./м², многолетних 6,1-10,0 шт./м²

Вариант 4

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 20-22%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,28-1,32 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 90-100 мм,
pH солевой 4,0-4,3,
нитраты 10-15 мг/кг почвы,
P₂O₅ 8-10 мг/кг почвы,
K₂O 10-12 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,0-2,3 %,
сорняков- малолетних 201-250 шт./м², многолетних 3,1-6,6 шт./м²

Вариант 5.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,

водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 23-25%,

плотность почвы в слое 0-40 см 1,36-1,38 г/см³,

запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 140-160 мм,

pH солевой 4,6-5,0

нитраты 8-10 мг/кг почвы,

P₂O₅ 12-14 мг/кг почвы,

K₂O 9-10 мг/кг почвы,

содержание гумуса 2,0-2,3 %,

сорняков- малолетних 31-100 шт./м², многолетних 1,1-3.0 шт./м²

Вариант 6.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,

водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 25-28%,

плотность почвы в слое 0-40 см 1,30-1,32г/см³,

запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 80-90 мм,

pH солевой 4,0-4,3,

нитраты 10-15 мг/кг почвы,

P₂O₅ 8-10 мг/кг почвы,

K₂O 16-18 мг/кг почвы,

содержание гумуса 2,0-2,3 %,

сорняков- малолетних 201-250 шт./м², многолетних 3,1-6.6 шт./м²

Вариант 7.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,

водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 23-25%,

плотность почвы в слое 0-40 см 1,36-1,38 г/см³,

запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 50-65 мм,

pH солевой 4,0-4,3,

нитраты 10-15 мг/кг почвы,

P₂O₅ 16-18 мг/кг почвы,

K₂O 10-12 мг/кг почвы,

содержание гумуса 2,5-2,7 %,

сорняков- малолетних 30-55 шт./м², многолетних 3,1-6.6 шт./м²

Вариант 8

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 22-25 см,

водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 30-33%,

плотность почвы в слое 0-40 см 1,36-1,38 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 90-110 мм,
рН солевой 4,0-4,3,
нитраты 12-14 мг/кг почвы,
Р₂О₅ 9-11 мг/кг почвы,
К₂О 10-12 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,1-2,2 %,
сорняков- малолетних 150-250 шт./м², многолетних 3,1-6.6 шт./м²

Вариант 9.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 17-22 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 23-25%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,26-1,30 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 60-80 мм,
рН солевой 4,0-4,3,
нитраты 10-15 мг/кг почвы,
Р₂О₅ 8-10 мг/кг почвы,
К₂О 10-12 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,6-2,8%,
сорняков- малолетних 201-250 шт./м², многолетних 3,1-6.6 шт./м²

Вариант 10.

На основании предложенных данных разработать мероприятия по воспроизводству плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы:

Мощность пахотного слоя 20-22 см,
водопрочность макроагрегатов в слое 0-20 см 28-30%,
плотность почвы в слое 0-40 см 1,30-1,34 г/см³,
запас продуктивной влаги весной в слое 0-100 см 90-110 мм,
рН солевой 5,0-5,3,
нитраты 10-15 мг/кг почвы,
Р₂О₅ 8-10 мг/кг почвы,
К₂О 10-12 мг/кг почвы,
содержание гумуса 2,6-2,8%,
сорняков- малолетних 30-35 шт./м², многолетних 3,1-6.6 шт./м²

Форма отчета: защита ситуационной задачи после расчетов.

Контрольные вопросы:

1. Определение плодородия почвы Виды плодородия.
2. Перечислить факторы плодородия почвы и их показатели.
3. Простое и расширенное воспроизводство плодородия почвы.
4. Технологическая модель плодородия почвы.
5. Вещественный способ воспроизводства плодородия почвы.
6. Технологический способ воспроизводства плодородия почвы.

Библиографический список

1. Винаров, А. Ю. Агрохимия: биодобавки для роста растений и рекультивации почв : учебное пособие для вузов / А. Ю. Винаров, В. В. Челноков, Е. Н. Дирина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 146 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11491-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455019>
2. Аксенова, Ю. В. Мониторинг плодородия почв : учебное пособие / Ю. В. Аксенова, А. А. Шпедт, В. С. Бойко. — Омск : Омский ГАУ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-89764-854-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136142>
3. Кирюшин, В. И. Агротехнологии : учебник / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1889-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64331>
4. Бакаева, Н. П. Эффективность применения гербицидов в агротехнологии яровой пшеницы : монография / Н. П. Бакаева. — Самара : СамГАУ, 2018. — 6 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116085>
5. Комиссарова, И. В. Агроэкологическая оценка земель и воспроизводство плодородия почв : учебно-методическое пособие / И. В. Комиссарова. — Курган : КГСХА им. Т.С.Мальцева, 2012. — 41 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159243>
6. Рекомендации по экономически выгодным агротехнологиям возделывания сельскохозяйственных культур за счет уменьшения интенсивности воздействия на почву : методические рекомендации / составители А. А. Борин [и др.]. — Иваново : ИГСХА им. акад. Д.К.Беляева, 2019. — 36 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135254>

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.
Костычева»

Кафедра бизнес-информатики и прикладной математики

Н.А. Костенко

Методические рекомендации и задания для практических занятий по курсу
«Математическое моделирование и проектирование»

для студентов магистратуры по направлению
35.04.03 «Агрохимия и агропочвоведение»

Рязань 2025

Методические указания подготовили:

доцент кафедры бизнес-информатики и прикладной математики
Костенко Н.А.

Рецензенты: доктор экономических наук, профессор Шашкова И.Г.

Утверждена на заседании кафедры бизнес-информатики и прикладной математики «19» марта 2025 г., протокол №8

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Введение

Настоящее издание предназначено для проведения занятий по курсу «Математическое моделирование и проектирование» со студентами магистратуры по направлению «Агрохимия и агропочвоведение». Приводятся задания к практическим работам и краткие методические указания по их выполнению.

Цель работ – привить навыки:

- понимания формулировок математических моделей;
- подготовки исходных данных для математического моделирования и их использования при разработке числовых моделей агрономических систем;
- использования математических моделей и анализа их результатов для подготовки и принятия управленческих решений в сфере профессиональной деятельности агронома, а также для пополнения знаний о моделируемых системах с целью их более эффективного производственного использования.

Задачу формирования навыка самостоятельной постановки задач математического моделирования и проектирования данное пособие не решает.

Прежде чем приступать к выполнению лабораторных работ, студент должен пройти инструктаж по технике безопасности при работе на персональных ЭВМ, внимательно изучить лекционный материал, обратиться к преподавателю за пояснениями положений, вызывающих затруднения, и дать удовлетворительные ответы на предложенные преподавателем контрольные вопросы. Далее следует внимательно и полностью прочитать содержание задания к лабораторной работе и методические указания к ней. Если какие-либо положения задания или методических указаний вызывают затруднения, студент *обязан* обратиться к преподавателю за консультацией.

Практическая работа №1.

Моделирование минерального питания сельскохозяйственной культуры

Цель работы: овладеть навыками использования математического моделирования при разработке системы минерального питания сельскохозяйственных культур.

Задание

1. Составить числовую математическую модель минерального питания сельскохозяйственной культуры для заданной урожайности.
2. Решить составленную математическую модель.
3. На основе решения спроектировать систему минерального питания сельскохозяйственной культуры.
4. Составить отчёт о выполнении практической работы.

Методические указания по выполнению задания

К заданию 1

Математическая модель должна отвечать следующим требованиям:

- описывать минеральное питание одной сельскохозяйственной культуры в течение одного периода вегетации;
- отражать применение не менее четырёх видов удобрений;
- отражать не менее трёх видов действующего вещества.

Вид культуры для моделирования, виды удобрений и питательных веществ студент выбирает самостоятельно и согласует с преподавателем перед началом выполнения работы.

Источниками исходных данных для составления модели служат материалы научно-исследовательской практики, лабораторных анализов, справочной и научной литературы. Данные о ценах удобрений рекомендуется получать из сети Интернет, если иное не предписано преподавателем.

Результатом выполнения задания 1 является математическая формулировка числовой модели минерального питания сельскохозяйственной культуры.

Следует иметь в виду, что включение в модель числа удобрений и действующих веществ, превышающих минимальные требования, установленные методическими указаниями, может положительно повлиять на оценку выполненной работы, но требует обязательного предварительного согласования с преподавателем во избежание чрезмерных трудозатрат на её выполнение.

К заданию 2

Результатом выполнения задания 2 являются оптимальное решение числовой модели минерального питания сельскохозяйственной культуры и значение её целевой функции.

К заданию 3

Выполняя задание 3, следует дать агрономическую оценку решению математической модели с позиций влияния выбранных доз удобрений на состояние почвы, на экологию территории, на которой возделывается данная культура, на культуры, следующие за данной культурой в культурообороте и т.д.

Требования к отчёту

Отчёт о выполнении практической работы должен содержать следующие сведения:

- фамилию, имя, отчество и номер группы студента;
- наименование выбранной студентом культуры и величину плановой урожайности, перечень выбранных удобрений и видов действующего вещества, учитываемых моделью;
- все необходимые числовые исходные данные для составления математической модели с указанием единиц измерения и источников, из которых они получены (предпочтительно в табличной форме);
- математическую формулировку числовой модели с указанием единиц измерения переменных и ограничений;
- оптимальное решение числовой модели с указанием единиц измерения величин;
- оптимальное значение целевой функции модели с указанием единицы его измерения;
- выводы в соответствии с заданием 3 к практической работе ;
- библиографический список, содержащий литературные источники, которыми студент пользовался при выполнении лабораторной работы (должно быть указано, каким образом каждый источник содействовал её выполнению).

Оценка выполнения практической работы в большой мере зависит от сведений, представленных в отчёте, в том числе от сведений об использованных литературных источниках. При защите отчёта преподаватель проверяет достоверность приведённых сведений.

Практическая работа №2.

Моделирование сочетания культур в растениеводстве

Цель работы: овладеть навыками использования математического моделирования при обосновании посевных площадей сельскохозяйственных культур.

Задание

1. Составить числовую математическую модель сочетания культур в растениеводстве.
2. Решить составленную математическую модель.
3. На основе решения подготовить предложения по возделыванию сельскохозяйственных культур.
4. Оформить отчёт.

Методические указания по выполнению задания

К заданию 1

Математическая модель должна отвечать следующим требованиям:

- описывать сочетание культур в отраслях растениеводства одного хозяйства (предприятия);
- предусматривать возделывание не менее трёх товарных культур или сортов и не менее трёх кормовых культур или сортов;
- отражать не менее трёх видов кормов.

Набор культур (сортов) студент выбирает самостоятельно с учётом имеющейся информационной базы и согласует с преподавателем перед началом выполнения работы.

Как правило, источником данных о площади пашни и о потребности в кормах служат материалы практики на сельскохозяйственном предприятии. При отсутствии возможности использовать этот источник используются данные индивидуальных вариантов, приведённые в табл. 1.

Данные об урожайности и о выходе корма с единицы посевной площади берутся из материалов практики или из справочной литературы.

Данные о ценах реализации товарной продукции растениеводства берутся из материалов практики либо, при невозможности их использования, из индивидуальных вариантов задания, приведённых в табл. 2.

Результатом выполнения задания 1 является математическая формулировка числовой модели сочетания культур в растениеводстве.

Следует иметь в виду, что включение в модель числа культур и видов кормов сверх минимальных требований, установленных методическими указаниями, может положительно повлиять на оценку выполненной работы, но требует предварительного согласования с преподавателем во избежание чрезмерных трудозатрат на её выполнение.

К заданию 2

Если при решении задачи для некоторой культуры получена неоправданно малая площадь посевов, затрудняющая применение индустриальных технологий возделывания, следует получить два решения, в одном из которых приравнять площадь данной культуры к нулю, в другом — к минимально допустимой с точки зрения технологии возделывания. Из полученных решений следует выбрать то, которое обеспечивает большее значение целевой функции.

Если система ограничений модели оказалась несовместной, следует проверить модель на отсутствие ошибок. Если ошибки не обнаружены — обратиться к преподавателю.

Результатом выполнения задания 2 являются оптимальное решение числовой модели сочетания культур в растениеводстве и значение её целевой функции.

К заданию 3

Выполняя задание 3, следует дать агрономическую оценку полученному сочетанию культур с точки зрения соблюдения требований севооборота и сохранения плодородия почвы, возможностей борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений, удовлетворения потребности в кормах, отсутствия неоправданно малых посевных площадей.

Требования к отчёту

Отчёт о выполнении лабораторной работы должен содержать следующие сведения:

- фамилию, имя, отчество и номер группы студента;
- наименование хозяйства (предприятия), по данным которого выполняется практическая работа (если таковое имеется);
- все необходимые числовые исходные данные для составления математической модели с указанием единиц измерения и источников, из которых они получены (предпочтительно в табличной форме);
- математическую формулировку числовой модели с указанием единиц измерения переменных и ограничений;
- оптимальное решение числовой модели с указанием единиц измерения величин;
- оптимальное значение целевой функции модели с указанием единицы его измерения;
- выводы в соответствии с заданием 3 к практической работе;
- библиографический список, содержащий литературные источники, которыми студент пользовался при выполнении лабораторной работы (должно быть указано, каким образом каждый источник содействовал её выполнению).

Студент обязан обеспечить хранение материалов практической работы вплоть до аттестации по учебной дисциплине «Математическое моделирование и проектирование».

Литература

Вентцель Е.С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология. 4е изд. М.: Высшая школа, 2007.

Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / Гатаулин А.М., Гаврилов Г.В. и др. СПб.: ИТК ГРАНИТ, 2009. — П. 8.1.

Светлов Н.М., Светлова Г.Н. Построение и решение оптимизационных моделей средствами программ MS Excel и ХА / РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева. М.: 2005.

Индивидуальные варианты задания

Таблица 1

Данные о площади пашни и потребности в кормах согласно индивидуальным вариантам задания

Вариант	Площадь пашни, га	Потребность в кормах, т
1	7550	Силос — 20 000 Кормовая свёкла — 5 000 Зелёный корм — 20 000
2	330	Сено — 700 Силос — 1 500 Кормовая свёкла — 500
3	25	Сенаж — 50 Силос — 150 Кормовая свёкла — 10
4	25	Зерно ячменя — 50 Силос — 30 Зелёный корм — 40
5	1330	Зерно овса — 800 Сенаж — 3 000 Зелёный корм — 2 000
6	880	Зерно овса — 790 Сено — 2 010 Зелёный корм — 1 550
7	550	Зерно ячменя — 280 Сено — 1 470 Кормовая свёкла — 500
8	2270	Сенаж — 8 100 Силос — 7 700 Солома — 400

Вариант	Площадь пашни, га	Потребность в кормах, т
9	4040	Сенаж — 7 850 Силос — 11 300 Зелёный корм — 9 900
10	12250	Зерно ячменя — 2 140 Зерно овса — 2 400 Зелёный корм — 9 400
11	205	Зерно ячменя — 55 Сенаж — 650 Солома — 80
12	425	Зерно ячменя — 270 Кормовая свёкла — 320 Солома — 120
13	2210	Силос — 9 200 Зелёный корм — 6 500 Кормовая свёкла — 300
14	3980	Зерно овса — 4 330 Силос — 9 200 Зелёный корм — 6 500
15	90	Сено — 85 Силос — 105 Солома — 20
16	960	Зерно овса — 1230 Сенаж — 800 Солома — 430
17	2070	Сено — 760 Сенаж — 800 Зелёный корм — 400
18	960	Зерно овса — 660 Сено — 760 Сенаж — 800
19	18	Зерно ячменя — 15 Сено — 20 Зелёный корм — 30
20	1330	Зерно овса — 1450 Сено — 2010 Зелёный корм — 2010

Вариант	Площадь пашни, га	Потребность в кормах, т
21	870	Силос — 4 200 Зелёный корм — 440 Кормовая свёкла — 35
22	420	Сено — 880 Зелёный корм — 440 Кормовая свёкла — 29
23	950	Сенаж — 900 Зелёный корм — 390 Солома — 150
24	5150	Зерно вико-овсяной смеси — 1 150 Сенаж — 8 450 Кормовая свёкла — 370
25	4100	Зерно ячменя — 550 Зерно вико-овсяной смеси — 1 400 Силос — 12 300

Таблица 2

Цена реализации и затраты на производство товарной продукции

Варианты	Зерно озимой пшеницы	Зерно ячменя	Картофель	Свёкла	Капуста
Цена реализации, тыс.руб./т					
1-5	8,12	3,80	10,10	6,30	10,80
6-10	6,45	4,40	9,45	6,20	11,00
11-15	5,20	4,45	8,90	5,00	9,30
16-20	5,15	5,05	9,75	7,05	12,30
21-25	5,05	4,80	9,90	6,60	9,60
Затраты на производство и реализацию товарной продукции (за вычетом затрат на удобрения и амортизации), тыс.руб./т					
3-7	4,02	2,10	6,30	5,30	6,40
8-12	3,45	2,10	6,00	5,20	6,00
13-17	3,20	2,90	6,25	5,00	6,35
18-22	3,30	3,05	5,75	5,40	7,30
23-25, 1 и 2	3,70	2,80	6,90	5,30	6,60

Практическая работа №3.

Моделирование системы земледелия

Цель работы: овладеть навыками проектирования системы земледелия с использованием математических моделей.

Задание

1. Составить числовую математическую модель системы земледелия.
2. Решить составленную математическую модель.
3. На основе решения подготовить предложения по формированию системы земледелия.
4. Оформить отчёт.

Методические указания по выполнению задания

К заданию 1

Математическая модель должна отвечать следующим требованиям:

- описывать функционирование системы земледелия одного хозяйства (предприятия) в течение одного сельскохозяйственного года;
- предусматривать возделывание не менее двух товарных культур или сортов и не менее двух кормовых культур или сортов;
- предусматривать наличие одного вида сельскохозяйственных животных (как правило, коров);
- отражать не менее трёх видов кормов;
- предусматривать использование не менее трёх видов удобрений и отражать не менее двух видов действующего вещества.

За основу для разработки математической модели системы земледелия берётся модель сочетания культур, разработанная при выполнении предыдущей практической работы. Она дополняется переменной «поголовье скота» и переменными, отражающими распределение удобрений по культурам.

При разработке модели рекомендуется пользоваться данными, использованными при выполнении предыдущих лабораторных работ. Недостающие данные берутся из источников, указанных в методических указаниях к выполнению лабораторных работ 1 и 2. Кроме того, данные о потребности животных в кормах можно получить из справочной литературы по животноводству. Данные о числе скотомест для содержания животных берутся из материалов практики на сельскохозяйственном предприятии либо предлагаются преподавателем. Стоимость валовой продукции животноводства в расчёте на одну корову основного стада и затраты на содержание животных в расчёте на одну корову основного стада (без учёта кормов и амортизации), при отсутствии других источников этих данных, принимаются равными 65 тыс.руб. и 25 тыс. руб., соответственно, а среднегодовой надой

коровы принимается равным 4800 кг/год. Преподаватель при необходимости может изменить это условие.

Результатом выполнения задания 1 является математическая формулировка числовой модели системы земледелия.

К заданию 2

Если система ограничений модели оказалась несовместной, следует проверить модель на отсутствие ошибок. Если ошибки не обнаружены — обратиться к преподавателю.

Результатом выполнения задания 2 являются оптимальное решение числовой модели проектирования системы земледелия и значение её целевой функции.

К заданию 3

Выполняя задание 3, следует дать агрономическую оценку полученной системе земледелия с точки зрения соблюдения требований севооборота и сохранения плодородия почвы, возможностей борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений, удовлетворения потребности в кормах, отсутствия неоправданно малых посевных площадей. При необходимости по результатам этой оценки следует внести изменения в математическую модель и решить её заново.

Требования к отчёту

Отчёт о выполнении практической работы должен содержать следующие сведения:

- фамилию, имя, отчество и номер группы студента;
- наименование хозяйства (предприятия), по данным которого выполняется практическая работа (если таковое имеется);
- все необходимые числовые исходные данные для составления математической модели с указанием единиц измерения и источников, из которых они получены (предпочтительно в табличной форме);
- математическую формулировку числовой модели с указанием единиц измерения переменных и ограничений;
- оптимальное решение числовой модели с указанием единиц измерения величин;
- оптимальное значение целевой функции модели с указанием единицы его измерения;
- выводы в соответствии с заданием 3 к практической работе;
- библиографический список, содержащий литературные источники, которыми студент пользовался при выполнении практической работы (должно быть указано, каким образом каждый источник содействовал её выполнению).

Студент обязан обеспечить хранение материалов практической работы вплоть до аттестации по учебной дисциплине «Математическое моделирование и проектирование».

Практическая работа №4. Моделирование севооборота

Цель работы: овладеть практическими навыками использования динамического программирования для планирования севооборотов.

Задание

1. Составить и решить математическую модель планирования четырёхпольного севооборота с целью максимизации среднего чистого дохода с 1 га пашни согласно данным табл. 3 и индивидуального варианта задания (с. 20).
2. Оформить отчёт.

Требования к отчёту

Отчёт должен содержать следующие требования:

- ✎исходные данные для разработки числовой модели;
- ✎графическое представление задачи динамического программирования;
- ✎результаты решения: оптимальный севооборот, экономический эффект севооборота.

Если иное не предписано преподавателем, отчёт сдаётся в рукописном виде.

Литература

Светлов Н.М. Альбом наглядных пособий по экономико-математическому моделированию: Учеб. пособие для студ. сельскохозяйственных образовательных учреждений высшего профессионального образования, обучающихся на бакалавриате по направлению «Менеджмент». М.: ФГОУ ВПО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. — Тема 16.

Франс Дж., Торнли Дж. Математические модели в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1987. — П. 13.5.

Варианты задания

1. Затраты на обработку чистого пара – 2,5 тыс. руб./га. Картофель может включаться в севооборот не более одного раза. Томаты не выращиваются.
2. Затраты на обработку чистого пара – 3 тыс. руб./га. Томаты могут включаться в севооборот не более одного раза, выращивание свёклы не планируется.
3. Овёс не выращивается, овощные культуры включаются в севооборот не более двух раз, присутствие однолетних трав в севообороте обязательно.

4. Затраты на обработку чистого пара – 5 тыс. руб./га. Свёкла включается в севооборот не более одного раза и приносит доход на 15% меньше указанного в табл. 3, выращивание томатов не предусматривается.
5. Допускаются повторные посевы зерновых (не более чем в течение одного года), при этом доход составляет: овёс по овсу – 10 тыс.руб./га, пшеница по пшенице – 17 тыс.руб./га. Свёкла включается в севооборот не более одного раза, использование чистого пара не предусматривается.
6. Затраты на обработку чистого пара – 1 тыс. руб./га. Чистый доход от культур, высеваемых (высаживаемых) по пару, на 40% выше указанного в табл. 3. Овощные культуры включаются в севооборот не более одного раза каждая. Выращивание кукурузы на силос не предусматривается.
7. Затраты на обработку чистого пара – 2 тыс. руб./га. Выращивание томатов не предусматривается, пропашные могут занять в севообороте не более двух полей.
8. Затраты на обработку пара – 2 тыс.руб./га. Доход от овса на 30% выше указанного в табл. 3, от культур, высеваемых (высаживаемых) по пару, исключая овёс, – на 25% выше указанного в табл. 3. Выращивание картофеля не предусматривается.
9. Затраты на обработку пара – 2 тыс.руб./га. Не предусматривается выращивание овса. Овощи могут занимать не более двух полей севооборота.
10. Затраты на обработку пара – 3 тыс.руб./га. Не предусматривается выращивание кукурузы на силос. Пропашные культуры могут занимать не более двух полей севооборота.
11. Затраты на обработку чистого пара – 1 тыс. руб./га. Картофель может включаться в севооборот не более одного раза, доход от его возделывания на 20% больше указанного в приложении, свёкла не выращивается.
12. Затраты на обработку чистого пара – 3 тыс. руб./га. Томаты могут включаться в севооборот не более одного раза, доход от возделывания культур, высеваемых (высаживаемых) по томатам, на 50% меньше указанного в табл. 3, выращивание свёклы не планируется.
13. Чистый пар не используется, овощные культуры включаются в севооборот не более двух раз, доход от их выращивания на 20% меньше указанного в табл. 3.
14. Затраты на обработку чистого пара – 2 тыс. руб./га. Выращивание томатов не предусматривается, доход от выращивания овощей на 20% ниже указанного в табл. 3.
15. Допускаются повторные посевы пшеницы (не более чем в течение одного года), при этом доход составляет 15 тыс.руб./га. Томаты включаются в севооборот не более одного раза, выращивание свёклы не предусматривается.
16. Затраты на обработку чистого пара – 1,5 тыс. руб./га. Чистый доход от культур, высеваемых (высаживаемых) по пару, на 30% выше указанного в варианте. Овощные культуры должны присутствовать в севообороте и могут занимать только одно поле.

17. Затраты на обработку чистого пара – 1 тыс. руб./га. Пропашные (включая кукурузу на силос) могут занять в севообороте только одно поле. Доход от культур, высеваемых (высаживаемых) по томатам, на 50% меньше указанного в табл. 3. Однолетние травы не выращиваются.
18. Затраты на обработку пара – 2 тыс.руб./га. Выращивание однолетних трав хотя бы на одном поле обязательно. Выращивание картофеля не предусматривается.
19. Затраты на обработку пара – 2 тыс.руб./га. Не предусматривается выращивание однолетних трав. Картофель и овощи могут занимать не более двух полей севооборота.
20. Затраты на обработку пара – 4 тыс.руб./га. Не предусматривается выращивание кукурузы на силос. Пропашные культуры могут занимать не более одного поля севооборота. Чистый доход от возделывания овощей на 25% ниже указанного в табл. 3.
21. Затраты на обработку чистого пара – 2 тыс. руб./га. Свёкла может включаться в севооборот не более двух раз, доход от возделывания культур, высеваемых (высаживаемых) по свёкле, на 20% меньше указанного в табл. 3, выращивание томатов не планируется.
22. Чистый пар не используется, овощные культуры включаются в севооборот не более одного раза, доход от их выращивания на 15% меньше указанного в табл. 3.
23. Затраты на обработку чистого пара – 2,5 тыс. руб./га. Свёкла включается в севооборот не более одного раза, выращивание картофеля не предусматривается, доход от выращивания овощей на 20% ниже указанного в табл. 3.
24. Допускаются повторные посевы пшеницы (не более чем в течение одного года), при этом доход составляет 17 тыс.руб./га. Томаты включаются в севооборот не более одного раза.
25. Затраты на обработку чистого пара – 3 тыс. руб./га. Чистый доход от культур, высеваемых (высаживаемых) по пару, на 20% выше указанного в варианте. Однолетние травы не выращиваются.

Приложение

Таблица 3.

Данные о величине ожидаемого чистого дохода с 1 га культуры при заданном предшественнике, тыс. руб.

Культура Пред- шественники	Пшеница яровая	Овёс яровой	Однолетние травы	Картофель	Кукуруза на силос	Томаты	Свёкла
Пшеница яровая	☐	☐	☐	25	22	50	35
Овёс яровой	☐	☐	☐	30	22	52	37
Однолетние травы	☐	☐	☐	27	24	54	38
Картофель	18	12	9	☐	☐	☐	28

Культура Пред- шественники	Пшеница яровая	Овёс яровой	Однолетние травы	Картофель	Кукуруза на силос	Томаты	Свёкла
Кукуруза на силос	17	11	9	20	▢	▢	▢
Томаты	16	11	8	▢	▢	▢	▢
Свёкла	18	12	9	21	▢	▢	▢
Чистый пар	20	12	10	▢	▢	▢	▢

Примечание. Затраты на обработку чистого пара приведены в индивидуальных вариантах (с. 20).

Содержание

Введение.....	2
Практическая работа №1. Моделирование минерального питания растений.....	4
Практическая работа №2. Моделирование сочетания культур в растениеводстве	8
Практическая работа №3. Моделирование системы земледелия	15
Лабораторная работа №4. Моделирование севооборота.....	18

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Для выполнения практических работ
по дисциплине «Экология агроландшафтов»

по направлению подготовки
35.04.03 агрохимия и агропочвоведение

Рязань 2025

Методические указания разработаны профессором кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Содержание

Введение	4
Тема № 1 Оценка антропогенного загрязнения почв	5
Тема № 2 Реакция экосистем на загрязнение и разрушение	10
Тема № 3 Оценка устойчивости агроландшафтов	12
Тема № 4 Оценка фоновых и аномальных содержаний химических элементов в ландшафтных средах	16
Тема № 5 Оценка предполагаемой обеспеченности почв подвижными формами элементов в зависимости от их поведения в различных ландшафтах	17
Тема № 6 Химическое загрязнение агроландшафтов	20
Тема № 7 Коэффициент биологического поглощения	23
Тема № 8 Последствия загрязнения агроландшафтов токсикантов на биологическую активность почвы.	27
Список литературы:	31

Введение

Экология агроландшафтов, являясь одним из специальных направлений общей экологии, сегодня становится основой безопасного ведения сельского хозяйства. Это достигается благодаря использованию экологических знаний, накопленных человечеством и позволяющих гармонизировать его взаимоотношения с окружающей средой.

В сельском хозяйстве системные экологические знания позволили осознать необходимость перехода к экологически безопасному использованию почв, формированию устойчивых агроландшафтов. ограничению доз агрохимикатов, широкому применению биотехнологий.

Тема №1. Теоретико-методологические аспекты экологии агроландшафтов

Цель занятий: научиться оценивать антропогенное загрязнение почв.

Задача: изучить критерии оценки уровня загрязнения почв;

Материалы и оборудование: Исходные данные таблиц 1-5. Лекционный материал.

Вводные пояснения работы:

Условия оценки уровня загрязнения.

- При ингредиентном загрязнении одним токсикантом оценка уровня загрязнения осуществляется по критерию ПДК;
- При ингредиентом загрязнении несколькими токсикантами оценка уровня загрязнения осуществляется по критерию Z ;
- В случае комплексного загрязнения применяется комплексная оценка с учетом класса опасности химических веществ.

Понятие ПДК

ПДК предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в ОПС. Это максимальное содержание ЗВ(примеси), отнесенная к единице объема или веса компонента ОПС, которая при периодическом воздействии или на протяжении длительного времени не оказывает вредного воздействия на ОПС, человека и его потомство.

Для конкретных компонентов ОПС измеряется: в почве в мг(мкг)/кг;

Санитарно-гигиеническое нормирование учитывает 4 основных показателя вредоносности ЗВ.

- Транслакационный(от лат trans сквозь, через и lacatio) - опасность перехода загрязняющих веществ из ОПС в растения и другие биологические объекты;
- Миграционный воздушный - опасность перехода загрязняющих веществ в воздушную среду;

- Миграционный водный - опасность перехода загрязняющих веществ в водную среду;
- Общесанитарный - влияние ЗВ на здоровье человека, активность и продуктивность биоты, самоочищающую способность компонентов ОПС при прямом контакте.

В зависимости от опасности химических веществ выделяется три класса (ГОСТ 17.4.102-83). Охрана природы. Почвы), приведенные в таблице 1 и 2.

Таблица 1. Классификация химических веществ для контроля загрязнения

Показатель	Нормы для классов опасности		
	1-го	2-го	3-го
Токсичность, ЛД ₅₀	До 200	От 200 до 1000	Свыше 1000
Персистентность в почве, мес	Св. 12	От 6 до 12	Менее 6
ПДК в почве, мг/кг	Менее 0,2	0,2-0,5	Свыше 0,5
Миграция	Мигрирует	Слабо мигрирует	Не мигрирует
Персистентность в растениях, мес	3 и более	1-3	Менее 1
Влияние на пищевую ценность	Сильное	Умеренное	Нет

Таблица 2. Выделяется 3 класса опасности тяжелых металлов по степени их опасности:

I класс особотоксичные	II класс токсичные	III класс слаботоксичные
Кадмий(Cd)	Бор(B)	Барий(Ba)
Мышьяк(As)	Кобальт(Co)	Ванадий(V)
Ртуть(Hg)	Медь(Cu)	Вольфрам(W)
Свинец(Pb)	Молибден(Mo)	Марганец(Mn)
Селен(Se)	Никель(Ni)	Стронций(Sr)
Цинк(Zn)	Сурьма(Sb)	
	Хром(Cr)	

Значение ПДК по отдельным элементам и химическим соединениям приведены в табл.1. В случае загрязнения почвы несколькими химическими элементами применяется комплексный

показатель- индекс химического загрязнения почв, который определяется по формуле Саета:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1),$$

Где n-число определяемых ингредиентов; K_c -коэффициент концентрации элемента, определяемый отношением его содержания в почве к фоновой концентрации $K_c = C_i / C_f$.

В зависимости от значения Z_c выделяется 4 категории загрязнения почв:

Значение Z	менее 16	16-32	33-128	Более 128
Категории загрязнения	I	II	III	IV
Класс экологической опасности	H	P	K	B

Таблица 3. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почвах и допустимые уровни их содержания по показателям вредности

Наименование веществ	ПДК, мг/кг с учетом фона(кларка)	Показатели вредности			
		Транс-локационный	Миграционный водный	Миграционный воздушный	Общесанитарный
Подвижные формы					
Медь	3	3,5	72	-	3
Никель	4	6,7	14	-	4
Цинк	23	23	200	-	37
Кобальт	5	25	>1000	-	5
Фтор	2,8	2,8	-	-	-
Хром	6	-	-	-	6
Водорастворимые формы					
Фтор	10	10	10	-	25
Валовое содержание					
Сурьма	4,5	4,5	4,5	-	50
Марганец	1500	3500	1500	-	1500
Ванадий	150	170	350	-	150
Марганец+Ванадий	1000+100	1500+150	2000+200	-	1000+100
Свинец	30	35	260	-	30
Мышьяк	2	2	15	-	10
Ртуть	2,1	2,1	33.3	2,5	5
Свинец+ртуть	20+1	20+1	30+2	-	30+2
Медь	55	-	-	-	-
Никель	85	-	-	-	-
Цинк	100	-	-	-	-
Хлористый калий	560	1000	560	1000	5000
Нитраты	130	180	130	-	225
Бензапирен(БП)	0,02	0,2	0,5	-	0,02
Бензол	0,3	3	10	0,3	50
Толвол	0.3	0.3	100	0.3	50

Альфаметил-стирол	0,5	3	100	0,5	50
(Изопропенил-бензол)	0,5	3	100	0,5	50
Стирол	0,1	0,3	100	0,1	0,1
Формальдегид	7	-	-	-	-
Ксилолы(ОРТО,мета-,пара	0,3	0,3	100	0,4	0,1
Сернистые соединения:	0,4	160	140	0,4	160
-Сероводород(H2S)	160	180	360	-	160
-Элементарная сера	160	180	380	-	160
-Серная кислота	3000	9000	3000	6000	3000
Отходы флотации угля					
Комплексные минеральные удобрения	120	800	120	800	800
Жидкие комплексные удобрения	80	>800	80	>800	800

Таблица 4- Критерии экологической оценки состояния почв

Показатели	Экологическое бедствие(Б)	Чрезвычайная экологическая ситуация(К)	Удовлетворительная ситуация (Н)
ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ			
Площадь выведенных из с.х.оборота земель вследствие их деградации,%	Более 50	30...50	До 5
Уничтожение гумусового горизонта	A+B	A _{пак} (A ₁)	До 0,1A
Увеличение плотности почвы по отношению к равновесной,%	Более чем на40	На 30...40	До 10
Повышения уровня грунтовых вод,% от критического значения	Более 50	25...50	Менее 5
Радиоактивное загрязнение Ки/Км2:			
Цезий-137	Более 40	15...40	До 1
Стронций-90	Более 3	1...3	До 0,3
плутоний(сумма изотопов	Более 0,1	Более 0,1	-
Мощность экспозиционной дозы на уровне 1 м от поверхности почвы,мкР/ч	Более 400	200...400	До 200
Потери гумуса в пахотных почвах за 10 лет(относительные),%	Более 25	10...25	Менее 1
Увеличение содержания легкорастворимых солей,г/100 г почвы	Более 0,8	0,4...0,8	До 0,1
Увеличение доли обменного натрия, %от емкости катионного обмена	Более 25	15...25	До 5

Превышение ПДК химических веществ; I класс опасности(включая бенз(а) пирен, диоксины) II класс опасности III класс опасности(включая нефть и нефтепродукты) Суммарный показатель химических загрязнений(Zс) Снижение уровня активной микробной массы Фитотоксичность почвы(снижение числа проростков),% к фону	Более чем в 3 раза Более чем в 10 раз Более чем в 20 раз Более 128 Более чем в 100 раз Более 200	В 2...3 раза В 5...10 раз В 10...20 раз 32...128 В 50...100 раз 140...200	Менее ПДК Менее ПДК Менее ПДК Менее 16 До 5 раз До 110
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ			
Доля загрязнения основной с.х. продукции,% проверенной Число яиц гельминтов в 1 кг почвы Число патогенных микроорганизмов в 1 кг почвы Коли-титр(для почвы-наименьшая масса в г,в которой содержится одна кишечная палочка) Генотоксичность почвы(рост числа мутаций по сравнению с контролем,раз	Более 50 Более 100 Более 10 ⁻⁶ Менее 0,001 Более 1000	25...500 10...100 10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶ 0,01...0,001 100...1000	До 5 Отсутствие Менее 10 ⁻⁴ Более 1 Менее 2

Относительная опасность загрязняющих веществ(A) представляет собой величину обратную предельно допустимой концентрации(ПДК):

$$A = \frac{1}{\text{ПДК}}$$

Порядок выполнения работы:

На основе исходных данных, приведенных в таблице 5 по вариантам:

1. рассчитать z-индекс;
2. установить категорию загрязнения почв и класс экологической опасности;

3. при защите контрольной работы ответить на вопросы, приведенные в конце.

Форма отчета: Вывод по работе, защита работы по контрольным вопросам.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение ПДК ЗВ в почве.
2. Назовите размерность ПДК ЗВ в почве.
3. Назовите основные показатели вредности ЗВ и дайте их характеристику.
4. Какие применяются при ингредиентном загрязнении одним критерии оценки ЗВ, несколькими ЗВ, комплексном загрязнении?
5. По какой формуле определяется Zc-индекс?
6. Какие категории загрязнения выделяются в зависимости от значения Zc?
7. Назовите основные ТМ первого, второго и третьего классов опасности.
8. Дайте понятие относительной опасности загрязняющих веществ.
9. Какие используются в качестве основных при комплексной оценки показатели экологической ситуации?
10. Какие показатели используются в качестве дополнительных при комплексной показателях оценки экологической ситуации?

Таблица 5- Варианты контрольного задания по оценке антропогенного загрязнения почв

ЗВ	Фоновая концентрация ЗВ	Концентрация загрязняющих веществ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fe	100	150	300	500	700	350	1000	1500	1800	2000	2200	2400	2500
Zn	50	30	35	50	75	45	100	120	150	170	180	200	220
Cu	20	40	50	75	100	150	90	200	250	270	300	330	350
Hg	5	10	15	20	50	30	7	40	50	60	70	80	90
Mn	850	600	700	1000	1500	900	1600	2000	2200	2500	2700	3000	3300
Pb	10	20	30	50	75	100	120	150	200	220	250	270	300
Co	8	25	40	50	80	100	140	210	250	270	300	330	350
As	0,5	1	2	3	5	7	10	15	20	25	30	35	40
Cd	0,8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cr	200	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Ni	2,5	2	3	4	10	10	15	20	25	27	30	35	40
Sn	2,5	25	20	10	4	4	2	30	15	17	27	30	33

Тема № 2 Реакция экосистем на загрязнения почв. Расчета выноса биогенных веществ в агроэкосистемах.

Цель работы: установить реакцию экосистем на загрязнение и разрушение

Задача: освоить методику расчета выноса биогенных веществ в агроэкосистемах

Материалы и оборудование: Исходные данные таблицы 6.

Вводное пояснение:

Агроэкосистема – измененные человеком, биогеоценозы, ставшие значительными элементами единицами биосферы(искусственно созданные). Агроэкосистемы отличаются высокой биологической продуктивностью и доминированием одного или нескольких избранных видов растений или животных. Они неустойчивы, слабо выражена способность к саморегулированию без поддержки человека они быстро распадаются.

Агроэкосистемы с преобладанием зерновых культур существуют не более одного года.

Агроэкосистема, как и естественная система состоит из множества взаимосвязанных биологических, химических и физических компонентов, между которыми устанавливается связь.

Биологический вынос питательных веществ- это вынос питательных веществ из почвы всеми частями растениями: основной и побочной продукцией убираемой с поля, пожнивными остатками, корнями, опавшими листьями, оставшимися на поле.

Хозяйственный внос питательных веществ - это вынос питательных веществ с урожаем убираемым с поля, т.е. только основная и побочная продукция. Хозяйственный зависит от культуры и условий выращивания.

Порядок выполнения работы:

1. Рассчитать вынос биогенных веществ - фосфора, калия и азота, в агроэкосистемах по уравнению:

$$W=P \cdot F,$$

Где- W - вынос биогенных веществ, кг/год;

P - удельное количество вымываемых веществ из почв для конкретной сельскохозяйственной культуры (кг/га);

F - площадь, занятая данной сельскохозяйственной культурой (га).

2. Рассчитать удельное количество вымываемого вещества из почв по уравнению:

$$P = AKY,$$

где, A - коэффициент миграции биогенного вещества из почв для данной культуры, (таблица 1);

K - коэффициент выноса биогенного вещества из почв с урожаем;

Y - урожай культуры (ц/га).

Таблица 6-Коэффициенты миграции и выноса биогенного вещества с урожаем

Сельскохозяйственная культура	Тип почвы	Коэффициент миграции, A			Коэффициент выноса, K		
		P_2O_5	N	K_2O	P_2O_5	N	K_2O
Озимая пшеница	Дерново-подзолистые (ДП)	0,12	0,16	0,07	1,20	2,45	2,60
	Чернозем (Ч)	0,11	0,12	0,07	1,26	3,26	2,70
Озимая рожь	ДП	0,11	0,28	0,36	0,90	3,40	2,00
	Ч	0,08	0,22	0,15	1,00	2,29	2,70

Задание:

Рассчитать удельное количество вымываемого вещества с площади 60 га при урожайности 30 ц/га, выбрав коэффициенты миграции и выноса биогенных веществ.

Форма отчета: Заполнить таблицы, вывод по работе, защита работы по контрольным вопросам.

Контрольные вопросы:

1. Понятие агроэкосистема.
2. Основные свойства агроэкосистемы?
3. В чем отличие естественно экосистемы от агроэкосистемы?
4. Что такое биологический вынос питательных веществ?
5. Что такое хозяйственный внос питательных веществ?

Тема №3 Факторы экологической устойчивости агроландшафтов.

Цель работы- научиться рассчитывать основные показатели устойчивости агроландшафтов и использовать результаты для конструирования устойчивых агроландшафтов

Задачи:

1. Изучить основные показатели устойчивости агроландшафтов и формулу для их определения;
2. Научиться давать оценку устойчивости агроландшафта с помощью коэффициентов экологической стабилизации ($KЭСЛ_1$ и $KЭСЛ_2$);
3. Разработать мероприятия по стабилизации агроландшафта.

Материалы и оборудование: Исходные данные таблицы 7, лекционный материал.

Вводные пояснения:

Одной из количественных характеристик, позволяющих оценивать степень экологической устойчивости агроландшафтов, является коэффициент экологической стабилизации ($KЭСЛ$) по В.А.Баранову.

Первый метод оценки с помощью этого коэффициента основан на сопоставлении устойчивых и неустойчивых элементов агроландшафта:

n

$$KЭСЛ_1 = \sum_{i=1}^n F_{ст} / F_{нст}, \quad (1)$$

$i=1$

где $F_{ст}$ - площади, занятые стабильными элементами ландшафта (леса, многолетние зеленые насаждения, естественные луга, заповедники, заказники, пашни под многолетними травами, водоемы); $F_{нст}$ - площади, занятые нестабильными элементами ландшафта (пашни, выработанные торфяники, карьеры и отвалы, деградирующие водоемы, земли под застройками, трубопроводами, дорогами и другими коммуникационными сооружениями).

В зависимости от значения коэффициента оценку ландшафта производят по нижеследующей шкале (табл.7). Биотические элементы оказывают неодинаковое влияние на стабильность агроландшафта в зависимости от своих свойств. Второй метод определения коэффициента экологической стабильности учитывает эту особенность:

n

$$KЭСЛ_2 = \sum_{i=1}^n f_i * K_{эз} * K_{г} / F_{т}, \quad (2)$$

$i=1$

где: f_i - площадь биотического элемента; $K_{эз}$ – коэффициент, характеризующий экологическое значение отдельных биотических элементов в зависимости от их свойств (площадь застройки -0, пашня- 0,14, виноградники- 0,29, хвойные леса- 0,38, сады-0,5, луга-0,62, хвойно-широколиственные леса-0,63, пастбища-0,68, водоемы и водотоки- 0,79, лиственные леса-1,0); $K_{г}$ – коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа (стабильный-1,0, нестабильный -0,7, например, пески, крутые склоны, оползни и т.д.); $F_{т}$ – площадь всей территории агроландшафта.

В зависимости от значения $K_{ЭСЛ_2}$ оценку агроландшафта производят по нижеследующей шкале (табл.8)

Таблица 7-Оценка стабильности агроландшафта с учетом площади его элементов

Значения $K_{ЭСЛ_1}$	Оценка агроландшафта
Менее 0,5	Выраженно нестабильный
0,51...1,00	Нестабильный
1,01...3,00	Условно стабильный
3,00...4,50	Стабильный
4,51 и более	Выражено стабильный

Таблица 8-Оценка стабильности агроландшафта с учетом свойств его элементов

Значение $K_{ЭСЛ_2}$	Характеристика агроландшафта
Менее 0,33	Нестабильный
0,34...0,50	Малостабильный
0,51...0,66	Среднестабильный
Более 0,67	Стабильный

Если в формуле (1) площадь нестабильных компонентов выразить через стабильные

то

$$\sum_{i=1}^n F_{нст} = F_{общ} - \sum_{i=1}^n F_{ст}, \quad (3)$$

то можно получить выражение для определения площади стабильных компонентов при заданном или желаемом значении коэффициента стабилизации ($N_{кэсл1}$):

тогда

$$\sum_{i=1}^n F_{ст} = \frac{N_{кэсл1}}{1+N_{кэсл1}} F_{общ} \quad (4)$$

Расчеты $K_{ЭСЛ_1}$ и $K_{ЭСЛ_2}$ дают основную информацию о стационально-деструкционной нагрузке на исследуемый агроландшафт и степени его экологической устойчивости, необходимую для выбора соответствующих природоохранных мероприятий.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить основные показатели устойчивости агроландшафтов и формулу для их определения;
2. По данным экспликации сельскохозяйственных угодий (табл 9) дать оценку устойчивости агроландшафта с помощью коэффициентов экологической стабилизации ($KЭСЛ_1$ и $KЭСЛ_2$);
- 3.Разработать мероприятия по стабилизации агроландшафта , определив при этом новые площади землепользования (сконструировать устойчивый агроландшафт);
- 4.Разработать севооборот для пашни, отвечающий экологическим требованиям ;
- 5.Устойчивость оптимизированных агроландшафтов оценить расчетом новых значений коэффициентов.

Таблица 9- Варианты контрольные задания по оценке устойчивости агроландшафтов

Площадь компонентов агроландшафта, га	Варианты				
	1	2	3	4	5
1.Пашня,в том числе	1520	2241	3101	4210	4880
а) под многолетними травами	380	408	622	857	741
б)на эродированных склонах	250	-	539	698	506
2.Естественные луга	610	322	876	1100	820
3.Пастбища	280	187	398	247	475
4.Леса хвойные	-	154	-	-	654
5.Леса широколиственные	57	-	79	92	-
6.Леса смешанные	21	-	254	321	258
7.Селитебные территории	35	47	68	52	105
8.Дороги	11	20	36	29	33
9.ЛЭП	9	17	21	15	22
10.Свалки	7	-	19	24	18
11.Болота	112	211	54	601	841
12.Природные водоемы	38	56	108	215	357
Итого					

Форма отчета: Обосновать мероприятия по стабильности агроландшафтов и выбранные севооборот.

Контрольные вопросы: 1. Что такое агроландшафт?

2. Классификация агроландшафтов?

3. Основные принципы устойчивости агроландшафтов?

4. Охарактеризуйте коэффициент экологической стабильности?

Тема № 4 Оценка фоновых и аномальных содержаний химических элементов в ландшафтных средах

Цель работы: научиться оценивать фоновые и аномальные содержания элементов в ландшафтных средах.

Задачи работы. Знакомство студентов с методами расчета фоновых и аномальных содержаний химических элементов

Материалы и оборудование. Результаты химических анализов почвенных проб на различные химические элементы. Конспект лекций. Листы миллиметровой бумаги и кальки формата А4.

Вводные пояснения: Заранее ознакомившись с теоретическими материалами, студенты, под руководством преподавателя, выносят на схемы опробования результаты определения содержаний конкретного элемента. Затем они рассчитывают основные статистические параметры (среднее содержание, дисперсию, коэффициент вариации) для данного элемента, сначала, принимая, что закон его распределения является нормальным, а затем – логнормальным. Перед расчетом основных параметров обязательно проводится предварительная чистка выборок для исключения заведомо аномальных значений. После этого определяется порог аномальности, как величина, отличающаяся от среднего содержания на три среднеквадратичных отклонения (аномалия первого порядка).

После этого определяются фоновое и аномальные содержания элемента. Затем рассчитываются аномальные значения для аномалий разного порядка и на схеме опробования, в соответствии с содержаниями химического элемента в каждой точке отбора проб, оконтуриваются (методом изолиний) поля соответствующих фоновых и аномальных значений различной интенсивности (порядка). Если величина порога аномальности оказывается промежуточной между значениями в точках отбора проб, осуществляется интерполяция.

После этого студенты знакомятся по учебным картам геохимических полей с основными методами выделения полиэлементных аномалий, такими как:

Метод наложения.

Аддитивный метод (суммирование значений).

Мультипликативный метод (перемножение значений).

Преподаватель обращает внимание студентов на то, что методы (2) и (3) применимы только для ассоциаций элементов, то есть лишь в тех случаях, когда два элемента или более тесно связаны между собой в процессах миграции.

Порядок выполнения работы: Результат работы оформляется в рабочих тетрадях, в которых приводятся порядок расчета и значения фоновых и аномальных содержаний элемента и вклеивается схема отбора проб с нанесенными на нее результатами определения содержаний элемента и оконтуренными аномалиями различных порядков. Затем эти аномалии закрашиваются цветными карандашами разным цветом: положительные – красным, а отрицательные – синим, причем интенсивность закрашки определяется интенсивностью (порядком) аномалий. Поля на схеме опробования с фоновыми содержаниями элемента не закрашиваются или закрашиваются желтым цветом.

Форма отчета: Защита работы производится в форме собеседования с преподавателем.

Контрольные вопросы:

1. Понятие фоновые и аномальные химические элементы.
2. Охарактеризуйте метод наложения.
3. Охарактеризуйте аддитивный метод.
4. Охарактеризуйте мультипликативный метод

Тема № 5 Оценка предполагаемой обеспеченности почв подвижными формами элементов в зависимости от их поведения в различных ландшафтах

Цель работы: Оценка предполагаемой обеспеченности почв подвижными формами элементов в зависимости от их поведения.

Задачи работы. Изучение законов водной миграции (подвижности) элементов в кислородных водах зоны гипергенеза (в том числе, почвенных водах) и определение на этой основе предполагаемой обеспеченности почв подвижными формами элементов в зависимости от их поведения в различных геохимических (кислотно-щелочных) обстановках.

Материалы и оборудования. Таблицы рядов миграции (подвижности) элементов в кислородных водах зоны гипергенеза в различных кислотно-щелочных средах (в том числе, и в почвах) по А.И. Перельману и предполагаемой обеспеченности почв различных ландшафтно-геохимических зон. Таблицы элементов-токсикантов различных классов опасности. Конспект лекций.

Вводное пояснение:

Пользуясь таблицами элементов-токсикантов различных классов опасности, студенты в получившейся таблице снизу подчеркивают все элементы-токсиканты 1 класса опасности, заключают в квадратные скобки символы элементов-токсикантов 2 класса опасности и в круглые скобки – символы элементов-токсикантов 3 класса опасности.

Используя данные этой таблицы, студенты под руководством преподавателя определяют обеспеченность почва элементами-токсикантами 1 класса опасности для таежно-лесных подзолистых почв и черноземов лесостепей и степей, учитывая, что таежно-лесные почвы характеризуются кислой обстановкой, а черноземы лесостепи и степи – нейтральной и щелочной.

В зависимости от коэффициента водной миграции с использованием табличной формы классификации геохимических барьеров А.И. Перельмана выделяются ряды миграции элементов в кислородных водах зоны гипергенеза.

Таблица 10-Степень подвижности (Пример)

Условия среды окислительные	Ряды элементов
Высокая ($K_x=10n-100n$) Кислые	S, Cl, [B], Br, I, F, (Mn)
Нейтральныеищелочные	B, Br, I, Mo, Re, Se, U, (V), (W),As
Средняя ($K_x=1n-10n$) Кислые	Cs, [Mo], Ra, Rb, Se, (Sr), Zn, Ag, Au, Cd, [Co], Cu, Hg, [Ni], [Sb]
Нейтральные и щелочные	Zn, [Cu], [Ni], Pb, Cd
Низкая (K_x менее 1n) Кислые	(Ba), Be, Bi, Cs, Fe, Ga, Ge, Li. Th, Ti, Y, As, Pb, [Cr], Pt,Ta, Te, Zr
Нейтральныеищелочные	F, (Ba), Be, Bi, Ge, Ta, Te, Zr, Cb, Co, Ni, Th, Tl, Hg, (Mn), (Sr)

Естественно, что элементы высокой подвижности окажутся недостаточными (выщелачиваются), а низкой подвижности – избыточными

(накапливаются). Элементы средней подвижности будут создавать нормальную обеспеченность горизонта А почв. После чего, результаты приводятся в табличной форме, например:

Классы почв и их геохимическая обстановка

Предполагаемая обеспеченность горизонта А почв подвижными формами элементов

Недостаточная (дефицитная)	Нормальная	Избыточная (опасная)

Таежно-лесные подзолы		

Кислые, влажные (гумидные)	F	Se, Zn, Cd, Hg	As, Pb

Лесостепные и степные черноземы	Нейтральные и щелочные, семиаридные (полусухие)	Se, As	Zn, Pb, Cd	F, Hg

Следует обратить внимание студентов на то, что приведенные определения обеспеченности почв химическими элементами являются ориентировочными (предполагаемыми). Достоверные оценки можно получить лишь по данным анализа почвенных растворов и произрастающих на этих почвах растений.

Порядок работы. Заранее ознакомившись с теоретическими материалами, студенты, получив индивидуальные задания, рассчитывают коэффициенты водной миграции конкретных химических элементов. Результаты расчетов используются для оценки интенсивности водной миграции данного элемента, с учетом того, что для вод с активной циркуляцией (например, почвенных вод) этот коэффициент характеризует подвижность элемента, а для застойных вод (озер, болот и т.п.) тот же коэффициент отражает интенсивность накопления элементов.

Для закрепления полученных знаний студентам предлагается самостоятельно определить предполагаемую обеспеченность этих же типов почв элементами-токсикантами 2 и 3 классов опасности (по аналогичной схеме).

Форма отчета: Контрольное задание и результат работы в виде таблиц приводится в тетради.

Контрольные вопросы:

1. Виды миграции химических элементов.
2. Подвижные формы химических элементов.
3. Виды ландшафтов.

Тема № 6 Химическое загрязнение агроландшафтов.

Цель работы: научиться рассчитывать суммарное загрязнение почв и давать оценку по реабилитации почв.

Задачи работы. Усвоение понятия токсичности, знакомство студентов с классами опасности химических элементов, основами стандартов качества окружающей среды на основе понятия предельно допустимой концентрации.

Материалы и оборудования. Таблицы классов опасности химических элементов, их ПДК в почвах, воде и воздухе и возможности миграции элементов и соединений между средами.

Вводное пояснение:

Почва - особое биокосное тело (система), где непрерывно совершается синтез и разрушение органического вещества, круговорот элементов зольной и азотной пищи растений, детоксикация различных загрязнителей, которые поступают в почву. В процессах превращения веществ огромную роль играют населяющие почву живые организмы - почвенно-биотический комплекс: микрофауна (бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли, простейшие), мезофауна (моллюски, мокрицы, энхитриоды, насекомые, многоножки, пауки, ногохвостки, клещи, нематоды, тихоходки, коловратки), макрофауна (землерои, грызуны, насекомоядные, земляные черви).

Эти организмы находятся в постоянном взаимодействии и взаимовлиянии друг с другом, некоторые обладают мощным ферментативным аппаратом и способностью выделять в ОС различные токсины.

Последствия загрязнения почвы ТМ

Опасность загрязнения обусловлена еще интенсивностью и масштабностью загрязнения. Так площадь загрязненной территории ТМ в России в концентрации 0,2-10 т/км² достигает примерно 18 млн. га.

Попадая в почву, ТМ характеризуются длительностью пребывания в этой среде и трудностью извлечения. Период полувыведения ТМ из почвы варьирует в зависимости от вида металла:

-Zn- от 70 до 510 лет; Cd- 13-1100; Си- 310-1500; РЬ - 740 - 5900

В почве ТМ претерпевают ряд превращений, в ходе которых их токсичность может меняться. Процесс трансформации включает следующие стадии:

-преобразование оксидов ТМ в гидроксиды (карбонаты, гидрокарбонаты).

-растворение гидроксидов (карбонатов и гидрокарбонатов) и адсорбция соответствующих катионов ТМ твердыми фазами почвы. Процесс происходит вследствие присущей почве катионно-обменной емкости (КОЕ), которая варьирует от нескольких единиц до сотен мэкв/100 г почвы в различных по генезису, гранулометрическому, минералогическому составу почв. Черноземные почвы, обладающие большей ЕКО, значительно снижают поступление ТМ в растения. Большую роль в поглощении и связывании ТМ играют: органическое вещество (больше гуматный гумус, чем фульватный), плотность (увеличение плотности от 0,6-1, до 1,3-1,8 г/см³ усиливает подвижность ТМ в несколько раз), Окислительно-восстановительный потенциал (ОВ). В кислой среде (и сильно щелочной) подвижность ТМ возрастает.

-образование фосфатов ТМ и их соединений с органическими веществами почвы.

Загрязнение почвы ТМ приводит к нарушению экологических свойств почвы:

1. Изменение физических свойств почвы

При загрязнении почвы ТМ физические свойства изменяются в последнюю очередь. Это происходит только при очень значительном накоплении ТМ в почве - около 10 ПДК и более.

При загрязнении почвы ТМ ухудшается структура почвы, увеличивается плотность, уменьшается общая пористость, снижается водопроницаемость, ухудшается водно-воздушный режим почв.

В результате деvegetации усиливаются процессы эрозии и дефляции почвы. В последнем случае наблюдается разрушение почвы, которое делает невозможным выполнение почвой своих функций.

2. Нарушаются функции почвы, связанные преимущественно с ее химическими, физико-химическими и биохимическими свойствами: источник питания депо влаги, элементов питания и энергии, сорбция веществ, стимулятор и ингибитор биохимических и других процессов.

- алифатизацию гумуса, что ведет к увеличению содержания углеводов, гидролиземости гумуса, степени окисляемости гумуса и соответственно значений $C_{\text{гумуса}}$. Загрязнение ТМ влияет и на качественный состав гумуса, в основном снижая содержание гуминовых кислот и увеличивая содержание фульвокислот

- ингибируют процессы азотфиксации, аммонификации и минерализации. Однако, в ряде случаев при невысокой концентрации металла или в богатых гумусом почвах, отмечается усиление интенсивности этих процессов, вследствие чего возрастает содержание в почве доступных растениям форм азота, а часто и фосфора, т.е. происходит улучшение питательного режима почвы.

-вызывают подкисление среды, вследствие гидролитической кислотности их соединений

-снижению ферментативной активности почв, так как ингибирование ферментов является характерным свойством ТМ.

Изменение вышеуказанных свойств происходит уже при менее значительном загрязнении почвы ТМ - около 1 ПДК и более

3. Нарушение информационной группы биогеоценотических функций почвы: сигнал для ряда сезонных и других биологических процессов; регуляция численности, состава и структуры биоценозов; пусковой механизм

некоторых сукцессии; «память», биогеоценоза.

-влияние на общую численность, видовой состав и активность почвенной микробиоты. При загрязнении ТМ численность почвенных организмов может снижаться, не изменяться, и даже увеличиваться. Более однозначными являются изменения состава и структуры комплекса почвенных микроорганизмов, которые проявляются в снижении видового разнообразия.

4. Целостные биогеоценотические функции почвы: аккумуляция и трансформация веществ и энергии, находящихся в биогеоценозе или поступающих в него; санитарная функция: буферный и защитный биогеоценотический экран; условия существования и эволюции организмов.

-увеличение фитотоксичности почвы, что снижает урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Порядок работы. Студенты рассматривают основные понятия, знакомятся с примерами химических элементов различных классов опасности, значениями ПДК в различных средах, анализируют выбор лимитирующих показателей. Записывают определения основных понятий и примеры в рабочей тетради.

Форма отчета. Студенты оформляют результаты работы в своих рабочих тетрадях и отвечают на вопросы преподавателя.

Индивидуальные задания к лабораторной работе: рассчитать величину суммарного показателя загрязнения почв по следующим данным:

Элемент	Сф	С	Кк
Pb	2	6	
Cu	10	120	
Zn	15	35	
Co	6	9	
V	8	12	
Cr	1	0,5	
Ni	1,5	3	

Mo	0,5	40	
Mn	80	60	
Ba	50	30	
Sr	60	40	
As	0,01	0,15	

Контрольные вопросы:

1. Последствие загрязнения тяжелыми металлами?
2. Что такое химическое загрязнение почв?
3. Стадии процесса трансформации почвы
4. Какие нарушения свойств почв происходят при загрязнении почвы тяжелыми металлами?

Тема № 7 Коэффициент биологического поглощения

Цель работы: Определить коэффициент биологического поглощения различных культур.

Задача работы: научиться рассчитывать коэффициент биологического поглощения растений

Материалы и оборудование: Исходные данные таблиц 11,12,13.

Вводное пояснение: Определение химического состава живого вещества представляет собой сложную задачу по многим причинам. Прежде всего, следует учитывать, что содержание основного компонента живых организмов - воды - варьирует в широких пределах. Для того, чтобы исключить влияние количества воды и привести данные о содержании химических элементов к выражению, более удобному для сравнения, применяется расчет содержания элементов на абсолютно сухое органическое вещество, т.е. высушенное до постоянной массы при температуре 102-105 °С.

В обезвоженном органическом веществе углерод составляет несколько менее половины, другими главными компонентами является кислород, водород и азот. Если после высушивания органическое вещество еще и сжечь, то будут удалены 4 главных элемента, и останется сумма т.н. минеральных веществ, входящих в состав организма- зола.

Таким образом, может быть 3 варианта выражения химического состава любого биологического объекта. Относительное содержание химических элементов можно рассчитать на живое (сырое) вещество организмов, на их сухую биомассу и на золу, т.е сумму минеральных веществ. Каждый из трех вариантов расчет используется определенных задач.

Установлено, что доминирующую часть массы живого вещества суши и всей планеты образуют высшие растения. Масса живого вещества океана в несколько раз меньше. Масса наземных животных составляет около 1% от фитомассы. Поэтому состав растительности суши обуславливает состав всего живого вещества Земли.

Учитывая преобладание высших растений, можно считать, что в живой биомассе Мировой суши содержится: 60% воды, 38% органического вещества,

2% зольных элементов. При пересчете на абсолютно сухую биомассу имеем 95% органического вещества 5% зольных элементов.

Чтобы оценить интенсивность биологического поглощения элемента надо величину его содержания в растениях сравнить с содержанием в источнике, из которого этот элемент поступает. Для этой цели Б.Б.Полынов предложил использовать отношение содержания элемента в золе растения к его содержанию в породе. Этот показатель А.И. Перельман назвал **коэффициентом биологического поглощения** A_x (КБП, К: $A_0=1/n$), где 1 – содержание элемента в золе растения, n – его содержание в почвах или горных породах, на которых оно растет, а также кларк литосферы.

Все элементы по интенсивности биологического поглощения можно разделить на 2 группы. К первой относятся те, концентрация которых в золе больше, чем в земной коре, т.е. $A_x > 1$. эти элементы «НАКАПЛИВАЮТСЯ» живым веществом P, S, Cl, Br, I – энергично, а Ca, Na, K, Mg, и др- сильно (табл 1). остальные элементы, у которых $A_x < 1$, лишь «захватываются», причем одни- средне, другие- слабо и очень слабо. Необходимо учитывать, что это средние данные, и у отдельных видов величины A_x сильно варьируют.

Коэффициенты биологического поглощения объединяются в ряды, в которых элементы располагаются в порядке убывающей энергии поглощения их растениями. Обычно они изображаются в таблицах или в виде системы неравенств, когда в числитель выносятся символы химических элементов по убыванию A_x , а в знаменатель - его величины.

Таблица 11-Ряды биологического поглощения (по А.И.Перельману)

Элементы	Интенсивность накопления	Коэффициенты биологического поглощения				
		100 п	10п	n	0,1 n	0,1 n - 0,001 n
Биологич. накопления	Энергичного	P, S, Cl, Br, I				
	Сильного		Ca, Na, K, Mg, Sr, Zn, B, Se			
Биологич. захвата	Среднего			Mn, F, Ba, Ni, Cu, Ga, Co, Pb, Sn, As, Mo, Hg, Ag, Ra		
	Слабого и очень слабого				Si, Al, Fe, Ti, Zr, Rb, V, Cr, Li, Y, Nb, Th, Sc, Be, Cs, Ta, U, W, Sb, Cd	

Сравнение вещественного состава золы растений проводят двояко: используют в качестве эталона кларки литосферы (A_{x1}) или более частные величины - местные кларки в породах и почвах (A_{x2}). Для их различения

иногда A_{x1} называют кларком концентрации в растениях, а не коэффициентом биологического поглощения. Очевидно, значения полученных коэффициентов A_{x1} и A_{x2} и составленные на их основе ряды биологического поглощения не будут идентичны. В общем случае несоответствие I рода - $A_{x1} > A_{x2}$ - особенно явно должно проявляться при исследовании ландшафтов в пределах месторождений, когда местные кларки в породах намного превышают их содержание в литосфере. Расхождения II рода - $A_{x1} < A_{x2}$ - будут особенно заметны, когда рассматриваются растения ландшафтов, формирующихся на породах, резко обедненных элементами, например, на кварцевых песках.

Информативность геохимических показателей в зависимости от способа проведения расчета неодинакова. Так, анализ A_{x1} позволяет выявить особенности биологического поглощения элементов растениями разного систематического положения; определяет порядок величин, характеризующих их вещественный состав и примерные соотношения между элементами; выделяет элементы, необходимые для жизни растений и практически не захватываемые ими. Вычисления A_{x2} дает возможность конкретизировать эти общие представления применительно к условиям изучаемых ландшафтов и подчеркнуть местные черты биологического поглощения, выявить региональную биогеохимическую специфику растений. Таким образом, представляется целесообразным совместное использование этих показателей. Сопоставление полученных данных несет дополнительную информацию по биогенной миграции элементов в ландшафтах.

Для количественного выражения общей способности вида к концентрации микроэлементов предложен специальный показатель - **биогеохимическая активность вида (БХА)**, представляющий собой суммарную величину, получающуюся при сложении коэффициентов биологического поглощения отдельных элементов: $БХА = \sum A_x$.

При интерпретации расчетных данных БХА необходимо учитывать, что поскольку все расчеты проведены на золу растений, речь идет именно об их биогеохимической активности, а не о биохимической активности живых организмов. Невозможность механического перенесения этих выводов на функционирование растения связана с тем, что количественные соотношения между химическими элементами в золах растений или при пересчете на сухое вещество не соответствуют их процентным соотношениям в живых организмах.

С помощью БХА наглядно выявляются основные различия в интенсивности вовлечения элементов в биологический круговорот растениями разных систематических групп. Кроме того, использование суммарного показателя позволяет обнаружить повышенное (пониженное) накопление элементов каким-либо растением, которое часто не проявляется при изучении A_x отдельных элементов. Другой аспект анализа БХА (особенно $БХА_2$ рассчитанной на основании A_{x2}) - общая оценка интенсивности биогенной аккумуляции элементов в условиях конкретных ландшафтов.

Порядок выполнения работы: Рассчитать коэффициенты биологического поглощения (A_{x1} и A_{x2}) и БХА для 2-х видов растений; построить ранжированные ряды биологического поглощения для каждого растения; сопоставить полученные ряды биогеохимического поглощения элементов с рядами А.И.Перельмана; выявить сходства и различия в интенсивности поглощения элементов рассмотренными растениями и растительностью суши.

Исходные данные. Для выполнения работы студентам представляются данные о содержании элементов в золе основных сельскохозяйственных культур Ростовской области, а также в почвах этого региона и кларки литосферы (табл.12).

Задание 1. Подсчет коэффициентов биологического поглощения и БХА для 2-х растений.

Задание 2. Построение рядов биологического поглощения в виде неравенств, где по мере убывания A_x в числителе псевдодробь показан символ элемента, в знаменателе - величина A_{x1} и A_{x2} . Сравнение 2-х рядов и выявление видовой и региональной биогеохимической специфики растений.

Задание 3. Сопоставить полученные ряды с рядами А.И. Перельмана. Для этого полученные значения A_x заносятся в таблицу, составленную в соответствии с таблицей интенсивности биологического поглощения А.И.Перельмана и показанную ниже (табл.13).

Таблица 12-Среднее содержание химических элементов в золе основных сельхозкультур почвах Рязанской области, мг/кг

Культуры	Sr	Ti	Mn	Cr	V	Ni	Cu	Zn	Pb	Mo	B
Пшеница	141	63	1715	6,9	3,6	17,6	224	1087	16	2,3	57
Рожь	125	82	963	5,2	4,1	11,6	325	863	14	1,9	60
Ячмень	106	104	847	4,3	3,5	4,4	135	653	27	18	51
Овес	135	90	1562	3,1	3,2	10,15	235	865	21	16	55
Рис	100	600	4750	7,0	13,8	12,9	29	265	16	6,3	56
Горох	386	128	586	3,8	2,7	64	213	954	4	136	286
Люцерна	846	138	341	9,9	5,7	8,8	96	269	26	12	553
Вика	299	125	582	2,9	2,5	60	215	950	3	129	285
Донник	792	135	345	8,8	5,5	7,9	95	265	25	15	555
Гречиха	864	125	675	8,5	6,6	11,1	233	555	26	19	532
Рапс	666	128	873	3,5	8,9	16,2	332	679	38	20	469
Просо	123	70	63	1,2	6,4	12,1	238	573	34	21	234
Суданка	400	230	500	24	22	9	100	390	38	9	219
Капуста	333	85	200	7,1	3,0	9,7	41	163	37	3,7	367
Помидоры	300	394	957	3,1	6,3	11	112	203	13	2,0	171
Яблоки	361	246	358	13,7	3,3	12,7	195	115	13	1,5	800
Виноград	327	245	370	4,8	3,8	4,0	249	102	6,9	0,9	613
Морковь	141	63	1232	6,9	3,6	17,6	224	1087	16	2,3	57

Огурец	125	82	963	5,2	4,1	11,6	325	863	14	1,5	60
Лук	106	104	847	4,3	1,3	123	135	653	27	18	51
Петрушка	135	90	1562	3,1	3,2	10,15	235	865	21	16	55
Груша	864	125	675	8,5	6,6	11,1	233	525	26	19	532
Персик	653	128	573	3,5	8,9	16,2	332	679	38	20	469
Вишня	123	70	63	1,2	5,2	12,1	238	573	34	21	234
Почвы мира	300	4600	850	90	100	40	20	50	10	2,0	10

Таблица 13-Ряды биологического поглощения

Группы элементов	По А.И.Перельману	Для (растение 1)	Для (растение 2)
Энергичного накопления ($A_x=10-100$)	-		
Сильного накопления ($A_x=1-10$)	Sr, Zn, B		
Среднего захвата ($A_x=0,1-1$)	Mn, Ni, Cu, Pb, Mo		
Слабого и очень слабого захвата	Ti, V, Cr		

Форма отчета. Студенты оформляют результаты работы в своих рабочих тетрадях, заполняют таблицы и отвечают на вопросы преподавателя.

Контрольные вопросы:

1. Что такое коэффициент биологического поглощения?
2. Для чего производят расчёт коэффициента биологического поглощения?
3. Что такое биогеохимическая активность вида?

Тема № 8 Последствия загрязнения агроландшафтов токсикантов на биологическую активность почвы.

Цель работы: изучить последствия загрязнения агроландшафтов токсикантов на биологическую активность почвы.

Задачи: изучить загрязнение почвы тяжелыми металлами и как они приводят к нарушению экологических свойств почвы.

Научиться рассчитывать суммарный показатель загрязнения почвы.

Материалы и оборудование: Данные таблиц 14 и 15. Конспекты лекций.

Вводное пояснение:

Поскольку техногенные аномалии обычно имеют полуэлементный состав, для них рассчитываются суммарный показатель загрязнения Z_c (СПЗ), характеризующий эффект воздействия группы элементов. Показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1)$$

где K_c - коэффициент концентрации, который рассчитывается как отношение содержания элемента в исследуемом объекте C к среднему фоновому его содержанию C_{ϕ} : $K_c = C/C_{\phi}$, причем $K_c > 1$; n - число учитываемых аномальных элементов.

Суммарные показатели загрязнения рассчитываются для различных компонентов ландшафта- почв, снега, донных отложений. Этот показатель может определяться как для содержания в отдельной пробе, так и для участка территории (района, функциональной зоны, очага ореола). В последнем случае исследование ведется по геохимическим выборкам.

Анализ распределения геохимических показателей, получаемых в результате опробования почв по регулярной сети, дает пространственную структуру загрязнения селитебных территорий и воздушного бассейна с наибольшим риском для здоровья населения. Оценка опасности загрязнения почв комплексом элементов по показателю Z_c проводится по оценочной шкале, градации которой разработаны на основе изучения показателей состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

Таблица 14-Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения

Категория загрязнения почв	Величина Z_c	Изменение показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническим заболеваниями, нарушение функционального состояния сердечно-сосудистых систем
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности,

		числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофий новорожденных

Каждая выборка может быть представлена в виде набора относительных характеристик аномальности химических элементов. Такой набор позволяет дать качественную и количественную оценку геохимической ассоциации исследуемого объекта. Например, городская ассоциация может быть представлена следующей формулой накапливающих элементов:

$Hg_{30}-Pb_{10}-Zn_8-Cu_4-Ni_3-Cr_2$

Цифровой индекс около символов элементов представляют собой коэффициенты концентрации Кс.

Порядок выполнения работы: Рассчитать СПЗ по формуле с учетом следующих величин фоновых содержаний элементов: Mn- 700, Ni- 25, Co- 12, V- 100, Cr- 120, Mo- 1,8, Cu- 30, Pb- 25, Zn-75, Sn- 3,3 мг/кг.

Фоновое содержание элементов:

1. Mn- 700, Ni- 25, Co-12, V- 100, Cr- 120, Mo- 1,8, Cu- 30, Pb- 25, Zn- 75, Sn- 3,3 мг/кг.
2. Mn- 600, Ni- 30, Co-10, V- 95, Cr- 140, Mo- 1,5, Cu- 40, Pb- 35, Zn-55, Sn- 2,3 мг/кг.
3. Mn- 800, Ni- 45, Co-22, V- 100, Cr- 130, Mo- 1,9, Cu- 50, Pb- 35, Zn- 65, Sn- 3,1 мг/кг.
4. Mn- 700, Ni- 45, Co-12, V- 80, Cr- 120, Mo- 1,8, Cu- 30, Pb- 25, Zn-75, Sn- 3,3 мг/кг.
5. Mn- 700, Ni- 25, Co-12, V- 100, Cr- 120, Mo- 1,5, Cu- 30, Pb- 20, Zn- 70, Sn- 3,3 мг/кг.
6. Mn- 500, Ni- 25, Co-15, V- 100, Cr- 135, Mo- 1,8, Cu- 35, Pb- 28, Zn- 65, Sn- 2,3 мг/кг.
7. Mn- 600, Ni- 35, Co-16, V- 80, Cr- 140, Mo- 1,6, Cu- 35, Pb- 25, Zn-75, Sn- 3,3 мг/кг.
8. Mn- 650, Ni- 20, Co-10, V- 150, Cr- 110, Mo- 1,7, Cu- 36, Pb- 28, Zn- 74, Sn- 3,3 мг/кг.
9. Mn- 750, Ni- 23, Co-18, V- 100, Cr- 140, Mo- 1,3, Cu- 20, Pb- 25, Zn- 55, Sn- 3,2 мг/кг.

Таблица 14- Содержание химических элементов в верхнем почвенном горизонте, мг/кг

№ профиля	№ точки	Mn	Ni	Co	V	Cr	Mo	Cu	Pb	Zn	Sn
1	1	500	30	8	80	150	1,5	30	20	100	3

	2	600	20	10	100	200	2	40	30	150	4
	3	600	20	10	100	500	4	100	150	500	10
	4	600	20	10	200	600	2	150	200	400	6
	5	600	20	8	150	400	3	200	200	600	8
	6	800	20	8	100	200	2	100	600	200	4
2	1	600	40	15	150	150	1,5	40	30	100	3
	2	600	20	10	150	300	2	300	150	500	10
	3	800	20	10	150	400	1,5	500	150	2000	10
	4	500	20	10	100	150	2	300	500	500	20
	5	1500	40	30	200	500	8	400	500	600	3
	6	2000	20	6	150	2000	4	150	100	800	20
3	1	600	20	8	100	200	1,5	60	80	1500	10
	2	600	30	8	200	150	1,5	500	400	1000	15
	3	1000	40	10	200	400	3	150	150	2000	100
	4	1000	20	10	150	600	3	400	1500	2000	200
	5	2000	20	8	150	800	4	1000	3000	1500	20
	6	2000	50	30	200	800	4	500	3000	3000	5
4	1	500	30	10	150	300	3	80	500	200	3
	2	1500	20	15	300	500	2	200	300	500	30
	3	800	50	20	300	1000	4	400	800	2000	15
	4	2000	30	20	150	1000	10	1000	1500	2000	40
	5	3000	80	30	300	2000	15	1000	1500	2000	100
	6	2000	60	30	400	1500	10	1000	1500	3000	200
5	1	800	20	8	100	150	3	40	40	200	4
	2	1500	30	15	200	300	5	100	300	500	10
	3	800	20	10	100	300	1,5	400	600	400	10
	4	3000	40	20	400	1000	15	1000	1500	800	30
	5	1000	80	20	200	2000	3	200	150	800	20
	6	600	20	10	150	300	6	300	1000	500	30
6	1	600	30	10	100	200	2	30	30	60	3
	2	800	30	8	150	200	2	50	60	150	3
	3	500	20	10	150	600	10	40	50	300	60
	4	600	30	15	100	200	3	200	150	800	6
	5	800	20	8	150	800	2	300	100	500	5
	6	800	30	20	300	400	1,5	200	300	200	15
7	1	600	20	10	50	100	1,5	50	40	150	5
	2	600	20	10	105	200	2	40	30	100	6
	3	500	20	10	150	600	10	40	50	300	60
	4	600	30	15	100	250	3	200	150	800	6
	5	600	20	8	150	400	3	200	200	600	8
	6	800	20	8	100	230	2	100	600	200	4
8	1	600	40	15	150	150	1,5	40	30	100	3
	2	2000	20	8	150	800	4	1000	3000	1500	20
	3	2000	50	35	200	840	4	500	3000	3000	5
	4	500	20	10	100	150	2	300	500	500	20
	5	1500	40	30	200	500	8	400	500	600	3
	6	2000	20	8	150	2000	4	150	100	800	25
9	1	600	20	8	100	200	1,5	60	80	1500	10
	2	600	30	8	200	150	1,5	500	400	1000	15
	3	500	20	10	150	600	10	40	50	300	60

	4	600	30	15	100	200	3	200	150	800	6
	5	2000	20	8	150	800	4	1000	3000	1500	20
	6	2000	50	30	200	840	4	500	3000	3000	5
10	1	500	30	10	150	300	3	80	500	200	2
	2	1500	20	15	300	500	2	200	300	500	30
	3	800	50	20	300	1000	4	400	800	2000	15
	4	2000	30	20	150	1000	11	1000	1500	2000	40
	5	600	30	8	200	150	1,5	500	400	1000	15
	6	1000	40	10	200	400	3	150	150	2000	100

2. Оценить по шкале опасности загрязнение почв по суммарному показателю загрязнения

Форма отчета. Студенты оформляют результаты работы в своих рабочих тетрадях, заполняют таблицы, делает вывод и отвечают на вопросы преподавателя.

Контрольные вопросы:

1. Что такое загрязнение и загрязняющее вещество?
2. Виды и способы загрязнения почвы?
3. Что такое суммарный показатель загрязнения почвы?
4. Какие вы знаете критерии загрязнения почв?

Список литературы:

1. Бакарасов В.А. Экология ландшафтов:[Электронный ресурс]: -пособие для студентов – Минск: БГУ, 2010-100с.twirpx.com
2. Болтнев, В.Е. Экология[Текст]: Учебное пособие/ В.Е. Болтнев.- Старый Оскол: ТНТ, 2011.-352 Марфенин, Н.Н. Экология [Текст]: учебник для студ. учреждений высш. проф.образования./ Н.Н. Марфенин-М.: Издательский центр «Академия», 2012.- 512 с. –(Сер.Бакалавриат).
3. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии[Электронный ресурс]:.М-1998.c-stud.ru
4. Егоренков Л.И. Охрана окружающей среды [Текст]: учебное пособие/ Л.И. Егоренков.-.:ФОРУМ; ИНФРА-М, 2013 (Бакалавриат)- 256с.
1. Казаков Л.К. Ландшафтоведение с основами ландшафтного планирования[Текст]: учеб. Пособие для студ. высш. учеб заведений -2 –е изд., испр/ Л.К. казаков.-М.: Издательский центр «Академия», 2008.- 336 с.
2. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов[Текст]/ В.И. Кирюшин-М.: КолосС, 2011-443 с.
5. Коробкин, В.И. Экология и охрана окружающей среды [Текст]: учебник./ В.И. Коробкин., Л.В. Передельский -М.: КНОРУС, 2013.- 336 с.

(Бакалавриат)

3. Мажайский, Ю.А. Экология агроландшафта Рязанской области[Текст]/ Ю.А. Мажайский., В.Ф.Евтюхин, А.В.Резникова -М.:Изд-воМГУ,2001.-95 С.
6. Николаевская, Н.Г. Основы общей экологии[Текст]: Учеб. Пособие/ Н.Г. Николаевская.-М.: МГУЛ,2000.-134с.
7. Передельский, Л.В. Экология [Электронный ресурс]: электронный учебник/ Л.В.Передельский, В.И.Коробкин, О.Е.Приходченко. – М.: КноРус, 2009.с.
8. Яшин, И.М.,. Почвенно- экологические исследования ландшафтах[Текст] Уч пособие./ И.М. Яшин, Л.Л.Шишов, В.А. Раскатов -М.:Изд-во МСХА.2000.-560с.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

Физиология культурных растений

**Рабочая тетрадь с методическими указаниями
Направление подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение**

Рязань – 2025 г.

Антипкина Л.А. Физиология культурных растений: Рабочая тетрадь с методическими указаниями. Направление подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение. - Рязань: РГАТУ, 2025. – 31 с.

В рабочей тетради с методическими указаниями, предназначенной для магистров по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, рассмотрены методы изучения водного режима культурных растений, фотосинтеза культурных растений, дыхания культурных растений, минерального питания культурных растений, роста и развития культурных растений, приспособления и устойчивости культурных растений, физиологических основ продукционного процесса, которые позволяют закрепить теоретические знания магистров по дисциплине «Физиология культурных растений».

Рабочая тетрадь с методическими указаниями содержит теорию, контрольные вопросы и список литературы.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой

Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Лукьянова О.В.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Физиология культурных растений изучает физиологические процессы, протекающих в культурных растениях, которые могут активно изменяться под влиянием экологических факторов, стресса и регулироваться человеком в направлении повышения продуктивности растений. Прививаются навыки физиологического обоснования выполняемых агротехнических мероприятий.

Объектом изучения физиологии культурных растений служит культурное растение.

Целью лабораторных занятий по физиологии культурных растений является закрепление и расширение знаний студентов по теоретическому курсу.

Постановка опытов способствует тому, что магистры приобретают навыки экспериментальной работы, овладевают методами физиологического контроля за жизнедеятельностью культурных растений. Кроме того, лабораторные занятия по экофизиологии культурных растений прививают магистрам навыки и интерес к научно-исследовательской работе.

В рабочей тетради с методическими указаниями изучаемые разделы кратко описаны теоретически, указана тема и цель каждого лабораторного занятия, дано описание выполняемых работ, контрольные вопросы, рекомендуемая литература.

Рабочая тетрадь с методическими указаниями по физиологии культурных растений составлена для магистров по направлению 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение очной и заочной формам обучения.

РАЗДЕЛ 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Различают средний и максимальный индекс листовой поверхности (ИЛП). Средний ИЛП - это индекс листа, который обеспечивает фотосинтез от посева до уборки урожая в одинаковом значении ИЛП. Его определяют суммированием площади листьев за межфазный период и делением на два, или суммированием площади листьев по фазам роста и развития растений и делением на число фаз. Максимальный ИЛП - это показатель площади листьев, наибольшее количество которой формируется к одной из фаз роста и развития.

Каждому посеву должен быть присущ «свой» ИЛП. Для получения 40 ц/га зерна необходимо формировать посевы озимой пшеницы с ИЛП 2,00 га/га (средний) и 3,67 га/га (максимальный); чтобы получить 50 ц/га зерна, средний ИЛП должен составлять 2,50 га/га, а максимальный - 4,58 га/га. С увеличением ИЛП изменяются кривые накопления биомассы в посеве, возрастают затраты пластических веществ на дыхание, как следствие, урожайность снижается. Если формирование оптимального значения ИЛП совпадает с максимальными значениями приходящей на посев ФАР, достигается наивысшая фотосинтетическая продуктивность и эффективность использования ФАР (Каюмов М.К., 1989).

Фотосинтетический потенциал (ФП) - это число «рабочих» дней листовой поверхности посева, рассчитываемое как произведение полусуммы площади листьев за два последующих определения на длительность периода между этими определениями (в днях): $У_2 Л_1 + Л_2 \times T_v$ и измеряется $м^2/га \times дни$.

ФП посева озимой пшеницы за весенне-летний период ($T_v = 100$ дней) с урожайностью 40 ц/га зерна должен составить 2,0 млн. $м^2/га \times дней$ (20 тыс. $м^2/га \times 100$ дней), а с урожайностью 50 ц/га зерна 2,5 млн. $м^2/га \times дней$ (25 тыс. $м^2/га \times 100$ дней). Следует помнить, что наряду с листьями значительный вклад в ФП растения и соответственно ассимиляцию CO_2 вносят стебли, листовые влагалища, плодозлементы. Например, метелка овса в процесс фотосинтеза вносит 35 - 40% пластических веществ, колос ячменя - 35 - 40%; у озимой ржи на долю стебля приходится 50 - 55%, у листьев - 20%; у пшеницы в ассимиляцию CO_2 вносят листья - 57%, особенно флаговый, колосу - 12%. Эти данные служат отправным пунктом при проектировании габитуса будущего сорта (гибрида) (Каюмов М.К., 1989).

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) - это количество биомассы (сухого вещества), которое накапливается за единицу времени на единице площади. Ее, как правило, измеряют в $г/м^2 \times сутки$. Она снижается с увеличением площади листьев за счет взаимного затенения листьев. ЧПФ колеблется как по фазам роста и развития, так и от потенциала сортов (гибридов), плодородных свойств почв и условий периода вегетации. Но средняя ЧПФ должна соответствовать каждому посеву с заданной продуктивностью. Урожайности озимой пшеницы 40 ц/га зерна соответствует «своя» средняя ЧПФ - 4,3 $г/м^2$ в сутки, урожайности 50 ц/га зерна - 4,5 $г/м^2$ в сутки (Каюмов М.К., 1989).

Продуктивность работы листьев (ПРЛ) - это выход зерна, клубней, корнеплодов, зеленой и сухой биомассы на 1 тыс.м /га $\times$ дней (1 тыс. ед. ФП). Измеряется в кг продукции. Для посевов озимой пшеницы с урожайностью 40 ц/га зерна ПРЛ равняется 2,0 кг зерна (40 ц/га $\times$ 100 кг/ц : 2000 тыс. ед. ФП), с урожайностью 50 ц/га - 2,0 кг зерна (Каюмов М.К., 1989).

Верхние листья в посеве поглощают как прямую, так и рассеянную радиацию; до нижних листьев достигает лишь небольшая доля прямой радиации в виде солнечных бликов. Нижние листья поглощают радиацию, отраженную от поверхности растения и почвы, а также пропущенную через верхние листья. От верхних к нижним листьям изменяется не только мощность солнечного потока, но и качество света в пользу главным образом ИФЛК. Таким образом, основными факторами,

определяющими поглощение радиации посевом служат ИЛП и характер листорасположения, главным образом угол отклонения от стебля, характеризуемый коэффициентом экстинкции. В этом отношении значительное преимущество имеют растения с эректоидным расположением листьев, как у кактусов. При этом «паразитические» свойства листьев практически полностью исключаются.

Формирование урожая - сложный процесс, результат которого определяется взаимодействием растений с условиями внешней среды: приходом ФАР, обеспеченностью водой, теплом, CO_2 , элементами минерального питания. Совершенствование технологии путем оптимизации этих факторов - задача программирования урожайности. Важнейшую роль при этом играют правильное применение законов растениеводства и земледелия, а также комплексный учет агрометеорологического, агрофизического и агротехнического условий выращивания.

Определяют потенциальную урожайность биомассы по формуле (Каюмов М.К., 1989):

$$Y_{\text{биол}} = QK_Q/100q,$$

где Q – количество ФАР за период вегетации культуры; K_Q – заданный КПД ФАР посева, %; q – теплотворная способность единицы урожая, кДж/га.

Потенциальную урожайность рассчитывают по формуле:

$$Y_{\text{пот}} = 10^4 \eta K_m Q/q,$$

где η – КПД ФАР, %; K_m – коэффициент хозяйственной эффективности урожая или доля зерна (клубней, корнеплодов) в общей биомассе; Q - суммарный за вегетационный период приход ФАР; q - теплотворная способность единицы урожая, кДж/га.

Урожай определяется КПД ФАР. Обобщение исследовательских работ показывает, что каждой группе КПД соответствует «своя» продуктивность. Первая группа КПД ФАР - низкая урожайность 12,5 - 37,5 ц/га зерна озимой пшеницы при КПД 0,5 - 1,5%, вторая средняя - 37,5 - 75 ц/га - КПД 1,5 - 3,0%, третья повышенная - 75 - 125 ц/га зерна - КПД 3,0 - 5,0%, четвертая высокая - 125 - 175 ц/га зерна - КПД 5,0 - 7,0% и пятая группа - сверхвысокая урожайность или теоретически возможная в условиях производства - 175 - 250 ц/га зерна - КПД ФАР 7,0 - 10%. Возможный предел КПД ФАР - 22% (Каюмов М.К., 1989).

КПД ФАР определяют по формуле:

$$K_{\text{ФАР}} = 100 \cdot Y_{\text{биол}} \times q / Q$$

Количество аккумулированной в урожае ФАР определяют умножением калорийности растений (q) на биологическую урожайность ($Y_{\text{биол}}$). Урожаю 62 ц/га зерна озимой пшеницы 14%-ной влажности соответствует 155 ц/га биомассы или 133,3 ц/га ($155 \text{ ц/га} \times 0,86$) абсолютно сухой биомассы. Приход ФАР (Q) за весенне-летний период вегетации составляет 100,2 кДж/см. При этих составляющих КПД ФАР окажется равным:

$$K_{\text{ФАР}} = 133,3 \text{ ц/га} \times 18841 \text{ кДж/кг} / 10^4 \times 100,2 \text{ кДж/см}^2 = 2,50\% \text{ ФАР.}$$

Чтобы получить 62 ц/га зерна озимой пшеницы растения из почвы должны вынести 203 кг/га ($62 \times 3,25 \text{ кг/ц N}$) азота, 71,3 кг/га ($62 \times 1,15 \text{ кг/ц P}_2\text{O}_5$) фосфора, 124 кг/га ($62 \times 2,0 \text{ кг/ц K}_2\text{O}$) калия, 4650 м/га воды и усвоить из воздуха 32,6 т CO_2 . На 1% растения необходимо обеспечить азотом - 81,2 кг, фосфором - 28,5 кг, калием - 50,0 кг, водой - 1860 м³ и CO_2 - 13 т. Это на 1% использования ФАР! Вот какова напряженность листа - этой маленькой лаборатории научного учреждения. При этом на долю этого уникального аппарата ежедневно требуется формировать 500 кг/га сухой биомассы, а в период наиболее интенсивного роста - до 1000 кг/га. Такие приросты реальны в посевах с ИПЛ = 6,5 га/га, ЧПФ = 6,0 г/(м² × сутки), средняя ИФ = 12 мг CO_2 /(дм² × ч) (Каюмов М.К., 1989).

В зоне достаточного увлажнения возможная урожайность составляет 750 - 800 ц/га клубней. При условии накопления посевами картофеля 150 ц/га абсолютно сухой биомассы товарная урожайность достигает 375 ц/га клубней ($150 \times 2,5$). Растения в

процессе фотосинтеза усвоят 30 т/га CO_2 , что соответствует содержанию в слое воздуха высотой 4 км над 1 га насаждения 6300 кг углерода. Наиболее богат углекислотой припочвенный слой воздуха, где ее концентрация достигает 0,3 - 0,5% при количестве CO_2 в атмосфере 0,03% по объёму. Однако в период вегетации содержание CO_2 внутри посева недостаточно для формирования высоких урожаев. Поэтому необходимо вносить высокие нормы навоза (60 т/га и более), запахивать солому (не менее 10 т/га + 8 - 10 кг/га N), зеленое удобрение - сидераты (20 - 25 т/га).

Отсюда следует заключение о том, насколько важно получать посевы с оптимальной структурой и с высокими показателями фотосинтетической деятельности листьев, а также контролировать этот процесс и управлять им. Относительно картофеля: высокие урожаи этой культуры формируются при хорошо развитой ботве с большой площадью листьев. Чем сильнее развита ботва, тем выше урожай клубней. Во влажные годы лучшие приросты клубней наблюдались при массе ботвы 350 - 400, а в засушливые годы – 200 - 250 ц/га.

А.Г.Лорх (1948) в 50-ые годы 20 в. под Москвой получал 500 - 750 ц/га клубней картофеля сорта Лорх; 750 ц/га - при орошении и дополнительном внесении углекислотного суперфосфата.

ТЕМА 1. НАБЛЮДЕНИЕ ОРГАНОГЕНЕЗА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Цель: освоить метод биологического контроля за формированием элементов продуктивности у зерновых культур (по Ф.М. Куперман).

Работа 1. Биологический контроль за формированием элементов продуктивности у зерновых культур (по Ф.М. Куперман). Прогнозирование урожайности.

Объект исследования: растения злаковых культур.

Материалы и оборудование: препаровальные иглы, лупы, предметные стекла, микроскоп.

Вводные пояснения. Развитие каждого растительного организма включает ряд последовательных этапов, на протяжении которых появляются новые органы. Процесс их формирования называю органогенезом. Органогенез изучается путем наблюдения за дифференциацией верхушечных меристем. Ф.М. Куперман выделял 12 последовательных этапов органогенеза растений. Наблюдение органогенеза составляет основу биологического контроля за формированием элементов продуктивности у растений и уже на начальном этапе позволяет определить возможный габитус растений и его урожай.

Ход работы.

Для анализа отбирают по три типичных для данного поля растений. Каждую пробу снабжают этикеткой, где указывают фазу растений, сорт, вид, вариант опыта, дату взятия образца. Для определения этапов органогенеза необходимо с помощью препаровальной иглы или лупы отпрепарировать конус нарастания побега и посмотреть его под микроскопом при малом увеличении, подсчитывают количество колосковых бугорков в колосе. Апекс находится над верхним междоузлем внутри кроющих листьев. Увиденную картину в окуляре микроскопа сравнить с рисунком 1 (найти, какой элемент продуктивности формируется в момент определения) и таблицей 1 (определить этап органогенеза). Расчет потенциальной продуктивности растений можно проводить с IV этапа органогенеза, когда начинают формироваться колосковые бугорки.

Подсчитывают количество колосковых бугорков (или колосков на более позднем этапе органогенеза), определяют количество продуктивных колосков ($n - 3$). Рассчитывают потенциальную урожайность по формуле:

$$U = [(n - 3) abAM] : 10000.$$

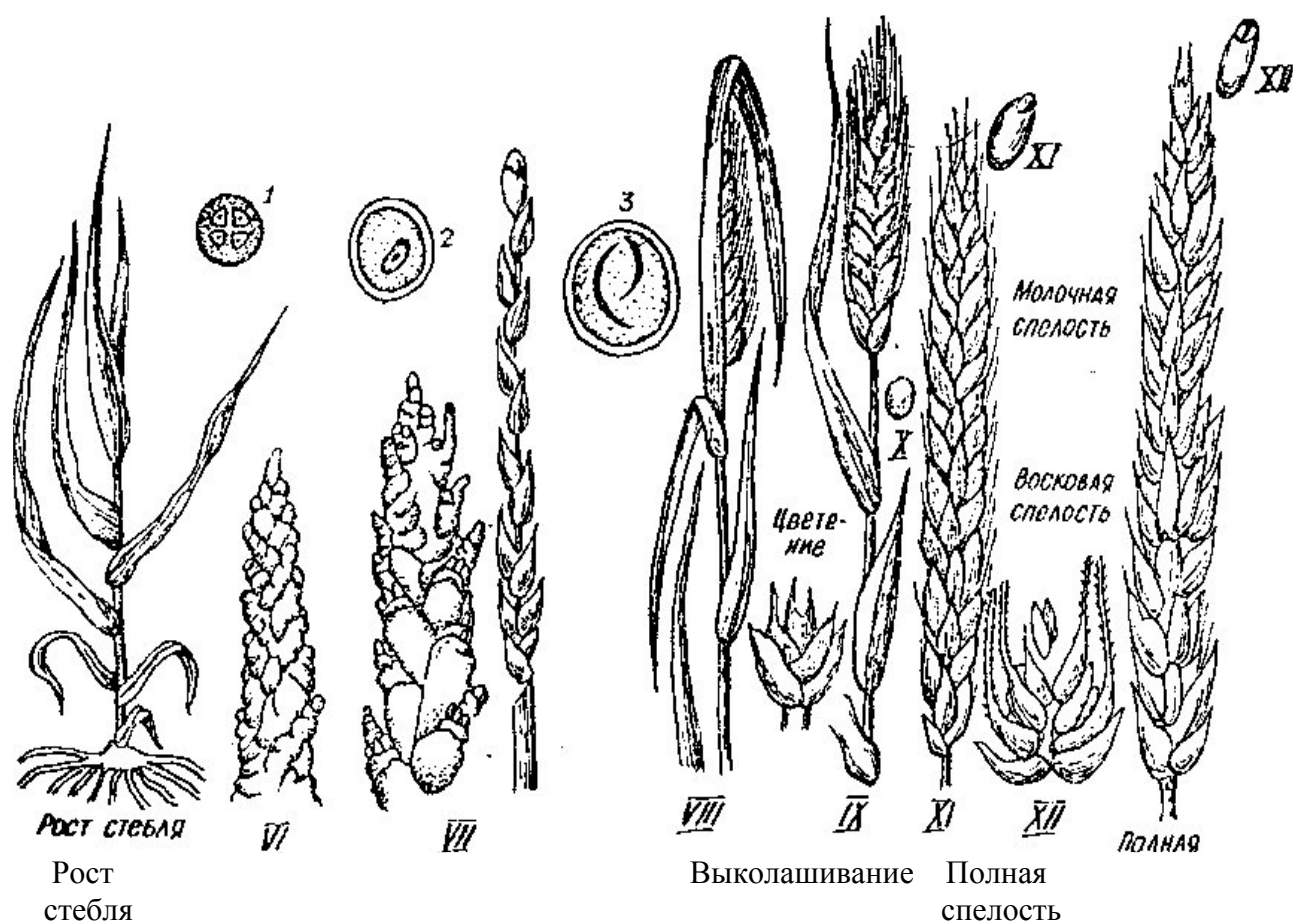
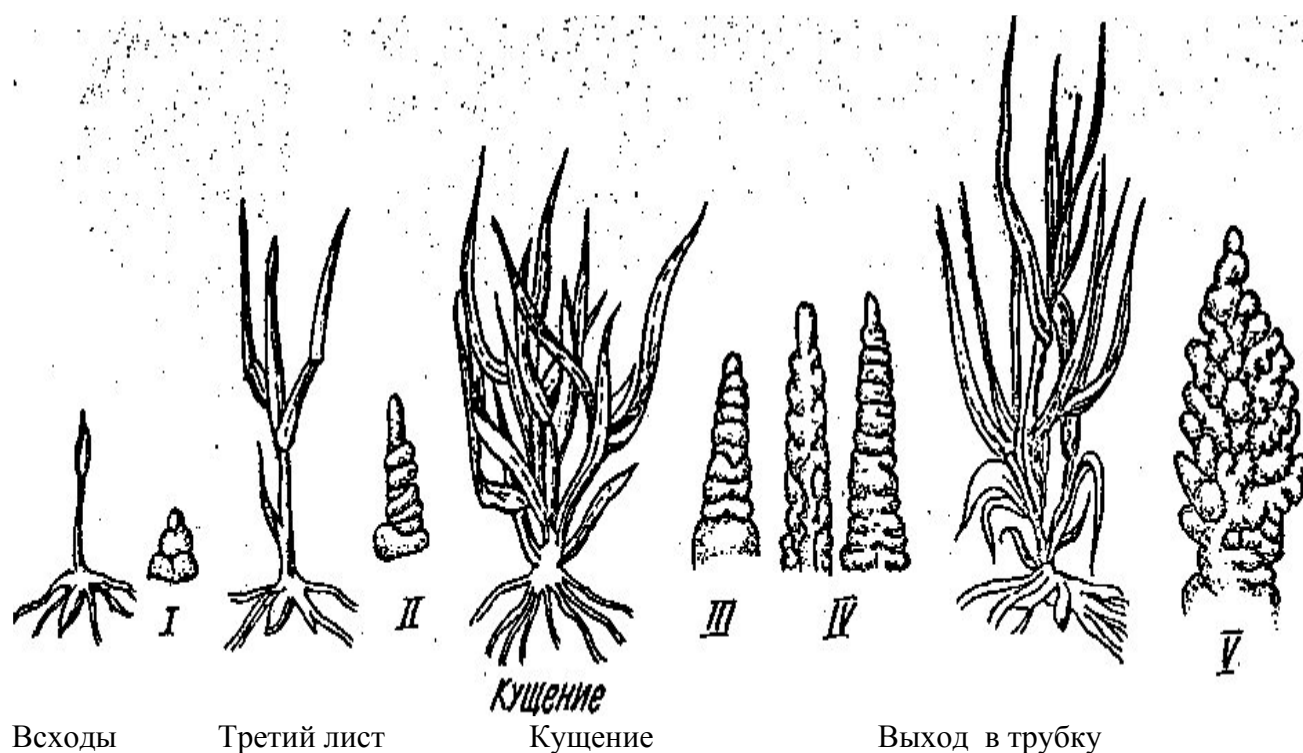


Рисунок 1 - Фазы развития и этапы органогенеза озимой пшеницы.

Таблица 1 - Формирование элементов продуктивности озимой пшеницы на разных этапах органогенеза (по Ф.М. Куперман и О.Г. Семенову)

Фазы развития	Этапы органогенеза	Элементы продуктивности
1. Прорастание семян, всходы	I. Дифференциация и рост зародышевых органов	Полевая всхожесть, густота стояния растений
2. Третий лист, кущение	II. Дифференциация основания конуса на зачаточные узлы, междоузлия и стеблевые листья. III. Дифференциация главной оси зачаточного соцветия и бракт	Габитус растения (высота, число листьев), коэффициент кущения, зимостойкость. Число члеников колосового стержня.
3. Начало выхода в трубку	IV. Образование конусов нарастания второго порядка (колосковых бугорков)	Число колосков в колосе, засухоустойчивость.
4. Выход в трубку - начало стеблевания	V. Закладка покровных органов цветка, тычинок и пестиков VI. Формирование соцветия и цветка (микро- и макроспорогенез) VII. Гаметофитогенез, рост покровных органов, удаление члеников колосового стержня	Число цветков в колосках Фертильность цветков, плотность колоса, жаростойкость
5. Колошение	VIII. Гаметогенез, завершение процессов формирования всех органов соцветий и цветка	Озерненность колоса
6. Цветение	IX. Оплодотворение и образование зиготы X. Рост и формирование зерновки	
7. Налив семени, молочная спелость	XI. Накопление питательных веществ в зерновке (семени)	Масса зерновки, устойчивость к суховеям
8. Восковая и полная спелость	XII. Превращение питательных веществ в запасные вещества зерновки (семени)	

Все показатели записывают в таблицу 2 по приведенной форме.

Таблица 2 - Показатели формирования продуктивности растений

Вариант опыта	Фено-фаза	Этап органогенеза	Элемент продуктивности	Число колосков в 1 колосе	Число зерен в 1 колоске	Число продуктивных побегов на 1 растение	Число растений на 1 м ² посева	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
				n	a	b	A	M	U

Вывод:

Дата _____ Подпись преподавателя _____

**Контрольные вопросы
по разделу «Физиологические основы продукционного процесса»**

1. Донорно-акцепторные отношения. Фотосинтез. Транспорт и распределение ассимилятов. Дыхательные затраты.
2. Посев как фотосинтезирующая система: скорость роста посева, фотосинтетический потенциал (ФП), чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), пространственная структура посева, уборочный индекс, структура урожая.
3. Урожай и качество зерна пшеницы.
4. Формирование урожая кукурузы и его качества.
5. Особенности формирования урожая семян зернобобовых. Химический состав и качество урожая зернобобовых.
6. Продуктивность и качество урожая подсолнечника. Биосинтез запасного жира в семенах.
7. Продуктивность и качество урожая льна. Морфофизиология образования волокна. Биосинтез компонентов льняного волокна.
8. Продуктивность и качество урожая сахарной свеклы.
9. Продуктивность и качество картофеля.

РАЗДЕЛ 2. ВОДНЫЙ РЕЖИМ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Водообмен растений включает три процесса: поглощение, передвижение и испарение воды листьями. Соотношение между поступлением и расходом воды представляет собой *водный баланс растения*.

В умеренно влажные и не слишком жаркие дни складывается благоприятный водный баланс, в жаркие летние дни усиление транспирации нарушает это относительное равновесие, что вызывает водный дефицит, достигающий даже при достаточной влажности почвы 5 - 10%, а при недостатке влаги в почве - 25%, что указывает на отрицательный баланс воды. Это объясняется тем, что корни не успевают покрывать расход воды на транспирацию, интенсивность которой, особенно в полуденные часы, сильно возрастает.

В жестких условиях жаркого летнего дня при недостатке воды в почве происходит значительное нарушение водного баланса, которое проявляется в потере тургора растением - *завядании*. Различают два типа завядания: *временное* и *длительное*. Первое наблюдается обычно в полуденные часы. При этом листья теряют тургор и вянут, остальные части растения сохраняют тургоросценность. При ослаблении транспирации к вечеру водный дефицит снижается, а в ночные часы за счет активной деятельности корневой системы водный баланс полностью восстанавливается. Временное завядание большого вреда не причиняет, но снижает урожайность из-за депрессии фотосинтеза и приостановки ростовых процессов.

Длительное завядание наступает, когда в почве не остается доступной влаги. В этих условиях водный баланс растения за ночь не восстанавливается. Такой не покрываемый к утру водный дефицит называют *остаточным дефицитом*. Завядающие листья оттягивают воду из других частей растения: молодых растущих верхушек, корней, плодов. Происходит отмирание корневых волосков, поглотительная деятельность корней значительно снижается. Поэтому даже после полива водный баланс растения восстанавливается лишь через несколько дней. Последствия такого завядания могут быть необратимыми и губительными.

На потребление воды растениями в течение вегетационного периода влияют его продолжительность и количество доступной влаги, что в свою очередь зависит от количества и распределения осадков, общего испарения и водоудерживающей способности почвы.

По мере того, как растения переходят в период быстрого роста, отмечается быстрое увеличение ежесуточного потребления влаги растениями. Максимум в потреблении влаги отмечается в фазы, когда масса растений становится наибольшей.

Водный стресс угнетает фотосинтез, неблагоприятно влияет на цветение, завязываемость, ускоряет старение листьев. Особенно большое влияние на урожай оказывает дефицит влаги во время налива семян. В этом случае усиливается опадение листьев и ускоряется созревание. Сокращение периода налива семян может оказать большее влияние на снижение урожайности, чем прямое влияние водного стресса на фотосинтез.

ТЕМА 2. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ТРАНСПИРАЦИИ И ВОДООБМЕНА РАСТЕНИЙ

Цель: освоить методы определения интенсивности транспирации и водообмена растений.

Работа 2. Определение интенсивности транспирации у срезанных листьев при помощи торзионных весов по Л.А. Иванову

Объект исследования: листья культурных растений, десятидневные проростки ржи и пшеницы.

Материалы и оборудование: торзионные весы, фены, ножницы, подставки для подвешивания растений.

Вводные пояснения. Основным методом определения интенсивности транспирации является весовой метод. Метод основан на учете изменения массы срезанного транспирирующего листа за короткие промежутки времени. При этом у растений, выросших в естественных условиях, можно определить потерю в весе 15...250 г/м² ч.

Ход работы.

Срезают лист, надевают на крючок торзионных весов. Быстро взвешивают. Таким образом взвешивают листья одного и того же яруса с пяти - десяти растений. Через 5 минут после взвешивания первого листа повторно взвешивают все листья в первоначальном порядке.

Рассчитывают количество воды, испарившейся из 1 г сырых листьев за 1 ч. В качестве варианта можно использовать различные листья или создавать экстремальные условия: сухой ветер, жару. Результаты записывают в таблицу 2.

Таблица 2 - Определение интенсивности транспирации срезанных листьев

Вариант опыта	Масса листьев, мг	Повторность										Суммарная масса 10 листьев, мг	Потеря воды 10 листьями, мг	Интенсивность транспирации, мг/г ч
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	Начальная													
	Через 5 минут													

Вывод:

Работа 3. Определение водообмена растений по величине потенциального осмотического давления и концентрации клеточного сока

Объект исследования: культурные растения.

Материалы и оборудование: рефрактометр, ручной пресс, фильтровальная бумага.

Вводные пояснения. Осмотическое давление и водоудерживающая способность - надежные физиологические показатели водного режима и засухоустойчивости растений. Величина потенциального осмотического давления у орошаемых культур всегда ниже, чем у неорошаемых. Этот показатель меняется не только в зависимости от обеспеченности растений водой, но и от возраста листьев, их месторасположения на растении.

Так как потенциальное осмотическое давление коррелирует с концентрацией клеточного сока (ККС), то для определения необходимости полива используют критические ККС исследуемых растений. Эти величины на разных этапах органогенеза у различных культур меняются.

У озимой пшеницы, например, критические ККС в онтогенезе меняются следующим образом: начало кушения - выход в трубку - 7 - 8%, выход в трубку – колошение - 8 - 10%, налив зерна 12 - 14%, созревание - 12 - 14%.

Ход работы.

Концентрацию клеточного сока и потенциальное осмотическое давление определяют рефрактометрическим методом. Для этого с опытных участков отбирают по 5 - 10 растений (с учетом фазы развития), отчленивают от них листья одного и того же яруса, плотно их скручивают и ручным прессом отжимают клеточный сок. Первую каплю сока наносят на призму рефрактометра и по его шкале устанавливают концентрацию клеточного сока (%). Перед следующим анализом ручной пресс и призму рефрактометра промывают водой и насухо вытирают. Необходимо определить концентрацию клеточного сока у листьев трех ярусов с тем, чтобы проследить распределение воды по растению. Величину потенциального осмотического давления находят по таблице 3.

Таблица 3 - Рефрактометрические показатели, концентрация и осмотическое давление клеточного сока

Показатель шкалы рефрактометра, %	Концентрация, моль	Осмотическое давление, кПа	Показатель шкалы рефрактометра, %	Концентрация, моль	Осмотическое давление, кПа
1	0,029	78,0	8	0,241	652,4
2	0,059	158,0	9	0,272	742,5
3	0,088	239,0	10	0,304	836,7
4	0,118	320,0	11	0,336	933,0
5	0,149	400,1	12	0,368	1031,2
6	0,180	483,2	13	0,400	1126,5

7	0,210	563,2	14	0,432	1224,7

Все показатели записывают в таблицу 4.

Таблица 4 – Концентрация клеточного сока и потенциальное осмотическое давление растений

Вариант опыта	Ярус листьев	Концентрация клеточного сока, %	Потенциальное осмотическое давление, кПа
	Верхний		
	Средний		
	Нижний		
	Верхний		
	Средний		
	Нижний		

Вывод:

Дата_____ Подпись преподавателя_____

**Контрольные вопросы
по разделу «Водный режим культурных растений»**

1. Водный режим пшеницы.
2. Водный режим кукурузы.
3. Водный режим зернобобовых.
4. Водный режим подсолнечника.
5. Водный режим льна.

6. Водный режим сахарной свеклы.

7. Водный режим картофеля.

РАЗДЕЛ 3. ФОТОСИНТЕЗ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Анализ структуры посева как оптической системы позволил А.А. Ничипоровичу разработать принципы оптимизации фотосинтетической деятельности растений, обеспечивающие максимально возможный КПД и выход хозяйственной части урожая. Большое значение при этом имеет морфологическое строение и ориентация листьев в пространстве. Функциональная активность фотосинтетического аппарата помимо внешних условий определяется анатомическим строением листа, типом метаболизма углерода и активностью ферментных систем. Интенсивность фотосинтеза в большинстве случаев, но не всегда, отрицательно коррелирует с площадью листьев. Относительное преимущество любого сочетания интенсивности фотосинтеза и площади листьев зависит от фазы развития, густоты посева и погодных условий. Онтогенетическая динамика от крупных листьев с низкой интенсивностью фотосинтеза в ранние фазы развития к мелким листьям с высокой интенсивностью фотосинтеза при смыкании междурядий в посевах может быть более выгодной. Подобная тенденция в некоторой степени наблюдается у зерновых, в частности кукурузы и пшеницы в сочетании с изменением положения листьев в онтогенезе от горизонтального к более эректоидному.

Повышение урожайности у современных сортов по сравнению с сортами ранней селекции обусловлено большей продолжительностью фотосинтетической деятельности, которая может быть следствием сохранения более высокой аттрагирующей способности растущих органов.

Полевые культуры сильно различаются как по скорости, так и по размерам экспорта ассимилятов из листьев. Эти отличия особенно ощутимы при сравнении C_3 - и C_4 -видов. Обнаружена также отчетливая сортовая специфика в относительных размерах дневного и ночного экспорта ассимилятов из листьев. По мере повышения освещенности и интенсивности фотосинтеза скорость и количество транспортируемых ассимилятов сильно возрастают.

Распределение ассимилятов по органам зависит от вида и условий выращивания культуры. Этот показатель находится под строгим генетическим контролем. Хотя расстояние между донором и акцептором непосредственно не влияет на рост плодоелемента, относительное расстояние конкурирующих акцепторов от донора ассимилятов в опытах с пшеницей оказывало заметное влияние на распределение ассимилятов, которое было обратно пропорционально квадрату расстояния.

В распределении ассимилятов важную роль играет также наличие развитой сосудистой системы и гормональный баланс растений играет важную роль в распределении ассимилятов по органам. При этом фитогормоны могут действовать на разных участках транспортного пути: на донорном конце (влияние на фотосинтез и загрузку флоэмы), в процессе транспорта ассимилятов по сосудам флоэмы и на акцепторном конце (воздействие на разгрузку флоэмы, процессы роста и запасаения). Так, разгрузку флоэмы можно активизировать фитогормонами, даже если это не сопряжено с усиленным ростом акцепторного органа. Индуцированный гормоном рост также может оказывать косвенное влияние на транспорт и запасаение.

ТЕМА 3: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

Цель: освоить метод количественного определения пигментов.

Работа 4. Определение содержания пигментов в листьях

Объект исследования: листья культурных растений.

Материалы и оборудование: 96% раствор спирта, кварцевый, песок, порошок мела, вазелин. Весы, ножницы, ступки с пестиками, мерные колбы на 25 мл, воронки со стеклянным фильтром, воронки, стеклянные палочки, КФК-2, насос.

Вводные пояснения. Количественное определение пигментов в листьях зависит от жизнедеятельности организма, его генетической природы. Поэтому оно может быть использовано как физиологический показатель, характеризующий онтогенетические, возрастные и генетические особенности растений. Количество пигментов отражает и реакцию растительного организма на условия произрастания. Поэтому при физиологических исследованиях часто возникает необходимость проследить за динамикой содержания хлорофилла и каротиноидов в отдельных органах.

Ход работы.

Получение спиртовой вытяжки. Навеску листьев определенного яруса (0,1...0,15 г) помещают в фарфоровую ступку, добавляют немного диоксида кальция, промытого кварцевого песка и растирают с 2...3 мл 96%-го раствора спирта. К растертой массе добавляют 4...5 мл спирта, снова растирают несколько минут. После отстаивания раствора нижнюю сторону носика ступки слегка смазывают вазелином, экстракт осторожно сливают по палочке в воронку со стеклянным фильтром и отсасывают насосом.

Перед перенесением вытяжки воронку вставляют при помощи каучуковой пробки в колбу Бунзена, соединенную с насосом. Экстракцию небольшими порциями чистого растворителя повторяют до тех пор, пока пигменты не будут извлечены полностью. Затем фильтрат переливают через сухую стеклянную воронку в мерную колбочку на 25 мл. Колбу Бунзена дважды ополаскивают небольшой порцией спирта, каждый раз сливая жидкость в мерную колбочку. Далее содержимое колбочки доводят до метки, закрывают каучуковой пробкой, тщательно взбалтывают и используют для определения концентрации пигментов.

Анализ пигментов выполняют при комнатной температуре на рассеянном свете, так как при сильном освещении может произойти фотоокисление хлорофилла. Хранят вытяжку в темном холодном месте.

Для установления концентрации окрашенных растворов на фотоэлектрокалориметре измеряют разность силы электрических токов, возникающих между двумя фотоэлементами в результате неодинаковой интенсивности световых потоков, прошедших через растворитель и раствор. Результаты определения записывают в таблицу 5.

Таблица 5 – Определение концентрации хлорофилла

Объект	Вариант опыта	Навеска листьев, мг	Объем вытяжки, мл	Показания шкалы барабана	Кол-во хлорофилла по калибровочной кривой, мг на 25 мл	Содержание хлорофилла, % массы сырых листьев

Чтобы вычислить концентрацию хлорофилла, на калибровочной кривой по оси ординат находят установленную величину оптической плотности и от нее проводят горизонтальную прямую до пересечения с кривой графика. Из точки пересечения опускают перпендикуляр на абсциссу и определяют концентрацию хлорофилла. Ее выражают в процентах массы сырых листьев. Расчет ведут по формуле: $X = 100 B / A$, где B – количество хлорофилла в вытяжке, мг; A – масса сырых листьев, взятых для анализа, мг; 100 – коэффициент для выражения в процентах.

Вывод:

Дата_____ Подпись преподавателя_____

**Контрольные вопросы
по разделу «Фотосинтез культурных растений»**

1. Фотосинтетическая деятельность растений пшеницы.
2. Формирование и функционирование фотосинтетического аппарата растений кукурузы. Оптимизация структуры посева кукурузы.
3. Посевы зернобобовых как фотосинтезирующие системы.
4. Фотосинтетическая деятельность растений подсолнечника.

5. Фотосинтетическая деятельность растений льна.
6. Формирование и активность фотосинтетического аппарата растений сахарной свеклы.
7. Формирование и функциональная активность фотосинтетического аппарата растений картофеля.

РАЗДЕЛ 4. ДЫХАНИЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Наиболее общий показатель скорости окисления – *интенсивность дыхания*, о которой можно судить по поглощению кислорода, количеству выделенного углекислого газа и окисленного органического вещества. Интенсивность дыхания и его энергетическая эффективность зависят от физиологического состояния растений и внешних условий.

Субстратом для дыхания растений может служить не только глюкоза, но также жиры белки, которые предварительно должны быть подвергнуты гидролизу. Для характеристики дыхательного субстрата используется *дыхательный коэффициент (ДК)* – отношение объема выделившегося CO_2 к объему поглощенного O_2 : $\text{ДК} = V \text{CO}_2 / V \text{O}_2$. При окислении глюкозы на 6 объемов CO_2 поглощается 6 объемов O_2 , поэтому $\text{ДК} = 1$.

При полном окислении жиров, белков и других соединений с более высокой степенью восстановленности, чем глюкоза на окисление требуется больше кислорода и ДК меньше единицы ($\text{ДК} = 0,6$). Если в качестве субстрата служат более окисленные, чем сахара соединения, например, органические кислоты, то ДК превышает единицу.

В онтогенезе дыхательная способность растений и отдельных органов не остается постоянной. Наибольшей скоростью выделения CO_2 у всех растений характеризуются молодые листья. По мере перехода листьев от импорта к экспорту ассимилятов, их дыхание постепенно снижается. Большое значение для исследования дыхания как фактора продуктивности имеет количественное разделение дыхания на две составляющие: дыхание на рост и дыхание на поддержание. Около 50% всех дыхательных затрат за период вегетации приходится именно на дыхание поддержания, а вторая половина затрат – дыхание на рост. В благоприятных условиях интенсивность дыхания листа не превышает 5 - 15% интенсивности фотосинтеза. Чем выше значение дыхательного коэффициента на рост, тем ниже эффективность превращения субстрата в структурную биомассу. По теоретическим расчетам из единицы субстрата (углеводов) синтезируется примерно 0,75 - 0,85 ед. вегетативной массы. Экспериментальные значения для целых растений варьируются от 0,65 до 0,85 ед. В углеродном балансе целого растения затраты ассимилятов на дыхание в благоприятных для роста и развития условиях составляют от 30 до 60%, т.е. на накопление биомассы расходуется лишь около половины ассимилированного углерода. Остальная часть окисляется в процессе дыхания. Образовавшиеся при этом энергетические эквиваленты и метаболиты используются в процессах, связанных с образованием биомассы растения и поддержанием ее структурной и функциональной целостности.

ТЕМА 4: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОГО ГАЗООБМЕНА

Цель: изучить метод определения интенсивность дыхания семян в закрытом сосуде.

Работа 5. Определение интенсивности дыхания семян в закрытом сосуде

Объект исследования: сухие и прорастающие семена пшеницы, гороха, подсолнечника.

Материалы и оборудование: 0,1 н. раствор барита, 0,1 н. раствор щавелевой кислоты, 1%-ный раствор фенолфталеина, весы технические, 3 конические колбы на 250 мл с притертыми пробками, снабженными трубкой с натронной известью, марлевые мешочки, бюретки.

Вводные пояснения. Метод заключается в учете количества углекислого газа, выделяемого семенами при дыхании. Процесс поглощения CO_2 баритом можно записать в виде уравнения: $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Избыток барита, не прореагировавшего с CO_2 , оттитровывают щавелевой кислотой: $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{BaC}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Ход работы.

В три конические колбы наливают по 5 мл 0,1 н. раствора барита. Колбы сразу закрывают притертыми пробками, чтобы исключить поступление углекислого газа из окружающего воздуха. Подготавливают 2 марлевых мешочка, в один из которых помещают 2,0 г сухих семян, а в другой – 4,0 г прорастающих семян. Одна колба служит контролем, семена в нее не помещают. В другую колбу с помощью тонкого шпателя подвешивают мешочек с сухими семенами на расстоянии 2 – 3 см от поверхности раствора, в третью – подвешивают точно также мешочек с прорастающими семенами. Все три колбы оставляют на час при комнатной температуре.

На протяжении опыта следует периодически осторожно покачивать колбы, чтобы разрушать пленку BaCO_3 , образующуюся на поверхности барита и препятствующую полному поглощению CO_2 .

Через 1 час вынимают мешочки с семенами из колб, вновь плотно прикрыв колбы пробками. Все три колбы, начиная с контрольной, титруют 0,1 н. раствором щавелевой кислоты в присутствии двух капель фенолфталеина до слабо-розового окрашивания, исчезающего от одной капли кислоты. Титрование следует проводить по возможности быстро.

Интенсивность дыхания рассчитывают по формуле:

$$I = \frac{(a_k - b_0) \cdot \Pi \cdot 2,2}{m} \text{ мг } \text{CO}_2 / \text{ г ч,}$$

где a_k и b_0 – количество 0,1 н. раствора щавелевой кислоты, израсходованного на титрование барита, соответственно, в контрольном и опытном вариантах, мл; Π – поправка к титру 0,1 н. раствора щавелевой кислоты; 2,2 – количество CO_2 , соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты, мг; m – масса сухих семян, г.

Результаты опыта заносят в таблицу 6, сравнивают интенсивность дыхания сухих и проросших семян, делают выводы.

Таблица 6 - Интенсивность дыхания сухих и проросших семян

Объект исследования	Навеска семян, г		Объем барита, мл	Количество щавелевой кислоты, пошедшей на титрование, мл			Интенсивность дыхания, мг CO ₂ на 1 г сухих семян за 1 ч
	сухие	проросшие		контроль	сухие	проросшие	

Вывод:

Дата _____ Подпись преподавателя _____

**Контрольные вопросы
по разделу «Дыхание культурных растений»**

1. Дыхание и общий баланс сухого вещества у растений пшеницы.
2. Дыхание и его роль в продукционном процессе растений кукурузы.
3. Дыхание и его роль в продукционном процессе зернобобовых.
4. Особенности дыхания тканей и органов подсолнечника.
5. Темновое дыхание сахарной свеклы.

6. Дыхание и его в продукционном процессе льна.
7. Дыхание и его роль в продукционном процессе картофеля.

РАЗДЕЛ 5. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Минеральное питание, как фотосинтез, является уникальным свойством растений. Эти две важнейшие функции определяют автотрофность растительного организма, строить свое тело из неорганических веществ. Отмечают, что управление корневым питанием растений легче, чем регулирование воздушного питания - усвоения CO_2 и внимание физиологов издревле приковано к оптимизации питания растений минеральными веществами, их соотношение в питательных растворах, поступлению макро- и микроэлементов по фазам роста и развития.

Значительная роль в получении гарантированно высоких урожаев принадлежит минеральным удобрениям. Реализация потенциальной продуктивности сорта (гибрида) не возможна без внесения туков и органических удобрений. Система удобрения - это программа удобрений в севообороте с учетом предшественников, плодородия почвы, климатических условий, биологических особенностей растений и сортов и др. Она разрабатывается с учетом круговорота веществ и их баланса в земледелии. Баланс питательных веществ учитывает поступление их в почву с удобрениями, суммарный расход на формирование урожая и непродуктивные потери из почвы. Она дифференцируется в процессе вегетации растений. Отмечают, что в условиях недостатка влаги фосфорные удобрения ослабляют вредное воздействие засухи за счет увеличения количества коллоидно связанной воды и повышения устойчивости коллоидов протоплазмы клеток. Кроме того, под влиянием фосфора снижаются потери воды на транспирацию в наиболее напряженные по водному балансу в полуденные часы. Растения имеют периоды максимального потребления питательных веществ. Для льна, конопли, яровых зерновых культур этот период имеет короткий срок, для картофеля, сахарной свеклы - более длительный. Имеются также «критические» периоды потребления элементов питания. В период прорастания семени растения очень чувствительны к недостатку фосфора, который способствует хорошему развитию корневой системы, в период интенсивного образования вегетативной массы - к недостатку азота. Потребность в элементах питания тесно связана с продолжительностью вегетации. Культуры и сорта с длинным периодом вегетации формируют значительно больше органического вещества, потреблять и большее количество элементов питания, чем растения с короткой вегетацией. Продолжительностью периода вегетации обусловлено не только общее потребление растениями элементов питания, но и характер, динамика их потребления.

Некорневые подкормки восполняют недостаток питательных веществ в «критические» периоды роста. Они особенно эффективны, когда почва обеднена

элементами питания из-за усиленного их вымывания или пониженной растворимости вследствие недостатка влаги, неблагоприятного значения pH почвенного раствора; низкие температуры почвы ослабляют поглощение через корни и тем самым повышают эффективность некоторых подкормок.

Считают, что увеличение урожайности обеспечивается при внесении высоких доз минеральных удобрений. Это ошибочно, но в практике это имеет место. Высокие дозы удобрений вызывают нарушение физиологических функций, снижают устойчивость растений, засоляют почву, ухудшают качество продукции, затрудняют поглощение воды растениями, снижают рост корней, нарушают условия поступления веществ в растения, способствуют нарушению питания цинком и др.

В связи с этим, необходимые нормы питательных веществ следует программировать на проектную урожайность. Еще в начале 20 в. К.А.Тимирязев (1956) писал: «Культурные растения и предъявляемые им требования - вот область науки; прибыльно удовлетворить эти потребности - задача практики».

Использование водной культуры в физиологических исследованиях позволило разработать метод выращивания растений на питательных растворах под названием *гидропоника* (“hydro” - вода и “ponos” - работа). Гидропонный метод, в зависимости от среды размещения корневой системы, подразделяют на 3 группы: водная, субстратная, аэропонная культура.

Водная культура - субстрат отсутствует, корневая система погружается в питательный раствор. Имеет различные варианты; наиболее перспективна технология тонкослойной прочной культуры (ТПК).

Субстратная культура - корневая система развивается в твердой среде: торф, древесная кора, перлит, вермикулит, цеолит, песок, гравий, минеральная вата, полистирол и др. Субстрат укладывают в виде грядок или засыпают в полимерные контейнеры. Среда для выращивания растений без почвы должна быть твердой опорой поддержания растений в вертикальном положении, не вступать в реакцию с питательным раствором, иметь малую емкость поглощения, непрерывно снабжать корни водой и растворенными в нем питательными веществами, обеспечивать доступную аэрацию корневой системы. С помощью автоматического устройства питательный раствор подается снизу в искусственный субстрат и после увлажнения опять стекает в резервуар. В этой группе методов широкое распространение получили выращивание растений на минеральной вате и торфе с периодической подачей питательного раствора капельной системой.

Аэропонная культура - подача питательного раствора к корням в виде тумана (аэрозоля). Она разработана в России в 1915 г (Арциховский В.). В настоящее время используют голландский вариант, при котором создают два слоя питательного раствора - аэрозоль поверхности и циркулирующий раствор у основания. Он обеспечивает непрерывную аэрацию и способствует быстрому корнеобразованию.

Питательный раствор должен содержать все элементы в усвояемой форме и быть физиологически сбалансированным. Общее содержание солей в питательном растворе не должно превышать 2 - 3 г/л.

ТЕМА 5: ПОСТАНОВКА ОПЫТОВ В ВОДНОЙ КУЛЬТУРЕ: ИЗУЧЕНИЕ ВАЖНЕЙШИХ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА РОСТ РАСТЕНИЙ

Цель: освоить технику проведения вегетационных опытов в водной культуре.

Работа 6. Изучение влияния элементов питания на рост растений

Объект исследования: проростки пшеницы, гороха.

Материалы и оборудование: литровые стеклянные банки, бумажные чехлы для банок, шпагат, деревянные пробки, бюретки на 50 мл, соли: KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (безводный), KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KCl , NaH_2PO_4 , NaCl , приготовленные с таким расчетом, чтобы 5 – 10 мл этого раствора соответствовали концентрации соли в нормальной смеси Хогланда-Снайдерса; навески с $\text{CaSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,5%-ный раствор цитрата железа, растворы борной кислоты и сульфата марганца. Литровые стеклянные банки, бумажные чехлы для банок, шпагат, деревянные пробки, бюретки на 50 мл.

Вводные пояснения. Исключение любого из макроэлементов приводит к нарушению структур и обмена веществ растений, торможению их роста и в последующем – к гибели. Однако видимые повреждения проявляются не сразу и не одновременно. Наиболее быстро сказывается исключение азота и кальция: первого – из-за высокой потребности в нем растущих растений, второго – из-за неспособности к повторному использованию, или реутилизации. К нереутилизируемым минеральным элементам относятся также микроэлементы, кроме бора, хлора, йода. Высокой степенью реутилизации отличаются азот, фосфор, сера, калий, в меньшей степени – магний. Поэтому недостаток перечисленных элементов проявляется в длительных опытах (более 2 недель).

Большинство питательных смесей имеет универсальный характер. Таковой является смесь Хогланда-Снайдерса. Суммарная концентрация макроэлементов в этой смеси составляет около 2000 мг/л, или 0,2% в водной культуре. Если в качестве субстрата для выращивания растений используют песок, то концентрация смеси повышается в 5 – 6 раз в связи с его малой влагоемкостью (250 мл на 1 кг песка). Кислотность (рН) свежеприготовленной питательной смеси Хогланда-Снайдерса составляет 5,5 – 5,6. В процессе роста и развития растений рН может сдвигаться в ту или иную сторону от исходного – среда корнеобитания закисляется или защелачивается. Данное обстоятельство зависит от катионо-анионного обмена между корнями растений и средой. В водных культурах сдвиг рН более заметен, чем в почвенных, где в катионо-анионном обмене участвует почвенный поглощающий комплекс (ППК).

Ход работы.

Готовят полную питательную смесь Хогланда-Снайдерса и питательные смеси с исключением азота, фосфора и калия. При исключении из питательной смеси любого элемента, связанные с им элементы вносят в эквивалентных количествах в виде солей, не содержащих исключаемый элемент.

В литровую банку наливают 700 мл водопроводной воды, поочередно вводят в нее в виде растворов все соли питательной смеси ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ вводят порошком) (таблица 7).

Таблица 7 - Полная питательная смесь Хогланда-Снайдерса и с исключением N, P и K

Соль	Полная смесь, г/л	Без N, г/л	Без P, г/л	Без K, г/л
KNO_3	0,51	-	0,51	-
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0,82	-	0,82	0,82
KH_2PO_4	0,136	0,136	-	-
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,49	0,49	0,49	0,49
KCl	-	0,38	0,07	-
NaNO_3	-	-	-	0,42
NaH_2PO_4	-	-	-	0,138
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	-	0,86	-	-

MnCl ₂ 4H ₂ O	0,00035	0,00035	0,00035	0,00035
H ₃ BO ₃	0,00055	0,00055	0,00055	0,00055
ZnSO ₄	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005
CuSO ₄	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005
MoO ₂	0,000024	0,000024	0,000024	0,000024
FeSO ₄ 7H ₂ O	0,004	0,004	0,004	0,004

После прибавления очередного раствора содержимое сосуда помешивают стеклянной палочкой. После внесения всех солей доливают водой до метки 850 или 900 мл. Закрывают банку деревянной пробкой, служащей опорой для растения. Высаживают в отверстия пробки одинаковое число выровненных проростков и закрепляют их негигроскопичной ватой.

Корни погружают в раствор, уровень которого должен быть ниже пробки в зависимости от длины корней на 1 – 5 см. Закрывают корни от света и предохраняют раствор от перегрева, для чего надевают на банку бумажный чехол. Прикрепляют этикетку, на которой простым карандашом обозначают факультет, номер группы, фамилию и вариант опыта.

Питательные растворы ежедневно продувают воздухом при помощи резиновой груши в течение 15 – 20 минут. По мере убыли питательного раствора за счет транспирации сосуда доливают водой до исходного уровня. Длительность опыта 4 недели. После прибавления очередного раствора содержимое сосуда помешивают стеклянной палочкой, затем доливают водой до метки. Закрывают банку деревянной пробкой, служащей опорой для растения. Высаживают в отверстия пробки одинаковое число выровненных проростков растений, закрепляют их кусочком негигроскопической ваты.

Корни погружают в раствор, который не должен касаться пробки, а быть ниже ее в зависимости от длины корней на 1 – 5 см.

Закрывают корни от света и предохраняют раствор от перегрева солнечным светом, для чего оборачивают банку бумажным чехлом или помещают ее в холщевый мешочек, желательно, чтобы внутренняя сторона была черная, наружная – белая. Прикрепляют этикетку, на которой простым карандашом обозначают № группы, фамилию и вариант опыта.

Ежедневно раствор в банках продувают 3 – 5 минут с помощью резиновой груши. По мере надобности доливают воду до метки. Опыт длится 4 недели.

Результаты опыта записывают в таблицу 8.

Таблица 8 - Влияния элементов питания на рост растений

Состав питательной смеси	Высота растений, см	Число листьев, шт.	Масса надземной части, г/сосуд		Масса корней, г/сосуд		Отношение массы надземной части к массе корней	Внешний вид растений (окраска верхних и нижних листьев, характер повреждений)	Число устьиц в поле зрения
			сырой	сухой	сырых	сухих			
Полная									
Без N									
Без P									
Без K									

Вывод:

Дата _____ Подпись преподавателя _____

Контрольные вопросы
по разделу «Минеральное питание культурных растений»

1. Минеральное питание пшеницы. Накопление и распределение азота в растениях пшеницы.
2. Минеральное питание кукурузы.
3. Минеральное питание зернобобовых. Азотфиксация и метаболизация азота в растениях зернобобовых.
4. Минеральное питание подсолнечника.
5. Минеральное питание сахарной свеклы.
6. Минеральное питание льна.
7. Минеральное питание картофеля.

РАЗДЕЛ 6. РОСТ И РАЗВИТИЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Интеграция роста отдельных частей и органов происходит в соответствии с его генетической программой роста и развития. Рост растения обеспечивается единством обмена веществ, разнообразными механизмами взаимосвязи органов, тканей и клеток, разнокачественностью осевых (стебли и корни) и метамерных (листья и побеги) органов.

Взаимодействие частей растительного организма основано на круговороте воды и минеральных соединений, поступающих из почвы, и органических веществ, синтезируемых в листьях, корнях и других органах растения. Эти взаимодействия обеспечивают рост целостного растения, создают условия для закладки и формирования репродуктивных органов, семян и плодов. В системах регуляции растения особую роль выполняют верхушки побега и корня - главные доминирующие центры, а также листовой аппарат - третий доминирующий центр, активно участвующие в синтезе и круговороте трофических и гормональных веществ. Взаимодействие этих трех центров определяет целостность растительного организма в онтогенезе, особенности его фенотипа в конкретных почвенноклиматических и агротехнических условиях.

В природе встречаются различные сочетания процессов вегетативного роста и репродуктивного развития. У семенных растений *генеративное* развитие обычно задерживает рост. Озимая пшеница при весеннем посеве сильно кустится, образует большую массу, но не формирует стебель. Прошедшие яровизацию растения имеют ограниченное кущение, но цветут и образуют зерно.

Растения длинного дня (горчица, люпин и др.) в условиях длинного дня интенсивно растут и рано зацветают, а при коротком дне растут медленно и поздно зацветают. Растения короткого дня (конопля, соя и др.) в условиях длинного дня интенсивно растут, но не цветут, а в условиях короткого дня растут медленно и рано зацветают. У поликарпических многолетних травянистых и древесных растений генеративное развитие не останавливает рост, который продолжается благодаря наличию плодовых, но и вегетативных почек.

Вегетативный рост также задерживает генеративное развитие. Избыточное азотное питание, стимулируя вегетативный рост многих растений, задерживает образование цветков и плодов. Усиленный рост ботвы задерживает развитие клубней картофеля, топинамбура, корнеплодов свеклы, брюквы, турнепса. Усиленный рост у

луковичных растений ослабляет формирование луковиц, а быстрое образование и усиленный рост луковиц снижают облиственность растений.

Одна из важнейших задач агротехники - обеспечение в посевах наиболее рационального распределения по вегетативным и генеративным органам растений фотоассимилятов и метаболитов.

В одновидовых и разновидовых посевах и насаждениях растений складываются отношения взаимопомощи и конкуренции за факторы роста. В густом посеве под влиянием конкуренции между растениями усиливается мобилизация запасных веществ на формирование зерна. Продуктивность фитоценозов зависит от морфофизиологических особенностей составляющих их растений. В многокомпонентных фитоценозах растения, имеющие даже более высокую удельную активность фотосинтеза, но потребляющие ассимиляты преимущественно на гетеротрофные ткани и органы, как правило, менее урожайны, чем растения, у которых значительная часть ассимилятов используется на новообразование фотосинтетического аппарата. Поэтому оптимизация морфофизио-логического типа растений для высокопродуктивных посевов является задачей физиологов и селекционеров. Отмечают, что короткостебельные сорта пшеницы в Заволжье в засушливые годы сильнее снижают урожайность, чем сорта с длинным стеблем, т.к. фонды ассимилятов, реутилизируемые при наливе зерна, у коротко стебельных сортов ограничены.

При росте урожайности снижается сахаристость у сахарной свеклы, белковистость зерна у хлебных злаков, крахмалистость клубней картофеля, сахаристость ягод и винограда и др. Чтобы регулировать этот процесс следует программировать нормы удобрений под проектную урожайность.

ТЕМА 6: РОСТ И ЕГО ЗАКОНОМЕРНОСТИ

Цель: 1) изучить зависимость силы роста от массы семян (зерновок), метеорологических условий года получения урожая, длительности хранения семян, 2) выяснить, что морфологические признаки метамерных органов (листьев, междоузлий стебля) закономерно изменяются в зависимости от яруса побега.

Работа 7. Определение силы роста семян методом морфофизиологической оценки проростков

Объект исследования: зерновки пшеницы разных лет уборки урожая (крупная, средняя и мелкая фракции семян).

Материалы и оборудование: полоски полиэтиленовой пленки и фильтровальной бумаги, шпагат, метеорологические данные трех последних лет.

Вводные пояснения. Процесс прорастания семян, сопровождаемый образованием органов (корней, побегов) будущего взрослого растения зависит от комплекса внутренних (вид растения, количество запасных веществ, зрелость и выполненность семян) и внешних (температура, влажность среды, пораженность фитопатогенами) факторов. Кроме этого на процесс прорастания оказывают влияние сроки хранения семян. Морфофизиологическая оценка представляет собой измерение следующих параметров органов прорастающих семян: у корней: количество корней, длина, внешнее состояние, масса; у coleoptily: длина, состояние, масса.

Наиболее полно истинные посевные качества семян характеризуются силой

роста, т.е. способностью проростков к быстрому, дружному прорастанию и интенсивному росту. Для посева используют семена с силой роста не менее 80%.

Силу роста определяют путем проращивания семян в рулонах и выражают в процентах относительной доли сильных проростков к общему числу семян в пробе.

Ход работы.

Для каждого варианта берут полоску полиэтиленовой пленки размером 60х15 см, накрывают ее такой же полоской фильтровальной бумаги, смоченной в воде. Во всю длину проводят линию карандашом на расстоянии 5 см от верхнего края. На эту линию укладывают 50 семян зародышем вниз на расстоянии 1 см одно от другого. Накрывают семена по всей длине второй полоской фильтровальной бумаги, смоченной в воде, ширина которой 5 см, свертывают в рулон, связывают шпагатом, снабжают этикеткой и ставят вертикально в сосуд, на дно которого налита вода. Проращивают семена в темноте в течение 7 дней при температуре 20⁰С. Затем разворачивают рулон, оценивают проростки по пятибалльной шкале, определяют сырую массу надземной части и корней для всех 50 проростков вместе.

Качество проростков оценивают по следующей шкале.

<i>Сильные проростки</i>	<i>Балл</i>
Длина ростка превышает 5 см, лист вышел из колеоптиля или равен его длине, число зародышевых корешков пять и более	5
Длина ростка не менее 4 см, лист в колеоптиле превышает 3/4 его размера, число зародышевых корешков не менее 4	4
Длина ростка не менее 2,5 см, лист в колеоптиле более 1/2 его размера, число зародышевых корешков не менее трех	3

<i>Слабые проростки</i>	<i>Балл</i>
Длина ростка менее 2,5 см, лист в колеоптиле менее 1/2 длины колеоптиля, число зародышевых корешков два и более	2
Росток по длине менее двух длин зерновки, число зародышевых корешков два и более	1
Результаты наблюдений записывают в форме таблицы.	

Силу роста семян выражают в процентах сильных проростков к общему числу семян в пробе. Делают выводы о влиянии условий выращивания и длительности хранения семян на силу роста.

Кроме того, учитывают количество ненормально проросших и непроросших (набухших, загнивших твердых) семян. Результаты наблюдений записать в таблицу 9 по приведенной форме.

Таблица 9 - Морфофизиологическая оценка проростков

Вариант опыта	Оценка в баллах					Сумма баллов	Сила роста, %	Сырая масса, г		Отношение массы надземной части к массе корней
	5	4	3	2	1			надземной части	корней	

Вывод:

Работа 8. Наблюдение ярусной изменчивости морфологических признаков

Объект исследования: растения пшеницы (ячменя) в фазе колошения или цветения.

Материалы и оборудование: линейки, миллиметровая бумага.

Вводные пояснения. Морфологические признаки метамерных органов (листьев, междоузлий стебля) закономерно изменяются в зависимости от яруса побега. Это хорошо прослеживается при сравнении размеров и формы листьев или длины междоузлий разных ярусов. От нижних к верхним ярусам побега размеры листьев сначала увеличиваются, а затем, достигнув определенного максимума, начинают уменьшаться. У некоторых видов растений (хлопчатник, томат и др.) закономерно изменяется и рассеченность листовых пластинок. При графическом выражении ярусной изменчивости получается одновершинная кривая.

Ход работы.

У растений пшеницы или ячменя, находящихся в фазе колошения (или цветения) и, следовательно, сформировавших листья всех ярусов, определяют площадь листьев в качестве показателя метамерной изменчивости. Для этого у листа каждого яруса измеряют ширину основания пластинки и ее длину. Затем рассчитывают площадь листьев (см²) по формуле $S = 2/3 kx$, где k – ширина основания листа, см; x – длина пластинки, см.

На миллиметровой бумаге вычерчивают графики, на которых отражают изменение площади листьев в зависимости от яруса побега. По оси абсцисс откладывают номер яруса, считая снизу, а по оси ординат – площадь листьев.

Зарисовать графики изменения площади листьев в зависимости от яруса побега:

Вывод:

Дата _____ Подпись преподавателя _____

**Контрольные вопросы
по разделу «Рост и развитие культурных растений»**

1. Морфологические особенности, рост и развитие пшеницы.
2. Морфологические особенности, рост и развитие кукурузы.
3. Морфологические особенности, онтогенез, рост и развитие растений зернобобовых.
4. Морфологические особенности, рост и развитие растений подсолнечника.
5. Морфологические особенности, онтогенез, рост и развитие растений льна.
6. Морфологические особенности, онтогенез, рост и развитие растений сахарной свеклы.
7. Морфологические особенности, рост и развитие растений картофеля.

**РАЗДЕЛ 7. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ
РАСТЕНИЙ**

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от устойчивости к неблагоприятным факторам среды. Теплолюбивые растения и растения короткого дня характерны для южных широт, менее требовательные к теплу и растения длинного дня - для северных. Влаголюбивые растения ближе к водоемам, теневыносливые - под пологом леса и др.

Адаптация (приспособление) растений к конкретным условиям среды обеспечивается за счет физиологических механизмов (физиологическая адаптация), а у популяции организмов (вида) - генетическая адаптация. Генетическая приспособленность обеспечивает отношение растений к смене сезонов года.

При действии неблагоприятных условий снижения физиологических процессов и функций может достигать критических уровней, не обеспечивающих реализацию генетической программы онтогенеза, нарушаются энергетический обмен, системы регуляции, белковый обмен и др. При воздействии на растение неблагоприятных факторов (стрессов) в нем возникает напряженное состояние, отклонение от нормы - *стресс*. Выделяют три группы факторов, вызывающих стресс у растений: *физические* - недостаточная или избыточная влажность, освещенность, температура, радиоактивное излучение, механические воздействия; *химические* - соли, газы, ксенобиотики (гербициды, инсектициды, фунгициды, промышленные отходы и др.); *биологические* - поражение возбудителями болезней и вредителей, конкуренция с другими растениями, влияние животных, цветение, созревание плодов.

Растения отвечают на действие стрессора снижением своей функциональной активности. Наблюдается редукция или опадение заложившихся ранее плодоземелетов в колосе (метелке) зерновых, в кусте хлопчатника, достигающая 60 - 80% и более. При неблагоприятных условиях резко ускоряются процессы старения и опадения нижних листьев, а питательные вещества из них направляются в молодые органы (реутилизация). При действии неблагоприятных условий в растениях резко возрастает содержание этилена и АБК, снижающих обмен веществ, тормозящих ростовые процессы, способствующих старению и опадению органов, переходу растений в состояние покоя. В условиях длительного и сильного стресса гибнут те растения, у которых более узкая генетически обусловленная норма реакции на данный экстремальный фактор. Уровень устойчивости популяции (сорта) к фактору или группе

факторов определяется устойчивостью составляющих популяцию индивидуумов (биотипов). Наиболее устойчивые сорта имеют в своем составе ряд биотипов, обеспечивающих хорошую продуктивность сорта даже в неблагоприятных условиях.

В невысоких дозах повторяющиеся стрессы - низкие температуры, недостаток воды и др., - способствуют закаливанию растений, их адаптации к стрессору. Фаза развития - определяющий фактор устойчивости. Молодые растения в фазу всходов чувствительны к снижению температуры. Поэтому выявлены оптимальные сроки посева культур, обеспечивающие избежать попадания растений в условия пониженных и низких температур. При высоких уровнях напряженности стрессора происходят нарушения реакции основных метаболических процессов - нуклеиновый обмен, активность ферментных систем и др., - нарушаются межклеточные связи. Все это приводит к деградации физиологических функций, снижению продуктивности, а в крайних условиях - к гибели растения.

ТЕМА 7: ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Цель: освоить метод определения засухоустойчивости растений проращиванием семян на растворах сахарозы.

Работа 9. Определения засухоустойчивости растений проращиванием семян на растворах сахарозы.

Объект исследования: семена пшеницы, проса, гороха, вики, кукурузы, ячменя.

Материалы и оборудование: растворы сахарозы с осмотическим давлением 1000, 1400, 1800 кПа; чашки Петри, фильтровальная бумага, термостат.

Вводные пояснения. Способность растений на первых этапах развития экономно использовать влагу в условиях недостаточного водоснабжения служит одним из важных биологических и хозяйственно полезных признаков сорта. Определяя количество проросших семян на растворах с высоким осмотическим давлением, имитирующем условия физиологической сухости почвы, представляется возможным установить на ранних этапах онтогенеза относительную засухоустойчивость видов и сортов.

Ход работы.

В чашках Петри на фильтровальной бумаге проращивают по 50 семян в трех повторностях. Фильтровальную бумагу увлажняют раствором сахарозы с осмотическим давлением 1000, 1400. и 1800 кПа. Подсчет проросших семян осуществляют на третий и седьмой день. Чем устойчивее сортообразец, тем выше количество проросших семян на больших концентрациях сахарозы, тем больше длина корешков и проростков. Результаты опыта записывают в таблицу 10.

Таблица 10 – Определение засухоустойчивости культурных растений

Вариант опыта	Число семян, проросших на 3-й день	Число семян, проросших на 7-й день

Вывод:

Дата _____ Подпись преподавателя _____

Контрольные вопросы
по разделу «Приспособление и устойчивость культурных растений»

1. Зимостойкость озимой пшеницы. «Истекание» зерна пшеницы (энзимо-микозное истощение семян - эмис). Полегание пшеницы.
2. Холодостойкость и засухоустойчивость кукурузы.
3. Холодостойкость и засухоустойчивость подсолнечника.
4. Холодостойкость и засухоустойчивость зернобобовых.
5. Холодостойкость и засухоустойчивость льна.
6. Холодостойкость и засухоустойчивость сахарной свеклы.
7. Холодостойкость и засухоустойчивость картофеля.

Библиографический список

1. Кошкин, Е. И. Частная физиология полевых культур: учебник для ВУЗов [Текст] / Е. И. Кошкин, Гатаулина. – М. : КолосС, 2005 год – 344 с.
2. Кошкин, Е. И. Физиология устойчивости с/х культур [Текст] / Е. И. Кошкин. – М. : Дрофа, 2010. – 638 с.
3. Кузнецов, В. В. Физиология растений в 2 т. Том 1 [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 437 с. – ЭБС «ЮРАЙТ».
4. Кузнецов, В. В. Физиология растений в 2 т. Том 2 : учебник для академического бакалавриата / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 459 с. – ЭБС «Юрайт».
5. Кузнецов, В. В. Физиология растений [Текст] / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М. : Высшая школа, 2005. – 736 с.
6. Практикум по физиологии растений [Текст] / Н. Н. Третьяков // под ред. проф. Н. Н. Третьякова. – М. : КолосС, 2003. – 271 с.
7. Физиология растений [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / Кузнецов В. В., Дмитриева Г.А. – Электрон. текстовые данные. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – 459 с. – ЭБС ЮРАЙТ.
8. Якушкина, Н. И. Физиология растений [Текст] / Н. И. Якушкина. – М. : ВЛАДОС, 2005. – 463 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Раздел 1. Физиологические основы продукционного процесса	4
Работа 1. Биологический контроль за формированием элементов продуктивности у зерновых культур (по Ф.М. Куперман). Прогнозирование урожайности.	6
Раздел 2. Водный режим культурных растений	10
Работа 2. Определение интенсивности транспирации у срезанных листьев при помощи торзионных весов по Л.А. Иванову	11
Работа 3. Определение водообмена растений по величине потенциального осмотического давления и концентрации клеточного сока	12
Раздел 3. Фотосинтез культурных растений	14
Работа 4. Определение содержания пигментов в листьях	50
Раздел 4. Дыхание культурных растений	17
Работа 5. Определение интенсивности дыхания семян в закрытом сосуде	17
Раздел 5. Минеральное питание культурных растений.	20
Работа 6. Изучение влияния элементов питания на рост растений	21
Раздел 6. Рост и развитие культурных растений.	24
Работа 7. Определение силы роста семян методом морфофизиологической оценки проростков	25
Работа 8. Наблюдение ярусной изменчивости морфологических признаков.	26
Раздел 7. Приспособление и устойчивость культурных растений	28
Работа 9. Определения засухоустойчивости растений проращиванием семян на растворах сахарозы.	29
Библиографический список	30

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

Экофизиология культурных растений

**Рабочая тетрадь с методическими указаниями
направление подготовки**

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Рязань – 2025 г.

Антипкина, Л.А. Экофизиология культурных растений: Рабочая тетрадь с методическими указаниями. Направление подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение. - Рязань: РГАТУ, 2025. – 24 с.

В рабочей тетради с методическими указаниями, предназначенной для магистров по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, рассмотрены методы изучения приспособления и устойчивости культурных растений, которые позволяют закрепить теоретические знания студентов по дисциплине «Экофизиология культурных растений».

Рабочая тетрадь с методическими указаниями содержит теорию, контрольные вопросы и список литературы.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой

Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Лукьянова О.В.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Экофизиология культурных растений изучает физиологические процессы, протекающих в культурных растениях, которые могут активно изменяться под влиянием экологических факторов, стресса и регулироваться человеком в направлении повышения продуктивности растений.

Объектом изучения экофизиологии культурных растений служит культурное растение.

Целью лабораторных занятий по экофизиологии культурных растений является закрепление и расширение знаний магистров по теоретическому курсу. Постановка опытов способствует тому, что магистры приобретают навыки экспериментальной работы, овладевают методами исследования в области экофизиологии культурных растений. Кроме того, лабораторные занятия по экофизиологии культурных растений прививают магистрам навыки и интерес к научно-исследовательской работе.

В рабочей тетради с методическими указаниями изучаемые разделы кратко описаны теоретически, указана тема и цель каждого лабораторного занятия, дано описание выполняемых работ, контрольные вопросы, рекомендуемая литература.

Рабочая тетрадь с методическими указаниями по дисциплине «Экофизиология культурных растений» составлена для магистров по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение очной и заочной формам обучения.

РАЗДЕЛ 1. ФИЗИОЛОГИЯ СТРЕССА

Стресс - это интегральный (лат. *integer* - цельный, единый) неспецифический ответ растения на повреждающее действие, направленный на выживание организма за счет мобилизации и формирования защитных систем. Способность растения переносить действие неблагоприятных факторов и давать в таких условиях потомство называется *устойчивостью* или **стресс-толерантностью** (лат. *tolerantia* - терпение).

Неблагоприятные факторы среды называют стрессорами, а реакцию организма на любые отклонения от нормы – стрессом.

По Г. Селье стресс проходит 3 фазы: 1) тревоги; 2) резистентности (адаптации); 3) истощения (ресурсов надежности).

Действию стрессорных факторов подвергаются не только дикие, но и культурные растения. Любой экстремальный фактор оказывает отрицательное влияние на рост, накопление биомассы и урожай. Поэтому иногда говорят еще об агрономической устойчивости.

Агрономическая устойчивость - способность организмов давать высокий урожай в неблагоприятных условиях. Степень снижения урожая под влиянием стрессорных условий является *показателем устойчивости* растений к ним. Устойчивость является конечным результатом адаптации.

Адаптация (позднелат. *adaptio* - приспособление, прилаживание) - это генетически детерминированный процесс формирования защитных систем, обеспечивающих повышение устойчивости и протекание онтогенеза в ранее неблагоприятных для него условиях. Адаптация включает в себя все процессы (анатомические, морфологические, физиологические, поведенческие, популяционные и др.) от самой незначительной реакции организма на изменение внешних или внутренних условий, которая способствует повышению устойчивости, до выживания конкретного вида. Сохранение жизни на Земле является результатом непрерывной адаптации живых существ.

Защита от неблагоприятных факторов среды у растений обеспечивается особенностями анатомического строения (кутикула, корка, механические ткани и т.д.), специальными органами защиты (жгучие волоски, колючки), двигательными и физиологическими реакциями, выработкой защитных веществ (смола, фитонциды, токсины, защитных белков).

Урожайность сельскохозяйственных культур в природных условиях во многом определяется уровнем их устойчивости к действию абиотических и биотических стрессоров, адаптивным потенциалом. Оценка устойчивости растений к экстремальным факторам (холоду, морозу, засухе, жаре, засоленности) важна для селекционной и агрономической практики.

Наиболее надежные методы оценки устойчивости растений к экстремальным факторам - прямые полевые и вегетационные методы. Однако большая трудоемкость и продолжительность этих методов вынуждает исследователей применять разнообразные ускоренные лабораторные или лабораторно-полевые методы диагностики устойчивости растений.

ТЕМА 1. ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ ЦИТОПЛАЗМЫ И ОТВЕТНЫЕ РЕАКЦИИ КЛЕТКИ НА ПОВРЕЖДАЮЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Цель: познакомиться со свойством живой цитоплазмы – избирательной проницаемостью (полупроницаемостью). Изучить действие химических веществ на изменение проницаемости цитоплазматических мембран клетки.

Работа 1. Наблюдение признаков повреждения клетки (повышение сродства к красителям; оструктурирование цитоплазмы и ядра).

Объект исследования: корнеплод красной столовой свеклы.

Материалы и оборудование: луковица лука с белыми чешуями, раствор нейтрального красного (1 : 1000), 1 М раствор KNO_3 , 10%-й раствор NH_4OH . Химические стаканы на 100 мл, микроскопы, предметные и покровные стекла, пинцеты, стеклянные палочки.

Вводные пояснения. Цитоплазма обладает сложной прижизненной структурой, с которой связаны ее свойства и функции. Важнейшее из этих свойств - избирательная проницаемость. Живая цитоплазма не удерживает в себе витальные красители, которые через нее свободно проходят в вакуоль и окрашивают клеточный сок.

После гибели или повреждения клетки красители задерживаются в самой цитоплазме в результате изменений нативной (прижизненной) структуры белков. Цитоплазма приобретает соответствующую окраску.

Ход работы.

Кусочек эпидермиса чешуи непигментированной луковицы лука выдерживают в слабом растворе нейтрального красного в течение 20 мин. После окрашивания кусочек эпидермиса помещают на предметное стекло в каплю воды, накрывают покровным стеклом и рассматривают под микроскопом сначала при малом, а затем при среднем увеличении.

У живых клеток вакуоли окрашиваются нейтральным красным в малиновый цвет, цитоплазма и ядро не окрашиваются. У мертвых клеток цитоплазма и ядро окрашиваются этим красителем. Не снимая препарат со столика микроскопа, фильтровальной бумагой отсасывают воду из-под покровного стекла и вводят под него каплю 1 М раствора KNO_3 . После этого наблюдается плазмолиз клеток, накопивших краску в вакуолях, следовательно, клетки живые.

Чтобы проследить за изменениями в клетке при ее повреждении и гибели, применяют сильный яд - аммиак. Из-под покровного стекла KNO_3 отсасывают и заменяют каплей 10%-го раствора аммиака. Окраска среза становится желтой, так как в присутствии аммиака кислая реакция клеточного сока изменилась на щелочную (в щелочной среде нейтральный красный имеет желтый цвет). В погибших под действием аммиака клетках цитоплазма и ядро приобретают видимую в микроскоп структуру и окрашиваются в желто-бурый цвет.

Зарисовывают: живые клетки лука, накопившие нейтральный красный в вакуолях; эти же клетки, плазмолизированные в 1 М растворе KNO_3 ; клетки лука с оструктурированными и окрашенными цитоплазмой и ядром, убитые аммиаком. Делают выводы по результатам работы.

Рисунок:

Живые клетки

Мертвые клетки

Вывод:

Дата _____ Подпись преподавателя _____

***Контрольные вопросы
по разделу «Физиология стресса»***

1. Адаптивное значение защитных механизмов растений. Концепция «адаптивности» среды. Общие принципы устойчивости растений.
2. Адаптация - физиологическая и генетическая. Надежность растительного организма. Системы стабилизации и системы репарации.
3. Механизмы гомеостаза, принцип избыточности, принцип гетерогенности равнозначных компонентов.
4. Обеспечение защиты особенностями анатомического строения, специальными органами защиты, двигательными и физиологическими реакциями, выработкой защитных веществ.
5. История возникновения и развития учения о стрессе. Работы Г. Селье, Н. Е. Введенского, Д. Н. Насонова, В. Я. Александрова, Д. М. Гродзинского.
6. Стадии стрессового процесса. Отличия стресса растений от стресса животных. Основные группы стрессовых факторов. Соппротивляемость растений и её зависимость от фазы онтогенеза.
7. Механизмы стресса на клеточном уровне. Учение Н. Е. Введенского о парабиозе, учение Д. Н. Насонова и В. Я. Александрова о паранекрозе. Первичные, неспецифические реакции при стрессе.
8. Адаптационный синдром и его каскадный характер. Специфические реакции на стрессовые факторы.
9. Стрессовые белки, их общая характеристика.
10. Роль гормонов в стрессовых реакциях. Роль низкомолекулярных белков, пептидов и пролина в защите клетки при стрессе.
11. Механизмы стресса на организменном и популяционном уровнях.
12. Роль трофических, электрофизиологических и гормональных корреляций в определении степени продуктивности при стрессе.
13. Роль регенерации в восстановлении и замене поврежденных органов. Состояние покоя, как способ преодоления стресса.
14. Морфологические типы приспособлений организмов для защиты от стрессовых факторов.
15. Механизмы стресса на популяционном уровне. Выживаемость особей в условиях длительного и сильного стресса.
16. Роль генетической адаптации в формировании устойчивой популяции.
17. Роль функциональных адаптаций и их эволюции в устойчивости популяций к стрессу. Классификация функциональных адаптаций.

РАЗДЕЛ 2. ЖАРОСТОЙКОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Жароустойчивость - это способность растений переносить действие высоких температур, перегрев.

По жароустойчивости выделяют 3 группы растений:

1. *Жаростойкие* – сине-зеленые водоросли и бактерии горячих минеральных источников, переносят температуру до 75 - 100°C. У этих растений повышенный уровень метаболизма, специфические белки.
2. *Жаровыносливые* – растения пустынь и сухих мест обитания (суккуленты, кактусы), выдерживают температуру до 50 - 65°C. Эти растения имеют повышенную вязкость цитоплазмы и содержат в клетках связанную воду, у них пониженный обмен веществ.
3. *Нежаростойкие* – мезофитные и водные растения. Мезофиты открытых мест переносят кратковременное действие температур 40 - 47°C, затененных мест - около 40 - 42°C, водные растения – до 38 - 42°C. Наиболее жаровыносливы с/х растения южных широт – сорго, рис, хлопчатник, клеверина и др.

Высокая температура губительно действует на организм: повреждаются мембраны и белки, нарушается обмен веществ, накапливаются азотистые соединения и др. ядовитые промежуточные продукты обмена, что приводит к гибели клеток.

ТЕМА 2. ЖАРОСТОЙКОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Цель: уяснить основные физиологические и биохимические свойства клетки, определяющие устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. Познакомиться с важнейшими видами засухоустойчивости и методами диагностики.

Работа 2. Определение вязкости протоплазмы клеток растений сортов, различающихся по жаростойкости.

Вводные пояснения. При воздействии высоких температур клетки растений с высокой вязкостью и эластичностью протоплазмы способны противостоять повреждающим воздействиям в большей степени, чем клетки с протоплазмой незначительной вязкости и эластичности. Степень вязкости протоплазмы можно определить по времени, в течение которого вогнутый плазмолиз переходит в выпуклый.

Объект исследования: листья алоэ, эпидермиса лука.

Материалы и оборудование: объекты исследований, нейтральный красный (1:5000), фильтровальная бумага, 1 М раствор сахарозы, вазелин. Лезвия бритвы, предметные и покровные стекла, микроскопы, препаровальные иглы, часовые стекла или баночки с крышками на 50. ..100 мл.

Ход работы.

Готовят поперечный срез листа (листа алоэ, эпидермиса лука или листьев другого мезофита), помещают на часовое стекло и в течение 5 ...10 мин окрашивают нейтральным красным (1:5000). После промывания срезы подсушивают фильтровальной бумагой и переносят на предметное стекло в каплю 1 М раствора сахарозы. Накрывают срезы покровным стеклом, края которого смазывают вазелином, чтобы избежать испарения воды. Наблюдая за срезами под микроскопом, отмечают время наступления вогнутого и выпуклого плазмолизиса. По времени появления выпуклого плазмолизиса судят о степени вязкости протоплазмы. Чем выше вязкость протоплазмы, тем выше жаростойкость. Определение считают окончанным, если выпуклый плазмолиз обнаружен у 90 – 95% клеток. Результаты опыта записывают в таблицу 1.

Таблица 1 – Вязкость протоплазмы клеток растений

Вид растения	Время наступления выпуклого плазмолиза	Относительная вязкость протоплазмы

Вывод:

Работа 3. Определение устойчивости растений к экстремальным воздействиям по степени повреждения хлорофиллоносных тканей.

Вводные пояснения. Один из наиболее простых наглядных методов диагностики состояния растений основан на образовании феофитина при действии различных повреждающих факторов. Суть метода заключается в том, что разрушающиеся мембраны изменяют свойства, полупроницаемость и кислый клеточный сок проникает внутрь хлоропластов. Ион водорода вытесняет ион магния из молекулы хлорофилла, превращая последний в феофитин - вещество бурого цвета. Чем больше повреждены ткани, тем больше образуется бурых пятен.

Объект исследования: листья растений, различающиеся по жаростойкости.

Материалы и оборудование: 0,2 н. раствор соляной кислоты. Водяная баня, термометр, кристаллизаторы с холодной водой, пинцеты.

Ход работы.

В водяной бане поддерживают температуру 40 °С. В воду опускают листья испытуемых на жаростойкость растений. Первую пробу извлекают из бани через 30 мин и временно переносят в кристаллизатор с холодной водой. Затем температуру в бане поднимают на 5°С через каждые 10 мин. Берут вторую пробу и также переносят в холодную воду. Постепенно температуру воды доводят до 60°С, забирая пробы через каждые 5°С, после чего пробы извлекают из воды и помещают в бюксы с 0,2 н. раствором соляной кислоты.

Через 20 мин учитывают результаты. Живые листья растений остаются зелеными, а мертвые буреют (у растений с кислым клеточным соком побурение происходит без обработки соляной кислотой). Чем сильнее поврежден лист высокой температурой, тем скорее и в большем числе появляются на нем бурые пятна от образовавшегося феофитина. Время появления пятен и их число служат критерием большей или меньшей жаростойкости. У растений с кислым клеточным соком побурение может происходить без обработки соляной кислотой, т.к. клеточный сок проникает в мертвую протоплазму и под действием его кислот происходит образование феофитина. Результаты опыта записывают в таблицу 2 (крестиком отмечают температуру первых признаков и полного побурения).

Таблица 2 – Влияние температуры на степень повреждения хлорофиллоносных тканей

Вариант опыта	Температура, °С				
	40	45	50	55	60

Вывод:

Дата _____ Подпись преподавателя _____

**Контрольные вопросы
по разделу «Жаростойкость культурных растений»**

1. Повышенные температуры, как экологический фактор. Географические зоны распространения термофильных растений.
2. Морфологические и физиологические механизмы адаптации культурных растений к повышенным температурам.
3. Повреждающее действие высоких температур. Депрессия фотосинтеза. Изменение характера транспирации и водного баланса растений.
4. Защитные механизмы на действие теплового шока. Термостабильность ферментов. Изменения структуры РНК. Изменения в структуре мембран.
5. Белки теплового шока. Условия, способствующие синтезу БТШ. Функции БТШ.
6. Классификация БТШ.
7. Высокая специфичность поздних БТШ к высокотемпературному стрессу. Роль шаперонов в стабилизации клеточных структур при высокотемпературном стрессе.

РАЗДЕЛ 3. ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Засухоустойчивость - это способность растений переносить длительные засушливые периоды, значительный водный дефицит, обезвоживание клеток, тканей и органов.

Засуха – это длительный бездождливый период, сопровождаемый снижением относительной влажности воздуха, влажности почвы и повышением температуры, когда не обеспечиваются нормальные потребности растений в воде.

Недостаток воды в тканях растений возникает в результате превышения ее расхода на транспирацию, по сравнению с поступлением из почвы и растения завядают.

Различают 2 вида завядания: *временное* и *глубокое*. Причина *временного завядания* – атмосферная засуха, характеризующаяся высокой температурой и низкой относительной влажностью воздуха (10 – 20%), когда при наличии доступной воды в почве эта вода не успевает поступать в растение и компенсировать ее расход, обычна весной. Тургор листьев восстанавливается в вечерние и ночные часы, снижается фотосинтез.

Глубокое завядание наступает, когда в почве почти нет доступной для корней воды, что приводит к иссушению и гибели растений (почвенная засуха). Даже утром наблюдается дефицит воды в тканях растения. Снижается активность синтетических ферментов и активность гидролитических ферментов. Наблюдается в середине или в конце лета.

По отношению к воде выделяют следующие экологические группы растений: 1) *ксерофиты* – растения засушливых мест обитания (*суккуленты* – запасают воду (кактусы, алоэ, очитки и др.), *тонколистные ксерофиты* – имеют развитые приспособления для добывания воды (полынь, верблюжья колючка и др.), *жестколистные ксерофиты* – переносят засуху в состоянии анабиоза (ковыль, перекати-поле и др.), *эфмеры (ложные ксерофиты)* – избегают засуху благодаря короткому жизненному циклу); 2) *мезофиты* – растения умеренного климата, обитающие в среде со средним уровнем обеспеченности водой. К этой группе принадлежит большинство сельскохозяйственных растений умеренного климата; 3) *гигрофиты* – растения увлажненных мест обитания – неустойчивы к засухе.

ТЕМА 3: ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Цель: познакомиться с методами определения засухоустойчивости культурных растений.

Работа 4. Определение засухоустойчивости растений проращиванием семян на растворах сахарозы.

Вводные пояснения. Способность растений на первых этапах развития экономно использовать влагу в условиях недостаточного водоснабжения служит одним из важных биологических и хозяйственно полезных признаков сорта. Определяя количество проросших семян на растворах с высоким осмотическим давлением, имитирующем условия физиологической сухости, представляется возможным определить на ранних этапах онтогенеза относительную засухоустойчивость видов и сортов.

Объект исследования: семена пшеницы, проса, гороха, вики, кукурузы, ячменя.

Материалы и оборудование: растворы сахарозы с осмотическим давлением 10, 14, 18 атм. Чашки Петри, фильтровальная бумага, термостат.

Ход работы.

В чашках Петри на фильтровальной бумаге проращивают по 50 семян в трех повторностях. Фильтровальную бумагу увлажняют раствором сахарозы с осмотическим давлением 10, 14 и 18 атм. Подсчет проросших семян осуществляют на третий и седьмой день. Результаты опыта записывают в таблицу 3.

Таблица 3 – Влияние концентраций растворов сахарозы на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян

Вариант опыта	Число семян, проросших на третий день	Число семян, проросших на седьмой день

Вывод:

Работа 5. Определение засухоустойчивости растений методом крахмальной пробы.

Вводные пояснения. Засухоустойчивые растения сохраняют более высокую синтетическую способность при действии засухи и содержат больше крахмала, чем растения с низкой устойчивостью.

Объект исследования: листья растений, различающихся по засухоустойчивости.

Материалы и оборудование: спирт; раствор Люголя. Пинцет, химические стаканы.

Ход работы.

В опытах сравнивают партии растений одного вида, получившие различную обработку, изменившую их засухоустойчивость.

В солнечную погоду в 11... 12 ч дня, когда в листьях скапливается значительное количество крахмала, срывают с опытных растений пять-десять листьев одного яруса и оставляют их в тени на 2.. 3 ч. Затем каждый лист или его часть (4.. 5 см) обесцвечивают спиртом и определяют содержание крахмала, действуя раствором Люголя.

Результаты (среднее арифметическое) выражают в баллах: 1 - крахмала нет, 2 - крахмал есть, 3 - крахмала много.

Результаты опыта записывают в таблицу 4.

Таблица 4 – Изменение количества крахмала под влиянием экологических факторов

Вариант	Количество крахмала, баллы

Вывод:

Дата _____ Подпись преподавателя _____

**Контрольные вопросы
по разделу «Засухоустойчивость культурных растений»**

1. Экологическое значение засухоустойчивости.
2. Географическое распространение засухоустойчивых культурных растений.
3. Проблемы засухоустойчивости в сельском хозяйстве.
4. История исследований засухоустойчивости: три этапа формирования представлений.
Основные направления в современных исследованиях.
5. Морфофизиологическая характеристика засухоустойчивых культурных растений.
6. Экологические типы растений по отношению к состоянию водообеспеченности среды обитания.
7. Классификация видов засухи.
8. Повреждающее действие засухи на клетки растений. Изменения характера транспирации и работы устьиц при засухе.
9. Изменение гормонального статуса растений при засухе.
10. Изменение белкового обмена: водорастворимая фракция белков, высокомолекулярные белки, БТШ.
11. Засуха и онтогенез. Семена - наиболее устойчивый к засухе этап онтогенеза.
Закаливание к засухе.
12. Борьба с засухой в сельском хозяйстве: орошение, селекция, агротехника.

РАЗДЕЛ 4. УСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ.

Зимостойкость. Низкие отрицательные температуры повреждают зимующие растения. *Зимостойкость* – устойчивость растений к комплексу неблагоприятных факторов перезимовки (выпревание, вымокание, действие ледяной корки и зимняя засуха (у древесных растений и к солнечным ожогам)). Особенно неблагоприятные воздействия испытывают травянистые многолетние и однолетние растения. Так, озимые растения могут погибать от слишком сильного снежного покрова (выпревание растений). Это связано с тем, что под снегом температура несколько повышается (около 0°C) и процесс дыхания идет довольно интенсивно. В результате происходит сильная трата сахаров и растения могут погибнуть от истощения.

При образовании в почве льда корни растения разрываются, что приводит к их гибели.

В весенний период растения погибают от возврата холодов. Растения, перенесшие в зимний период температуру -30°C, могут погибнуть весной при небольших заморозках. Кроме того, весной в пониженных местах в период таяния снега накапливается вода и растения могут пострадать от вымокания. В этом случае причиной гибели растений служит резкий недостаток кислорода, при этом в клетках растений начинается процесс брожения, что может вызвать прямое отравление организма продуктами брожения, в частности спиртом.

Холодостойкость. Устойчивость теплолюбивых растений к низким положительным температурам называется холодостойкостью. Низкие положительные температуры оказывают неблагоприятное воздействие на ход физиологических процессов и формирование урожая теплолюбивых растений. Первичный эффект низких положительных температур связан с повреждением мембран, увеличением их проницаемости. Резко меняются свойства мембран митохондрий и хлоропластов. В связи с этим нарушаются процессы окислительного и фотосинтетического фосфорилирования. Благодаря нарушениям обменных процессов в организме накапливаются вредные промежуточные продукты метаболизма. При продолжительном воздействии низких положительных температур наступает гибель теплолюбивых растений.

Морозоустойчивость. Способность растений переносить температуры ниже нуля, т.е. низкие отрицательные температуры, называется морозоустойчивостью. Основное повреждающее влияние на растительный организм оказывает льдообразование (Н.А. Максимов). При этом лед может образоваться как в самой клетке, так и вне клетки. Образование льда внутри клетки происходит при быстром понижении температуры и клетка погибает. При постепенном понижении температуры кристаллы льда образуются в первую очередь в межклетниках. Плазмалемма препятствует проникновению кристаллов льда внутрь клетки. Содержимое клетки находится в переохлажденном состоянии. Образовавшиеся в межклетниках кристаллы льда, оттягивая воду из клетки, вызывают ее обезвоживание и одновременно оказывают на цитоплазму механическое давление. Это приводит к гибели клетки и организма в целом.

И.И. Туманов выделил две фазы закаливания: - *первая фаза* протекает на свету при низких положительных температурах (днем около +10°C, в ночное время немного выше 0°C) и умеренной влажности почвы; - *вторая фаза* закаливания не требует света и протекает при постепенном нарастании отрицательных температур. Озимые злаки проходят первую фазу закаливания за 6 – 9 дней, древесные – за 30 дней. Вторая фаза длится около двух недель.

ТЕМА 4: УСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ.

Цель: познакомиться с методами определения устойчивости культурных растений к низким температурам.

Работа 6. Изучение действия сахарозы на белки протоплазмы при отрицательных температурах.

Объект исследования: клубни картофеля.

Материалы и оборудование: 0,5 М и 1 М растворы сахарозы, снег, поваренная соль; терка, марля, коническая колба, пробирки, пипетки на 5 мл, чашка для охлаждающей смеси, термометр, стакан.

Вводные пояснения. При действии на растение экстремальных температур белки коагулируют. Выпадение хлопьевидного осадка белка из вытяжки растительной ткани - показатель ее повреждения. Сахароза стабилизирует нативную структуру белка, тем самым защищая ее от губительного действия отрицательных температур.

Ход работы.

Очищенный клубень картофеля натирают на терке. Полученную мезгу через двойной слой марли отжимают в коническую колбу и дают отстояться крахмалу. Надосадочную жидкость наливают в три пробирки по 2,5 мл в каждую. В первую пробирку добавляют 2,5 мл дистиллированной воды, во вторую - 2,5 мл 0,5 М раствора сахарозы, в третью - 2,5 мл 1 М раствора сахарозы. Содержимое в пробирках перемешивают, этикетируют и ставят в охлаждающую смесь на 20 мин. Оттаивают пробирки в стакане с водопроводной водой: в пробирке с 1 М сахарозой содержимое останется в том же состоянии золя, а в пробирке с дистиллированной водой выпадет хлопьевидный осадок свернувшихся белковых веществ. Сделать вывод о защитном действии сахарозы при замерзании растительных тканей.

Вывод:

Работа 7. Защитное действие сахара на протоплазму при низких температурах.

Объект исследования: корнеплоды свеклы.

Материалы и оборудование: 0,5 и 1 М растворы сахарозы, поваренная соль, лед колотый или снег. Термометр, нож, пробочные сверла диаметром 6 мм, бритвы, пробирки, микроскопы, предметные и покровные стекла, кисточки, карандаши по стеклу, фильтровальная бумага, лопатка для охлаждающей смеси, стакан.

Вводные пояснения. При воздействии отрицательных температур на растительные ткани в межклетниках образуется лед, который, оттягивая воду из клеток, обезвоживает протоплазму. При определенной степени обезвоживания, индивидуальной для каждого

организма, протоплазма коагулирует. Кристаллы льда, образующиеся непосредственно в клетках, оказывают механическое воздействие, в результате нарушается внутренняя структура протоплазмы, резко повышается ее проницаемость, а при длительной экспозиции на морозе наступает отмирание. Скорость отмирания протоплазмы клеток зависит как от температуры и времени экспозиции, так и от водоудерживающей способности самой клетки. Увеличение количества растворимых сахаров в зимующих органах растений повышает водоудерживающую способность тканей.

Ход работы.

Из поперечного среза столовой свеклы толщиной 0,5 см при помощи пробочного сверла диаметром 5 - 6 мм делают высечки. Тщательно промывают их под водопроводной водой и помещают в три пробирки по три высечки в каждую. В первую пробирку наливают 5 мл дистиллированной воды, во вторую - 0,5 мл 0,5 М раствора сахарозы, в третью - 0,5 мл 1 М раствора сахарозы. Пробирки этикетировывают и на 20 мин. погружают в охлаждающую смесь, состоящую из трех частей льда или снега и одной части поваренной соли. Затем пробирки вынимают из охлаждающей смеси и размораживают в стакане воды комнатной температуры.

После оттаивания пробирки встряхивают. Отмечают различия в интенсивности окрашивания жидкости в пробирках и объясняют их. Из анализируемых высечек готовят тонкие срезы и рассматривают их под микроскопом при малом увеличении в капле раствора, в котором они находились. Подсчитывают общее число клеток в поле зрения и число обесцвеченных клеток, из которых вышел антоциан.

Результаты опыта записывают в таблицу 5.

Таблица 5 - Определение защитного действия сахаров на протоплазму

Условия	Степень окраски раствора в пробирке (по 5-балльной системе)
Вода	
Сахароза 0,5 М	
Сахароза 1 М	

Вывод:

Работа 8. Определение морозостойчивости растений на проростках.

Объект исследования: семена растений двух-трех сортов, различающихся по морозостойчивости.

Материалы и оборудование: Кристаллизаторы, термостат, эксикаторы, холодильные камеры, миллиметровая бумага, марля, лотки для отращивания растений.

Ход работы.

Каждый образец опытных семян насыпают отдельно в кристаллизатор, заливают водой на 4...5 см выше поверхности семян и ставят в термостат при 15 °С для набухания на сутки. Затем воду сливают и семена оставляют при той же температуре для прорастания еще на двое суток.

Перед закаливанием из каждого образца отбирают по 50...100 семян приблизительно одинакового размера (0.5...8 мм), заворачивают с этикеткой в хорошо отжатый кусочек

марли и помещают на вкладыш в эксикатор для закаливания. Эксикатор ставят в холодильную камеру на семь суток при температуре 0... 2°C. За это время проростки проходят первую фазу закаливания. Затем обеспечивают условия для прохождения второй фазы закаливания (температура минус 4... минус 5°C в течение трех суток). Промораживание выполняют в течение одних - трех суток при температуре минус 10... минус 15 °C. Промороженные растения оттаивают в течение суток при 2°C. Затем на дно эксикатора наливают воду для создания влажной атмосферы и выдерживают в нем семена еще двое суток при 20... 25°C. После этого проростки переносят в растильни. Через семь дней отращивания в растильне при 20... 25°C учитывают выжившие растения и делают заключение об устойчивости сорта.

Результаты опыта записывают в таблицу 6.

Таблица 6 - Определение морозоустойчивости растений на проростках

Вариант	Количество выживших проростков, % общего числа

Вывод:

Работа 9. Ранняя диагностика устойчивости растений к вымоканию.

Объект исследования: семена различных растений.

Материалы и оборудование: кюветы, растильни, шкаф для проращивания семян.

Вводные пояснения. Наибольшая чувствительность растений к избытку влаги проявляется на ранних этапах их развития, в период от набухания семян до прорастания. Поэтому оценить устойчивость к вымоканию можно по прорастанию семян в условиях избыточного увлажнения.

Ход работы.

Семена погружают в кюветы, заполненные водой слоем 3... 4 см при температуре 22.. 24°C. На пятые сутки семена помещают в растильни для проращивания. Через шесть-семь суток подсчитывают нормально развившиеся проростки. Результаты опыта записывают в таблицу 7.

Таблица 7 – Определение устойчивости растений к вымоканию

Вид растения	Количество проросших семян, % общего числа

Вывод:

Дата_____ Подпись преподавателя_____

**Контрольные вопросы
по разделу «Устойчивость культурных растений к низким температурам»**

1. Экологические оптимумы растений с разными температурными потребностями. Стенотермы и эвритермы.
2. Криофилы, морозостойкие, холодостойкие и теплолюбивые растения.
3. Интродукция растений и проблема зимостойкости культурных растений.
4. Холодостойкость культурных растений. Повреждения, вызываемые низкими положительными температурами.
5. Механизмы холодостойкости. Белки холодового шока.
6. Морозостойкость культурных растений. Характер повреждений, вызываемых различными отрицательными температурами.
7. Физиология морозостойкости: роль клеточных мембран, криопротекторы и антифризы, роль запасных веществ и устойчивости к болезням.
8. Морозостойкость и состояние покоя.
9. Причины губительного влияния заморозков.
10. Морозостойкость и закаливание. Поэтапный характер формирования зимостойкости. Теория закаливания И. И. Туманова.
11. Роль оттепелей. Весеннее снятие закаливания. Витрификация.
12. Последствия образования ледяной корки.
13. Общие особенности морозостойких культурных растений.

РАЗДЕЛ 5. СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ.

Солеустойчивость - это способность растений переносить засоленность почв. Растения, приспособленные к существованию в условиях избыточного засоления, называют галофитами.

Выделяют 3 группы галофитов:

1. *Эвгалофиты (солянки)*. Растения, накапливающие в клетках соли, имеют мясистые стебли и листья (солерос).
2. *Криптогалофиты (солевывделяющие)*. Растения, у которых соли поглощаются корнями, но не накапливаются в клеточном соке. Поглощенные соли выделяются через специальные клетки, находящиеся на всех надземных органах, поэтому их листья обычно покрыты сплошным слоем солей (лох, тамариск).
3. *Гликогалофиты*. Растения, клетки корня которых малопроницаемы для солей и поэтому они не поступают в растения. Высокая концентрация клеточного сока создается за счет интенсивности фотосинтеза и накопления углеводов.

ТЕМА 6: СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Цель: познакомиться с методами определения солеустойчивости культурных растений.

Работа 10. Определение солеустойчивости по ростовым процессам.

Объект исследования: семена овощных культур.

Материалы и оборудование: раствор формалина, растворы NaCl и NaHCO₃ различной концентрации, фильтровальная бумага; чашки Петри, марлевые мешочки, термостат, шкаф для проращивания растений, линейки.

Вводные пояснения. В условиях избыточной засоленности почвы всхожесть семян и интенсивность роста растений часто снижаются. При определении солеустойчивости растений данным методом показателем устойчивости служит количество проросших семян в растворах соли по сравнению с дистиллированной водой.

Ход работы.

Подбирают выполненные семена овощных культур одной репродукции. Семена каждого вида и сорта помещают в марлевые мешочки с этикетками внутри и обрабатывают раствором формалина (1 мл на 3000 мл воды) в течение 5 мин. Затем слегка просушивают и раскладывают в чашки Петри. Чашки Петри с фильтровальной бумагой предварительно прогревают в термостате при температуре 150°C.

В чашки Петри наливают по 10 мл 0,4; 0,6, 0,8; 1,0 и 1,5%-ного NaCl (с осмотическим давлением 290, 440, 570, 700 и 1070 кПа и 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0%-ного NaHCO₃ (240, 340, 440 и 580 кПа), а для контроля - 10 мл дистиллированной воды. Предлагаемые варианты позволяют оценить токсическое и осмотическое действие разных солей, а также видовые и сортовые отличия сельскохозяйственных культур. Для каждого образца берут по две чашки. На дно шкафа для проращивания семян ставят кювету с водой. По окончании проращивания (7 суток) по каждому варианту определяют число проросших семян (среднее из двух повторностей) и среднюю длину корней. Число семян, проросших в дистиллированной воде, принимают за 100%, а проросших в растворах солей вычисляют в процентах от контроля. Менее солеустойчивые растения характеризуются более резкими изменениями в прорастании семян при увеличении засоленности субстрата. Результаты опыта записывают в таблицу 8.

Таблица 8 - Определение солеустойчивости растений

Вариант	Количество проросших семян		Длина надземной части		Длина корней	
Вода						
NaCl 0,4%						
NaCl 0,6%						
NaCl 0,8%						
NaCl 1,0%						
NaHCO ₃ 1,5%						
NaHCO ₃ 0,2%						
NaHCO ₃ 0,4%						
NaHCO ₃ 0,6%						
NaHCO ₃ 0,8%						

Вывод:**Работа 11. Определение солеустойчивости растений по степени выцветания хлорофилла по Генкелю.***Объект исследования:* семена овощных культур.*Материалы и оборудование:* раствор формалина, растворы NaCl и NaHCO₃ различной концентрации, фильтровальная бумага; чашки Петри, марлевые мешочки, термостат, шкаф для проращивания растений, линейки.

Вводные пояснения. При ухудшении влагообеспечения растений под воздействием солей происходит деструкция хлоропластов, нарушается синтез хлорофиллов *a* и *b*, изменяется прочность связей в хлорофилло-белково-липоидном комплексе пластид. Определить солеустойчивость растений можно по скорости и степени выцветания хлорофилла.

Ход работы.

Листья растений двух-трех сортов, различающихся по солеустойчивости, срезают под водой у основания черешка (используют листья одного яруса). Контрольные листья помещают черешками в воду, опытные - в 2...4%-е растворы NaCl или Na₂SO₄ и выдерживают на рассеянном свете семь суток.

Под влиянием солей в результате разрушения хлорофилло-белково-липоидного комплекса происходит постепенное выцветание хлорофилла (изменение общей окраски листьев или появление бледных участков - солевых пятен, площадь которых за время опыта увеличивается). Изменение окраски листьев отмечают на третьи и седьмые сутки. У несолеустойчивых сортов выцветание хлорофилла идет и на большей площади. Результаты опытов записывают в таблицу 9.

Таблица 9 – Определение солеустойчивости растений по степени выцветания хлорофилла

Вариант опыта	Изменение окраски листьев	
	на третий день	на седьмой день

Вывод:

Дата _____ Подпись преподавателя _____

**Контрольные вопросы
по разделу «Солеустойчивость культурных растений»**

1. Галофиты и гликофиты. Основные способы защиты от засолений.
2. Физиологическая классификация галофитов.
3. Влияние типа засоленности на морфолого-физиологический характер приспособлений культурных растений.
4. Солеустойчивость гликофитов.
5. Критические этапы онтогенеза по отношению к засолению.
6. Повреждения, вызываемые засолением.
7. Роль осмотического давления почвенного раствора.
8. Сельскохозяйственное производство и засоление. Мелиорация. Использование микроэлементов. Роль предпосевного закаливания.
9. Селекция и генная инженерия в борьбе с засолением.

РАЗДЕЛ 6. ГАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Ежегодно выброс газообразных загрязнителей атмосферы увеличивается, в почве и воде накапливаются химические соединения. В результате многие виды растений исчезают, урожайность сельскохозяйственных культур и их качество резко снижаются.

Газочувствительность - это скорость и степень проявления патологических изменений при действии газов. А способность растений поддерживать свою жизнедеятельность в условиях загрязнения атмосферы без снижения функций, а также роста и развития называют **газоустойчивостью**. Основы газоустойчивости были разработаны Н. А. Красинским в виде теории фотоокисления. Согласно этой теории диоксид азота и другие токсичные газы нарушают фотосинтетическую активность растений. При этом на свету начинаются процессы фотоокисления белков, аминокислот и других веществ, что приводит к их разрушению, а в дальнейшем клетки отмирают.

ТЕМА 6: ГАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Цель: познакомиться с методами определения газоустойчивости растений.

Работа 12. Повреждающее действие аммиака на цветки и листья растений.

Объект исследования: листья и цветки растений с ярко окрашенным антоцианом (традесканция, колеус, герань).

Материалы и оборудование: Ножницы, стеклянные колпаки, 10%-ный раствор NH_4OH , стеклянные стаканы.

Вводные пояснения. Промышленные выбросы причиняют большой вред сельскохозяйственным культурам, лесам, зеленым насаждениям. Они вызывают нарушение ассимилирующего аппарата зеленых растений: происходит разрушение цитоплазмы клеток, хлоропластов листьев и хвои, изменяется окраска листьев и цветков, нарушается деятельность устьичного аппарата, возникают некрозы листьев и их последующее отмирание.

Особенно опасны газообразные ингредиенты, такие, как сернистый газ, фтор, фтористый водород, аммиачные соединения.

Ход работы.

У растений с ярко-антоциановой окраской (традесканция, колеус, герань) срезают листья и цветки и помещают их под стеклянный колпак, куда предварительно ставят стаканчик с 10%-ным раствором NH_4OH . Через 1 час стеклянный колпак снимают и наблюдают изменение окраски цветков и листьев. Цвет окраски изменяется в зависимости от pH клеточного сока от выделения газообразных паров аммиака. При большей экспозиции опыта растения погибают.

Вывод:

Дата _____ Подпись преподавателя _____

***Контрольные вопросы
по разделу «Газоустойчивость культурных растений»***

1. Проблема загрязнения окружающей среды и газоустойчивость культурных растений.
2. Эволюционные причины отсутствия у растений специфических механизмов защиты от загазованности.
3. Современное состояние биосферы. Основные элементы загрязнения антропогенного характера.
4. Эксгалаты и основные параметры их подразделения на группы: пыль, пары, туманы и дым.
5. Ряд токсичности газов, различие между их действием на растения и на животные организмы.
6. Эффекты воздействия газов на растительные клетки разных тканей.
7. Фотосинтез и дыхание в условиях загрязнения.
8. Систематические особенности в устойчивости растений к загазованности. Устойчивость фитоценозов.
9. Газочувствительность и газоустойчивость. Роль устьичного аппарата в газоустойчивости.
10. Классификация растений по В. С. Николаевскому.
11. Оптимизация физиологических процессов растения и газоустойчивость.
12. Закаливание культурных растений.
13. Роль растений в процессах очищения атмосферы.

Список использованных источников

1. Кошкин, Е. И. Частная физиология полевых культур: учебник для ВУЗов [Текст] / Е. И. Кошкин, Гатаулина. – М. : КолосС, 2005 год – 344 с.
2. Кошкин, Е. И. Физиология устойчивости с/х культур [Текст] / Е. И. Кошкин. – М. : Дрофа, 2010. – 638 с.
3. Кузнецов, В. В. Физиология растений в 2 т. Том 1 [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 437 с. – ЭБС «ЮРАЙТ».
4. Кузнецов, В. В. Физиология растений в 2 т. Том 2 : учебник для академического бакалавриата / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 459 с. – ЭБС «Юрайт».
5. Кузнецов, В. В. Физиология растений [Текст] / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М. : Высшая школа, 2005. – 736 с.
6. Практикум по физиологии растений [Текст] / Н. Н. Третьяков // под ред. проф. Н. Н. Третьякова. – М. : КолосС, 2003. – 271 с.
7. Физиология растений [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / Кузнецов В. В., Дмитриева Г.А. – Электрон. текстовые данные. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – 459 с. – ЭБС ЮРАЙТ.
8. Якушкина, Н. И. Физиология растений [Текст] / Н. И. Якушкина. – М. : ВЛАДОС, 2005. – 463 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Раздел 1. Физиология стресса	4
Работа 1. Наблюдение признаков повреждения клетки (повышение сродства к красителям; оструктурирование цитоплазмы и ядра).	5
Раздел 2. Жаростойкость культурных растений	7
Работа 2. Определение вязкости протоплазмы клеток растений сортов, различающихся по жаростойкости.	7
Работа 3. Определение устойчивости растений к экстремальным воздействиям по степени повреждения хлорофиллоносных тканей.	8
Раздел 3. Засухоустойчивость культурных растений	10
Работа 4. Определение засухоустойчивости растений проращиванием семян на растворах сахарозы.	10
Работа 5. Определение засухоустойчивости растений методом крахмальной пробы.	11
Раздел 4. Устойчивость культурных растений к низким температурам	13
Работа 6. Изучение действия сахарозы на белки протоплазмы при отрицательных температурах.	14
Работа 7. Защитное действие сахара на протоплазму при низких температурах.	14
Работа 8. Определение морозоустойчивости растений на проростках.	15
Работа 9. Ранняя диагностика устойчивости растений к вымоканию.	16
Раздел 5. Солеустойчивость культурных растений.	18
Работа 10. Определение солеустойчивости по ростовым процессам.	18
Работа 11. Определение солеустойчивости растений по степени выцветания хлорофилла по Генкелю.	19
Раздел 6. Газоустойчивость культурных растений.	21
Работа 12. Повреждающее действие аммиака на цветки и листья растений.	21
Список использованных источников	23

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Агрохимикаты и биогумус»
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Рязань 2025

Методические указания разработаны профессором кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Левиным В.И., доцентом кафедры лесного дела и садоводства Ерофеевой Т.В.

Рецензент: профессор д.с.-х.н. Крючков М.М.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Содержание

1	Экологические последствия использования средств защиты растений в агроэкосистеме	4
2	Оценка последствия загрязнения почвы токсикантами	9
3	Интенсификация биоферментации органических отходов и свойства биокомпостов.	14
4	Изучение фитотоксичности биокомпостов на основе осадков сточных вод.	26
5	Изучение эффективности биокомпостов.	28
6	Действие тяжелых металлов, входящих в состав удобрений на зерновых культур.	29
	Библиографический список	36

Тема 1 Экологические последствия использования средств защиты растений в агроэкосистеме

Цель работы - познакомить студентов с химическими средствами защиты растений - пестицидами и влиянием их на окружающую природную среду и здоровье человека.

Задание. 1. Рассмотреть основные признаки, по которым классифицируют пестициды.

1. Разъяснить в чем заключается потенциальная опасность использования пестицидов.
2. Познакомить с перспективами использования биологического метода защиты растений.

Материалы и оборудование. Учебное пособие, конспект лекций.

Вводные пояснения: Уже более столетия пестициды играют важную роль в борьбе с возбудителями болезней, вредителями и сорной растительностью. Необходимость такой борьбы обусловлена тем, что в современном мировом земледелии потенциальные потери урожая составляют от 23,9 до 46,4%.

По разным оценкам в последние годы в мире используется более 1000 соединений, на основе которых выпускаются десятки тысяч препаративных форм пестицидов. Обычно пестициды классифицируют в зависимости от их целевого назначения (задание 1).

Также пестициды могут быть классифицированы по химическим признакам. Наиболее распространенные:

- **хлорорганические пестициды** — галоидопроизводные полициклических и ароматических углеводородов, углеводородов алифатического ряда;
- **фосфорорганические пестициды** — сложные эфиры фосфорные кислот;
- **карбаматы** - производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот;
- **азотсодержащие пестициды** - производные мочевины, гуанидина, фенола.

Подавляющее число пестицидов - **кумулятивные яды**, токсичное действие которых зависит не только от концентрации, но и длительности воздействия.

В результате биотрансформации наряду с детоксикацией пестицидов имеет место и токсификация, то есть образуются вещества с еще более ядовитыми свойствами.

По токсичности для человека и теплокровных животных пестициды делятся на:

- сильнодействующие — ЛД₅₀ до 50 мг/кг живой массы (летальная доза, вызывающая гибель 50% организмов) — бромистый метил, глифтор...;
- высокотоксичные - ЛД₅₀ до 200 мг/кг - базудин, метафос...;
- среднетоксичные - ЛД₅₀ до 1000 мг/кг - медный купорос, полихом, рамрод...;

-малотоксичные - ЛД50 более 1000 мг/кг - бордоская жидкость, вивавакс, диален, сера, неорон...

По устойчивости к разложению в почве пестициды делят на:

-очень стойкие (время разложения на нетоксичные компоненты составляет свыше 2 лет);

-стойкие (от полугода до 2 лет); -умеренно стойкие (до 6 месяцев);

-малостойкие (1 мес.).

По степени комплексного воздействия на организм пестициды подразделяют на четыре класса:

I - чрезвычайно опасные; II - высокоопасные; III - умеренно опасные; IV — малоопасные.

Разработана **шкала экотоксикологической оценки** пестицидов, включающая систему критериев, среди которых токсиколого- гигиенические, экотоксикологические (коэффициент избирательности действия) и эколого-агрохимические - персистентность в почве (месяцы), миграция по почвенному профилю (см), транслокация в культурные растения, фитотоксическое действие через почву, реакция на действие инсоляции.

Мировая практика применения пестицидов свидетельствует о том, что они несут в себе потенциальную опасность. Нетоксичных для человека пестицидов нет. При определенных условиях, связанных в первую очередь с теми или иными нарушениями регламентов, правил хранения и применения препаратов, существует вероятность аллергенных, канцерогенных, мутагенных и др. воздействий на живые организмы, отравлений их сильнодействующими веществами.

Действие пестицидов никогда не бывает однозначным. Исходя из присущей всем пестицидам совокупности свойств, можно констатировать следующее негативное их влияние на окружающую природную среду и здоровье людей и животных:

-как правило, для пестицидов характерен широкий диапазон токсического действия на живое вещество биосферы;

-подавляемые формы в любом агроценозе составляют не более доли процента от общего числа видов (в биосфере максимум 0,5%); при применении же пестицидов поражаются не только объекты подавления, но и множество других видов, не являющихся мишенями действия, в том числе естественные враги и паразиты подавляемых форм. В результате происходят глубокие нарушения взаимосвязей в биоценозах;

-руководствуясь ошибочным пониманием надежности обработки полей, угодий, акватории, как правило, преднамеренно расходуют значительно большее количество препаратов, чем необходимо для уничтожения вредителя. При этом остатки пестицидов аккумулируются и биоконцентрируются в трофических цепях, выносятся за пределы обрабатываемой территории;

-появляются новые резистентные к пестицидам конкуренты человека в борьбе за урожай: насекомые, которые раньше не имели значения для

сельского хозяйства; болезни растений, на которые раньше не обращали внимания; сорняки, считавшиеся редкими, а иногда даже экзотическими видами;

-возрастает вероятность отдаленных последствий, связанных с патологическим и генетическим действием ряда препаратов на биоту;

Пестициды могут приводить к образованию злокачественных опухолей у человека. Примерно 70% применяемых соединений попадает в организм человека с мясом, молоком и яйцами, а 30% - с растительной пищей.

Критерием оценки содержания пестицидов является ПДК или ДОК. В разных странах эти нормативы неодинаковы, что затрудняет обмен продовольствием. Основная причина таких различий - использование разных методов определения остаточных количеств препаратов и продуктов их распада.

Наиболее часто в пищевых продуктах содержатся остатки дихлордифенилтрихлорэтана (ДЦТ) и изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦН). Растения по степени накопления остаточных количеств хлорорганических пестицидов (ХОП) в продуктивных органах располагаются в следующем порядке: морковь > петрушка > картофель > свекла > многолетние травы > томат > кукуруза > капуста белокочанная.

Фосфорорганические пестициды практически не накапливаются в продуктах питания.

В состав пестицидов комплексного действия в качестве микропримеси входят супертоксиканты - диоксины. Угрозу человечеству от этой группы веществ можно сравнить с последствиями ядерного оружия. Диоксины концентрируются наиболее активно в организме рыб и дойных коров. В России установлены максимально допустимые концентрации диоксинов: для пищевых продуктов - 0,036 нг/кг, для молока - 5,2 и для рыбы - 8,8 нг/кг (Федоров, 1993).

Из-за наличия диоксинов в пестицидах, особенно в хлорорганических, в некоторых странах (Италия, Россия, США, Швеция) запрещено использование гербицида на основе 2,4,5-Т. В Канаде запрещено применение гербицидов на основе 2,4-Д. В других государствах вопрос решается путем регулирования ассортимента и совершенствования технологии производства.

По своей сути химизация сельского хозяйства представляет собой активное вмешательство человека в круговорот веществ в природе.

Основное направление биологического метода - использование полезных насекомых и клещей (энтомофагов) в борьбе с вредными. Энтомофаги представлены в природе хищниками и паразитами. Хищники (божьи коровки, златоглазки, жужелицы, мухи-журчалки, муравьи) ведут активный образ жизни, питаются особями одного или чаще нескольких видов вредителей. Паразиты живут до достижения взрослой стадии внутри или на теле одной особи вредителя и питаются ею (перепончатокрылые насекомые: трихограммы, бракониды, теленомусы, энкарзии, ихневмониды и др., и мухи - тахины и др.).

Биологические средства начали использовать для защиты растений и от болезней. Так, на основе изучения гиперпаразита мучнистой росы огурца создан биопрепарат против этого опасного заболевания. Разрабатываются приемы использования ряда авирулентных штаммов бактерий и грибов против различных корневых гнилей, ржавчины и мучнистой росы зерновых и других культур. Исследуется возможность использования биологических методов в борьбе с сорной растительностью (горчаком розовым, амброзией, повиликой, заразихами). Перспективно использование против сорняков специальных растительноядных насекомых (гербифагов).

Комплексный подход к защите сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней, сорных растений послужил основой для создания интегрированной системы защиты растений - совместное использование всех доступных форм подавления вредного организма, включая механические, физические, биологические, биоценоотические, агротехнические, химические способы борьбы и регулирования численности вредного вида.

Ход выполнения:

ЗАДАНИЕ 1. Заполните таблицу 1:

1 .Классификация пестицидов в зависимости от их целевого назначения

Пестициды	Назначение
Гербициды	
Инсектициды	
Фунгициды	
Родентициды (зооциды)	
Альгициды	
Бактерициды	
Дефолианты	
Десиканты	
Ретарданты	

(для борьбы с: бактериями и бактериальными болезнями растений; грибковыми заболеваниями растений и различными грибами; грызунами; сорными растениями; вредными насекомыми; для торможения роста растений и повышения устойчивости стеблей против полегания; для уничтожения водорослей и сорной растительности в водоемах; для удаления листьев и ботвы; для подсушивания листьев перед уборкой).

ЗАДАНИЕ 2. Нарисуйте и проанализируйте схему миграции и биоконцентрации хлорорганических соединений в пищевых цепях:

Рыбы – птицы Вода- водоросли - Планктон – Птицы- ХОС- Человек- Дикie животные -Грудное молоко- новорожденные - Сельскохозяйственные животные, мясо, яйца, молоко и продукты его переработки, растение

ЗАДАНИЕ 3. Используя теоретический материал, заполните таблицу 2:

2.Разнообразие подходов к классификации пестицидов

Признаки	Классификация
По химическим признакам	
По токсичности для человека и теплокровных животных	
По устойчивости к разложению в почве	
По степени комплексного воздействия на организм	

ЗАДАНИЕ 4. Нередко использование пестицидов против сельскохозяйственных вредителей на следующий год вызывает еще большую вспышку их численности. Это связано с тем, что пестициды (подберите ответ):

а) слабоядовиты для вредителей; б) усиливают репродуктивные способности вредителей; в) подавляют вредителей и одновременно их естественных регуляторов.

ЗАДАНИЕ 5. Из предложенного набора видов составьте три пищевых цепи с разным количеством звеньев и проанализируйте в какой из них накапливается больше остаточных количеств пестицидов и в каком звене (уж, кузнечик, пшеница, ястреб, лягушка, мышь полевка).

Контрольные вопросы:

1. Какие по химическому составу и свойствам пестициды относятся к наиболее токсичным?
2. Какие супертоксиканты входят в качестве микропримеси в состав пестицидов комплексного действия? Охарактеризуйте их.
3. Какие негативные экологические последствия связаны с использованием пестицидов? Чем они обусловлены?
4. Какими путями пестициды могут поступать в организм человека?
5. Что является критерием оценки содержания пестицидов?
6. Различаются ли растения по степени накопления остаточных количеств пестицидов в продуктивных органах?
7. В чем суть биологического метода защиты растений от вредителей, болезней и сорной растительности?

Тема 2. Оценка последствия загрязнения почвы токсикантами

Цель работы: оценить последствия загрязнения почвы токсикантами.

Задача: освоить метод расчета суммарный показатель загрязнения почвы.

Вводные пояснения:

Студенты в команде определяют суммарный показатель загрязнения почв, определяют категорию загрязнения и оценку последствия загрязнения почвы. Каждая команда делает отчет и свои вносит свои предложения по устранению загрязнения почв и улучшения её свойств.

Теория:

Поскольку техногенные аномалии обычно имеют полуэлементный состав, для них рассчитываются суммарный показатель загрязнения Z_c (СПЗ), характеризующий эффект воздействия группы элементов. Показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1)$$

где K_c - коэффициент концентрации, который рассчитывается как отношение содержания элемента в исследуемом объекте C к среднему фоновому его содержанию C_{ϕ} : $K_c = C/C_{\phi}$, причем $K_c > 1$;

n - число учитываемых аномальных элементов.

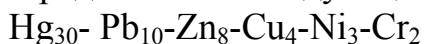
Суммарные показатели загрязнения рассчитываются для различных компонентов ландшафта- почв, снега, донных отложений. Этот показатель может определяться как для содержания в отдельной пробе, так и для участка территории (района, функциональной зоны, очага ореола). В последнем случае исследование ведется по геохимическим выборкам.

Анализ распределения геохимических показателей, получаемых в результате опробования почв по регулярной сети, дает пространственную структуру загрязнения селитебных территорий и воздушного бассейна с наибольшим риском для здоровья населения. Оценка опасности загрязнения почв комплексом элементов по показателю Z_c проводится по оценочной шкале, градации которой разработаны на основе изучения показателей состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

**Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв
по суммарному показателю загрязнения**

Категория загрязнения почв	Величина Z_c	Изменение показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническим заболеваниями, нарушение функционального состояния сердечно-сосудистых систем
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофий новорожденных)

Каждая выборка может быть представлена в виде набора относительных характеристик аномальности химических элементов. Такой набор позволяет дать качественную и количественную оценку геохимической ассоциации исследуемого объекта. Например, городская ассоциация может быть представлена следующей формулой накапливающих элементов:



Цифровой индекс около символов элементов представляют собой коэффициенты концентрации K_c .

Задание

Расчет СПЗ по формуле с учетом следующих величин фоновых содержаний элементов: Mn- 700, Ni- 25, Co-12, V- 100, Cr- 120, Mo- 1,8, Cu- 30, Pb- 25, Zn-75, Sn- 3,3 мг/кг.

Фоновое содержание элементов:

1. Mn- 700, Ni- 25, Co-12, V- 100, Cr- 120, Mo- 1,8, Cu- 30, Pb- 25, Zn- 75, Sn- 3,3 мг/кг.
2. Mn- 600, Ni- 30, Co-10, V- 95, Cr- 140, Mo- 1,5, Cu- 40, Pb- 35, Zn-55, Sn- 2,3 мг/кг.

3. Mn- 800, Ni- 45, Co-22, V- 100, Cr- 130, Mo- 1,9,Cu- 50, Pb- 35, Zn- 65, Sn- 3,1 мг/кг.
4. Mn- 700, Ni- 45, Co-12, V- 80, Cr- 120, Mo- 1,8,Cu- 30, Pb- 25, Zn-75, Sn- 3,3 мг/кг.
5. Mn- 700, Ni- 25, Co-12, V- 100, Cr- 120, Mo- 1,5,Cu- 30, Pb- 20, Zn- 70, Sn- 3,3 мг/кг.
6. Mn- 500, Ni- 25, Co-15, V- 100, Cr- 135, Mo- 1,8,Cu- 35, Pb- 28, Zn- 65, Sn- 2,3 мг/кг.
7. Mn- 600, Ni- 35, Co-16, V- 80, Cr- 140, Mo- 1,6,Cu- 35, Pb- 25, Zn-75, Sn- 3,3 мг/кг.
8. Mn- 650, Ni- 20, Co-10, V- 150, Cr- 110, Mo- 1,7,Cu- 36, Pb- 28, Zn- 74, Sn- 3,3 мг/кг.
9. Mn- 750, Ni- 23, Co-18, V- 100, Cr- 140, Mo- 1,3,Cu- 20, Pb- 25, Zn- 55, Sn- 3,2 мг/кг.
10. Mn- 780, Ni- 35, Co-19, V- 100, Cr- 100, Mo- 1,8,Cu- 30, Pb- 15, Zn- 85, Sn- 3,1 мг/кг.
11. Mn- 700, Ni- 45, Co-12, V- 100, Cr- 160, Mo- 1,8,Cu- 40, Pb- 25, Zn- 85, Sn- 1,3 мг/кг.
12. Mn- 700, Ni- 35, Co-12, V- 100, Cr- 110, Mo- 1,5,Cu- 30, Pb- 15, Zn- 75, Sn- 5,3 мг/кг.

Таблица 2- Содержание химических элементов в верхнем почвенном горизонте, мг/кг

№ профиля	№ точки	Mn	Ni	Co	V	Cr	Mo	Cu	Pb	Zn	Sn
1	1	500	30	8	80	150	1,5	30	20	100	3
	2	600	20	10	100	200	2	40	30	150	4
	3	600	20	10	100	500	4	100	150	500	10
	4	600	20	10	200	600	2	150	200	400	6
	5	600	20	8	150	400	3	200	200	600	8
	6	800	20	8	100	200	2	100	600	200	4
2	1	600	40	15	150	150	1,5	40	30	100	3
	2	600	20	10	150	300	2	300	150	500	10
	3	800	20	10	150	400	1,5	500	150	2000	10
	4	500	20	10	100	150	2	300	500	500	20
	5	1500	40	30	200	500	8	400	500	600	3

	6	2000	20	6	150	2000	4	150	100	800	20
3	1	600	20	8	100	200	1,5	60	80	1500	10
	2	600	30	8	200	150	1,5	500	400	1000	15
	3	1000	40	10	200	400	3	150	150	2000	100
	4	1000	20	10	150	600	3	400	1500	2000	200
	5	2000	20	8	150	800	4	1000	3000	1500	20
	6	2000	50	30	200	800	4	500	3000	3000	5
4	1	500	30	10	150	300	3	80	500	200	3
	2	1500	20	15	300	500	2	200	300	500	30
	3	800	50	20	300	1000	4	400	800	2000	15
	4	2000	30	20	150	1000	10	1000	1500	2000	40
	5	3000	80	30	300	2000	15	1000	1500	2000	100
	6	2000	60	30	400	1500	10	1000	1500	3000	200
5	1	800	20	8	100	150	3	40	40	200	4
	2	1500	30	15	200	300	5	100	300	500	10
	3	800	20	10	100	300	1,5	400	600	400	10
	4	3000	40	20	400	1000	15	1000	1500	800	30
	5	1000	80	20	200	2000	3	200	150	800	20
	6	600	20	10	150	300	6	300	1000	500	30
6	1	600	30	10	100	200	2	30	30	60	3
	2	800	30	8	150	200	2	50	60	150	3
	3	500	20	10	150	600	10	40	50	300	60
	4	600	30	15	100	200	3	200	150	800	6
	5	800	20	8	150	800	2	300	100	500	5
	6	800	30	20	300	400	1,5	200	300	200	15
7	1	600	20	10	50	100	1,5	50	40	150	5
	2	600	20	10	105	200	2	40	30	100	6

	3	500	20	10	150	600	10	40	50	300	60
	4	600	30	15	100	250	3	200	150	800	6
	5	600	20	8	150	400	3	200	200	600	8
	6	800	20	8	100	230	2	100	600	200	4
8	1	600	40	15	150	150	1,5	40	30	100	3
	2	2000	20	8	150	800	4	1000	3000	1500	20
	3	2000	50	35	200	840	4	500	3000	3000	5
	4	500	20	10	100	150	2	300	500	500	20
	5	1500	40	30	200	500	8	400	500	600	3
	6	2000	20	8	150	2000	4	150	100	800	25
9	1	600	20	8	100	200	1,5	60	80	1500	10
	2	600	30	8	200	150	1,5	500	400	1000	15
	3	500	20	10	150	600	10	40	50	300	60
	4	600	30	15	100	200	3	200	150	800	6
	5	2000	20	8	150	800	4	1000	3000	1500	20
	6	2000	50	30	200	840	4	500	3000	3000	5
10	1	500	30	10	150	300	3	80	500	200	2
	2	1500	20	15	300	500	2	200	300	500	30
	3	800	50	20	300	1000	4	400	800	2000	15
	4	2000	30	20	150	1000	11	1000	1500	2000	40
	5	600	30	8	200	150	1,5	500	400	1000	15
	6	1000	40	10	200	400	3	150	150	2000	100
11	1	800	20	8	100	150	3	40	40	200	4
	2	1500	30	15	200	300	5	100	300	500	10
	3	800	20	10	100	300	1,5	400	600	400	10
	4	3000	40	20	400	1000	15	1000	1500	800	30
	5	1000	80	20	200	2000	3	200	150	800	20

	6	600	20	10	150	300	6	300	1000	500	30
12	1	600	30	10	100	200	2	30	30	60	3
	2	800	30	9	150	200	2	50	60	150	3
	3	1500	30	15	200	300	5	100	300	500	10
	4	800	20	10	100	300	1,3	400	600	400	15
	5	800	20	8	150	800	2	300	100	500	5
	6	800	30	20	300	400	1,4	200	300	200	13

Тема. 3 Интенсификация биоферментации органических отходов и свойства биокомпостов

Одним из перспективных направлений рециклизации отходов являются биотехнологии, основанные на переработке живыми организмами (микроорганизмы, простейшие и др.) в экологически безопасные удобрения.

Особое внимание при этом заслуживает технология переработки органических отходов с помощью компостных червей в специальных биотехнологических цехах или площадках, суть которой заключена в биоконверсии питательных веществ, выведенных из организма животных с экскрементами, в совершенно новые продукты и их возврат в окружающую среду:

- ☐ органическое удобрение – биогумус;
- ☐ биомассу компостных червей, из которой можно производить кормовые добавки.

При переработке червями 1 т органических отходов в пересчете на сухое вещество получают 600 кг биогумуса, остальные 400 кг трансформируются в 100 кг полноценного белка в виде биомассы червей. Исходя из ежегодного объема производства органических удобрений в России (около 500 млн. т), при условии его переработки может быть получено около 300 млн. т биогумуса, в котором содержится более 11 млн. т азота и калия и 20 млн. т. фосфора в пересчете на действующее вещество, что позволит получить около 100 млн. т. продукции растениеводства в пересчете на зерно и 2,5 млн. т. высококачественных белковых добавок.

Гумификация органических отходов представляет большой интерес не только для агрономии, но и для экологии, поскольку в ходе этого процесса они превращаются из отходов, загрязняющих окружающую среду, в безопасные и необходимые для земледелия удобрения. Трансформация экскрементов животных и других органических отходов под воздействием жизнедеятельности червей в условиях близких к оптимальным по увлажнению, аэрации, температуре, сопровождается довольно быстрым

накоплением в вермикомпостах гуминовых веществ (или гуминоподобных продуктов), которые по ряду показателей практически не отличаются от почвенных гуминовых кислот.

Организация вермикозия в сельскохозяйственном производстве

Вермикомпостирование сельскохозяйственных отходов должно проводиться на территории хозяйства в непосредственной близости с животноводческими комплексами. При этом учитываются:

- ☐ среднегодовой выход органических отходов (навоз, помет и т.д.);
- ☐ наличие площадей и помещений для подготовки базового субстрата и содержания червей;
- ☐ наличие рабочей силы, средств механизации, источника водоснабжения и электроэнергии.

От этих факторов зависит выбор технологии, объемы планируемого выхода продукции: биогумуса (вермикомпоста) и биомассы червей.

На территории хозяйства организуют несколько производственных подразделений:

1. цех подготовки базового субстрата (площадка компостирования);
2. цех вермикомпостирования (или площадка);
3. цех доработки биогумуса – сырца
4. цех по производству жидких гуматов из биогумуса (если таковой планируется)

Элементы технология вермикомпостирования

Ниже представлена схема (рис.) и описание основных технологических и вспомогательных операций по приготовлению вермикомпостов из различных видов органических отходов.



Схема . Технологическая схема производства и переработки вермикомпоста

Подготовка субстрата

Наиболее ответственной и трудоемкой технологической операцией является приготовление базового субстрата (первоначальный субстрат, который закладывают в ложе для заселения червями), имеющего для червей двойное значение – как среда жизнедеятельности так и пища, благодаря которой обеспечивается эта жизнедеятельность.

От характера субстрата и сочетания составляющих компонентов зависит общее состояние популяции червей, интенсивность ее размножения, скорость переработки субстрата, качество получаемого биогумуса и количества биомассы. При этом надо иметь в виду, что свежий навоз нельзя использовать для вермикомпостирования из-за высокого показателя pH. В процессе его разложения образуется большое количество аммиака и ряд органических кислот, оказывающих токсическое действие на биообъекты и вызывающих

их массовую гибель. Субстрат можно получать за счет компостирования навоза, помета и других отходов, с необходимым содержанием в них целлюлозосодержащих компонентов (солома, бумага, картон, растительных отходы, торф).

К базовому субстрату предъявляются определенные требования:

- отсутствие посторонних предметов неорганического происхождения (стекло, металл и т.п.);
- содержание воды 70-80 %;
- кислотность (рН) 6,8-7,2,
- содержание оксидов железа не более 10 %, аммиака – не более 0,5 % (нет запаха), минеральных веществ – до 10 %, отсутствие запаха сероводорода;
- соотношение С:N – 20:1, высокая степень насыщения кислородом.
- содержание в органическом веществе: целлюлозы (> 20–25 %) в виде соломенной сечки, бумаги, картона; протеина(25-30 %).

7.2.1.1.Способы подготовки

Подготовка субстрата для заселения червей может проводиться разными способами, включая: компостирование, ускоренную ферментацию.

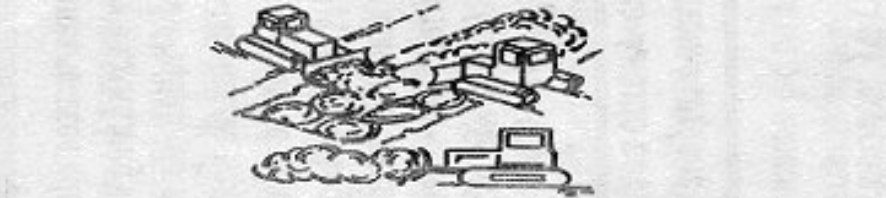
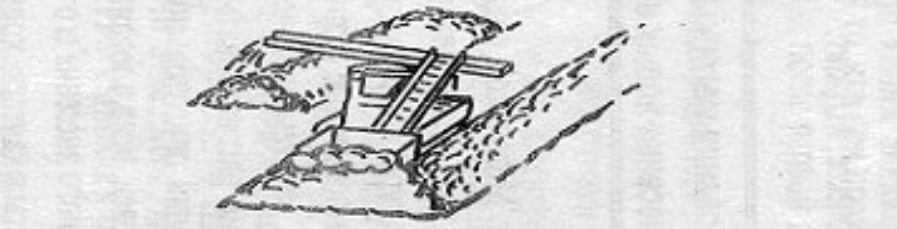
1. Подготовка субстрата методом компостирования

Механизированный технологический процесс производства субстрата, изложен ниже и представлен на схеме 1

Подготовка площадки. Площадку для подготовки производства субстрата выбирают вблизи ферм или других производственных подразделений, где образуются и накапливаются органические отходы, а также вблизи цеха по вермикомпостированию. Размеры бетонной площадки для приготовления 1,5...2 тыс. тонн субстрата следующие: длина 100–200 м, ширина 35...40 м, ширина подъездной дороги 6 м. Дороги шириной 3 м должны иметь через 150-200 м разьезды для транспортных средств. Площадкой может служить открытое навозохранилище с бетонированным покрытием.

Формирование влагопоглощающей подушки. Из соломы, опилок или другого наполнителя формируют влагопоглощающую подушку. Ее размеры должны быть меньше размеров площадки по длине на 15...18 м, по ширине - на 14...16 м. Толщина влагопоглощающего материала (солома, опилки и др.) определяется влажностью навоза. При использовании полужидкого навоза она составляет 20–25 см. Размеры подушки: ширина 14–18 м, длина 50–100 м, толщина 0,2–0,25 м. Состав агрегата: Т-150К+1ПТС-9; МТЗ-80+2 ПТС-4; Бульдозеры ДЗ-27, ДЗ-28, Д-606. Подушка обрабатывается дисковой бороной в 3–4 следа (МТЗ-80+БДНТ-2,2).

Внесение полужидкого навоза. На подготовленную подушку равномерным слоем укладывают навоз. При этом лучше использовать свежие органические отходы (навоз, помет и др.) богатые микрофлорой и питательными веществами. В хозяйствах, где в основном наземные навозохранилища, навоз грузят серийными погрузчиками экскаваторами типа ПЭА–1,0, а транспортируют прицепами – самосвалами 2ПТС–4. Доставленный полужидкий навоз или помет разгружают на подготовленную подушку в кучи, укладывая плотными рядами. Расстояние между рядами 6-8 м, между кучами 5–6 м. Количество применяемой соломы или других наполнителей и навоза (помета) предопределяется необходимостью обеспечения соотношения С:N (углерода к азоту) в пределах 20:1 и влажности 65 %–75 %.

Технологическая операция		Требования к выполнению операции	Состав агрегата
Наименование	Схема		
1.Формирование влагопоглощающей подушки		Размеры подушки: ширина 14-18 м, Длина 50-100 м, толщина 0,2 – 0,25 см	Т-150К + 1ПТС-9, МТЗ- 80 + 2 ПТС - 4 ; Бульдозеры: ДЗ-27, ДЗ-28, Д-606
2.Внесение полужидкого навоза, помета		Кучи помета, навоза и пр. укладываются плотными рядами с расстоянием между рядами 6-8 м, между кучами 5-6 м	Т-150+1ПТС-9, МТЗ-80 + 2ПТС-4
3.Формирование (предварительное) бурта		Перемещение многослойной полосы с двух сторон к центру (высота до 2 м)	ДЗ-27, ДЗ-28, Д-606
4.Аэрация смеси, формирование бурта		Перебивка (аэрация) и укладывание смеси в бурт для биотермического процесса (ширина 4 м, высота до 2 м)	ДТ-75 МВ-ХС 2+ МПК-Ф-1 (ПНД-250)

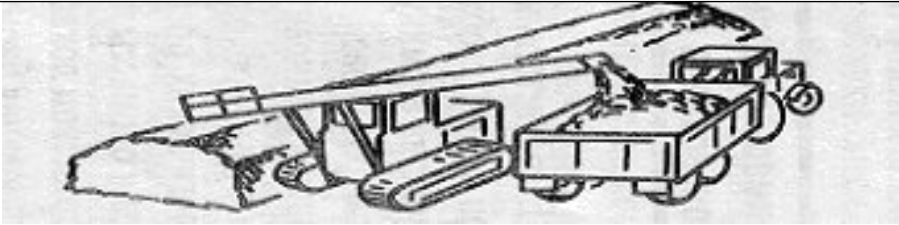
5.Погрузка смеси в транспортное средство		Отгрузка смеси в транспортное средство для доставки на площадку вермикомпостиования	Самосвальные транспортные средства

Рис. Механизированная схема процесса производства субстрата

Состав базового субстрата и соотношения его составляющих часто определяют опытным путем по изменению морфо-функциональных показателей червей, включая: динамику биомассы, численность популяции, репродуктивную функцию и другие.

Ниже представлены виды органических отходов, наполнителей и рекомендуемые соотношения между ними для приготовления базового субстрата (табл.3). Данная таблица составлена на основе исследований, проведенных на кафедре «Агроэкологии, с.-х. мелиорации и защиты растений» РГСХА (2007) и рекомендаций отдельных авторов (Повхан М.Ф., Мельник И.А., Андриенко В.А. и др, 1994, Сидоренко О.А., Черданцев Е.В., 2001, Городний и др., 1990).

Жидкий и полужидкий навоз крупного рогатого скота (КРС) рекомендуется использовать для вермикомпостирования после ферментации (компостирования) с наполнителями, длительностью 6–7 месяцев. Компостирование подстилочного навоза не требует обязательного дополнительного внесения целлюлозосодержащих наполнителей. При использовании телячьего навоза требуется контроль содержания протеина, количество которого не должно превышать 45 %.

Таблица . – Рекомендуемый состав базового субстрата для вермикомпостирования

Вид отхода	Наполнитель	Соотношение
Полужидкий навоз КРС	солома, опилки	0,7:1
Птичий помет	солома, опилки, торф, картон	1:1
Конский навоз	без наполнителей	-
Осадок сточных вод (ОСВ)	солома, опилки, торф, картон	зависит от состава ОСВ

Птичий помет в отличие от других органических отходов (бытовые отходы, ОСВ, навоз КРС и др.) обладает высокой кислотностью, повышенным содержанием аммиака, что является сдерживающим условием его вермикомпостирования. В связи с этим вопрос подготовки базового субстрата для червей из птичьего помета требует дополнительного и тщательного изучения. Важное значение имеет вид птицы. Исследования С.А.Догадова, А.В.Филиповой (2002) по изучению адаптационных (приспособительных) возможностей калифорнийского гибрида дождевого червя в зависимости от витальности среды субстратов из птичьего помета разных видов птиц (куриный, утиный, гусиный) показали, что наименьший срок адаптации червей был в варианте с использованием гусиного соломистого помета. Худшим вариантом оказался утиный соломистый помет.

В исследованиях по изучению оптимального состава базового субстрата для вермикомпостирования различных органических отходов (навоз КРС, птичий помет, ОСВ городских очистных сооружений), проводимых нами на кафедре «Агроэкологии, с.-х. мелиорации и защиты растений» РГСХА (2007) были получены следующие результаты.

Все используемые в опыте органические отходы оказались пригодными для вермикомпостирования, так как морфо-физиологические показатели червей *Eiseniafetida* (средняя биомасса, численность) в период наблюдений имели положительную динамику (таблица , рис.).

Таблица . – Динамика средней биомассы (г) компостных червей *Eiseniafetida* при вермикомпостировании различных органических отходов

Состав базового субстрата	Периоды наблюдений, недели						
	0 (заселение)	1	2	3	4	5	6
1. Подстилочный птичий	0,19	0,87	0,47	0, 53	0,52	0,43	0,35

помет + ОСВ + солома ячменя (1:1:2)							
2. Помет бесподстилочный + солома ячменя (1:1)	0,19	0,36	0,43	0,45	0,39	0,31	0,36
3. КРС + помет + солома ячменя (1:1:1)	0,21	0, 51	0,52	0,46	0,44	0,41	0,36
4 КРС+ОСВ + солома ячменя (1:1:1)	0,19	0, 31	0,35	0,35	0, 37	0,36	0,39

Субстраты не оказывали токсического действия на червей. Уже в первую неделю после заселения (период адаптации червей к новым условиям) наибольшая прибавка биомассы (в 4,5 раза) наблюдалась в первом варианте со смесью птичьего помета, ОСВ и соломы. В остальных вариантах увеличение биомассы составляло: 2 – 1,89, 3 – 2,42, 4 – 1,63 раза.

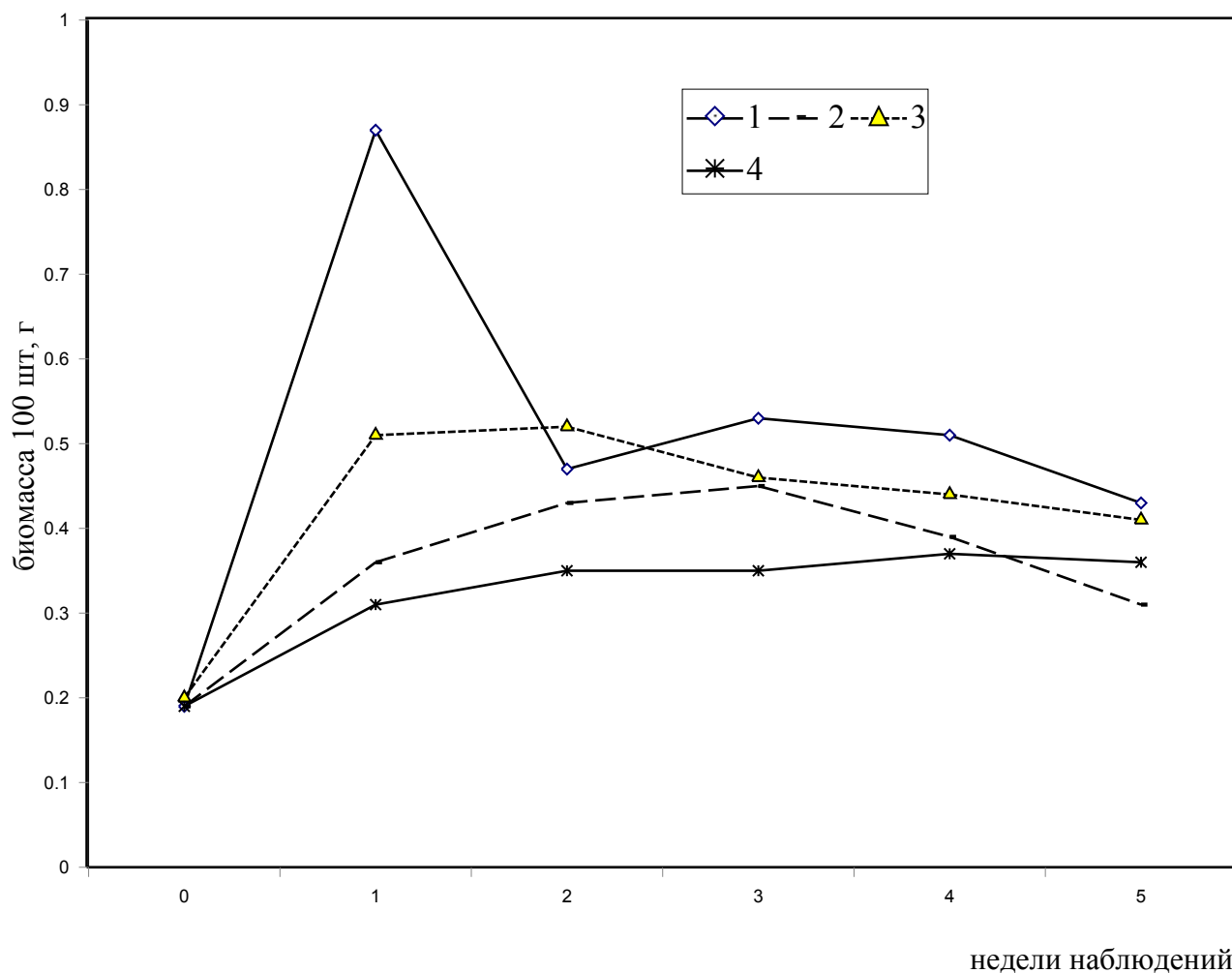


Рис.. Динамика средней биомассы (г) 100 шт. компостных червей *Eiseniafetida* при вермикомпостировании различных органических отходов

Средняя численность популяции червей по вариантам опыта, которую подсчитывали 1 раз в три недели, начиная с пятой недели наблюдения представлена на графике (рис.).

Результаты показывают, что средний коэффициент ежемесячного прироста популяции червей *Eiseniafetida* при вермикомпостировании исследуемых субстратов составил:

- подстилочный птичий помет + ОСВ + солома ячменя (1:1:2) - 0,47;
- помет бесподстилочный + солома ячменя (1:1) – 0,3;
- КРС + помет + солома ячменя (1:1:1) – 0,2;
- КРС + ОСВ + солома ячменя (1:1:1) – 0,3

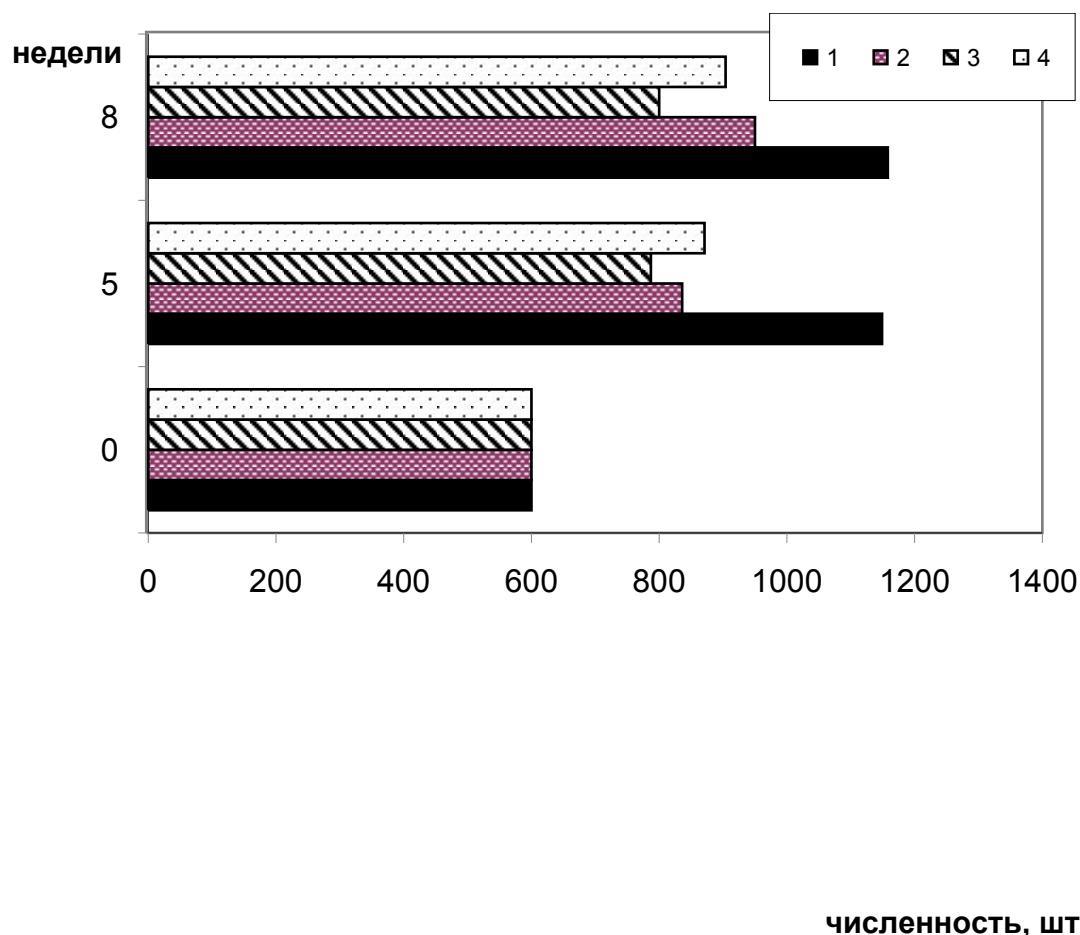


Рис.. Динамика численности популяции компостных червей *Eisenia fetida* при вермикомпостировании различных органических отходов (РГСХА, 2007): 1 Подстилочный птичий помет + ОСВ + солома ячменя (1:1:2); 2. Помет бесподстилочный + солома ячменя (1:1); 3. КРС + помет + солома ячменя (1:1:1); 4. КРС+ОСВ+солома ячменя (1:1:1)

Не высокий коэффициент ежемесячного прироста объясняется коротким периодом наблюдений (8 недель), в течение которого черви адаптировались к новому корму. Однако положительная динамика численности популяций в изучаемых субстратах доказывает возможность их вермикомпостирования и необходимость дальнейших исследований.

Формирование (предварительное) бурта. Предварительная подготовка смеси исходных компонентов осуществляется в процессе формирования бурта бульдозером ДЗ-27. Эту операцию целесообразно выполнять посредством перемещения материала бульдозером от периферии к центру. Обработка материала выполняется сначала с одной стороны площадки, а затем с другой. Проводятся зачистка площадки и формирование бурта высотой до 2 метров. Если используются отходы с пониженной влажностью, то производят полив.

Гомогенизация, аэрация смеси и формирование бурта. Эта операция выполняется автопогрузчиком МПК-Ф-1 (ПНД-250) через 2 недели после первичной подготовки смеси. За это время влага перераспределяется по всей массе смеси, начинают развиваться микробиологические процессы. Перебивка обеспечивает равномерное перемешивание всех компонентов, обогащает смесь кислородом воздуха, активизирует термофильный процесс. Температура в бурте повышается до 50-60 °С. В результате

повышения температуры происходит обеззараживание от патогенных микроорганизмов, теряется всхожесть семян большинства сорных растений.

Бурт в таком состоянии оставляют на срок 14 суток, после которых проводят 2 перебуртовку. При необходимости (повышение температуры более 60°C, изменение pH) бурт поливают водой. Если реакция среды кислая, то обрабатывают порошком гашеной извести (300 г/м²). Ширина бурта трапецевидной формы после перебивки 4–6 метров, высота до 2 м. После этой операции бурт оставляют еще на 1,5–2 месяца в зависимости от готовности субстрата.

Субстрат считается готовым, если в бурте температура не выше 30°C на протяжении 1 недели. Полный срок созревания субстрата составляет не менее 2,5–3 месяцев и зависит от вида органического отхода (табл.). Хранение готового субстрата может длиться до 8–10 месяцев.

Таблица . – Длительность ферментации различных видов органических отходов, используемых для приготовления базового субстрата для заселения червей

Вид отхода	Длительность ферментации, мес.
Полужидкий навоз КРС	4-6
Птичий помет	15-16
Конский навоз	5-6
Свиной навоз (твердая фракция)	9-10
Овечий помет	3-4

В опытах, результаты которых описаны выше, для компостирования использовали ферментированные отходы со следующей длительностью хранения:

- ОСВ (городские очистные сооружения) – 3 мес.;
- птичий помет птицефабрики «Рязанский бройлер»: бесподстилочный - 7 мес., подстилочный (опилки) – 18 мес;
- подстилочный навоз КРС (опилки) – 4 мес.

Технологические параметры компостирования органических отходов представлены в таблице.

Для ускорения ферментации нами использовался «биогумусный чай» – 10 % водная настойка биогумуса, которым поливались субстраты 2 раза в неделю (табл. 8). Этот прием усиливает аэробные микробиологические процессы за счет насыщения субстрата соответствующей микрофлорой и может быть использован вермитехнологиями в промышленном вермикомпостировании органических отходов.

Таблица . – Технологические параметры компостирования органических отходов

Состав базового субстрата	Соотношение компонентов	Метод подготовки субстрата	Длительность ферментации субстрата, дни
1. Подстилочный птичий помет + ОСВ + солома ячменя	1:1:2	Компостирование с 1 перебуртовкой через 14 дней	17
2. Помет бесподстилочный + солома ячменя	1:1	Компостирование (2 перебуртовки) + обработка «биогумусным чаем» (10 %) 2 раза в неделю	21
3. КРС + помет + солома*	1:1:1	Компостирование, аэрация + обработка «биогумусным чаем» (10 %) 2 раза в неделю	6
4. КРС+ОСВ +солома**	1:1:1	1. Компостирование ОСВ + солома 2. Компостирование с КРС	14 6

* в варианте использовался ферментированный субстрат второго варианта

** компостирование в 2 этапа

Механизация операций по приготовлению компостов

Для выполнения технологических операций по приготовлению компостов промышленность не выпускает специального оборудования, поэтому следует выполнить небольшую модернизацию таких машин, как прицепной раздатчик-смеситель РСП-10, разбрасывателей органических удобрений ПРТ-10 или РОУ-6, погрузчиков органических удобрений ПНД-250 или МПК-Ф-1 и разбрасывателя жидких удобрений РЖТ-10.

Для обеспечения процесса распределения целлюлозосодержащих компонентов бitera ПРТ – 10 со спиральными рабочими элементами необходимо заменить на бitera с пальцевыми рабочими элементами и уменьшить их частоту вращения.

Для измельчения навоза и помета и их распределения по поверхности целлюлозосодержащих компонентов ПРТ-10 следует оборудовать дробильной камерой со штифтами (патент РФ №2181709), а машины РЖТ-10 и ПНД-250 следует оборудовать распылителями. Имея комплекс такого технологического оборудования можно обеспечить производительность при приготовлении органических компостов до 25 т/ч. (В. Я. Спевак, А. Г. Рыбалко, Н. В. Спевак, М. Р. Шамьонов, 2002).

. Подготовка субстрата способом ускоренной аэробной ферментации

В отдельных случаях, при высоком уровне механизации всех процессов и высоком финансировании может использоваться способ ускоренной аэробной ферментации субстрата, который проводится путем аэрации сформированного влажного бурта горячим воздухом. На рисунке 5 в качестве примера представлена схема этой технологии (США, компания ENGINEEREDCOMPOSTSYSTEMS).

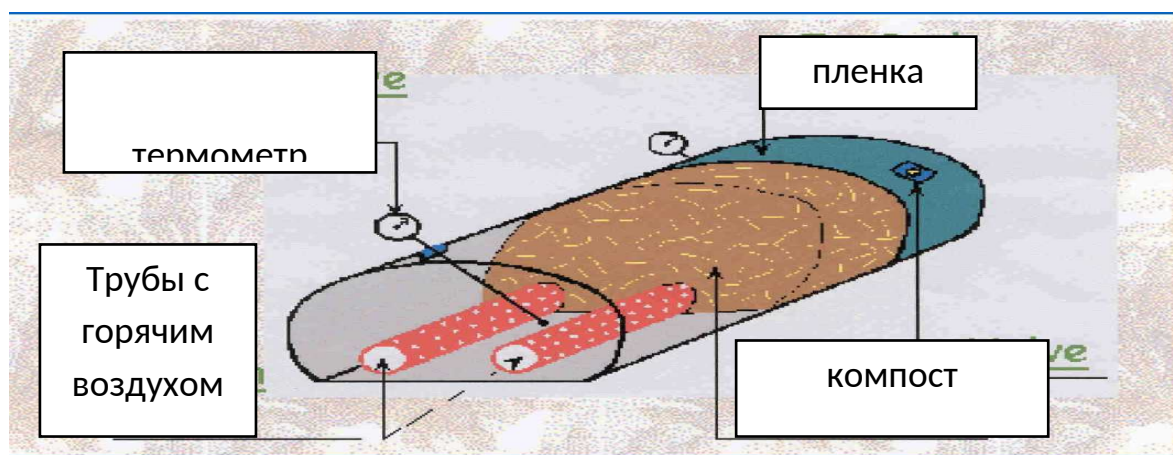


Рис. 9. Схема ускоренной ферментации

Горячий воздух подается по трубопроводу к буртам шириной 4 метра с помощью компрессора. Сверху бурт накрывается полиэтиленовой пленкой размером 50х12 метров. Технология может применяться, как на открытой площадке \, так и в закрытом помещении.

Тема 4: Изучение фитотоксичности биокомпостов на основе осадков сточных вод (ОСВ).

Цель работы: Определите токсичности ОСВ (метод биотестирования).

Задание: освоить методику биотестирования

Материалы и оборудование. Учебное пособие, конспект лекций, бумага фильтрованная, пинцет, чашки Петри, термостат для проращивания, металлический шпатель, семена редиса (тест-объект).

Вводные пояснения: Биологические методы более объективно отражают экологическое состояние системы, в частности самоочищающуюся способность почвы, ее реакцию на тот или иной раздражитель. Поэтому их применение в экологических исследованиях при изучении загрязнения экосистем представляется наиболее перспективным. В основе метода биологической диагностики почв лежит представление о том, что почва как среда обитания составляет единую систему с населяющими ее организмами.

Биологический метод высокоэффективен при определении общей токсичности ОСВ. Он прост в исполнении, оперативен и позволяет быстро определить суммарную токсичность ОСВ. Принцип метода биотестирования основан на зависимости между дозой токсиканта и эффектом его действия на тест-объект.

В качестве тест-объекта могут использовать растения семейства крестоцветные.

Основным требованием к тест-объекту является высокая чувствительность биоиндикатора к определенному токсиканту или продуктам его распада.

Ход выполнения работы.

Испытуемый ОСВ тщательно перемешивают металлическим шпателем. 60 г навески ОСВ помещают в чашку Петри. Опыт проводят нестерильно. На поверхность помещают фильтр, на фильтр равномерно раскладывают по 20 семян редиса. Чашки Петри ставят на проращивание.

Таблица 1 Результаты биотестирования ОСВ

Вариант, повторность	Линейные размеры ростков, мм	Процент взошедших семян	Примечания

Опыт учитывают на третьи сутки после прорастания семян при комнатной температуре. При их прорастании в биотермостаре при температуре 25-26 °С время учета сокращается до 2-2,5 суток. Контролем служат семена, пророщенные на условном субстрате. Измеряют общую длину корней проростков в каждой повторности.

После измерения длины корней в четырех повторностях рассчитывают среднюю длину корней взошедших семян, а также процент снижения их длины по сравнению с контролем. Уменьшение длины корней проростков по отношению к контролю, выраженное в процентах и является показателем токсичности ОСВ.

Контрольные вопросы.

1. Дать определение биотестирования.
2. Какие биологические объекты используются в целях биоиндикации ?

3. Какие показатели биоиндикаторов вы знаете. Как проводится их расчет?
4. Какие показатели имеют абсолютные, хорошие, удовлетворительные и сомнительные индикаторы?
5. Дайте классификацию биоиндикаторов по степени устойчивости связи с индикатором?

Тема 5. Изучение эффективности биокомпостов

Цель работы: изучить эффективность различных видов биокомпостов.

Материалы и оборудование. Учебное пособие, конспект лекций, бумага фильтрованная, пинцет, чашки Петри, термостат для проращивания, металлический шпатель, семена редиса и овса (тест-объект).

Вводные пояснения: Биологические методы более объективно отражают экологическое состояние системы, в частности самоочищающуюся способность почвы, ее реакцию на тот или иной раздражитель. Поэтому их применение в экологических исследованиях при изучении загрязнения экосистем представляется наиболее перспективным. В основе метода биологической диагностики почв лежит представление о том, что почва как среда обитания составляет единую систему с населяющими ее организмами.

Биологический метод высокоэффективен при определении общей токсичности ОСВ. Он прост в исполнении, оперативен и позволяет быстро определить суммарную токсичность ОСВ. Принцип метода биотестирования основан на зависимости между дозой токсиканта и эффектом его действия на тест-объект.

В качестве тест-объекта могут использовать растения семейства крестоцветные.

Основным требованием к тест-объекту является высокая чувствительность биоиндикатора к определенному токсиканту или продуктам его распада.

Ход выполнения работы.

Испытуемые биокомпосты тщательно перемешивают металлическим шпателем. 60 г навески помещают в чашку Петри. Опыт проводят нестерильно. Биокомпосты увлажняют водой до состояния негустой пасты и тщательно примешивают. На поверхность помещают фильтр, на фильтр равномерно раскладывают по 20 семян редиса или овса. Чашки Петри ставят на проращивание.

Таблица 1 Результаты эффективности бимокомпостов.

Вариант, повторность	Линейные размеры ростков, мм	Процент взошедших семян	Примечания

Опыт учитывают на третьи сутки после прорастания семян при комнатной температуре. При их прорастании в биотермостаре при температуре 25-26 °С время учета сокращается до 2-2,5 суток, Контролем служат семена, пророщенные на условном субстрате. Измеряют общую длину корней проростков в каждой повторности.

После измерения длины корней в четырех повторностях рассчитывают среднюю длину корней взошедших семян, а также процент снижения их длины по сравнению с контролем. Уменьшение длины корней проростков по отношению к контролю, выраженное в процентах и является показателем не эффективности.

Тема 6: Действие тяжелых металлов, входящих в состав удобрений на зерновые культуры

Цель работы - познакомить студентов с экологическими проблемами, которые возникают при использовании удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Задание.

1. Изучить основные причины загрязнения окружающей среды удобрениями.
2. Определить какие негативные экологические последствия могут возникать при применении азотных, фосфорных и калийных удобрений.
3. Познакомиться с приемами снижения загрязнения окружающей среды удобрениями.

Материалы и оборудование. Учебное пособие, конспект лекций.

Вводные пояснения: Основными причинами загрязнения окружающей среды удобрениями считаются: 1. Несовершенство организационных форм и технологий транспортировки, хранения, тукоsmешения, внесения удобрений;

2. Нарушение агрономической технологии внесения удобрений в севообороте и под отдельные культуры;

3. Несовершенство самих удобрений, их химических, физических и механических свойств.

Дурманов Д. Н. и Шишов Л. Л. (1988) обращают внимание на настоятельную необходимость качественного развития химизации и совершенствования диагностики структуры питания возделываемых

растений, что позволяет исключить или хотя бы минимизировать вероятность возникновения экологических конфликтов. Основным показателем следует считать прибавку урожая или повышение содержания того или иного элемента в почве, а не количество удобрений, внесенных на гектар поля. Это требование объективно диктует «закон предельной урожайности» (по: Рамад, 1981), в соответствии с которым повышение урожайности имеет тенденцию к замедлению, по мере того как растет количество вносимого удобрения.

Применение в избыточных количествах минеральных удобрений вследствие физиологической кислотности отдельных их видов обуславливает развитие процессов подкисления почв. Об этом косвенно можно судить по дозам извести, используемой в качестве нейтрализатора (CaCO_3 , ц на 1 ц удобрений):

1. Необходимое количество извести для нейтрализации физиологической кислотности удобрений

Вид минеральных удобрений	Доза извести	Вид минеральных удобрений	Доза извести
Аммиак жидкий	1,47	Хлористый аммоний	1,39
Сульфат аммония	1,13	Сульфат аммония натрия	0,90
Мочевина (карбамид)	0,83	Аммиачная селитра	0,74
Аммофос	0,65	Аммиак водный	0,36
Суперфосфат	0,10		

Это приводит к снижению сумм поглощенных оснований, усилению минерализационных процессов, нарушению соотношения подвижных форм макро- и микроэлементов в почве и элементного состава растений. Так, применение высоких доз азотных удобрений под капусту нарушает обмен и поступление серы в растения, что отрицательно сказывается на качестве урожая. В результате подкисления почвенного раствора фосфаты в почве закрепляются, что ухудшает фосфорное питание растений; при этом высвобождаются ионы алюминия, которые являются токсичными для почвенной биоты и растений.

Избыток минеральных удобрений вызывает нарушения в биологическом компоненте почвы, из-за чего процессы трансформации органического вещества ухудшаются. В структуре микробного ценоза увеличивается доля микроскопических грибов, среди которых много

патогенных. Это грозит опасностью образования микотоксинов в почве и продуктах питания и др.

В последние годы отчетливо прослеживается тенденция увеличения производства сельскохозяйственной продукции (особенно овощной) с повышенным содержанием нитратов. Сами нитраты не отличаются высокой токсичностью, однако под действием микроорганизмов или в процессе химических реакций восстанавливаются до нитритов, опасных для человека и животных. В организме теплокровных нитриты участвуют в образовании более сложных (и наиболее опасных) соединений - нитрозоаминов, которые обладают канцерогенными свойствами. Многие из этих соединений способны вызывать опухоли у теплокровных даже при небольших концентрациях. Считается, что доза нитрозоамина 10-14 мг/кг является канцерогенной при длительном поступлении с продуктами, имеющими существенный удельный вес в рационе человека.

Широкую известность получило заболевание под названием «метгемоглобинемия», особенно опасное для детей грудного возраста. При этом заболевании нитратный ион (NO_3^-) взаимодействует с гемоглобином крови, который не способен транспортировать кислород крови, что приводит к удушью.

Увеличение доз азота не только повышает содержание нитратов, но и одновременно стимулирует уменьшение в произведенной продукции витамина С, Сахаров и других веществ, что снижает ее биологическую ценность.

Азотные удобрения загрязняют природные воды. Вынос азота в водные объекты определяется как природными факторами (климат, гидрология, рельеф), так и антропогенными (степень сельскохозяйственного использования территории, применяемые системы земледелия, нормы удобрений и т. д.). Ввиду опасности загрязнения питьевой воды ВОЗ установил для нее ПДК по нитратам: умеренные широты - 22 мг/л; тропики - 10 мг/л. (В России соответствующее значение ПДК нитратов принято 10 мг/л, то же в Польше и США, в ФРГ - 20 мг/л).

Для сведения к минимуму непроизводительных потерь азота, предотвращения и снижения загрязнения нитратами растениеводческой продукции, водоемов и т.д. необходимо четко соблюдать регламенты по транспортировке, хранению и применению удобрений.

Внесению удобрений должно предшествовать известкование почв, которое снижает почвенную кислотность и усиливает процесс восстановления нитратов. Сроки проведения подкормок также играют важную роль в накоплении нитратов. Не рекомендуется применять подкормки в период массового созревания корнеплодов и кочанов.

Исключительно важным приемом снижения (предотвращения) нитратного загрязнения сельскохозяйственной продукции является внесение достаточного количества полноценного органического удобрения (навоз, компосты, сидераты). Органические удобрения целесообразно вносить в

соотношении с минеральными 4:1. Навоз должен быть предварительно прокомпостирован с соломой или торфом. Его лучше вносить в почву с осени.

С фосфорными удобрениями в почву попадают многие токсичные элементы, малоподвижные в почвенной среде. Довольно высоким содержанием загрязняющих веществ отличается, например, суперфосфат:

2. Загрязняющие вещества суперфосфата

Примесь	Содержание, мг/кг	Примесь	Содержание, мг/кг
Мышьяк, As	1.2-2.2	Свинец, Pb	7.0-92.0
Селен, Se	0.0-4.5	Вольфрам, W	20.0 -180.0
Кобальт, Co	0,0-9,0	Кадмий, Cd	50.0- 170.0
Никель, Ni	7,0-32,0	Хром, Cr	66.0-243.0
Медь, Cu	4,0 - 79,0	Цинк, Zn	50.0- 1430.0

Кроме того, в фосфорных удобрениях содержится около 1,5% токсичных соединений фтора, который ингибирует активность ряда ферментов. Большая часть фосфора, используемого как удобрение, остается в почве в недоступной для растений форме, т. к. связывается с содержащимися в ней Ca, Al, Fe. В природных фосфатах обнаружены радиоактивные элементы урана, радия. В некоторых фосфорных удобрениях на 1 т P_2O_5 приходится 30 - 40 кг стронция - 90.

В водные объекты фосфор поступает тремя путями:

1. В результате потерь при хранении и транспортировке удобрений (34% всех поступлений);
2. Из-за смыва сельскохозяйственных земель в растворенном виде, а также с продуктами эрозии почв (21% всех поступлений);
3. Вследствие «выпадения» фосфора из аграрного круговорота, обусловленного почти полным отсутствием утилизации органических веществ в коммунальном хозяйстве и снижением до 50% - го уровня утилизации органических веществ в животноводстве (45% всех поступлений).

Увеличение содержания P_2O_5 в природных водах привело к эвтрофированию водных объектов: биомасса водорослей в ряде озер и водохранилищ превосходит валовую сельскохозяйственную продукцию в тех же регионах. Установлено, что на 1 кг поступившего в водоемы фосфора образуется 100 кг фитопланктона, а «цветение» воды за счет водорослей возникает при концентрации фосфора в воде выше 0,001 мг/л, достигая оптимума при содержании его в количестве 0,9 - 3,5 мг/л (Минеев, 1990).

Калийные удобрения также могут служить источником отрицательного воздействия на окружающую природную среду. Например, при переработке сильвинита образуются **галитовые отвалы, глинисто - солевые шлаки, а также пылегазовые выбросы**. Солеотвалы занимают

значительные площади и являются источником засоления почв и подземных вод. Под действием атмосферных осадков образуются рассолы с содержанием солей до 300 г/л, которые попадают в подземные воды, откуда в процессе испарения поступают в поверхностные слои почвы.

Серьезное загрязнение вызывает продукт обогащения сильвинитовых руд - глинисто - солевые шламы. Их обычно хоронят на глубине 20-40 м и окружают дамбами. В местах расположения таких «хранилищ» происходит заболачивание и засоление почв.

Калийные удобрения содержат балластные элементы (Cl, Na), которые могут накапливаться в почве при систематическом применении повышенных доз удобрений, снижая ее плодородие.

Грунтовые воды пойм крупных рек, на землях которых развито овощеводство, являются одним из основных источников загрязнения речных вод Cl^- и Na^+ .

Увеличение содержания хлора в удобрениях в 4 - 5 раз (дерново-подзолистые почвы) повышает концентрацию его в соломе зерновых и сене клевера на 50 - 70 %, в клубнях картофеля и сене вико - овсяной смеси - на 50 - 100 %. В пахотном слое почвы содержание хлора при этом возросло на 60 - 290 % в зависимости от вида культуры, условий увлажнения и других факторов.

Немалую опасность вызывают содержащиеся в калийных удобрениях металлы (Cd, Hg, Pb, Al, Cr), которые могут накапливаться в живых организмах, проникать в грунтовые воды и др.

Для предотвращения больших потерь калия и загрязнения поверхностных и грунтовых вод калийные удобрения следует вносить под основную обработку почвы. Снижение потерь питательных элементов из минеральных удобрений вследствие вымывания можно достигнуть как агротехническими, так и химическими способами. Представляет интерес применение медленнодействующих удобрений, питательные элементы которых усваивались бы растениями постепенно в течение вегетационного периода. Достигается это табулированием, покрытием синтетической пленкой (смолами, парафинами и др.) или элементарной серой.

Ход выполнения.

ЗАДАНИЕ 1. При выращивании однолетних трав на зеленый корм на дерново - подзолистых среднесуглинистых почвах рекомендуют вносить на 1 га 30 - 40 т компоста и $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$, что в пересчете на определенные виды удобрений составляет: 3,5 ц хлористого аммония (NH_4Cl - содержит около 25% азота), 3 ц суперфосфата ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{P}_4)_2$ - около 20% P_2O_5) и 2 ц хлористого калия (KCl - около 60% K_2O).

Используя данные таблицы 1 рассчитайте дозу извести (по д. в.), которую необходимо внести в почву для нейтрализации физиологической кислотности удобрений (KCl - физиологически нейтральное удобрение).

Подумайте, в чем заключается ошибка в подборе удобрений.

ЗАДАНИЕ 2. Заполните таблицу:

Виды загрязняющих веществ, связанные с производством и использованием минеральных удобрений

Удобрения	Загрязняющие вещества
Азотные	
Фосфорные	
Калийные	

ЗАДАНИЕ 3. Заполните таблицу:

Негативные экологические последствия, связанные с применением удобрений

Удобрения	Влияние загрязняющих веществ удобрений на окружающую природную среду и здоровье человека и животных
Азотные	
Фосфорные	
Калийные	

ЗАДАНИЕ 4. Заполните таблицу: Меры по предотвращению и снижению загрязнения удобрениями сельскохозяйственной продукции и окружающей среды

Удобрения	Пути снижения загрязнений:	
	Общие	По видам удобрений
Азотные		
Фосфорные		
Калийные		

Контрольные вопросы:

- Какие основные причины загрязнения окружающей среды удобрениями?
- Какие загрязняющие вещества содержатся в азотных, фосфорных и калийных удобрениях?
- К каким экологическим последствиям приводят эти загрязняющие вещества?
- Какие общие меры по снижению загрязнений окружающей среды удобрениями Вы знаете?
- Какие существуют пути снижения нитратного загрязнения сельскохозяйственной продукции?
- Какие Вы знаете пути поступления фосфора в водоемы?
- Что Вы понимаете под медленнодействующими удобрениями?
- Почему желательно вносить известь с некоторыми видами минеральных удобрений?

9. Что такое «эвтрофикация» водоемов? С чем она связана?

Библиографический список

1. Биологическая система земледелия [Текст] / Воропаев, Сергей Николаевич [и др.] ; С.Н. Воропаев [и др.]; под ред. В.Д. Ермохина. - М. : Колос, 2009. - 192 с. ; 20 см. - (Учебное пособие).
2. Соловьев А.В. Агрохимия и биологические удобрения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Соловьев А.В., Надежкина Е.В., Лебедева Т.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский государственный аграрный заочный университет, 2011.— 168 с.— ЭБС «IPRbooks»
3. Сидоренко, Олег Дмитриевич. Биологические технологии утилизации отходов животноводства [Текст] : Учеб. пособие / Сидоренко, Олег Дмитриевич, Черданцев, Евгений Владимирович. - М. : Изд-во МСХА, 2001. - 75 с.
1. Косолапов, Иван Николаевич. Эффективность вермикультивирования и его продуктов [Текст] : монография / Косолапов, Иван Николаевич. - Рязань : Пресса, 2004. - 156 с.
2. Агроэкология [Текст]: Учебник / Под ред. В.А. Черникова. - М. : Колос, 2000. - 536 с. - (Учебники и учеб. пособия для студ. высш. учеб. заведений).
3. Кистанова, С. А. Биогумус (вермикомпост) - натуральное органическое удобрение нового поколения / С. А. Кистанова, С. А. Лобанова// Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК [Текст] : материалы науч.-практ. конф. посвященной 165-летию со дня рождения П. А. Костычева. - Рязань, 2010. - С. 121-124.
4. Толстопятова, Н. Г. Биогумус - высокоэффективное и экологически чистое удобрение / Н. Г. Толстопятова // [Текст] : Картофель и овощи. - 2009. - N7. - С. 6.
5. Лазарева Ю.И. Вермикультивирование - неиспользованная возможность повышения экономической эффективности сельского хозяйства / Ю. И. Лазарева // [Текст] : Сборник научных трудов ученых Рязанской государственной с.-х. академии им. проф. Костычева П.А. - Рязань, 2004. - С.187-189.
6. Левин В.И., Правкина С.Д., Хабарова Т.В. [Электронный ресурс] Учебное пособие «Биоконверсия органических отходов» Для магистров по направлению 110100.68 «Агрохимия и агропочвоведение» Рязань, 2015 - ЭБ РГАТУ
7. Конин С.С. Вермикультура и бизнес / С. С. Конин// [Текст] : Достижения науки и техники АПК. - 2004 . - N4.- С.2.
8. Куликов Я.К. Агроэкология [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Куликов Я.К.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2012.— 319 с.— ЭБС «IPRbooks»
9. Биологические основы получения высоких урожаев овощных культур [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Котов, Н.А. Адрицкая, Т.И. Завьялова. — СПб. : Лань, 2010. — 129 с. — ЭБС «Лань»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧЕРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
для практических работ по дисциплине «Агрохимикаты и биогумус»

«Биоконверсия органических отходов»

для магистров по направлениям
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Рязань, 2025

Методические указания разработаны профессором кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Левиным В.И., доцентом кафедры лесного дела и садоводства Ерофеевой Т.В.

Рецензент: профессор д.с.-х.н. Крючков М.М.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Содержание

Введение	6
Глава 1. Взаимосвязь между компостированием и вермикомпостированием	9
1.1 Процессы компостирования и вермикомпостирования	11
Глава 2. Состояние и перспективы вермикомпостирования органических отходов	16
2.1. Биоконверсия осадка сточных вод с помощью вермикомпостирования	24
Глава 3. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕРВЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ	34
3.1.Морфология и анатомия дождевых червей	34
3.1.1 Строение кишечника	34
3.1.2. Кровеносная система	37
3.1.3. Пищеварительная система и особенности питания	40
3.1.4. Органы выделения	41
3.1.5. Нервная система	45
3.1.6. Рефлексы	47
3.1.7 Органы чувств	48
3.1.8 Органы внутренней секреции	51
3.1.9. Органы размножения	53
3.2 Размножение и развитие червей	57
Глава 4 ЭКОЛОГИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ	63
4.1 Почва как среда обитания дождевых червей	63
4.2 Температурный режим	66
4.3 Влажность почвы	68

4.4 Враги, паразиты и хищники	69
4.5 Дождевые черви- биотический фактор почвообразования	67
4.6 Влияние дождевых червей на плодородие почв	73
4.7 Влияние дождевых червей на перемешивание земли и вынос ее на поверхность	80
4.8 Влияние дождевых червей на структуру и химический состав почв	91
Глава 5 ВИДЫ ЧЕРВЕЙ ДЛЯ ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЯ	102
5.1. Влияние факторов окружающей среды на выживание и рост червей	109
Глава 6 ВИДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЯ	113
6.1. Животноводческие отходы	113
6.2. Растениеводческие отходы	116
6.3. Отходы коммунального хозяйства и промышленности	119
6.4 Традиционные способы накопления и хранения органических отходов животноводства	121
Глава 7 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЯ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	125
7.1 Организация вермиферного хозяйства в сельскохозяйственном производстве	126
7.2. Элементы технологии вермикомпостирования	126
7.2.1. Подготовка субстрата	127
7.2.1.1. Способы подготовки	128
7.2.2.1. Формирование вермиферных буртов	141
7.2.3. Содержание червей в субстрате – вермикомпостирование	144
7.2.3.1. Заселение червей в субстрат	144
7.2.3.2. Уход, подкормка, учет червей.....	145
7.2.3.3. Доработка биогумуса – сырца.....	149
7.3. Автоматические системы и реакторы непрерывного действия.....	150

Глава 8. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГУМУСА В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ	153
8.1. Агроэкологическая эффективность вермикомпостирования органических отходов Рязанской области	160
Глава 9. КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БИОКОНВЕРСИИ ОРГАНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВДСТВА	181
Глава 10. ЭКОНОМИКА ТЕХНОЛОГИИ ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЯ	190
Библиографический список	193

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в сельском хозяйстве остро стоят проблемы с переработкой твердых органических отходов. Только от имеющегося поголовья скота и птицы в Рязанской области ежегодно образуется 1,8 – 2 млн. тонн навоза, в том числе 60-65 тыс. тонн птичьего помета, для сбора, хранения и обезвреживания которого недостает более 80 % навозохранилищ и спецплощадок.

Наряду с проблемой утилизации органических отходов существует необходимость поиска возможных путей сохранения и улучшения почвенного плодородия сельскохозяйственных угодий, что в значительной мере связано с поддержанием оптимального гумусного режима. Практически во всех, даже экономически развитых регионах, наблюдается снижение содержания гумуса в почвах.

К числу главных причин, вызывающих снижение гумуса в почвах, следует отнести усиленную минерализацию органических компонентов почвы. Поэтому, для поддержания бездефицитного гумуса в почве требуется постоянное внесение в почву органических удобрений.

Гумус почвы составляют гуминовые вещества – гуматы, которые содержатся не только в почве, но и в органических удобрениях, в том числе, навозе, торфе и биогумусе, и используются для повышения ее плодородия.

Механизм действия гумуса на почвенное плодородие сложен и еще не до конца изучен. Но, известно, что гуминовые вещества влияют на обмен веществ растений, активизируют деятельность окислительных ферментов, которые усиливают энергетический обмен в клетках. При этом увеличивается сопротивляемость растений к заморозкам и болезням, повышается поглощение элементов питания растений и их продуктивность. Гуминовые кислоты обладают высокими сорбционными свойствами, снижают токсическое действие тяжелых металлов на растения.

При низком уровне гумусовых запасов в почвах, внесение одних минеральных удобрений не приведет к стабильному повышению их плодородия. Более того, применение высоких доз минеральных удобрений на бедных органическим веществом почвах часто сопровождается неблагоприятным действием их на почвенную микрофлору, микрофауну, накоплением в растениях нитратов, а во многих случаях снижением урожайности сельскохозяйственных культур.

В связи с чем, для решения проблемы возрождения плодородия почв и получения урожая экологически чистых продуктов питания представляется экологически и экономически обоснованным переход на органическое земледелие с использованием биогумуса, полученного с помощью дождевых червей при переработке ими навоза сельскохозяйственных животных.

На протяжении многих миллионов лет дождевые черви участвуют в формировании рыхлого, плодородного слоя почвы. В процессе своей жизнедеятельности, разлагая органические отходы, они обогащают почву биогумусом.

Широкое и повсеместное использование биогумуса в сельском хозяйстве позволит земледельцам существенно сократить сроки накопления гумуса в почве, быстро восстановить их потенциальное плодородие, повысить устойчивость почвы к ветровой и водной эрозии.

Питательные вещества биогумуса, находящиеся в виде соединений гуминовых кислот с макро- и микроэлементами обеспечивают потребность растений всем необходимым спектром химических элементов. Находящиеся в биогумусе вещества, взаимодействуют с минеральными компонентами почвы, образуя хелатные соединения, в результате чего питательные вещества надежно и длительно сохраняются от вымывания и разрушения в воде.

Биогумус – это не просто гумусное удобрение, но и уникальное микробиологическое удобрение, содержащее в своем составе консорциум 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. Это его главное достоинство. Наряду с этим он обладает и другими ценными свойствами, такими как большой влагоемкостью, механической прочностью гранул, отсутствием семян сорных растений, наличием большого количества и более широкого спектра полезных микроорганизмов, ферментов, антибиотиков, гормонов роста для растений.

Биогумус также обладает сыпучестью, регулируемой влажностью, технологичностью использования, прогнозируемостью воздействия на урожайность сельскохозяйственных культур, безвредностью для почвы, хорошей сочетаемостью с теми или иными минеральными и химическими удобрениями.

Глава 1 **ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ КОМПОСТИРОВАНИЕМ И ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЕМ**

Много проблем охраны окружающей среды в настоящее время возникает в результате возрастающего уровня производства и накопления органических отходов на месте их образования, их объемы становятся слишком большими для того, чтобы они разложились природными процессами. До последних лет использование органических отходов и удобрений на сельскохозяйственных почвах не было проблематичным, потому что производство было достаточно небольшим, чтобы использовать в ограниченных количествах. При соответствующих дозах применения органические отходы являются ценным ресурсом для удобрения почв, обеспечивающий высокое содержание макро- и микроэлементов для урожайности культур, и они представляют собой дешевую альтернативу минеральным удобрениям. Проблемы охраны окружающей среды возникают, когда местное производство и накопление навоза при использовании интенсивных стратегий являются слишком большими, приводя к отчуждению больших площадей земли для того, чтобы избавиться от огромного количества произведенных органических отходов. Неразборчивое распределение по поверхности больших количеств таких органических отходов может нарушать плодородие почв, может вызвать загрязнение воды и неприятные запахи и может представлять риск для здоровья. Потенциально неблагоприятное влияние таких неразборчивых применений включает:

- переудобренность, особенно азотом, фосфором и калием (NPK);
- токсичность аммиака для почвенной биоты;
- накопление и концентрация тяжелых металлов в почве и почвенной биоте;
- постепенное повышение щелочности почвы;
- засоление в сухих условиях;
- создание анаэробно-бескислородных путей разложения;

- внесение и рассеивание человеческих патогенов; и
- загрязнение грунтовых вод.

Этих важных проблем охраны окружающей среды можно избежать, если органические отходы перерабатываются соответствующими способами перед их захоронением или использованием. Таким образом, аэробная биodeградация может быть включена, чтобы произвести или высококачественный конечный продукт, или просто снизить остроту проблемы охраны окружающей среды посредством быстрой переработки отходов без увеличения затрат. В конце аэробного процесса биоразложения потребление кислорода снижается, органические материалы преобразуются в более стабильные продукты, выделяется двуокись углерода, влажность уменьшается и высокая температура достигается. В полевых условиях процесс разложения происходит медленно на поверхности почвы, при этом без достижения высокой температуры и, главным образом, при аэробных условиях. Этот естественный процесс разложения может быть ускорен, укладывая в бурты материал, чтобы избежать тепловых потерь и, таким образом, позволяя повышать температуру (термофильное компостирование) или при использовании определенных видов дождевых червей как агентов для перемещения, фрагментации и аэрирования (вермикомпостирование).

Гумифицированные компосты и вермикомпосты быстро достигают равновесия с почвенной экосистемой, не вызывая некоторых из главных нарушений, обычно связанных с применением сырых органических отходов. Эти продукты имеют ценность для сельского хозяйства как источники питания и как почвоулучшители. В настоящее время, наука термофильного компостирования известна и применяется широко для управления органическими отходами. Культивирование дождевых червей в органических отходах обозначены терминами *вермиккультура* и *вермикомпостирование*, процессы переработки органических отходов с помощью дождевых червей для получения вермикомпостов развивались значительно в последние годы. Было

показано, что вермикомпостирование было успешным для переработки ила сточных вод и ОСВ, отходов бумажной промышленности, муниципальных отходов, пищевых отходов и отходов животноводства, а также садоводческие растительные отходы и отходы пищевой промышленности.

1.1 Процессы компостирования и вермикомпостирования

Компостирование и вермикомпостирование – это два самых известных процесса биологической стабилизации твердых органических отходов. Компостирование включает ускоренное разложение органического вещества микроорганизмами в условиях, которыми управляют, во время которых органический материал подвергается воздействию характерной термофильной стадии при температуре 45-65° С, что позволяет устранить патогенные микроорганизмы. Две фазы можно отличить при компостировании:

а) термофильная стадия, когда разложение происходит наиболее интенсивно и которая поэтому является активной фазой компостирования;

б) стадия созревания, когда температура снижается до мезофильной и остающиеся органические соединения разлагаются более медленно. Продолжительность активной фазы зависит от характеристик отходов (количества легко разложимых веществ), управления и контролирования параметров процесса (аэрация и влажность). Продолжительность фазы созревания является также переменной, и это обычно отмечается исчезновением веществ, токсичных для растений. Термофильное компостирование хорошо разработано на промышленном уровне для переработки твердых органических отходов, хотя потери азота при улетучивании NH_3 во время термофильной стадии процесса - один из главных недостатков этого процесса. После компостирования гетерогенный свежий органический материал превращается в гомогенный и довольно стабильный гумусоподобный продукт (Титов, 2007).

Вермикомпостирование включает биоокисление и стабилизацию органического материала совместными действиями дождевых червей и микроорганизмов. Хотя эти микроорганизмы, которые биохимически разлагают органическое вещество, дождевые черви являются ключевыми агентами данного процесса, так как они аэрируют, кондиционируют и фрагментируют субстрат, таким образом, решительно увеличивая микробиологическую активность. Действуют дождевые черви как механические блендеры, измельчая органическое вещество они изменяют его физический и химический статус, постепенно снижая соотношение углерода к азоту C:N и увеличивая площадь поверхности, подвергающуюся воздействию микроорганизмов, таким образом, делая ее намного более благоприятной для микробиологической деятельности и дальнейшего разложения. Поэтому две фазы можно также различить и здесь:

а) активная фаза, когда дождевые черви перерабатывают отходы, изменяя их физическое состояние и микробный состав;

б) фаза, подобная созреванию, отличается перемещением дождевых червей к более новым слоям не переработанных отходов, в которых микроорганизмы приступают к их разложению. Как и при компостировании, продолжительность активной фазы не является фиксированной и ее продолжительность зависит от вида и плотности популяции дождевых червей и их способности перерабатывать отходы (скорость переваривания корма). Вермикомпостирование еще не адаптировано полностью к большим промышленным масштабам, и так как температура всегда находится в мезофильном диапазоне, удаление патогенов не полностью обеспечивается, хотя некоторые исследования обеспечили достоверные свидетельства подавления патогенов человека (Monroy и др. 2008, 2009). В некоторых случаях, органические отходы требуют предварительной обработки перед вермикомпостированием, поскольку они могут содержать вещества, которые являются токсичными для дождевых червей, такие как кислые соединения, аммиак NH_3 и соли.

Комбинация компостирования и вермикомпостирования недавно была рассмотрена как способ достижения стабилизации субстратов. Компостирование запускает санитарную обработку отходов и устраняет токсические соединения, а последующее вермикомпостирование уменьшает размер частиц и увеличивает доступность питательных веществ; кроме того, инокуляция материала, получаемого при термофильной стадии компостирования, дождевыми червями сокращает продолжительность процесса переработки.

И компостирование, и вермикомпостирование – это аэробные процессы биodeградации органических отходов, которые включают сложные взаимодействия между органическими отходами, микроорганизмами, влажностью и содержанием кислорода. Материал отходов, как правило, содержит в себе смесь местных популяций и сообществ микроорганизмов. Когда содержание влаги и концентрация кислорода достигает подходящих уровней, то микробиологическая активность возрастает. Кроме кислорода и воды, микроорганизмам требуются источники углерода, макроэлементы, такие как N, P и K, питательные вещества и определенные количества микроэлементов для их нормального роста и размножения. Эти потребности обеспечиваются органическими материалами отходов. При использовании органического вещества в качестве источника питательных веществ микроорганизмы быстро размножаются и выделяют двуокись углерода, воду, некоторые органические продукты метаболизма и энергию. Часть этой произведенной энергии расходуется во время процессов метаболизма, а оставшая часть вызывает повышение температуры в субстрате.

Термофильное компостирование – это биологический процесс, в котором активными агентами являются микроорганизмы; следовательно, благоприятный итог процесса компостирования зависит от присутствия соответствующей микробной местной популяции предпочтительно местной и на предоставлении подходящих условий для микробиологической активности. Несколько

аспектов, связанных с пищей и микробной сукцессией, характеризуют процесс компостирования. Основной эффект микробной сукцессии – это учреждение образца таким способом, когда одна группа организмов прокладывает путь следующей группе организмов. Параллельная известная особенность синтрофии (syntrophy – относящийся к одному типу питания), иногда отнесенный также как синергия, была признана в микробиологической терминологии и обращается к пищевым и метаболическим взаимодействиям между двух или более группами бактерий, выращиваемых как смешанная культура. Через синтрофию или синергию, конечные продукты метаболизма, произведенные одной группой организмов, могут использоваться в качестве питательных веществ следующей. Таким образом, комбинированные действия двух или более различными типами растущих рядом организмов могут привести к конечным продуктам, которые являются количественно или качественно очень отличающимися от полной суммы действий каждого отдельного организма.

Совместное или синтрофическое разложение органического вещества - нормальный ход событий и при компостировании, и при вермикомпостировании органических отходов. Однако и при естественном разложении, и в вермикомпостирующих системах, многочисленные виды почвенных микроорганизмов и беспозвоночных живут, размножаются и взаимодействуют, способствуя замыканию "цикла веществ." Вермикомпостирующая система содержит сложные пищевые цепи, в которой различные химические формы некоторых питательных элементов трансформируются в долгоживущие органические соединения, которые важны для питательной динамики, а так же как регуляторы роста растений.

Вермикомпостирование – это мезофильный, абсолютно аэробный процесс разложения и, как таковой является почти полностью результатом микробиологической активности. У дождевых червей и других почвенных животных отсутствуют достаточно развитые целлюлозолитические системы

для того, чтобы переваривать растительные материалы, и поэтому большая часть корма для животных зависит от действия микроорганизмов свободноживущих или симбионтов в их желудочно-кишечном тракте. Хотя микроорганизмы ответственны за биохимическое разложение органического вещества в процессе вермикомпостирования, дождевые черви важны для кондиционирования субстрата и усиления микробиологической активности. Их можно рассматривать как механические блендеры, потому что они измельчают органический материал, увеличивают площадь поверхности, подвергающуюся действию микроорганизмов, перемещают фрагменты и выделяют экскременты, обогащенные бактериями, в субстрате отходов, гомогенизируя органический материал. Процесс вермикомпостирования, по существу, происходит в результате микробиологической активности и в присутствии дождевых червей, имеющих также сильное воздействие, но, в целом, сообщество почвенной фауны также играет важную роль в этих процессах через свое взаимодействие с почвенными микроорганизмами и поэтому должно быть рассмотрено в целостной перспективе.

Глава 2 Состояние и перспективы вермикомпостирования органических отходов

Первые сведения об утилизации или уничтожении органических отходов исходят с Ближнего Востока и из китайского региона. Так, перед воротами Иерусалима в долине Кедрона была специальная площадка для свалки мусора и отбросов, где постоянно поддерживался костер для сжигания горючих материалов, а рядом компостировались другие виды отбросов. На Дальнем Востоке научные работники до сих пор находят сведения о приготовлении таких почвенных смесей, которые долгие годы считались органическими. На протяжении тысячелетий китайцам было присуще стремление собирать и перерабатывать органические вещества, остающиеся от домашнего хозяйства, сада и поля, а также фекалии. Была создана целая система удобрений, важными компонентами которой были земля и ил из канав, прудов и каналов (Крафт фон Гейниц, 2003).

Удобрения животного происхождения (чаще всего получаемые от свиноводства) когда-то собирали в неглубоких ямах или на специальных крытых, довольно больших площадках для компостирования. Все компоненты тщательно перемешивали, периодически увлажняли, и они превращались в плодородную почву.

Само слово «компост» — латинского происхождения, и означает оно «сложенное вместе» или «составленное вместе». Однако это понятие не обязательно относится к соединению отбросов растительного или животного происхождения. Уже у Плиния мы находим описание метода, с помощью которого можно было сохранять в свежем виде капусту во время длительных морских путешествий. Для этого брали «соленую капусту» и клали ее, нарезанную, в кувшины для масла, добавив ароматические травы и другие ингредиенты. Кувшины плотно закупоривали, чтобы не дать доступа воздуху. Подобным же образом консервировали маслины и другие плоды, и такие консервы назывались «Compositus». От этого слова и произошло позднее слово

«Kumpost». В XI веке под этим названием в Европе появилась кислая капуста. Со временем это значение слова было забыто, и сейчас это название превратилось в «компост», и означает оно удобрение, используемое в полеводстве и садоводстве.

Между тем, на определенном историческом этапе сформировались пионерские технологии компостирования органических отходов с помощью дождевых червей (вермикомпостирования). Это было обусловлено обострением экологических проблем 20 века, в частности, загрязнением окружающей среды отходами промышленного и сельскохозяйственного производства, а также тяжелыми металлами, радионуклидами, средствами химизации.

Первым сообщением о пользе дождевого червя считается высказывание Аристотеля о том, что червь является «мировым желудком». В Древнем Египте, дождевых червей считали святыми животными и использовали для переработки ила реки Нил в удобрение для сельскохозяйственных культур (Повхан, Мельник, Андриенко, 1994).

Более того, полезные биологические свойства дождевых червей были использованы для коммерческого их выращивания. Подтверждение этих фактов мы находим в самоотверженных миссионерских работах пионеров – ученых и исследователей, у которых всепоглощающим интересом была особая ценность дождевых червей для улучшения плодородия почвы: Чарльз Дарвин, сэр Альберт Говард, Джордж Шефилд Оливер, доктор Томас Барретт, Дж. И. Родейл, Генри Хопп и другие.

Сэр Альберт Говард с 1906 по 1931 гг. работая в Индии, разработал и научно обосновал модель минерализации сборного компоста ускоренным способом («Indore-Kompost»). При этом он детально описал последовательность процессов минерализации органических веществ в ямах или в буртах с первого по девяностый день, включая внесение компоста на поля.

К середине XX века в США создают первые хозяйства по искусственному разведению червей на основе отходов. Червей разводили с целью получения наживки для рыбной ловли. Позднее многие из этих хозяйств перешли на коммерческое производство вермикомпоста и дождевых червей

Наиболее значительные масштабы и успехи в технологии вермикомпостирования к середине 20 века были достигнуты за рубежом, в частности в США, содержание которых будет изложено в нижеследующем материале. Исследования экспериментатора, писателя, известного вермикультуролога доктора Томаса Дж. Барретта свидетельствуют о возможности выращивания моркови, весом 2,7 кг, пастернаке – 1,8 кг, репе – 3,5 кг, с использованием вермикомпоста (Крафт фон Гейниц, 2003).

Интерес к вермикомпостированию еще более возрос в результате научных исследований, которые выполнял доктор Клайва Эдвардс в государственном университете штата Огайо в начале 80-х гг. XX века. Его опыты были посвящены разработке методов выращивания дождевых червей на субстратах из различных органических отходов, производству продуктов их жизнедеятельности. Вместе со своими коллегами он разработал реактор непрерывного потока, в котором механизирован процесс подачи корма червям на поверхность субстрата.

Огромную роль в развитии вермикомпостирования в США сыграла книга Мэри Appelhof «Черви едят мои отходы», которая издавалась и переиздавалась более 100 000 экземпляров. Вслед за этим вермиконтейнера различных конструкций с Красным Калифорнийским червем (*Eisenia fetida*) появились у домашних хозяек, садоводов, студентов колледжей и университетов, и даже заключенных. Постепенно из этого начинания в одной из наиболее экономически развитых держав в геометрической прогрессии начали появляться коммерческие предприятия, предлагающие населению экологически чистый вермикомпост, биомассу червей, и сопутствующие товары.

За последние годы XX столетия в США развитие промышленного вермикомпостирования и вермикультивирования стали рассматривать как важнейшую национальную экологическую проблему, что привело к разделению всего многообразия предприятий на три группы: низкотехнологичные системы, среднетехнологичные системы и высокотехнологичные системы.

К **низкотехнологичным** системам были отнесены коммерческие и общественные предприятия, характеризующиеся небольшим масштабом и использованием ручного труда для поддержания и кормления червей, а также сбора компоста. Эти проекты компостируют пищевые остатки, смешиваемые с богатым углеродом наполнителями.

Например, Зоопарк в Вашингтоне – спроектирован для переработки небольших количеств пищевых отходов, производимых пищевой службой зоопарка и некоторыми зонами для содержания животных. Эта система использует желоба для стока воды, накрытые фанерными листами. При этом солому, поедаемую травоядными животными, используют как наполнитель.

В Австралии, штате Виктория, при одном из госпиталей вермикомпостируются в буртах кухонные отходы, обрывки бумаги и садовые обрезки. Для улучшения структуры субстрата и значений pH добавляются цеолит и почва. Мощность переработки 10 м³ в неделю. Таким образом, госпиталь экономит 4 000 \$/год, которые он должен платить за размещение своих отходов на полигоне (стоимость 8\$/м³).

К **среднетехнологичным** системам относятся коммерческие, фермерские и общественные предприятия, компостирующие большие количества отходов с использованием различных механизмов, машин различного размера (от маленьких до средних) для вспомогательных операций – нарезка, размалывание, перемешивание компостируемого сырья, включая, отделение червей от готовых копролитов и материалов слишком большого размера.

Примером среднетехнологичных проектов может служить предприятие по вермикомпостированию в Мексике (в 20 милях от Мехико), организованное в 1998 году. Предприятие включает в себя более 40 компаний и индивидуальных фермерских хозяйств в 13 штатах, которые производят до 2 тонн в день вермикомпоста, который продается фермерам, в теплицы и в специализированные садовые магазины. Диапазон цен колеблется от 108 до 543 доллара США за тонну оптом и 1,08 доллара за кг в розницу.

В Научном парке Национального НИИ здоровья окружающей среды США, шт. Сев. Каролина с 1996 года функционируют вермикомпостирующие устройства с подогревом, так называемые Worm Wigwams (Вигвам для червей), в которых перерабатываются пищевые отходы. Получаемый вермикомпост используется в качестве органического удобрения и почвенного кондиционера для выращивания растений в институте.

Высокотехнологичные системы появились недавно и до сих пор преимущественно находятся в стадии разработки и испытаний. Наиболее интересные из них:

Австралия. Новый Южный Уэльс, Городской совет Ньюкасла.

В этом городе экономится от 32 000 до 37 000 долларов США в результате исключения нагрузки от размещения городских отходов на городском полигоне и переработки органических отходов с помощью вермикомпостирования. В неделю перерабатывается 25 м³ осадков сточных вод в смеси с овощными отходами в соотношении 1:1. Получаемый вермикомпост (40% от исходного количества поступаемых отходов) упаковывается и продается в главном супермаркете в Мельбурне и Сиднее приблизительно на 67 000 долларов США в год.

С 1991 года автоматизированная система вермикомпостирования корпорации Oregon Soil Corporation (США, шт. Орегон, Бивертон) перерабатывает 12–14 тонн в день отходов: газонная трава и предварительно компостированные пищевые отходы, собранные из супермаркетов по цене 65

долларов США (захоронение на свалке обходится в 80 долларов США за тонну отходов). Органические материалы наслаиваются автоматически в вермикомпостер слоем в 7–8 см с помощью приспособленного навозоразбрасывателя. Площадь беспрерывно работающего реактора составляет 80 м² (120х8х2,5 футов). Вермикомпост, который получается в течение 30 суток, продается по 25 долларов США за тонну. Он просеивается через сито с ячейками в полдюйма (12 мм). В год производится около 3 000 тонн вермикомпоста, который продается как почвенная смесь для выращивания всех видов растений в мешках объемом 0,28 м³ через сеть магазинов в 4–5 штатах.

Одним из крупнейших вермикомпостирующих предприятий в США (шт. Калифорния, Онтарио) является ферма Pacific Southwest. Она имеет 360 буртов размером 8х100 футов на площади в 22 га. Более 100 тонн червей “съедают” 4 тонны отходов в одном бурте в неделю или 100 тонн отходов в день. Используются городские осадки сточных вод. Кроме того, используется навоз, чай, необработанная древесина, оберточная бумага и натуральные волокнистые материалы. Около 45% дохода поступает от продажи вермикомпоста сельскохозяйственным производителям.

Компания Sunburst (Австралия, Миллицент) разработала вермикомпостирующее устройство, которое имеет 50 м в длину и 4 м в ширину. Он представляет собой непрерывно действующий биореактор с червями, названный Organic Bio Converter (Органический Биоконвертор). Каждое устройство использует 8 тыс. кг дождевых червей для переработки 18 000 м³ органических отходов в день в течение 7 дней в неделю. После 40-суточного цикла вермикомпостирования содержимое реактора выгружается с помощью автоматического сборщика, просеивается и продается. (Лавров, 2002)

В настоящее время товарные хозяйства по разведению дождевых червей есть практически в каждой стране Европы и Азии, США, Австралии, Южной Америки. Вермикультура используется во всем мире, особенно в регионах, где

климатические условия позволяют применять эту технологию вне помещений. В Индии вермикультура используется для управления сточными водами и для производства коммерческого биогумуса. В Китае, где дождевые черви применяются как традиционная медицина в течение, по крайней мере, 2 300 лет, вермикультура используется для выращивания самих дождевых червей в качестве фармацевтического сырья.

В России вермикультурой стали заниматься с начала 80-х годов XX столетия. Решением Всероссийского научно-исследовательского координационного совещания (г. Владимир, 1993 г.) по проблеме: «Вермикомпосты в агропромышленном комплексе России», которое проводилось под руководством Главного управления химизации Министерства сельского хозяйства и продовольствия РФ и учредительного собрания по созданию ассоциации «Вермиэкология» (г. Клин, 1993 г.), признано считать проблему переработки органосодержащих отходов сельского и городского хозяйства, промышленности с помощью вермикультуры приоритетной в области земледелия и экологии (Стадник, 1994). К работе ассоциации были привлечены ученые, занимающиеся вермикультурой в Брянской, Владимирской, Калужской, Московской, Оренбургской, Рязанской, Смоленской, Тверской, Тульской, Ярославской и других областях.

Решением этих и других проблем экологии занимаются ученые и практики ассоциации «Биоконверсия», которая стала инициатором теоретических разработок и практического внедрения биотехнологической трансформации органических отходов во всех регионах нашей страны.

Созданная в 1989 году ассоциация объединила усилия более 100 научных учреждений, частных и государственных хозяйств, кооперативов и организаций Украины и других стран мира. В 1989 г. впервые в бывшем Советском Союзе в г. Ивано-Франковске было создано вермихозяство по выращиванию красных дождевых калифорнийских червей. В 1990-1994г. было создано в Украине 120 вермихозяств, в России – 136, Беларуси – 10 и более 20 в других странах СНГ.

Огромная работа по исследованию и внедрению вермикультуры проведена в г.Ивано-Франковске, Киеве, Минске, Москве, Владимире, Рязани, Кишиневе, Оренбурге, Санкт-Петербурге и в других регионах.

В 2001 году Межрегиональная научно-практическая корпорация «ПИКЪ» инициировала создание вермилаборатории в городе Коврове Владимирской области. В качестве технологической культуры использовалась популяция навозного червя владимирский гибрид «Старатель».

В рамках Общероссийской общественной организации «Общество биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова» создана секция «Вермилогии». Основное назначение секции – координация действий и усилий для создания Ассоциации независимых российских производителей вермикомпостов на основе добровольности объединения предприятий-производителей (Мельник, 2007). Целями секции «Вермилогии» в рамках Общества Биотехнологов России являются:

1. координация и научно-методическая помощь вермихозяевам;
2. привлечение широкого круга предпринимателей в данную сферу деятельности;
3. обеспечение контроля и высоких стандартов для вермипродукции;
4. регулирование уровней продаж вермикомпостов и вермикультуры внутри страны и за рубежом;
5. разработка комплекса мер для увеличения масштабов рециклинга органических отходов и производства органических удобрений в Российской Федерации;
6. использование органических удобрений для повышения плодородия почв и производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции;

2.1. Биоконверсия осадка сточных вод с помощью вермикомпостирования

Исследования потенциальной роли вермикультуры для переработки ОСВ начались еще в конце 70-х годов прошлого века в США (Hartenstein, 1978) и он впервые ввел термин «вермистабилзация» ОСВ, то есть биотрансформация ОСВ с помощью технологии вермикомпостирования в стабилизированные органические материалы в результате мезофильных процессов. При этом получают полностью стабилизированные высокогумусированные органические удобрения (Титов, 2008).

Проблема утилизации ОСВ коммунального хозяйства и промышленности достаточно остро стоит не только в России. ОСВ имеют сложный элементный состав со значительным содержанием органического вещества, азота и зольных элементов, в первую очередь фосфора. Это обуславливает целесообразность их широкого использования в качестве нетрадиционных органических удобрений в сельском хозяйстве, городском озеленении и т.д. (Касатиков, 1990).

В качестве вермикультуры используются компостные черви различных видов: *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei* и *Eisenia fetida andrei* (Вишняков, 2002; Титов, 2012). Они способны перерабатывать достаточно широкий спектр органических субстратов, включая иловые осадки очистных сооружений. Поглощая ОСВ или субстраты на их основе, компостные черви выделяют вместе с копролитами большое количество собственной микрофлоры, ферментов и других биологически активных веществ, которые обладают антисептическими свойствами. Они препятствуют развитию патогенной микрофлоры, выделению зловонных газов и обеззараживают ил. Дождевые черви способны накапливать в своих тканях ТМ и переводить их в связанные формы, недоступные для растений, что позволяет расширить спектр применения конечного продукта переработки (Morgan, 2011).

В вермикомпостах, как правило, содержание ТМ ниже среднефонового уровня и составляет (в мг/кг): Pb 4-20, Cu 15-40, Cd не более 0,5, Ni 3-20, Co

2-10. Для вермикомпостов характерно определенное превышение содержания Zn по сравнению со среднефоновым уровнем порядка 70-270 мг/кг. Однако при внесении вермикомпоста в почву в дозах 2-6 т/га не происходит существенного внесения этого элемента. Поэтому сам вермикомпост можно считать органоминеральным удобрением, обогащенный микроэлементами.

Процесс вермикомпостирования протекает без применения реагентов, что делает биологическую утилизацию экологически безопасной и не приводит к вторичному загрязнению поверхностных водоемов, грунтовых и подземных вод, почв.

Преимущества вермикомпостирования ОСВ по сравнению с обычными способами компостирования заключаются в следующем (Вишняков и др., 2002):

1. ОСВ, заселенные компостными червями, быстро перестают выделять неприятные запахи через 1-3 дня.

2. При вермикомпостировании происходит ускорение процесса разложения и минерализации органического вещества ОСВ в 2-5 раз в зависимости от свойств исходного сырья.

3. Коэффициент гумификации может достигать 0,5 (т. е. около 50% органического материала трансформируется в гуминовые вещества).

4. Происходит более глубокое обеззараживание ОСВ, так как в присутствии компостных червей создаются благоприятные условия для деятельности микроорганизмов, подавляющих развитие патогенных бактерий, например, сальмонелл. Также в вермикомпостах значительно снижается содержание инвазионных яиц и личинок гельминтов.

Имеются данные, что в результате вермикомпостирования ОСВ биодоступность некоторых ТМ в вермикомпостах снижается в 3-10 раз.

В некоторых зарубежных странах (США, Канада, Великобритания, Индия, Южная Корея и Филиппины) в последние десятилетия технология

вермикомпостирования стала широко и успешно использоваться для утилизации самых различных видов органических отходов, в том числе и ОСВ.

В нашей стране большой вклад в разработку технологии вермикомпостирования ОСВ был осуществлён работами доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.А. Касатикова заведующего лаборатории биотехнологических методов утилизации органических отходов ГНУ ВНИПТИОУ (Касатиков, 1987, 1990, 1996, 2006, 2008).

Была сделана попытка переработки ОСВ на Рязанском кожевенном заводе с помощью вермикультуры при предварительной обработке иловых осадков бактериальным препаратом «Тамир» в концентрации 0,2 л/т, ускоряющим ферментативные процессы компостирования, с целью подготовки исходного субстрата как кормового субстрата для вермикультуры (Касатиков, 2004; Родионова, 2004).

По составу и свойствам органического вещества вермикомпосты близки высокоплодородным черноземам или черноземно-луговым почвам, о чем свидетельствуют высокое (1,17-2,67) отношение $C_{ГК}: C_{ФК}$, высокое содержание гуминовых кислот (17,0-36,8% $C_{ГК}$ к $C_{общ}$); гуматный тип гумуса. Характерно присутствие до 0,1% водорастворимого органического вещества (Орлов и др., 1994). На кафедре химии почв МГУ им.М.В.Ломоносова в течение ряда лет были выполнены обширные сравнительные исследования исходных субстратов и вермикомпостов на их основе различных фирм-производителей России и Украины (Садовникова, 2006).

Готовый вермикомпост имеет оптимальную, близкую нейтральной реакцию среды (6,7-7,5). Он характеризуется высоким содержанием подвижных соединений фосфора и калия. От чернозема вермикомпост отличается более высоким содержанием углерода, но пониженным содержанием азота, что проявляется в величине отношения C:N в диапазоне 20-30. Вермикомпост имеет достаточно высокую емкость поглощения 40-60 мг*экв на 100 г почвы.

Одним из важных преимуществ вермикомпостов является оптимальный фракционно-групповой состав. В вермикомпостах, полученных при переработке различных органосодержащих материалов соотношение гуминовых кислот к фульвокислотам превышает единицу, то есть гумус в них имеет гуматный характер. По сравнению с навозом в вермикомпостах имеется в 1,5-3 раза меньше фульвокислот (Касатиков и др., 2006). Более того, вермикомпосты представляет собой прочные и водостойкие гранулы, что дает возможность использовать вермикомпост для улучшения агрофизических свойств почв (Власова, 2012; Викторов, 1997; Гумпылова, 2002; Титов, 2013).

Одна из отличительных особенностей вермикомпостов состоит в том, что они, как правило, не содержат в себе жизнеспособные семена сорняков (Касатиков и др., 1992).

Показано, что в вермикомпостах численность агрономически полезных микроорганизмов была существенно выше, чем таковая в исходных компостах. Состав микрофлоры в вермикомпостах зависит от состава кормового субстрата для вермикультуры (Терещенко 2000, 2003; Степанова, 2011).

Итальянскими исследователями было изучена динамика активности микроорганизмов различных групп в процессе вермикомпостирования. Результаты показали, что наибольшие количественные изменения микрофлоры в кроличьем помёте наблюдались на стадии предварительного созревания субстрата. Происходило резкое снижение содержания фекальных бактерий. Так, содержание бактерий группы кишечной палочки снизилось приблизительно с 10^7 до 10^1 , а количество стрептококков с 10^7 до 10^4 . При этом увеличивалась численность аэробных целлюлозолитиков с 10^2 до 10^7 , а также возростала численность нитрификаторов. Содержание анаэробных целлюлозолитиков снизилось с 10^7 до 10^4 , а стрептококков – на 3 порядка (Allievi et al., 1987; Таракин, 2008).

В вермикомпостах снижается численность грибного мицелия при увеличении численности функционально активного мицелия актиномицетов; в

группе бактерий доминируют представители актиномицетной линии; среди грибов преобладают активные целлюлозолитики, которые не токсичны и не патогенны для растений, но обладают антагонистическими эффектами различным фитопатогенам (Бызов, 1992; Еськов, 2004; Жигжитова, 1998).

Вермикомпосты существенно отличаются по составу органической фракции от исходных кормовых субстратов. При созревании вермикомпостов вермиккультура и сопутствующая бактериальная микрофлора биотрансформируют органическое вещество в гуминовые соединения, которые даже называют вермигумусом. Полученные вермикомпосты являются высокогумусированными удобрениями и содержат в себе органического углерода до 10% и более.

При внесении вермикомпостов в почву существенно влияет на её свойства: физические, химические и биологические. При этом значительно улучшаются водно-физические характеристики почвы: снижается плотность почвы, уменьшается объёмная масса, в среднем на 0,05-0,1 г/см³, но возрастает порозность или скважность на 1-5%, что зависит от дозы внесения вермикомпоста. Таким образом, улучшаются такие физические свойства почвы, как влагоёмкость, водопроницаемость и водоудержание. Внесение вермикомпоста изменяет гранулометрический и микроагрегатный составы почвы. В ней увеличивается доля агрегатов размером 0,25-10 мм, которые обладают пористостью и водопрочностью, что является основой агрономической ценности почв. Внесение различных доз вермикомпостов в почву повышает долю водопрочных фракций с 55% в контроле до 72-75%.

Вермикомпостирование представляет собой динамично протекающий биологический процесс совместного участия компостных червей, более 2000 видов бактерий и не менее 50 видов грибов (Сидоренко, 2001).

Многолетними исследованиями, проведенные сотрудниками ГНУ Сибирского НИИ сельского хозяйства и торфа Россельхозакадемии (г. Томск) под руководством профессора Н.Н.Терещенко, показали, что в 1 г

вермикомпоста на сухое вещество содержится $11 \cdot 10^{10}$ бактерий, $2 \cdot 10^6$ актиномицетов и $9 \cdot 10^5$ грибов. В желудочно-кишечном тракте компостных червей в процессе вермикомпостирования органические компоненты включаются в гуминовые кислоты, модифицируются и включаются во вновь образованный вермикомпост, который, в свою очередь, претерпевает дальнейшие изменения и «дозревает» вне организма червя (Терещенко, 2004).

Экологические нормативы для вермикомпостов на основе различного сырья являются следующими (Орлов и Садовникова, 1996):

- содержание влаги - не более 60%;
- органическое вещество общее - не менее 15% сухой массы;
- доля гуминовых веществ от общего содержания органического вещества - не менее 15%;
- pH водной вытяжки - не ниже 6,5;
- содержание азота, фосфора, калия (% на сухую массу) соответственно 0,5, 0,1 и 0,1;
- отношение C:N не более 30;
- содержание фенолов и ПАУ, соответственно, не более 15 и 0,02 мг/кг;
- ^{90}Sr не более $5 \cdot 10^{-10}$ Ки/кг;
- сумма радионуклидов не более $1 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг;
- содержание частиц стекла размером 3-5 мм и пластических масс соответственно не более 1,5 и 1%;
- титр кишечной палочки не менее 0,01 г;
- яйца гельминтов отсутствуют;
- микроэлементы и тяжелые металлы не более мг/кг: Zn 2500, Pb 750, Cd 20, Hg 10, Cu 1000, Co 100, Ni 300, Mo 50, Mn 2500, Cr 750.

Вермикомпосты могут быть использованы в разных отраслях народного хозяйства и для разных целей, в том числе и как стимуляторы роста и развития растений, и как биологические средства защиты растений от фитопатогенов, и как иммунопротекторы в растениеводстве, и как биологически активные

добавки в животноводстве. На основе вермикомпостов получены новые типы экологически безопасных органо-минеральных высокогумусированных удобрений пролонгированного действия, применение которых способствуют получению экологически безопасной сельскохозяйственной продукции при повышении урожайности культур на 10-30% (Мельник, 1994; Терещенко, 2000; Шаланда, <http://www.cbio.ru>).

Считается, что при сплошном внесении 2,5-3,0 т/га вермикомпоста, а при локальном способе - 250-300 кг/га производственные затраты сокращаются в 3-5 раз на 1 га по сравнению с внесением традиционных органических удобрений; условно чистый доход в овощеводстве в 20 раз выше по сравнению с использованием навоза КРС, а при выращивании зерновых культур уровень рентабельности в 12 раз выше, чем при внесении навоза; в расчете на 1 кг вермикомпоста прибавка урожайности картофеля составляла 3-7 кг (Косолапов, 1994).

Внесение вермикомпостов в почву значительно улучшает её структуру микробного биоценоза, увеличивая общее число бактерий. Это, в свою очередь, интенсифицирует «активность» микробных процессов в почве и улучшает усвоение растениями необходимых питательных элементов (Лучинская, 2007; Степанова, 2001; Мерзлая, 1992).

В настоящее время разработаны технологии вермикомпостирования различных видов органосодержащих отходов: навозы и помёты различных видов животных, птичий помёт, ОСВ, пищевые отходы, отходы растительного происхождения (Титов, 2013).

Многолетними исследованиями сотрудников ГНУ ВНИПТИОУ (п.Вяткино, Владимирская область) агротехнической и экологической эффективности применения вермикомпостов, полученных на основе навозов сельскохозяйственных животных и ОСВ, на дерново-подзолистой почве во Владимирской области показали, что внесение вермикомпоста на основе навоза КРС оказывает длительное положительное воздействие биологическую

активность почвы, улучшает её питательный режим и повышает урожайность ячменя на 0,77 т/га, овса - на 0,75 т/га и картофеля - на 6,2 т/га при норме внесения вермикомпоста 36 т/га (Риженко, 1992; Просянных, 2002).

Влияние использования ОСВ в качестве удобрений на агрогеохимические свойства почв исследовалось на дерново-подзолистой супесчаной почве (Владимирская обл.) и на выщелоченном чернозёме (Новосибирская обл.). Органические удобрения были получены на основе реагентных и безреагентных ОСВ (г. Новосибирск) и безреагентных ОСВ (г. Москва и г. Владимир) (Тараканин, 2008). При компостировании ОСВ с различными критическими наполнителями не наблюдается улучшения их агрохимических свойств: содержание питательных веществ в них снижается на 25-50%. Содержание общего азота и общего фосфора при вермикомпостировании ОСВ снижается на 30-50% при этом на 1/3 возрастало содержание общего калия. Уровень содержания и степень подвижности Cd, Ni, Cu, Cs, Zn, Co, Mn и других металлов при переработке ОСВ снижается в 1,4-6,0 раз. Было показано, что в выщелоченном чернозёме при использовании удобрений, полученных на основе ОСВ, заметно возрастает подвижность ТМ: Cd, Cr, Ni и Zn. В кислой среде (по сравнению со щелочной) подвижность Cr резко снижается. На дерново-подзолистой почве также увеличивается подвижность ТМ, причем превышение их суммарной ПДК гораздо выше, чем таковая на чернозёме (Степанова, 2011). Вермикомпосты мягче влияют на подвижность ТМ по сравнению с исходными ОСВ. Авторы считают, что в результате биотехнологической переработки ОСВ в них снижается содержание макро- и микроэлементов, а влияние полученных удобрений на количество подвижных форм ТМ зависит как от микроэлементного состава удобрений, так и от физико-химических свойств почвенно-поглощающего комплекса (Касатиков, 1996; Чжоу Дун Син и др., 2006; Рауэлиаривуни, 2010; 2013).

Сравнительное исследование вермикомпостов на основе ОСВ г. Нижнего Новгорода, полученного с различными наполнителями: ОСВ+навоз КРС,

ОСВ+куриный помёт, ОСВ+торф, ОСВ+солома, показало, что наиболее ценным в агрономическом отношении был вермикомпост, полученный из ОСВ и куриного помёта, а в экологическом отношении вермикомпост на основе ОСВ и навоза КРС. При внесении вермикомпостов в дозе 10 т/га прибавка урожая составила 66% и 33%, соответственно. Авторы считают, что вермикомпосты способствуют увеличению обеспеченности почвы подвижным фосфором и не оказывают значительного влияния на содержание общего азота и общего калия (Варламова и др., 2011).

Также имеются исследования биологических, физических и физико-химических свойств коммерческих компостов и вермикомпостов. Результаты анализов не позволили выявить существенные различий между традиционными компостами и вермикомпостами. Известно, что физические, физико-химические и биологические свойства вермикомпостов сильно варьируют и, в основном, зависят от свойств и состава исходного сырья (Бирюкова, 2004; Fleddermann, 1990).

Основой любого рациона питания компостных червей должен стать навоз сельскохозяйственных животных, к которому добавляются в той или иной пропорции другие органические отходы. Наилучшим субстратом является конский навоз месячной ферментации. Навоз КРС необходимо предварительно ферментировать и добавлять 20-25% измельченной соломы (Степанова, 2011; Титов, 2012).

В зависимости от климатических условий используются различные методы и способы вермитехнологии. В регионах с тёплым мягким климатом вермикультуру чаще всего содержат вне помещения на площадках под открытым небом, а в регионах с умеренным или холодным климатом - внутри помещений, в теплицах и плёночных тоннелях. Разнообразие природных условий России диктует необходимость разработки научно обоснованных рекомендаций по вермитехнологии, использованию её конечных продуктов и подготовки кадров вермитехнологов. Биологизация производства с

использованием вермикультуры — экономически эффективное инновационное направление (Просянкин и др., 2002; Титов, 2013).

Эффективность вермитехнологии зависит не только от принципов биотехнологической переработки, но и от производительности используемых организмов, в частности, от производительности промышленной популяции компостных червей, которых называют технологическими линиями. Особенно важным для вермитехнологии является качество маточной вермипопуляции (Кодолова и др., 2002).

Таким образом, вермикомпостирование является инновационной биотехнологией утилизации органических отходов, включая и ОСВ, с целью получения органического удобрения вермикомпоста (Дондокова, 2006; Правкина, 2012; Левин, 2014).

Анализ литературных данных подтверждает высокую экологическую, агрономическую эффективность применения вермикомпостирования для переработки и рециклинга органических отходов в земледелии.

В заключение следует сказать, что вермикомпостирование ОСВ можно и нужно использовать для решения некоторых экологических проблем. Переработка на местах ОСВ позволит снизить не только нагрузку на полигоны и свалки, но получать высокоценные органические удобрения, использование которых будет способствовать возвращению изымаемых с урожаями сельскохозяйственных культур из земли элементов питания для поддержания и восстановления ее плодородия. Эта технология должна стать тем инструментом, с помощью которого возможно будет очистить от органических загрязнений воду, землю и воздух.

Глава 3 ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕРВЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Дождевые черви обладают огромным потенциалом в **компостировании органических отходов** благодаря своим морфо-функциональным особенностям (внешнее и внутреннее строение, питание, репродуктивная способность).

Главный источник питания червей – растительные остатки. В поисках пищи, пропуская через свой кишечник все, что попадает на пути, черви за год перемешивают от 1 га до 600 кг почвенной массы. Заглатывая кусочки органического вещества, они трансформируют его в кишечной полости и выделяют в виде копролитов – «каменных» экскрементов (от греческих *korpos* – испражнение и *litos* – окаменелость). В результате действия копролитов на почву:

1. улучшается водопрочная почвенная структура;
 2. улучшается водно-воздушный режим;
 3. меняется биохимический состав (копролиты содержат в 5 раз больше биологического азота, в 7 раз фосфора, 11 раз – калия, чем поверхностный слой почвы).
 4. за счет высокого содержания кальция в копролитах снижается почвенная кислотность;
 5. усиливается микробиологическая активность сапрофитов в почве.
- (Чекановская, 1960)

3.1. Морфология и анатомия компостных червей

3.1.1. Строение кишечника

Рот, находящийся на переднем конце тела, ведет в небольшую ротовую полость со складчатыми стенками, за которой следует мускулистая глотка. Благодаря тому, что глотка соединена сложным переплетом мышечных волокон со стенкой тела, она не только совершает глотательные движения и прессует заглатываемые вещества, но может также выворачиваться наружу через широко открытый рот. Эти движения обеспечивают захватывание листьев, растительных остатков, комочков почвы, употребляемых для питания. В толще глоточной стенки и за ее пределами находятся многочисленные глоточные железы, протоки, которых открываются непосредственно в глотку или в особый карман в спинной утолщенной части стенки ее. Глоточные железы выделяют слизистую жидкость, обволакивающую заглатываемые частицы пищи и вырабатывают вещество, переваривающее белки. Таким образом, химическая обработка белков начинается у дождевых червей уже в ротовой полости, что, сопряжено с необходимостью возможно более полного извлечения белковых веществ из пищи, как правило, исключительно бедной этими веществами.

Глотка переходит в пищевод, стенки которого обладают хорошо развитой мускулатурой. По бокам пищевода имеются 1-3 пары боковых карманов — так называемые известковые железы. У некоторых видов они расположены в толще стенки пищевода и потому снаружи незаметны. Эти железы называются известковыми вследствие того, что в них находят кристаллы углекислого кальция. Железы вырабатывая кальций обогащают ими пищевые массы при их прохождении через кишечник. Роль этих желез состоит в нейтрализации кислот, содержащихся в заглатываемом грунте.

За пищеводом находится объемистое расширение кишечной трубки — так называемый зоб, занимающий 2-3 сегмента. В нем скапливается заглоченная пища, которая оттуда порциями поступает в последующие отделы кишечника. Зоб имеет довольно тонкие эластичные стенки, благодаря чему он хорошо растягивается.

Непосредственно сзади зоба находится другое расширение кишечной трубки — мышечный желудок. Внутри он выстлан эпителием с толстой кутикулой, а стенка его состоит из кольцевого и продольного слоев мускулатуры, причем особенно сильно развит внутренний, кольцевой слой, имеющий «перистую» структуру, наподобие продольного слоя мускулатуры стенки тела. Задача желудка — растирание пищи; в этом процессе главную роль играет, трение друг о друга минеральных частиц грунта, между которыми находятся частицы органических веществ. При отсутствии минеральных частиц (например, если поместить червей в торф) они голодают, несмотря на обильный корм в виде листьев.

За мышечным желудком следует средняя кишка, которая идет до заднего конца тела. По всей длине средней кишки тянется глубокая спинная складка, или тифлозол, благодаря которой на поперечных разрезах контур полости кишечника принимает подковообразные очертания. Физиологическая роль своеобразной черты организации кишечника сводится к увеличению всасывающей поверхности кишечника. Стенка кишечника содержит большое количество железистых клеток, вырабатывающих слизистый секрет и пищеварительные ферменты. Среди последних, имеются ферменты, переваривающие белки, а так же крахмал в сахара (мальтозу и глюкозу); в кишечнике происходит также превращение жиров в растворимое состояние. Таким образом, у червей, как и у позвоночных, питательные вещества в виде растворов всасываются стенкой кишечника. Продвижение пищи совершается действием мускулатуры кишечника, которая состоит из внутреннего кольцевого и наружного продольного слоев мышц (следует обратить внимание на то, что расположение слоев здесь обратное таковому в стенке тела). У некоторых видов имеется несколько слоев мышц в стенке кишечника.

На последних 10-15 сегментах тела кишечник лишен спинной складки, а его эпителий приобретает реснички. Эта часть называется задней кишкой. Всасывания в ней уже не происходит, а только совершается процесс

формирования комочков испражнений, т. е. тех копролитов, которые имеют столь важное значение для почвенной структуры. На последнем сегменте тела кишечник открывается наружу заднепроходным отверстием, имеющим вид вертикальной щели.

В кишечнике дождевых червей перерабатывается огромное количество земли с образованием копролитов. Установлено, что черви населяющие культурные почвы, пропускают через кишечник за 1 сутки количество грунта, равное весу их тела т.е в расчете на 1 экземпляр (0,5-1,5 г).

3.1.2. Кровеносная система

Распределение питательных веществ, всасываемых поверхностью кишечника, осуществляется у дождевых червей при помощи высокоразвитой кровеносной системы. Схема расположения главных сосудов ее следующая. Вдоль всего тела проходят спинной (над кишечником) и брюшной (под кишечником) сосуды. Спинной сосуд снабжен мускулатурой, которая волнообразными сокращениями гонит кровь от заднего конца тела к переднему. В нескольких передних сегментах (с 7-го по 11-й или, у других видов, с 7-го по 13-й) спинной сосуд сообщается 5-7 парами поперечных сосудов с брюшным сосудом. Эти сосуды снабжены особенно сильной мускулатурой и называются сердцами. Они вполне оправдывают это название, так как служат главным аппаратом, обеспечивающим кровообращение. Кровь, поступающая из сердец в брюшной сосуд, движется по направлению к заднему концу тела. По пути она поступает в сосуды, питающие стенку тела, а также в сосуды, идущие к кишечнику, к выделительным органам, а в соответственных сегментах и к половым органам. Во всех этих частях тела сосуды распадаются на сеть микроскопических капилляров. Из капилляров кровь поступает в поперечные сосуды, которые собирают в конечном счете кровь из всего тела в спинной сосуд.

Особое значение имеет густое сплетение мелких сосудов вокруг кишечника. Сюда поступают питательные вещества, всасываемые кишечником, и отсюда они разносятся по всему телу. Мускулатурой, хотя и не столь сильно развитой, как в спинном сосуде и сердцах, обладают почти все сосуды, чем предотвращается возможность застоя крови в периферических частях кровеносной системы.

Кровь у дождевых червей красная. Этот ее цвет обусловлен наличием вещества, очень близкого к гемоглобину крови позвоночных. Однако у червей оно содержится не в тельцах крови, а растворено в жидкой части крови (кровяной плазме). У дождевых червей имеются в крови только бесцветные клетки нескольких типов, в общем, тех же, что и типы бесцветных клеток крови у позвоночных.

Как известно, гемоглобин у позвоночных обеспечивает транспорт кислорода из органов дыхания ко всем живым клеткам тела. Ту же роль играет вещество, сходное с гемоглобином, и у дождевых червей. Однако специальных дыхательных органов у них нет: они дышат всей поверхностью тела. Тонкая кутикула и нежность кожных покровов дождевых червей, а также богатая сеть кожных кровеносных сосудов, хорошо обеспечивают возможность поглощения кислорода из окружающей среды. Но кутикула дождевых червей хорошо смачивается водой и кислород, у них должен сначала раствориться в воде, смачивающей кожные покровы. Это обуславливает необходимость сохранения у червей кожи во влажном состоянии. Становится ясно, что доминирующим условием для жизни червей являются наличие влажности во внешней среде. С подсыханием кожи дыхание для них делается невозможным. Однако при попадании в условия недостатка влаги в почве червь может долгое время сохраняет жизненные функции, используя запасы воды, имеющиеся внутри тела. В этих случаях ему на помощь приходят кожные железы, а в случае острого недостатка влаги он утилизирует для этого полостную жидкость, выбрызгивая ее из спинных

пор.

Поглощение кислорода поверхностью тела облегчается наличием очень богатой сети кровеносных капилляров, проникающих даже в кожный эпителий. Отсюда кровь через сосуды стенки тела и поперечные сосуды попадает в главные стволы кровяного русла, чем достигается снабжение кислородом всего тела. Красные тона окраски большинства видов дождевых червей определяются именно наличием богатой сети кожных кровеносных сосудов.

Все это создает возможность жизни червей в условиях очень пониженного содержания кислорода. Дождевых черви могут жить даже при содержании кислорода в окружающем их воздушном пространстве, равном 2.5% , тогда как в воздухе его содержания около 21%. Даже при наличии 0.4% кислорода в воздухе черви могут поглотить половину количества кислорода, необходимого им для поддержания жизни, и находиться в этих условиях довольно долго. Кроме того, попав в бескислородную среду, черви могут переключаться на особый тип обмена веществ, в котором источником энергии для жизненных процессов служат не реакции окисления (для которых и нужен кислород), а распад крахмалоподобного вещества — гликогена, который происходит в условиях аноксии. Однако запасы гликогена у червей не особенно велики, и, кроме того, при этом способе обмена веществ выделяются токсичные продукты неполного окисления

Находясь под водой, черви столь же хорошо могут поглощать кислород, как и в воздушной среде. Есть данные свидетельствующие, что они могут жить в воде месяцами при наличии нужного им минимума кислорода и других необходимых для них условий. Этот факт имеет большое значение для экофизиологии червей.

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ДОЖДЕВОГО ЧЕРВЯ

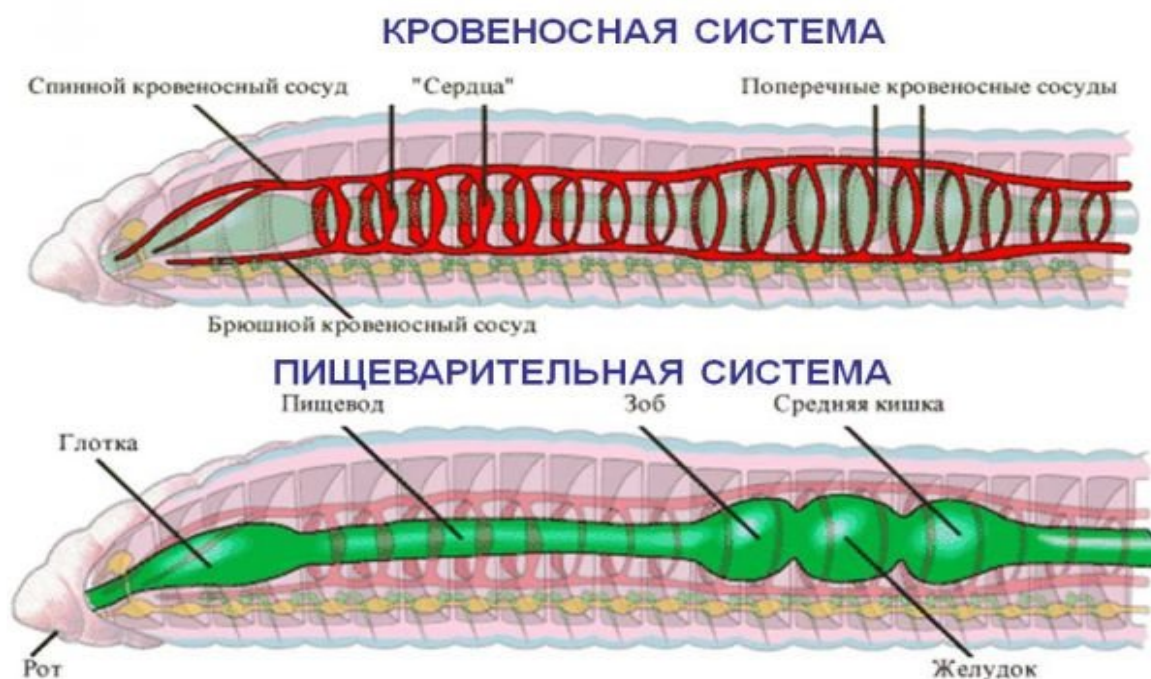


Рис 1

3. 1.3 Пищеварительная система и особенности питания

На передней части тянущегося вдоль тела пищеварительного тракта находится ротовое отверстие, которым червь всасывает пищу. Рот открывает ротовую полость, которая переходит в мускулистую глотку. Глотка ведёт в пищевод, переходящий в толстостенный желудок. В пищевод впадают 1–3 пары известковых желез. Они вырабатывают биогенный кальцит. Выработка червями извести не зависит от содержания извести в грунте и пище.

За пищеводом находится объемистое расширение кишечной трубки, так называемый зоб. В нем скапливается заглатываемая пища. Зоб играет роль склада-буфера: пища постепенно поступает оттуда в последующие отделы кишечника для переваривания. Зоб имеет эластичные стенки и легко растягивается.

Непосредственно к зобу примыкает желудок, выстланный гладкой хитиновой оболочкой. Желудок окружен сильными поперечными мускулами,

которые в 10 раз толще продольных. За ним следует кишечник, на протяжении нескольких передних сегментов (примерно до 14-го), он узкий и прямой, далее вплоть до анального сегмента он расширяется, образуя мешкообразные выпячивания, и заканчивается анальным отверстием.

Желудок и кишечник служат для измельчения пищи на мелкие частицы за счет содержания песчинок и камешков диаметром до 2 мм. Не переваренные остатки пищи обогащаются в кишечнике сапрофитной микрофлорой, антибиотиками и удаляются через анальное отверстие в виде экскрементов – вермикопролитов.

Пища, используемая червем, должна пройти предварительную ферментацию разложения и иметь 70-80 % влажности (должна быть мажущейся). В составе корма для дождевых червей должны присутствовать белки, легкодоступные углеводы, минеральные вещества, витамины, целлюлоза. Важную роль в питании червей играют микроорганизмы (бактерии, грибы, простейшие), которыми богаты навоз, помет и другие виды органических отходов. По важности их можно расположить в следующий ряд: грибы, простейшие, бактерии и актиномицеты (Бызов, 2005).

Количество съеденной пищи в день равно весу тела одного червя. Зная, среднюю массу червей в популяции, их численность и коэффициент прироста в месяц можно расчетным путем прогнозировать выход биогумуса за определенный период времени (неделя, месяц, год).

3.1.4. Органы выделения

У дождевых червей (как у всех кольчецов) функцию выделения выполняют трубчатые органы, расположенные попарно в каждом сегменте, кроме самых передних. Эти органы называются нефридиями, что означает по-гречески «орган подобный почке». Нефридии расположены в полости тела по бокам от кишечника. Каждый из них представляет собой извитую трубку,

начинающуюся внутри тела отверстием в полость тела, расположенным на головчатом расширении, клетки которого снабжены ресничками. Это расширение называют по аналогии со сходными образованиями у более примитивных кольчецов воронкой. Почти непосредственно за воронкой, нефридий прободает межсегментную перегородку и проникает в следующий сегмент тела.

Там он сначала образует сильно извитую тонкую трубку, которая переходит в более широкую среднюю часть нефридия, снабженную ресничками. Затем нефридий, делая несколько петель, переходит в выводную часть, которая кончается на брюшной стороне тела наружным отверстием, или нефридиальной порой. Снаружи ее найти очень трудно, так как края ее всегда плотно сомкнуты. Недалеко от нефридиальной поры имеется расширение нефридиальной трубки, представляющее собой нечто вроде мочевого пузыря. Нефридии снабжены очень богатой сетью кровеносных сосудов. Кровь, выходящая из нефридия, поступает в поперечный, а из него в спинной сосуд.

Клетки тонкой части нефридиальной трубки улавливают из крови, циркулирующей вне сети нефридиальных капилляров, продукты азотистого обмена, подлежащие выведению из организма. Эти вещества попадают в полость нефридиальной трубки и здесь смешиваются с полостной жидкостью, поступающей через воронку на внутреннем конце нефридия. Полостная жидкость также содержит продукты выделения, отмершие клетки, туда попадают сработанные щетинки и т. д. Жидкость нефридиальной трубки биением ресничек гонится по направлению к выводному концу, откуда периодически выбрасывается через наружную пору сокращением мускулатуры стенки тела.

Имеются данные о том, что опорожнение концевой части нефридия происходит один раз в три дня. Другие наблюдения говорят о том, что за сутки червь весом в 1.0-1.8 г выделяет 0.82 см³ экскрета.

В экскрете содержатся вещества подобные тем, что и у млекопитающих: мочевины, аммиака, креатинина, соли и др., но в значительно более низких концентрациях. Однако нормальный экскрет червей содержит 0.3% белка, тогда как у высших животных белок в продуктах выделения отсутствует.

Клетки средней части нефридиальной трубки обладают способностью к фагоцитозу, т. е. к активному заглатыванию из полости тела нерастворимых в воде веществ (отмершие клетки, коагулированные белок, бактерии и пр.). Эти вещества накапливаются там неопределенно долгое время. Санитарную службу этого рода несут и другие клетки внутри организма: амeboидные клетки крови, клетки полости тела и вышеупомянутые клетки хлорогенной, или желтой ткани. Особенно много амeboидных клеток, наглотившихся посторонних телец, встречается в полости тела. Сюда они попадают, активно выползая из сосудов, протискиваясь между клетками сосудистой стенки. Из полости тела эти клетки удаляются разными путями. Полостная жидкость довольно быстро сменяется. Поэтому она и приобретает у червей большое значение в выделительных функциях.

Вода в тело червей непрерывно поступает и выводится обратно в наружную среду указанными выше путями. Таким образом, тело червя и, в частности, полость тела все время прополаскиваются водой. Поэтому для нормального выполнения указанных физиологических функций червям необходимы условия среды, которые обеспечивали бы поступление в их тело воды в значительно большем количестве, чем у большинства наземных животных.

Каким образом вода поступает в тело червей?

Заметим, прежде всего, что черви никогда не пьют. Они поглощают воду всей поверхностью тела; вода проходит сквозь покровы и мускулатуру, накапливаясь в полости тела. При этом черви могут использовать воду только в жидком состоянии. Червь в среде, содержащей

пары воды, может погибнуть от высыхания, если не имеет иного источника влаги.

При нормальных условиях тело червей содержит около 84% воды. Несмотря на столь значительный запас воды, он оказывается далеко не предельным. Если условия внешней среды содержат повышенное количество влаги, то в теле червя её содержание резко увеличивается. В этом легко убедиться, если положить дождевых червей в воду. Через несколько часов вес их возрастет на 10-12% за счет воды, поглощенной поверхностью тела. После извлечения из воды червь возвращается к исходному весу, причем это происходит за очень короткий срок (1-2 часа). Удаление избыточной воды из организма происходит очень своеобразным путем: она всасывается клетками кишечника, из них поступает в полость последнего и удаляется, главным образом, через заднепроходное отверстие, а отчасти и через ротовое.

При нормальных условиях жизни в почве функция удаления избытка воды лежит на нефридиях.

Обмен веществ водных животных совершается при усиленной циркуляции воды через их тело; им не может угрожать недостаток воды, тогда как в почвенных условиях достаточное количество влаги для червей делается основным фактором, обеспечивающим возможность существования. Поэтому водный режим почв имеет решающее значение в вопросе о заселении их дождевыми червями.

В периоды засухи и зимовки дождевые черви способны терять воду, что связано с переходом их в состояние покоя (анабиоза).



3.15. Нервная система

Вдоль средней линии брюшной стороны тела у дождевых червей под мускулатурой тянется нервный ствол, называемый брюшной нервной цепочкой. В каждом сегменте тела имеется нервный узел, или ганглий, представляющий собой скопление нервных клеток и отдающий от себя 3 пары нервов. Ганглии соединены друг с другом перемычками, коннективами, которые, кроме нервных волокон также содержат нервные клетки. В переднем конце тела, в 3-м сегменте, брюшная нервная цепочка разделяется на правую и левую глоточные коннективы, образующие окологлоточное нервное кольцо, соединяющиеся с надглоточным, или головным ганглием. Этот ганглий — парный, состоит из правой и левой половин, плотно соединенных друг с другом. Но в отличие от всех остальных нервных узлов, лежащих на брюшной стороне тела под кишечником, этот ганглий находится на спинной стороне тела и лежит над кишечником. Ганглий этот можно противопоставить всем прочим и вследствие того, что морфологически он сравним с головным мозгом вышестоящих форм (членистоногих). От него идут вперед многочисленные нервные стволы, обильно разветвляющиеся и образующие густые нервные сплетения в первых трех сегментах. Под глоткой, в месте расхождения глоточных коннективов, лежит подглоточный ганглий, представляющий собой результат слияния нескольких ганглиев брюшной нервной цепочки.

В брюшной нервной цепочке обращают на себя внимание три очень толстых волокна, пробегающих по всей длине тела червя под соединительнотканной капсулой нервной цепочки на ее спинной стороне. Это, так называемые нейрохорды, которые еще совсем недавно принимали за гигантские нервные волокна. Однако теперь окончательно выяснено, что они являются своеобразными опорными образованиям. Эти образования и по строению, и по функции, и по положению между нервной системой и

кишечником сходны с хордой позвоночных.

Нервы, отходящие от ганглиев брюшной цепочки, содержат двигательные волокна, заканчивающиеся в мускулатуре, и чувствительные, по которым раздражения поступают в нервную систему с периферии. Тела чувствительных нервных клеток находятся на периферии, в том числе в наружном эпителии. Нервные клетки здесь стоят в ряду эпителиальных клеток. Этот чрезвычайно древний тип соотношений элементов нервной системы сохранился у дождевых червей от их далеких предков, примитивных многоклеточных животных. Очень интересно, что чувствительными нервными клетками здесь становятся не только клетки наружного эпителия, но, как это недавно установлено, также и клетки кишечника, происходящие из внутреннего зародышевого листка.

Чувствительные нервные клетки и их окончания имеются и в других местах тела. Ими богато снабжены также нефридии, щетинковые мешки и другие органы. Таким образом, у дождевых червей, как и у высших животных, работа внутренних органов протекает под контролем регулирующей и централизирующей роли нервной системы.

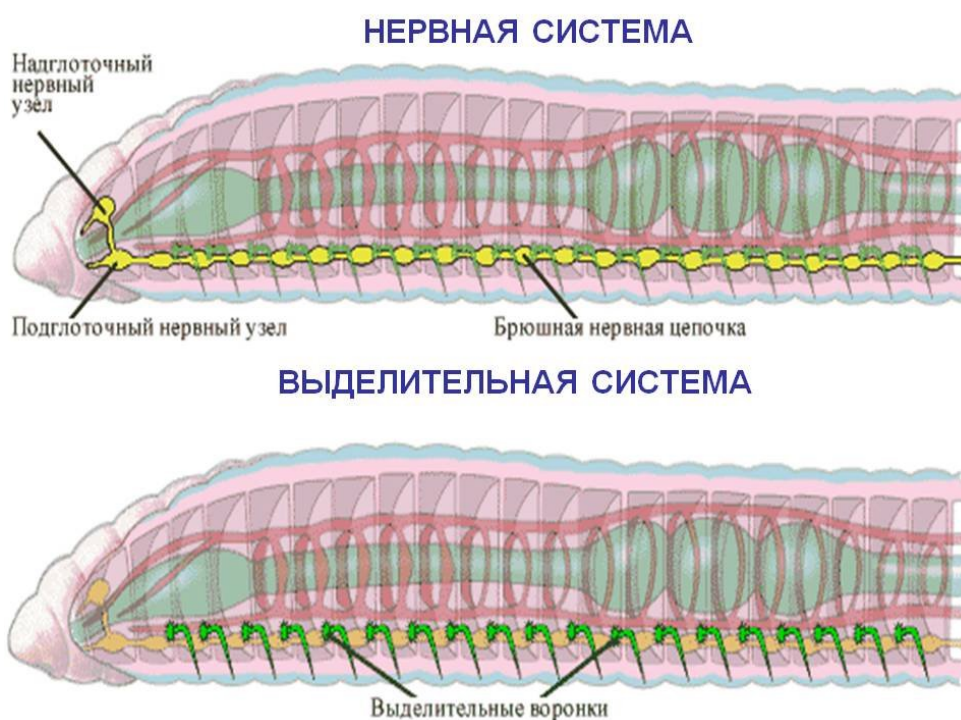


Рис 3

3.1.6. Рефлексы

Из рефлексов дождевых червей лучше всего известны наблюдаемые акты ползания. При движении червя по всей длине тела, от переднего конца до заднего, пробегают перистальтические волны комбинированных сокращений мускулатуры. Они следуют друг за другом, и каждая следующая волна может возникнуть еще задолго до того, как первая дойдет до заднего конца тела. Казалось бы, очевидным, по аналогии с высшими животными, что причиной этих волн сокращений служит последовательная передача раздражений вдоль по брюшной нервной цепочке. Выяснилось, что даже перерезание брюшного нервного ствола и даже вырезание из нее нескольких нервных узлов не останавливают бегущих волн сокращений мускулатуры: волна сокращения проходит через место повреждения так же, как это было и у нормального червя.

Поступательное движение червя представляет собой длинную цепь рефлекторных актов, в которой каждый сегмент является в значительной мере автономной физиологической единицей. Раздражения с периферии приводят к сокращению мускулатуры данного сегмента. Вследствие этого сокращения раздражаются периферические аппараты в соседнем сегменте, которые вызывают и в нем сокращения и т. д. Таким образом, комбинированные сокращения мышц в каждом сегменте могут представлять собой самостоятельный рефлекс, начинающийся с возбуждения чувствительных клеток на периферии и кончающийся эффектом сокращения мускулатуры этого сегмента. Это наиболее примитивный тип реакции на внешние воздействия. Некоторым его усложнением является передача полученного раздражения по нервной цепочке в соседний задний сегмент тела, в ответ на которое мускулатура этого сегмента сокращается. На рис. 19 изображена схема рефлекса при дугообразном сгибании червя, когда волна сокращений

мускулатуры идет по одной стороне тела. Этот рефлекс и является основным при осуществлении поступательного движения червя вперед. Этот способ передачи раздражений по телу, как указано выше, говорит о слабой централизации его нервной системы.

В движениях червя существенных изменений после заживления раны не выявлено: червь также зарывается в грунт, также избегает опасности и осуществляет все те довольно сложные рефлекторные реакции.

Несколько большее значение имеет подглоточный ганглий, так как после его удаления червь лишается многих присущих ему способностей: очень страдают его вкусовые способности.

При слабом раздражении заднего конца тела (при легком прикосновении) червь ползет вперед, при раздражении спереди он быстро весь сокращается и ползет в другую сторону, при сильном раздражении в любом месте червь начинает сильно сокращаться дугообразно, в разных направлениях (так называемые гимнастические движения); черви обнаруживают быстрые реакции на свет, на запахи и т. д.

Известно, что червь располагает довольно богатым арсеналом возможностей для осуществления тех или иных реакций на изменения, происходящие в окружающей их среде.

3.1.7. Органы чувств

Вся поверхность тела червя покрыта огромным количеством чувствительных нервных клеток. Эти клетки служат органами осязания, развитого у червей очень сильно. Известно, что достаточно, осторожно приблизившись, слабо дунуть на червя, чтобы он ответил резким сокращением продольной мускулатуры; с помощью такого движения он прячется в норку. Вдобавок к чувствительным нервным клеткам в наружном эпителии между клетками имеется очень большое количество свободных

нервных окончаний, которые, скорее всего, также обеспечивают функцию осязания.

Как известно уже более ста лет назад, дождевые черви, несмотря на отсутствие глаз, хорошо воспринимают свет. Восприятие света производится особыми светочувствительными клетками, которые по большей части располагаются поодиночке между клетками наружного эпителия. Внутри этих клеток, кроме ядра и густой сети тончайших волоконцев — нейрофибрилл, имеется прозрачное светопреломляющее тельце бобовидной или удлинённой формы; его называют линзой по аналогии с хрусталиком глаза более высоко организованных животных. От тела клетки отходит нервный отросток, вступающий в подкожное нервное сплетение и связывающий ее с центральной нервной системой. Такая клетка, несомненно, представляет собой простейший глаз, как бы изолированную и автономную клетку сетчатки глаза высших животных. Светочувствительные клетки сосредоточены главным образом в передних сегментах тела; больше всего их в головной лопасти, где их может быть свыше 50. В последующих сегментах число их быстро убывает, в середине тела их не находят, а в последних трех сегментах их снова становится больше. У некоторых видов дождевых червей, кроме изолированных светочувствительных клеток в наружном эпителии, имеются большие группы светочувствительных клеток, расположенные под кожей по ходу нервов, особенно в головной лопасти.

Способность ощущать свет играет очень большую роль в жизни червей, так как солнечный свет на них действует губительно (черви очень чувствительны к ультрафиолетовой части солнечного спектра). Реакция ухода в темноту спасает им жизнь.

Специальных органов слуха у червей нет. На очень сильные звуки, передаваемые по воздуху, черви не реагируют в том случае, если не вибрирует твердый субстрат, с которым они имеют соприкосновение. Но дрожание твердых тел, с которыми они связаны, вызываемое звуками, они

воспринимают очень тонко. Эти вибрации крышки рояля воспринимались, очевидно, органами осязания червей.

На высокоразвитом осязании основан метод сбора червей, практикуемый во Флориде: доска или палка втыкается в грунт, обильно населенный червями, и по ее верхнему краю водят другой палкой, как смычком по скрипке (этот способ и называется там «скрипичным»). Пишут, что черви при этом покидают норки и во множестве выходят на поверхность.

Кроме чувствительных нервных клеток, нервных окончаний и светочувствительных клеток в наружном эпителии рассеяно большое количество органов, представленных комплексами клеток. Их называют иногда чувствительными почками. Несколько десятков чувствительных клеток образуют цилиндрический или яйцевидный комплекс. Это — чувствительные нервные клетки и длинные нервные отростки, которые идут в брюшную нервную цепочку. Поверхность кутикулы в области чувствительной почки несколько приподнята, а каждая клетка снабжена чувствительным волоском. Эти микроскопические органы распространены в большом количестве по всему телу, но особенно многочисленны они в 1-м сегменте и в его головной лопасти, где у крупных видов их насчитывается около 1800. Функция их точно не установлена. Как полагают некоторые исследователи, часть их может нести осязательную функцию. Но вряд ли можно сомневаться в том, что ими же осуществляются и функции обоняния и вкуса. В пользу такого заключения свидетельствует тот факт, что эти органы имеются в большом количестве в ротовой полости.

Чувство обоняния, т. е. способность к распознаванию различных веществ в газообразном состоянии (что и является способностью воспринимать запахи), развито у червей сравнительно слабо. В опытах Дарвина черви не реагировали на запах табачного сока, духов, уксусной кислоты, но куски лука (который они очень любят) и листья капусты они находили по запаху. На эфир, поднесенный на близком расстоянии к переднему концу тела, черви

реагировали отрицательно и немедленно устранялись от него.

Чувство вкуса, т. е. способность распознавать химические различия веществ при контакте с ними, развито у червей очень тонко и наряду с чувством осязания служит для них главным источником восприятия окружающей среды.

Черви предпочитают гниющие листья только что опавшим осенним; еще менее нравятся им свежие зеленые листья и в еще меньшей степени — высушенные зеленые. Чистый желатин их привлекает более, чем высушенные листья. Гниющие листья разных растений могут быть выстроены в такой ряд в порядке убывающей склонности к ним червей: ива, сладкий люпин, грецкий орех, белая акация, тополь, дуб, горький люпин, липа, бук, клен, конский каштан.

Говоря о рефлекторной деятельности дождевых червей, необходимо отметить, что у них давно доказана способность формировать условные рефлексы. Черви могут «запомнить» дорогу, на которой им не грозит удар электрическим током. В опытах с определением вкусовых способностей червей выяснилось, что черви обычно сначала отказываются от незнакомой им пищи, но потом часто привыкают и берут ее при наличии другой, им знакомой пищи.

3.1.8. Органы внутренней секреции

Упомянем о наличии у дождевых червей веществ, вырабатываемых в определенных местах тела и служащих химическими возбудителями разных проявлений жизнедеятельности организма. Такие вещества называются гормонами (греческое слово, означающее «возбуждающий»), а процесс их образования — внутренней секрецией. У позвоночных выработка гормонов происходит частично в специальных железах внутренней секреции (например, надпочечники, щитовидная железа, гипофиз), а также в органах,

выполняющих одновременно и другую функцию (например, половые железы, поджелудочная железа, клетки мозга).

У дождевых червей специальных желез внутренней секреции нет, но гормоны вырабатываются в разных частях нервной системы. Уже давно было известно, что в ганглиях брюшной нервной цепочки червей имеются так называемые хромаффинные клетки, которые выделяют адреналин, т. е. вещество, вырабатываемое центральной частью надпочечников высших позвоночных. Это вещество, как известно, является специфическим возбудителем нервных аппаратов, приводящих в движение мускулатуру стенок кровеносных сосудов и служащих важным средством для регулирования ширины просветов сосудов кровеносной системы, а тем самым и кровяного давления. У дождевых червей это вещество играет такую же роль.

Обнаружено, что значительная часть нервных клеток надглоточного ганглия также несет внутрисекреторную функцию. Различают два типа таких нервносекреторных клеток: одни из них — с однородной протоплазмой, другие — с зернистой. Первые, как полагают, служат регуляторами деятельности половых желез, причем вещество, вырабатываемое ими, по-видимому, тормозит деятельность половых желез: они начинают функционировать в те месяцы, когда заканчивается размножение червей, и исчезают в периоды размножения. Зернистые клетки имеют значение при заживлении ран и восстановлении утраченных частей тела (регенерации): во время этих процессов секреция в них особенно усиливается.

Деятельность пояска дождевых червей, которая заключается в выработке оболочек и питательного содержимого яйцевых коконов, также, несомненно, регулируется гормонами. Одно время считалось, что гормоны, возбуждающие деятельность железистых клеток пояска, вырабатываются мужскими половыми клетками, созревающими в семенных мешках. Однако это оказалось не так. Но деятельность пояска, несомненно, регулируется

какими-то гормонами: если пересадить кусок пояска от червя с неактивным пояском к находящемуся в разгаре половой активности, то пересаженный кусок быстро приобретает свойства пояска последнего. Место выработки гормонов, регулирующих деятельность желез пояска, пока неизвестно.

3. 1.9. Органы размножения

Освещения этого раздела имеет очень важное прикладное значение, позволяя управлять интенсивностью размножения и эффективностью вермикультивирования.

Дождевые черви размножаются только путем откладки яиц, заключенных в особые яйцевые коконы.

Рассмотрим, как устроены у них органы, обеспечивающие образование яиц, их оплодотворение и откладку. Совокупность этих органов образует половой аппарат Мужские и женские половые органы находятся у дождевых червей в одной и той же особи; таким образом, среди них нет мужских и женских особей, но все они — обоеполые существа, или, как их принято называть, гермафродиты..

Яйца образуются в паре очень маленьких женских половых желез — яичниках, которые укреплены на перегородке между 12-м и 13-м сегментами с брюшной стороны [Обращаем внимание еще раз на то, что описание анатомии червей относится только к представителям семейства Люмбрицид. Яичники устроены очень просто. Они представляют собой комплексы развивающихся яиц; наиболее ранние стадии развития находятся в части, прилегающей к межсегментной перегородке, где яичник состоит из мелких клеток. Наиболее крупные клетки находятся на свободном заднем конце яичника, обращенном в полость тела. Здесь яйцевые клетки достигают своих окончательных размеров (около 0.1 мм в поперечнике) и падают в полость тела. Яйца дождевых червей сферические или слегка вытянутые. Они почти прозрачные, так как в их

протоплазме имеется лишь очень небольшое количество зерен питательного материала — желтка. Отсутствие достаточного количества питательного материала для развивающегося зародыша внутри яйца вызывает необходимость снабжения его питанием извне при помощи белка яйцевого кокона.

Яйца заканчивают созревание в так называемых яйцевых мешках. Это — слепые мешковидные выступы межсегментных перегородок, в которые попадают яйца, оторвавшиеся от задней части яичника.

Яйца выводятся наружу через короткие яйцеводы, которые начинаются яйцевыми воронками в 13-м сегменте, затем прободают перегородку между 13-м и 14-м сегментами и открываются на брюшной стороне 14-го сегмента (рис. 24). Яйцевые воронки снабжены ресничками, работой которых яйца улавливаются из яйцевых мешков и в нужный момент (во время образования яйцевого кокона) выводятся по яйцеводу наружу.

Мужские половые железы — семенники — также очень малы. В числе двух пар они помещаются на перегородках между 9-м и 10-м сегментами и между 10-м и 11-м. Мужские половые клетки — сперматозоиды — только начинают развитие в этих крошечных маленьких тельцах. Комплексы будущих сперматозоидов в виде микроскопических комочков округлых клеток падают в полость тела и оттуда попадают в семенные мешки, представляющие собой объемистые разрастания межсегментных перегородок. Количество, форма, расположение и относительные размеры семенных мешков варьируют и служат важным признаком при определении червей. У некоторых видов дождевых червей (в родах *Octolasion* и *Lumbricus*) брюшная часть полости тела возле семенников отгорожена особой стенкой от основной полости сегмента; получают так называемые семенниковые капсулы. Благодаря их наличию формирующиеся комочки сперматозоидов не могут распространяться по всей полости сегмента и им создается более прямой путь в семенные мешки.

Для выведения сперматозоидов наружу служат семенные воронки и

семепроводы. Семенные воронки обычно крупные; они хорошо заметны при вскрытии червей. Семепроводы, в которые поступают сперматозоиды из семенных воронок, представляют собой очень тонкие цилиндрические трубки, направляющиеся по брюшной стенке тела кзади. Семепроводы от воронок 10-го и 11-го сегментов в 12-м сегменте сливаются друг с другом, и общая трубка семепровода с каждой стороны тела тянется обычно до 15-го сегмента, где переходит через толщу стенки тела и кончается мужским половым отверстием (порой), обычно имеющим вид вертикальной щели.

Мужские половые отверстия сидят на более или менее сильно развитых железистых подушках. Эти подушки, кроме железистых клеток, содержат большое количество сосудов, которые во время спаривания наполняются кровью.

Оригинальной особенностью полового аппарата малощетинковых кольчецов, к которым принадлежат дождевые черви, являются семеприемники — небольшие сферические полые мешочки, плотно прижатые к стенке полости тела. Протоки семеприемников проходят сквозь толщу стенки тела и открываются наружными порами, располагающимися в межсегментных бороздах. Стенки семеприемников содержат мускулатуру, действием которой семенная жидкость может всасываться в семеприемник и, наоборот, выбрызгиваться из него наружу. Эта мускулатура действует наподобие резинового колпачка пипетки. Семеприемников бывает 2 или 3 пары; они могут быть расположены сбоку, на брюшной стороне, или могут быть (как в роде *Eisenia*) сдвинуты на спинную сторону, вплоть до средней линии. Но нужно иметь в виду, что у некоторых видов дождевых червей семеприемники отсутствуют.

К органам, обеспечивающим размножение, следует отнести поясok дождевых червей. У червей, достигших половой зрелости, поясok всегда заметен, но его вид зависит от сезона и состояния упитанности. В периоды размножения поясok сильно набухает. Его функция — формирование яйцевых

коконов.

Поясок представляет собой видоизменение наружного эпителия. В области пояса наружный эпителий очень сильно утолщен. Все клетки приобретают железистый характер; среди них можно наметить три типа:

1) относительно мелкие клетки, не содержащие зерен, — слизистые клетки;

2) клетки средней величины, содержащие крупные зернышки, образующие оболочку яйцевого кокона;

3) огромные мелкозернистые клетки, вырабатывающие белковое вещество, составляющее содержимое яйцевого кокона и служащее питанием для развивающихся эмбрионов.

Помимо железистых клеток, в пояске можно видеть большое количество кровеносных сосудов и нервных окончаний.

В функции размножения участвует также ряд других желез на брюшной стороне тела между пояском и передним концом тела. Особенно заметны железы на 10-м и 11-м сегментах, которые придают этой части поверхности тела у половозрелых червей беловатый оттенок. Кроме того, около брюшных щетинок в указанной части тела на некоторых сегментах, иногда только с одной стороны тела, бывают развиты железы, заметные в виде небольших припухлостей. Часто сами щетинки изменены, превращены в так называемые половые щетинки, функционирующие при спаривании для удерживания партнера и для раздвигания пор семеприемников. Иногда половые щетинки отличаются от обычных только большими размерами, но у некоторых видов они очень сильно отличаются и по форме (рис. 26). Образуются, с одной стороны, острые стилеты, очевидно вкалываемые при спаривании в кожные покровы партнера, а с другой — щетинки, вводимые в поры семеприемников.



Рис 4- Размножение дождевого червя

3.2 Размножение и развитие дождевых червей

Дождевые черви размножаются обычно в течение всего теплого времени года, в условиях умеренного климата — с весны до осени. Размножение прекращается только во время зимовки и засухи, когда черви перестают питаться и уходят в глубокие слои почвы.

Несмотря на наличие мужских и женских половых органов в одной особи, оплодотворение у червей обычно перекрестное. Откладке яйцевых коконов обычно предшествует спаривание. Процесс спаривания прослежен у большого красного червя и навозного червя. Имеются некоторые наблюдения по спариванию длинного червя.

Рассмотрим процесс спаривания у навозного червя, где он хотя и протекает с некоторыми осложнениями вследствие расположения семеприемников на спинной стороне тела, но зато более полно изучен.

Спаривание может происходить на поверхности земли, но у навозного червя (а также у длинного червя) оно, несомненно, совершается и внутри грунта. Два червя сближаются ротовыми концами и, двигаясь навстречу друг другу, плотно соприкасаются брюшными сторонами в области передних 30-40 сегментов. Долгое время (до 1 часа) у обоих партнеров наблюдаются скольжение вперед и назад и обильное слизиотделение. Вокруг каждого червя

образуется замкнутая трубка из слизи. Затем черви плотно слипаются брюшными сторонами таким образом, что сегменты 9-й-11-й, в которых расположены семеприемники одного партнера, располагаются против пояска другого партнера. Тогда железы, расположенные на брюшной стороне 9-го-11-го сегментов, обоих червей начинают усиленно выделять особое густое клейкое белое вещество, облегающее со всех сторон сегменты семеприемников одного партнера и сегменты пояска другого партнера. Сегменты пояска плотно присасываются к телу партнера валиками зрелости, и между последними образуется желобок, в который погружается область тела 9-го-11-го сегментов другого червя. В этих местах тело обоих червей перехвачено как бы двумя повязками.

Процесс спаривания может длиться несколько часов. Потревоженные черви (например, найденные в состоянии спаривания в грунте) расходятся не сразу, и за ними нетрудно наблюдать, если предохранить их от сильного света и высыхания. После того как семеприемники обоих партнеров оказываются наполненными семенной жидкостью, черви расходятся и выползают из своих слизистых трубок. Такие копуляционные трубки бывают находимы в грунте. В них обычно остается избыточная часть семенной жидкости.

Яйца дождевых червей откладываются, как уже упомянуто, в яйцевых коконах.

Только что отложенный кокон одет длинной слизистой трубкой, имеющей следы наружной сегментации червя. Оболочка кокона некоторое время остается бесцветной. При наблюдении за откладыванием кокона кажется, что с головы сбрасывается бесформенная масса мутной жидкости в слизистой трубке. На воздухе оболочка кокона быстро темнеет и твердеет; кокон приобретает вид овальной капсулы с двумя концами: передним, более широким и зубчатым, и задним, более тонким и обычно более длинным. Широкий конец трубки представляет собой канал,

запечатанный, пробкой из ссохшегося белка, Слизистая трубка сохраняется на коконах очень недолго; ее наличие может служить указанием на то, что кокон имеет самое большее суточный возраст.

Форма коконов у разных видов варьирует: она то более геометрически правильная, то угловатая; характер концевых трубочек также может быть различным. Окраска коконов бывает зелено-желтой, желтой, коричневой и бурой. Цвет характеризует не только вид, но и возраст кокона: с течением времени его поверхность несколько светлеет. Размеры коконов в длину колеблются от 2 до 6 мм.

Имеются сведения, что пашенный червь *Allolobophora caliginosa* откладывает коконы один раз в 7-10 дней. У навозного червя откладка коконов происходит несомненно чаще, но точных сведений об этом пока нет.

У большинства видов внутри кокона содержится не более 2-3 яиц, чаще всего — только одно. У навозного червя в коконе 6-20 яиц, но обычно развиваются далеко не все.

Оплодотворение яиц совершается в коконе уже после его откладки. Если вскрыть свежее отложенный кокон и выпустить его содержимое на предметное стекло, то под небольшим увеличением микроскопа в белке можно найти яйцо, окруженное сперматозоидами. Один из сперматозоидов проникает в яйцо. После этого у некоторых видов оболочка яйца (желточная оболочка) отстает от его поверхности. У других видов желточная оболочка бывает не видна.

Яйца ряда видов дождевых червей могут развиваться без оплодотворения. Некоторые виды (например, большой красный червь — *Lumbricus terrestris*, длинный червь — *Allolobophora longa*) хотя и могут откладывать яйцевые коконы без предварительного оплодотворения, но отложенные в них яйца не развиваются. У других (например, у пашенного червя — *Allolobophora caliginosa*) одни особи способны к девственному размножению, другие — неспособны. Свойство яиц развиваться без оплодотворения облегчает червям заселение незанятых ими территорий, так как случайное попадание в новое

место всего одного экземпляра может привести к возникновению впоследствии огромного числа особей.

При содержании в комнате развитие червей внутри коконов продолжается 2-3 недели. Но в естественных условиях оно обычно растягивается на значительно более длительные сроки, причем очень различные в зависимости от температурных и иных условий.

Развитие начинается с того, что оплодотворенная яйцевая клетка многократно делится.

Известно, что зародыши дождевых червей на стадиях дробления могут делиться пополам и давать начало однойяйцевым близнецам.

Способность к активному движению черви получают очень рано. Сначала они двигаются внутри кокона при помощи ресничек. Затем возникают конвульсивные сокращения мускулатуры. Во вторую половину периода развития внутри кокона появляются типичные для них «червеобразные» перистальтические движения.

Оболочка коконов играет роль барьера, охраняющего содержимое от вторжения микробов и вредных веществ из почвы. Но она хорошо проницаема для воды и солей, что имеет большое значение для жизни зародышей.

Вылупление червячков из кокона происходит при помощи их активных движений; они выползают передним концом вперед через более широкую трубочку кокона. Выползание молодых червячков из кокона легко наблюдать, если положить в воду кокон, содержащий червячков, готовых к выходу. Такие коконы встречаются в земле нередко; их можно узнать по красному цвету крови в кровеносных сосудах молодых червячков, просвечивающей через прозрачную оболочку кокона. При погружении в воду червячки получают, очевидно, сильное раздражение, начинают беспокойно двигаться и вскоре один за другим выползают из кокона.

Вылупившиеся червячки имеют в длину 10-15 мм. Они обычно еще

лишены пигмента. Почти сразу после выхода из кокона они начинают заглатывать землю и отыскивать пищу в виде разложившихся листочков, стебельков и пр.

В естественных условиях большинство видов дождевых червей достигает половой зрелости примерно через год после выхода из кокона. У навозного червя этот срок, по-видимому, значительно меньше. В росте дождевых червей различают три периода: постнатальный, период быстрого роста до образования пояска и, наконец, период медленного роста после образования пояска.

При старении вес дождевых червей падает. В общем, темпы развития очень сильно варьируют в зависимости от внешних условий. Обнаружено, что в зимнее время происходит полная остановка развития молодых червей. Диапауза может длиться месяцами; при наступлении более благоприятных условий развитие продолжается.

Сведения о продолжительности жизни дождевых червей свидетельствует, что в неволе навозные черви *Eisenia fetida* жили от 3½ до 4½ лет, большой красный червь *Lumbricus terrestris* — 5-6 лет, длинный червь *Allolobophora longa* — от 5 ½ до 10 ½ лет. Эти факты говорят об относительно большом сроке их индивидуальной жизни. Можно предполагать, что максимальная продолжительность жизни дождевых червей значительно превосходит приведенные выше цифры.

Дождевым червям свойственна способность к восстановлению утраченных частей тела, т. е. к регенерации. Головной конец восстанавливается при утрате спереди не более 15 сегментов, причем, сколько бы сегментов не было отрезано, восстанавливается только 4. Передняя отрезанная часть не восстанавливает задней и погибает; в редких случаях изолированные 5-6 головных сегментов восстанавливают на поверхности разреза вторую голову, т. е. получается уродливый нежизнеспособный организм, который также погибает. После отрезания заднего конца тела регенерация идет гораздо

лучше. На задней раневой поверхности разрезанного червя всегда восстанавливается хвостовой конец, даже если оставлено только 30 передних сегментов (в редких случаях и при меньшем числе их). После заживления раны, недели через 1½ -2, появляется тоненький вырост (регенерат), размерами и цветом напоминающий червячка, только что вышедшего из яйцевого кокона. Он тем длиннее, чем большее число сегментов было отрезано. Регенерат растет в длину и в толщину, и месяца через 1½ -2 червь делается неотличимым от нормального.

При разрезании червя пополам передняя половина восстанавливает хвостовой конец; головной конец на задней половине не восстанавливается. Однако и здесь возможна патологическая регенерация: на переднем конце задней половины в некоторых случаях, после длительной паузы, появляется регенерат, но оказывается, что это не регенерат головы, а второй хвост. Такие уродливые формы гибнут.



Рис 5

Глава 4. ЭКОЛОГИЯ КОМПОСТНЫХ ЧЕРВЕЙ

4.1. Почва как среда обитания дождевых червей.

Очень важным признаком, характеризующим почву в отношении условий существования в ней различных организмов и произрастания на ней растений, т. е. ее плодородия, является структура. По величине отдельностей различают структуры: зернистую — с отдельностями размером 0.5-5.0 мм, ореховатую — с плотными отдельностями различной формы, с поперечником 5-20 мм, комковатую — с легко распадающимися отдельностями размером 5-50 мм, и некоторые другие.

Для почв характерно наличие в них полостей, наполненных воздухом, так называемая порозность (или скважность) почв. Поры могут составлять значительную часть объема почвы. Так, в культурных землях объем полостей составляет до 30-40%, а в верхних слоях до 60% объема почвы. Чем больше порозность, тем условия для жизни в почве благоприятнее. Крупные поры, размером около 0.3 мм, могут содержать воду; в то же время они обеспечивают проникновение в почву атмосферного воздуха, т. е. вентиляцию и дыхание для обитателей почвы. Поры меньших размеров (0.03-0.003 мм) играют, кроме того, другую роль: они составляют очень важную систему капилляров в почве, по которым грунтовая вода подтягивается снизу в верхние слои почв. Мелкие поры, особенно минимальных размеров (менее 0.003 мм), очень важны также и потому, что в них очень медленно происходит испарение воды. Поэтому они могут служить для мелких почвенных организмов местами хранения резервов воды, что особенно важно во время засухи. Полости в почве, являются местом обитания большей части микроскопической флоры и фауны почв. Почвы, имеющие малую порозность, как например болотные почвы, бедны животным населением.

Таким образом, система щелей и каналов в почве занята отчасти водой, отчасти же воздухом, необходимым для дыхания почвенных животных.

Условия жизни в почве, по сравнению с наземными, в отношении снабжения кислородом является дефицитным, но зато более стабильным. Поэтому зимой почва и служит убежищем для очень многих животных.

Важный компонент почвы – гумус, образовании которого большую роль играют почвенные бактерии, грибы и множество беспозвоночных животных. Образование гумуса — очень сложный химический процесс, составными частями которого являются не только реакции распада органических молекул, но и их синтез из более простых соединений. Наличие перегноя определяет, прежде всего, плодородие почв. Это объясняется тем, что органические вещества почвы являются субстратом для жизни, источником питания для бесчисленных растительных и животных организмов. В процессе питания и обмена веществ почвенных организмов происходит минерализация органических соединений. Особенное значение имеет минерализация соединений азота, фосфора, калия и других элементов, необходимых для высших растений. Ведущая позиция в трансформации веществ занимает почвенные бактерии, но немалая роль принадлежит и животным, включая дождевых червей.

Состав почвенного раствора является фактором, ограничивающим распространение дождевых червей. Значительное влияние на резкое сокращение численности червей оказывает накопления солей в почве.

Экспериментальные исследования показали, что для дождевых червей характерен довольно широкий диапазон кислотности почвы, так как они хорошо выносят почвенные растворы с pH от 4.5 до 8.5. Установлена способность червей изменять кислотность почв в сторону ее уменьшения.

Прежде всего, сюда относится огромное многообразие бактерий и грибов, которые населяют все промежутки между почвенными отдельностями, вплоть до самых мелких. Бактерии и грибы — постоянный и во всех отношениях

весьма важный компонент почвенной фауны, представленный в каждом кубическом миллиметре почвы очень большим количеством особей. В полостях, содержащих воздух, они в большом количестве находятся на их стенках, покрытых пленками воды. В этих пленках обитают также простейшие, т. е. микроскопические одноклеточные животные. Они представлены почвенными амебами, корненожками, инфузориями и некоторыми жгутиконосцами. Кроме простейших, жителями почвенных вод и пленок жидкости, облегающих почвенные отдельныености, являются некоторые низшие черви (коловратки, нематоды) и другие группы беспозвоночных. В верхних слоях почвы и гнилой листве эти водяные пленки населены многочисленными нематодами, там же встречаются и ресничные черви.

Обитателями воздушных пространств внутри почвы являются моллюски, заползающие в трещины почвы, и различные членистоногие: мокрицы (из ракообразных), ложноскорпионы, много видов клещей (из паукообразных), многоножки и насекомые.

Относительную численность обитателей почвы, можно охарактеризовать следующими показателями количеств особей на кубический дециметр возделанной почвы в Средней Европе.

	экз. (1 см ³)
Простейшие, бактерии.....	1 000 000 000
Нематоды	30 000
Клещи	2000
Низшие насекомые	1000
Прочие членистоногие	100
Коловратки	500
Энхитреиды	50
Люмбрициды	2

Дождевые черви — группа беспозвоночных почвы, представленная

наименьшим числом особей, населяющих единицу поверхности. Это объясняется их размерами: дождевые черви — самые крупные обитатели почв из беспозвоночных. Чем размеры животного больше, тем максимальная плотность заселения им той или иной среды меньше. Плотность населения почвенных позвоночных (кроты, землеройки и т. д.), естественно, еще гораздо меньше. Однако масса дождевых червей в единице объема почвы едва ли не превысит веса остальных животных, в ней обитающих, т. е. составит более половины всей биомассы почвы.

4.2 Температурный режим

Деятельность червей не одинакова в разные сезоны. При наступлении неблагоприятных погодных условий они опускаются глубоко в почву и впадают в пассивное состояние: перестают питаться, свертываются в клубок, останавливаются. Слизистые выделения их кожных желез образуют толстую пленку; если почва высыхает, то эта пленка превращается в твердую оболочку и червь оказывается заключенным в капсулу. Свертывание в клубок и образование капсулы способствуют сохранению необходимого минимума влаги и уменьшают теплоотдачу. Черви переносят температуру от -24°C до $+45^{\circ}\text{C}$. Для червей характерна широкая экологическая пластичность т.е. они типичные эфритермы.

Черви используют все возможности для активной деятельности, предоставляемые им климатом. Они не уходят в глубокие слои почвы на спячку, пока почва не промерзнет на 5-6 см и не появится снеговой покров в 8-10 см, т. е. пока зима не установится окончательно. Кроме того, достаточно оттепели, чтобы черви перешли в активное состояние. Весной черви возобновляют деятельность за 10-15 дней до исчезновения мерзлого слоя почвы, т. е. просыпаются сразу, как только внешние воды и теплый воздух,

проникают через почвенные поры в глубокие слои почвы.

Опыты показали, что дождевые черви наделены исключительно высоко развитой способностью терять воду без вреда для организма.

С повышением температуры почвы, при достаточном минимуме влажности, интенсивнее протекает обмен веществ у червей. Это объясняется тем, что с повышением температуры среды возрастает температура тела червей, а отсюда и темп всех физических и химических процессов в их клетках. При более высокой температуре почвы (однако не выше известного предела), выбрасывает большее количество копролитов (т. е. питается более интенсивно).

Эффективность действия дождевых червей на процесс почвообразования прямо коррелирует с их численность и биомассой.

Если принять, что дождевой червь пропускает через свой кишечник свой кишечник количество земли, равное массе его тела. Приняв средний вес червя 0.5 г, а их численность на 1 м² 50 особей (почвы низкого и среднего уровня плодородия). Соответственно 500 000 экз. на 1 га, тогда за одни сутки через кишечник червей на площади в 1 га проходит 250 000 г, т. е. 0.25 т земли. Активная деятельность червей продолжается около 200 дней в году, то количество земли, прошедшей через кишечник червей, выразится в $0.25 \times 200 = 50$ т на 1 га. С увеличением численности червей на плодородных почвах до 400-600 шт экз. на 1 м², получим колоссальные количества земли, переработанной за год на 1 га, — 400-600 т. Кроме этого Почвы, населенные дождевыми червями, бывают очень обильно пронизаны их ходами, что обеспечивает аэрацию почвы.

По ходам червей проникают в глубокие слои почвы не только воздух, вода и корни растений: стенки ходов и граничащие с ними участки почвы заселяются микробами и другими почвенными организмами; ходы червей служат проводниками жизни в глубь почвы.

Дождевые черви обладают способностью улучшать качества почвы придавая ей зернистую структуру. Пропуская почву через кишечник

дождевые черви образуют копролиты- не большие комочки, округлой формы, рыхлой консистенции, одновременно с высокой водопрочностью.

Однако самое важное воздействие дождевых червей на повышение качества почв состоит в придании ей зернистой структуры.

Копролиты активно заселяются бактериями, грибами, низшими насекомыми, клещи и нематоды. Последние обогащают почву своими продуктами выделениями, которое в свою очередь утилизируется другими организмами, включая дождевых червей.

4.3 Влажность почвы

Пребывание под водой для червей вполне безопасно. Если в воде нет вредных для них веществ, она не перегрета и содержит некоторое количество кислорода, черви могут в ней жить неопределенно долгое время. Необходимым условием для выживания червей под водой является защита их от света. Их беспокоит даже рассеянный свет. Прямой же солнечный свет, содержащий ультрафиолетовые лучи, для них губителен: достаточно оставить дождевых червей на солнце на короткое время, чтобы они погибли. О возможности жить под водой свидетельствуют наблюдения за дождевыми червями в поймах рек.

Огромные площади лугов речной долины находятся ежегодно под водой в течение месяца и более. Затопление речных пойм начинается обычно только в мае, т. е. спустя значительное время после того, как черви очнулись от зимнего сна и перешли к активной деятельности и откладке коконов. Они подвижны, в хорошем состоянии и держатся во мху или в дерновом слое. На залитой пойме наблюдается значительная скорость течения, вода холодная и содержит много кислорода. В этих условиях черви прекрасно переносят жизнь под водой и население их в пойме после спада воды не становится малочисленное. Что касается кислорода, то дождевые черви, как и многие из

водных их сородичей, могут довольствоваться крайне небольшим его содержанием в воде. Доказано, что они могут жить под водой при содержании растворенного в ней кислорода всего в 2.5%. Однако наблюдается массовое выползание червей на поверхность после дождей. Это явление очень широко распространенное в природе. Есть предположение, что это объясняется заполнением ходов водой и возникает временная гипоксия.

4.5 Враги, паразиты и хищники.

Существенное влияние на изменение численности червей оказывают хищники и паразиты.

К врагам относятся кроты, которые поедают дождевых червей в больших количествах. Известно, что кроты делают запасы пищи на зиму в своих ходах. Оказалось, что эти пищевые запасы состоят преимущественно из дождевых червей, причем излюбленным видом является большой красный червь. Интересно при этом, что кроты откусывают или сильно повреждают головные концы у червей, собранных ими впрок. В таком состоянии черви не могут ни уползти, ни закопаться в землю раньше чем у них закончится процесс регенерации головного конца, на что нужно несколько месяцев. Таким образом, этим приемом кроты обеспечивают себе свежее продовольствие на длительный срок. Кроты особенно опасны для населения червей своей многочисленностью.

Очень существенный ущерб населению червей наносят птицы. Острое зрение позволяет им видеть концы тела червей, располагающихся неподалеку от наружных отверстий норок.

Тело дождевых червей почти всегда заселено паразитическими организмами. Излюбленным местом паразитов являются семенные мешки. В них находили бактерий и спирохет, однако заразных болезней, возбудителями которых являются сходные организмы у высших животных и человека, у

люмбрицид неизвестно.

Очень обычным паразитом семенных мешков являются простейшие животные из класса споровиков — грегарины. Рассматривая под лупой семенные мешки любых видов люмбрицид, обычно можно видеть в них белые пятна, более или менее многочисленные. Это цисты грегариин. Содержимое семенных мешков является для них, как и для многих других паразитов, превосходным питательным материалом. Существенного вреда червям грегарины, по-видимому, не приносят и даже не приводят к бесплодию, так как сами половые железы ими не повреждаются, а уничтожается лишь некоторая часть спермы, вырабатываемой, как всегда, в избытке. Однако со стороны хозяина этих паразитов проявляется реакция защиты: цисты грегариин окружаются блуждающими клетками полости тела, способными к фагоцитозу, которые, соединяясь друг с другом, образуют вокруг них капсулы. Своеобразен способ выведения таких цист, содержащих бесчисленное количество спор грегариин, из организма червя. Они освобождаются из семенного мешка через разрыв его стенки и попадают в полость тела. Перистальтическими сокращениями мускулатуры стенки тела цисты передвигаются к заднему концу тела, где могут накапливаться в больших количествах (от 45 до 190 шт.). Из одного сегмента в другой цисты попадают через отверстия, имеющиеся в межсегментных перегородках. Когда задние сегменты червя, переполненные цистами, вздуваются, то это создает достаточные условия для автотомии. Задний конец тела отбрасывается и потом восстанавливается путем регенерации. Этот процесс замечателен тем, что, с одной стороны, при помощи его червь освобождается от избытка паразитов (скорее всего, именно благодаря этому грегарины относительно безвредны для червей), а с другой он обеспечивает расселение паразитов и заражение ими других червей, которые проглатывают с землей споры грегариин, выпавшие из цист после разложения отброшенного куска червя. Таким образом, процесс этот оказывается полезным приспособлением одновременно и для паразита, и для

его хозяина.

Почти столь же обычными паразитами дождевых червей являются нематоды — мелкие червячки, чаще всего длиной около 1 мм и очень тонкие. Среди них имеются полупаразиты, которые часть жизненного цикла проводят в почве *Pelodera pellio*; другие проводят всю жизнь в теле червей, и только их яйца и личинки в цистах находятся в земле. Большинство нематод паразитирует также в семенных мешках, но иногда ими переполнена вся полость тела. Находят их также в сосудах кровеносной системы. Личинки нематод проникают в тело червей через поры нефридиев и, быть может, через спинные поры. Из организма червя нематоды выводятся тем же путем, что и грегарины, т. е. путем скопления в заднем конце тела с последующей автотомией.

Наиболее вредными паразитами червей являются личинки мух полления *Pollenia rudis* и онезии *Onesia sepulcralis*, из которых лучше изучена первая. Эта муха по величине и общему виду очень сходна с комнатной. От последней ее отличает наличие желтого пушка на теле, а также ряд некоторых признаков, которые указывают на ее принадлежность к другому семейству. Полления встречается повсюду в больших количествах и может залетать в дома. Самки откладывают яйца в землю. Вылупляющиеся из них крошечные червеобразные безногие личинки отыскивают дождевых червей и заползают в мужские половые отверстия. Из видов люмбрицид, в качестве ее хозяина известна розовая эйзения. Двигаясь по семепроводам, личинки достигают полости тела половых сегментов, где остаются или пробираются оттуда в семенные мешки. Здесь они кормятся, растут и проделывают линьку. В одном черве может быть несколько личинок, но закончить развитие может только одна из них. Остальные, как это бывает и с нематодами, окружаются фагоцитами и погибают. Развивается далее та личинка, которая опередила других и раньше других закончила линьку. Эта личинка двигается к переднему концу тела и пробирается в головную лопасть червя (рис. 43).

Здесь она прогрызает стенку глотки и устраивается в переднем отделе кишечника задним концом к ротовому отверстию. Размеры личинки увеличиваются, и вскоре ее задний конец становится видимым снаружи: он выступает из ротового отверстия, которое растянуто и закрыто телом личинки. В связи с этим червь перестает питаться и его кишечник постепенно освобождается от земли, находящейся в нем. Личинка же не довольствуется больше заглатыванием полостной жидкости с ее содержимым, а попросту съедает всего червя, начиная с переднего конца. Поперечник ее тела скоро сравнивается с таковым червя. Личинка еще раз линяет и продолжает съедать сегмент за сегментом червя, двигаясь таким образом к его заднему концу. Ткани червя долго остаются живыми, поэтому растущая личинка вполне обеспечена свежим и питательным кормом. Впрочем, если червь умирает, личинка поллении продолжает его съедать, так как она, подобно своим ближайшим родичам — мясным мухам, не брезгует гнилым мясом. Обычно поллении съедает червя до конца, после чего превращается в куколку.

Онезия ведет такой же образ жизни. Она паразитирует на навозных и пашенных червях *Eisenia fetida* и *Allolobophora caliginosa*, а также, вероятно, и на других видах люмбрицид фауны СССР. Она отличается от поллении только строением челюстного аппарата и некоторыми другими морфологическими признаками. Онезия менее разборчива в отношении хозяев. Предполагают, что она паразитирует не только на дождевых червях, но и на птенцах гнездовых птиц.

Личинку одной из мясных мух *Sarcophaga haemorrhoidalis* также находили в полости тела дождевых червей.

4.6 Дождевые черви – биотический фактор почвообразование

Рассмотрим, как изменяется под влиянием дождевых червей та среда, в

которой они живут, т. е. почва. Вопрос этот, помимо значения его для почвоведения и агрономии, имеет общебиологический интерес, так как здесь перед нами очень демонстративный пример быстрого и легко обнаруживаемого воздействия на среду со стороны небольшой и четко ограниченной группы животных.

Для того чтобы понять, как следует процесс почвообразования и правильно оценить роль дождевых червей в этом процессе, нужно было бы учесть деятельность других животных и растительных организмов, связанных с почвой, а также рассмотреть и другие факторы почвообразования. Но сделать это мы не в состоянии, так как проблема почвообразования составляет основное содержание всего современного почвоведения — обширной науки, которая при решении этой проблемы пользуется данными смежных наук: геологии, бактериологии, ботаники и почвенной зоологии. Ограничивая свою задачу рассмотрением деятельности дождевых червей в почвообразовании, мы не хотели бы этим дать повод думать, что недооценка всех прочих факторов почвообразования, которых мы по необходимости касаемся лишь слегка, хоть сколько-нибудь допустима.

В научной литературе мысль о положительной роли дождевых червей в почвообразовании была впервые высказана английским натуралистом Гильбертом Уайтом в его книге, опубликованной в 1789 г., где он пишет, что земля без дождевых червей была бы «холодной и непитательной». Однако основными исследованиями этого вопроса до сих пор являются работы Дарвина (Darwin, 1881), который заинтересовался дождевыми червями еще в молодые годы. В 1837 г., когда Дарвину было 28 лет, он сделал в Лондонском геологическом обществе доклад на тему: «Об образовании почвенного слоя». Дарвин изложил в ней теорию, согласно которой частицы почвы нее время выносятся дождевыми червями из глубины на поверхность, благодаря чему предметы, лежащие на земле, оказываются по прошествии немногих лет на глубине 6-10 см под дерном. Таким образом, весь почвенный

слой оказывается прошедшим через кишечник червей. В дальнейшей своей жизни Дарвин не утратил интереса к этому вопросу и продолжал делать наблюдения и собирать материалы по деятельности дождевых червей в почвообразовании. В 1881 г., т. е. через 43 года после первого сообщения и всего за год до смерти, Дарвин опубликовал новое, более подробное сочинение под названием «Образование растительного слоя земли деятельностью дождевых червей и наблюдения над их образом жизни». Эта работа, так же как и первая, вызвала несколько откликов, но затем на очень долгое время вопрос этот был забыт и ни почвоведы, ни биологи к нему не обращались. Открытие почвообразовательной деятельности бактерий отвлекло внимание ученых от вопроса об участии других организмов в этом процессе, и работы Дарвина если и упоминались в курсах почвоведения, то лишь мимоходом и только затем, чтобы перейти к более значительным факторам почвообразования. В работах отца русского почвоведения В. В. Докучаева проявился значительный интерес к почвенным животным, а его ученик Г. Н. Высоцкий в конце прошлого века (1898, 1899) посвятил почвообразовательной деятельности дождевых червей уже специальные исследования и таким образом явился непосредственным продолжателем работ Дарвина. Интерес к дождевым червям, как почвообразователям оживился после превосходной работы Н. А. Димо (1938), а в последнее десятилетие и у нас, и за границей ряд исследователей (и почвоведов, и зоологов) стал усиленно заниматься разработкой этого вопроса. С данными этих исследований нам и предстоит ознакомиться.

Для того чтобы определить возможный масштаб воздействия дождевых червей на среду, в которой они обитают, рассмотрим, прежде всего, вопрос о численности их в различных почвах.

4.7 Влияние дождевых червей на плодородие почв

По выражению В. Р. Вильямса, «понятие о почве и ее урожайности — неразделимы». Урожайность — признак, характеризующий самое существо понятия «почва»; почва, по В. Р. Вильямсу, — «это рыхлый поверхностный горизонт суши, способный производить урожай растений».

Как уже сказано раньше, многим земледельцам-практикам с давних времен было известно положительное влияние дождевых червей на урожай. Г. Н. Высоцкий заметил, что в южнорусских степях растительность лучше там, где почва содержит большое количество дождевых червей. Первые экспериментальные данные по этому вопросу были сообщены в конце прошлого века. В сосудах с почвой, удобренной костяной мукой и каинитом, выращивались разные культурные растения, причем в одних сосудах в почве жили черви, в других их не было. Оказалось, что в первых при прочих равных условиях урожай гороха повысился на 82%, рапса — на 168%, а льна — на 858%.

Очень важно изучение деятельности дождевых червей для роста древесных пород, так как повышение плодородия лесных почв при помощи обычных агротехнических приемов (перепаживание, удобрение) невозможно. В этом отношении интересны опыты А. И. Зражевского, который выращивал разные породы деревьев в почве с пашенными червями *Allolobophora caliginosa* и без них. Молодые деревца в вазонах с почвой, содержащей червей, росли заметно лучше, чем в почве без червей при прочих равных условиях. При этом оказалось, что влияние червей очень сильно зависит от того, какие листья даются им для корма. Опавшая листва разных деревьев по-разному действует на рост сеянцев дуба. Гниющие листья сами по себе, без червей, усиливают рост сеянцев, удобряя почву при содействии микроорганизмов. Но при наличии пашенных червей влияние удобрения значительно повышается, причем в весьма различной степени в зависимости от характера листьев. Можно думать, что это объясняется неодинаковой степенью пригодности листьев разных деревьев для питания дождевых червей. Выше было сказано,

что черви обладают тонко развитой способностью воспринимать вкусовые ощущения и очень разборчивы в пище. Кроме того, результат деятельности червей зависит от характера микробиологических процессов в почве. Положительное влияние дождевых червей на рост сеянцев разных деревьев отчетливо выразилось уже в первый год, а через два года действие их сказалось еще сильнее.

Влияние дождевых червей на произрастание деревьев и трав различно также в разных грунтах. Так, в опытах с саженцами сосны положительное влияние червей на рост саженцев проявилось на торфе, смешанном со сланцевой породой, значительно сильнее, чем на песке и чистом торфе. Наоборот, в некоторых опытах, например при подкладывании листьев желтой акации и граба на почву в сосудах с сеянцами, черви или не оказывали благоприятного действия на рост сеянцев дуба, или даже несколько тормозили рост. Этот исход опыта очень поучителен, так как он свидетельствует, насколько важно всестороннее знание вопроса для управления ростом растений при проведении разного рода мелиоративных мероприятий. Отрицательный результат в этих случаях объясняется, как сказано выше, слабой активностью дождевых червей при определенных видах корма.

Возможно, что значение дождевых червей для жизни растений не исчерпывается их деятельностью в преобразовании свойств почвы. В последнее время появились данные о том, что копролиты содержат вещества, повышающие скорость прорастания семян древесных и огородных растений. Действие копролитов на прорастающие семена настолько сильно, что избыточная прибавка их к земле, в которую семена посеяны, может повлечь на собой гибель последних; умеренное же добавление копролитов к земле с семенами значительно повышает их всхожесть. Таким образом, следует учитывать действие червей не только на почву, но и на растительные организмы.

В общем, нужно сказать, что имеющиеся строго проверенные данные по влиянию деятельности дождевых червей на плодородие почв пока крайне недостаточны. Самый факт положительного значения дождевых червей для жизни растений не вызывает никаких сомнений. Но он порождает огромное количество вопросов, решение которых необходимо для разумного использования этих животных в целях растениеводства. Особенности разных видов дождевых червей в отношении их потребностей, характера работы в разных почвах и т. д. известны пока очень мало. Приведенные данные показывают только с полной ясностью необходимость и перспективность дальнейших исследований в этом направлении.

Для определения значения воздействия на среду тех или иных организмов необходимо знать не только число особей, приходящихся на единицу ее объема среды, но и их размеры. Чем животные крупнее, тем значительнее следы их деятельности. Поэтому для разбираемого нами вопроса большое значение имеют вес червей в единице объема обрабатываемой ими почвы и отношение его к весу всех находящихся в ней организмов, т. е. к биомассе в данной почве. Как уже сказано, количество дождевых червей в том или ином объеме почвы, в конечном счете, определяется числом особей, приходящихся на единицу поверхности почвы. Получить хотя бы приблизительный вес червей, исходя только из числа особей, путем каких-либо вычислений невозможно, так как вес червей зависит не только от видового и возрастного состава их населения, но и от условий обитания в каждом отдельном пункте. Не говоря о влажности, температуре, количестве пищи и т. д., имеются, например, сведения, что представители одного и того же вида могут иметь разные размеры в зависимости от обитания их на той или другой высоте над уровнем моря.

Вес отдельных червей может колебаться от сотых грамма (мелкая молодь) до 5-6 г (крупные экземпляры большого красного червя). Вес же червей на 1 м² приводится исследователями довольно редко. Для зауральских

степей при средней численности червей на луговом солончаке в 34,4 особи на 1 м² вес их при пересчете на 1 га оказывается равным 49 кг, т. е. средний вес одного червя составляет 0,11 г; очевидно, черви там очень мелкие. В Ветлужских лесах Горьковской области в бору с подстилкой листовенных мхов (кукушкин лен — *Polytrichum*), где черви немногочисленны (6 экз. на 1 м²), их вес на 1 га равен 11 кг (средний вес одного червя 0,18 г). Гораздо более высокие цифры веса червей приводятся для лесов северо-западного Алтая, их там может быть до 3 т. на 1 га. Для луговых и возделанных почв иногда указывались очень большие величины — от 1300 до 6500 г на 1 м², т. е. от 13 до 65 т червей на 1 га. Для полей штата Огайо (Северная Америка) определено 2248 кг (2,25 т) червей на 1 га при 247 особях на 1 м² (средний вес одного червя 0,91 г).

Видовой состав дождевых червей Северной Америки почти тот же, что и в большей части России. Поэтому на наших полях и лугах, можно ожидать таких же или еще больших величин живой массы червей. По расчетам американских исследователей, вес всех червей в США превосходит в 10 раз вес людей, населяющих эту страну.

Вес червей составляет в лесах от 50 до 72% всей биомассы почвы. Для Западной Европы имеется указание, что вся биомасса в 1 м² почвы при наличии в ней 200 дождевых червей равна 500 г. Если принять во внимание, что количество дождевых червей на 1 м² и их видовой состав примерно те же, что и в штате Огайо, то, произведя вычисление, можно прийти к выводу, что и в исследованных местах Западной Европы дождевые черви составляют примерно 50% биомассы почвы.

Рассмотренные выше данные о численности дождевых червей обосновывают лишь самую возможность постановки вопроса о деятельности дождевых червей в почвообразовании и в самой общей форме характеризуют ее масштабы. Вспомним, что червь в день пропускает через свой кишечник количество земли, равное весу его тела. Приняв средний вес червя в 0,5 г, а количество их на 1 м² в 50 особей (500 000 экз. на 1 га — цифра невысокая, как

видно из просмотра данных табл. 1), получим, что за сутки через кишечник червей на площади в 1 га проходит 250 000 г, т. е. 0.25 т земли. Если принять далее, что активная деятельность червей продолжается 200 дней в году, то количество земли, прошедшей через кишечник червей, выразится в $0.25 \times 200 = 50$ т на 1 га. Сделав соответственное вычисление для почв, содержащих 400-600 червей на 1 м^2 , получим колоссальные количества земли, переработанной за год на 1 га, — 400-600 т.

Почвы, населенные дождевыми червями, бывают очень обильно пронизаны их ходами. Это происходит благодаря тому, что один червь может прорыть целую систему ходов, сообщающихся друг с другом и выходящих в нескольких местах на поверхность. Например, наблюдения за работой в почве одного пашенного червя в специально сделанном для этой цели террариуме со стеклянными стенками показали, что червь, сначала углубившись в землю, вышел из нее обратно, проделав другое наружное отверстие. На другой день червь вернулся в глубину, сделал там горизонтальный ход и вышел опять на поверхность. Дальше он то пользовался старыми ходами, то прорывал новые, и через 21 день образовалась сложная система частью заброшенных и засыпавшихся, частью действующих ходов.

4.8 Влияние дождевых червей на перемешивание земли и вынос её на поверхность

Переходим к результатам заглатывания почвы дождевыми червями.

После прохождения через кишечник червей комочки почвы выбрасываются в виде копролитов. Это название происходит от греческих слов *kopros* — что означает «навоз», «испражнения», и *lithos* — «камень», т. е. в целом — «навозные камешки». Копролиты представляют собой сферические или удлиненные комочки земли размером 1-5 мм. У свежее выброшенных

копролитов — гладкая поверхность; они могут склеиваться друг с другом в тельца (агрегаты) размером до 20 мм и более. Копролиты выбрасываются червями в виде кучек высотой 0.3-1.5 см, закрывающих обычно наружное отверстие хода червя. Эти кучки называют выбросами червей; их можно наблюдать повсюду. Особенно хорошо они видны на дорожках в парках, на немощенных открытых площадках или под деревьями.

Как мы знаем, вся деятельность червей совершается главным образом ночью. Большая часть выбросов образуется также ночью. Поэтому они особенно обращают на себя внимание по утрам в хорошую погоду (в холодную и дождливую погоду не активны).

До известной степени сходны с ними кучки земли, выносимые на поверхность почвы некоторыми видами муравьев. Но эти кучки неправильной формы состоят из мельчайших частиц почвы, и чего-либо похожего на копролиты в них не наблюдается.

Не следует думать, что все копролиты выносятся на поверхность земли. Значительная часть их откладывается и подземных ходах, которые оказываются заполненными ими на значительном протяжении.

Предметы, лежащие на поверхности земли, оказываются через известное время под нею тем глубже, чем больший срок времени прошел с того момента, когда они были наверху.

«Английским фермерам, — пишет он, — хорошо известен факт, что предметы, оставленные на поверхности пастбища, исчезают по прошествии времени или, как они выражаются, „закапываются“. Очевидно, они не задавали себе вопроса, каким образом могут известковая мука, шлаки и тяжелые камни проникнуть, и притом еще с одинаковой скоростью, через покрытую дерном поверхность». Интересно, что самая мысль о вынесении на поверхность земли извержений червей как о причине кажущегося погружения тел, находящихся на поверхности почвы, что послужила толчком к его исследованиям данного вопроса.

Приведем одно из наблюдений: «Участок болотистой пустоши был обнесен оградой, дренирован и покрыт толстым слоем жженого мергеля и шлаков. Он был затем засеян семенами трав и представляет собою в настоящее время хорошее пастбище. т. е. через 15 лет, на нем были вырыты ямы, и на прилагаемом здесь рисунке видно, что участок покрыт дерном в 1.25 см толщины, а под ним слой земли, богатый перегноем, в 6.25 см. Этот слой не содержал никаких обломков, но под ним лежал слой почвы толщиной около 4 см, переполненный кусками жженого мергеля, бросающимися в глаза благодаря красному цвету. Этот слой содержал, кроме того, куски каменноугольных шлаков и белые кварцевые камешки. Под этим слоем на глубине 11.5 см залегал черный торфяной песок, содержащий немного кварцевых камешков. Жженный красный мергель, — очевидно, отходы от приготовления негашеной извести из мергеля (рухляка). Очевидно, они были выброшены вместе с каменноугольным шлаком на болотистый лужок отчасти с целью его осушения, а отчасти имелось в виду его использовать, как место свалки. В черной торфяной почве бывает довольно много червей. Здесь куски жженого мергеля и каменноугольных шлаков были покрыты в течение 15 лет слоем почвы толщиной в 6.25 см, не считая дерна. Шесть с половиной лет спустя это поле было вторично исследовано, и почвенный слой из камней был найден на глубине от 10 до 12.5 см. Таким образом, в течение 634 лет поверхностный слой почвы стал толще на 4 см. В среднем для всего периода времени почвенный слой ежегодно утолщался приблизительно на $\frac{1}{2}$ см».

Крупные камни, упавшие на землю, также постепенно погружаются под слой дерна медленно, но верно идущим процессом выбрасывания червями на поверхность кучек копролитов с последующим разравниванием их силами ветра и дождевой воды (рис. 51). То же происходит со щебнем на дорожках, с кирпичами и другими предметами. При этом скорость их погружения под дерн не зависит от их удельного веса: шлак, известняк, кварц, кирпич

закапываются с одной и той же скоростью.

Установив эти факты, ученые естественно заинтересовался древними постройками и развалинами, которые и случае справедливости созданного им представления о погружении под землю всех предметов, находящихся на ее поверхности, должны были дать показательные образцы этого процесса. В Англии очень много остатков древних построек.

Сам факт накопления земли над лежащими на ней предметами, как уже сказано, общеизвестен, и каждый, несомненно, с этим явлением сталкивался: крупные камни в поле (валуны) обычно лишь небольшой своей частью выступают над поверхностью почвы, старые мостовые оказываются глубоко под землей, места с остатками всевозможных древностей археологи всегда добывают путем раскопок. Что же касается причин этого явления, то ученые хорошо сознавали, что здесь кроме деятельности дождевых червей, нужно принять во внимание и другие факторы, т. е. других животных (особенно кротов и муравьев), а также ветер и потоки дождевой воды. В местностях с сухим климатом и обилием незадернованных поверхностей почвы главную роль в засыпании предметов, лежащих на земле, играет ветер, поднимающий и переносающий огромные количества пыли. Равным образом в некоторых местах наибольшее значение в этом явлении имеют потоки дождевой воды. Но в условиях влажного климата и на ровных местах главная роль и нем, несомненно, принадлежит роющим животным, к основному дождевым червям.

Были поставлены многочисленные опыты с целью воспроизвести в искусственных условиях явления, состоявшего в том, что в одну половину стеклянного сосуда с плоскими стенками была насыпана земля, в другую — крупный гравий, не проходимый для дождевых червей. Сверху почва и гравий были покрыты прямоугольными белыми пластинками из фаянса. В земле содержались дождевые черви, которым давалась пища, и в ней поддерживалась нужная влажность. По прошествии некоторого времени, керамические

пластинки оказались глубоко под поверхностью почвы, а в части сосуда, не доступной для червей, они остались в прежнем положении, на поверхности.

Ознакомимся с некоторыми данными о количестве извержений, выбрасываемых дождевыми червями на поверхность почвы. Вес одной кучки выбросов может колебаться в очень широких пределах. В еще более сильной степени варьирует количество кучек выбросов, приходящихся на единицу площади. Безусловно, оно, прежде всего, находится в зависимости от плотности населения червей (но не только от нее).

Количество выбросов в одном и том же географическом пункте и на почвах одного типа колеблется в чрезвычайно широких пределах. Приводятся и другие данные, говорящие о возможности как значительно больших, так и меньших количеств извержений люмбрицид на поверхности почвы, приходящихся на единицу площади. Так, в Германии было собрано в сосновом лесу 5684 г копролитов на 1 м²: а на задернованной площадке для игры в гольф 8125 г, что при пересчете на 1 га дает 56.8 и 81.25 т. В то же время аналогичный подсчет количества извержений дождевых червей на луговой почве дал значительно меньшие цифры, а именно— 2.0-7.5 т на 1 га при численности червей 1 330 000 особей на 1 га. Пока заметим, что эти цифры характеризуют количество земли, вынесенной на поверхность за какой-то длительный, но ближе неопределенный промежуток времени. Но они дают представление о том, что на поверхность земли червями выбрасываются очень значительные количества почвы, выражающиеся тоннами и даже десятками тонн на гектар.

Точный учет скорости процесса накопления выбросов дождевых червей на определенной площадке был произведен Дарвином. Для этого на старой насыпи, поросшей редкой травой, им были выбраны две квадратные площадки размером в 1 квадратный ярд (0.85 м²) и с них были тщательно удалены все уже бывшие там извержения червей. Условия жизни для червей были не особенно благоприятными, так как на поверхности песка и шлаков находился слой

темной почвы толщиной не более 10 см. С одной из выбранных площадок регулярно собирались извержения дождевых червей в течение года. Все извержения тщательно высушивались и взвешивались. Оказалось, что за год они составили в сумме 1600 г, т. е. при пересчете на 1 м^2 или 18.7 т на 1 га. С другой очищенной площадки сбор был произведен однократно по истечении года. На ней оказалось при пересчете на 1 га 39.8 т извержений. Если взять среднее из этих цифр, т. е. около 30 т на 1 га, то общий объем выброшенных на поверхность извержений, как показывает расчет, составит приблизительно величину, необходимую для того, чтобы покрыть площадь в 1 га ровным слоем в 0.24 см. [Определение толщины слоя, образующегося при равномерном распределении 30 т почвы на площадь в 1 га, т. е. на $10\,000 \text{ м}^2$, сделано следующим образом. Объем 1 т почвы принят равным 0.8 м^3 . Значит, объем 30 т почвы равен приблизительно 24 м^3 . Так как объем тела, определяемый произведением трех его измерений (длины a , ширины b и высоты c) в данном случае равен 24 м^3 , т. е. $a \cdot b \cdot c = 24$, а произведение $a \cdot b$ (площадь в 1 га) задано равным 10 000, то искомая толщина слоя (C) будет $C = 24 / a \cdot b = 24 / 10\,000 = 0,24 \text{ см}$].

Значительная часть выбросов смывается водой, уносится ветром и т. д. Поэтому толщина слоя почвы, создаваемого за год выбросами дождевых червей, в итоге значительно меньше.

Большое значение имеет вопрос о влиянии внешних условий на интенсивность образования выбросов дождевых червей на поверхность почвы. На одной и той же площадке в 1 м^2 количество образовавшихся кучек извержений бывает очень различным; оно испытывает изменения в зависимости от сезона и погоды. В холодную и дождливую погоду число кучек извержений резко сокращается.

Например, после прошедших дождей количество кучек извержений на одной из площадок сократилось с 139 до 21 за 5 дней, а в следующую пятидневку опять возросло и стало еще больше, чем было до дождей.

Количество червей меняется от 100 до 280 на 1 м², вес кучек извержений меняется еще более значительно. Это относительное постоянство плотности населения червей объясняется тем, что исследование производилось на поливных участках в Узбекистане и условия влажности поэтому были довольно постоянными. Все же и при этих условиях кривая веса выбросов на поверхность дает крутой подъем с августа по октябрь. Таким образом, интенсивность почвообразовательной деятельности дождевых червей зависит не только от количества особей, но и от других причин, в частности от физиологического состояния червей, которое определяется рядом условий, в том числе сезонными и погодными.

При учете скорости накопления извержений червей на поверхности почвы нужно учесть еще и многое другое. Прежде всего, имеет значение видовой состав люмбрицид, что видно из следующего опыта. В глиняные горшки с почвой емкостью около 8-10 л помещались разные виды дождевых червей по 20 экземпляров и опавшие листья различных древесных пород по 30 г. Через 4 месяца было произведено взвешивание копролитов, образовавшихся при разных условиях.

На первом месте при питании разными листьями оказывается пашенный, а на последнем — малый красный червь. Отсюда ясно, насколько различной должна быть почвообразовательная деятельность на участках, заселенных разными видами червей.

Не меньшее значение должен иметь возрастной состав населения люмбрицид, но данных по этому вопросу пока не имеется.

В чем же заключается почвообразовательное значение выноса на поверхность извержений червей?

Оставляя пока в стороне важные качественные изменения, претерпеваемые почвой при прохождении ее через кишечник червей и превращении в копролиты, обратим внимание на то, что благодаря этому процессу происходит перемешивание слоев почвы. Черви могут заглатывать

почву в любом ее слое, и вынесение ее на поверхность представляет собой непрерывно идущий процесс образования нового поверхностного слоя, в котором частицы почвы с разных глубин оказываются тщательно перемешанными друг с другом.

Перемешивание слоев почвы идет не только благодаря вынесению частиц почвы с глубины на поверхность; не меньшее (если не большее!) значение имеет перемещение частиц из поверхностных слоев в глубину. Этот процесс может происходить путем стекания вместе с водой размоченного дождем гумусного слоя по ходам дождевых червей. Как уже указано, извержения люмбрицид откладываются не только на поверхности, но и в подземных ходах, причем подчас на большой глубине. Заметим, что перед свертыванием в клубок при впадении в спячку в зимних и летних камерах обязательно опоражнивается кишечник, причем обычно это происходит неподалеку от камер, т. е. на значительной глубине.

Очень большое количество извержений червей находится также в дерновом слое почвы. В некоторых случаях в зоне корней растений извержений червей оказывается не меньше, чем на поверхности, а иногда даже больше (на ржаном поле). Таким образом, если учесть не только дерновый, но и более глубокие слои почвы, то, вероятно, окажется, что большая часть извержений кишечника червей не выносится наружу, а остается внутри почвы. Возможно, что наверх поступает только количество извержений, необходимое для защиты норки от струи утреннего холодного воздуха.

Очень показательны многочисленные опыты, ставившиеся с целью изучения процесса перемешивания почвы дождевыми червями. В сосуд с плоской стеклянной стенкой был насыпан слой очень мелкого светлого грунта (350 г), так называемый лёсс. [Лёсс — мелкозернистый грунт, образующийся за счет выветривания горных пород или осаждения тончайшей мути в водоемах; термин «лёсс» происходит от французского слова *laisse*, что означает «осадок»]. Сверху на него был насыпан такой же объем просеянной

через сито темной почвы (400 г), содержащей значительные количества перегноя. В сосуд было пущено шесть дождевых червей *Lumbricus terrestris* и *Allolobophora caliginosa*; для питания им клались листья салата и клевера; поддерживалась также равномерная влажность почвы. Через 17 дней слой светлого лёсса оказался пронизанным до дна ходами червей, причем значительная часть их была заполнена копро-литами темного цвета, а через 110 дней вся почва в сосуде была полностью перемешана, т. е. к этому времени вся почва в сосуде прошла через кишечник червей и, может быть, не один раз. Исследование показало полную однородность всего объема почвы в сосуде в отношении структуры и химического состава. Общий объем почвы увеличился. Это объясняется увеличением ее скважности вследствие возникновения ходов червей и промежутков между образовавшимися структурными единицами.

Отметим, что в природе этот процесс идет с гораздо меньшей скоростью, так как соотношение количества червей и массы почвы, взятое в опыте, превосходит обычное соотношение в десятки раз. Расчет показывает, что 6 червей на взятые в опыт 750 г почвы соответствуют плотности населения, гораздо большей по сравнению с наблюдаемыми в действительности; даже огородная и парниковая земля содержит в 4-6 раз меньше червей в единице объема. Если перемешивание почвы дождевыми червями в природе идет даже в десятки раз медленнее, то и тогда оно должно иметь колоссальное значение в эволюции почв. Кроме того, описанный опыт показывает, как велики возможности повышения интенсивности процесса перемешивания почвы при увеличении плотности населения дождевых червей.

Изложенные данные объясняют, почему граница между темным слоем почвы, содержащим гумус, и подлежащими, более светлыми слоями в природе никогда не бывает резкой, а всегда очень неотчетлива и размыта. Заметим, что органические вещества почвы проникают в более глубокие слои не только вследствие активного переноса их туда червями в кишечниках, но и

вследствие стекания размягченной дождями гумусной почвы в ходы червей.

Оказалось, что разные виды дождевых червей обладают неодинаковой способностью к перемешиванию слоев почвы. Опыты, аналогичные только что описанному, ставились следующим образом. В литровые стеклянные банки насыпался слой прокаленного мелкого песка, а поверх него слой просеянной садовой земли. Во всех банках было одинаковое количество почвы, и в каждую из них было пущено одинаковое количество червей приблизительно одного размера, принадлежащих к тому или иному виду. Через 101 день обнаружилось, что в разных банках полнота перемешивания была резко различной. Лучшее всего земля была перемешана в банках с молочным октолазием *Octolasion lacteum*; в этих банках чистого белого песка почти не осталось. Наоборот, в банках с малым красным червем *Lumbricus rubellus* песок был смешан с перегноем в очень незначительном количестве. Этот вид — житель верхних слоев почвы, питается крупными кусками отмерших растений и, по-видимому, поглощает не так много почвы, как другие виды. Промежуточное положение в отношении скорости перемешивания слоев почвы заняли розовая эйзения *Eisenia rosea* и пашенный червь *Allolobophora caliginosa*. Таким образом, в отношении работы по перемешиванию почвы наземные виды люмбрицид располагаются в следующий ряд: молочный октолазий, розовая эйзения, пашенный червь, малый красный червь.

До сих пор очень мало осознана та большая роль, которую играют дождевые черви в земледелии, перемешивая удобрения с почвой. Последнее относится как к минеральным, так и к органическим удобрениям: известковые, калийные, фосфорные и азотистые удобрения, насыпанные на поверхность, оказываются внутри почвы и распределяются там равномерно действием люмбрицид. В литровых банках полевая почва переслаивалась с навозом: слой земли, слой навоза, сверху опять слой земли. В банки было пущено по 9 экземпляров розовой эйзии. Через 215 дней вся земля в банках оказалась совершенно однородной, без всяких признаков деления на слои. Навоз в

почвах, лишенных дождевых червей, может лежать годами, не перегнивая и не смешиваясь с почвой; он приобретает торфянистый характер и несколько не улучшает почвы, а скорее ухудшает ее. Это мнение можно считать справедливым, если сделать оговорку, что в распределении навоза в почве играют роль не только дождевые черви, но и почвенные насекомые, хотя роль последних в данном случае, несомненно, второстепенная. Кроме того, отсутствие червей ведет к образованию торфа лишь при определенных климатических и флористических условиях. В сухих степных или горных районах об этом не может быть речи.

Почвоведы и агрономы предложили особый прием удобрения огородных гряд, основанный на способности дождевых червей перемешивать почву. Если приходится устраивать огород там, где почва представляет собой грубую смесь глины, песка и мелких камней, то особенно эффективными, по мнению этого исследователя-практика, являются закапывание в почву (на глубину 20 см) скошенной травы и других веществ растительного происхождения и многократное поверхностное удобрение травой и измельченным известняком или мелом. Это агротехническое мероприятие производится в расчете на перемешивающую деятельность червей в почве: «Дождевые черви, переползая из верхних слоев почвы в нижние, основательно перемешивают и проветривают ее». В согласии с приведенным выше мнением они пишут: «При активности дождевых червей в почве органическое вещество распределяется по всей толще, в которой совершается их работа. Когда же дождевых червей мало или их совсем нет, перемешивание почвы задерживается; на поверхности накапливается мертвое растительное вещество, превращающееся в частично разложившуюся кислую торфянистую массу, в которой нормальные процессы распада почвенных органических соединений не доходят до конца. Растительность на поверхности претерпевает глубокие изменения, так как корни лишь немногих растений бывают в состоянии проникнуть сквозь массу мертвого вещества; по мере отмирания их остатки

тоже остаются на поверхности и при медленном разложении могут накопиться в таком количестве, что образуется пласт торфа».

Итак, перемешивание слоев почвы и вынос ее частиц на поверхность — результат заглатывания дождевыми червями почвы в одном месте и извержения ее в другом. Одним из важнейших следствий из всех фактов, изложенных нами в этом разделе, является вывод, что вся масса почвы, заселенной дождевыми червями (а таковыми является, как мы видели в предыдущих главах, большая часть почв земного шара), за время своего существования прошла через кишечник дождевых червей и, может быть, много раз!

Весь почвенный слой, т. е. практически почти весь поверхностный слой суши земного шара, — продукт деятельности дождевых червей. Остается открытым лишь вопрос, какое время нужно для того, чтобы почва на том или ином участке прошла вся целиком через кишечник червя. Но на основании всего того, что нам известно о дождевых червях, можно сказать, что общего ответа на этот вопрос быть не может. В разных почвах, и разных климатах, при разной растительности и разной плотности населения дождевых червей скорость этого процесса должна быть различной.

Для учета скорости прохождения почвы через «кишки земли», т. е. кишечники дождевых червей, нужны специальные исследования, которые пока не ведутся. Некоторое представление о порядке цифр, определяющих эту скорость, можно получить, если исходить из того, что червь за сутки пропускает через кишечник количество почвы, равное его весу. Вспомним, о том, что черви на площади в 1 га ежегодно пропускают через кишечник в разных почвенно-климатических условиях от 50 до 600 т земли в год. Так как 1 м³ почвы весит примерно 1.25 т, то вес слоя почвы в 30 см, где совершается вся деятельность люмбрицид, весит 3750 т на 1 га. Следовательно, весь этот слой почвы должен пройти через кишечники червей в срок от 6 до 75 лет.

Таким образом, перемешивание почвы и непрерывное образование его верхнего слоя совершаются со скоростью, ощутимой для жизни одного

поколения людей. При этом земля, проходя через кишечники дождевых червей, не только перемещается с одного места на другое, но и качественно изменяется.

4.9 Влияние дождевых червей на структуру и химический состав почв

Земля, заглоченная червем, перетирается в его желудке с листьями и другими растительными остатками, а также подвергается химической обработке при помощи веществ, выделяемых железами разных отделов кишечника. В результате получается мелкая однородная пищевая кашка, из которой некоторая часть растворенных веществ всасывается клетками кишечника. Червь утилизирует, конечно, какую-то очень небольшую часть заглоченных веществ. Известную аналогию в этом отношении можно найти у домашних животных. Так, из 100 кг зерна, скармливаемых им, примерно только 10 кг расходуется на увеличение веса их тела, а остальное превращается в экскременты, мочу и углекислый газ. Поскольку и пища дождевых червей содержит еще меньше белков и углеводов, эти животные должны пропускать через кишечник огромные количества растительных остатков и почвы. Можно думать, что количество извергнутых копролитов лишь немногим меньше веса заглатываемых ими веществ.

В чем же состоят изменения, претерпеваемые почвой при прохождении ею кишечника червей, и чем отличается такая почва от нетронутой червями?

Рассмотрим, прежде всего, как отражается прохождение почвы через кишечник на содержании в ней органических веществ, или гумуса. Из только что сказанного, а также из изложенного в предыдущей главе о характере минерализующей деятельности почвенных животных ясно, что в результате заглатывания почвы червями количество гумуса в ней должно уменьшаться. Но мы знаем также, что черви питаются не только гумусом и что важной составной частью их пищи (особенно крупных видов люмбрицид) являются

отмершие части растений, лежащие вне почвы, на ее поверхности. Черви натаскивают их внутрь почвы, перемалывают, подвергают химической обработке и выбрасывают их остатки обратно в почву. Там они подвергаются дальнейшей обработке бактериями и активными химическими веществами, имеющимися в почве, в результате чего превращаются в гумус. Таким образом, дождевые черви являются одно временно и потребителями, и производителями гумуса почв.

Нужно сказать, что роль ряда видов дождевых червей в продукции гумуса, вероятно, очень скромная. Есть указания, что эйзения Норденшельда *Eisenia nordenskioldi* питается только внутри почвы; значит особи этого вида не вносят в почву органических веществ с ее поверхности. Относительно ряда видов, и в частности розовой эйзии *Eisenia rosea* и пашенного червя *Allolobophora caliginosa*, имеющих наибольшее почвообразовательное значение России, точных данных по этому вопросу нет. Большой красный червь *Lumbricus terrestris*, длинная аллолобофора, очень крупная аллолобофора, недавно открытая А. А. Соколовым в северо-западном Алтае *Allolobophora magnifica*, и виды рода октолазий (*Octolasion*), несомненно, собирают растительные остатки с поверхности земли. Этим видам принадлежит роль гумификатора в лесах, где они собирают до 50% опавшей листвы (гигантская аллолобофора Алтая собирает 100% листопада, и ей еще не хватает его). Особое значение в этом отношении имеет малый красный червь *Lumbricus rubellus*. Являясь обитателем самых поверхностных слоев почвы, он питается преимущественно опавшими листьями и другими крупными растительными остатками. Деятельность особей этого очень распространенного вида, несомненно, обогащает почву гумусом.

Копролиты большого красного червя, как показал анализ, содержат большие количества гумуса по сравнению с почвой, в которой они жили. Имеются указания на большее содержание гумуса по сравнению с

окружающей почвой в облицовке ходов некоторых люмбрицид. Однако в общем нужно сказать, что деятельность люмбрицид как образователей гумуса не имеет особого значения. Не в этом заключается их главная роль в преобразовании почв. Участие других олигохет, энхитреид, а также всех остальных почвенных животных и микробов в образовании гумуса несравненно больше. Прибавим к этому, что дождевые черви питаются остатками растений, в которых уже сильно продвинуты бактериальные процессы гниения (зеленый корм они берут крайне неохотно); поэтому их нельзя считать пионерами образования гумуса, они обрабатывают продукты, уже являющиеся, так сказать, полуфабрикатами.

Более важны косвенные последствия внесения дождевыми червями в почву органических веществ. Одним из таковых является накопление в извержениях дождевых червей аммиака, нитратов, фосфорной кислоты, кальция и магния, констатированное химическими анализами. Превращения этих веществ в почвах — очень сложный комплекс процессов. Опавшая листва и другие отмирающие части растений подвергаются сначала обработке со стороны микроорганизмов, а затем попадают в кишечники червей и переносятся ими в почвенную толщу. То же происходит с отмирающими корнями, которые служат одним из главных источников образования гумуса.

Весьма существенно накопление в кишечнике червей кальция в виде биогенного кальцита. Кальцит — минерал, представляющий собой кристаллы углекислой извести; биогенным же он называется в силу того, что его происхождение связано с деятельностью живых существ. Такие кристаллы находил еще Дарвин в железках на пищевode дождевых червей. Однако его взгляды на механизм их образования и физиологическое значение подверглись существенным изменениям. Приходится сказать, что мы не знаем в точности способа образования этих кристаллов; по-видимому, он заключается в том, что кальций, поступающий с листьями и почвой в кишечник червей в виде тончайшим образом распыленной (коллоидной) взвеси окиси кальция,

превращается в углекислую соль, которая кристаллизуется в пищевode. Эти кристаллы при движении по кишечнику растут, а затем соединяются друг с другом, образуя компактные камешки (сростки, или друзы) размером до 1.5 мм и более.

Как показывают анализы, проводившиеся как в лабораторных условиях, так и в поле, количества биогенного кальцита, поступающего в почву с копролитами дождевых червей, очень значительны. Содержание его в копролитах, собранных в разных участках дерново-подзолистой почвы, колеблется от 0.82 (озимая пшеница) до 34.12 кг (посевные травы второго года пользования) на 1 га. Обогащение почвы биогенным кальцитом имеет очень большое значение. Его присутствие содействует нейтрализации кислот в почве и изменяет ее структурные свойства.

Известно, что при разложении отмерших частей растений получается значительное количество кислот. Ранее уже отмечено, что почвы при отсутствии в них дождевых червей становятся кислыми вследствие избытка распадающихся растительных остатков. Как показали измерения активной реакции среды в Киевской области, опавшие листья разных деревьев имеют сильно кислую реакцию. Несмотря на это, реакция копролитов дождевых червей оказывается заметно щелочной. Почти такая же щелочность характерна для самых верхних слоев почвы, которые недавно созданы копролитами червей. Более глубокие слои лесных почв могут оказываться в значительной степени кислыми, что, вероятно, стоит в связи с уменьшением в этих слоях количества дождевых червей и их извержений.

Аналогичные данные получены в опытах с дерново-подзолистой почвой Московской области; черви, помещенные в почвы с кислой реакцией, образовали копролиты со щелочной реакцией. При этом было обнаружено, что чем больше биогенного кальцита в извержениях червей, тем сильнее оказывается сдвиг реакции среды в щелочную сторону. Однако подщелачивание почвы дождевыми червями идет не только за счет образования

кальцита. Может быть, еще большую роль играют щелочные выделения желез стенки средней кишки дождевых червей, которые обязательно нейтрализуют кислые пищевые массы, поскольку их пищеварительные ферменты. Таким образом, одно из важнейших следствий прохождения почвы через кишечник червей — ее подщелачивание. Не будь его, все свойства почв, прежде всего их плодородие, были бы совсем иными. Зависимости расселения дождевых червей от кислотности почв, как нельзя лучше характеризует не одностороннюю, а обоюдную зависимость организма и среды. Возможность существования дождевых червей лишь при определенных значениях pH и наличие оптимальной кислотности почвы для каждого вида — вполне реальные факты, но не менее реальным является способность дождевых червей изменять условия в почве в сторону приближения их к оптимальным.

Однако самое важное воздействие дождевых червей на повышение качества почв состоит в придании ей зернистой структуры. В предыдущей главе упоминалось, что структура имеет весьма важное значение для характеристики почв. Отмечалось также, что следует различать понятия «частицы» почвы и ее «структурные отдельности» или «агрегаты». Изучение того и другого в почвах, обработанных дождевыми червями, показывает, что эти животные уменьшают размеры частиц почвы и одновременно создают почвенные структурные единицы, т. е. отдельности, со многими свойствами которых мы уже не знакомы.

В мышечном желудке происходят обкатывание и измельчение частиц почвы (особенно мягких). Механический анализ копролитов показывает, что по сравнению с исходной почвой в них содержится большее количество мелких, пылеватых частиц. Однако обнаружить их можно только после искусственного разрушения структурных отдельностей, в которые они слипаются в задних отделах кишечника червей. Отдельные комочки извержений червей, как уже отмечалось, могут сливаться друг с другом. Неоднократно ставились опыты с целью проследить, как из мелкой почвы

постепенно образуются довольно крупные отдельности неправильной формы. В одном из таких опытов в деревянные ящики с почвой, просеянной через сито с ячейками в 1 мм, помещалось по семь экземпляров большого красного и пашенного червей *Lumbricus terrestris* и *Allolobophora caliginosa* на 1 кг почвы. По прошествии 47 дней в почве оказалось 32.4% отдельностей размером больше 15 мм, тогда как в контрольных ящиках с почвой в тождественных условиях, но без дождевых червей их было только 3.5%. Как следует из табл. 7, количество частиц размером более 7 мм в почве с дождевыми червями значительно выше, а количество частиц размером менее 5 мм ниже, чем в контроле. Таким образом, структура почвы из очень мелкозернистой становится крупнозернистой и ореховатой. В дальнейшем размеры отдельностей делаются еще несколько больше. Отдельности в почве образуются также под влиянием деятельности других почвенных организмов, главным образом грибков и микробов; но они отличаются от образовавшихся копролитов дождевых червей более округлой формой и более рыхлой консистенцией.

Но главная особенность копролитов заключается в том их свойстве, которое почвоведы называют водопрочностью. Это название означает способность структурной отдельности почвы противостоять размыванию ее водой. Водопрочность копролитов может измеряться различными методами, например количеством воды, падающей на них каплями с определенной высоты, которое необходимо для размывания их на отдельные почвенные частицы. В описанном опыте С. И. Пономаревой оказалось, что для размывания определенного размера выбросов дождевых червей требовалось от 3.24 до 21.15 л воды, тогда как для размывания такого же размера структурных отдельностей, образованных деятельностью микроорганизмов, — от 0.005 до 1.53 л воды.

Оказалось, что из трех видов, обычных в лесных почвах, наиболее водопрочные структурные единицы образует малый красный червь *Lumbricus*

rubellus, за ним идет розовая эйзения *Eisenia rosea* и на последнем месте стоит пахенный червь *Allolobophora caliginosa*.

Следя за процессом размывания структурных отдельностей, образованных дождевыми червями, можно видеть, что в нем находятся в большом количестве неразложившиеся остатки растений. Очень вероятно, что чрезвычайно высокая водопрочность копролитов и их сростков объясняется наличием каркаса из структурных частей растений, связывающих их частицы. Под микроскопом видно, что отдельные части почвенной отдельности связаны спиральными волокнами. Эти спиральные волокна — растительного происхождения. В живых стеблях трав они выстилают внутреннюю поверхность сосудов, проводящих воду и минеральные вещества от корней к листьям; они не дают спадаться их стенкам и как самые прочные части растений остаются целыми дольше других частей; после разложения стеблей они видны в изолированном состоянии. Но наличие этого органического каркаса внутри копролитов само по себе не обеспечивает еще их водопрочности; этому содействует присутствие в них соединений кальция, о которых сказано выше. Влажные копролиты пропитаны растворами окиси кальция и его углекислой соли, которые при подсыхании кристаллизуются и цементируют мелко растертые почвенные зернышки. А если принять во внимание, что копролит пронизан мелкими соломинками и микроскопическими волоконцами, то его исключительная водопрочность делается понятной.

В чем же заключается значение водопрочности структурных отдельностей почвы?

Ответить на этот вопрос нетрудно. Вспомним, как важна крупнозернистая структура почвы для проникания в нее воздуха и воды, для развития в ней микробов и мелких животных. Учтем далее, что копролиты содержат в концентрированном виде ряд важных для растений веществ, как органических, так и неорганических. Водопрочность копролитов создает возможность более

полного их использования растениями, так как в противном случае эти вещества быстро вымывались бы из почвы дождями. Водопрочностью обеспечивается дозированное поступление в раствор минеральных составных частей копролитов, что также выгодно для растений.

Отметим, что водопрочность не следует смешивать с водонепроницаемостью. Если бы структурные отдельности, созданные дождевыми червями, были непроницаемы для воды, наподобие нерастворимых минералов, то наличие такой структуры почвы влияло бы на плодородие почвы только отрицательно. Исследованиями обнаружено, что удельный вес копролитов меньше удельного веса других фракций почвы. Это доказывает, что копролиты обладают большой скважностью. Вода может проникать внутрь копролита и циркулировать в нем, как по системе каналов, медленно подтачивая его и непрерывно вынося наружу небольшие порции веществ, утилизируемых микроорганизмами и высшими растениями.

Закончим обзор качественных изменений почвы, производимых деятельностью дождевых червей, упоминанием о важном следствии создания ими структурных отдельностей, обогащенных органическими веществами: на них поселяются почвенные грибки и всевозможные микроорганизмы в больших количествах, чем на других фракциях почвы.

На копролитах бактерий оказывается гораздо больше. Но этим дело не ограничивается. Здесь селятся грибки, а затем появляется ряд животных, питающихся грибами и бактериями. Это, прежде всего, - низшие бескрылые насекомые (Collembola), клещи и нематоды. Здесь перед нами один из примеров связей, соединяющих организмы почвы в одно целое. Клещи и низшие насекомые, питаясь микроорганизмами, оставляют в почве свои извержения и являются строителями почвы, обогащая ее органическим веществом — гумусом, который в свою очередь утилизируется другими организмами, в частности теми же дождевыми червями. Упоминание о связях почвенных организмов друг с другом приводит нас к необходимости бросить

взгляд на процесс почвообразования в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, дождевые черви являются очень важным фактором почвообразования. Без них не могло бы быть на поверхности суши почв в том виде, в котором мы их наблюдаем, и, во всяком случае, не было бы того, что земледельцы называют «хорошей землей». Однако это не дает права переоценивать их роль в почвообразовании, так как если бы не существовало большого количества других факторов, действующих в том же направлении, то не только «хорошей», но и вообще никакой почвы на земле не могло бы быть. Употребляя фигуральное сравнение, можно сказать, что черви представляют собой как бы один цех того огромного производства, каким является почвообразование.

Прежде всего, деятельность дождевых червей становится возможной только после того, как какая-то почва уже имеется. Образовалась ли она на месте скалы в процессе выветривания, или материалом для нее послужила пыль, приносимая ветром, или разные наносы, или она появилась в результате усыхания озер, отступления моря и т. д., эти субстраты остаются длительное время вовсе недоступными для дождевых червей. Прежде чем последние получают возможность заселить почву, должно достаточно далеко пойти накопление в ней органических веществ, возникающих за счет отмирания организмов, преимущественно растительных. Накаплиющееся таким путем темное вещество называют, как мы уже говорили, перегноем, или гумусом, а процесс его образования — гумификацией.

Этот процесс очень сложен; он состоит из множества отдельных этапов, сменяющих друг друга, а отчасти из идущих параллельно и независимо. Разные этапы гумификации совершаются различными организмами. Первыми

поселенцами на образующейся почве являются лишайники, водоросли, бактерии. В более влажных местах к ним присоединяются грибы и некоторые микроскопические низшие животные, которые и являются первыми гумификаторами. Отмирая, они дают возможность для поселения различным мхам, под подушками которых находят приют, кроме микроорганизмов, клещи и низшие насекомые. Обработывая отмирающие части мхов, эти организмы создают более значительные количества гумуса, что открывает возможность для поселения в таких местах высших растений. Их появление на поверхности почвы дает мощный толчок дальнейшему развитию процессов гумификации: их отмирающие корни и наземные части служат обильным источником перегноя. Гумификация осуществляется деятельностью не только огромного числа бактерий разных видов, но и множества мелких животных, среди которых, кроме клещей и низших насекомых, важное значение приобретают мелкие червячки (нематоды и энхитреиды), а также членистоногие (ракообразные, паукообразные, многоножки, разные отряды насекомых; особое место занимают личинки некоторых мух). Чем бы они ни питались, органические вещества, проходя через кишечник этих животных, обогащают почву гумусом.

Дождевые черви включаются в процесс почвообразования, когда гумификация почвы уже в полном разгаре. Мы знаем уже, что почвы, бедные гумусом, бедны и дождевыми червями; и, наоборот, чем его больше, тем обычно больше и дождевых червей. Мы видели также, что дождевые черви хотя и участвуют в продукции гумуса, но значение их в этом отношении не так велико. В числе многих других гумификаторов они только вкладывают свою долю в продуцирование гумуса.

В известном смысле всех наземных животных можно считать гумификаторами, поскольку они обогащают почву продуктами своей жизнедеятельности, а тела их после смерти подвергаются разложению. Но их значение выступает на первый план на том этапе почвообразования, когда

гумус уже создан и возникают задачи о распределении его по разным слоям почвы, о разрыхлении ее, о снабжении всей армии гумификаторов воздухом и водой, о предохранении гумуса от быстрого вымывания из почвы, об удалении избытков растительных остатков с поверхности почвы, о нейтрализации кислот, возникающих при образовании гумуса, о консервации питательных материалов для растений в водопрочных копролитах. Во всех этих процессах принимают участие и другие животные, создающие структуру и тем самым обрабатывающие почву, но главная роль в них принадлежит, несомненно, дождевым червям как массовым животным, мощным землероям и поглотителям почв.

Следует обратить особое внимание на то, что деятельность дождевых червей в почвообразовании органически связана с деятельностью других физических, химических и биологических агентов, участвующих в этом процессе. Вспоминаются слова В. В. Докучаева о том, что «почвы и грунты есть зеркало, яркое и вполне правдивое отражение, так сказать, непосредственный результат совокупного, весьма тесного, векового взаимодействия между водой, воздухом, землей, с одной стороны, животными и растительными организмами и возрастом страны, с другой, этими извечными и поныне действующими почвообразователями». Это «вековое взаимодействие», в котором дождевые черви играли и продолжают играть далеко не последнюю роль, создало гумусные почвы земного шара, которые в свою очередь явились необходимой предпосылкой для возникновения пышной растительности, а тем самым и необходимой пищевой базой для всех наземных животных и человека.

Глава 5. ВИДЫ ЧЕРВЕЙ ДЛЯ ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЯ

Виды дождевых червей-эпигеиков с их врожденной способностью колонизировать органические отходы; высокие скорости поглощения пищи, переваривания и ассимиляции органического вещества; толерантность к широким диапазонам факторов окружающей среды; короткий цикл жизни; высокие скорости размножения; выносливость и терпимость при обслуживании вермикультуры, все это вместе является хорошим потенциалом для вермикомпостирования. Немного видов дождевых червей обладают всеми этими качествами и характеристиками, а фактически только пять видов используются широко для вермикомпостирования:

- *Eisenia andrei* (Savigny);
- *Eisenia fetida* (Bouche);
- *Dendrobaena veneta* (Savigny); и в меньшей степени
- *Perionyx excavatus* (Perrier) и *Eudrilus eugeniae* (Kinberg).

А. Виды умеренного климата

1. *Eisenia fetida* (Savigny 1826) и *Eisenia andrei* (Bouche 1972)

Эти виды дождевых червей люмбрицид являются теми видами, которые обычно используются при вермикомпостировании и для вермикультуры, главным образом, потому что они являются вездесущими, распространены по всему миру и колонизируют органические субстраты в природе, их жизненные циклы короткие, они обладают устойчивостью к широким температурным и влажностным колебаниям в окружающей среде, и, кроме того, они не поддаются стрессу при ручной обработке вермиложа.

Вид компостных червей *E. fetida* соответствует полосатому морфу с областью вокруг межсегментной канавки, не имеющего пигментирования и

кажущейся светлой или желтой; следовательно, обычные названия этого дождевого червя "пожарник" или "тигровый"; тогда как вид компостного червя *E. andrei*, обыкновенный "красный" червь, соответствует однородно красноватому морфу. Кроме различий в пигментировании два вида морфологически подобны и их общие потребности те же самые. Их репродуктивные способности и жизненные циклы не отличаются значительно, хотя скорость роста и продуктивность коконов немного выше у червей вида *E. andrei*. Проблема их таксономического статуса оставалась нерешенной в течение длительного времени, и, кроме того, в большей части современной литературы оба вида обозначались без разбора и как *E. fetida*, и как *E. foetida*, последнее является ошибочным исправлением прежнего названия, и зачастую было не ясно, на какой вид из двух видов дается ссылка. Мы подтверждаем, что они являются двумя различными биологическими видами, репродуктивно выделенные и что они являются также двумя различными филогенетическими видами. Репродуктивное выделение было подтверждено после изучения жизнеспособности потомства от межвидовых и внутривидовых кроссов от обоих видов (Dominguez и др. 2005). Дополнительно, полностью завершенное и хорошо подтвержденное филогенетическое древо, основанное на нуклеотидных последовательностях митохондриальных (COI) и ядерных ДНК (28 S) подтвердили, что это различные филогенетические виды (Perez-Losada и др. 2005). Эти доказательства подразумевают важные соображения; таким образом, для вермикультуры или вермикомпостирования вид *E. andrei* является наиболее часто рекомендуемым, так как у него скорости роста и размножения более высокие. Кроме того, эти два вида являются синтопными, то есть обитающими обычно в смешанных колониях в навозе и вермикомпостной куче, и поэтому гибридизация между ними возможна. Существование посткопулятивного, но не предкопулятивного выделения в симпатрических популяциях очевидно влияет на динамику популяции, уменьшения пригодности особей. По этой причине в этом аспекте очень важно сохранять два вида отдельно (Dominguez и др. 2005),

хотя они часто сосуществуют в культурах вместе.

Жизненные циклы и биология популяций компостных червей видов *E. fetida* и *E. andrei* в различных органических отходах были исследованы некоторыми авторами (Watanabe и Tsukamoto 1976; Hartenstein и др. 1979; Edwards 1988; Reinecke и Viljoen 1990; Dominguez и др. 1997; Dominguez и Edwards 1997; Dominguez и др. 2000; Monroy и др. 2006). Оптимальная температура для роста обоих видов составляет 25° С, и хотя они могут быть устойчивы в широком диапазоне влажности, оптимальное содержание влаги для этих видов составляет 85%. При оптимальных условиях продолжительность их циклов жизни (от недавно отложенного кокона до опоясанной взрослой особи дождевого червя) составляет от 45 до 51 дней. Период от вылупления молоди до достижения их половозрелости составляет от 21 до 30 дней. О копуляции у этих видов червей, которая происходит в зоне либо ниже уровня почвы, либо на поверхности в органических отходах, упоминалось различными авторами, начиная с 1845 года и наблюдается более часто, чем таковой процесс у любых других видов мегадрил. Откладывание коконов начинается спустя 48 часов после копуляции и скорость продукции коконов составляет 0.35-0.5 в день. Жизнеспособность коконов составляет 72-82%, а продолжительность инкубационного периода - от 18 до 26 дней. Число молоди, вылупившейся из кокона, варьирует от 2.5 до 3.8 в зависимости от температуры. При контролируемых условиях цикл жизни у дождевых червей этих видов составляет в среднем 594 дня при 18° С и 589 дней при 28° С, а максимальная продолжительность жизни ограничивается между 4.5 и 5 годами, хотя в естественных условиях их обитания она может быть значительно короче.

2. *Dendrodrilus rubidus* (Savigny 1826)

Дождевой червь вида *Dendrodrilus rubidus* – это голарктический вид дождевого червя, принадлежащий к семейству Lumbricidae, относительный космополит. Он является дождевым червем-эпигеиком, предпочитает богатые органические почвы, и он был также найден в органических субстратах, таких

как гниющие древесина и солома, сосновый опад, компосты, торф, а также вблизи резервуаров сточных вод и в навозе. Хотя некоторые определенные аспекты его биологии были исследованы (Gates 1972; Sims и Gerard 1985; Bengtsson и др. 1986; Cluzeau и Fayolle 1989; Elvira и др. 1996), он не является тем дождевым червем, который обычно используется при вермикомпостировании или в вермикультуре. Среднее время для вылупившихся червей вида *D. rubidus* до достижения их половозрелости составляет 51 день, а средняя скорость откладывания коконов составляет 0.2-0.4 кокона в день на одну особь (Bengtsson и др. 1986; Cluzeau и Fayolle 1989; Elvira и др. 1996). Успешность вылупления для коконов составляет 85% при средней продолжительности инкубации 22 дня и среднем числе вылупившихся червей - 1.7 штук (между 1 и 3) из каждого кокона (Elvira и др. 1996). *Dendrodrilus rubidus* может завершить свой полный цикл жизни в течение 75 дней и, согласно Cluzeau и Fayolle (1989), один из факторов, который способствуют высокой скорости размножения этого вида, является то, что они могут размножаться как от пары родителей, то есть *амфимиктически*, так и от одного родителя, то есть *партеногенезом* или самооплодотворением.

3. *Dendrobaena veneta* (Rosa 1886)

Этот вид является крупным дождевым червём, который может также выживать в почве, обладает потенциалом для использования в вермикультуре; хотя он не является очень плодовитым, но растет очень быстро (Edwards 1988; Viljoen и др. 1991). Многие коммерческие вермикомпостирующие компании используют этот вид, и у него может иметься особенный потенциал для систем производства животного белка и для того, чтобы размножать с целью использования улучшения почвы в полевых условиях (интродукция).

Дождевые черви вида *Dendrobaena veneta* (также иногда называемые как *Eisenia hortensis*) являются выносливыми дождевыми червями, который могут быть устойчивыми к намного более широкому диапазону влажности, чем многие другие виды и имеют предпочтение к умеренным температурам 15-25°

С. Их полный цикл жизни составляет 100-150 дней, а 65 дней – это среднее время для достижения половозрелости. В среднем количество коконов от одной особи составляет 0.28 штук в день, но их жизнеспособность оказалась очень низкой (20%), а средний период инкубационного периода коконов продолжается 42 дня. Среднее число молоди, которое вылупляется из кокона, составляет приблизительно 1.1 (Lofs-Holmin 1986; Viljoen и др. 1991, 1992; Muuima и др. 1994).

4. *Lumbricus rubellus* (Hoffmeister 1843)

Дождевой червь вида *Lumbricus rubellus* обычно обитает в сырых почвах, особенно там, где имеется навоз или осадки сточных вод были использованы (Cotton и Curry 1980). При опросе коммерческих вермиферм в США, Европе и Австралии дождевые черви, проданные под названием *L. rubellus*, были обычно всегда компостными червями видов *E. fetida* или *E. andrei*.

Имеется немного данных о его требованиях к параметрам влажности и температуры и его предпочтениях, хотя известно, что этот вид червей явно предпочитает высокую влажность и может выживать при пониженных температурах. Оптимальная температура для выращивания составляет 18° C, а подоптимальная температура менее опасна, чем сверхоптимальная. У червей вида *L. rubellus* относительно длинный цикл жизни - (120-170 дней) при низкой скорости роста и продолжительном периоде созревания (74-91 день). Количество откладываемых коконов в среднем составляет от 0.07 до 0.25 штук на одну особь в день, а жизнеспособность коконов составляет 60-70%. После инкубационного периода, длящегося 35-40 дней, один единственный червь появляется из каждого кокона (Cluzeau и Fayolle 1989; Elvira и др. 1996). Долгое созревание и низкая скорость размножения указывают на то, что этот вид дождевых червей не является идеальным для использования для вермикомпостирования, хотя его размеры и энергичность могут представлять потенциальный интерес как наживка для рыбаков или в целях улучшения почвы.

5. *Drawida nepalensis* (Michaelsen 1907)

Это вид дождевого червя умеренного климата, который широко не используется при вермикомпостировании, хотя у него есть сродство к органическому веществу и он обладает некоторыми подходящими характеристиками для вермикультуры. Хотя этот вид дождевых червей имеет более низкую скорость роста и продуцирует меньшее количество коконов и меньшее число ювенилов на один кокон, чем большинство других вермикомпостирующих видов, он имеет относительно короткий цикл жизни (100-120 дней) и может размножаться, как *E. fetida* без спаривания. Средняя продолжительность полового созревания составляет 34-42 дня, а продуктивность коконов - 0.15 штук в день от одной особи. Жизнеспособность коконов составляет 75-88%, а период продолжительности инкубации в среднем составляет 23.6 дня. Среднее число молодых червей, вылупляющихся из жизнеспособных коконов, составляет 1.93 (Kaushal и Bisht 1992, 1995).

В. Тропические виды

1. *Eudrilus eugeniae* (Kinberg 1867)

Этот вид дождевых червей является родным для Африки, но он культивируется широко в США, Канаде и в других регионах для продажи в качестве приманки рыбы, где его обычно называют "африканским ночным выползком". Это крупный дождевой червь, который растет чрезвычайно быстро, является достаточно плодовитым и при оптимальных условиях может быть рассмотрен как идеальный объект для производства животного кормового белка. Его главные недостатки - это узкий интервал допустимых температур и чувствительность к ручному его обслуживанию в вермикультуре. Вид *E. eugeniae* обладает высокой скоростью размножения (Vano и Kale 1988; Edwards 1988) и он способен к поглощению и быстрой переработке больших количеств органических отходов и включению их в верхний слой почвы (Neuhauser и др. 1979, 1988; Edwards 1988).

Этот вид предпочитает высокие температуры, максимальное наращивание биомассы происходит при температурах 25-30° С, в то время как скорость роста были очень низкими при температуре 15° С (Loehr и др., 1985; Viljoen и Reinecke 1992; Dominguez и др. 2001). Его использование в качестве вермикультуры вне помещения поэтому может быть ограничено тропическими и субтропическими областями, если в зимний период температуру не контролируют. Он может быть устойчивым при влажности субстрата обитания от 70% до 85%, а оптимальное значение влажности находится при 80-82%. Dominguez и др. (2001) сообщили, что индивидуальные особи продолжали увеличиваться в весе при отсутствии фактической смертности в течение 22 недель. Reinecke и др. (1992) сообщали о непрерывном росте и достижении максимального веса до 21-й недели при температуре 25° С. Полный цикл жизни у *E. eugeniae* длится от 50 до 70 дней, а продолжительность его жизни может достигать 1-3 года. Половозрелость наступает через 40-49 дней и спустя неделю после этого периода половозрелые особи начинают откладывать коконы со скоростью 0.42-0.51 штук в день на одну особь (Viljoen и Reinecke 1989; Reinecke и др. 1992; Reinecke и Viljoen 1993; Dominguez и др. 2001). Эти характеристики и таковые для дождевых червей видов *E. fetida* и *E. andrei* являются наиболее быстрыми по скорости развития, чем таковые для любых других видов дождевых червей, которые известны до настоящего времени и это, возможно, самые высокие значения скорости размножения популяции для дождевых червей вообще. Инкубационный период у коконов колеблется от 12 до 16 дней, а их жизнеспособность составляет от 75% до 84%, со средним числом вылупившихся червей из одного кокона от 2,0 до 2.7 штук в день (Viljoen и Reinecke 1989; Reinecke и др. 1992; Reinecke и Viljoen 1993; Dominguez и др. 2001).

2. *Perionyx excavatus* (Perrier 1872)

Дождевой червь вида *Perionyx excavatus* обычно обитает в больших регионах тропической Южной Азии (Stephenson 1930; Gates 1972), хотя он и

был также транспортирован в Европу и Северную Америку. Это вид-эпигеик, который обитает исключительно в органических отходах, и высокая влажность и необходимые объемы подходящего органического материала требуются для популяции этого вида червей, чтобы она могла стать полностью стабильной и эффективно перерабатывать органические отходы.

Этот тропический земляной червь является чрезвычайно продуктивным, и его почти столь же легко выбирать из субстрата вручную, как и червей вида *E. fetida* и очень легко собирать урожай биомассы. Его главный недостаток - это неспособность выдерживать низкие температуры, но для тропических условий это кажется идеальным видом. Хотя этот вид имеет более короткие периоды созревания и инкубации, чем таковые для червей вида *E. eugeniae* его плодовитость более высокая. Он является очень распространенным видом в Азии и используется в вермикультуре в Индии, на Филиппинах и в Австралии. Полный цикл жизни и потенциал этого вида для переработки органических отходов при контролируемых условиях были исследованы различными авторами (Kale и др. 1982; Reinecke и Hallatt 1989; Hallatt и др. 1990; Reinecke и др. 1992; Hallat и др. 1992; Edwards и др. 1998). Дождевой червь вида *P. excavatus* не может расти при пониженных температурах, хотя он может выживать при температуре 4° C, но он менее чувствителен к высоким температурам до 30° C, чем черви вида *E. eugeniae*. Даже в тропических областях дождевые черви вида *P. excavatus* не могут расти при пониженных температурах зимой, но он может выживать при высоких температурах летом, тогда как *E. eugeniae* имеет устойчивость в более узких диапазонах колебаний температуры и поэтому он не может выживать при чрезвычайно низкой температуре зимой или при чрезвычайно высокой температуре летом. Полный цикл жизни у *P. excavatus* занимает 40-50 дней. В течение 20-28 дней он достигает половозрелости, а продуктивность коконов в среднем составляет 2,8 кокона в день на одну особь, период инкубации коконов в среднем при 25° C составляет всего 18 дней, жизнеспособность коконов является высокой (85-90%), но

обычно только один червячок вылупляется из каждого кокона (Kale и др. 1982; Reinecke и Hallatt 1989; Hallatt и др. 1990, 1992; Reinecke и др. 1992; Edwards и др. 1998).

3. *Polypheretima elongata* (Perrier 1872)

Этот тропический вид дождевых червей был испытан для переработки осадков сточных вод, включая отходы скотобойни и муниципальные бытовые отходы; экскременты человека, помет домашней птицы, коровий навоз и грибной компост в Индии. В Индии используется проект, позволяющий создать коммерчески жизнеспособное предприятие для "вермистабилзации" 8 тонн осадков сточных вод в день; они также разработали систему "вермифильтрации", в которой упакован вермикомпост вместе с живыми дождевыми червями, с помощью которой получают очищенную воду для многократного использования из сточных вод, жидкого навоза и органических сточных вод от пищевого предприятия. Дождевые черви вида *P. elongata*, видимо, ограничены тропическими областями и, возможно, не смогут пережить серьезные зимы. В доступной литературе, кажется, нет каких-либо подробных данных о его полном цикле жизни.

5.1 Влияние факторов окружающей среды на выживание и рост червей

Продуктивность коконов, скорости развития и роста дождевых червей это всё то, на что существенно влияют условия окружающей среды. Дождевые черви-эпигеики относительно толерантны к условиям окружающей среды органических отходов, так довольно простое обслуживание системы стационарных буртов и вермиложа используются широко для переработки этих отходов. Однако было продемонстрировано однозначно, что у этих дождевых червей имеются четкие границы толерантности к параметрам окружающей среды, таким как влажность и температура, и что отходы перерабатываются намного более эффективно в относительно узких параметрах благоприятных химических и условий окружающей среды. Если эти пределы значительно превышены, то дождевые черви могут перемещаться в более подходящие зоны в отходах, покинуть их или погибнуть, и поэтому эти органические отходы будут перерабатываться очень медленно.

А. Температура

У дождевых червей имеются справедливо сложные реакции или ответы на изменения температурных режимов. Neuhauser и др. (1988) изучали потенциал нескольких видов дождевых червей, чтобы выращивать их в иле сточных вод, и они сделали заключение, что у всех этих видов имеется диапазон предпочтительных температур для роста от 15° С до 25° С. В этих исследованиях было показано, что продукция коконов была более ограничена температурным режимом, чем рост самих червей, а большая часть коконов откладывалась при температуре 25° С. Edwards (1988) изучал полный цикл жизни и оптимальные условия для выживания и роста дождевых червей видов *E. fetida*, *D. veneta*, *E. eugeniae* и *P. excavatus*. Каждый из этих четырех видов отличался значительно с точки зрения ответа и толерантности к различным температурам. Оптимальная температура для

E. fetida была 25° С и интервал допустимых температур был между 0° С и 35° С. У дождевого червя вида *Dendrobaena veneta* имелся довольно низкотемпературный оптимум и скорее ниже уровень толерантности к экстремальным температурам. Оптимальные температуры для *E. eugeniae* и *P. excavatus* находились около 25° С, но они погибали при температурах ниже 9° С и выше 30° С. Оптимальные температуры для продукции коконов были намного ниже, чем те, которые более подходили для роста самих червей этих видов.

При температуре ниже 10° С вообще происходит снижение или очень слабая активность поглощения корма; а при температуре ниже 4° С полностью прекращается продукция коконов и полная остановка развития молоди. При экстремальных температурных условиях дождевые черви склонны перезимовывать, мигрируя в более глубокие зоны вермибурта для защиты от холода. Дождевые черви могут также акклиматизироваться к пониженным температурам осенью и пережить зиму, но они не могут пережить длительные периоды времени при замораживании, если они не находятся в защищенных от холода субстратах их обитания. Неблагоприятное влияние высоких температур (выше 30° С) на большинство видов дождевых червей не является полностью прямым воздействием, потому что при повышенных температурах также поддерживаются химические и микробиологические активности в самом субстрате, а усиленная микробиологическая активность имеет тенденцию потреблять больше доступного кислорода, что отрицательно влияет на выживание дождевых червей.

В. Содержание влаги

Имеется сильная зависимость между содержанием влаги в органических отходах и скоростью роста дождевых червей. В вермикомпостирующих системах оптимальный диапазон влажности субстрата обитания для большинства видов дождевых червей, как было сообщено, должен быть между 50% и 90%. Дождевые черви видов *Eisenia fetida* и *E. andrei* могут

выживать в диапазоне влажности от 50 % до 90 %, но они растут более быстро при влажности субстрата 80-90% в органических отходах (Edwards 1988; Dominguez и Edwards 1997).

С. Значение pH среды

Большинство видов дождевых червей-эпигеиков относительно устойчиво к широкому диапазону значений pH среды обитания. Они могут выдерживать значения pH среды от 5,0 до 9,0, но когда имеется выбор в градиенте значений pH среды, то они мигрируют в более кислые материалы, предпочитая значение pH среды 5.0.

Д. Аэрирование

Дождевые черви не имеют специализированных органов дыхания, а кислород и двуокись углерода диффундируют через их стенки тела. Таким образом, дождевые черви очень чувствительны к анаэробным условиям. Черви вида *E. fetida*, как сообщали, мигрируют массово из водонасыщенного субстрата обитания, где имеется недостаток кислорода или где накопились газы: двуокись углерода или сероводород.

Е. Аммиак и соли

Дождевые черви очень чувствительны к аммиаку и не могут выживать в органических отходах, содержащих высокие уровни этого катиона (например, свежая подстилка для домашней птицы). Они также погибают в органических отходах с большими количествами неорганических солей. Как аммиак, так и неорганические соли имеют очень узкие границы между токсичностью и не токсичностью (<1 мг/г) для аммиака и <0.5% для солей (Edwards 1988). Однако, органические отходы, содержащие высокие уровни аммиака, могут стать приемлемыми после его удаления с помощью предварительного компостирования или выщелачивая с водой.

Вне пределов этих экологических параметров обе активности дождевых червей и скорость переработки органических отходов резко уменьшаются; для максимальной вермикомпостирующей эффективности, органические отходы должны быть предварительно подготовлены, то есть предварительно

компостированы, чтобы сделать их пригодными для дождевых червей. Оптимальные условия для разведения дождевых червей видов *E. fetida* и *E. andrei* суммированы в Таблице 3.2. Эти характеристики не отличаются слишком сильно от таковых, которые подходят и для других видов (Edwards 1988).

Кроме условий окружающей среды плотность популяции дождевых червей влияет на рост дождевых червей и размножение. Даже когда физико-химические характеристики субстрата обитания идеальны для вермикультуры и вермикомпостирования, проблемы могут произойти из-за перенаселения червей. Reinecke и Viljoen (1990) в исследованиях по культивированию червей вида *E. fetida* в коровьем навозе и Dominguez and Edwards (1997), изучая рост и размножение червей вида *E. andrei* в свином навозе показали, что выращивание популяций дождевых червей с различной плотностью приводило к тому, что в переполненных контейнерах они росли более медленно и имели более низкую массу тела, хотя общий вес биомассы дождевых червей в пересчете на единицу массы отходов, был больше. Скорость созревания также была зависима от дозы заселения червей в субстрат; таким образом, дождевые черви того же самого возраста образовывали клителлум в разное время при различных дозах заселения.

Глава 6 ВИДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЯ

6.1. Животноводческие отходы

К органическим отходам животноводства относятся навоз, навозная жижа, фекалии, птичий помет, компосты.

Органические удобрения оказывают многостороннее действие на агрономические свойства почвы, при правильном использовании резко повышают урожайность сельскохозяйственных культур. В их составе в почву поступают все необходимые растениям питательные элементы.

Навоз. По химическому составу навоз разных видов животных различается (табл. 1). Показатели в таблице 1 можно использовать при определении доз навоза под культурные растения, а также расчете баланса питательных веществ для пересчета % в кг на 1 тонну навоза.

Таблица 1. – Химический состав свежего навоза (% при натуральной влажности)

Навоз	Азот		Фосфор	Калий	Органическое вещество	Зол а	Вод а
	общий	аммиачный					
КРС	0,54	0,07	0,28	0,60	21	14	75
Свиной	0,84	0,15	0,58	0,62	22	17	79
Конский	0,59	0,09	0,26	0,59	23	8	72
Овечий	0,86	0,14	0,47	0,88	28	23	59

На состав навоза оказывают большое влияние удельная масса концентратов в рационе и особенности физиологии пищеварения животных.

Навоз КРС эффективен на легких почвах, т.к. медленное его разложение препятствует вымыванию питательных веществ, и они полнее используются растениями. Коровий навоз отличается высокой щелочностью и в смеси с 20...25% дробленой соломы после 6...8 месяцев ферментации представляет ценный субстрат для стратификации и питания червей.

Навоз бычков по своей физико-химической и питательной характеристикам аналогичен навозу- коров. Однако следует к нему относиться с некоторой осторожностью, поскольку при откорме бычков часто используют белковую пищу с высоким содержанием протеина. Последний в организме животных не разлагается и выносится с навозом. При содержании в навозе 40% протеина черви погибают. Необходимо, чтобы корм для червей содержал не более 25...30% этого вещества. Для снижения уровня протеина в корм червей добавляется солома или картон и продолжительности процесса ферментации увеличивается с 7—8 до 13 мес.

Конский навоз содержит много подвижного азота, фосфора, калия, он более рыхлый, вследствие, чего в нем создаются лучшие условия для жизнедеятельности бактерий. Он более пригоден для тяжелых глинистых почв. Чаще всего конский навоз применяют в парниковом хозяйстве в качестве биотоплива. Конский навоз удобен и для стратификации, и для питания червей, так как содержит значительное количество целлюлозы. Процессы ферментации в нем происходят в течение 5—6 месяцев.

Овечий навоз суше, чем конский и содержит больше азота. Навоз овец высокощелочной и используется как субстрат для содержания червей. Однако он также требует предварительной подготовки. В овчарнях он утрамбовывается животными, поэтому ею вырезают пластами, обильно увлажняют и разрыхляют. Разрыхленный субстрат укладывается в бурты или навозохранилище для ферментации (до 8 мес).

Свиной навоз по составу различен. При использовании жидких кормов приближается к навозу КРС.

Наряду с основными элементами, в навоз входят микроэлементы: бор – от 4,2 до 52; медь – от 7,6 до 40,8; цинк – от 43 до 247; молибден – от 0,84 до 4,2 мг/кг.

Широко используется для содержания червей свиной навоз, но при этом надо учитывать следующие его особенности. Во-первых, он имеет высокий уровень кислотности и, во-вторых, содержит большое количество протеина. В связи с этим к нему необходимо добавлять 30...40% соломы или картона, увеличивал продолжительность процесса ферментации до 9... 10 мес, постоянно контролировать pH. Считается, что свиной навоз, удаленный из свинарников гидросмывом, можно давать в корм в свежем виде без предварительного компостирования. Рекомендуется также использовать навозную жижу, разливая ее по поверхности лож.

Навоз хорошего качества можно получить при правильном хранении. Существует три способа: горячий (рыхлый), холодный (плотный) и горячеспесованный. Первый предусматривает рыхлую укладку навоза в узкие, не шире 2–3 м штабеля; второй – плотную укладку увлажненного навоза в штабеля не менее 5 м и высотой 2 м; при третьем способе хранения навоз укладывают слоями толщиной 80–100 см с последующим уплотнением каждого слоя после повышения температуры в штабеле до 55–60°С. Общая высота после уплотнения не более 2 м.

Навоз при плотном хранении получается лучшего качества, при этом сокращаются потери азота и органического вещества.

Дозы навоза зависят от почвенно-климатических условий и удобряемой культуры. Они могут колебаться для зерновых 20–40 т/га, пропашные – 30–60 т/га. Внесение более высоких доз навоза не окупаются прибавками урожая. Поэтому при недостатке навоза целесообразно использовать его меньшими дозами, но на небольшой площади. Исключение составляют бедные, сильно истощаемые почвы, которые для быстрого их окультуривания нуждаются в больших дозах навоза.

Главные условия эффективного использования навоза – равномерное его внесение в оптимальные сроки и своевременная заделка в почву. Летом его надо запахивать в почвы вслед за разбрасыванием, если это делать позже, урожай уменьшится.

Птичий помет. Птичий помет отличается более высоким содержанием азота – 0,6–2,2%, фосфора – 0,5–1,8 (табл. 2). Вносят высушенный помет 2–4 т/га, а сырой – 5–6 т/га под зерновые, 8–10 т/га – под пропашные.

Лучший способ использования торфа на удобрение – применение его в подстилку для животных, компостировать с навозом, с навозной жижей.

Для поглощения 1 т жижи требуется около 200 кг верхового торфа или 500 кг низинного торфа при 50%-ной влажности. Для увеличения азота и фосфора в компосте необходимо добавлять 1–3% от массы фосфоритной муки.

Таблица 2. – Содержание питательных веществ в птичьем помете (%)

Виды птиц	Азот	Фосфор	Калий	Кальций	Магний	Сера
Куры	2,2	1,8	1,1	2,4	0,7	0,4
Утки	0,8	1,5	0,5	1,7	0,3	0,3
Гуси	0,6	0,5	0,9	0,6	0,3	1,1

Свежий навоз для вскармливание червей не пригоден из-за наличие в них большого количества аммиака, мочевины. Его необходимо превратить в подстилочный для этого навоз необходимо предварительно перемешать с соломой или опилками, сеном в соотношении 1:1. ферментации подвергать 15—16 месяцев.

6.2 Растениеводческие отходы

Пожнивные остатки растений (стерня и корни)—важный источник пополнения запасов органического вещества в почве. Их количество определяет характер и степень влияния той или иной культуры на плодородие почвы.

Пропашные и овоще-бахчевые культуры предъявляют довольно высокие требования к содержанию в почве гумуса и питательных веществ, а пожнивных остатков оставляют после себя очень мало. Поэтому они отрицательно влияют на плодородие почвы.

Зерновые культуры потребляют питательных веществ примерно в 2 раза меньше, чем пропашные, а количество пожнивных остатков у них намного больше, что положительно сказывается на содержании гумуса в почве.

Кормовые растения дают высокий урожай зеленой и сухой массы, половина которой после скармливания скоту возвращается в почву в виде навоза и оставляет в почве большое количество пожнивных остатков. В плотной непаханной почве они разлагаются медленнее, что также положительно влияет на восполнение убыли запасов гумуса в почве.

Таблица 3- Содержание питательных веществ в пожнивных остатках

Культура	Количество питательных веществ в пожнивных остатках		
	N	P	K
	кг/га		
Пшеница озимая	18	7	21
Рожь озимая	33	9	66
Ячмень яровой	19	9	14
Овес	23	16	70
Зерновые в среднем	23	10	42
Горох	52	10	18
Бобы	82	16	59
Зернобобовые в среднем	67	13	39
Рапс озимый	34	18	114
Картофель	8	2	10
Сахарная свекла	15	5	32
Кормовая свекла	14	3	36
Пропашные в среднем	12	4	26
Кукуруза на силос	57	16	85
Кормовая капуста	63	24	149
Однолетние кормовые в среднем	66	21	134
Люцерна	175	47	101
Клевер луговой	134	26	135

Многолетние бобовые в среднем	155	37	119
Пойменные луга	130	41	105

Повышению плодородия почвы в наибольшей степени способствуют многолетние бобовые кормовые культуры: люцерна, клевер луговой и их смеси со злаковыми травами. В корнях бобовых содержание азота, определяющего удобрительную ценность пожнивных остатков, достигает 2—2,5%, у других культур оно не превышает 0,5—1%.

Органически связанный азот пожнивных остатков многолетних бобовых культур лучше всего используется пропашными культурами (картофель, кукуруза на силос и др.). Пожнивные остатки люцерны по содержанию в них сухого вещества и азота могут быть приравнены в расчете на 1 га к 30 т навоза, а клевера и клеверно-злаковой смеси — к 24 т. Двукратное однолетнее возде- лывание клевера и клеверно-злаковой травосмеси намного эффективнее их однократного двухлетнего культивирования.

Однолетние бобовые при выращивании в качестве основной культуры оставляют после себя в почве только 10—15 ц/га сухого вещества пожнивных остатков. Поэтому удобрительная ценность их менее высокая, чем клевера и люцерны.

Злаковые травы по массе пожнивных остатков занимают первое место, но в этих остатках более широкое, чем у бобовых, отношение C:N и мало азота (0,5—0,75%). Из злаковых наибольшую массу корней (более 100 ц/га сухого вещества) образует овсяница овечья.

С пожнивными остатками в почву поступает значительное количество питательных веществ (табл. 3).

Количество и качество поступающих в почву пожнивных остатков в значительной степени зависит от структуры посевных площадей и промежуточных культур.

6.3. Отходы коммунального хозяйства и промышленности

Из всех отходов промышленности и коммунального хозяйства наибольшее значение имеют осадки сточных вод, городской мусор и отходы промышленности.

На очистных сооружениях городов и крупных населенных пунктов количество осадка составляет обычно 0,5—1% объема очищаемых сточных вод. Свежий осадок, получаемый после механической очистки в первичных отстойниках, имеет влажность 92—95%. В связи с высокой бактериальной загрязненностью и большой влажностью его обеззараживают, а затем обезвоживают. Химический состав осадков подвержен чрезвычайно большим колебаниям по содержанию макро- и особенно микроэлементов и находится в большой зависимости от технологии производства и состава очищаемых сточных вод. Поэтому на каждую партию получаемого осадка следует требовать паспорт с указанием в нем типа осадка, его количества, влажности, содержания органического вещества, азота, фосфора, калия, кальция и магния, гранулометрического состава, санитарных показателей, а также наличия особо вредных тяжелых металлов — шестивалентного хрома, ртути, мышьяка, кадмия, свинца и никеля. Агрохимическая служба контролирует качество осадка, отпускаемого потребителю.

Таблица 4 - Состав осадков сточных вод, % на абсолютно сухое вещество (по данным Люберецкой станции аэрации)

Осадок	Азот (N)		Фосфор (P ₂ O ₅)	Калий (K ₂ O)	Кальций (CaO)	Магний (MgO)
	общий	подвижный				
Сброженный	3,07	0,27	2,33	0,210	3,48	-
Сброженный с						

активным илом	3,93	0,70	3,70	0,180	3,29	0,95
Термически высушенный	1,96	—	3,92	0,007	5,21	5,81

Ориентировочные данные о содержании основных макроэлементов в осадках коммунально-бытовых и промышленных сточных вод приведены в таблице 4. Осадки сточных вод как основное удобрение вносят осенью под зяблевую вспашку или весной под перепашку зяби или весновспашку. Недостаток калия в осадках дополняют внесением в почву калийных удобрений. По действию на урожай питательные вещества ТВО в сочетании с калием минеральных удобрений почти не уступают равному количеству питательных веществ навоза.

Поскольку осадки сточных вод могут содержать тяжелые металлы, нефтепродукты, моющие вещества и другие вредные примеси, их используют для удобрения только с разрешения местной санитарно-эпидемиологической службы. В первую очередь их следует применять для удобрения древесно-кустарниковой растительности, парков, газонов, а также лубяных и других культур, не идущих на корм и в пищу. Запрещается удобрять ими овощные культуры. Под остальные культуры осадки можно вносить лишь с разрешения санитарной службы и под контролем агрохимической службы.

Из отходов коммунального Хозяйства второе место по объемам накопления и пригодности для производства компостов занимают бытовые отходы (городской мусор). В городах нашей страны их накапливается ежегодно примерно 30 млн. т. Состоят они в основном из кухонных отходов (30—40%) и бумаги (20—30%).

В промышленности получают разнообразные органические отходы, часть которых может быть использована на удобрение. Из-за небольших объемов производства и низкого содержания питательных веществ большинство из них имеет местное значение, так как доступно в основном колхозам и совхозам, расположенным недалеко от фабрик и заводов.

Все органические отходы промышленности, используемые на удобрения, можно разделить в основном на три группы.

1. Отходы, требующие компостирования. К этой группе относятся отходы, опасные в санитарно-гельминтологическом, энтомологическом и фитосанитарном отношении. В эту группу входят каныга (отход боев), отходы от пера, пуха, шелуха семян масличных культур, клюквенный и яблочный жмыхи, выжимки из винограда, винные осадки.

2. Отходы, требующие заблаговременного внесения в почву. К числу этих отходов относится мякоть и мезга, шрот из виноградных зерен, отходы щетинных фабрик, подметы шерстяных цехов, срезы от фетровых изделий, шерстяные отходы и шерстяная пыль. Как правило, это отходы с широким отношением углерода к аммонийному азоту ($C : N—NH_4$). При внесении их в почву перед посевом наблюдается временное биологическое закрепление доступного азота почвы микроорганизмами, что приводит к азотному голоданию растений и даже снижению урожайности. Поэтому их применяют задолго до посева — под вспашку черного пара и под зябь, а перед посевом вносят в почву азотные удобрения.

3. Отходы, пригодные для удобрения без ограничений. К этой группе относятся свиной и говяжий шлам (отходы боев), сырые рыбные отходы, мездра, отходы клейтукового производства, роговая и галалитовая стружка, шелковичная куколка, шелковый пух, экскременты шелковичных червей, табачная и махорочная пыль, табачные листья после извлечения никотина, клещевинный шрот, клещевинный, хлопковый, рыжиковый, рапсовый, сурепный жмыхи.

6.4 . ТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ НАКОПЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

По степени разложения различают свежий, полупревший, перепревший навоз и перегной.

Свежим называется навоз, в котором использованная на подстилку солома еще сохраняет свою типичную окраску и прочность. Водная вытяжка из такого навоза красновато-желтого или зеленоватого цвета.

В полупревшем навозе солома уже теряет свою прочность и приобретает темно-коричневую окраску. Водная вытяжка – густая, черного цвета. Масса полупревшего навоза по сравнению со свежим уменьшается на 20-30%.

Перепревший навоз – черная мажущаяся масса, в которой по внешнему виду совсем незаметны отдельные соломинки. Водная вытяжка бесцветная. Перепревший навоз составляет примерно 50% массы исходного навоза.

Перегной – богатая органическим веществом черная однородная землистая масса. Он составляет не более 25% количества исходного свежего навоза.

При хранении навоз без особой необходимости не следует пропускать через все стадии разложения и превращать в перегной.

Способы хранения органических отходов бывают следующие:

- под скотом;
- плотное;
- рыхло-плотное;
- рыхлое

Хранение под скотом используют для накопления навоза при беспривязном содержании скота на выгульных площадках и в полевых загонах. При этом на отведенных площадках настилают торф или резаную солому слоем 30–50 см. Подстилка под скотом равномерно перемешивается с экскрементами животных и уплотняется. По мере переувлажнения верхнего слоя добавляют небольшие порции новой подстилки.

При хранении навоза под скотом отпадает необходимость ежедневной уборки его, строительства специальных навозохранилищ и жижесборников. Значительно удешевляется уход за животными и снижается себестоимость

навоза. При обильном и своевременном использовании подстилки вся жижа остается в навозе, и почти отсутствуют потери аммиачного азота.

Основную массу подстилочного навоза, накапливаемого в стойловый период, необходимо хранить в навозохранилище или в полевых штабелях.

При плотном хранении навоз укладывают в навозохранилище или в полевые штабеля послойно и каждый слой немедленно уплотняют. Ширина первого слоя 5–6 м и толщина 1 м, длина произвольная, в зависимости от количества навоза. После укладки навоз утрамбовывают. Далее настилают все новые и новые слои до тех пор, пока высота уплотненного штабеля не достигает 2,5–3 м. Сверху штабель накрывают резаной соломой, или торфом, или слоем земли (8–15 см).

Разложение навоза происходит в анаэробных условиях (за исключением поверхности штабеля), при этом сохраняется постоянное увлажнение. Во время зимнего хранения температура в штабеле поднимается не выше 20–25°C, а летом – до 30–35°C, поэтому такой способ хранения навоза называют иногда холодным. Все поры навозной массы при плотном хранении максимально насыщаются углекислым газом и парами воды, что препятствует распаду углекислого аммония на свободный аммиак, углекислый газ и воду. Потери органических веществ и азота при таком хранении гораздо меньше, чем при других способах хранения его в штабелях.

Плотный способ хранения рассчитан на приготовление полуперепревшего навоза, который в зимний период образуется через 3–4 месяца после закладки штабеля. Перепревший навоз при таком хранении получается через 7–8 мес.

При рыхло-плотном хранении свежий навоз укладывают метровыми слоями сначала рыхло, затем, когда температура в слое достигает 60–70°C (на 3–5-й день) сильно уплотняют. Так укладывают слой за слоем до полной высоты штабеля, уплотняя каждый слой лишь после сильного разогревания.

В первой стадии хранения навоза (до уплотнения) в штабеле происходит интенсивный аэробный процесс разложения с участием

термофильных бактерий, теряется значительная часть азота и органического вещества. Чтобы уменьшить эти потери, применяют повышенные нормы подстилки. Высокая температура при рыхлом хранении навоза способствует обезвреживанию его от возбудителей желудочно-кишечных заболеваний и семян сорняков.

Во второй стадии хранения (после уплотнения) температура в навозной массе снижается до 30–35°C и процесс разложения в дальнейшем протекает в анаэробных условиях.

Навоз при рыхло-плотном хранении разлагается значительно быстрее, чем при плотном. Полуперепревший навоз образуется через 1,5–2 месяца, а перепревший – спустя 4–5 месяцев после закладки штабеля. Способ рыхло-плотного хранения используют, когда за сравнительно короткий срок необходимо получить более разложившийся навоз или когда в нем обнаруживаются возбудители желудочно-кишечных заболеваний и необходимо биотермическое обеззараживание навоза. Рыхло-плотное хранение применяют также в тех случаях, когда необходимо ускорить разложение навоза, содержащего большое количество соломенной подстилки.

При рыхлом хранении штабеля закладывают и оставляют без уплотнения. В связи с этим разложение навоза происходит в аэробных условиях и при высокой температуре, что сопровождается большими потерями азота и органического вещества, повышенным выделением навозной жижи. При плотном способе хранения навоза, а также при использовании торфяной подстилки можно свести до минимума потери азота, органических веществ и жижи.

Таким образом, способы накопления и хранения органических отходов влияют на их химический состав, урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Глава 7 . ТЕХНОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЕРМИКОМПОСТИРОВАНИЯ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Одним из перспективных направлений рециклизации отходов являются биотехнологии, основанные на переработке живыми организмами (микроорганизмы, простейшие и др.) в экологически безопасные удобрения.

Особое внимание при этом заслуживает технология переработки органических отходов с помощью компостных червей в специальных биотехнологических цехах или площадках, суть которой заключена в биоконверсии питательных веществ, выведенных из организма животных с экскрементами, в совершенно новые продукты и их возврат в окружающую среду:

- ☐ органическое удобрение – биогумус;
- ☐ биомассу компостных червей, из которой можно производить кормовые добавки (Иларионов, Калачникова, 2002).

При переработке червями 1 т органических отходов в пересчете на сухое вещество получают 600 кг биогумуса, остальные 400 кг трансформируются в 100 кг полноценного белка в виде биомассы червей. Исходя из ежегодного объема производства органических удобрений в России (около 500 млн. т), при условии его переработки может быть получено около 300 млн. т биогумуса, в котором содержится более 11 млн. т азота и калия и 20 млн. т. фосфора в пересчете на действующее вещество, что позволит получить около 100 млн. т. продукции растениеводства в пересчете на зерно и 2,5 млн. т. высококачественных белковых добавок.

Гумификация органических отходов представляет большой интерес не только для агрономии, но и для экологии, поскольку в ходе этого процесса они превращаются из отходов, загрязняющих окружающую среду, в безопасные и необходимые для земледелия удобрения. Трансформация экскрементов животных и других органических отходов под воздействием

жизнедеятельности червей в условиях близких к оптимальным по увлажнению, аэрации, температуре, сопровождается довольно быстрым накоплением в вермикомпостах гуминовых веществ (или гуминоподобных продуктов), которые по ряду показателей практически не отличаются от почвенных гуминовых кислот.

7.1 Организация вермихозяйства в сельскохозяйственном производстве

Вермикомпостирование сельскохозяйственных отходов должно проводиться на территории хозяйства в непосредственной близости с животноводческими комплексами. При этом учитываются:

- ☐ среднегодовой выход органических отходов (навоз, помет и т.д.);
- ☐ наличие площадей и помещений для подготовки базового субстрата и содержания червей;
- ☐ наличие рабочей силы, средств механизации, источника водоснабжения и электроэнергии.

От этих факторов зависит выбор технологии, объемы планируемого выхода продукции: биогумуса (вермикомпоста) и биомассы червей.

На территории хозяйства организуют несколько производственных подразделений:

1. цех подготовки базового субстрата (площадка компостирования);
2. цех вермикомпостирования (или площадка);
3. цех доработки биогумуса – сырца
4. цех по производству жидких гуматов из биогумуса (если таковой планируется)

7.2 Элементы технология вермикомпостирования

Ниже представлена схема (рис.1) и описание основных технологических и вспомогательных операций по приготовлению вермикомпостов из различных видов органических отходов.



Схема 1. Технологическая схема производства и переработки вермикомпоста

7.2.1 Подготовка субстрата

Наиболее ответственной и трудоемкой технологической операцией является приготовление базового субстрата (первоначальный субстрат, который закладывают в ложе для заселения червями), имеющего для червей двойное значение – как среда жизнедеятельности так и пища, благодаря которой обеспечивается эта жизнедеятельность.

От характера субстрата и сочетания составляющих компонентов зависит общее состояние популяции червей, интенсивность ее размножения, скорость переработки субстрата, качество получаемого биогумуса и количества биомассы. При этом надо иметь в виду, что свежий навоз нельзя использовать для вермикомпостирования из-за высокого показателя pH. В процессе его разложения образуется большое количество аммиака и ряд органических кислот, оказывающих токсическое действие на биообъекты и вызывающих их массовую гибель. Субстрат можно получать за счет компостирования навоза, помета и других отходов, с необходимым содержанием в них целлюлозосодержащих компонентов (солома, бумага, картон, растительных отходы, торф).

К базовому субстрату предъявляются определенные требования:

- отсутствие посторонних предметов неорганического происхождения (стекло, металл и т.п.);
- содержание воды 70-80 %;
- кислотность (pH) 6,8-7,2,
- содержание оксидов железа не более 10 %, аммиака – не более 0,5 % (нет запаха), минеральных веществ – до 10 %, отсутствие запаха сероводорода;
- соотношение C:N – 20:1, высокая степень насыщения кислородом.
- содержание в органическом веществе: целлюлозы (> 20–25 %) в виде соломенной сечки, бумаги, картона; протеина(25-30 %).

7.2.1.1.Способы подготовки

Подготовка субстрата для заселения червей может проводиться разными способами, включая: компостирование, ускоренную ферментацию.

1. Подготовка субстрата методом компостирования

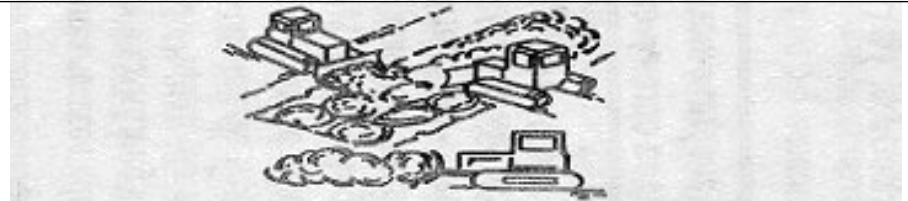
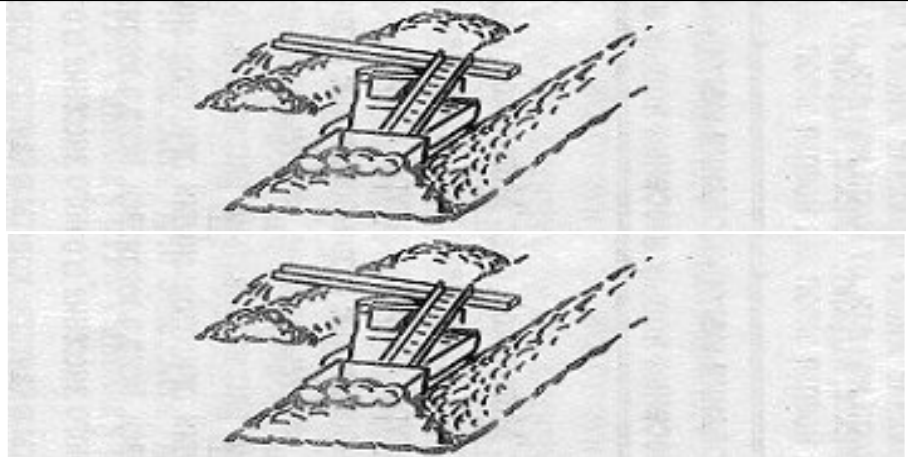
Механизированный технологический процесс производства субстрата, изложен ниже и представлен на схеме 1

Подготовка площадки. Площадку для подготовки производства субстрата выбирают вблизи ферм или других производственных

подразделений, где образуются и накапливаются органические отходы, а также вблизи цеха по вермикомпостированию. Размеры бетонной площадки для приготовления 1,5...2 тыс. тонн субстрата следующие: длина 100–200 м, ширина 35...40 м, ширина подъездной дороги 6 м. Дороги шириной 3 м должны иметь через 150-200 м разъезды для транспортных средств. Площадкой может служить открытое навозохранилище с бетонированным покрытием.

Формирование влагопоглощающей подушки. Из соломы, опилок или другого наполнителя формируют влагопоглощающую подушку. Ее размеры должны быть меньше размеров площадки по длине на 15...18 м, по ширине - на 14...16 м. Толщина влагопоглощающего материала (солома, опилки и др.) определяется влажностью навоза. При использовании полужидкого навоза она составляет 20–25 см. Размеры подушки: ширина 14–18 м, длина 50–100 м, толщина 0,2–0,25 м. Состав агрегата: Т-150К+1ПТС-9; МТЗ-80+2 ПТС-4; Бульдозеры ДЗ-27, ДЗ-28, Д-606. Подушка обрабатывается дисковой бороной в 3–4 следа (МТЗ-80+БДНТ-2,2).

Внесение полужидкого навоза. На подготовленную подушку равномерным слоем укладывают навоз. При этом лучше использовать свежие органические отходы (навоз, помет и др.) богатые микрофлорой и питательными веществами. В хозяйствах, где в основном наземные навозохранилища, навоз грузят серийными погрузчиками экскаваторами типа ПЭА–1,0, а транспортируют прицепами – самосвалами 2ПТС–4. Доставленный полужидкий навоз или помет разгружают на подготовленную подушку в кучи, укладывая плотными рядами. Расстояние между рядами 6-8 м, между кучами 5–6 м. Количество применяемой соломы или других наполнителей и навоза (помета) предопределяется необходимостью обеспечения соотношения С:N (углерода к азоту) в пределах 20:1 и влажности 65 %–75 %.

Технологическая операция		Требования к выполнению операции	Состав агрегата
Наименование	Схема		
1.Формирование влагопоглощающей подушки		Размеры подушки: ширина 14-18 м, Длина 50-100 м, толщина 0,2 – 0,25 см	Т-150К + 1ПТС-9, МТЗ-80+2ПТС-4; Бульдозеры: ДЗ-27, ДЗ-28, Д-606
2.Внесение полужидкого навоза, помета		Кучи помета, навоза и пр. укладываются плотными рядами с расстоянием между рядами 6-8 м, между кучами 5-6 м	Т-150+1ПТС-9, МТЗ-80 + 2ПТС-4
3.Формирование (предварительное) бурта		Перемещение многослойной полосы с двух сторон к центру (высота до 2 м)	ДЗ-27, ДЗ-28, Д-606
4.Аэрация смеси, формирование бурта		Перебивка (аэрация) и укладывание смеси в бурт для биотермического процесса (ширина 4 м, высота до 2 м)	ДТ-75 МВ-ХС 2+ МПК-Ф-1 (ПНД-250)

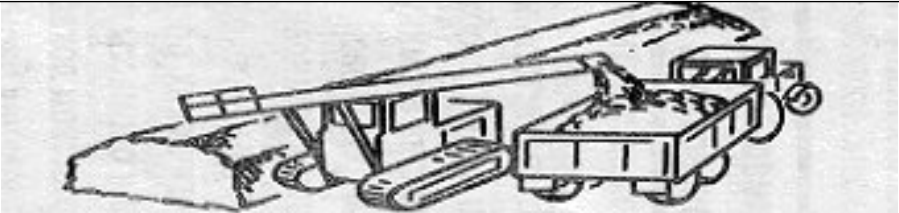
5.Погрузка смеси в транспортное средство		Отгрузка смеси в транспортное средство для доставки на площадку вермикомпостиования	Самосвальные транспортные средства

Рис.6. Механизированная схема процесса производства субстрата

Состав базового субстрата и соотношения его составляющих часто определяют опытным путем по изменению морфо-функциональных показателей червей, включая: динамику биомассы, численность популяции, репродуктивную функцию и другие.

Ниже представлены виды органических отходов, наполнителей и рекомендуемые соотношения между ними для приготовления базового субстрата (табл.3). Данная таблица составлена на основе исследований, проведенных на кафедре «Агроэкологии, с.-х. мелиорации и защиты растений» РГСХА (2007) и рекомендаций отдельных авторов (Повхан М.Ф., Мельник И.А., Андриенко В.А. и др, 1994, Сидоренко О.А., Черданцев Е.В., 2001, Городний и др., 1990).

Жидкий и полужидкий навоз крупного рогатого скота (КРС) рекомендуется использовать для вермикомпостирования после ферментации (компостирования) с наполнителями, длительностью 6–7 месяцев. Компостирование подстилочного навоза не требует обязательного дополнительного внесения целлюлозосодержащих наполнителей. При использовании телячьего навоза требуется контроль содержания протеина, количество которого не должно превышать 45 %.

Таблица 5. – Рекомендуемый состав базового субстрата для вермикомпостирования

Вид отхода	Наполнитель	Соотношение
Полужидкий навоз КРС	солома, опилки	0,7:1
Птичий помет	солома, опилки, торф, картон	1:1
Конский навоз	без наполнителей	-
Осадок сточных вод (ОСВ)	солома, опилки, торф, картон	зависит от состава ОСВ

Птичий помет в отличие от других органических отходов (бытовые отходы, ОСВ, навоз КРС и др.) обладает высокой кислотностью, повышенным содержанием аммиака, что является сдерживающим условием его

вермикомпостирования. В связи с этим вопрос подготовки базового субстрата для червей из птичьего помета требует дополнительного и тщательного изучения. Важное значение имеет вид птицы. Исследования С.А.Догадова, А.В.Филиповой (2002) по изучению адаптационных (приспособительных) возможностей калифорнийского гибрида дождевого червя в зависимости от витальности среды субстратов из птичьего помета разных видов птиц (куриный, утиный, гусиный) показали, что наименьший срок адаптации червей был в варианте с использованием гусиного соломистого помета. Худшим вариантом оказался утиный соломистый помет.

В исследованиях по изучению оптимального состава базового субстрата для вермикомпостирования различных органических отходов (навоз КРС, птичий помет, ОСВ городских очистных сооружений), проводимых нами на кафедре «Агроэкологии, с.-х. мелиорации и защиты растений» РГСХА (2007) были получены следующие результаты.

Все используемые в опыте органические отходы оказались пригодными для вермикомпостирования, так как морфо-физиологические показатели червей *Eisenia fetida* (средняя биомасса, численность) в период наблюдений имели положительную динамику (таблица 6, рис.7, 8).

Таблица 6. – Динамика средней биомассы (г) компостных червей *Eisenia fetida* при вермикомпостировании различных органических отходов (РГСХА, 2007)

Состав базового субстрата	Периоды наблюдений, недели						
	0 (заселение)	1	2	3	4	5	6
1. Подстилочный птичий помет + ОСВ + солома ячменя (1:1:2)	0,19	0,87	0,47	0, 53	0,52	0,43	0,35
2. Помет бесподстилочный + солома ячменя (1:1)	0,19	0,36	0,43	0,45	0,39	0,31	0,36
3. КРС + помет + солома ячменя (1:1:1)	0,21	0, 51	0,52	0,46	0,44	0,41	0,36
4 КРС+ОСВ + солома ячменя (1:1:1)	0,19	0, 31	0,35	0,35	0, 37	0,36	0,39

Субстраты не оказывали токсического действия на червей. Уже в первую неделю после заселения (период адаптации червей к новым условиям) наибольшая прибавка биомассы (в 4,5 раза) наблюдалась в первом варианте со смесью птичьего помета, ОСВ и соломы. В остальных вариантах увеличение биомассы составляло: 2 – 1,89, 3 – 2,42, 4 – 1,63 раза.

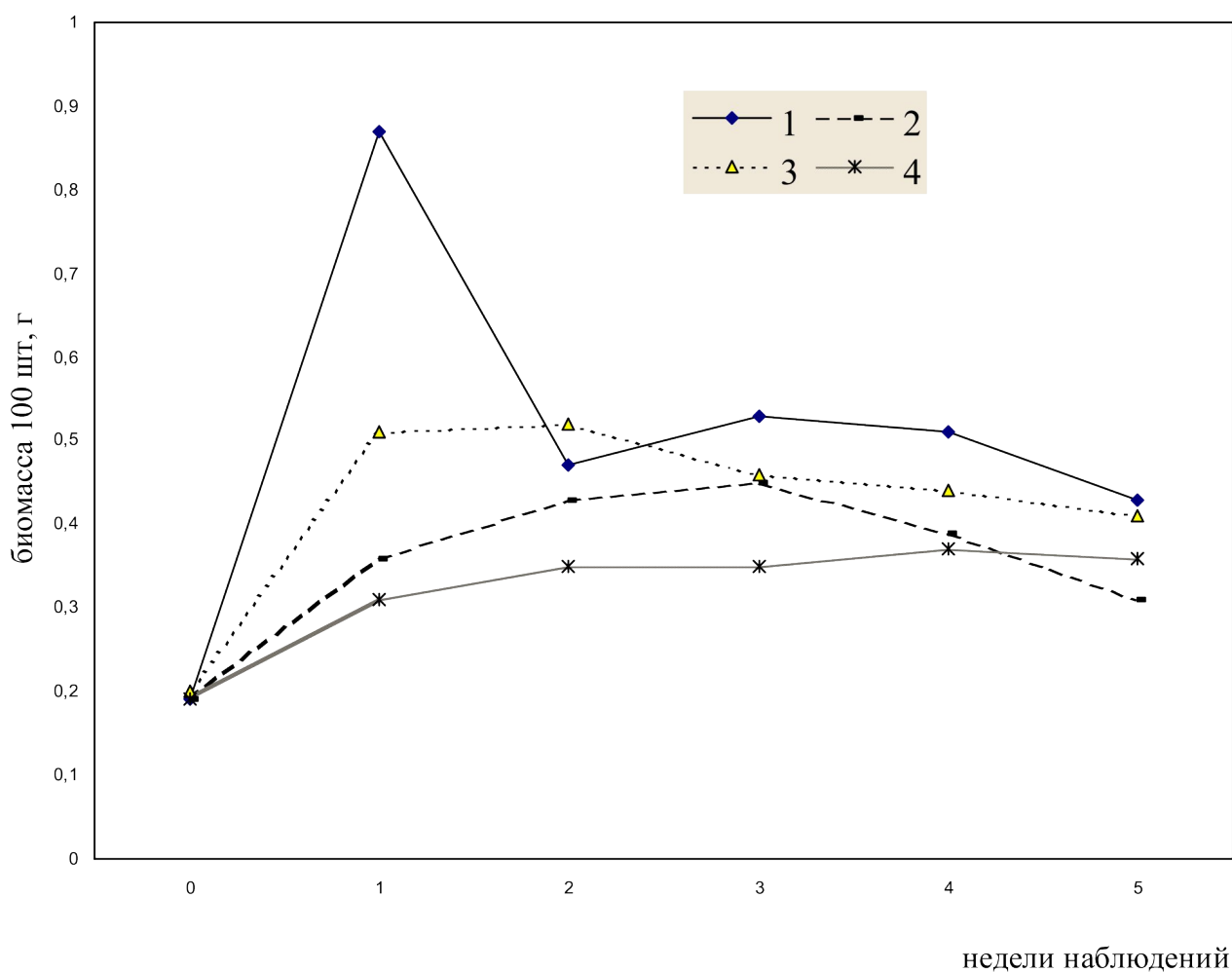


Рис.7. Динамика средней биомассы (г) 100 шт. компостных червей *Eisenia fetida* при вермикомпостировании различных органических отходов (РГСХА, 2007)

Средняя численность популяции червей по вариантам опыта, которую подсчитывали 1 раз в три недели, начиная с пятой недели наблюдения представлена на графике (рис. 8).

Результаты показывают, что средний коэффициент ежемесячного прироста популяции червей *Eisenia fetida* при вермикомпостировании исследуемых субстратов составил:

- подстилочный птичий помет + ОСВ + солома ячменя (1:1:2) - 0,47;
- помет бесподстилочный + солома ячменя (1:1) – 0,3;
- КРС + помет + солома ячменя (1:1:1) – 0,2;
- КРС + ОСВ + солома ячменя (1:1:1) – 0,3

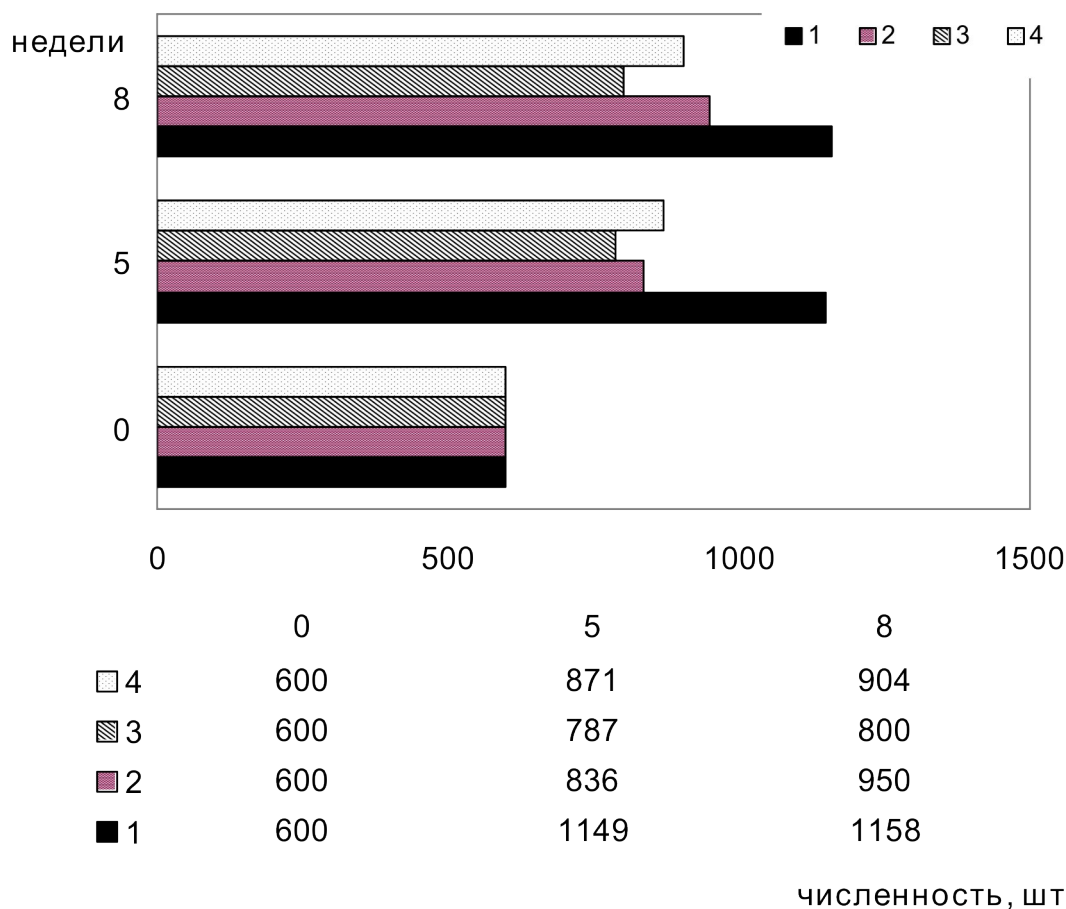


Рис.8. Динамика численности популяции компостных червей *Eisenia fetida* при вермикомпостировании различных органических отходов (РГСХА, 2007): 1

Подстилочный птичий помет + ОСВ + солома ячменя (1:1:2); 2. Помет бесподстилочный + солома ячменя (1:1); 3. КРС + помет + солома ячменя (1:1:1); 4. КРС+ОСВ+солома ячменя (1:1:1)

Не высокий коэффициент ежемесячного прироста объясняется коротким периодом наблюдений (8 недель), в течение которого черви адаптировались к новому корму. Однако положительная динамика численности популяций в

изучаемых субстратах доказывает возможность их вермикомпостирования и необходимость дальнейших исследований.

Формирование (предварительное) бурта. Предварительная подготовка смеси исходных компонентов осуществляется в процессе формирования бурта бульдозером ДЗ-27. Эту операцию целесообразно выполнять посредством перемещения материала бульдозером от периферии к центру. Обработка материала выполняется сначала с одной стороны площадки, а затем с другой. Проводятся зачистка площадки и формирование бурта высотой до 2 метров. Если используются отходы с пониженной влажностью, то производят полив.

Гомогенизация, аэрация смеси и формирование бурта. Эта операция выполняется автопогрузчиком МПК-Ф-1 (ПНД-250) через 2 недели после первичной подготовки смеси. За это время влага перераспределяется по всей массе смеси, начинают развиваться микробиологические процессы. Перебивка обеспечивает равномерное перемешивание всех компонентов, обогащает смесь кислородом воздуха, активизирует термофильный процесс. Температура в бурте повышается до 50-60 °С. В результате повышения температуры происходит обеззараживание от патогенных микроорганизмов, теряется всхожесть семян большинства сорных растений.

Бурт в таком состоянии оставляют на срок 14 суток, после которых проводят 2 перебуртовку. При необходимости (повышение температуры более 60°С, изменение pH) бурт поливают водой. Если реакция среды кислая, то обрабатывают порошком гашеной извести (300 г/м²). Ширина бурта трапециевидной формы после перебивки 4–6 метров, высота до 2 м. После этой операции бурт оставляют еще на 1,5–2 месяца в зависимости от готовности субстрата.

Субстрат считается готовым, если в бурте температура не выше 30°С на протяжении 1 недели. Полный срок созревания субстрата составляет не менее 2,5–3 месяцев и зависит от вида органического отхода (табл.7). Хранение готового субстрата может длиться до 8–10 месяцев.

Таблица 7. – Длительность ферментации различных видов органических отходов, используемых для приготовления базового субстрата для заселения червей

Вид отхода	Длительность ферментации, мес.
Полужидкий навоз КРС	4-6
Птичий помет	15-16
Конский навоз	5-6
Свиной навоз (твердая фракция)	9-10
Овечий помет	3-4

В опытах, проведенных в РГСХА (2007), результаты которых описаны выше, для компостирования использовались ферментированные отходы со следующей длительностью хранения:

- ОСВ (городские очистные сооружения) – 3 мес.;
- птичий помет птицефабрики «Рязанский бройлер»: бесподстилочный - 7 мес., подстилочный (опилки) – 18 мес;
- подстилочный навоз КРС (опилки) – 4 мес.

Технологические параметры компостирования органических отходов представлены в таблице 6.

Для ускорения ферментации нами использовался «биогумусный чай» – 10 % водная настойка биогумуса, которым поливались субстраты 2 раза в неделю (табл. 8). Этот прием усиливает аэробные микробиологические процессы за счет насыщения субстрата соответствующей микрофлорой и может быть использован вермитехнологами в промышленном вермикомпостировании органических отходов.

Таблица 8. – Технологические параметры компостирования органических отходов (РГСХА, 2007)

Состав базового субстрата	Соотношение компонентов	Метод подготовки субстрата	Длительность ферментации субстрата, дни
1. Подстилочный птичий помет + ОСВ + солома ячменя	1:1:2	Компостирование с 1 перебуртовкой через 14 дней	17
2. Помет бесподстилочный + солома ячменя	1:1	Компостирование (2 перебуртовки) + обработка «биогумусным чаем» (10 %) 2 раза в неделю	21
3. КРС + помет + солома*	1:1:1	Компостирование, аэрация + обработка «биогумусным чаем» (10 %) 2 раза в неделю	6
4. КРС+ОСВ +солома**	1:1:1	1. Компостирование ОСВ + солома 2. Компостирование с КРС	14 6

* в варианте использовался ферментированный субстрат второго варианта

** компостирование в 2 этапа

Механизация операций по приготовлению компостов

Для выполнения технологических операций по приготовлению компостов промышленность не выпускает специального оборудования, поэтому следует выполнить небольшую модернизацию таких машин, как прицепной раздатчик-смеситель РСП-10, разбрасывателей органических удобрений ПРТ-10 или РОУ-6, погрузчиков органических удобрений ПНД-250 или МПК-Ф-1 и разбрасывателя жидких удобрений РЖТ-10.

Для обеспечения процесса распределения целлюлозосодержащих компонентов бitera ПРТ – 10 со спиральными рабочими элементами необходимо заменить на бitera с пальцевыми рабочими элементами и уменьшить их частоту вращения.

Для измельчения навоза и помета и их распределения по поверхности целлюлозосодержащих компонентов ПРТ-10 следует оборудовать дробильной камерой со штифтами (патент РФ №2181709), а машины РЖТ-10 и ПНД-250 следует оборудовать распылителями. Имея комплекс такого технологического оборудования можно обеспечить производительность при приготовлении органических компостов до 25 т/ч. (В. Я. Спевак, А. Г. Рыбалко, Н. В. Спевак, М. Р. Шамьюнов, 2002).

2. Подготовка субстрата способом ускоренной аэробной ферментации

В отдельных случаях, при высоком уровне механизации всех процессов и высоком финансировании может использоваться способ ускоренной аэробной ферментации субстрата, который проводится путем аэрации сформированного влажного бурта горячим воздухом. На рисунке 5 в качестве примера представлена схема этой технологии (США, компания ENGINEERED COMPOST SYSTEMS).

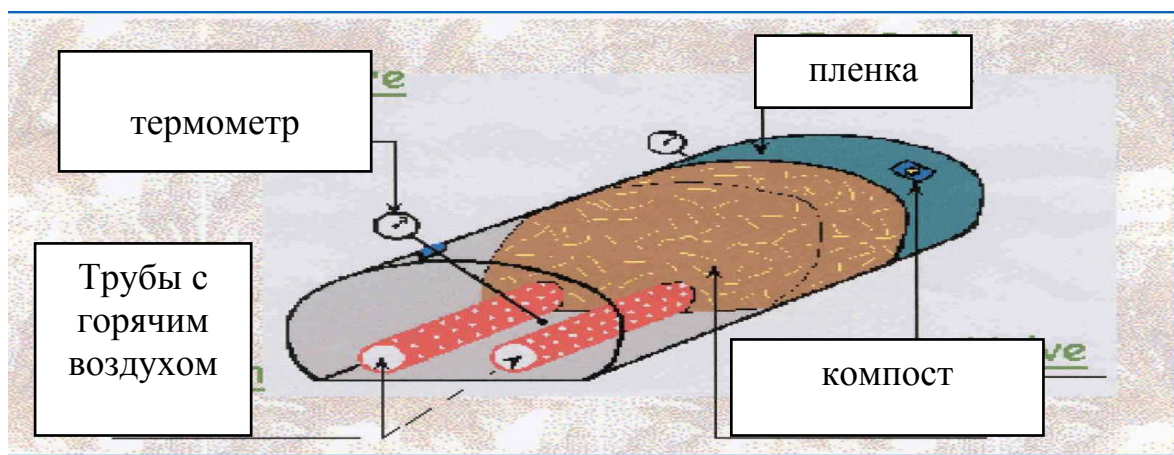


Рис. 9. Схема ускоренной ферментации

Горячий воздух подается по трубопроводу к буртам шириной 4 метра с помощью компрессора. Сверху бурт накрывается полиэтиленовой пленкой размером 50x12 метров. Технология может применяться, как на открытой площадке (рис.10 а, б), так и в закрытом помещении (рис.9).



а)



б)

Рис.10. Ускоренная ферментация на открытой площадке: а) система ферментации бурта; б) площадка ферментации

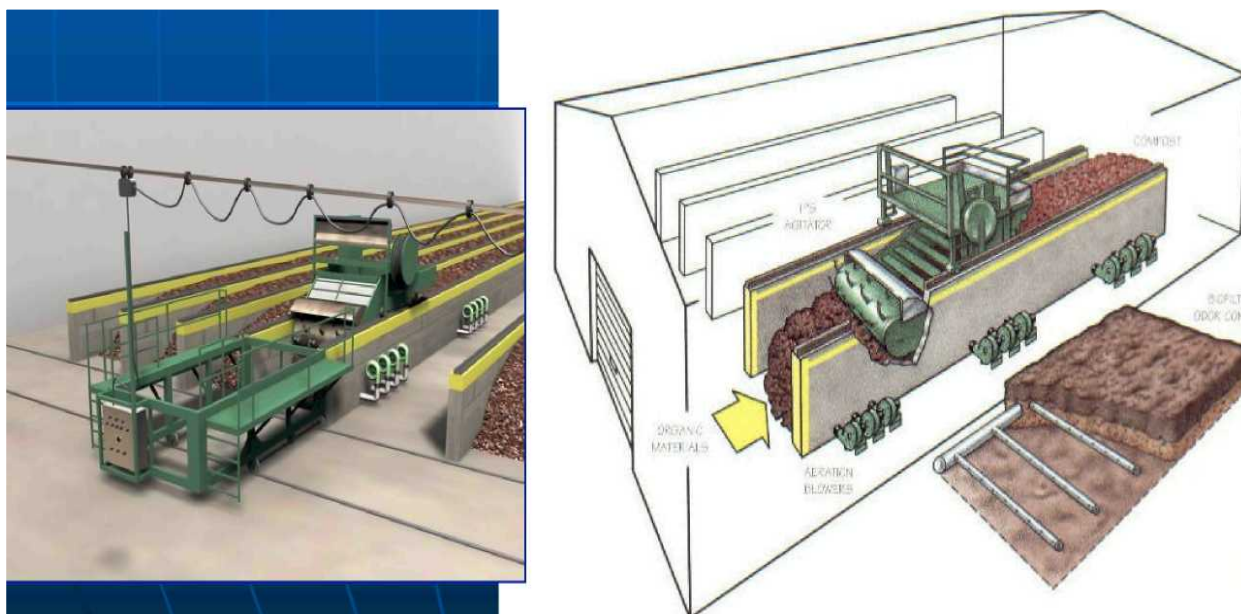


Рис.11. Ускоренная биоферментация в помещении

В вермихозяйствах Северной Америки используется технология ускоренной ферментации в отсеках, на дно которых подается теплый воздух по трубам (давление 160 атм.) Предварительная сборка и укладка субстрата для ферментации представлены на рисунках 12, 13.



Рис.12. Система прекомпостирования субстрата в закрытом помещении.
Сборка и подготовка



Рис.13. Предварительное компостирование. Укладка субстрата

7.2.2 Формирование ложа из субстрата (места содержания червей)

В зависимости от различных факторов: климат и метеоусловия; количество органических отходов (сырья), которое необходимо переработать; объем финансирования; наличие необходимого оборудования предлагается несколько способов содержания компостных червей в субстрате при вермикомпостировании органических отходов. К ним относятся следующие:

- вермибурты (стационарные и самодвижущиеся);
- вермиящики (гряды, ящики, лотки, контейнеры и т.д.);

7.2.2.1 Формирование вермибуртов

Стационарные бурты. Стационарные вермибурты можно использовать как в помещениях, так и вне их, но такая система требует больших открытых площадей или помещений. Кроме того, в северных широтах во время зимы такой метод достаточно сложно и дорого применять. Затруднена операция отделения полученного вермикомпоста от червей, так как при больших

объемах перерабатываемых органических материалов необходимо использовать специальный сепаратор или вермикомбайн (машина для отделения дождевых червей и их коконов от вермикомпоста).

Стационарные вермибурты на открытых площадках. Бурты ориентируют по направлению господствующих ветров, по длинной стороне с севера на юг с учетом структуры местности и рельефа так, чтобы вся лишняя вода вытекала из них.

Местность размечают деревянными колышками длиной 50–60 см, которые забивают в землю через каждый метр по всей длине будущего ложа, что позволит точно заселять червей в нужном количестве на 1 м². Ложа формируют одинаковой длины, кратной 2 (2, 4, 6, 8, 10 м. и т.д.). Ширина ложа зависит от механизации процесса и может быть различной. Рекомендуется использовать бурты шириной 1–2 м, длиной 50 метров с проходами между ними 90 см., глубиной летом до 15 см, зимой – 25 см. По такой технологии разработаны два варианта.

В первом случае по бокам бурта формируют дощатый каркас высотой 40 см (рис.14 а), во втором – штабель формируется без досок (рис.14 б).



а)



б)

Рис.14. Стационарные бурты на открытых участках: а) стационарные бурты с дощатым каркасом; б) стационарные бурты без каркаса

Окончательная высота бурта формируется постепенно в результате 5-6 подкормок червей. Начальная высота, которую формируют из базового субстрата составляет 10-15 см.

Для защиты червей от кротов на дно бурта укладывают металлическую сетку с ячейками 16x15 мм и кромкой по периметру высотой 25 см. Вместо пленки может быть использована полиэтиленовая пленка, перфорированная для стока воды.

Зимние стационарные вермибурты на открытых площадках. Описанный выше, способ формирования стационарных буртов, может использоваться в летнее время. Размер зимних вермибуртов отличается от летних по высоте, поскольку на дно укладывается слой свежего навоза (25–30 см), при ферментации которого выделяется тепло. Бурт в зависимости от высоты накрывают слоем измельченной соломы (10 см) или свежего навоза с соломой (навоз КРС, конский), немного увлажненного (20–30 см). Сверху навоз накрывают тонким слоем соломы. Над буртом ставят пленочный тоннель из прозрачной пленки на высоте 10-15 см (воздушная подушка).

При высоте бурта 50-60 см используют солому, сено. При высоте 40–50 см – навоз с соломой, 60–65 см – накрывают непосредственно пленкой, фиксируя края. Увлажнение не проводят.

Формирование стационарных вермибуртов в закрытом помещении. Вермикомостирование в больших масштабах на открытом воздухе требует сооружения различного типа навесов или покрытий для того, чтобы уберечь червей от дождя, ветра и воздействия прямых солнечных лучей. В зоне центрального Нечерноземья более приемлем способ содержания червей в закрытом помещении, однако, он требует затрат на отопление помещения. Недостатком этого способа, так же как и предыдущих, является затруднение операции отделения червей от субстрата и высокие трудозатраты при этом.

Стационарные бурты (вермиложа) в закрытых помещениях (бывшие коровники, свинарники, ангары и т.д.) формируют так же, как и на открытых участках. Их количество определяется размером помещения.

Ящичный способ. Для ящичной культуры рекомендуется использовать ящики размером 36х40х12 см, которые наполняют базовым субстратом. Их изготавливают из тонких досок и устанавливают на стеллажах по 4–10 штук. Стеллажи располагают так, чтобы между ящиками, находящимися друг над другом, оставались промежутки воздуха. В дне ящиков делают 6-8 отверстий размером 2–3 см. Ящики могут быть заменены лотками (рис.15), которые также устанавливают на стеллажах.



Рис.15. Производство вермикомпоста в лотках

7.2.3 Содержание червей в субстрате – вермикомпостирование

7.2.3.1 Заселение червей в субстрат

После закладки субстрат увлажняют, поливая его дождеванием в течение 15-30 дней. Это позволяет удалить остатки мочевой кислоты, насытить субстрат кислородом. Одновременно с поливом определяют температуру и pH среды, которую корректируют в случае низких значений, добавляя гашеную известь или мел (300 г/м^2), поливая водой. Для оценки реакции среды в субстрате используют индикаторную бумагу или pH – метр.

Перед заселением проводят тест 50 червей на пригодность субстрата. Для этого 50 взрослых особей помещают в 2–4 л емкости с субстратом на сутки при температуре 20°C. По истечении времени экспозиции червей подсчитывают, определяют их жизненное состояние. Субстрат считается

пригодным к заселению в случае нормальной жизнедеятельности всех 50 особей.

Червей заселяют в базовый субстрат, равномерно распределяя их по поверхности лежа вместе с субстратом, в котором они находились. Эту операцию проводят вручную или механизировано. С этой целью могут использоваться кормораздатчики РММ-5, КУТ-2,0М, в которых устанавливают ящики с маточным материалом. На 1 м² заселяют от 10 – 12 тысяч особей. Норма заселения зависит от цели получения конечного продукта: при вермикULTивировании (выращивании червей) плотность заселения должна быть не более 10 тысяч особей на 1 м² высотой 20–25 см², при производстве биогумуса – не более 20 тысяч особей на 1 м².

Заселение червей проводят в пасмурную погоду или вечерние часы, чтобы исключить воздействие солнечных лучей. Ложа после углубления червей поливают водой и укрывают мешковиной или другим материалом. При вермикомпостировании на открытых участках в качестве укрывного материала используют солому.

После заселения базового субстрата черви примерно месяц адаптируются к новым условиям.

7.2.3.2 Уход, подкормка, учет червей

После формирования лож и заселения червей постоянно следят за физико-химическими показателями субстрата (рН, температура, влажность). Для постоянной регистрации температуры в бурте устанавливают термометры.

Увлажнение. Проводится по мере снижения влажности материала до 72 – 73 %. В закрытом помещении 1 раз в неделю. Определить влажность субстрата можно с помощью влагомера или простым приемом, сжав в кулаке горсть субстрата. Если субстрат влажный, но вода не сочится сквозь пальцы, то влажность можно считать оптимальной. Увлажнение может выполняться вручную с помощью лейки, а также механизировано с использованием

трактора Т-25 с емкостью – полуприцепом объемом до 3,0 м³ с насосом и распылителями, оросительные установки.

Используемая вода для полива лож не должна содержать хлора и других вредных примесей, ее состав должен соответствовать требованиям к воде питьевого назначения. Температура поливной воды должна быть не менее 20–22°C. Можно использовать воду из колодцев, рек, прудов, каналов, предварительно отстаивая ее в специальном резервуаре.

Подкормка. Первая подкормка червей проводится не раньше, чем через 30 дней после заселения червей в субстрат, последующие - 1 раз в 7-10 дней. Новым кормом служит субстрат, подготовленный по описанной ранее технологии, т.е. прошедший период ферментации и протестированный на пригодность для червей (тест 50 червей).

Новый корм вносят на поверхность ложа сверху слоем 5-7 см так, чтобы на 1 м² было занято 0,7 м². Остальная площадь остается открытой и служит страховочным слоем для червей, если субстрат является не пригодным. Через сутки кормом заполняют оставшуюся часть. Технология проведения подкормки аналогична операции формирования ложа. Для формирования ложа высотой 45–50 см проводятся 5–6 подкормок.

Подкормка червей по технологии «шагающая гряда» Для регионов с резко континентальным климатом определенный интерес представляет грядный способ с боковым распределением подкормки, который можно с успехом использовать как в помещениях, так и на открытых площадках в теплое время года.

Способ получения биогумуса, включающий получение биогумуса путем вермикомпостирования органических сельскохозяйственных и промышленных отходов с использованием промышленной линии дождевых (компостных) червей *Eisenia fetida* состоит в том, что подкормку и увлажнение вермикультуры производят только с одной боковой стороны сформированного стационарного бурта. Популяция взрослых особей червей перемещается в горизонтальном (латеральном) направлении поперек бурта в зону свежей и

влажной подкормки, создавая активно работающую зону вермикультивирования. Для создания оптимальных условий аэрации, влажности и температуры активно работающую зону бурта укрывают нетканым материалом. Кокон и появляющаяся молодь червей остаются в центральных частях бурта. По мере одностороннего насаивания компоста на борт происходит его расширение и движение. Из противоположной части бурта - зона созревания биогумуса большая часть популяции червей уходит. Переработанный субстрат (биогумус-сырец) постоянно отбирается для подсушивания и просеивания. Одновременно с подкормкой с противоположной стороны бурта удаляется слой переработанного субстрата, содержащего копролиты дождевых червей. Таким образом, при постоянном насаивании подкормки на одну сторону бурта и одновременном отбирании переработанного субстрата с противоположной стороны происходит перемещение самого бурта в одном направлении, то есть борт с вермикультурой становится смещаемым (подвижным) в пространстве.

Технологические характеристики:

1. размеры бурта: ширина 3–4 метра, длина произвольная, высота 50–60 см, ширина междурядий 80–90 см;
2. плотность заселения особей 10-15 тысяч на 1 м²;
3. технологический режим: 90 рабочих дней при температуре воздуха в 20–24°C и влажности 70–80 %.

Грядный способ с боковым распределением подкормки упрощает технологическую операцию снятия избыточной массы червей, улучшает качество вермикомпоста, а также позволяет рационально использовать производственную площадь помещений

Такой способ вермикультивирования позволяет разработать технические средства, обеспечивающие приготовление субстрата, его доставку, формирование основных гряд и распределение подкормки, а так же переработку вермикомпоста-сырца. Указанный выше, способ был запатентован компанией Грин – Пикъ в 2002 году.

Учет червей в ложах. В промышленном разведении червей под ложем подразумевается площадка площадью 2 м^2 (1×2). Этой единицей измерения пользуются при всех подсчетах, касающихся производительности, питания, размножения червей. В ложе содержится в среднем 100 000 червей разной величины с коконами.

Для оценки развития популяции червей проводят их качественный и количественный учет. Количественный учет включает в себя подсчет численности и биомассы червей в пробах по специальной технологии.

Учет червей. Пробой считается отобранный субстрат с червями на площади 10×10 см на всей глубине субстрата. Для этого в разных местах ложа на протяжении всей длины в 20 см от края в шахматном порядке отбирают несколько проб специальным пробоотборником или рожковой вилкой с тупыми концами. В отобранных образцах подсчитывают численность всех червей, определяют общую биомассу. Одновременно учитывают количество взрослых особей и молодь. Полученные результаты делят на количество проб, значение умножают на 100, получая средние показатели на 1 м^2 площади ложа. Коэффициент прироста популяции червей в месяц в среднем равен 1,1. Однако, в зависимости от вида базового субстрата и условий содержания червей это значение может быть выше или ниже.

Отделение червей от субстрата. Процесс вермикомпостирования органических отходов в вермиложах длится около 3 месяцев, зимой – 6 месяцев (на открытой площадке). За это время базовый субстрат преобразуется в вермикомпост и требуется отделение его от червей. При использовании технологии содержания червей в стационарных ложах этот процесс является очень трудоемким и продолжительным и требует специальных способов.

В течение 3 недель червей содержат «на голодном пайке», т.е. не проводят подкормку. По истечении этого срока на поверхность ложа наносят слой свежего корма и увлажняют его. Голодные черви заползают в субстрат. После этого на 2–3 день снимают 15 см. верхнего слоя с червями, из которого

формируют новое ложе. Процедуру можно повторить до полного извлечения червей.

В условиях открытых лож первое отделение червей начинают в апреле после 15–30 дневной стратификации в марте. При этом разделяют ложа, сформированные в октябре на три новых с выборкой червей и гумуса. Следующее отделение проводят в июле. Однако, снимают только половину ложа по ширине каждые 6–7 суток по 5 см трехкратно, не внося нового корма. В результате одна половина ложи оказывается больше другой на 15 см. Затем поверхность сравнивают и оставляют до октября.

В октябре проводят третье разделение лож с выборкой гумуса из апрельских лож и четырехкратное – июльских (без выборки гумуса). Таким образом, процесс формирования вермикомпоста на открытых площадках длится 6 месяцев.

7.2.3.3 Доработка биогумуса – сырца

Сушка. Проводится на участке гумификации и сушки сырца. Продолжительность операции – 45 дней. Подсушка проводится в естественных условиях при расстилании биогумуса тонким слоем (10-15 см) на поверхности пола. Влажность биогумуса должна составлять – 50 -60 %.

Просеивание и очистка – просеивание сырца через сито, очистка его от твердых примесей. Отсортированный по фракциям, биогумус перемещают на участок товарной продукции. Для просеивания готового продукта используются сепараторы (рис.16).



Рис.16. Устройство для просеивания биогумуса

7.3 Автоматические системы и реакторы непрерывного действия

На основе анализа производственной деятельности вермихозяйств в России установлено, что процесс производства вермикомпоста отличается низким уровнем механизации выполнения технологических операций, что в условиях прогрессирующего из года в год накопления органогенных отходов, не может полностью решить проблему их утилизации. Немало, безусловно, могут сделать многочисленные мелкие (аграрно-фермерские) вермихозяйства.

Проблема же экологической защиты наиболее крупных городов и регионов от загрязнения органогенными отходами может быть решена только путём создания высоко-производительных промышленных вермикомплексов, являющихся, к тому же, высокорентабельными предприятиями.

Эти системы имеют ряд **преимуществ** перед традиционными технологиями вермикомпостирования в ложах:

1. быстрый возврат капитальных затрат;
2. мало ручного труда;
3. использование малых площадей;
4. минимальные потери питательных веществ;
5. легкость сбора вермикомпоста без червей.

Основными **недостатками** этих технологий являются:

- 3 высокие капитальные затраты;
- 4 требуется грамотное управление и техническое обслуживание реакторов.

Ниже представлено описание и технологические характеристики некоторых реакторов - вермикомпостеров, разработанных в России и за рубежом, использование которых предлагается в Рязанской области.

1. Способ механизированного многоярусно-поточного вермипроизводства на основе органо-кормового субстрата “vermi” в настоящее время внедряется в составе комплексного проекта «Реконструкция завода утилизации бытовых ресурсов («ЗУБР») в г. Могилёве».

Вариант одного из промышленных комплексов-модулей вермипроизводства в многоярусных подвижных ложах на основе отходов годовой мощностью по сырью 35 000 тонн представлен на плане (рис. 17).

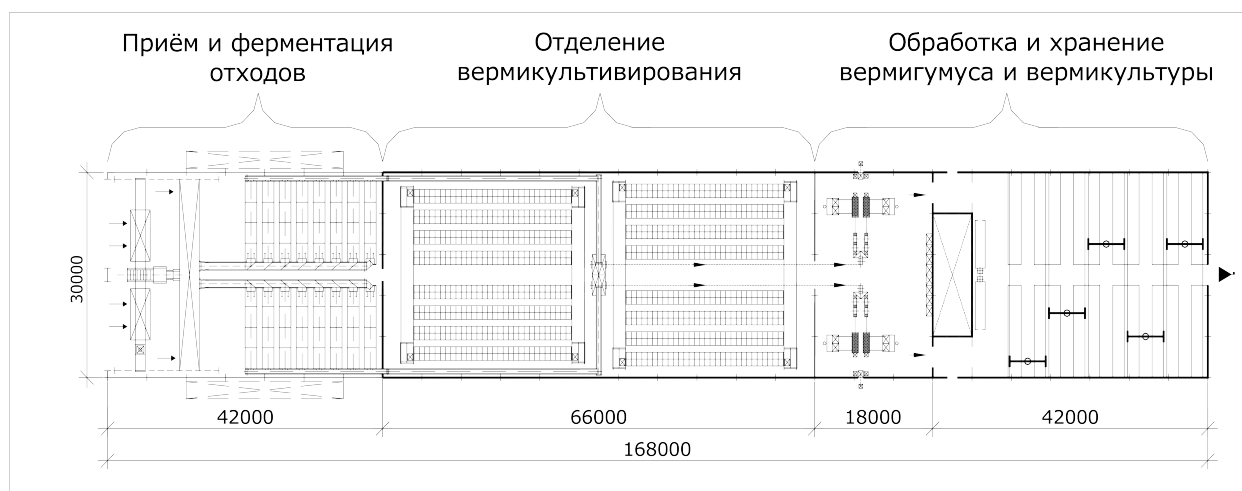


Рис.17. План промышленного комплекса-модуля вермипроизводства в многоярусных подвижных ложах на основе отходов годовой мощностью по сырью 35 000 тонн (Ключенович, 2007)

Анализ проектов промышленных комплексов вермипроизводства различной мощности показывает их особую финансово-экономическую привлекательность. Достаточно сказать, что рентабельность вермипроизводства даже на сырьевой базе коммунально-бытовых отходов составляет, по минимальным расчётам, не менее 100%.

2. Непрерывный автоматический вермиреактор, функционирующий в Северной Америке (рис. 18, 19).

Технические характеристики:

- 6 длина – 40 м; ширина – 2,4;
- 7 высота: общая 1,8 м, вермиложа 0,9 м; насаивание корма: лебедка;
- 8 скребковая система: гидравлическая система;
- 9 производительность: полное заполнение реактора через 30–45 дней. Полная мощность – 1000 тонн органических отходов в год (3 т/день)



Рис. 18. Вермикомпостер на разных стадиях сборки



Рис. 19. Вермикомпостер в работе: а) заселение червей в субстрат; б) вермикомпостирование

Глава 8. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГУМУСА В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ

Среди основных экологических проблем современности важное место занимает проблема утилизации органосодержащих отходов промышленного животноводства (навоз КРС, свиней, птичьего помета и др.), т.к. использование больших их объемов сложно в организационном плане, и, кроме того, в ряде случаев внесение их сопровождается загрязнением почвы патогенной микрофлорой и экологически опасным увеличением в почве биогенных элементов.

Снизить негативное воздействие на окружающую среду можно разными способами, среди которых одним из наиболее перспективных, на наш взгляд, является биоконверсия отходов животноводства с получением биогумуса (вермикомпоста).

Многие исследователи (Касатиков В.А. и др., 1994; Лазарчик В.Е. и др.,) отмечают, что биогумус по сравнению с подстилочным навозом характеризуется более высоким содержанием гумуса, большей влагоемкостью и механической прочностью гранул, лучшими физическими свойствами и агрохимической характеристикой. Кроме того, они отличаются большим количеством полезной микрофлоры, различных ферментов, гормонов роста и развития растений. Все это обуславливает более высокий эффект, проявляющийся в повышении урожайности и качества культур и улучшении практически всех характеристик удобряемых почв.

Мерзлая Г.Е. и др. (2000), и Гайнуллин Р.М. (2002) и др. указывают на то, что вермикомпосты в дозах 3–12 т/га оказывают на свойства почвы примерно такой же эффект, как традиционные органические удобрения, применяемые в дозах (20–40 т/га). При этом агрономический эффект 1 т биогумуса приравнивается примерно 10 т подстилочного навоза (Корпец И.П., 1998).

По данным Варламовой Л.Д. (2007) удобрения оказали достоверное положительное влияние на урожайность сахарной свеклы, увеличив ее на 13–113 %. Наибольший эффект получен от навоза и биогумуса дозе 9 т/га,

минимальные изменения — при первой опытной дозе вермиудобрения. В последствии на столовой свекле наиболее высокий эффект от применения вермикомпоста в дозах 6 и 9 т/га, минимальная доза этого удобрения (3 т/га) действовала на уровне подстилочного навоза (40 т/га). При этом удобрения существенно увеличили долю товарной продукции в структуре урожая. На урожайность столовой моркови (второй год последствия) удобрения оказали значительно меньшее действие, не влияя на структуру урожая. Однако и на третий год после внесения вермиудобрения несмотря на значительно более низкие дозы, превосходили действие подстилочного навоза. В сумме за три года удобрения позволили получить дополнительно 0,20-0,66 кг к.ед/м² — товарной продукции, то есть увеличили урожайность культур на 17–55%.

Результаты опыта показывают, что вермикомпост, полученный на основе подстилочного навоза КРС, даже в минимальной дозе (3 т/га) при выращивании столовых корнеплодов действовал на уровне навоза (50 т/га), а в дозах 6 и 9 т/га существенно превосходил его.

Эти данные свидетельствуют о том, что положительный эффект применения вермикомпоста обусловлен не только количеством и степенью доступности питательных элементов в самом удобрении, но и другими факторами, в частности, влиянием на доступность питательных элементов самой почвы.

Было отмечено, что внесение вермикомпоста в дозах 6 и 9 т/га позволило увеличить содержание сырого протеина в сахарной свекле, не оказав при этом негативного влияния на количество клетчатки. По содержанию нитратов вся полученная продукция соответствовала нормативным требованиям. Применение вермикомпоста не увеличило содержание нитрат ионов в корнеплодах по сравнению с контролем, однако и преимущества перед навозом и пометом не имело. Содержание сухого вещества в корнеплодах изменялось незначительно, причем только на свекле проявлялась тенденция его увеличения при внесении удобрений. Вермикомпост в дозе 9 т/га существенно увеличил содержание витамина С в сахарной свекле, однако на

моркови его преимущества перед более низкими дозами удобрения не выявлено.

Таким образом, испытываемое удобрение оказало большее влияние на урожайность, чем на качество полученной продукции. Достоверного преимущества биогумуса перед навозом и пометом по влиянию на качество товарной продукции не выявлено.

Действие удобрения на урожайность культур является следствием комплекса изменений, происходящих в почве при их внесении. Немаловажная роль отводится микробиологическим процессам, поскольку от их активности в определенной степени зависит питательный режим почв и ее экологическое состояние в целом.

Представленные Варламовой Л.Д. данные свидетельствуют, что все изучаемые показатели отличаются высокой вариабельностью. Внесенные удобрения оказали положительное влияние на биоактивность почвы, что особенно отчетливо проявилось в отношении нитрифицирующей способности, которая увеличилась по сравнению с контролем на 0,86 мг/100г (навоз) – 2,05 мг/100 г (биогумус в дозе 9 т/га). В целом более существенное увеличение всех анализируемых показателей отмечено при внесении биогумуса, причем эффект возрастал по мере увеличения опытной дозы, достигая максимума при дозе 9 т/га.

Следует отметить, что применение данного удобрения в указанной дозе потенциально способно увеличить выделение CO_2 почти на 200 кг/га в сутки по сравнению с контролем и повысить обеспеченность почвы нитратным азотом в среднем на 6 кг/га за 14 суток или порядка 40 кг/га за вегетационный период.

Изменение микробиологической активности в той или иной степени оказывает влияние на питательный режим почвы, закрепляя или наоборот высвобождая различные элементы.

Анализ содержания гумуса в почве, проведенный после завершения эксперимента, показал, что количество его при внесении удобрений было

несколько выше, чем на контроле. Физико-химические свойства почвы менялись незначительно.

Содержание фосфора в почве варьировало от высокого до очень высокого. При этом в год внесения удобрений минимальное количество его было отмечено в вариантах с применением вермикомпост. Наиболее высоким оно было при внесении средней (6 т/га) и максимальной (9 т/га) доз биогумуса.

Обеспеченность почвы калием изменялась от низкой до средней. В год внесения ни одно из используемых удобрений не оказало положительного влияния на количество этого элемента в почве. На второй год исследований положительная динамика отмечена для средней дозы вермикомпоста, к завершению эксперимента содержание калия снизилось в всех вариантах с биогумусом и было минимальным на фоне максимальной его дозы (9 т/га).

Преимущество вермикомпостирования по сравнению с обычными способами компостирования специалисты видят в следующем.

Во-первых, отходы, заселенные червями, перестают выделять неприятные запахи. Так, в исследованиях, проведенных в Швеции, содержание в осадках сточных вод сульфидов, создающих неприятный запах этих отходов, после переработки червями снижается почти на порядок (Lofs-Holmin A., 1985; Tomati U., Grappelli A., Galli E., 1988).

Во-вторых, при вермикомпостировании происходит ускорение процесса разложения и минерализации органического вещества отходов, что связывают с улучшением их аэрируемости (Glathe H., 1975; Juste C., Solda P., 1983; Tomati U., Grappelli A., Galli E., 1986.).

В-третьих, в присутствии червей создаются благоприятные условия для деятельности микроорганизмов, которые подавляют развитие патогенных бактерий. По данным исследований, проведенных в Сельскохозяйственном университете в Стокгольме (Швеция), через 1 месяц после заселения ОСВ червями численность сальмонелл снизилась на 99 % (Lofs-Holmin A., 1985). Подобные результаты получены Н.В. Кузьминой (2005) и Л.В. Попкович

(2006), при этом эффективность снижения патогенных микроорганизмов зависит от технологии вермикомпостирования.

Исследованиями В.А. Касатикова (2003) установлено, что в процессе вермикомпостирования валовое содержание большинства токсичных элементов уменьшается за счет «разбавления» их соломой (20 % по массе) при подготовке субстрата и использования при нарастании биомассы вермикультуры. Кроме того, происходило снижение степени подвижности кадмия в зависимости от субстрата в 2–2,8, меди – в 3,47–4,1, никеля – в 2,7–4,2, цинка – в 2,1–2,8 раза.

По данным Е.В. Антоновой с соавторами (2004) и ряда других исследователей, при вермикомпостировании ОСВ со сверхнормативным содержанием ртути, цинка, свинца и железа количество их в готовой продукции снизилось на 30 %. А.В. Быкин, Б.В. Борысюк, Н.М. Мовчан (2004) отметили аналогичные изменения в отношении Zn, Cu, Hg, Co, Ni, однако содержание кадмия и свинца осталось неизменным; Ю.В. Гришко, Ю.В. Алексеев (2004) наблюдали снижение концентрации Мп, Си, Сг, но увеличение Pb, Cd, Ni; Н.В. Верховцева с соавторами (2004) отмечают снижение Cd и Cu, но увеличение Pb и Zn. Исследованиями Н.П. Решецкого (2004) установлено, что в целом содержание ТМ в вермикомпостах возрастало, по сравнению с исходными осадками, за исключением меди, цинка и марганца, концентрация которых снижалась. При этом в вермикомпостах снижалась суммарная радиоактивность ^{137}Cs , но увеличивалась – ^{90}Sr . По мнению других авторов (Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А., 2001), основные показатели химического состава вермикомпостов и исходных субстратов существенно не различаются.

Согласно выводам зарубежных специалистов, несмотря на способность червей накапливать тяжелые металлы, содержание ТМ в образующемся компосте не снижается, а, наоборот, несколько возрастает, что связывают с интенсификацией микробиологической деятельности, способствующей

высвобождению тяжелых металлов (Fleckenstein J., Graff O., 1982. Malecri M., Neuhauser., Loehr., 1982).

Изучение отличий между традиционными компостами и вермикомпостами, полученными из навозов КРС и свиного, птичьего помета и торфо-компостной смеси в лабораторном опыте, показало, что компостирование отходов с участием червей сопровождалось большими потерями органического материала, а также мобилизацией фосфора и калия (Калинина О.Ю., 2000). В то же время, переработанная червями органическая масса отличается более высоким коэффициентом гумификации. По данным В.А. Касатикова (2003) содержание азота и фосфора в вермикомпосте по сравнению с исходным субстратом снижается, а калия – увеличивается. В вермикомпосте в 3–3,5 раза увеличивается число бактерий и более разнообразен видовой состав микрофлоры, что влияет на уровень ферментативной активности, особенно активность оксидоредуктаз, дегидрогеназ, уреаз, фосфотаз, инвертаз (Егорова Е.В., 2006). При этом количество активизированных микроорганизмов в удобрении на основе ОСВ ниже, чем в вермикомпосте из навоза. В то же время, Н.В. Верховцева, Н.В. Кузьмина, О.В. Никифорова (2004) указывают, что вермикомпостирование не оказало влияния ни на численность, ни на видовое разнообразие микроорганизмов.

Некоторые исследователи считают, что вермикомпосты по сравнению с обычными компостами более гомогенны, обладают высокой водоудерживающей способностью и водопрочностью, которая определяет структуру почвы (Мельник И.А., 1991). Однако химические свойства вермикомпоста зависят от состава отходов, служащих сырьем для его производства, условий и продолжительности технологического цикла (Гайнуллин Р.М., 2002). По обобщенным данным, содержание в вермикомпосте органического вещества колеблется от 16 до 66 %, углерода – от 12 до 29 %, общего азота – от 0,6 до 3 %, фосфора – от 0,4 до 5 %, калия – от 0,3 до 2,5 % (Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А., 2001).

Вермикомпост используют до посева, при посеве и в подкормки. Рекомендуемые дозы его, в зависимости от конкретных условий, изменяются от 3 до 20 т/га (Ломакин В.С., Харламова М.Н., Жданов С.С. (1993); Ломако Е.И., Аскарлов Ф.М. (2003); Ломако Е.И., (2006)). Примерные нормы внесения на слабоокультуренных дерново-подзолистых почвах под зерновые в засушливый период составляют 10 т/га, при достаточном увлажнении-5 т/га (Мерзлая Г. Е. и др., 1994); на серых лесных и черноземных почвах – 2–4 т/га вермикомпоста при сплошном внесении и 250–300 кг/га при локальном (Стадник Б.Г., 1994). Как показали исследования ВИУА, наиболее оправданный способ применения вермикомпостов – локальный, в лунки при высадке рассады. Прибавка урожая то–матов в таком случае в 1,6–3,5 раза выше (в зависимости от исходного вида органического удобрения), чем при внесении вразброс (Мерзлая Г.Е. и др., 1995).

По отзывчивости на вермикомпост растения подразделяют на 4 группы. В первую группу – высоко отзывчивые – входят овощи и фрукты. Применение биогумуса под эти культуры обеспечивает прибавку урожая в среднем до 35 % и более (Мельник И.А., 1992). Во вторую группу – хорошо отзывчивые – отнесены все зерновые культуры, а прибавка урожая достигает 25 %. В третью и четвертую – средне и слабо отзывчивые – входят бобовые и масличные культуры, которые слабо реагируют на данное удобрение.

К настоящему времени накоплены многочисленные данные, свидетельствующие о том, что вермикомпост (биогумус) оказывает многостороннее влияние на свойства почвы: улучшается азотный режим, увеличивается запас подвижного фосфора и обменного калия (Эффективность компостов... (1994); Шикула Н.И., Фантух В.С., Науменко В.И. (1994); Мамеев В.В., Осмоловский В.В. (2000) и др.), причем с повышением дозы положительный эффект его проявляется сильнее. (Дедова О.В., Кузнецов Н.П. (1999); Киселева Н.И. (2000); Антонова Т.Н., Головинов А.А. (2001)).

Таким образом, биоконверсия органосодержащих отходов животноводства способствует уменьшению их объема, а полученный

биогумус увеличивает содержание в почве гумуса и других агрохимических показателей, повышает урожайность с.-х. культур и является экологически безопасным.

8.1. Агроэкологическая эффективность вермикомпостирования органических отходов Рязанской области

Поиск глобальных путей уменьшения негативного влияния токсических веществ на агроэкосистемы требует все большего внимания к решению проблемы утилизации, переработки органических отходов. При этом все более широкое применение получает метод вермикомпостирования с использованием компостных червей вида *Eisenia fetida*. Этим методом можно перерабатывать навоз КРС, свиной навоз, птичий помёт, городские отходы, в том числе и ОСВ. Одним из важнейших агротехнических преимуществ использования вермикомпоста в качестве органического удобрения перед традиционным подстилочным навозом является отсутствие в нём семян сорных растений.

В монографии «Дождевые черви в переработке отходов» (Стом и др., 2012) рассматриваются проблемы утилизации ОСВ промышленных предприятий, описаны методы по трансформации органосодержащих отходов с помощью компостирования термофильными бактериями и вермикомпостирования с помощью компостных червей.

Многочисленные исследования показывают, что применение данной технологии позволяет улучшить физико-химические свойства исходного сырья, делает возможным применение в агроэкосистемах органосодержащих отходов.

Были исследованные следующие виды субстратов-наполнителей:

- навоз КРС, влажность – 75%, органическое вещество – 21%, азот общий - 0,54%, фосфор общий - 0,28%, калий общий - 0,60%;

- куриный помёт, влажность -70%, азот общий - 2,2%, фосфор общий - 1,8%, калий общий - 1,1%;

- солома ячменная, содержание азота общего - 0,50%, фосфора общего - 0,20%, калия общего - 1,0%.

В лабораторных опытах изучали возможность использования вермикультуры для компостирования ОСВ г. Рязани, навоза КРС и куриного помёта.

Анализ физико-химических характеристик вермикомпостов показал, что свойства вермикомпостов в значительной степени зависят от состава исходного субстрата. В связи с этим нами проводилась сравнительная оценка агрохимического состава полученных вермикомпостов. Результаты представлены в таблице 9. Процесс вермикомпостирования за 70 дней во всех случаях сопровождался увеличением содержания биогенных элементов. При этом наибольшее увеличение азота (на 49%) произошло при трансформации куриного помёта в варианте: ОСВ +солома ячменя+куриный помёт. Содержание этого элемента повысилось на 36 % в варианте: ОСВ+солома+навоз КРС и на 13 % в варианте ОСВ+солома. Под влиянием компостных червей также происходило увеличение содержания общего фосфора и общего калия с 60% -113% и с 48%- 98%, соответственно. Реакция среды во всех вариантах в результате вермикомпостирования сдвинулась в нейтральную сторону.

Таблица 9- Влияние вермикомпостирования на агрохимический состав ОСВ.

Вариант	pH _{сол.}	Агрохимические показатели, % на сухое вещество				
		Влажность	Зольность	Азот общий	Фосфор общий	Калий общий
ОСВ	8,17±0,1	69,00±6,2	34,00±2,2	1,60±0,1	1,50±0,2	0,42±0,01
Вермикомпост (ОСВ+солома) (1:1)	6,80±0,1	52,00±4,2	35,00±2,3	1,80±0,2	2,40±0,1	0,62±0,03
Вермикомпост (ОСВ+ солома +навоз КРС) (1:1:1)	8,00±0,1	56,00±5,3	39,31±3,1	2,18±0,3	3,15±0,2	0,71±0,01
Вермикомпост (ОСВ+солома +куриный помёт)(1:2:1)	7,10±0,1	57,00±4,5	40,05±3,0	2,39±0,3	3,20±0,3	0,83±0,02

*Различия существенные для $P \geq 0,95$

Вермикомпосты, полученные на основе ОСВ, характеризуются хорошими агрохимическими показателями, что дает возможность использования их в полевых исследованиях.

Наука и практика наряду с поиском глобальных путей уменьшения негативного влияния токсичных веществ на агроэкосистемы все большее внимание сосредотачивают на проблемах утилизации, переработки органоминеральных отходов и использовании питательных макро- и микроэлементов. Использование вермикультуры для решения этой проблемы является перспективным, так как в результате биотехнологической переработки отходов производится не только ценное органоминеральное удобрение – вермикомпост, но и изменяется уровень содержания, а также степень подвижности и доступности ТМ.

Анализ вермикомпостов на основе ОСВ и органических отходов сельскохозяйственных предприятий показал пригодность исследуемых органосодержащих отходов для биотехнологической переработки и получения органоминерального удобрения с высокими агрохимическими свойствами.

Аккумуляция ТМ зависит от микроэлементного состава исходного субстрата и жизнедеятельности компостных червей. Нами было установлено влияние вермикомпостирования и исходного сырья на валовое содержание ТМ. Анализ данных, представленных в таблице 10, показывает, что в процессе подготовки базовых кормовых субстратов с наполнителями произошло снижение концентрации ТМ.

Таблица 10- Влияние вермикомпостирования на валовое содержание ТМ,
мг/кг

Показатели	ОСВ	Вермикомпост (ОСВ+солома) (1:1)	Вермикомпост (ОСВ+ солома +навоз КРС) (1:1:1)	Вермикомпост (ОСВ+солома +куриный помет) (1:2:1)
Zn	183,0±15,2	163,0±11,9	137,0±12,5	142,0±29,9
Cr	514,3±14,6	351,5±29,0	210,2±15,2	260,9±24,8
Cu	47,3±4,3	40,0±3,6	29,8±3,3	34,0±4,2
Pb	51,4±4,5	29,1±2,5	26,0±2,0	19,9±1,7
Ni	173,4±12,9	111,7±8,9	111,3±7,6	112,0±7,8
Cd	14,5±1,2	7,3±0,6	6,4±0,4	6,7±0,3

*Различия существенные для $P \geq 0,95$

В наших исследованиях была изучена возможность использования технологии вермикомпостирования с целью утилизации и рециклинга органосодержащих отходов сельскохозяйственных предприятий и городских ОСВ г. Рязани.

Формирование в посевах надземной биомассы является важным показателем жизнедеятельности растений на всех этапах их роста и развития. Результаты исследований показали, что вермикомпосты вызывают более интенсивное формирование фитомассы растений овса. В фазу выметывания метелки в 2008 году одно растение овса формировало от 21,5 до 34,99 г зеленой массы по вариантам опыта и в 2009 году – от 17,9 до 28,08 г. В первый год внесения максимальный прирост воздушно-сухой массы растений овса на 1,3 г по сравнению с контролем отмечен при внесении вермикомпоста, полученного на основе субстрата ОСВ+солома+куриный помёт (таблица 11).

Таблица 11- Действие вермикомпостов на динамику накопления фитомассы растениями овса по фазам роста и развития (г).

Варианты опыта	Фазы роста и развития							
	Выметывание метелки		Молочная спелость		Выметывание метелки		Молочная спелость	
	Зеленая масса	Воздушно - сухая масса	Зеленая масса	Воздушно-сухая масса	Зеленая масса	Воздушно - сухая масса	Зеленая масса	Воздушно - сухая масса
2008 год					2009 год			
Контроль	28,3±7,6	2, 7±0,1	21,5±5,03	3,5±0,2	21,2±1,5	2,1±0,1	17,8±2,3	2,1±0,1
Вермикомпост (ОСВ+солома)	42,7±6,7	6,2±0,3	22,45±7,0	4,6±0,1	32,0±2,1	3,1±0,1	28,1±1,3	3,3±0,2
Вермикомпост (ОСВ+солома +навоз КРС)	35,5±2,8	5,6±0,2	34,99±6,2	3,8±0,3	26,7±2,0	2,4±0,1	22,9±2,6	2,3±0,1
Вермикомпост (ОСВ+солома +куриный помёт)	42,2±2,5	6,4±0,2	33,26±9,1	4,8±0,1	31,7±1,3	3,0±0,3	27,3±3,1	3,2±0,2

*Различия существенные для $P \geq 0,95$

ОСВ+солома (1:1), ОСВ+солома+куриный помёт (1:2:1), ОСВ+солома+навоз КРС (1:1:1)

Рост растений представляет собой необратимое увеличение линейных размеров, поверхности, объема растительного организма. Он отражает наследственную особенность и всю совокупность процессов взаимодействия растительного организма с факторами внешней среды. Скорость роста растений зависит от интенсивности всех физиологических процессов: воздушного и корневого питания, снабжения водой и минеральными веществами, температурного режима.

Одной из главных задач данной работы было изучение влияния вермикомпостов на морфофизиологическую реакцию растений овса в вегетационный период.

В период проведенных наблюдений за ростом и развитием растений установлено, что в фазу молочной спелости линейный рост растений, сформированных на вариантах с вермикомпостами, превышал контрольные растения на 6,6-13,3%. В среднем за два года исследований наиболее интенсивный линейный рост отмечался в варианте ОСВ+солома+куриный помёт, при этом высота растений составляла 87,4 см. Максимальная высота растений по годам была отмечена в фазу молочной спелости при внесении вермикомпоста на основе смеси ОСВ+солома+куриный помёт: 84,2 см (2008 год) и 70,7 см (2009 год), что видно из данных в таблице 12.

Таблица 12- Линейный рост растений овса в зависимости от видов вермикомпоста (см).

Варианты опыта	Фазы роста и развития					
	2008 год		2009 год		Среднее за 2 года	
	Выметывание метелки	Молочная спелость	Выметывание метелки	Молочная спелость	Выметывание метелки	Молочная спелость
Контроль	29,6±1,6	74,2±3,6	22,8±1,3	62,3±2,1	26,2±2,2	68,3±1,8
Вермикомпост (ОСВ+солома)	32,7±2,5	78,7±3,4	25,2±1,5	66,1±1,8	28,9±1,3	75,4±2,0
Вермикомпост (ОСВ+солома +навоз КРС)	38,7±4,0	80,8±10,9	29,8±2,4	67,8±1,2	34,2±2,0	81,3±2,1
Вермикомпост (ОСВ+солома +куриный помёт)	42,8±8,2	84,2±3,4	32,9±3,2	70,7±1,5	37,9±1,9	87,4±1,5

*Различия существенные для $P \geq 0,95$

ОСВ+солома (1:1), ОСВ+солома+куриный помёт (1:2:1), ОСВ+солома+навоз КРС (1:1:1)

Опытами установлено положительное действие всех видов вермикомпостов на формирование листового аппарата. Увеличение листовой пластины в фазу молочной спелости составляло от 111,73 до 190,8 % в первый год исследования, а во второй -158,38-289,59%. Наибольшая площадь листьев отмечалась в опыте (вермикомпост на основе ОСВ+солома+куриный помёт). При внесении вермикомпоста на основе ОСВ+солома+куриный помёт растениями было сформировано на 2.1 шт больше листьев, чем в контрольном варианте. В вариантах с применением вермикомпостов на основе ОСВ+солома и ОСВ+солома+навоз КРС также наблюдалось превышение числа листьев (см. данные таблиц 13, 14).

Внесение ОСВ существенно изменяло морфологические признаки листьев растений овса. В среднем за годы исследований ОСВ усиливало линейный и латеральный рост листа 3-го междоузлия (таблица 15). Индекс листовой пластины оставался достаточно стабильным по вариантам опыта и фазам развития растений.

Таблица 13- Динамика ассимилирующей поверхности растений овса при использовании вермикомпостов.

Варианты опыта	Фазы роста и развития							
	Выметывание метелки		Молочная спелость		Выметывание метелки		Молочная спелость	
	Число листьев, шт	Площадь листьев одного растения, см ²	Число листьев, шт	Площадь листьев одного растения, см ²	Число листьев, шт	Площадь листьев одного растения, см ²	Число листьев, шт	Площадь листьев одного растения, см ²
2008 год					2009 год			
Контроль	5,4±0,9	71,97±3,4	5,6±0,5	97,19±4,1	4,1±0,8	50,25±2,1	4,7±0,4	61,29±2,0
Вермикомпост (ОСВ+солома)	5,9±0,3	102,8±2,3	5,7±0,7	108,59±3,0	5,4±0,6	67,94±2,1	5,6±0,2	97,07±1,6
Вермикомпост (ОСВ+солома +навоз КРС)	6,3±0,7	105,46±2,6	6,3±0,6	140,60±2,3	5,8±0,4	99,44±2,3	5,7±0,5	102,08±1,7
Вермикомпост (ОСВ+солома +куриный помет)	7,6±0,5	143,3±3,2	7,4±0,9	185,48±3,1	6,9±0,2	98,35±2,6	7,0±0,3	177,49±2,4

*Различия существенные для $P \geq 0,95$

ОСВ+солома (1:1), ОСВ+солома+куриный помет (1:2:1), ОСВ+солома+навоз КРС (1:1:1)

Таблица 14- Влияние вермикомпостов на морфометрические признаки листьев растений овса по фазам роста
(3-е междоузлие)

Варианты	2008 год						2009 год					
	Выметывание метелки			Молочная спелость			Выметывание метелки			Молочная спелость		
	Ширина, мм	Длина, мм	ИЛП	Ширина, мм	Длина, мм	ИЛП	Ширина, мм	Длина, мм	ИЛП	Ширина, мм	Длина, мм	ИЛП
Контроль	10,53	198,7	0,0553	12,11	220,0	0,0550	9,00	184,8	0,0481	10,23	200,3	0,0511
Вермикомпост (ОСВ+солома)	12,10	191,0	0,0630	13,16	205,9	0,0639	8,81	190,1	0,0463	11,81	216,1	0,0546
Вермикомпост (ОСВ+солома +навоз КРС)	12,32	202,7	0,0592	14,25	231,1	0,0617	9,20	201,9	0,0456	11,95	232,1	0,0515
Вермикомпост (ОСВ+солома +куриный помёт)	11,48	229,9	0,0500	15,31	233,0	0,0657	10,51	222,4	0,0473	12,01	230,0	0,0522

*Различия существенные для $P \geq 0,95$

ОСВ+солома (1:1), ОСВ+солома+куриный помёт (1:2:1), ОСВ+солома+навоз КРС (1:1:1)

Использование вермикомпостов оказало положительное влияние на фотосинтетический потенциал у растений овса. Максимальных значений данный показатель достигал при внесении вермикомпоста на основе ОСВ+солома+куриный помёт и превышал контроль на 62,9% (рисунок 20).



Рисунок 20- Фотосинтетический потенциал растений овса (млн м² дней/га) (молочная спелость)

Применение вермикомпостов сопровождалось значительным увеличением продуктивности фотосинтеза растениями овса опытных вариантов. У растений овса в опытных вариантах продуктивность фотосинтеза была больше на 28,1-42,3%%, чем таковая у растений в контроле. В варианте вермикомпост на основе ОСВ+солома+куриный помёт продуктивность фотосинтеза у растений достигала максимальных значений – 7,81 г/м²/сут, минимальной она была в варианте с вермикомпостом на основе ОСВ+солома 7,03 г/м²/сут (рисунок 21).

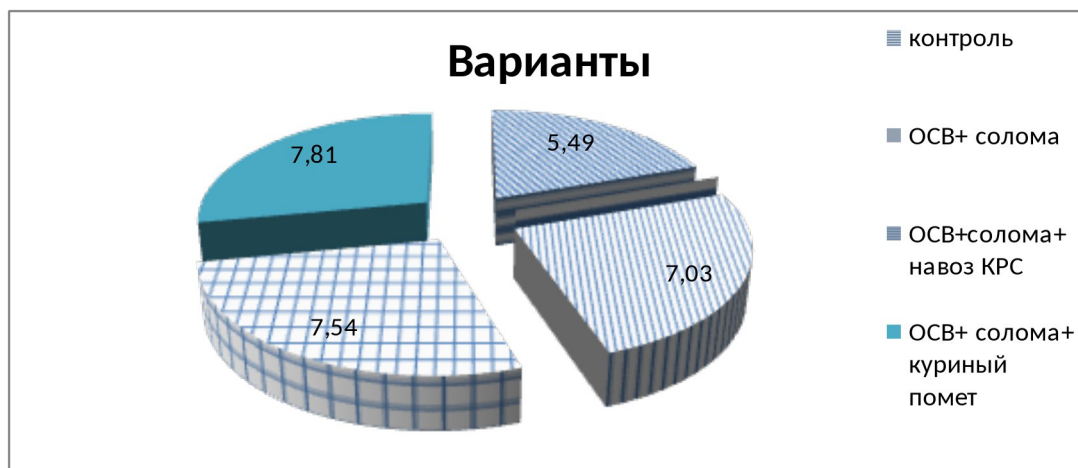


Рисунок 21- Чистая продуктивность фотосинтеза растений овса (г/м²/сут) (фаза выметывания метелки)

Фотометрический аппарат растений обладает одной чрезвычайно существенной особенностью: листья содержат такое количество хлорофилла, которое обуславливает высокий коэффициент поглощения энергии солнечной радиации. Из этого количества только небольшая её часть поглощается в процессе фотосинтеза, остальная часть создает для листа напряженный энергетический режим, тесно связанный с особенностями фотосинтетического аппарата растений.

Известно, что в зелёных листьях содержание хлорофилла меняется в процессе онтогенеза под влиянием разнообразных экологических факторов. Повышение количества хлорофилла рассматривается как положительное явление, т.к. излишний хлорофилл при благоприятных условиях может быть включен в фотосинтез.

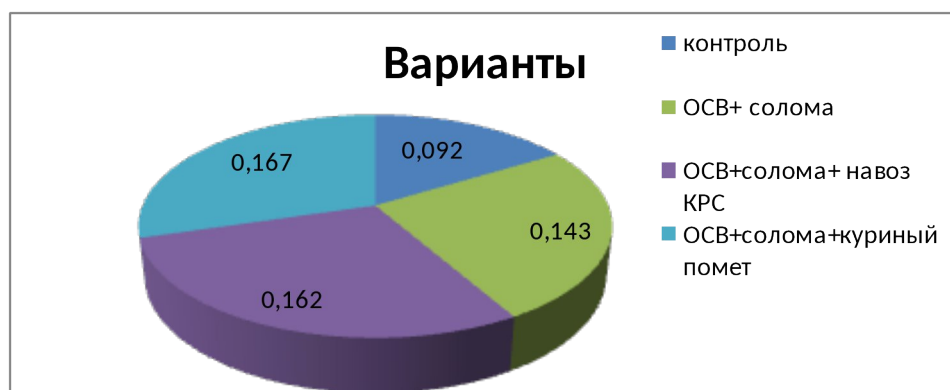


Рисунок 22- Содержание хлорофилла в листьях овса, (% на сырое вещество) (фаза выметывания метелки).

Установлено, что вермикомпосты способствовали увеличению содержания хлорофилла в листьях овса с 55,4% до 81,5% в зависимости от вида используемых вермикомпостов, что объясняется присутствием в вермикомпостах широкого спектра микроэлементов, участвующих в метаболизме. Наиболее высокий уровень содержания хлорофилла в листьях овса был при внесении вермикомпоста на основе ОСВ+ солома+куриный помёт.

Наблюдая за динамикой полевой всхожести растений овса в 2008 и 2009 годах, установили положительное влияние всех испытанных нами видов вермикомпостов по сравнению с контролем (таблица 15).

Таблица 15- Действие различных видов вермикомпоста на полевую всхожесть овса (в %).

Показатели	2008 год	2009 год
Контроль	83,0±2,5	72,0±2,8
Вермикомпост (ОСВ+солома) (1:1)	93,0±1,6	82,0±3,0

Вермикомпост (ОСВ+солома +навоз КРС)(1:1:1)	90,0±3,0	80,0±2,3
Вермикомпост (ОСВ+солома +куриный помёт) (1:2:1)	85,0±1,9	83,0±3,1

* Различия существенные для $P \geq 0,95$

Исследованиями установлено, что вермикомпосты обладают стимулирующим действием, которое проявляется уже на самых ранних фазах развития растений.

Ведущая роль в формировании генеративных органов растений принадлежит донорно-акцепторным связям, т.е. ассимиляционному аппарату, обеспечивающему питание генеративных органов. Более высокая продуктивность фотосинтеза и фотосинтетический потенциал опытных вариантов обеспечивали структурно-морфологическую перестройку растений овса в сторону увеличения численности генеративных органов (таблица 16). В опытных вариантах наблюдалось увеличение числа генеративных стеблей на 0,5-0,6 шт, мутовок в метелке - 3,1-2,5 шт на одно растение. Наибольшее увеличение числа генеративных органов отмечалось в варианте с использованием вермикомпоста на основе ОСВ+ солома+навоз КРС.

Таблица 16- Действие вермикомпостов на формирование типа побегов растений овса (шт/растение).

Варианты опыта	2008 год		2009 год	
	Вегетативные побеги	Генеративные побеги	Вегетативные побеги	Генеративные побеги
Контроль	1,06±0,3	1,40±0,5	0,95±0,1	1,19±0,7
Вермикомпост	0,90±0,1	2,10±0,2	0,85±0,2	1,67±0,4

(ОСВ+солома)				
Вермикомпост (ОСВ+солома +навоз КРС)	0,86±0,4	1,84±0,3	0,82±0,3	1,73±0,5
Вермикомпост (ОСВ+солома +куриный помёт)	1,11±0,2	1,90±0,2	1,09±0,6	1,71±0,2

*Различия существенные для $P \geq 0,95$

ОСВ+солома (1:1), ОСВ+солома+куриный помёт (1:2:1), ОСВ+солома+навоз КРС (1:1:1)

Наиболее заметное изменение структуры метелки вызывало применение вермикомпостов, полученных на основе субстратов: ОСВ+солома, ОСВ+солома+навоз КРС, ОСВ+солома+куриный помёт. Так длина метелки и число зерен у растений опытных вариантов были больше, чем у растений контрольная 16-24,1% и 17-21,7%, соответственно. Использование вермикомпостов обеспечивало некоторое повышение массы 1000 зерен (таблица 17).

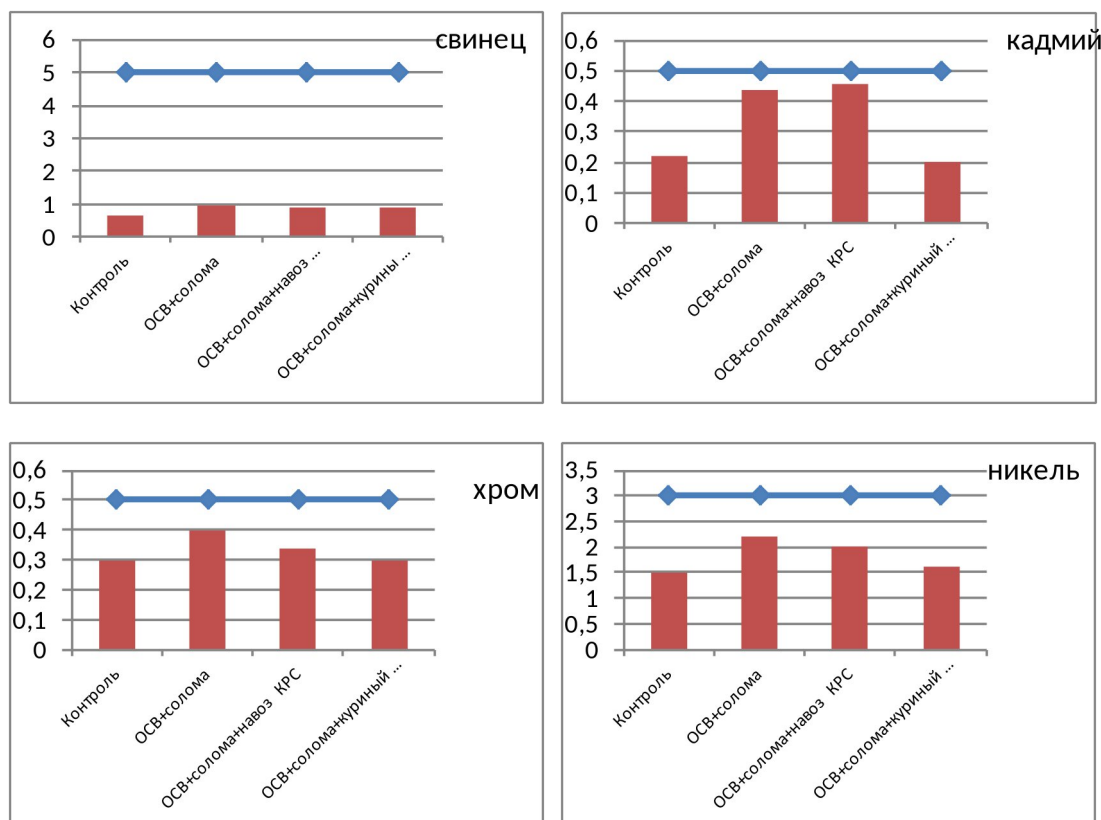
Таблица 17- Морфологические признаки генеративных органов растений овса, среднее за 2 года

Варианты опыта	Число стеблей одного растения, шт		Количество мутовок в метелке, шт	Метелка		Масса 1000 зерен, г
	Вегетативные	Генеративные		Длина, см	Число зерен, шт	
Контроль	1,0±0,07	1,3±0,1	3,2±0,2	13,7±1,5	30,0±1,6	27,7±1,9
Вермикомпост (ОСВ+солома)	0,8±0,05	1,8±0,2*	5,7±0,4	14,8±1,3	32,5±1,5	32,6±1,7*
Вермикомпост (ОСВ+солома +навоз КРС)	0,8±0,06	1,9±0,2*	5,9±0,3*	15,8±1,3*	34,5±1,5*	31,3±1,6*
Вермикомпост (ОСВ+солома +куриный помёт)	1,1±0,09	1,8±0,1*	6,3±0,5*	17,0±1,2*	36,5±1,4*	32,8±1,8*

* Различия существенные для $P \geq 0,95$.

ОСВ+солома (1:1), ОСВ+солома+куриный помёт (1:2:1), ОСВ+солома+навоз КРС (1:1:1)

Применение вермикомпостов сопровождалось некоторым увеличением содержания всех исследуемых ТМ в зеленой массе растений овса (*Avena sativa*) по сравнению с контрольным значением в пределах максимально-допустимых уровней во всех вариантах опыта (рисунок 23). Добавление птичьего помета в состав субстрата для вермикомпостирования осадка вызывало некоторое снижение транслокации всех тяжелых металлов в растения овса (*Avena sativa*) по сравнению с вермикомпостом на основе ОСВ+солома.



—◆— МДУ

Рисунок 23- Изменение содержания ТМ в растениях овса под влиянием различных видов компостов (сухая масса), мг/кг.

При оценке разложения льняного полотна в опытных вариантах с вермикомпостами за период вегетации *Avena sativa* отмечалась наибольшая целлюлозолитическая активность. Разложение льняного полотна протекало более интенсивно во всех опытных вариантах, чем в контроле в течение всего периода вегетации. Наибольшая целлюлозолитическая активность агрозёма торфяно-

минерального наблюдалась в варианте с применением вермикомпоста на основе ОСВ+солома+куриный помёт, превышая контроль на 13,9% (рисунок 24).

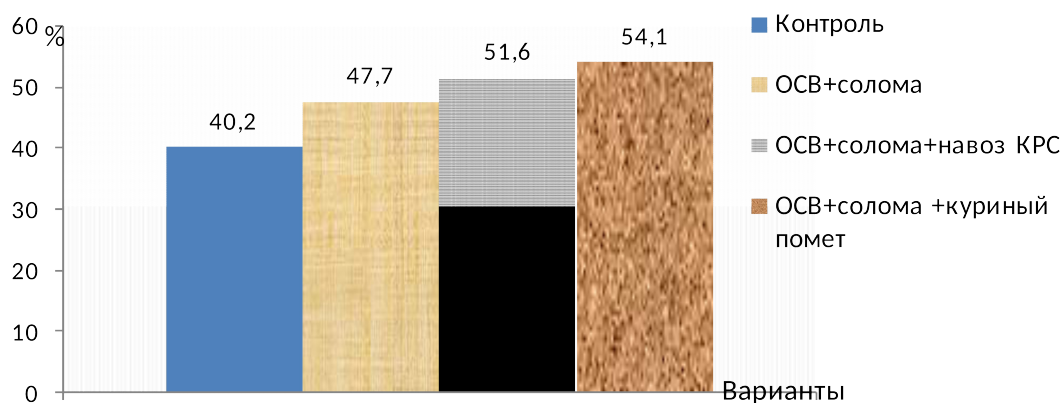


Рисунок 24- Изменение биологической активности почвы под влиянием различных видов вермикомпостов, % (среднее за 2 года).

Внесение вермикомпостов способствовало улучшению азотного, фосфорного и калийного режимов агрозёма торфяно-минерального. Происходило увеличение содержания общих форм фосфора, калия и азота соответственно на 0,92-1,23%, 0,19-0,49%, 0,78-1,02%. Использование вермикомпоста на основе ОСВ+солома+куриный помёт обеспечивало наиболее высокий уровень азота, фосфора и калия в агрозёме торфяно-минеральном. Незначительное изменение агрохимического состава агрозёма торфяно-минерального происходило под влиянием вермикомпоста на основе ОСВ+солома (таблица 18).

Таблица 18- Влияние вермикомпостов на агрохимический состав агрозёма торфяно-минерального (% на сухое вещество)
(среднее за 2 года)

Наименование показателя	Контроль	Вермикомпост (ОСВ+ солома)	Вермикомпост (ОСВ+солома+ навоз КРС)	Вермикомпост (ОСВ+ солома +куриный помёт)
pH _{KCl}	6,20±0,1	6,60±0,1	6,70±0,1	6,10±0,1
Общий азот	0,34±0,03	1,12±0,1	1,01±0,06	1,36±0,11
Общий фосфор	0,17±0,15	1,09±0,07	1,16±0,10	1,40±0,13
Общий калий	0,19±0,02	0,38±0,03	0,41±0,03	0,68±0,05
C _{орг}	3,55±0,28	3,67±0,29	3,69±0,29	3,84±0,31

*Различия существенные для $P \geq 0,95$

ОСВ+солома (1:1), ОСВ+солома+куриный помёт (1:2:1), ОСВ+солома+навоз КРС (1:1:1)

Определяющим агроэкологическим показателем состояния агроценозов при использовании вермикомпостов на основе ОСВ является изменение агрохимических свойств почвы, её биологическая активность, содержание ТМ, их способность к транслокации в растения.

Таблица 19- Влияние вермикомпостов на валовое содержание ТМ в агрозёме торфяно-минеральном, мг/кг (среднее за 2 года)

Показатели	ПДК ОДК	Контроль	Вермикомпост (ОСВ+ солома)	Вермикомпост (ОСВ+ солома +куриный помёт)	Вермикомпост (ОСВ+солома +навоз КРС)
Cu	33	3,05 ±0,24	3,67±0,22	6,22±0,52	7,02±0,28
Zn	55	6,45 ±0,51	9,00±0,40	8,60±0,43	9,10±0,35
Ni	20	3,60 ±0,20	5,16±0,30	6,80±0,23	5,40±0,31
Cd	0,5	0,23 ±0,01	0,24±0,02	0,41±0,03	0,32±0,01
Pb	32	3,5 ±0,31	6,72±0,62	5,97±0,43	8,04±0,37
Cr	-	6,6 ±0,45	4,72±0,38	5,07±0,30	3,06±0,22

Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве
ОСВ+солома (1:1), ОСВ+солома+куриный помёт (1:2:1), ОСВ+солома+навоз КРС (1:1:1)

Исследованиями установлено, что применение вермикомпостов на основе ОСВ способствовало повышению содержания в почве микроэлементов (медь, цинк, никель, кадмий, свинец), но их уровень не превышал ПДК. Превышение к

контролю составило: по меди от 22,3 до 130,2 %; цинку – от 33,3 до 41,1 %; никелю - 43,3-88,8 %; кадмию - 4,3-78,3 %; свинцу - 70,6-129,7 %, в зависимости от вида вермикомпоста (таблица 19).

Глава 9. КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БИОКОНВЕРСИИ ОРГАНСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Современное состояние сельскохозяйственных почв России характеризуется выведением из оборота пахотных земель, развитием на этих площадях зарослей, сорных растений, вредителей и болезней. На возделываемых площадях не компенсируются элементы питания выносимые с урожаем, что приводит к отрицательному балансу питательных веществ и потерям гумуса. Гумус образуется и накапливается в почве в результате сложного процесса гумусообразования. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют, что для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах России необходимо ежегодно вносить в среднем на 1 га 7-8 т органических удобрений в переводе на подстилочный навоз. Успешно решать задачи сохранения и восстановления нарушенных земель и ландшафтов, повышения продуктивности, экологической устойчивости и саморегулирующей способности экосистем возможно посредством экологической биотехнологии – вермитехнологии.

Выше был описан процесс биоконверсии органосодержащих отходов животноводства. Систематизировав данные была получена схема отражающая основные подходы к организации процесса. На рисунке 25 процесс биоконверсии разложен с точки зрения использования различных технологичных систем, которые отличаются уровнем механизации работ.

Технология вермикомпостирования отходов животноводства, представленная в виде структурной модели, отражает основные производственные вопросы. Однако для руководителей или лиц, ответственных за организацию производства, также представляет интерес составления календарных планов реализации технологии. Поэтому был разработан план реализации комплекса работ с использованием сетевого моделирования.

При разработке сетевой модели весь комплекс работ был разбит на ряд элементарных операций. Реализация операции предполагает получение конкретного результата. Сначала была составлена таблица 20 в которой определен комплекс работ.

Таблица 20. – Определение последовательности работ

Условное обозначение операции	Наименование операции	№ предшествующего события	№ последующего события
А	Подготовка площадки	1	2
Б	Формирование влагопоглощающей подушки	2	3
В	Внесение полужидкого навоза	3	4
Г	Аэрозия смеси, гомогенизация	4	5
Д	Погрузка смеси в транспортное средство	5	6
Е	Подготовка площадки или помещения для ложа	1	6
Ж	Подготовка ложа для вермикомпостирования	6	7
З	Разгрузка транспортного средства	7	8
И	Тест на пригодность субстрата	8	9
К	Заселение червей в субстрат	9	10
Л	Подготовка воды для поливки субстрата	9	11
М	Увлажнение ложа	10	11
Н	Подвозка субстрата для подкормки	6	12
О	Подкормка червей	10	12
П	Учет червей в ложах	10	13
Р	Отделение червей от субстрата	13	14
С	Не кормить червей	12	14
Т	Не поливать червей	11	14
У	Сушка биогумуса-сырца	14	15
Ф	Просеивание и очистка биогумуса-сырца	15	16

Нами была выбрана модель сетевого графика типа «события-работы», на которой события изображаются кружками, а работы (операции в нашем

случае) – стрелками, показывающими связь и последовательность операций (рис.26).

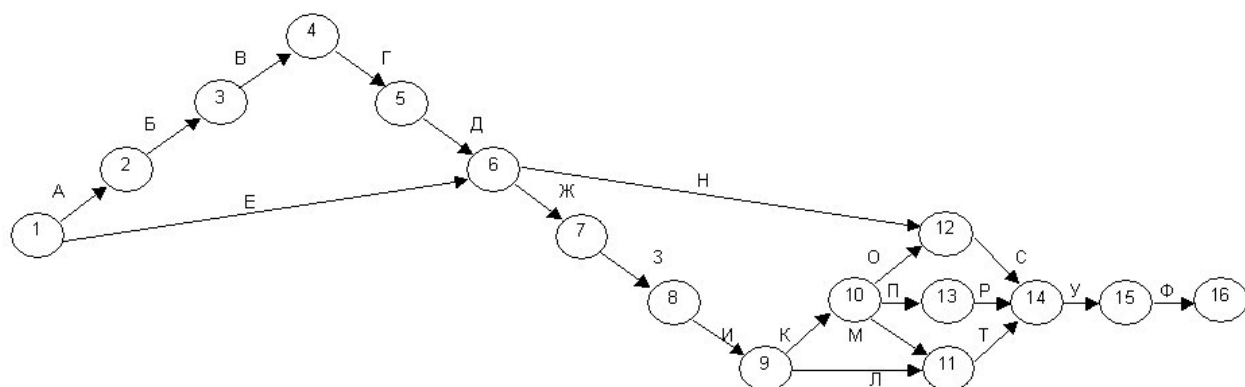


Рис. 26. Сетевая модель биоконверсии органосодержащих отходов животноводства

Сетевая модель является упорядоченной, так как события и работы находятся в таком расположении, при котором для любой работы предшествующее ей событие расположено левее и имеет меньший номер по сравнению с завершающим эту работу событием. Другими словами, в сетевом графике все работы-стрелки направлены к событиям с большими номерами.

Одно из важнейших понятий сетевого графика является понятие пути. Путь – любая последовательность работ, в которой конечное событие каждой работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы. Одно из самых главных понятий, составляющих ядро сетевого моделирования, это понятие критического пути. Критический путь – это путь, имеющий наибольшую продолжительность. Таким образом, зная продолжительность каждой операции можно определить длительность всего процесса биоконверсии, а также резерв времени событий, не лежащих на критическом пути, который показывает на какой допустимый период времени можно задержать наступление этого события, не вызывая при этом увеличение срока выполнения всего комплекса работ.

Процесс биоконверсии сопряжен с целым набором факторов зависящих от внешних условий, поэтому длительность большинства операций связана с конкретными параметрами, а следовательно, расчет критического пути должен определяться для каждого конкретного случая. Например, длительность ферментации базового субстрата (операция Г) будет зависеть от его состава и может быть от 3 до 16 месяцев. С другой стороны, в случае использования подкормки червей по технологии «шагающая гряда» длительность операций «не кормить червей» и «не поливать червей» будет равно 0 (смотри раздел Подкормка червей по технологии «шагающая гряда»).

Длительность процесса биоконверсии зависит от плотности заселения. В среднем при размерах гряды 3*10 м требуется от заселения (операция К) до готовности (операция Р) 3-4 месяца.

Вермитехнология – прогрессивное и перспективное направление экологической биотехнологии. Результатом биоконверсии органосодержащих отходов являются компостные черви и биогумус. Перед нами ставилась задача количественно оценить результаты производства. Для удобства все расчеты произведены на 1 голову КРС. Это дает возможность при изменении численности поголовья определять выходные данные. Расчет сформирован в среде Excel, что обеспечивает доступность и легкость применения.

В основу расчетов положены данные, что одна корова в год производит 8 т навоза; 1 червь съедает в день массу своего тела, поэтому положив, что в среднем масса 1 червя 0,5 г, то в день один червь перерабатывает 0,5 г навоза; коэффициент увеличения червей в месяц составляет 1,1 в среднем; выход биогумуса из 1 т навоза составляет 60%. Учитывая вышесказанное можно произвести два расчета:

1. Без учета коэффициента увеличения червей, тогда в определенный момент популяция червей превысит минимально необходимый уровень и

возникает возможность либо реализации червей, либо увеличения количества переработки навоза;

2. С учетом коэффициента увеличения червей, тогда определяется начальное количество червей, необходимое для переработки в заданный период определенного количества навоза.

Ввод исходных данных осуществляется в отдельной таблице (рис. 27).

Исходные данные, вносятся в ячейки, выделенные жирным обрамлением.

	А	В	С	
1				
2				
3				
4				
5	Ввод исходных данных			
6				
7	В клетки выделенные жирным обрамлением внести			
8	исходные данные			
9				
10	Поголовье КРС	1	голов	
11	Время переработки	12	месяцев	
12	Биомасса 1 червя	0,5	гр.	
13	Коэффициент увеличения червей	1,1		
14	Выход биогумуса	60	%	
15				

Рис. 27. Организация ввода исходных данных в среде Excel.

Расчет 1. Численность червей для переработки зависит от количества навоза (в данном случае 8 т), длительности переработки (в данном примере 12 месяцев). Тогда округляя количество дней в месяце до 30 дней, получаем – потребность в червях составляет 44444 шт. Основной расчет представлен в виде таблицы, для заполнения которой достаточно исходных данных. Для формирования расчетов по численности червей используется функция ОКРУГЛ из категории математические, которая позволяет откинуть дробную часть числа. В остальных расчетах используем возможность Excel – округлять цифры, и выставляем округление до 2 цифр после запятой. Сам

расчет представлен на рисунке 28. Следовательно, при внесении изменений в исходные данные, расчетные изменятся (перерасчитаются) автоматически.

Использование первого способа расчета позволяет переработать 8 тонн навоза уже в конце восьмого месяца. А значит к этому времени необходимо добавление субстрата для продолжения процесса биоконверсии.

	E	F	G	H	I	J	K
1	Расчет 1						
2	Выход навоза в год		8 т				
3	Численность червей		44444 шт.				
4	На начало месяца	Численность червей	Биомасса червей, кг	Перерабатывают в день, кг	Перерабатывают в месяц, кг	Переработано с начала, кг	Выход биогумуса, кг
5	I	44444	22,22	22,22	666,66	666,66	400,00
6	II	48888	24,44	24,44	733,32	1399,98	839,99
7	III	53777	26,89	26,89	806,66	2206,64	1323,98
8	IV	59155	29,58	29,58	887,33	3093,96	1856,38
9	V	65071	32,54	32,54	976,07	4070,03	2442,02
10	VI	71578	35,79	35,79	1073,67	5143,70	3086,22
11	VII	78736	39,37	39,37	1181,04	6324,74	3794,84
12	VIII	86610	43,31	43,31	1299,15	7623,89	4574,33
13	IX	95271	47,64	47,64	1429,07	9052,95	5431,77
14	X	104798	52,40	52,40	1571,97	10624,92	6374,95
15	XI	115278	57,64	57,64	1729,17	12354,09	7412,45
16	XII	126806	63,40	63,40	1902,09	14256,18	8553,71
17							

Рис. 28. Организация расчета первым способом

Расчет 2. Требуется поиска начального значения численности червей. Если в таблице задать исходные зависимости (аналогичные расчету 1), то рассчитать численность червей можно с помощью функции Excel подбор параметра. Для этого в окно подбора параметра вносятся установки (рис. 29).

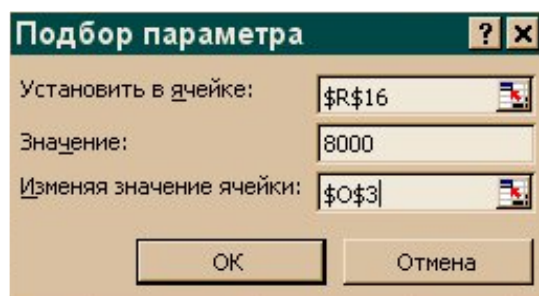


Рис. 29. Заполнение окна «Подбор параметра»

В результате подбора параметра в ячейке \$O\$3 отражается исходная численность червей. Так как подобранное число является (как правило) не целым числом, то в ячейке N5 используется формула =ОКРУГЛВВЕРХ(О3;0), позволяющая округлить результат до ближайшего

большого целого. Таким образом, второй расчет позволяет определить необходимое количество червей для биоконверсии заданного количества навоза (в данном случае 8 т).

	M	N	O	P	Q	R	S
1	Расчет 2						
2	Выход навоза в год		8 т				
3	Численность червей		24940,48 шт.				
4	На начало месяца	Численность червей	Биомасса червей, кг	Перерабатывают в день, кг	Перерабатывают в месяц, кг	Переработано с начала, кг	Выход биогумуса, кг
5	I	24941	12,47	12,47	374,12	374,12	224,47
6	II	27435	13,72	13,72	411,53	785,64	471,38
7	III	30179	15,09	15,09	452,69	1238,33	743,00
8	IV	33197	16,60	16,60	497,96	1736,28	1041,77
9	V	36517	18,26	18,26	547,76	2284,04	1370,42
10	VI	40169	20,08	20,08	602,54	2886,57	1731,94
11	VII	44186	22,09	22,09	662,79	3549,36	2129,62
12	VIII	48605	24,30	24,30	729,08	4278,44	2567,06
13	IX	53466	26,73	26,73	801,99	5080,43	3048,26
14	X	58813	29,41	29,41	882,20	5962,62	3577,57
15	XI	64694	32,35	32,35	970,41	6933,03	4159,82
16	XII	71163	35,58	35,58	1067,45	8000,48	4800,29

Рис. 30. Организация расчета вторым способом

Все данные рисунка 30 заполнились автоматически, после того, как был осуществлен подбор параметра, то есть исходной численности червей. Следует отметить, что для внесения в почву биогумуса требуется в 10 раз меньше органического удобрения, а способ внесения – локальный. Если использовать гуматы в жидком виде они вносятся из расчета 1-2 л/га.

В современных условиях хозяйствования остро встает вопрос утилизации отходов. Строительство и использование крупных животноводческих комплексов делает эту проблему актуальной. Необходимость утилизации отходов диктует необходимость использования новых современных подходов. Одним из перспективных направлений в решении данной проблемы являются биотехнологии, основанные на переработке живыми организмами.

Таким образом, нами определена цель – биоконверсия органосодержащих отходов животноводства. Достижение данной цели сопряжено с решением ряда задач, которые могут быть сгруппированы по направлениям. В свою очередь решение задач может быть определено посредством конкретных мероприятий. Тогда логично использование

графического представления связей между главной целью, направлениями, задачами и мероприятиями, которое может быть достигнуто при использовании метода «дерево целей и задач». Дерево целей и задач — это развернутая, распределенная по уровням совокупность целей и задач экономической программы, построенная по логической схеме: цели программы задачи, которые надо решить для достижения этих целей, мероприятия, обеспечивающие решение задач. Формирование дерева целей и задач происходит в два этапа; выбор главной цели и ее расчленение (декомпозиция) до уровня задач и разработка мероприятий, с решения которых можно начинать работу по достижению цели.

Утилизация отходов не может являться самоцелью, одновременно должны решаться другие важные для экономики задачи. Поэтому возникает необходимость их перечисления и классификации, а также соответствующего расположения по уровням с учетом параметров внутренней, деловой и внешней сред. Тем самым будет выстраиваться “дерево”, в котором каждая последующая задача должна дополнять задачу более высокого уровня, не повторять ее, но и не противоречить ей. Достижение основной цели – биоконверсии органосодержащих отходов животноводства, будет решать ряд задач, которые объединяются по таким направлениям как: технологические, социальные, научно-технические, экономические, маркетинговые, экологические, агрономические.

При более близком рассмотрении данные направления позволяют решать вопросы: в рамках организационного направления связанные с организацией производства, то есть формированием производственных подразделений. Технологическое направление призвано решать вопросы по совершенствованию систем земледелия и животноводства. Научно-техническое направление реализуется через внедрение в производство новой продукции. Организация нового производства требует привлечение трудовых ресурсов и создание для них благоприятных условий труда, жизни и отдыха, что будет отражаться в социальном направлении. Производство новой

продукции должно обеспечивать рост прибыльности предприятия, организующего данное производство, укрепление финансовой устойчивости, а следовательно, находить решение в экономическом направлении. Маркетинговое направление решает задачи связанные с завоеванием новых рынков сбыта, привлечением новых покупателей и клиентов, продлением жизненного цикла товаров. Экологическое направление поднимает вопросы защиты окружающей среды. В одно из основных направлений – агрономическое группируются задачи позволяющие улучшать микробиологические и физико-химические процессы почвы, отзывчивость культур на вермикомпосты, условия для деятельности микроорганизмов.

Решение каждой из перечисленных задач возможно через мероприятия, которые разрабатываются в ее рамках. К основным мероприятиям следует отнести: создание цехов подготовки базового субстрата, вермикомпостирования, доработки биогумуса – сырца и по производству жидких гуматов из биогумуса организацию рабочих мест, выпуск новой продукции такой как компостные черви, кормовые добавки, биогумус и другие. Схематично “дерево целей и задач” представлено на рисунке 25.

Таким образом, сельскохозяйственные предприятия в случае внедрения биотехнологии, основанной на переработке живыми организмами, получают возможность вместо традиционных органических удобрений, порой засоряющих поля, использовать современные вермикомпосты (биогумус), оказывающие положительное воздействие на почвенные характеристики и рост растений, а также параллельно решать другие не менее важные для предприятия и его работников вопросы.

Глава 10 . ЭКОНОМИКА ТЕХНОЛОГИИ ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЯ

Развитие технологии вермикомпостирования как инструмента управления твердыми органическими отходами происходило в результате двух главных толчков:

- Вермикомпостирование на месте образования отходов людьми, фирмами, фермерами и учреждениями;
- Централизованное коммерческое вермикомпостирование сепарированных отходов.

Эти операции должны принять во внимание экономические вопросы масштаба и расходов на транспортировку вермикомпоста и сырья.

Важная проблема в США включает расположение места производства вермикомпоста, так как необходимо получить разрешения от государственных органов, таких как защиты окружающей среды, особенно на городских территориях. Имеется относительно немного ограничений на операции по вермикомпостированию в сельскохозяйственных местностях, но довольно обширные ограничения имеются в городских и пригородных местностях. В некоторых случаях индивидуальные предприниматели и организации, которые используют операции по вермикомпостированию, обошли требования разрешения созданием вермиферм, где дождевые черви, как полагают, являются домашним скотом, а произведенный вермикомпост является побочным продуктом этой операции.

Использование органических отходов, чтобы выращивать дождевых червей является обширным фермерским и садоводческим производством на всем протяжении США и других частях мира, таких как Индия и Филиппины. Многие из этих небольших производителей продают копролит дождевого червя, они производят его для выращивания растений. Большинство малых предприятий по вермикомпостированию в США использует, прежде всего, технологию стационарных вермибуртов вне

помещений, которая имеет много экономических и экологических недостатков. Они являются наземными и требуют больших площадей земли, со значительным потенциалом загрязнения грунтовых вод питательными веществами и другими поллютантами, потому что используется постоянно вода для увлажнения субстрата и обычно отсутствует какая-либо защита от выщелачивания из субстрата обитания дождевого червя. Процесс вермикомпостирования является продолжительным, часто занимая до 12 месяцев для полного завершения. Сбор урожая вермикомпоста является затруднительным и отнимающим много времени, потому что дождевые черви должны быть отделены от вермикомпоста, обычно с помощью просеивания через роторный сепаратор, прежде чем вермикомпост будет продан. Хотя начальные капитальные затраты, кроме аренды земли, низки, стоимость рабочей силы высока на всех стадиях вермикомпостирования в вермибуртах. Как экономическая альтернатива, клиновая система используется многими коммерческими организациями. Хотя она включает новаторскую и относительно недорогую технологию и требует меньшего количества оборудования, у ней преодолены многие изначальные экономические и экологические недостатки, присущие стационарным вермибуртам. В частности, используется меньшая площадь земли, нет какого-либо выщелачивания питательных веществ в грунтовые воды и отсутствует необходимость сепарации дождевых червей от вермикомпоста. Продолжительность переработки отходов также сокращается до 3-4 месяцев.

Автоматизированные реакторные системы вермикомпостирования в непрерывном потоке, которые были разработаны Эдвардсом и его коллегами (Edwards 1995, 1988, 2004), совершенно отличаются по характеристикам экологическим, технологическим и экономическим и требованиям к окружающей среде. Оборудование должно находиться под крышей, чтобы гарантировать поддержание и контроль условий окружающей среды, а камера с органическими отходами поднимается выше уровня пола и в ней поддерживается влажность на уровне 80-90% и температура от 20° С до 35°

С. Следовательно, отсутствует выщелачивание питательных веществ в грунтовую воду. Время нахождения или продолжительность переработки отходов в таком вермиреакторе составляет всего 30-60 дней в зависимости от вида и типа органических отходов. Экономика таких автоматизированных вермиреакторов полностью отличается от таковой других вермисистем, потому что требуются высокие начальные капитальные затраты (от 35 000 до 50 000 долларов США) на строительство реакторов, которые могут перерабатывать до 3 тонн отходов в сутки, а также необходимо различное вспомогательное погрузочное и транспортное оборудование, включая перемещение, ремни, измельчители и погрузчики для операции. Однако рабочие и эксплуатационные расходы чрезвычайно низки, и когда вермиреакторы достигают равновесия, они могут управляться бесперебойно в течение многих лет. Один техник может обслужить до 12 таких вермиреакторов. Капиталовложение может обычно окупиться через 1-2 года. Много меньших и относительно дорогих систем, основанных на этой системе, были проданы в США, но они намного менее привлекательны экономически из-за высоких начальных затрат и низкой производительности.

Рынок для вермикомпостов является чрезвычайно переменчивым. Наименьшая стоимость за тонну вермикомпоста составляет 35\$, а более обычная цена - \$100-300 за тонну. Прибыль в \$500-600 за тонну весьма характерны для высококачественного стандартизированного и привлекательно упакованного вермикомпоста, а одна компания даже получала 1 000\$ за тонну, но эта цена включала и дорогие упаковочные материалы. Имеется высокий спрос на высококачественный вермикомпост в Японии, где готовы заплатить до 300\$ за тонну вермикомпоста, исключая транспортные расходы в Японию

Список использованной литературы

1. Fleckenstein J. Schwermetallaufnahme aus Mullkompost durch den Regen-wurm *Eisenia foetida* (Savigny 1826) / J. Fleckenstein, O. Graff// Landbau-forsch. Volkendrode, 1982. – Bd 32. – № 4. – p. 198-202.
2. Fleddermann, A. Komposte als Humus-, Nährstoff- und Wirkstofftrager: eine Untersuchung zur Erstellung von Qualitätskriterien unter besonderer Berücksichtigung von Wurmkomposten. Universität Bonn, 1990. – 160 p.
3. Glathe H. Die Venwertung von Klarsehlamm in den landwirt schaft. // Os-terr. Gesell., 1975 – p. 261-271.
4. Hartenstein, R., Mitchell, M.J. Interim report—utilisation of soil invertebrates in stabilization, decontamination and detoxification of residual sludges for treatment of wastewater. Report NSF-RANN. Grant Number ENV76-17225. 1977.
5. Juste C. Valeur agronomique des lombricomposts d'ordures menageres / C. Juste, P. Solda // Compost Information, 1983. – Vol. 11. – № 25. – P. 33-36.
6. Malecri M. The effect of metals on the growth and reproduction of *Eisenia foetida* / M. Malecri, E. Neuhauser, R. Loehr // Pedobiologia, 1982. – Vol. 24. – №3. – p. 129-137.
7. Menillot J.M. Le "Susteme lombriculture" elements de reflection / J.M. Menillot // Compost Information, 1986. – № 15. – p. 2-6.
8. Meyer W.J. Механизм контроля популяции компостного червя / W.J. Meyer // Дождевые черви и плодородие почв: матер. 2-й междунар. науч.-практ. конф. – Владимир, 2004 – с. 34-35.
9. Morgan, J.F. Heavy Metals, Earthworms, and Vermicomposts / J.A.Morgan // Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management, ed. C.A. Edwards, N.Q.Arancon, R.Sherman. CRS Press, Taylor and Francis Group. – 2011. – P.263-288.
10. Sun Zhenjum Влияние тяжелых металлов на экологически важные энзимы дождевых червей // Использование дождевых червей для переработки

- осадков сточных вод //Дождевые черви и плодородие почв: матер. 2-й межд. научно-практ. конф. – Владимир, 2004. – с. 55-56.
11. Tomati U. The alternative "earthworm" in the organic wastes recycle / U. Tomati, A. Grappelli, E. Galli // Processing and use of organic sludge and liquid agriculturak wastes, 1986. – p. 510-514.
 12. Антонова Т.Н. Воспроизводство плодородия черноземов / Т.Н. Антонова, А.А. Головинов // Агрохимический вестник. 2001. – № 4. – с. 40-41.
 13. Бирюкова, О.Н., Суханова, Н.И. Характеристика органического вещества вермикомпостов/ О.Н. Бирюкова, Н.И. Суханова// Материалы II Международной научно-практической конференции «Дождевые черви и плодородие почв», 17-19 марта 2004. Владимир, 2004. — С. 167–169.
 14. Бызов, Б.А. Микробиологические исследования вермикомпоста, приготовленного на отходах шампиньонного производства // Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды: тезисы докладов. Ивано-Франковск. 1992. – С. 7– 9.
 15. Варламова, Л.В.,. Приемы улучшения качества органосодержащих отходов, используемых для удобрения / Л.В. Варламова, В.Г. Бусоргин, И.Д. Короленко, Н.А. Сониная //Агрохимический вестник. 2011. – № 2. – С. 16–18.
 16. Вермикультура: производство и использование / Повхан М.Ф., Мельник И.А., Андриенко В.А. и др. – К.:УкрИНТЭИ, 1994 – 128 с.
 17. Вермикультура: производство и использование/ Повхан М.Ф., Мельник И.А., Андриенко В.А. и др. – К.: УкрИНТЭИ, 1994. – 128 с.
 18. Викторов, А.Г. Промышленные вермикультуры/ А.Г.Викторов // Защита растений. 1997. №10. –С. 38–39.
 19. Вишняков, А.Э. Вермикомпостирование осадков сточных вод/ А.Э. Вишняков, А.И.Попов, С.И.Горшков, Н.Е.Николаенков // Материалы I международной научной конференции «Дождевые черви и плодородие почв», Владимир, 16-18 марта 2002, Владимир: ОАО МНПК ПИКЪ, 2002. С.27-34.

- 20.Власова, О. А. Влияние компостов на основе осадков сточных вод на урожайность льна-долгунца и биологическую активность дерново-подзолистой почвы / О.А. Власова// Эффективность применения средств химизации в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Материалы 46-й международной научной конференции молодых ученых, докторантов, аспирантов и соискателей ученых степеней доктора и кандидата наук (ВНИИА), 26-27 апреля 2012г. М.: ВНИИА, 2012. - С. 28 - 31.
- 21.Гайнуллин Р.М. Влияние возрастающих доз биогумуса на продуктивность озимой пшеницы и гречихи на серых лесных почвах Предкамья: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Р.М. Гайнуллин. – Немчиновка: НИИСХ ЦРНЗ, 2002. – 24 с.
- 22.Городний Н.М., Мельник И.А., Повхан М.Ф., и др. – К.:Урожай, 1990. – 256 с.
- 23.Гришко Ю.В. Влияние внесения вермикомпоста на развитие и урожай картофеля / Ю.В. Гришко, Ю.В. Алексеев // Дождевые черви и плодородие почв: матер. 2-й междунар. науч.-практ. конф. – Владимир, 2004. – с. 190-191.
- 24.Гумпылова, Д. Б. Технология переработки сельскохозяйственных отходов для получения биоудобрений / Д.Б. Гумпылова, Т. М. Корсунова // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Экологическая безопасность сохранения окружающей среды и устойчивое развитие регионов Сибири и Забайкалья». - Улан-Удэ. 2002. - С. 130-133
- 25.Дедова О.В. Применение биогумуса / О.В. Дедова, Н.П. Кузнецов // Агрохимический вестник. – 1999. – № 1. – с. 31-32.

26. Догадов С.А., Филиппова А.В. Адаптационные возможности калифорнийского гибрида дождевого червя в зависимости от витальности среды субстратов из птичьего помета // Материалы 1-й международной конференции «Дождевые черви и плодородие почв». – Владимир, ОАО МНПК «ПИКЪ», 2002. – 309 с.
27. Дондокова, Д. Б. Экологические особенности дождевого червя *Eisenia fetida* / Д.Б. Дондокова // Вестник БГУ. Сер. 2: Биология.- Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2006. - Вып.8. –С. 192-196.
28. Егорова Е.В. Влияние вермикомпоста на ферментативную активность почвы / Е.В. Егорова // Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Россельхозакадемия-ГНУВНИПТИОУ, 2006. – с. 183-185.
29. Еськов, А. И. Органические удобрения в земледелии России / А.И. Еськов // Дождевые черви и плодородие почв: материалы II Международной научной конференции. – Владимир, 2004. - С. 129-131.
30. Еськов, А.И. Агроэкологические аспекты производства и применения вермикомпостов / А.И. Еськов, В. А. Касатиков, И. В. Русакова // Дождевые черви и плодородие почв: материалы II Международной научной конференции. – Владимир, 2004. - С. 131-132.
31. Жигжитова, И.А. Вермикомпостирование органических отходов для получения биогумуса и экологически чистой продукции растениеводства в Байкальском регионе / И.А. Жигжитова, Т.М. Корсунова // Проблемы экологической безопасности агропромышленного комплекса. 1998. -Вып.3.- С. 57-63.
32. Игонин А.М. Переработка органических отходов с помощью новой промышленной линии дождевых червей «Владимирский гибрид» (старатель) / А.М. Игонин, И.Н. Титов, Е.Н. Елин // Агрохимический вестник, 2003. – № 1. – с. 6.

- 33.Иларионов С.А., Калачникова И.Г. Биоконверсия органических отходов с помощью вермикультивирования. Материалы 1-й международной конференции «Дождевые черви и плодородие почв» – Владимир, ОАО МНПК «ПИКЪ», 2002 –34 с.
- 34.Калинина О.Ю. Вермикомпостирование как способ получения экологических мелиорантов / О.Ю. Калинина // тез. докл. III съезда Докучаевского общества почвоведов, кн. 3. – М.: Почвенный институт им. ВВ. Докучаева, 2000 – с. 151-152.
- 35.Касатиков В.А. Утилизация осадков городских сточных вод / В.А. Касатиков // Агрохимический вестник, 2003. – № 1. – с. 15.
- 36.Касатиков, В.А. Агрохимические свойства осадков городских сточных вод и торфоиловых компостов / В.А. Касатиков// Агрохимия.- 1996.-№ 8-9.- С.87-96.
- 37.Касатиков, В.А. Агроэкологические и технологические аспекты использования нетрадиционных видов органических удобрений/ В.А. Касатиков // Всероссийская научно-методическая конференция «Совершенствование организации и методологии агрохимических исследований в Географической сети опытов с удобрениями»: сб. материалов. - М.: ВНИИА, 2006.-176 с.
- 38.Касатиков, В.А. К вопросу о влиянии вермикомпостирования осадков сточных вод на их агроэкологические свойства/ В.А. Касатиков // Плодородие. - 2006. - №6. - С.40-42.
- 39.Касатиков, В.А. Некоторые агроэкологические вопросы использования осадков сточных вод/ В.А. Касатиков // Агрохимия и экология: история современности: Материалы Международной научно-практической конференции.-Н.Новгород, 2008. -С. 99-103.
- 40.Касатиков, В.А. Эффективность действия вермикомпоста на агробиологические свойства почвы/ В.А. Касатиков, М.Е. Кравченко, С.М. Куленичев //Тезисы докладов II конгресса «Биоконверсия органических

- отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды». Ивано-Франковск, 1992. -С. 71-81.
- 41.Касатиков, В.А., Касатиков С.М. Агрономическая эффективность и особенности применения систем удобрений на основе осадков городских сточных вод/ В.А. Касатиков, С.М. Касатикова // Система применения удобрений в севооборотах для получения планируемых урожаев сельскохозяйственных культур. Горький, 1988.- С. 29-36.
- 42.Киселева Н.И. Комбинированные формы биоудобрения защищают растения / Н.И. Киселева // АгроXXI, 2000. – № 2. – с. 14-15.
- 43.Клименко З.К. Розы (Каталог-справочник) / З.К. Клименко, Е.Л. Рубцова – Киев, Наукова Думка, 1986 –327 с.
- 44.Ключенович С.А. Сельскохозяйственные и коммунальные отходы – мощная сырьевая основа промышленного вермипроизводства / Материалы Международной научно-практической конференции «Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в 21 веке проблемы, перспективы, достижения».– Минск, 2007.
- 45.Кодолова, О.П., О необходимости селекции навозного червя для вермикультивирования/ О.П. Кодолова, Болотецкий Н.М., Правдухина О.Ю., Андреев А.Г.// Материалы I Международной конференции «Дождевые черви и плодородие почв». Владимир, 21-23 ноября 2002 г., Владимир, 2002. с.16-17.
- 46.Компост на садовом участке / Крафт фон Гейниц; пер. с нем. – М.: ООО «Издательство АСТ»; ООО «Издательство Аст-рель», 2003. – 118 с.
- 47.Кузьмина Н.В. Комплексная оценка вермикомпоста в агроценозе с овощными культурами: автореф. дисс. канд. биол. наук / Н.В. Кузьмина. – М.: МГУ им. Ломоносова, 2005. – 24 с.
- 48.Левин, В.И. Экологическое обоснование применения вермикомпостов с использованием осадка сточных вод на выработанном агроземе торфяно-

- минеральном / С.Д. Правкина, В.И. Левин, Т.В. Хабарова, // Проблемы агрохимии и экологии.- Москва, 2014.- №2.-С. 24-28.
49. Ломакин В.С. Влияние доз и способов внесения биогумуса на урожайность и качество картофеля / В.С. Ломакин, М.Н. Харламова, С.С. Жданов // Новое в технологиях выращивания кормовых культур, картофеля и овощей на северо-западе России – Санкт-Петербург, 1993 –с. 107-110.
50. Ломако Е.И. Биогумус и воспроизводство плодородия выщелоченного чернозема / Е.И. Ломако, Ф.М. Аскарров // Агрхимический вестник. – 2003. – №4. – с. 27-28.
51. Ломако Е.И. Влияние биогумуса на урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур/ Е.И. Ломако // Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2006. – с. 187-190.
52. Лучицкая, О.А., Севостьянов С.М. Воздействие осадков сточных вод на почву и растения / О.А. Лучицкая, С.М. Севостьянов // Агрохимия, 2007.- № 9.- С.80-84.
53. Лящев А.А. Испытание и адаптация дождевых червей местной популяции юга Тюменской области / А.А. Лящев // Дождевые черви и плодородие почв: матер. 2-й междунар. науч.-практ. конф. – Владимир. –2004. – с. 150-153.
54. Мамеев В.В. Влияние нетрадиционных органических удобрений на показатели плодородия дерново-подзолистой почвы, урожайность и качество картофеля / В.В. Мамеев, В.В. Осмоловский // тез. докл. III съезда Докучаевского общества почвоведов, кн. 2. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2000. – 147 с.
55. Материалы VIII Московского Международного Конгресса «Биотехнология: Состояние И Перспективы Развития» 1 и 2 часть. М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015 – 504 с.
56. Мельник И.А. Биоконверсия органических отходов и охрана окружающей среды // Материалы Международной научно-практической конференции

«Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в 21 веке проблемы, перспективы, достижения», – Минск, 2007.

57. Мельник И.А. Вермикультура как экологически чистая безотходная технология / И.А. Мельник // Химизация сельского хозяйства. – 1992. – №4. – с. 37.
58. Мельник, И.А. Биогумус и урожай овощей / И.А. Мельник, В.Д. Гицуляк / /Химия в сельском хозяйстве. 1994.-№4. -С. 15-16.
59. Мерзлая Г.Е. Агроэкологическая эффективность осадков сточных г. Москвы / Г.Е. Мерзлая, Р.А. Афанасьев // Агрохимический вестник. – 2001. – №5. – с. 25.
60. Мерзлая Г.Е. Экологическая оценка осадка сточных вод / Г.Е. Мерзлая // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 4. – с. 38-42.
61. Мерзлая, Г.Е. Эффективность вермикомпостов / Г.Е. Мерзлая, Ю.Б. Морев., В.С.Данилкина // Тезисы докладов I Международного конгресса «Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды». Ивано-Франковск, 1992.-С. 61-62.
62. Методика оценки новых видов органических удобрений по энергетическому критерию (с примером расчета эффективности производства и применения биогумуса). – М.: Информагротех, 1987, – с. 60.
63. Орлов, Д.С. Сравнительная характеристика вермикомпостов / Д.С. Орлов, Я.М. Амосова, Л.К. Садовникова, О.Н. Бирюкова и др //Химия в сельском хозяйстве, 1994.-№4. -С. 11-12.
64. Орлов, Д.С., Садовникова Л.К. Нетрадиционные мелиорирующие средства и органические удобрения / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова// Почвоведение, 1996.- № 4.- С. 517-523.
65. Покровская С.Ф. Использование дождевых червей для переработки органических отходов и повышения плодородия почв (вермикультура) / С.Ф. Покровская // Обзорная информация ВНИИТЭИагропром. – М: 1991. – с.39.

- 66.Попкович Л.В. Совершенствование технологий вермикомпостирования в Брянской области для улучшения экологического качества капролита: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Л.В. Попкович. – Брянск, 2006. – 19 с.
- 67.Правкина С.Д. Агроэкологическая эффективность использования компостов на основе осадков сточных вод в фитоценозах овса/ В.И. Левин, Т.В. Хабарова, С.Д. Правкина // Материалы научно-практической конференции«Биологические проблемы природопользования». - Белгород, 2012.- С. 120-123.
- 68.Просянных, Е.В. Вермитехнология - фактор биологизации земледелия / Е.В. Просянных, В.В.Осмоловский, А.В.Еремин, В.В. Мамеев // Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. - С. 274-381.
- 69.Рауэлиаривуни, А.С. Агроэкологическая оценка последствий обогащенных микробиологическими деструкторами компостов на основе ОСВ на дерново-подзолистую супесчаную почву Владимирской Мещеры/ А.С. Рауэлиаривуни, И.И. Васенев // Агрохимический вестник, 2013.- № 2. -С. 43-46.
- 70.Рауэлиаривуни, А.С., Васенев И.И. Экспериментальные обеспечения агро-экологической оценки воздействия компоста на основе осадков сточных вод на дерново-подзолистые почвы / А.С. Рауэлиаривуни, И.И. Васенев// Материалы международной конференции молодых ученых, посвященной 145-летию Академии имени К.А. Тимирязева. М. 2010. Т.1. - с. 126.
- 71.Решетский Н.П. Эффективность применения вермикультуры для утилизации осадков сточных вод и твердых бытовых отходов / Н.П. Решетский // Дождевые черви и плодородие почв: матер. 2-й междунар. науч.-практ. конф. – Владимир, 2004. – с. 98-100.
- 72.Риженко, Н. Использование продуктов вермипроизводства/ Н. Риженко //Достижения науки и техники АПК.-1992.-№4.-С. 15-17.
- 73.Родионова, Н.В. Результаты вермикомпостирования осадка сточных вод Рязанского кожевенного завода / Н.В. Родионова, М.Н.Фёдорова, А.Толстой.

- А.Генералов // Дождевые черви и плодородие почв: материалы II Международной научно-практической конференции.- Владимир. 2004.
- 74.Ронда Шерман-Хантун. Последние достижения средне- и крупномасштабных технологий вермикомпостирования (www.jgpress.com) Перевод с английского Игорь Титов, 2007.
- 75.Садовникова, Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении/ Л.К. Садовникова. - М.: Высшая школа, 2006. -с. 333.
- 76.Сидоренко О.Д., Черданцев Е.В. Биологические технологии утилизации отходов животноводства. – М.: Изд –во МСХА, 2001.–75 с.
- 77.Сидоренко, О. Д. Биологические технологии утилизации отходов животноводства/ О.Д. Сидоренко, Е. В. Черданцев. - М.: Изд-во МСХА, 2001. –С. 74.
- 78.Смоленцев В.Б. Репродуктивные способности червей разных популяций / В.Б. Смоленцев, С.И. Охотников, П.А. Халтурин // Дождевые черви и плодородие почв: матер. 2-й междунар. науч.-практ. конф. – Владимир, 2004. – с. 22-23.
- 79.Стадник Б.Г. Новое направление в биологизации земледелия / Б.Г. Стадник // Химия в с.-х., 1994. – № 3. – с. 23-24.
- 80.Стадник Б.Г., Бакулов И.А. Новое направление в биологизации земледелия//Химия в сельском хозяйстве, 1994. – №3. – с. 23-24.
- 81.Степанова, Л.П. Научные основы управления отходами производства. Часть 3. Оценка эффективности утилизации отходов производства методом вермикомпостирования и получения на их основе новых удобрительных форм / Л.П. Степанова, А.В. Таракин,Е.А. Коренькова. Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2011. - 192 с.
- 82.Стом, Д.И.,. Дождевые черви в переработке отходов/ Д.И. Стом, Т.Ф. Казаринова, И.Н Титов. Монография. - Иркутск Изд-во ИГУ, 2012. - 146 с.
- 83.Таракин, А.В. Агроэкологическая эффективность вермикомпостирования органоминеральных отходов производства и природных цеолитов: дис. ... канд. С.-х. наук: 03.00.16/ Таракин Алексей Владимирович.-Орел, 2008.-159с.

- 84.Терещенко П.В. Влияние микрофлоры биогумуса на рост и развитие растений / П.В. Терещенко // Агрохимия, 2001. – № 7. – с. 33-37.
- 85.Терещенко П.В. Об индентификации биогумуса / П.В. Терещенко // Агрохимия, 1999. – № 11. – с. 54-57.
- 86.Терещенко, Н.Н. Эколого-микробиологические аспекты вермикультивирования/ Н.Н. Терещенко. - Новосибирск: Изд-во СО РАСХН, 2003.- 116 с.
- 87.Терещенко, П. В. Вермикультура и биогумус/ П.В. Терещенко.- Пушкино. ОНТИ ПНЦ РАН, 2000.- 50с.
- 88.Технология и технические средства для производства компостов / Спевак В. Я., А. Г. Рыбалко, Н. В. Спевак, М. Р. Шамьюнов. Материалы 1-й международной конференции «Дождевые черви и плодородие почв» – Владимир, ОАО МНПК «ПИКЪ», 2002 – 50 с.
- 89.Титов, И.Н. Вермикультура: инновационная технология очистки сточных вод /И.Н. Титов// В сб.: Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения. Тр. III Междун. науч.-практич. конф. Минск, 10-14 июня 2013. Минск: УП Камет, 2013, с. 19-25.
- 90.Титов, И.Н. Вермикультура: инновационные экотехнологии рециклинга бытовых, сельскохозяйственных и промышленных органосодержащих отходов/ И.Н. Титов. Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А.Овчинникова. 2012, т.8, №2, стр. 59-73.
- 91.Титов, И.Н. Вермикультура: переработка органической фракции отходов/ И.Н. Титов // Журнал ТБО, №8, 2008, с. 18-25.
- 92.Титов, И.Н. Вермикультура: технологии рециклинга бытовых, сельскохозяйственных и промышленных органосодержащих отходов И.Н. Титов// В сб.: Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения. Тр. III Междун. науч.-практич. конф. Минск, 10-14 июня 2013. Минск: УП Камет, 2013, с. 211-232.

93. Титов, И.Н. Дождевые черви./ И.Н. Титов// Руководство в 2-х частях. Часть I: Компостные черви. М.: ООО «МФК Точка опоры». 2012. 284 с.
94. Тиунов А.В. Компостные черви, вермикомпостирование и вермикомпост: направление научных исследований в последнее десятилетие / Тиунов А.В. // Дождевые черви и плодородие почв: матер. 2-й междунар. науч.-практ. конф. – Владимир, 2004 – с. 9-10.
95. Чекановская О.В. Дождевые черви и почвообразование – Л.: Изд-во Академии Наук СССР, 1960. – 70 с.
96. Чжоу Дун Син. Агроэкологическая оценка удобрений на основе осадка сточных вод / В.А Чжоу Дун Син, Раскатов, В.А. Касатиков // Плодородие, 2006. - №4.- С. 37 - 39.
97. Шаланда, А.В. Утилизация осадков сточных вод очистных сооружений посредством компостирования [Электронный ресурс] // Интернет-журнал: Комерческая биотехнология.- Режим доступа: <http://www.cbio.ru>
98. Шикула Н.И. Влияние вермикомпоста на воспроизводство плодородия серых лесных почв / Н.И. Шикула, В.С. Фантух, В.И. Наumenко // Химия в сельском хозяйстве, 1994. – № 4. – с. 13-14.
99. Экологические и технологические вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков сточных вод и твердых бытовых отходов. / Материалы международного симпозиума [под ред. А.И. Еськова]. – М.: РАСХН-ВНИПТИОУ, 2004. – С. 218.
100. Эффективность компостов на основе навоза КРС при внесении под полевые культуры / Касатиков В.А., Кравченко М.Е., Русакова И.В., Мосалева А.А. // Химия в с.-х., 1994. – № 4. – с. 17.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИЕ»

по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Рязань 2025

Методические указания разработаны профессором кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Левиным В.И., доцентом кафедры лесного дела и садоводства Ерофеевой Т.В.

Рецензент: профессор д.с.-х.н. Крючков М.М.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Содержание

	Введение	4
Тема 1	Морфология и анатомия дождевого червя. Вскрытие дождевых червей	5
Тема 2	Основные принципы и способы промышленного разведения дождевых червей	9
Тема 3	Расчет потребности в субстрате при вермикультивировании	13
Тема 4	Уход и подкормка за червями	16
Тема 5	Учет популяции червей при вермикультивировании.	17
Тема 6	Условия содержания и способы отделения червей от субстрата	19
Тема 7	Расчет экономической эффективности	23
Тема 8	Эффективность вермикомпоста при возделывании сельскохозяйственных культур	33
	Библиографический список	40

Введение

В последние годы во многих странах довольно широкое распространение получило одно из новых направлений биотехнологии- вермикULTивирование, заключается в промышленном разведении некоторых форм дождевых червей.

Формирование и развитие данного направления обусловлено возможностью решения на биологической основе ряда актуальных экологических задач (утилизация органических отходов, повышение плодородия почвы, получение высококачественного чистого органического удобрения, выращивание безопасной сельскохозяйственной продукции).

Основная цель практических занятий – углубленная проработка отдельных разделов курса, знакомство и освоение дисциплины, овладение практическими приемами.

Тема 1. МОРФОЛОГИЯ и АНАТОМИЯ ДОЖДЕВОГО ЧЕРВЯ

Общие морфологические замечания. Тело дождевого червя имеет хорошо выраженную двубоковую симметрию: кроме того, он является примером животного с весьма явственной метамерией.

Метамерия проявляется в данном случае не только однородной внешней сегментацией, но и сегментацией внутренней, ибо полость тела червя перегородками разделяется на метамерно лежащие камеры.

Каждая метамера дождевого червя типически представлена сегментом тела со своим отделом полости тела, с парой метанефридий, брюшным нервным узлом, участком кишечника и спинного сосуда.

В связи с однородностью сегментации дождевые черви способны к регенерации. Если червя разрезать на куски, то в них регенерирует соответственно головной и хвостовой концы тела. Выраженность метамерии свидетельствует об относительной низости организации животного.

Однако и у дождевого червя в передней части тела замечается некоторое нарушение метамерии вследствие присутствия здесь половых органов и начальной части пищеварительного аппарата.

Круглые черви по сравнению с кольчатыми устроены гораздо проще, что видно из таблицы.

Показатели	Дождевой червь	Аскарида
Форма тела	цилиндрическая	веретеновидная
Тело	членистое	нечленистое
Органы движения	кожно-мускульный мешок и щетинки	лишь мышечные клетки кожных покровов
-пищеварения	сложные	простые
Анальное отверстие	есть	есть
Органы дыхания	нет	нет
Дыхание	кожное	интрамолекулярное
Органы кровообращения	есть	нет
- выделения	метанефридий	своеобразный кожный канал
Полость тела	есть	нет
Метамерия	есть	нет
Нервная система	брюшная нервная цепочка	шнуровка
Органы чувств анатомически- невыраженные		
Половой аппарат	гермафродитный	раздельный

Образ жизни	подземный	паразитический

Большая простота строения аскариды зависит от двух причин:

-круглые черви вообще ниже организованы, чем кольчецы (отсутствие полости тела, кровеносной системы, метанефридий и др.);

-круглые черви упрощаются в своей организации еще дополнительно вследствие паразитического образа жизни. Этим, например, объясняется отсутствие у них хотя бы глаз, имеющих у некоторых свободно живущих нематод. Впрочем, у кольчецов глаза также могут, редуцироваться; их нет у дождевого червя, ведущего подземный образ жизни.

Разделение тела дождевого червя на сегменты со всеми прикосновенными к этому обстоятельству особенностями внутреннего строения определяют принадлежность его к кольчецам (*Annelides*).

Наличие у него слабо развитых и малочисленных щетинок (кожных), а также гермафродитность полового аппарата характеризуют принадлежность его к отряду малощетинковых кольчецов *Oligochaeta*, в котором он принадлежит по образу своей жизни к земляным малощетинковым кольчецам.

Дождевой червь живет в земле, где выкапывает себе норки. Днем он держится в почве, ночью же выходит на поверхность земли. У дождевого червя отсутствуют глаза; однако, он ощущает не только дневной, но и искусственный свет. Если ночью направить свет фонаря на выползшего из своей поры дождевого червя, то он сразу же сокращается.

Не вся поверхность тела одинаково чувствительна к свету. Более всего чувствителен передний конец, менее - задний и еще менее - средняя часть тела. Указанная только что способность червя объясняется присутствием в толще эпителия кожи и под ним чувствительных „зрительных" клеток, к которым подходят нервные волокна.

НАРУЖНЫЙ ОСМОТР

Тело дождевого червя состоит из большого числа колец или сегментов, отделенных друг от друга кольцевыми перетяжками. При осмотре живого животного видно, что оно ползает па одной и той же стороне тела, являющейся брюшной. Если червя положить на противоположную сторону тела, то он принимает нормальное положение, переворачиваясь на брюшную сторону. Спина дождевого червя более выпукла, брюшная же поверхность тела уплощенная.

Когда червь ползает по бумаге, то раздается шорох, зависящий от царапания бумаги маленькими *щетинками*, которых имеется, в общем, по восемь в каждом сегменте (отсюда и название — *малощетинковые черви Oligochaeta*). В их наличии можно убедиться и другим путем — проводя пальцем по телу червя: при этом легко ощутить, как они цепляются за кожу пальцев. Та сторона тела, на которой торчат щетинки, является брюшной; она покрыта более светлой кожей, чем спина.

Толщина дождевого червя не одинакова. Головной конец его толще, чем задняя часть тела и окрашен обыкновенно темнее:

Тело половозрелых особей в области с 32 по 37 сегменты заметно утолщено вследствие образования пояса (седлышка *clitellum*). Железы его вырабатывают секрет, из которого строится яйцевой кокон червя.

Первый (передний) сегмент тела выдается вперед и нависает над ротовым отверстием, которое поэтому не видно со спинной стороны. Называется он — *prostomium* или *асгоп*. Заднепроходное отверстие лежит, наоборот, терминально, т.е. на самом заднем конце тела.

По спинной стороне червя, начиная с десятого сегмента, по средней линии тела, открываются так называемые *спинные поры*, т.е. отверстия, ведущие в полость тела. Лежат они в межсегментных перетяжках и обнаруживаются в сильную лупу, если червя намотать, немного натянув, на палец.

Если обсушенного фильтровальной бумагой живого дождевого червя подогреть на стеклянной пластинке или механически раздражать, то он выделяет из спинных пор обильную жидкость, в которой имеются различные клетки. Такая реакция червя является защитной.

При осмотре брюшной стороны тела червя видно ротовое отверстие, лежащее под первым сегментом. Отметим также особенности некоторых члеников, а именно:

а) на границе между 9 и 10, 10 и 11 сегментами открываются отверстия четырех семяприемников;

б) 14 членик тела несет пару женских половых отверстий;

с) 15 сегмент тела обладает двумя мужскими половыми отверстиями;

Кроме того, все сегменты тела, за исключением I, 2, 3, и последнего, имеют каждый по два отверстия органов выделения — нефридий, лежащие вперед от брюшных щетинок.

Однако, все эти отверстия различимы лишь под сильной лупой при особо благоприятных условиях, например, в период половой деятельности.

Тело дождевого червя одето кожными покровами, несущими на своей поверхности гладкую кутикулу, отливающую при падающем свете цветами радуги. Такое явление называется *иризации*. Знакомые уже нам щетинки являются в свою очередь производными кутикулы. Кожа червя богата *слизистыми железами*. Выделяемая ими слизь служит для защиты червя от высыхания, трения в земле и т. п. Образуется она в изобилии также при раздражении червя, например, при разрезании живого червя на куски.

Хотя дождевой червь и лишен анатомически выраженных органов чувств, но кожные покровы его обладают довольно высокой чувствительностью. Они воспринимают световые раздражения, благодаря чему червь уходит от дневного света, прячется в землю и таким образом спасается от съедения дневными животными. Кожа его чувствительна к различным химическим раздражениям (пары кислот и т. п.).

Вскрытие дождевого червя

ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ. Дождевых червей копают в огородной земле, в компостных кучах, на свалках растительного мусора, подстилки из хлебов или конюшен, одним словом, в земле, богатой органическими веществами. Целесообразнее заблаговременно запастись живой материал на зиму. Собранных осенью червей кладут в ящики с землей или в большие цветочные горшки, которые и содержат в прохладном помещении, время от времени опрыскивая землю водой для поддержания влажности. Чтобы животные не погибли от скученности, рекомендуют на каждую сотню червей брать не менее трех-пяти ведер земли. Собранные запасы хранят от нападения крыс, которые могут повытаскать всех червей.

Дождевых червей можно добыть и зимой, если осенью приметить хмesta, где их достаточно, например, в компостных огородных кучах. Перед занятием отбирают необходимое количество червей, обмывают их водой и кладут в банку со слабым спиртом (около 10%). Через четверть часа они становятся совершенно неподвижными и годными для вскрытия. Для успеха занятий следует брать более крупные экземпляры.

Для демонстрации движений червя оставляют несколько штук живыми.

Так как дождевой червь проглатывает землю, то для изготовления срезов предварительно необходимо ее удалить. Червя сажают в банку с картофельной мукой или смоченной бумагой и выдерживают, пока его кишечник не освободится от земли и не заполнится крахмалом. После этого червя убивают хлороформом и фиксируют горячим насыщенным водным раствором сулемы, смешанным с вдвое меньшим количеством спирта. Фиксирование разрезанного на куски червя длится 2-3 часа. После препарат проводят через 50%, 75%, 80%, 95% спирт, ксилол с парафинами, парафин (в термостате). Срезы окрашивают гематоксилином с эозином.

Убитого дождевого червя прикалывают брюшной стороной книзу двумя булавками ко дну восковой ванночки: одной булавкой в головной конец тела (колоть несколько сбоку), другой — в хвостовой, слегка при этом растянув животное. Червя придерживают посредине пальцами левой руки; скальпелем делают продольный разрез по средней линии спины. Тонким пинцетом отгибают левый кожный лоскут в сторону, подрезая скальпелем удерживающие его поперечные перегородки полости тела (так называемые диссепименты), освобождающийся лоскут прикалывают ко дну ванночки. Так же поступают и с кожным лоскутом другой стороны тела. Булавки вкалывают наискось, отклоняя головки. В конце концов вскрывают червя по всей его длине. Большая часть органов расположена в передней трети дождевого червя; вследствие этого вскрытие необходимо делать осторожно, чтобы не повредить внутренности. Вскрытие и осмотр органов производят под водой.

При вскрытии червя рассекается кожно-мускульный мешок стенку тела, состоящую из собственно кожных покровов со сросшимися с ними мышцами тела.

Кожно-мускульный мешок ограничивает хорошо выраженную вторичную полость тела (целом), разгороженную на камеры фронтально стоящими перегородками (диссепиментами), которые лежат соответственно наружным границам члеников тела.

Большая часть полости тела дождевого червя занята кишечником - толстой трубкой снаружи желто-бурого цвета. По средней ее линии идет тонкий красный шнур - дорзальный кровеносный сосуд, тянущийся до переднего конца тела, в области которого находятся различные органы.

Идя спереди, находим (рис. 2).

а) 20-вално или грушевидно вздутую глотку (Б), богатую мышцами (ms), которая находится в первых шести сегментах; мышцы отходят от нее радиально и прикрепляются изнутри к стенке тела

б) В седьмом членике глотка переходит в тонкий и длинный пищевод.

с) По бокам пищевода видны огибающие его с боков полукружные кровеносные сосуды (так называемые сердца) (рис.2), начинающиеся от спинного сосуда.

д) В 10, 11 и 12 члениках лежат три пары беловато-желтых лопастных тел, сливающихся по средней линии тела друг с другом; это - семенные мешки - *vesiculae seminales* (А, С, к); помещаются они под, и по бокам пищевода.

е) В 13-м сегменте пищевод переходит в вишнево-красный зоб (*proventriculus*) занимающий 14-15 сегменты (А, В, С, d).

ф) За зобом следует *мышечный желудок* на границе 18-19 сегмента, (А, С, e) открывающийся в собственно кишечник. От кишечника и до самого заднего конца тела строение дождевого червя остается совершенно одинаковым.

г) По бокам кишечника видны поперечно идущие полоски — отрезки диссепиментов. Если качать ванночку, то можно заметить, что между диссепиментами колеблются нитчатые образования, являющиеся органами выделения метанефридиального типа.

Тема 2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И СПОСОБЫ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ

Разведение дождевых червей на первый взгляд может казаться простым делом, но это не так. Оно может показаться сравнительно простым, если строго следовать изложенному в этой книге теоретико-практическому курсу, не упуская ни одного принципа из числа тщательно разработанных в этом курсе и излагаемых только в настоящем руководстве. Однако, этого недостаточно для того, чтобы полностью гарантировать успех. При составлении этого курса были

реализованы на практике и обсуждены с червеводами все изложенные в книге положения и дано обоснование некоторых операций, изложенных ниже.

В промышленном разведении дождевых червей под ложем подразумевается единица измерения, возникающая в результате американских исследований, при которых под этим названием фигурировала площадка 2 м^2 , с одной стороной, равной 1 м и другой — 2 м.

Этой единицей измерения пользуются при всех подсчетах так, касающихся производительности, питания, размножения урожайности. Такое ложе содержит 100 000 червей разной величины с яйцами.

Существует термин «подкормка». Подкормку производят органическим веществом, количество которого в год составляет 10 ц. Это органическое вещество черви перерабатывают на 60 %, а остальные 40 % потребляют и усваивают для поддержания существования.

Таким образом, одно ложе дает ежегодно 6 ц гумуса, если осуществляется его производство, то есть при отсутствии размножения, и около 400—450 кг при разведении, то есть в стадии, когда все пространство ложа насыщается.

В определенных условиях черви размножаются через каждые 7 суток на протяжении 16 лет. Дождевой червь ежедневно съедает количество пищи, равное собственной массе. Насколько известно дождевых червей можно разводить в культуре открытого грунта, что не требует никаких постоянных построек типа теплиц, если для этой цели используют красный гибрид, селекцию которого производили в Калифорнии на протяжении 35 лет, в результате чего был получен вид, способный жить в неволе и культуре открытого грунта.

Преимущество культуры именно этого вида червя перед другими в том, что он в течение многих десятилетий приучен жить в неволе поэтому он не будет предпринимать попыток к бегству даже когда к этому его вынуждают особо неблагоприятные погодные условия. Красный червь не болеет. Основная опасность для него в этом отношении исходит от возможности отравления чрезмерной концентрацией протеина при незаконченной ферментации, в результате чего он становится кислотным и выделяет вредные газы, смертельные для всего ложа. Поэтому начинающим червеводам рекомендуем сначала хотя бы не упускать из виду следующие обстоятельства.

1. Необходимо приобретать только красного червя да и типов, описанных в настоящей книге.

2. Следует посетить хозяйство по разведению червей и удостовериться, что продукция имеет требуемые характеристики. Надо иметь в виду, что эта разновидность красного червя в хороших условиях разведения не покидает лож, которые представляют собой лишь кучи органического вещества, не находящиеся в ящиках или кессонах, а просто лежащие на земле и разровненные для того, чтобы было удобно производить подкормку и уход за червями.

3. Ни в коем случае не следует приобретать почвенных лесных или обыкновенных дождевых червей.

4. Нельзя смешивать другие разновидности дождевого червя с этой разновидностью красного.

5. Необходимо удостовериться, что продавец дождевых червей гарантирует, что они находятся в здоровом состоянии, и обеспечат замену в случае гибели имеющихся червей по зависящим от него причинам.

6. Не следует собирать отдельные партии дождевых червей различных черведов, а выбирать себе поставщика, которому можно доверять.

7. Не следует пытаться приспособить содержащуюся в настоящей книге информацию к другим разновидностям красного червя. Они имеют совершенно другой образ жизни, а потому вы рискуете обречь себя на неудачу.

Приобретение червей. Сбыт дождевых червей можно организовать и осуществлять различными способами.

1. На счет: взрослые особи отвешивают в некотором базовом количестве, например, 1 кг после чего подсчитывают количество содержащихся в нем червей.

Необходимо ориентироваться на то, что взрослый дождевой червь весит в среднем от 0,8 до 1 г. 2. На вес: для этого берут особи различных размеров, без яиц и новорожденных. Они должны быть совершенно половозрелыми, для чего самые молодые особи должны иметь возраст не менее 90 дней.

3. Ложками: содержащими 100 000 особей различной величины с коконами и яйцами, с новорожденными червями, червями среднего и зрелого возраста, находящимися в своей естественной среде обитания и количеством пищи на 10—15 дней.

Для транспортировки используют специальные деревянные ящики с крышкой и дренажными отверстиями или обычные ящики для фруктов, в зависимости от предназначенного для перевозки транспортного средства.

Короткие рекомендации следующие: для перевозки червей необходимо иметь самосвал с объемом кузова до 7 м³ удельный вес компоста 0,7—0,8 т/м³, а также брезент, чтобы накрывать субстрат сверху и уберечь его от выдувания ветром; свалить субстрат кучей, прикрыть его брезентом или соломой, слегка увлажнить и оставить в покое на 7—10 дней, чтобы черви отдохнули после перевозки и залечили свои травмы; заранее подготовить компост из подстилочного (солома резная) навоза, перепревшего лишенного возможности саморазогреваться; разослать компост слоем 20—30 см, увлажнить хорошо и дать ему выстояться 10-15 суток (перед увлажнением поверхность компоста опудрить карбонатом кальция до 5 кг/т); заселить компост червями, маточной раскладки, равномерно распределив червекомпост по заселяемой поверхности свежего субстрата (эту операцию необходимо делать на закате солнца — черви не переносят солнечной радиации и облученные погибают). Черви в течение ночи постепенно зароятся вглубь, но питаться новым субстратом не будут в течение 5 суток — будут только пробовать. Поверхность заселенного субстрата следует прикрыть мешковиной или резаной соломой. Через 3—5

суток после заселения поверхность заселенного субстрата увлажняют, но не сильно.

Размечая территорию, необходимо проверить, нет ли на ней следов крота, который жадно поедает дождевых червей.

Проникая в ложе один крот за короткое время может уничтожить всю популяцию.

При обнаружении этих животных, нельзя использовать кротоциды или какие-либо химикаты для их уничтожения: мертвый крот отправленный в ложе, убьет этим ядом всех дождевых червей, которые съедят его перегнившее мясо.

Выходом из положения является установка металлической сетки с ячейками малого диаметра по всему периметру на глубине 50—60 см с выходом на поверхность на высоту не менее 30 см.

Однако, известны случаи, когда и при этом кроты для того, Чтобы добраться до дождевых червей, прорывали ход на глубине более 60 см и все же попадали в активную зону Ложа. В хозяйствах используют металлическую сетку с ячейками 16 X 15 мм. Сетку устанавливают по всей ширине ложа, а ее кромки отгибают так, чтобы образовались два крыла на высоте 25 см со всех четырех сторон ложа

Ориентация лож. Ложа располагают так, чтобы вся лишняя вода вытекала из них. При наличии под ложем стоячей воды черви погибают. Если есть возможность выбора, то в зонах большой ветренности или в случае, когда наиболее сильные ветры дуют в некотором постоянном преобладающем направлении, ложа располагают в направлении по ветру.

Дождевые черви очень боятся ветра.

Рис.
навозного

Схема лож для разведения калифорнийского червя

они
что

В хозяйстве, ложа ориентируют в направлении север —юге учет структуры местности и низин, а также направления ветра. Дождевые черви больше всего боятся бури, потому чувствуют себя в безопасности благодаря тому, субстрат не заливается водой, они не пытаются уходить из ложа в более надёжное место.

Вопросы:

Тема 3. Расчет потребности в субстрате при вермикультивировании.

Задание 1 Для определения площади, пищи, технико-экономических показателей производства биогумуса и биомассы, применяется понятие стандартное ложе - гряда размером 2 м х 1 м. Эта гряда заполняется базовым субстратом и должна содержать от 10 000 штук червей различного возраста, включая коконы. На удовлетворение жизненных потребностей червей 40 % питательного субстрата, а 60 % выделяется в виде капролитов, т.е. биогумуса. Расчет потребности субстрата. В нашем случае для расчетов будет принято:

1. Стандартное ложе - 2 м²

2. Инкубационный период 80- 100 дней.

3. Первоначальная плотность заселения субстрата 32 тыс. экземпляров на 1 ложу.

4. Средняя масса одного червя - 0,2 гр.

5. Один червь съедает в сутки количество пищи, равное массе собственного тела, т.е. 0,2 гр.

1. При первоначальной плотности заселения ложа 32 тыс. червей потребуется пищи:

$$0,2 \times 32\,000_{\text{экз.}} = 6,4 \text{ кг в сутки на одно ложу}$$

7. Высота закладки базового субстрата = 0,15 м.

Потребность субстрата равна:

$$0,15 \times 2 \text{ м}^2 = 0,3 \text{ м}^2 = 0,3 \text{ т} = 300 \text{ кг}$$

8. Базовый субстрат будет переработан через 47 дней:

$$300 \text{ кг} : 6,4 \text{ кг/д.} = 47 \text{ дней}$$

9. Через 47 дней необходимо произвести 1 подкормку, на высоту 5 см для чего потребуется субстрата:

$$0,05 \text{ м}^2 = 0,1 \text{ м}^3 = 0,1 \text{ т} = 100 \text{ кг на 1 ложу.}$$

10. Через 47 дней численность червей должна увеличиться примерно до 40 тыс экземпляров, тогда ежедневная потребность в пище для червей

$$\text{составит: } 0,2 \times 40\,000_{\text{экз.}} = 8 \text{ кг в сутки на 1 ложу.}$$

11. Масса субстрата заданная при 1-ой подкормке будет переработана через 12,5-13 дней.

$$100 \text{ кг} : 8 \text{ кг/сут} = 12,5 \text{ дней (13 дней)}$$

12. После этого срока червей не кормят, еще около 3-5 дней.

13. Через 65 дней с момента зачервления базового субстрата, необходимо

провести 2 подкормку субстратом на высоту 0,05 м - потребность субстрата равна:

$$0,05 \text{ м} \times 2 \text{ м}^2 = 0,1 \text{ м}^3 = 0,1 \text{ т} = 100 \text{ кг на ложу}$$

14. Численность червей должна увеличиться примерно до 45 000 экземпляров на 1 ложу.

Потребность пищи в сутки составит:

0,2 x 45 000_{экз} — 9 кг в сутки на 1 ложу.

15. Масса субстрата заданная во 2 подкормку будет переработана за 11 дней.
(100 кг : 9 кг - 11 дней)

16. После чего червей не кормят еще 3-5 дней.

17. Численность популяций к этому моменту должна составлять 50 тыс. экземпляров.

18. Через 80 дней с момента зачервления начать отделение червей.

19. Отделение происходит за 10-20 дней.

20. Выборка биогумуса и закладка базового субстрата - 5-10 дней.

21. Через 105-110 дней - начало нового цикла. Количество лож должно при этом удваиваться.

Таблица 9

Расчет потребности субстрата и выхода биогумуса и биомассы на одно стандартное ложе.

Инкубационный период, дней	Высота загрузки питательной смеси, м					Масса, т					Выход в тоннах;	
	Базовый субстрат	1-ая подкормка	2-ая подкормка	общая высота таза цикл	Подкорм. на выман	Базовый субстрат	Подкорм. (две)	Всего за тех. цикл	Всего на выман	Всего мин. доб. кг/т	биогумус	Биомасса
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
80-100	0,15	0,05	0,05	0,25	0,15 (0,05x3)	0,3	0,2	0,5	0,8	3-5	0,3	0,05

Анализируя таблицу видно что, потребность в субстрате на одно стандартное ложе будет составлять 800 кг субстрата, а выход биогумуса и, биомассы составит 300 кг и 50 кг соответственно.

Пользуясь данными таблицы 9, рассчитывается количество субстрата, необходимое для двух технологических циклов.

Так как за первый цикл заложено два ложа 1 x 50 м или 50 стандартных лож, а ко второму циклу их количество удваивается. Следовательно, после, удваивания получим 100 стандартных лож.

Исходя из этого, можно рассчитывать потребность в субстрате на весь технологический цикл:

$$\begin{aligned}
 &50 \text{ ст/л} \times 800 \text{ кг} = 40 \text{ тонн} \\
 &100 \times 800 \text{ кг} = 80 \text{ тонн} \\
 &40 \text{ т} + 80 \text{ т} = 120 \text{ тонн}
 \end{aligned}$$

Для простоты расчетов и во избежании дефицита субстрата рекомендовано заложить 150 тонн субстрата.

Субстрат будет закладываться в бурты размером 15 м х 2 м х 1 м на площадке ферментации. Он будет состоять из 70 % навоза и 30 % добавок в виде соломы и отходов кормопроизводства.

В итоге потребуется 105 т навоза и 45 т растительных остатков (соломы). Навоз и солома будут хорошо перемешаны и уложены в бурты, высота которых не должна превышать 1,5 м, на площадке ферментации.

Задание 2

Цель занятия; Рассчитать средний объем переработки червями отходов при заданных нормативных параметрах

Пример:

- условия содержания - оптимальные;
- первоначальное число червей - 5000 шт. смешанной популяции;
- средняя масса 1 шт. смешанной популяции составляет около 0,2 г;
- среднесуточная потребность питательной смеси для одного червя равна его массе, т.е. в среднем на одного червя необходимо 0,2 грамма;

-для 5000 червей необходимо в сутки $5000 \times 0,2 \text{ г} = 1000 \text{ г} = 1 \text{ кг}$ субстрата.

Если на 1 января - 5000 червей, то на 1 апреля –

$5000 \times 2 = 10000 \times 2 = 20000$ червей

Составим таблицу на 1 год:

Дата	Число червей	Вес червей (кг.)	Масса субстрата на 1 месяц (кг.)
1 января	5 000	1	30
15 февраля	10 000	2	60
1 апреля	20 000	4	120
15 мая	40 000	8	240
1 июля	80 000	16	480
15 августа	160 000	32	960
1 октября	320 000	64	1 920
15 ноября	640 000	128	3 840
31 декабря	1 280 000	256	7 680
Всего за год переработается навоза			15 330

Выход биогумуса составляет 0,5 - 0,7 от всего переработанного объема, т.е. от $15330 \times 0,5 = 7665$ (кг) до $15330 \times 0,7 = 10731$ (кг) т.е. в среднем 8-10 тонн.

Если основная переработка навоза будет происходить в летнее время, т.е. в течение 4-х месяцев, рассчитаем, сколько необходимо червей к началу лета, чтобы переработать весь зимний навоз от одной коровы за 4 месяца.

Средний выход отходов от одной взрослой коровы в сутки -30 кг.

В условиях Якутии за 9 месяцев стойлового содержания от 1 коровы накапливается $30 \times 9 \times 30 = 8100$ кг.

$8100 \text{ кг} : 4 \text{ мес.} = 2025 \text{ кг}$ отходов в месяц надо переработать $2025 : 30 = 67,5$ кг в день.

$67,5 : 0,2 \times 1000 = 337500$ шт. червей должны работать каждый день в течение 4-х месяцев, чтобы переработать навоз одной коровы накопленный за 9 месяцев зимнего стойлового содержания.

Тема 4. Уход и подкормка за червями.

Уход за ложами должен включать в себя слежение за популяцией червей, увлажнение субстрата и его аэрацию.

При подсчете червей учитывают отдельно взрослых особей, молодняк и, коконы. Подсчет производится произвольной выборкой субстрата на всю глубину в нескольких местах ложа и нахождением среднего арифметического количества. Выборка производится приспособлением, представляющем из себя короб размером 10 х 10 см. он углубляется в субстрате и извлекает его вместе с червями.

Увлажнять субстрат необходимо 2-3 раза в неделю. Влажность субстрата должна поддерживаться на уровне 70-80 % от плотной влагоемкости. Иначе черви не смогут им питаться.

Аэрацию осуществляется путем орошения субстрата на глубину; залегания червей через 3-4 дня, не допуская его сильного уплотнения. При этом слои не перемешивать между собой. Операция производится вручную вилами с тупыми концами.

Подкормки необходимо вносить слоем 5 см, учитывая количество червей на стандартное ложе. Один червь смешанной популяции поедает в, день 0,2 грамма корма.

При расчете сроков подкормок пользоваться следующим порядком вычисления для стандартного ложа

$$Д = \frac{М \text{ субстрата}}{0,2 \times К \text{ червей}}$$

где Д - количество дней до следующей подкормки

М_{субстрата} - масса заложенного ранее субстрата

К_{червей} - количество червей

Так же необходимо учитывать то, что количество червей растет и периодически определяется его подсчетом.

Подкормки производить только субстратом прошедшем все необходимые анализы и пробу на 50 червей, желательно производить подкормку в два этапа, закладывая субстрат с промежутками примерно на 0,7 поверхности ложа. Остальные 0,3 части оставить для подстраховки, на случай если червям не подойдет новый корм заполнить оставшуюся часть полностью.

Количество подкормок зависит от плотности заселения червями и, требуемой продолжительности технологического цикла.

После проведения очередной подкормки субстрат увлажнить и укрыть сверху мульчирующим слоем.

Тема 5 УЧЕТЫ ПОПУЛЯЦИИ ЧЕРВЕЙ ПРИ ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИИ

Цель занятия: Освоить метод учета популяции червей при промышленном вермикультивировании

Задание: Произвести качественный и количественный учет червей в ложах вермикультуры с помощью учетных площадок.

Качественный учет. Учет поголовья червя в ложах ведется для определения его численности и корректировки плотности заселения субстрата. Качественный учет червей предусматривает установление в популяции возрастного разнообразия червей. При проведении учетов подсчитываются отдельные возрастные группы: коконы, молодые черви и взрослые особи. В последующем устанавливается в коконах среднее количество зародышей. По результатам судят о состоянии и перспективе развития популяции. Если в популяции преобладают взрослые черви над молодыми и коконами, а период благоприятный для размножения, то необходимо искать причину этих изменений. Если количество взрослых червей и коконов преобладает над молодыми формами, то это говорит о том, что условия препятствуют развитию молодых. Уменьшение числа коконов является не только показателем изменения условий развития, но и свидетельствует о периоде затухания процессов размножения.

Количественный учет. К числу основополагающих, базовых параметров, отражающих экологическое состояние в популяции червей, являются интенсивность и экстенсивность процессов размножения, временные возрастные колебания численности червей, характер их горизонтального и вертикального распределения в культуре.

Полученные цифровые показатели по указанным параметрам могут вводиться в компьютерные системы для накопления банка данных.

Количественный и качественный учет предусматривает подсчет червей в учетных площадках 10 x 10 см. Для отбора проб пользуются 3-х рожковой огородной вилкой.

При взятии пробы в выбранном месте пробник утапливается в субстрат до дна ложа и осторожно вытягивается вместе с взятой пробой. Минимальное число проб - не менее трех.

При содержании червей в буртах или секциях из сетки, учетные площадки закладываются по диагонали, при короткой секции - зигзагом по всей длине вермикультуры, а в культурах другой конфигурации (круг, квадрат и др.) - в шахматном порядке.

Для равномерного охвата площади учетные площадки закладываются по краям и по центру культуры, боковые пробы берутся на расстоянии

20 см от края культуры. Выборка проводится послойно (верхний, средний, нижний слой).

Данные заносятся в журнал учета. При подсчете червей учитываются отдельно взрослые, молодые особи и коконы. После подсчета данные суммируются по возрастам и в целом для учетной площадки.

На основе количественных данных всех учетных площадок определяются среднеарифметические показатели всех возрастов по отдельным участкам (секция, сектор...), а затем в целом по хозяйству. Одновременно проводится статистическая обработка.

Количественный и качественный учет червей проводится ежемесячно, согласно графика.

Для получения полных данных учитывается количество зародышей в коконе. При этом из пробы выбирают 5 коконов вместе с субстратом, взятым из пробы, и помещают в банку или лоток. После выведения молодых червей, проводится их подсчет, определяется среднее число зародышей в коконе и эти данные включаются с соответствующим перерасчетом в журнал учета.

Учитывают также и общий вес по возрастным группам и в целом, биомассу. Для этого из каждой пробы отбирают по 10 взрослых и молодых червей разных размеров, взвешивают и, получив средний вес червя в каждой возрастной группе, суммируют данные, устанавливая, исходя из общего числа червей в популяции, биомассу червей.

На основе учетов судят о ходе накопления биомассы и динамике численности на единицу площади и, исходя из этого, определяют время и степень (кратность) деления вермикультуры и заселения новых площадей.

Контрольные вопросы:

1. Для чего необходимо проводить регулярные учеты численности червей?
2. Правила взятия проб в ложах различной конфигурации.
3. Как проводится качественный и количественный учет червей в популяции?
4. Как установить число зародышей в коконе?
5. Как определить биомассу червей (в ложе, секции, секторе) ?
6. Какие показатели свидетельствуют о неблагоприятном течении процесса вермикультивирования?

Тема 5 УЧЕТ ПОПУЛЯЦИИ ЧЕРВЕЙ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ВЕРМИКУЛЬТИВИРОВАНИИ

Цель занятия: Освоить метод учета популяции червей с помощью выборочного статистического метода.

Задание : Определить значение средней численности червей в общей массе (пределы генеральной средней величины)

Учет поголовья червей в ложах ведется для определения его численности и корректировки плотности заселения субстрата, его можно осуществлять с помощью выборочного статистического метода, сущность которого состоит в том, что наблюдению подвергается часть заселенного субстрата (выборочная совокупность единиц), но полученные данные характеризуют всю (генеральную) совокупность единиц, т.е. всю площадь вермикультиватора.

Цель выборочного наблюдения- определить пределы генеральной средней величины, которая определяется через нахождение средней арифметической величины выборочной партии и предельной ошибки выборки при заданной степени вероятности.

Необходимые расчеты проводятся по следующим основным формулам:

$$\tilde{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots}{n} = \frac{\sum X_n}{n}$$

где: $\tilde{x}$ Equation.3 - простая средняя арифметическая, показывает среднюю численность поголовья червей в выборочной партии;

Equation.3 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ Equation.3 - численность поголовья червей в каждой отобранной партии;

n - численность выборочной совокупности, или численность выборки:

Размеры вариации, т.е. величины отклонения значений выборки от среднего значения численности поголовья червя; определяются следующими формулами:

$$\bar{d} = \frac{\sum (x_i - \tilde{x})^2}{n}; \text{ где}$$

$\bar{d}$ - линейное отклонение показывает отклонение численности поголовья червей выборки от среднего и не устанавливает степень рассеивания всех значений;

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \tilde{x})^2}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \tilde{x})^2}{n}}; \text{ где}$$

s^2 - дисперсия, или среднее значение квадрата отклонений численного значения выборки от ее средней величины;

s - среднее квадратичное отклонение является мерой надежности средней величины, оно всегда больше среднего линейного отклонения и для нормального закона распределения случайных величин (в нашем случае при равномерном распределении численности червя в ложах) и примерно соотносится как:

$$s : d = 1 : 2$$

Чем меньше ,тем точнее значение средней арифметической соответствует действительности.

Ошибки выборочного наблюдения возникают в результате исследования части всей совокупности, причем выбранной случайно. По способу отбора выборка бывает повторной и бесповторной. При повторной выборке каждая отобранная партия возвращается обратно в сотую массу и может повторно попасть в выборку. При бесповторном отборе - не возвращается.

Существуют средняя и предельная ошибки выборки.

Средняя ошибка выборочной средней определяется по следующим формулам:

$$M_x = \sqrt{\frac{s_x^2}{n}} \text{ - для повторного отбора;}$$

$$M_x = \sqrt{\frac{s_x^2}{n} \frac{N-n}{N}} \text{ для бесповторного отбора. где}$$

s^2 - дисперсия признака;

n - численность выборочной совокупности (например, часть лож, или число выборок в одном ложе);

N - численность генеральной совокупности (все ложа, или полное число возможных выборок в одном ложе);

Отношение $\frac{n}{N}$ - представляет относительную долю отобранных единиц (процент выборки) и если это отношение меньше 5%, то множителем $\frac{N-n}{N}$ можно пренебречь и ошибка выборки M находится по способу повторного отбора.

Предельная ошибка вычисляется с заданной степенью вероятности и определяется по формуле : $\Delta = Mt$

$$\Delta = t \sqrt{\frac{s_x^2}{n}} \text{ Equation.3 - для повторного отбора;}$$

$$\Delta = t \sqrt{\frac{s_x^2}{n} \frac{N-n}{N}} \text{ Equation.3 - для бесповторного отбора}$$

где коэффициент t определяется по таблицам Стьюдента. При больших выборках (свыше 10% от общей массы) значение берут при вероятности равной 0,954 ($t=2$) и 0,997 ($t=3$).

Значение средней численности червей в обоей массе (пределы генеральной средней величины) при заданной вероятности определяется по формуле:
 $x = \bar{x} \pm D\bar{x} \quad x = \bar{x} \pm D\bar{x}$

Можно использовать наиболее простой пример ориентировочного расчета численности популяции червей, основанный на практическом опыте разведения червей.

При промышленном разведении червей и производстве биогумуса используется название «смешанная популяция» и при расчетах принимается во внимание ее 1 -килограммовая единица.

Состав смешанной популяции по возрастным группам принимается следующим:

- коконов - 19,1%;

- juvenilis (молоди)- 2600 шт.;

- взрослых - 960 шт.

Всего в одном кг смешанной популяции - 4400 шт.

Средняя масса 1 шт. смешанной популяции составляет 0,227г

Методы отделения червей от субстрата

Цель: Ознакомиться с методами отделения червей от субстрата при промышленном вермикULTивировании

Задание.

- 1.Провести отделение червей от культиватора методом А.М.Иголина.

- 2.Провести отделение червей от культиватора по методу ТСХА.

- 3.Провести отделение червей от культиватора с помощью соломы.

- 4.Провести отделение червей от культиватора с использованием солода.

Сделать вывод: какой из способов является наиболее эффективным для отделения червей при промышленном вермикULTивировании.

Для отделения червей от субстрата существует много способов и технологических приемов. Это могут быть различного типа воронки, где червей выгоняют из субстрата светом, высокой температурой или слабым током.

Американские фермеры применяют барабан, сделанный из металлической решетки с ячейками 4 x 4 мм. Барабан стоит на колесиках с резиновыми шинами. К одному из колес подведена передача. Вращая рукоятку, крутят барабан вручную. Под барабаном расположен лоток куда ссыпается биогумус, дно барабана откидное. Остатки не съедобного корма и черви изымаются путем опрокидывания барабана. Длина барабана 2,5 м.

Лучшим способом отделения червей является метод, предложенный ассоциацией «Биоконверсия» - это послойное снятие червей. Корм необходимо вносить регулярно, При подготовке к выборке червей, корм' должен несколько отличаться от предыдущих порций. Перед внесением нового субстрата снимают 5-ти сантиметровый слой предыдущего. Через 6 -7 дней снова снимают такой же толщина слой, в котором находится 50 - 60% популяции червей. Снятый слой вместе с червями переносят в новое ложе. Вносят новый

корм и через 6 - 7 дней снимают остатки популяции. Таким образом достигается почти полная, безболезненная выборки популяции червей - до 97%. В субстрате можно оставлять только тех червей, которые вылупились в последнее время.

Тимирязевской академией представлен следующий метод.

Выдачу подкормки задерживают на 3 - 4 недели, после чего уже не тонким слоем, а слоем 12 см. закладывают хорошего качества субстрат, проверенный на возможность обитания биотестированием (проба 50 червей). Слой свежего субстрата снимают вместе с червями. В первую закладку заползают до 55% червей, во вторую - 25% и в третью - 15%. В биогумусе остается не более 5% червей, которыми можно пренебречь.

Операцию по съему червей можно облегчить с помощью металлической сетки, которую кладут поверх старого субстрата, а новый субстрат закладывают на сетку. Снимают его с червями, держа сетку за 4 угла, это очень убыстряет процесс.

Перед последним снятием червей рекомендуется выдержать паузу 2-3 недели для того, чтобы в результате последующего снятия отделить также и червей, которые вылупились за это время из коконов,

А.М.Игонин советует для отделения червей от субстрата использовать солому, пропитанную патокой, она не имеет запаха.

Хороший эффект дает также использование смеси листового опада и измельченных отходов овощей. Кроме того, рекомендуется промежуточное снятие червей, чтобы избежать перенаселения популяции. Для этого провялят один съём без предварительного голодания червей. Исследованиями установлено, что особенно страдает от перенаселения молодь.

Отделение червей от субстрата с помощью соломы

Для промежуточного снятия предлагается следующие методы.

Черви любители сладкого, этим свойством пользуются для их отделения. Для этого червятник укрывают на 30 суток старой мешковиной или перфорированной черной полиэтиленовой пленкой. Червей в это время не кормят, но воды дают достаточно. Голодные черви готовы перейти в свежий субстрат, но вместо субстрата накладывают соломенную резку, смоченную в 1% растворе патоки или другим сахаросодержащем растворе. После этого культиватор закрывают мешковиной. Через трое суток в основной своей массе черви перейдут новый корм - в солому. Остальным червям становится просторнее и они продолжают свою деятельность.

Солому с червями помещают в ванну с водой, перемешивают. Черви из соломы падают на дно, а солома всплывает. Воду из ванны сливают. Червей можно после пастеризации скармливать птице или скоту. Солому можно использовать несколько раз.

Для такого съема, вместо соломы можно использовать лузгу овощей и фруктов после выжимки.

Отделение червей от субстрата с использованием солода

Подготовленный солод (пророщенные зерна ячменя, овса, пшеницы) необходимо пропустить через вальцы для раздавливания затем их смешать с другой частью пророщенных семян и распределить равномерно на капроновой сетке в 1-2 слоя зерен. Это необходимо делать на поверхности культиватора предварительно проголодавшихся червей (желательно использовать сетку с ячейками 1,5-1,5 или 2 - 2 мм).

Необходимо дождаться выгонки ростков высотой 5-6 см. Черви охотно проникают в этот формирующийся зеленый коврик. Его отделяют от культиватора и от сетки, режут на куски и дают курам и свиньям в качестве 'белкового витаминного корма.

На культиватор после снятия зеленого коврика необходимо положить слой компоста-корма для проголодавшихся червей.

Тема 7 Расчет экономической эффективности

Пример расчета

Расчет экономической эффективности по вариантам опыта

1. Вариант Навоз КРС + солома. $K=0,25$, биомасса 1 червя = 0,48 г

Экономические показатели

Наименование показателей	Характеристика
Выход продукции (биогумус), т/год	725.490
Стоимость сырья, тыс. руб	300
Стоимость переработки, тыс. руб	1246.16
Окупаемость, лет	0.44
Рентабельность, %	228

Расчет выхода валовой продукции кг/год

Дата	Количество червей, шт	Биомасса червей, кг	Количество субстрата в сутки, кг	Количество субстрата в месяц, кг	Биогумус, 60%
1.01.08	1000000	480	480	14400	8640
1.02.08	1250000	600	600	18000	10800
1.03.08	1562500	750	750	22500	13500
1.04.08	1953100	940	940	28200	16920

1.05.08	2441380	1170	1170	35100	21060
1.06.08	3204310	1530	1530	45900	27540
1.07.08	4005380	1920	1920	57600	34560
1.08.08	5006720	2400	2400	72090	43250
1.09.08	6258400	3000	3000	90120	54070
1.10.08	7823000	3750	3750	112500	67500
1.11.08	9778750	4690	4690	140700	84420
1.12.08	12223430	5860	5860	176000	105610
1.01.09	15279280	7330	7330	220020	132010
Итого (1 год)	1527928	-	-	1033130	725490

Расчет фонда оплаты труда (на 1 год)

Должность	Кол – во штатных единиц	З\п в мес., тыс. руб. (на 1 раб.)	Начисления на З\п (39,5), тыс. руб. (на 1 раб.)	Затраты, мес., тыс. руб. (на 1 работника)	Затраты, мес, тыс. руб.	Затраты, год, тыс. руб.
Биотехнолог	1	8	3,16	11,16	11,16	133.92
Рабочий	2	5	1,975	6,975	13.95	167.4
Трактористы	2	7	2,765	9,765	19.53	234.36
Итого						535.68

Расчет затрат на производство биоугмуса

Наименование	Цель приобретения	Потребное количество	Стоимость ед. товара, тыс. руб.	Суммарная стоимость, тыс. руб.
Производственные затраты				
1. Сырье				
Промышленная линия компостных	Используется для вермикомпостирования субстрата	1000000 шт.	0,0003	300

червей Eisenia foetida				
Навоз	Используется в качестве наполнителя жидкой фракции навоза	1033.130 т	0 (производится на предприятии)	
Итого	-	-	-	300
2. Оборудование				
Сепаратор	Используется для просеивания биогумуса	2	28.500	57
Тачка	Используется при вермикомпостировании	2	2	4
Лопата совковая	Используется при вермикомпостировании	2	0,1	0,2
Итого				61.2
3. Прямые затраты				
ГСМ (3,6 кг/т биогумуса (дизель))	Используется для работы автотранспорта	2611.7 кг	0,02	52.2
Электроэнергия (55 кВт/ т)	-	39901.9 кВт	0,00154	61.4
З/п с начислениями	-	-	-	1071.36
Итого	-	-	-	1184.96
Всего				1546.16

Расчет прибыли

Наименование продукции	Валовая продукция, т	Рыночная стоимость, тыс. руб/т	Выручка, тыс. руб.	Затраты, всего, тыс. руб	Прибыль, тыс. руб	Налог на прибыль, тыс. руб
Биогумус	725.490	7	5078.43	1546.16	3531.84	0*

*налог на с.х. продукцию не взимается

$R = \Pi / Z \cdot 100\%$, где R- рентабельность; Π - прибыль

$$P = 3531.84 : 1546.16 = 2.28 \times 100 \% = 228 \%$$

Себестоимость $= \frac{ПЗ}{ВП}$, где ПЗ- производственные затраты; ВП- валовая

продукция: $1546.16 : 725.490 = 2.13$ тыс.руб./т

$Q = \frac{K}{П}$, где Q- срок окупаемости; К- вложения; П- чистая прибыль:

$$1546.16 : 3531.84 = 0.44 \text{ (5 месяцев)}$$

Вариант 2 Птичий помет+ солома (1:1) К=0,18, вес 1 червя=0,18

Экономические показатели

Наименование показателей	Характеристика
Выход продукции (биогумус), т/год	184.78
Стоимость сырья, тыс. руб	300
Стоимость переработки, тыс. руб	625.7
Окупаемость, лет	2.52
Рентабельность, %	39.6 %

Расчет выхода продукции в год

Дата	Количество червей, шт	Биомасса червей, кг	Количество субстрата в сутки, кг	Количество субстрата в месяц, кг	Биогумус, 60%
1.01.08	1000000	180.0	180.0	5400	3240
1.02.08	1180000	212.4	212.4	6372	3823.2
1.03.08	1392400	250.6	250.6	7518.9	4511.3
1.04.08	1643032	295.7	295.7	8872.3	5323.4
1.05.08	1938777	348.9	348.9	10469.3	6281.6
1.06.08	2287757	411.7	411.7	12353.8	7412.3
1.07.08	2699553	485.9	485.9	14577.5	8746.5
1.08.08	3185473	573.3	573.3	17201.5	10320.9
1.09.08	3758858	676.5	676.5	20297.8	12178.6
1.10.08	4435452	798.3	798.3	23951.4	14370.8
1.11.08	5233833	942.0	942.0	28262.6	16957.6
1.12.08	6175923	1111.6	1111.6	33349.9	20009.9
1.01.09	7287589	1311.7	1311.7	39352.9	23611.7
Итого	7287589			307979.9	184787.9

Расчет фонда оплаты труда

Должность	Кол – во штатных единиц	З\п в мес., тыс. руб. (на 1 раб.)	Начисления на З\п (39,5), тыс. руб. (на 1 раб.)	Затраты, мес., тыс. руб. (на 1 работника)	Затраты, мес, тыс. руб.	Затраты, год, тыс. руб.
Биотехнолог	1	8	3,16	11,16	11,16	133.92
Рабочий	2	5	1,975	6,975	13.95	167.4
Трактористы	2	7	2,765	9,765	19.53	234.36
Итого						535.68

Расчет затрат на производство биогуруса

Наименование	Цель приобретения	Потребное количество	Стоимость ед. товара, тыс. руб.	Суммарная стоимость, тыс. руб.
Производственные затраты				
1. Сырье				
Промышленная линия компостных червей <i>Eisenia foetida</i>	Используется для вермикомпостирования субстрата	1000000 шт.	0,0003	300
Навоз	Используется в качестве наполнителя жидкой фракции навоза	153.9т	0 (производится на предприятии)	
Итого	-	-	-	300
2. Оборудование				
Сепаратор	Используется для просеивания биогуруса	2	28.500	57
Тачка	Используется при вермикомпостировании	2	2	4
Лопата совковая	Используется при вермикомпостировании	2	0,1	0,2
Итого				61.2
3. Прямые затраты				
ГСМ (3,6 кг/т биогуруса (дизель))	Используется для работы автотранспорта	665.2	0,02	13.3
Электроэнергия (55 кВт/ т)	-	10163.3	0,00154	15.6

З/п с начислениями	-	-	-	535.68
Итого	-	-	-	564.5
Всего	925.7			

Расчет прибыли

Наименование продукции	Валовая продукция, т	Рыночная стоимость, тыс. руб/т	Выручка, тыс. руб.	Затраты, всего, тыс. руб	Прибыль, тыс. руб	Налог на прибыль, тыс. руб
Биогумус	184.78	7	1292.9	925.7	367.2	0*

*налог на с.х. продукцию не взимается

$R = \Pi / Z \cdot 100\%$, где R- рентабельность; Π - прибыль

$R = 367.2 : 925.7 = 0.396 \times 100 \% = 39.6 \%$

Себестоимость $= \frac{\Pi З}{В\Pi} \frac{\Pi З}{В\Pi}$, где ПЗ- производственные затраты; ВП- валовая

продукция: $925.7 : 184.78 = 5$ тыс.руб./т

$Q = \frac{K}{\Pi}$, где Q- срок окупаемости; K- вложения; Π - чистая прибыль:

$925.7 : 367.2 = 2.52$ года (30 месяцев)

Вариант № 3 (Навоз КРС +птичий помет +солома); K=0.22;

масса 1 червя =0.39

Экономические показатели

Наименование показателей	Характеристика
Выход продукции (биогумус), т/год	391.339
Стоимость сырья, тыс. руб	300.000
Стоимость переработки, тыс. руб	1418.282
Окупаемость, лет	1.070
Рентабельность, %	93.140

Выход валовой продукции, кг/год

Дата	Количество червей	Биомасса червей, кг	Количество субстрата в сутки, кг	Количество субстрата в месяц, кг	Биогумус, 60 %
1.01.07	1000000	390	390	11700	7020.0
1.02.07	1220000	475.8	475.8	14274	8564.0
1.03.07	1488400	580.5	580.5	17415	10449.0
1.04.07	1815848	708.2	708.2	21246	12747.6
1.05.07	2215334.5	863.9	863.9	25917	15550.2
1.06.07	2702708	1054.1	1054.1	31632	18979.2
1.07.07	3297303.7	1285.9	1285.9	38577	23146.2
1.08.07	4022710.5	1568.9	1568.9	47067	28240.2
1.09.07	4907706.8	1914.0	1914.0	57420	34452.0
1.10.07	5987402.2	2335.1	2335.1	70053	42031.8
1.11.07	7304630.6	2848.8	2848.8	85464	51278.4
1.12.07	8911649.3	3475.5	3475.5	104265	62559.0
1.01.08	10872212	4240.1	4240.1	127203	76321.8
Итого	-	-	-	652233	391339.8

Расчет фонда оплаты труда

Должность	Кол – во штатных единиц	З\п в мес., тыс. руб. (на 1 раб.)	Начисления на З/п (39,5), тыс. руб. (на 1 раб.)	Затраты, мес., тыс. руб. (на 1 работника)	Затраты, мес, тыс. руб.	Затраты, год, тыс. руб.
Биотехнолог	1	8	3,16	11,16	11,16	133.92
Рабочий	5	5	1,975	6,975	34.875	418.5
Трактористы	3	7	2,765	9,765	29.295	351.54
Итого						903.96

Расчет затрат на производство биогумуса

Наименование	Цель приобретения	Потребное количество	Стоимость ед. товара, тыс. руб.	Суммарная стоимость, тыс. руб.
Производственные затраты				
1. Сырье				
Промышленная линия компостных червей <i>Eisenia foetida</i>	Используется для вермикомпостирования субстрата	1000000 шт.	0,0003	300
Навоз, помет	Используется в качестве наполнителя жидкой фракции навоза	652.233т	0 (производится на предприятии)	
Итого	-	-	-	300
2. Оборудование				
Сепаратор	Используется для просеивания биогумуса	5	28.500	142.5
Тачка	Используется при вермикомпостировании	5	2	10
Лопата совковая	Используется при вермикомпостировании	5	0,1	0.5
Итого				153
3. Прямые затраты				
ГСМ (3,6 кг/т биогумуса (дизель))	Используется для работы автотранспорта	1408.8	0,02	28.176
Электроэнергия (55 кВт/ т)	-	21523.645	0,00154	33.146
З/п с начислениями	-	-	-	903.96
Итого	-	-	-	965.282

Всего	1418.282

Расчет прибыли

Наименование продукции	Валовая продукция, т	Рыночная стоимость, тыс. руб/т	Выручка, тыс. руб.	Затраты, всего, тыс. руб	Прибыль, тыс. руб	Налог на прибыль, тыс. руб
Биогумус	391.339	7	2739.373	1418.282	1321.091	0*

*налог на с.х. продукцию не взимается

$R = \Pi / Z \cdot 100\%$, где R- рентабельность; Π - прибыль

$R = 1321.091 : 1418.282 = 0.93 \times 100 \% = 93.14 \%$

Себестоимость $= \frac{ПЗ}{ВП}$, где ПЗ- производственные затраты; ВП- валовая

продукция: $1418.282 : 391.339 = 3.624$ тыс.руб./т

$Q = \frac{K}{\Pi}$, где Q- срок окупаемости; K- вложения; Π - чистая прибыль:

$1418.282 : 1321.091 = 1.07$ года

Вывод:

Экономическая оценка полученных результатов проводилась путем расчета рентабельности вермикомпостирования навоза КРС и птичьего помета по вариантам опыта. При этом использовались коэффициенты увеличения численности червей, средняя биомасса одной особи, полученные в лабораторном опыте. Расчеты экономических показателей приведены в приложениях 1, 2, 3. Показатели экономической эффективности представлены в таблице 6.

Таблица - Показатели экономической эффективности

Варианты отходов	Рентабельность, %	Срок окупаемости
Птичий помет+солома	39.60	2.52
КРС+солома	228.00	0.44

КРС+птичий	93.14	1.07
помет+солома		

Из проведенных расчетов можно сделать вывод, что наиболее рентабельным является вермикомпостирование навоза КРС, так как этот показатель в первый год работы производства составляет 228 %, а срок окупаемости затрат равен 0, 44 года или пять месяцев.

Тема: 8 Эффективность вермикомпоста при возделывании сельскохозяйственных культур

Среди основных экологических проблем современности важное место занимает проблема утилизации органосодержащих отходов промышленного животноводства (навоз КРС, свиней, птичьего помета и др.), т.к. использование больших их объемов сложно в организационном плане, и, кроме того, в ряде случаев внесение их сопровождается загрязнением почвы патогенной микрофлорой и экологически опасным увеличением в почве биогенных элементов.

Снизить негативное воздействие на окружающую среду можно разными способами, среди которых одним из наиболее перспективных, на наш взгляд, является биоконверсия отходов животноводства с получением биогумуса (вермикомпоста).

Многие исследователи (Касатиков В.А. и др., 1994; Лазарчик В.Е. и др.,) отмечают, что биогумус по сравнению с подстилочным навозом характеризуется более высоким содержанием гумуса, большей влагоемкостью и механической прочностью гранул, лучшими физическими свойствами и агрохимической характеристикой. Кроме того, они отличаются большим количеством полезной микрофлоры, различных ферментов, гормонов роста и развития растений. Все это обуславливает более высокий эффект, проявляющийся в повышении урожайности и качества культур и улучшении практически всех характеристик удобряемых почв.

Мерзлая Г.Е. и др. (2000), и Гайнуллин Р.М. (2002) и др. указывают на то, что вермикомпосты в дозах 3–12 т/га оказывают на свойства почвы примерно такой же эффект, как традиционные органические удобрения, применяемые в дозах (20–40 т/га). При этом агрономический эффект 1 т биогумуса приравнивается примерно 10 т подстилочного навоза (Корпец И.П., 1998).

По данным Варламовой Л.Д. (2007) удобрения оказали достоверное положительное влияние на урожайность сахарной свеклы, увеличив ее на 13–113 %. Наибольший эффект получен от навоза и биогумуса дозе 9 т/га, минимальные изменения — при первой опытной дозе вермиудобрения. В последствии на столовой свекле наиболее высокий эффект от применения вермикомпоста в дозах 6 и 9 т/га, минимальная доза этого удобрения (3 т/га) действовала на уровне подстилочного навоза (40 т/га). При этом удобрения существенно увеличили долю товарной продукции в структуре урожая. На урожайность столовой моркови (второй год последствия) удобрения оказали значительно меньшее действие, не влияя на структуру урожая. Однако и на третий год после внесения вермиудобрения несмотря на значительно более низкие дозы, превосходили действие подстилочного навоза. В сумме за три года удобрения позволили получить дополнительно 0,20–0,66 кг к.ед/м² – товарной продукции, то есть увеличили урожайность культур на 17–55%.

Результаты опыта показывают, что вермикомпост, полученный на основе подстилочного навоза КРС, даже в минимальной дозе (3 т/га) при выращивании столовых корнеплодов действовал на уровне навоза (50 т/га), а в дозах 6 и 9 т/га существенно превосходил его.

Эти данные свидетельствуют о том, что положительный эффект применения вермикомпоста обусловлен не только количеством и степенью доступности питательных элементов в самом удобрении, но и другими факторами, в частности, влиянием на доступность питательных элементов самой почвы.

Было отмечено, что внесение вермикомпоста в дозах 6 и 9 т/га позволило увеличить содержание сырого протеина в сахарной свекле, не оказав при этом негативного влияния на количество клетчатки. По содержанию нитратов вся

полученная продукция соответствовала нормативным требованиям. Применение вермикомпоста не увеличило содержание нитрат ионов в корнеплодах по сравнению с контролем, однако и преимущества перед навозом и пометом не имело. Содержание сухого вещества к корнеплодах изменялось незначительно, причем только на свекле проявлялась тенденция его увеличения при внесении удобрений. Вермикомпост в дозе 9 т/га существенно увеличил содержание витамина С в сахарной свекле, однако на моркови его преимущества перед более низкими дозами удобрения не выявлено.

Таким образом, испытываемое удобрение оказало большее влияние на урожайность, чем на качество полученной продукции. Достоверного преимущества биогумуса перед навозом и пометом по влиянию на качество товарной продукции не выявлено.

Действие удобрения на урожайность культур является следствием комплекса изменений, происходящих в почве при их внесении. Немаловажная роль отводится микробиологическим процессам, поскольку от их активности в определенной степени зависит питательный режим почв и ее экологическое состояние в целом.

Представленные Варламовой Л.Д. данные свидетельствуют, что все изучаемые показатели отличаются высокой вариабельностью. Внесенные удобрения оказали положительное влияние на биоактивность почвы, что особенно отчетливо проявилось в отношении нитрифицирующей способности, которая увеличилась по сравнению с контролем на 0,86 мг/100г (навоз) – 2,05 мг/100 г (биогумус в дозе 9 т/га). В целом более существенное увеличение всех анализируемых показателей отмечено при внесении биогумуса, причем эффект возрастал по мере увеличения опытной дозы, достигая максимума при дозе 9 т/га.

Следует отметить, что применение данного удобрения в указанной дозе потенциально способно увеличить выделение CO_2 почти на 200 кг/га в сутки по сравнению с контролем и повысить обеспеченность почвы нитратным азотом в среднем на 6 кг/га за 14 суток или порядка 40 кг/га за вегетационный период.

Изменение микробиологической активности в той или иной степени

оказывает влияние на питательный режим почвы, закрепляя или наоборот высвобождая различные элементы.

Анализ содержания гумуса в почве, проведенный после завершения эксперимента, показал, что количество его при внесении удобрений было несколько выше, чем на контроле. Физико-химические свойства почвы менялись незначительно.

Содержание фосфора в почве варьировало от высокого до очень высокого. При этом в год внесения удобрений минимальное количество его было отмечено в вариантах с применением вермикомпост. Наиболее высоким оно было при внесении средней (6 т/га) и максимальной (9 т/га) доз биогумуса.

Обеспеченность почвы калием изменялась от низкой до средней. В год внесения ни одно из используемых удобрений не оказало положительного влияния на количество этого элемента в почве. На второй год исследований положительная динамика отмечена для средней дозы вермикомпоста, к завершению эксперимента содержание калия снизилось в всех вариантах с биогумусом и было минимальным на фоне максимальной его дозы (9 т/га).

Преимущество вермикомпостирования по сравнению с обычными способами компостирования специалисты видят в следующем.

Во-первых, отходы, заселенные червями, перестают выделять неприятные запахи. Так, в исследованиях, проведенных в Швеции, содержание в осадках сточных вод сульфидов, создающих неприятный запах этих отходов, после переработки червями снижается почти на порядок (Lofs-Holmin A., 1985; Tomati U., Grappelli A., Galli E., 1988).

Во-вторых, при вермикомпостировании происходит ускорение процесса разложения и минерализации органического вещества отходов, что связывают с улучшением их аэрируемости (Glathe H., 1975; Juste C., Solda P., 1983; Tomati U., Grappelli A., Galli E., 1986.).

В-третьих, в присутствии червей создаются благоприятные условия для деятельности микроорганизмов, которые подавляют развитие патогенных бактерий. По данным исследований, проведенных в Сельскохозяйственном

университете в Стокгольме (Швеция), через 1 месяц после заселения ОСВ червями численность сальмонелл снизилась на 99 % (Lofs-Holmin A, 1985). Подобные результаты получены Н.В. Кузьминой (2005) и Л.В. Попкович (2006), при этом эффективность снижения патогенных микроорганизмов зависит от технологии вермикомпостирования.

Исследованиями В.А. Касатикова (2003) установлено, что в процессе вермикомпостирования валовое содержание большинства токсичных элементов уменьшается за счет «разбавления» их соломой (20 % по массе) при подготовке субстрата и использования при нарастании биомассы вермикультуры. Кроме того, происходило снижение степени подвижности кадмия в зависимости от субстрата в 2–2,8, меди – в 3,47–4,1, никеля – в 2,7–4,2, цинка – в 2,1–2,8 раза.

По данным Е.В. Антоновой с соавторами (2004) и ряда других исследователей, при вермикомпостировании ОСВ со сверхнормативным содержанием ртути, цинка, свинца и железа количество их в готовой продукции снизилось на 30 %. А.В. Быкин, Б.В. Борысюк, Н.М. Мовчан (2004) отметили аналогичные изменения в отношении Zn, Cu, Hg, Co, Ni, однако содержание кадмия и свинца осталось неизменным; Ю.В. Гришко, Ю.В. Алексеев (2004) наблюдали снижение концентрации Mn, Si, S, но увеличение Pb, Cd, Ni; Н.В. Верховцева с соавторами (2004) отмечают снижение Cd и Cu, но увеличение Pb и Zn. Исследованиями Н.П. Решецкого (2004) установлено, что в целом содержание ТМ в вермикомпостах возрастало, по сравнению с исходными осадками, за исключением меди, цинка и марганца, концентрация которых снижалась. При этом в вермикомпостах снижалась суммарная радиоактивность ^{137}Cs , но увеличивалась – ^{90}Sr . По мнению других авторов (Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А., 2001), основные показатели химического состава вермикомпостов и исходных субстратов существенно не различаются.

Согласно выводам зарубежных специалистов, несмотря на способность червей накапливать тяжелые металлы, содержание ТМ в образующемся компосте не снижается, а, наоборот, несколько возрастает, что связывают с интенсификацией микробиологической деятельности, способствующей

высвобождению тяжелых металлов (Fleckenstein J., Graff O., 1982. Malecri M., Neuhauser., Loehr., 1982).

Изучение отличий между традиционными компостами и вермикомпостами, полученными из навозов КРС и свиного, птичьего помета и торфо-компостной смеси в лабораторном опыте, показало, что компостирование отходов с участием червей сопровождалось большими потерями органического материала, а также мобилизацией фосфора и калия (Калинина О.Ю., 2000). В то же время, переработанная червями органическая масса отличается более высоким коэффициентом гумификации. По данным В.А. Касатикова (2003) содержание азота и фосфора в вермикомпосте по сравнению с исходным субстратом снижается, а калия – увеличивается. В вермикомпосте в 3–3,5 раза увеличивается число бактерий и более разнообразен видовой состав микрофлоры, что влияет на уровень ферментативной активности, особенно активность оксидоредуктаз, дегидрогеназ, уреаз, фосфотаз, инвертаз (Егорова Е.В., 2006). При этом количество активизированных микроорганизмов в удобрении на основе ОСВ ниже, чем в вермикомпосте из навоза. В то же время, Н.В. Верховцева, Н.В. Кузьмина, О.В. Никифорова (2004) указывают, что вермикомпостирование не оказало влияния ни на численность, ни на видовое разнообразие микроорганизмов.

Некоторые исследователи считают, что вермикомпосты по сравнению с обычными компостами более гомогенны, обладают высокой водоудерживающей способностью и водопрочностью, которая определяет структуру почвы (Мельник И.А., 1991). Однако химические свойства вермикомпоста зависят от состава отходов, служащих сырьем для его производства, условий и продолжительности технологического цикла (Гайнуллин Р.М., 2002). По обобщенным данным, содержание в вермикомпосте органического вещества колеблется от 16 до 66 %, углерода – от 12 до 29 %, общего азота – от 0,6 до 3 %, фосфора – от 0,4 до 5 %, калия – от 0,3 до 2,5 % (Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А., 2001).

Вермикомпост используют до посева, при посеве и в подкормки. Рекомендуемые дозы его, в зависимости от конкретных условий, изменяются от 3

до 20 т/га (Ломакин В.С., Харламова М.Н., Жданов С.С. (1993); Ломако Е.И., Аскарлов Ф.М. (2003); Ломако Е.И., (2006)). Примерные нормы внесения на слабоокультуренных дерново-подзолистых почвах под зерновые в засушливый период составляют 10 т/га, при достаточном увлажнении-5 т/га (Мерзлая Г. Е. и др., 1994); на серых лесных и черноземных почвах – 2–4 т/га вермикомпоста при сплошном внесении и 250–300 кг/га при локальном (Стадник Б.Г., 1994). Как показали исследования ВИУА, наиболее оправданный способ применения вермикомпостов – локальный, в лунки при высадке рассады. Прибавка урожая то-матов в таком случае в 1,6–3,5 раза выше (в зависимости от исходного вида органического удобрения), чем при внесении вразброс (Мерзлая Г.Е. и др., 1995).

По отзывчивости на вермикомпост растения подразделяют на 4 группы. В первую группу – высоко отзывчивые – входят овощи и фрукты. Применение биогумуса под эти культуры обеспечивает прибавку урожая в среднем до 35 % и более (Мельник И.А., 1992). Во вторую группу – хорошо отзывчивые – отнесены все зерновые культуры, а прибавка урожая достигает 25 %. В третью и четвертую – средне и слабо отзывчивые – входят бобовые и масличные культуры, которые слабо реагируют на данное удобрение.

К настоящему времени накоплены многочисленные данные, свидетельствующие о том, что вермикомпост (биогумус) оказывает многостороннее влияние на свойства почвы: улучшается азотный режим, увеличивается запас подвижного фосфора и обменного калия (Эффективность компостов... (1994); Шикула Н.И., Фантух В.С., Науменко В.И. (1994); Мамеев В.В., Осмоловский В.В. (2000) и др.), причем с повышением дозы положительный эффект его проявляется сильнее. (Дедова О.В., Кузнецов Н.П. (1999); Киселева Н.И. (2000); Антонова Т.Н., Головинов А.А. (2001)).

Таким образом, биоконверсия органосодержащих отходов животноводства способствует уменьшению их объема, а полученный биогумус увеличивает содержание в почве гумуса и других агрохимических показателей, повышает урожайность с.-х. культур и является экологически безопасным.

Библиографический список

1. Агроэкология : Учебник / Под ред. В.А. Черникова. - М. : Колос, 2000. - 536 с. - (Учебники и учеб. пособия для студ. высш. учеб. заведений).
2. Биологическая система земледелия [Текст] / Воропаев, Сергей Николаевич [и др.] ; С.Н. Воропаев [и др.]; под ред. В.Д. Ермохина. - М. : Колос, 2009. - 192 с. ; 20 см. - (Учебное пособие).
3. Биологические основы получения высоких урожаев овощных культур [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Котов, Н.А. Адрицкая, Т.И. Завьялова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 129 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=578 — Загл. с экрана.
4. Кистанова, С. А. Биогумус (вермикомпост) - натуральное органическое удобрение нового поколения / С. А. Кистанова, С. А. Лобанова// Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК : материалы науч.-практ. конф. посвященной 165-летию со дня рождения П. А. Костычева. - Рязань, 2010. - С. 121-124.
5. Конин С.С. Вермикультура и бизнес / С. С. Конин// Достижения науки и техники АПК. - 2004 . - N4.- С.2.
6. Косолапов, Иван Николаевич. Эффективность вермикультивирования и его продуктов [Текст] : монография / Косолапов, Иван Николаевич. - Рязань : Пресса, 2004. - 156 с.
7. Куликов Я.К. Агроэкология [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Куликов Я.К.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2012.— 319 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20194>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
8. Лазарева Ю.И. Вермикультивирование - неиспользованная возможность повышения экономической эффективности сельского хозяйства / Ю. И. Лазарева
// Сборник научных трудов ученых Рязанской государственной с.-х. академии им. проф. Костычева П.А. - Рязань, 2004. - С.187-189.
9. Левин В.И., Правкина С.Д., Хабарова Т.В. Учебное пособие «Биоконверсия органических отходов» Для магистров по направлению 110100.68 «Агрохимия и агропочвоведение» Рязань, 2015 (Электронный ресурс)
10. Сидоренко, Олег Дмитриевич. Биологические технологии утилизации отходов животноводства : Учеб. пособие / Сидоренко, Олег Дмитриевич, Черданцев, Евгений Владимирович. - М. : Изд-во МСХА, 2001. - 75 с.
11. Соловьев А.В. Агрохимия и биологические удобрения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Соловьев А.В., Надежкина Е.В., Лебедева Т.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский государственный аграрный заочный университет, 2011.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20654>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
12. Толстопятова, Н. Г. Биогумус - высокоэффективное и экологически чистое удобрение / Н. Г. Толстопятова// Картофель и овощи. - 2009. - N7. - С. 6.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»**

Технологический факультет

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ -
(НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ)
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
степень (квалификация) – магистр
направленность
«Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении»**

Рязань 2025

Составители:

В.И. Левин, д-р с.-х. наук, профессор;

Я.В. Костин, д-р с.-х. наук, профессор;

А.Е. Морозов к.б.н., директор Рязанского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба»

Рецензент: Б.В. Володин исполнительный директор ООО «им. Крупской»
Старожиловского района

Методические указания обсуждены и рекомендованы селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Утверждено учебно-методической комиссией по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Содержание

Введение	4
1. Общие положения	5
2. Цели и задачи производственной практики (научно-исследовательской работы) магистранта	6
3. Содержание производственной практики (научно-исследовательской работы) магистранта	8
4. Сроки проведения и основные этапы производственной практики (научно-исследовательской работы) магистранта	8
5. Организация производственной практики (научно-исследовательской работы)	9
6. Методические рекомендации для магистрантов по составлению отчета по производственной практики (научно-исследовательской работы)	14
7. Подведение итогов производственной практики (научно-исследовательской работы)	15
8. Рекомендуемая литература	17
Приложения	20

1. Общие положения

Магистр по направлению 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение - это широко эрудированный специалист, владеющий методологией и методикой научного творчества, современными информационными технологиями, имеющий навыки анализа и синтеза разнородной информации, способный управлять организациями и подразделениями, разрабатывать стратегии их развития, подготовленный к научно-исследовательской, аналитической и педагогической деятельности. Тесная интеграция образовательной, научно-исследовательской, научно-практической и научно-педагогической подготовки, предусмотренная ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, позволяет подготовить магистров, владеющих всеми необходимыми компетенциями для решения профессиональных задач, организации новых областей деятельности.

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программы бакалавриата 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Код и наименование ПС	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	код	наименование	уровень квалификации	наименование код	уровень	(подуровень)
13.017 Агроном	С	Управление производством растениеводческой продукции	7	Разработка стратегии развития растениеводства в организации	С/01.7	7
				Координация текущей производственной деятельности в соответствии со стратегическим планом развития растениеводства	С/02.7	7
				Проведение научно-исследовательских работ в области агрономии в условиях производства	С/03.7	7
13.023	С	Руководство агроэкологическим, агрохимическим, почвенно-картографическим обеспечением агропромышленного	7	Организация деятельности структурного подразделения агрохимической, агроэкологической, почвенно-картографической службы	D/01.7	7
			7	Организация проведения агрохимического и агроэкологического	D/02.7	7

		комплекса и природопользования		мониторинга, почвенных обследований		
			7	Организация производственных испытаний новых технологий в области управления плодородием почв и экологическим состоянием агроэкосистем	D/03.7	7

2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания) (при необходимости)
<i>01 Образование и наука</i>	Педагогический:	- В ы п о л н е н и е функций преподавателя в образовательных организациях - П о в ы ш е н и е квалификации и тренинг сотрудников подразделений в области инновационной деятельности - Р а з р а б о т к а программ и рабочих планов научных исследований	- Обучающи еся, программы профессионального обучения, научно-методические и учебно-методические материалы.
<i>13 Сельское хозяйство</i>	Научно-исследовательский:	- разработка планов, программ и методик проведения научных исследований; - организация и проведение экспериментов по сохранению воспроизводству почвенного плодородия,	- агроландшафты и агроэкосистемы; - почвы, режимы и процессы их функционирования; - сельскохозяйственные угодья и культуры; - удобрения, средства защиты растений и мелиоранты; - технологии производства и

		использованию удобрений и других средств химизации и обеспечению экологической безопасности агроландшафтов; - разработка теоретических моделей, позволяющих прогнозировать влияние удобрений и химических мелиорантов на плодородие почв, урожайность и качество сельскохозяйственных культур и экологическую безопасность агроландшафтов; - разработка и совершенствование мер по защите почв от эрозии и других видов деградации; - обобщение и анализ результатов исследований, их статистическая обработка; - подготовка научно-технических отчетов, обзоров и научных публикаций по результатам выполненных исследований;	переработки сельскохозяйственной продукции; - сохранение и воспроизводство плодородия почв; - агроэкологические модели.
	проектно-технологический:	- оптимизации и почвенного плодородия различных агроландшафтов; - разработка агроэкологических и мелиоративных	- агроландшафты и агроэкосистемы; - почвы, режимы и процессы их функционирования; - сельскохозяйственные угодья и культуры;

		группировок земель; - эколого-экономическая оценка адаптивно-ландшафтных систем земледелия; - агроэкологическая оценка средств химизации земледелия, разработка моделей продукционного процесса агроэкосистем различного уровня; - проведение агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных угодий; - разработка методов снижения загрязнения почв и их реабилитации; - воспроизводства плодородия почв, агроэкологических моделей, в сфере научных исследований в рамках почвенно-экологического нормирования; - рациональное использование и сохранение агроландшафтов при производстве сельскохозяйственной продукции,	- удобрения, средства защиты растений и мелиоранты; - технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции; - сохранение и воспроизводство плодородия почв; - агроэкологические модели.

Производственная практика научно-исследовательская работа (НИР) (далее- научно-исследовательская работа) является обязательной составляющей образовательной программы подготовки магистра и направлена на формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение.

НИР предполагает исследовательскую работу, направленную на развитие способности к самостоятельным теоретическим и практическим суждениям и

выводам, умения давать объективную оценку научной информации и свободно осуществлять научный поиск, стремления к применению научных знаний в образовательной деятельности.

2. Цели и задачи производственной практики (научно-исследовательской работы) магистранта

Цель: самостоятельное проведение агрохимических и агроэкологических научных исследований по рациональному использованию почвенного плодородия, удобрений, биопрепаратов и разработки экологически безопасных технологий производства сельскохозяйственной продукции.

Задачами являются:

- разработка программ и рабочих планов научных исследований;
- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта;
- разработка методик проведения экспериментов, освоение новых методов организация, проведение и анализ результатов экспериментов;
- создание оптимизационных моделей технологий возделывания сельскохозяйственных культур, систем защиты растений, сортов;
- подготовка научно-технических отчетов, обзоров и научных публикаций по результатам выполненных исследований.

В результате выполнения программы НИР магистрант согласно ФГОС ВО по направлению 35.04.03. Агрохимия и агропочвоведение (квалификация (степень) «магистр») приобретает следующие практические навыки, умения, профессиональные компетенции:

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1. Способен решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации на основе анализа достижений науки и производства	ОПК-1.1.ИД-1 Демонстрирует знание основных методов анализа достижений науки и производства в агрономии ОПК-1.2.ИД-2 Использует методы решения задач развития агрономии на основе поиска и анализа современных достижений науки и производства ОПК-1.3.ИД-3 Применяет доступные технологии, в том числе информационно-коммуникационные, для решения задач профессиональной деятельности в агрономии
ОПК-3. Способен использовать современные методы решения	ОПК-3.1.ИД-1 Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агрономии

задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности	ОПК-3.2.ИД-2 Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агрономии
ОПК-4. Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы	ОПК-4.1.ИД-1 Анализирует методы и способы решения исследовательских задач ОПК-4.2.ИД-2 Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базу для проведения исследований в агрономии ОПК-4.3.ИД-3 Формулирует результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач
ОПК-5. Способен осуществлять технико-экономическое обоснование проектов в профессиональной деятельности	ОПК-5.1.ИД-1 Владеет методами экономического анализа и учета показателей проекта в агрономии ОПК-5.2.ИД-2 Анализирует основные производственно-экономические показатели проекта в агрономии ОПК-5.3.ИД-4 Разрабатывает предложения по повышению эффективности проекта в агрономии

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский, педагогический			
ПК-1	Готовность применять разнообразные методологические подходы к оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур.	ПК-1.1.ИД-1.1. Применять методологический подход к использованию различных видов удобрений для создания оптимальных условий питания растений в зависимости от уровня плодородия и сортовых особенностей сельскохозяйственных культур. ПК-1.2.ИД-1.2. Используя организационно-хозяйственные агробиологические,	13.017 Агроном Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20.09.2021 г. № 644н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 октября 2021 г., регистрационный №

		агрохимические мероприятия, способен моделировать почвенное плодородие, разрабатывать оптимальную структуру и обеспечивать экологическую стабильность агроландшафтных экосистем.	65482). 13.023 Профессиональный стандарт «Агрохимик - почвовед», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 02 сентября 2020 г. № 551н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2020 г., регистрационный № 60003).
ПК-3	Способен разрабатывать систему мероприятий по созданию оптимальных почвенно-биологического комплекса и агроэкосистем	ПК-3.1.ИД-3.1. Разработка систем мероприятий по регулированию баланса органического вещества и биогенных элементов в почве ПК-3.2.ИД-3.2. Применять методы по повышению содержания органического вещества в почве. ПК-3.3.ИД-3.3. Способен по структуре и видовому составу почвенного микробного сообщества оценить течение почвообразовательного процесса, состояние экосистем, диагностировать загрязнение почвы поллютантами.	13.017 Агроном Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20.09.2021 г. № 644н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 октября 2021 г., регистрационный № 65482).

ПК-7	Способен проводить научно-исследовательские испытания в условиях производства	ПК-7 ИД 7.1 Соблюдая методику полевого опыта способен выполнять практико ориентированные научно-исследовательские испытания, отвечающие запросам сельскохозяйственного производства.	13.017 Агроном Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20.09.2021 г. № 644н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 октября 2021 г., регистрационный № 65482). 13.023 Профессиональный стандарт «Агрохимик - почвовед», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 02 сентября 2020 г. № 551н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2020 г., регистрационный № 60003).
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический			
ПК-2	Способность проводить агрохимические, физиологические, экологические обследования и мониторинг	ПК-2.1 ИД.2.1 Знать инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии и применять их при обследования и мониторинг почвенного	13.017 Агроном Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты

	почвенного плодородия и агроэкосистем	плодородия и агроэкосистем ПК-2.2 ИД 2. Определять пригодность почвы под различные виды сельскохозяйственных культур ПК2.3 ИД 2.3 Разрабатывать синтез мероприятий по охране и рациональному использованию почвенного плодородия на основе применения агроэкологического мониторинга. ПК 2.4 ИД 2.4 Использовать информационный материал агроэкологического мониторинга для прогноза влияния агрохимикатов на динамику почвенного плодородия и фитосанитарное состояние агроэкосистем.	Российской Федерации от 20.09.2021 г. № 644н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 октября 2021 г., регистрационный № 65482). 13.023 Профессиональный стандарт «Агрохимик - почвовед», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 02 сентября 2020 г. № 551н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2020 г., регистрационный № 60003).
ПК-5	Владение инновационными технологиями, физическими, химическими и биологическими методами оценки почвенного плодородия. организационно-управленческий	ПК-5.1 ИД 5.1 Владеть физическими, химическими и биологическими методами оценки почвенного плодородия. ПК5.2 ИД-5.2 Определять перспективные направления повышения эффективности производства растениеводческой продукции ПК5.3 ИД- 5.3 Способен анализировать, обобщать и адаптировать современные научные достижения в области агроэкологии с применением экологически безопасных, энергоресурсосберегающих агроприемов, обеспечивающих минимизацию экологических рисков производства при одновременном сохранении	13.017 Агроном Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20.09.2021 г. № 644н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 октября 2021 г., регистрационный № 65482). 13.023 Профессиональный стандарт «Агрохимик - почвовед», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 02 сентября 2020 г. № 551н (зарегистрирован Министерством

		почвенного плодородия и динамичном нарастании продуктивности агрофитоценозов.	юстиции Российской Федерации 24 сентября 2020 г., регистрационный № 60003).
ПК-6	Способен осуществить сбор информации, анализ литературных источников по технологиям производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв	ПК-6.1 ИД-6. 1 Вести информационный поиск, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационной сети Интернет. ПК-6.2 ИД -6.2 Сбор информации обеспечивает ознакомление с последними достижениями аграрной и фундаментальной биологии, экологии, физиологии растений малоизвестными сведениями о физиолого-биохимической коммуникации между растениями в смешанных посевах с последующим их использованием в технологиях производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв.	13.017 Агроном Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20.09.2021 г. № 644н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 октября 2021 г., регистрационный № 65482). 13.023 Профессиональный стандарт «Агрохимик - почвовед», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 02 сентября 2020 г. № 551н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2020 г., регистрационный № 60003).
ПК-8	Готовность применять разнообразные методологические подходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных	ПК-8.1 ИД-8. 1 Обрабатывать результаты исследований с использованием методов математической статистики. ПК 8.2 ИД 8.2 Разрабатывать, обосновывать и проектировать агротехнологии для различного уровня продукционного процесса (экстенсивного,	13.017 Агроном Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20.09.2021 г. № 644н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 20 октября 2021 г.,

	культур.	интенсивного и эколого-адаптивного) с учетом экофизиологических особенностей и репродуктивного потенциала конкретного вида и сорта сельскохозяйственных культур.	регистрационный № 65482). 13.023 Профессиональный стандарт «Агрохимик - почвовед», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 02 сентября 2020 г. № 551н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2020 г., регистрационный № 60003).

Во время проведения научно-исследовательской работы магистрант должен:

- провести анализ современного состояния научных разработок по теме исследований;
- выбрать и освоить современные методики определения агрофизических, агрохимических и других показателей плодородия почв и качества продукции растениеводства для решения поставленных задач согласно программе научных исследований;
- выполнить исследования при постановке опытов, их анализ, обобщение и оформление заключения и выводов по изучаемому вопросу;
- провести обработку экспериментального материала;
- выполнить эколого - агрохимический анализ полученных результатов по применению агрохимикатов и инновационных фиторегуляторов ;
- представить результаты научных исследований в виде отчета, рефератов, статей и др., оформленных в соответствии с предъявляемыми требованиями.

По завершению научно-исследовательской работы магистрант должен уметь:

- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
- формулировать и решать задачи для выполнения поставленных вопросов, возникающих в ходе научно-исследовательской работы;
- выбирать необходимые и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования;
- использовать современные информационные технологии для обработки экспериментального материала;

- анализировать состояние агроэкосистем и разрабатывать эффективные приемы для их устойчивого развития и получения продукции растениеводства высокого качества.

- использования современных информационных технологий для изучения состояния вопроса по теме исследований, про ведения обработки полученных экспериментальных данных и представления результатов по ним в виде научной продукции с привлечением современных средств редактирования и печати.

3. Содержание производственной практики (научно-исследовательской работы) магистранта

3.1. Содержание НИР определяется кафедрой осуществляющей магистерскую подготовку. НИР в семестре может осуществляться в следующих формах:

- выполнение заданий научного руководителя в соответствии с утвержденным индивидуальным планом НИР;
- осуществление самостоятельного исследования по актуальной проблеме в рамках магистерской диссертации;
- участие в научно-исследовательских работах, выполняемых кафедрой в рамках госбюджетной тематики, по грантам или по договорам с другими организациями;
- выступление на научно-практических конференциях, участие в работе круглых столов;
- самостоятельное проведение семинаров по актуальной проблематике;
- участие в конкурсах научно-исследовательских работ; подготовка и публикация тезисов докладов, научных статей;
- ведение библиографической работы с привлечением современных информационных и коммуникационных технологий;
- подготовка и защита магистерской диссертации.

Перечень форм научно-исследовательской работы в семестре для магистрантов первого и второго года обучения может быть конкретизирован и дополнен в зависимости от специфики магистерской программы. Научный руководитель магистерской программы устанавливает обязательный перечень форм научно-исследовательской работы (в том числе необходимых для получения зачетов по научно-исследовательской работе в семестре) и степень участия в научно-исследовательской работе магистрантов течение всего периода обучения.

4. Сроки проведения и основные этапы производственной практики (научно-исследовательской работы) магистранта

4.1. 1 курс 2 семестр сбор материала оформление дневника и отчета. 2 курс 3 семестр защита отчета, предоставление дневника, собеседование по итогам практики

4.2 Основными этапами НИР являются: во втором семестре

- планирование НИР (ознакомление с тематикой научно-исследовательских работ в данной сфере; выбор магистрантом темы исследования);

- непосредственное выполнение научно-исследовательской работы; в третьем семестре

- составление отчета о научно-исследовательской работе;

- публичная защита выполненной работы.

4.3. Результатом научно-исследовательской работы магистрантов является: утвержденная тема диссертации;

утвержденный план-график работы над диссертацией с указанием основных мероприятий и сроков их реализации;

постановка целей и задач диссертационного исследования; определение объекта и предмета исследования;

обоснование актуальности выбранной темы;

характеристика современного состояния изучаемой проблемы;

характеристика методологического аппарата, который предполагается использовать (схема и методика проведения исследований);

- библиографический список по выбранному направлению исследования;

- выступление (с предоставлением тезисов доклада) на научной конференции.

- публикация статьи по теме диссертационного исследования.

5. Организация производственной практики (научно-исследовательской работы)

Сроки проведения практики устанавливаются в соответствии с учебными планами и календарными учебными графиками на соответствующий учебный год и с учетом требований образовательного стандарта.

Проведение практики, предусмотренной ООП ВО, осуществляется на основе договоров с организациями, деятельность которых соответствует профессиональным компетенциям. Практика может быть проведена непосредственно в университете.

Обучающийся при прохождении практики обязан:

- полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики, в т.ч. индивидуальное задание. Индивидуальное задание указывается в рабочем план графике (Приложение 1);

- выполнять рабочий график (план) проведения практики (Приложение 1);

- соблюдать действующие в организации (учреждении), правила внутреннего трудового распорядка;

- строго соблюдать правила охраны труда и пожарной безопасности;

- по окончании практики представить своевременно руководителю практики отчетную документацию

Обучающийся при прохождении практики обязан:

- полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики, в т.ч. индивидуальное задание;
- выполнять рабочий график (план) проведения практики;
- проходить перед началом и в период прохождения практики соответствующие медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».

Обязанности ответственных в период прохождения практики

Заведующий отделом учебными и производственными практиками:

- координирует работу по организации и проведению учебной и производственной практик обучающихся Университета, готовит проекты распоряжений и приказов ректора по вопросам практики;
- контролирует своевременность разработки и переиздания программ практик;
- принимает участие в оформлении договоров с профильными организациями (учреждениями) на проведение практики;
- контролирует своевременность подготовки и издания приказов о распределении обучающихся по местам практики, назначении руководителей практики от кафедр;
- контролирует своевременный отъезд обучающихся на предприятие;
- заказывает изготовление, получает и обеспечивает кафедры бланковой документацией по практике;
- осуществляет текущий контроль за ходом практики;
- принимает и анализирует факультетские отчеты по результатам практики;

Деканы факультетов совместно с заведующими ответственных кафедр:

- осуществляют подбор баз практик и заключение договоров с организациями (учреждениями);
- составляют проекты рабочих графиков (планов) проведения практик факультета;
- назначают опытных руководителей практики от Университета;
- готовят документацию, необходимую для организации (учреждениями) и проведения практик, включая: договоры с профильными организациями, распределение обучающихся по местам практик (не позднее, чем за месяц до начала практики), приказы о направлении обучающихся на практику и назначении руководителей практики (от Университета), направления на практику.

- обеспечивают организации (учреждения), где обучающиеся проходят практику, а также самих практикантов программами практики и индивидуальными заданиями;
- при необходимости организуют медицинский осмотр обучающихся, направляемых на практику;
- осуществляют контроль за проведением практики непосредственно на предприятиях, за соблюдением ее сроков и содержанием;
- принимают участие в работе комиссии по защите обучающимися отчетов по практике;
- представляют сведения о результатах проведения практики: учебной – в двухнедельный срок после ее окончания; производственной – в двухнедельный срок после защиты студентами отчетов по практике.
- представляют отчет о проведении практики студентов факультета в отдел учебных и производственных практик не позднее 20 октября текущего года.

Для руководства практикой, проводимой на предприятиях и в учреждениях (организациях), назначаются два руководителя: руководитель практики от Университета и руководитель практики от предприятия, учреждения (организации).

Руководитель практики от университета:

- составляет рабочий график (план) проведения практики;
- разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практики;
- участвует в распределении обучающихся по рабочим местам и видам работ в организации;
- осуществляет контроль за соблюдением сроков проведения практики и соответствием ее содержания требованиям, установленным ООП ВО;
- оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении ими индивидуальных заданий, а также при сборе материалов к выпускной квалификационной работе в ходе преддипломной практики;
- оценивает результаты прохождения практики обучающимися.

Руководство практикой обучающихся в организации (учреждении) возлагается его администрацией на одного из руководящих работников или высококвалифицированных специалистов. Он осуществляет непосредственное руководство практикой закрепленных за ним обучающихся Университета.

Обязанности руководителя практики от организации (учреждения) и условия проведения практики определяются договором между предприятием, учреждением (организацией) и Университетом.

Руководитель практики от профильной организации:

- согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;
- предоставляет рабочие места обучающимся;

- обеспечивает безопасные условия прохождения практики обучающимся, отвечающие санитарным правилам и требованиям охраны труда;
- проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- осуществляет другие функции в соответствии с договором об организации и прохождении практики.

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от университета и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Особенности организации практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) форма проведения практики устанавливается факультетами с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

Инвалиду и лицу с ОВЗ необходимо написать заявление на имя декана (минимум за 3 месяца до начала практики) с приложением всех подтверждающих документов о необходимости подбора места практики с учетом его индивидуальных особенностей.

Выбор мест прохождения практик для инвалидов и лиц с ОВЗ производится с учетом требований их доступности для данных обучающихся и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

Для решения вопроса о прохождении практики инвалидом и лицом с ОВЗ и подготовки для него рабочего места инвалид и лицо с ОВЗ дополнительно предъявляет индивидуальную программу реабилитации инвалида, выданную в установленном порядке и содержащую заключение о рекомендуемом характере и условиях труда. Место прохождения практики и условия работы должны соответствовать рекомендациям, описанным в программе:

- по характеру рабочей нагрузки на инвалида и его усилий по реализации трудовых задач;
- по характеристикам цели трудовой и профессиональной деятельности, организации трудового процесса;
- по форме организации трудовой и профессиональной деятельности;
- по предмету труда;
- по признаку основных орудий (средств) труда;
- по уровню квалификации;
- по сфере производства.

Кафедра и/или факультет должны своевременно информировать заведующего отделом учебных и производственных практик (минимум за 3 месяца до начала практики) о необходимости подбора места практики инвалиду и лицу с ОВЗ в соответствии с ООП направления подготовки (специальности) и индивидуальными особенностями.

При направлении инвалида и лица с ОВЗ в организацию или на предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (учреждением) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программой реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений здоровья, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых инвалидом и лицом с ОВЗ трудовых функций.

Формат проведения защиты отчетов по практике для инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с применением электронных или иных технических средств).

В процессе защиты отчета по практике инвалид и лицо с ОВЗ вправе использовать необходимые им технические средства. Для слабовидящих обеспечивается индивидуальное равномерное освещение; при необходимости им предоставляется увеличивающее устройство, возможно также использование собственных устройств. Для глухих и слабослышащих обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования, услуги сурдопереводчика.

По заявлению инвалида и лица с ОВЗ в процессе защиты отчета по практике должно быть обеспечено присутствие ассистента из числа сотрудников Университета или привлеченных специалистов, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами комиссии).

При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответов при защите отчетов по практике.

6. Методические рекомендации для магистрантов по составлению отчета по производственной практики (научно-исследовательской работы)

Отчет должен включать следующие разделы:

Обоснование темы диссертации (введение)

План-график работы над диссертацией

Характеристика объекта и предмета исследований

Схема и методика проведения исследований

Тезисы доклада на конференцию

Библиографический список

Приложения

Отчет печатается на белой бумаге формата А4 в книжной ориентации. Используется шрифт: обычный - TimesNewRoman размером 14 пунктов, название разделов 14 пунктов, интервал 1,5, отступ для абзаца 1,25 см. Цвет шрифта черный, выравнивание по ширине. Текст необходимо размещать только на одной стороне листа. Поля оформляются следующим образом: верхнее, нижнее - 20мм, правое – 1,0 мм, левое поле для переплета- 30 мм. Нумерация учитывает все страницы, но на титульном листе и на содержании номера страниц не проставляются. На всех остальных листах номер обозначается внизу посередине арабскими цифрами.

Содержание разделов отчета по НИР

Обоснование темы диссертации (введение). И отчете нужно написать о направлении диссертационного исследования, указав монографии, научные статьи, авторефераты диссертаций, выбранные для последующего анализа.

По форме обоснование может представлять введение к диссертационной работе, в котором отражается актуальность, цели и задачи исследования, дается краткая характеристика современного состояния изучаемой проблемы (обзор литературы). Основу обзора литературы должны составлять источники, раскрывающие теоретические аспекты изучаемого вопроса, в первую очередь научные монографии и статьи научных журналов.

План-график работы НИР

Совместно с научным руководителем обучающийся составляет план-график работы.

Характеристика объекта и предмета исследования

Дается характеристика места проведения исследований (почвенные и погодные условия), объекта исследований (культура, сорт, применяемые препараты и др.)

Схема и методика проведения исследований

Приводится схема опытов с указанием повторностей, площади делянок, называются нормы расхода применяемых препаратов, нормы посева, способы посева и др., а также применяемая агротехника в опыте.

Описываются наблюдения и учеты, проводимые магистрантом, а также методика их выполнения.

Описываются агроэкологическое и технико-экономическое обоснование используемой технологии выращивания сельскохозяйственных культур, адаптированных к данной почвенно-климатической зоне (описывается на основе альтернативного решения выработка и принятие эффективных научно-обоснованных технико-экономических методов в агрохимии).

Тезисы доклада на конференцию для выступления на научной конференции. Кратко излагаются основные вопросы исследований и полученные результаты. Объем 1 -2 страницы

Библиографический список

Должен включать до 15 источников, оформленных согласно требованиям ГОСТ 7.1-2003 и ГОСТ 7.82-2001.

Приложения

Отчет может содержать иллюстрированный материал, таблицы или текст, вспомогательного характера, который допускается давать в виде приложений.

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа. Каждое приложение следует начинать с нового листа (страницы) с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения. Каждое приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично тексту с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4.

Допускается приложение оформлять на листах формата А3, А4*3, А4*4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301 - 68.

При наличии в пояснительной записке более одного приложения их обозначают буквами русского алфавита, например, «Приложение А», «Приложение Б» и т.д. (Буквы Е, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь при этом исключаются). Иллюстрации и таблицы в приложениях нумеруют в пределах каждого приложения, например: «Рисунок П.А. 1» (первый рисунок приложения А) Текст каждого приложения может быть разделён на подразделы и включать рисунки, таблицы и формулы, которые имеют свою нумерацию в пределах приложения.

7. Подведение итогов производственной практики (научно-исследовательской работы)

По результатам освоения программы практики обучающиеся представляют на соответствующую кафедру соответствующую отчетность с последующей аттестацией.

Форма и вид отчетности обучающихся о прохождении практики определяются с учетом требований образовательного стандарта и устанавливаются в программе практики.

Форма контроля прохождения практики – дифференцированный зачет

В период прохождения учебной практики обучающимся выполняются индивидуальные задания, предусмотренные программой практики. Оформляется отчет по выполнению индивидуальных заданий, который передается на соответствующую кафедру в последние два дня практики для проверки руководителем практики от Университета (факультета, кафедры), осуществляющим руководство.

В качестве основной формы и вида отчетности по итогам производственной практики устанавливаются: характеристика (Приложение

2) и отчет (Приложение 3). Структура и примерное содержание характеристики и отчетов устанавливается в методических рекомендациях по выполнению заданий и подготовке отчета по итогам практики. К отчету прикладывается копия направления на практику (Приложение 6).

По окончании производственной практики обучающийся очной формы обучения в 10-ти дневный срок (не включая каникул) сдает предусмотренный программой практики отчетность руководителю практики от Университета.

Обучающийся заочной формы обучения отчитывается по результатам прохождения практики во время лабораторно-экзаменационной сессии, следующей за практикой, но до начала мероприятий итоговой аттестации.

При оценке работы обучающегося принимается во внимание отзыв/характеристика, данная ему руководителем практики от предприятия.

Оценка прохождения каждого вида практики осуществляется путем защиты обучающимся отчета по практике. Защита отчета по практике является мероприятием промежуточной аттестации обучающихся, которая осуществляется в соответствии с графиком защит, утверждаемым заведующим кафедрой.

Для проведения процедуры защиты отчетов по производственной практике заведующим кафедрой определяется комиссия из не менее двух человек, в состав комиссии как правило входят руководитель практики от Университета, ведущий профессор, доцент кафедры и по возможности, руководитель практики от организации.

Процедура защиты отчетов по практике осуществляется на основании зачетно-экзаменационной ведомости по соответствующему виду промежуточной аттестации, в которой отражается перечень допущенных к защите обучающихся. Председатель комиссии должен получить зачетно-экзаменационную ведомость в деканате соответствующего факультета до начала работы.

На защиту отчета обучающийся обязан представить комиссии установленную отчетность и зачетную книжку.

Результаты прохождения практики каждого вида определяются путем проведения промежуточной аттестации с выставлением оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено». Результаты промежуточной аттестации по практике учитываются при подведении итогов общей успеваемости обучающихся.

Результаты защиты обучающимися отчетов по каждому виду практики вносятся в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетные книжки (раздел практика, где указывается: наименование вида практики (учебная, производственная) и типа, установленного образовательным стандартом и ООП по конкретной специальности или направлению подготовки; семестр; место проведения практики; в качестве кого работал (должность); Ф.И.О. руководителя практики от предприятия (организации, учреждения); трудоемкость в зачетных единицах; Ф.И.О. руководителя практики от Университета; оценка по итогам аттестации; дата проведения аттестации; подпись и фамилия лица, проводившего аттестацию). Допускается

использование сокращений в наименовании типа практики в соответствии с установленным сокращением в программе практики. Результаты защиты обучающимися отчетов по практике в виде неудовлетворительных оценок вносятся только в зачетно-экзаменационную ведомость.

Обучающиеся, не выполнившие программы практик по уважительной причине, направляются на практику повторно по индивидуальному графику (в период каникул или свободное от учебных занятий время).

Обучающиеся, не выполнившие программы практик без уважительной причины или не прошедшие промежуточную аттестацию получившие оценку «неудовлетворительно», могут быть отчислены из Университета как не ликвидировавшие в установленные сроки академической задолженности в порядке, предусмотренном Уставом Университета и действующим Положением о порядке отчисления обучающихся.

8. Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. Смольский, Е. В. Системы удобрения в агроландшафтах : учебное пособие / Е. В. Смольский. — Брянск : Брянский ГАУ, 2019. — 116 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133129>
2. Акимов, А. А. Рекультивация земель : учебное пособие / А. А. Акимов. — Тверь : Тверская ГСХА, 2018. — 53 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134148>
3. Сашенкова, С. А. Системный анализ и моделирование экосистем : учебное пособие / С. А. Сашенкова, Г. В. Ильина. — Пенза : ПГАУ, 2018. — 114 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131056>

б) дополнительная литература:

1. Труфанов, А. М. Микробиология : учебно-методическое пособие / А. М. Труфанов. — Ярославль : Ярославская ГСХА, 2017. — 82 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131308>
2. Винаров, А. Ю. Агрохимия: биодобавки для роста растений и рекультивации почв : учебное пособие для вузов / А. Ю. Винаров, В. В. Челноков, Е. Н. Дирина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 146 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-

5-534-11491-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455019>

3. Докучаев, В. В. Лекции о почвоведении. Избранные труды / В. В. Докучаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 464 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-12834-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/448388>

4. Костычев, П. А. Почвоведение / П. А. Костычев ; под редакцией В. Р. Вильямса. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 315 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-07567-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453674>

5. Казеев, К. Ш. Почвоведение. Практикум : учебное пособие для вузов / К. Ш. Казеев, С. А. Тищенко, С. И. Колесников. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 257 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04250-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450669>

6. Курбанов, С. А. Почвоведение с основами геологии : учебное пособие / С. А. Курбанов, Д. С. Магомедова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1357-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76828>

в) периодические издания:

1. Агрохимический вестник : науч.-практич. журнал / учредители : Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, АНО "Редакция "Химия в сельском хозяйстве". - 1929 - . - Москва : АНО "Редакция "Химия в сельском хозяйстве", 2016. - Двухмес. - ISSN 02352516. - Предыдущее название: Химия в сельском хозяйстве (до 1997 года). — Текст : непосредственный.

2. Агрохимия : науч.-теоретич. журн. / учредитель : Российская Академия Наук. — 1964 - . - Москва : Наука, 2020 - . — Ежемес. - ISSN 0002-1881. — Текст : непосредственный.

3. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». — 2009 - . — Рязань, 2020 - . - Ежекварт. — ISSN : 2077 — 2084 — Текст : непосредственный.

4. Главный агроном : науч.-практич. журн. / учредитель ННОУ «Академия с.-х. наук и организации агропромышленного комплекса. — 2003, июль — . —

Москва : ИД «Панорама», ЗАО «Сельхозиздат», 2020 - . – Ежемес. – ISSN 2074-7446. – Текст : непосредственный.

5. Защита и карантин растений : науч.-практич. журн. / учредитель и изд. : АНО Редакция журнала «Защита и карантин растений». – 1932 - . – Москва, 2020 - . – Ежемес. – ISSN 1026-8634. – Текст : непосредственный.

6. Земледелие : науч.-производ. журн. / учредитель и изд. : Редакция журнала «Земледелие». – 1939 - . – Москва, 2020 - . – 8 раз в год. - ISSN 0044-3913. – Текст : непосредственный.

7. Плодородие : теоретич. и науч.-практич. журн. / учредитель и изд. : Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (ВНИИА Россельхозакадемии. – 2001 - . – Москва, 2020 - . – Двухмес. - ISSN 1994-8603. – Текст : непосредственный

8. Экология : науч. журн. / учредители : [Российская академия наук](#) (Москва), [Уральское отделение РАН](#) (Екатеринбург), [Отделение общей биологии РАН](#) (Москва). – 1970 – Москва : ООО «ИКЦ «АКАДЕМКНИГА», 2019. – Двухмес. – ISSN [0367-0597](#) - Текст : непосредственный.

г) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- ЭБС «Лань». – URL : <https://e.lanbook.com>

- ЭБС «Юрайт». - URL : <https://urait.ru>

- ЭБ РГАТУ. - URL : <http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>

- Справочно-правовая система «Гарант». - URL : - <http://www.garant.ru>

- Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». - URL : <http://www.consultant.ru>

- Научная электронная библиотека elibrary. - URL : <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

- Центральная научная сельскохозяйственная библиотека (ЦНСХБ) - URL : <http://www.cnsnb.ru>

- Научная электронная библиотека КиберЛенинка. - URL : <https://cyberleninka.ru>

- Федеральный портал «Российское образование». - URL : <http://www.edu.ru/documents/>

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». - URL : <http://window.edu.ru/>

- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. - URL : <http://fcior.edu.ru/>

- Polpred.com Обзор СМИ. - URL : <http://polpred.com/>

Приложение 1

Рабочий график (план)
проведения практики

**Перечень планируемых результатов обучения при прохождении
практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения
образовательной программы**

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальное(ых) задание(й))	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении

Руководитель практики от Университета _____
(должность, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации _____

(должность, подпись, Ф.И.О.)

Приложение 2

ХАРАКТЕРИСТИКА

на обучающегося _____ (Ф.И.О.)

В характеристике отражается:

- время, в течение которого обучающийся проходил практику;
- отношение обучающегося к практике;
- в каком объеме выполнена программа практики;
- каков уровень теоретической и практической подготовки обучающегося;
- трудовая дисциплина обучающегося во время практики;
- качество выполняемых работ;
- об отношениях обучающегося с сотрудниками и посетителями организации;
- замечания и пожелания в адрес обучающегося;
- общий вывод руководителя практики от организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от предприятия _____ /
Ф.И.О. /

Дата, подпись

Печать

Приложение 3

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»**

Технологический факультет

ОТЧЕТ

**по прохождению производственной практики -научно-
исследовательской работы**

(фамилия, имя, отчество обучающегося)	
Курс	Группа
Направление подготовки	
Направленность	
Сроки практики	
Место прохождения практики	
(указывается полное наименование структурного подразделения университета/ профильной организации, а также их фактический адрес)	
Оценка	Дата

Руководитель практики от Университета _____ / _____ /
(должность, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации _____ / _____ /
(должность, подпись, Ф.И.О.)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА СЕЛЕКЦИИ, СЕМЕНОВОДСТВА И АГРОХИМИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по производственной практике (технологической практике)

по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
степень (квалификация) – магистр
направленность
«Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении»

Рязань 2025

Составители:

В.И. Левин, д-р с.-х. наук, профессор;

Я.В. Костин, д-р с.-х. наук, профессор;

А.Е. Морозов к.б.н., директор Рязанского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба»

Рецензент: Б.В. Володин исполнительный директор ООО «им. Крупской»
Старожиловского района

Методические указания обсуждены и рекомендованы селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Утверждено учебно-методической комиссией по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Содержание

1. Цель практики	4
2. Обязанности ответственных и обучающихся в период прохождения практики	5
3. Основные вопросы практики	11
3.1 Элементы системы земледелия хозяйства	11
3.2 Применение удобрений	12
3.3 Технологии возделывания сельскохозяйственных культур	12
3.4 Охрана окружающей среды и получение экологически чистой продукции	13
3.5 Проведение полевого опыта	13
4. Подведение итогов практики	14
5. Рекомендуемая литература	15
Приложения	19

1. Цель и задачи практики

Цель практики являются закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, приобретение им практических навыков и умений, а так же опыта по овладению инновационными технологиями.

Задачами практики являются:

- самостоятельное приобретение с помощью информационных технологий и использования в практической деятельности новых знаний и умений;
- овладение методами оценки почвенного плодородия и диагностики растений;
- самостоятельное владение инновационными процессами в АПК;
- сбор дополнительной информации о специфике органов управления предприятий АПК, о отчетности, внутренних положений организации, позволяющей определить тенденции организационно-хозяйственных изменений, о структуре посевных площадей, о системах земледелия и удобрений, о наличии севооборотов, продуктивности агрофитоценозов;
- поиск материалов для подготовки задания и разработки проектного решения, методических и нормативных документов, предложений и мероприятий по реализации проектов и программ эффективного использования природно-сырьевых ресурсов в АПК.

Общее описание профессиональной деятельности выпускников (в том числе области профессиональной деятельности)

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу, могут осуществлять профессиональную деятельность:

- 13 Сельское хозяйство (в сфере рационального использования и сохранения агроландшафтов при производстве сельскохозяйственной продукции, в сфере контроля за состоянием окружающей среды и соблюдения экологических регламентов землепользования, в сфере агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения)
- 01 Образование и наука (в сфере профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования, в сфере почвенных, агрохимических, агроэкологических научных исследований, в сфере научных исследований для разработки экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв, агроэкологических моделей, в сфере научных исследований в рамках почвенно-экологического нормирования)

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

- научно-исследовательский
- педагогический
- производственно-технологический

Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:

- Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно методические и учебно-методические материалы.
- агроландшафты и агроэкосистемы; почвы, режимы и процессы их функционирования; сельскохозяйственные угодья и культуры; удобрения, средства защиты растений и мелиоранты; технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции; сохранение и воспроизводство плодородия почв; агроэкологические модели.

Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС

Перечень профессиональных стандартов (при наличии), соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки, приведен в Таблице .

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование области профессиональной деятельности. Наименование профессионального стандарта
13. Сельское хозяйство		
1.	13.017	Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 09 июля 2018 г. № 454н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 июля 2018 г., регистрационный № 51709).
01 Образование и наука		
2.	01.004	

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программы бакалавриата 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Код и	Обобщенные трудовые функции	Трудовые функции

наименование ПС						
13.017 Агроном	код	наименование	уровень квалификации	наименование код	уровень	(подуровень)
	С	Управление производством растениеводческой продукции	7	Разработка стратегии развития растениеводства в организации	С/01.7	7
				Координация текущей производственной деятельности в соответствии со стратегическим планом развития растениеводства	С/02.7	7
				Проведение научно-исследовательских работ в области агрономии в условиях производства	С/03.7	7

Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания) (при необходимости)
01 Образование и наука	Педагогический:	- В ы п о л н е н и е функций преподавателя в образовательных организациях - П о в ы ш е н и е квалификации и тренинг сотрудников подразделений в области инновационной деятельности - Р а з р а б о т к а	- Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно-методические и учебно-методические материалы.

		программ и рабочих планов научных исследований	
13 Сельское хозяйство	Научно-исследовательский:	- разработка планов, программ и методик проведения научных исследований; - организация и проведение экспериментов по сохранению воспроизводству почвенного плодородия, использованию удобрений и других средств химизации и обеспечению экологической безопасности агроландшафтов; - разработка теоретических моделей, позволяющих прогнозировать влияние удобрений и химических мелиорантов на плодородие почв, урожайность и качество сельскохозяйственных культур и экологическую безопасность агроландшафтов; - разработка и совершенствование мер по защите почв от эрозии и других видов деградации; - обобщение и анализ результатов исследований, их статистическая обработка; - подготовка научно-технических отчетов, обзоров и научных публикаций по результатам выполненных исследований;	- агроландшафты и агроэкосистемы; - почвы, режимы и процессы их функционирования; - сельскохозяйств-венные угодья и культуры; - удобрения, средства защиты растений и мелиоранты; - технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции; - сохранение и воспроизводство плодородия почв; - агроэкологические модели.

	проектно-технологический: - оптимизации почвенного плодородия различных агроландшафтов; - разработка агроэкологических и мелиоративных группировок земель; - эколого-экономическая оценка адаптивно-ландшафтных систем земледелия; - агроэкологическая оценка средств химизации земледелия, разработка моделей продукционного процесса агроэкосистем различного уровня; - проведение агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных угодий; - разработка методов снижения загрязнения почв и их реабилитации; - воспроизводства плодородия почв, агроэкологических моделей, в сфере научных исследований в рамках почвенно-экологического нормирования; - рациональное использование и сохранение агроландшафтов при производстве сельскохозяйственной продукции,	- агроландшафты и агроэкосистемы; - почвы, режимы и процессы их функционирования; - сельскохозяйственные угодья и культуры; - удобрения, средства защиты растений и мелиоранты; - технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции; - сохранение и воспроизводство плодородия почв; - агроэкологические модели.

Обязанности ответственных и обучающихся в период прохождения практики

В результате прохождения практики обучающийся должен реализовывать следующие компетенции:

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1.ИД-1 Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует работу команды для цели достижения поставленной цели. УК-3.2.ИД-2 Учитывает в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает/взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий. УК-3.3.ИД-3 Обладает навыками преодоления возникающих в команде разногласий, споров и конфликтов на основе учета интересов всех сторон. УК-3.4.ИД-4 Предвидит результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий. УК-3.5.ИД-5 Планирует командную работу, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды. Организует обсуждение разных идей и мнений.

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1. Способен решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации на основе анализа достижений науки и производства	ОПК-1.1.ИД-1 Демонстрирует знание основных методов анализа достижений науки и производства в агрономии ОПК-1.2.ИД-2 Использует методы решения задач развития агрономии на основе поиска и анализасовременных достижений науки и производства ОПК-1.3.ИД-3 Применяет доступные технологии, в том числе информационно-коммуникационные, для решения задач профессиональной деятельности в агрономии

ОПК-2. Способен передавать профессиональные знания с учетом педагогических методик	ОПК-2.1.ИД-1 Знает педагогические, психологические и методические основы развития мотивации, организации и контроля учебной деятельности на занятиях различного вида ОПК-2.2.ИД-2 Знает современные образовательные технологии профессионального образования (профессионального обучения) ОПК-2.3.ИД-3 Передает профессиональные знания в области агрономии, объясняет актуальные проблемы и тенденции ее развития, современные технологии производства продукции растениеводства
ОПК-3. Способен использовать современные методы решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности	ОПК-3.1.ИД-1 Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агрономии ОПК-3.2.ИД-2 Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агрономии
ОПК-4. Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы	ОПК-4.1.ИД-1 Анализирует методы и способы решения исследовательских задач ОПК-4.2.ИД-2 Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базу для проведения исследований в агрономии ОПК-4.3.ИД-3 Формулирует результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач
ОПК-6. Способен управлять коллективами и организовывать процессы производства	ОПК-6.1.ИД-1 Умеет работать с информационными системами и базами данных по вопросам управления персоналом ОПК-6.2.ИД-2 Определяет задачи персонала структурного подразделения, исходя из целей и стратегии организации ОПК-6.3.ИД-3 Применяет методы управления межличностными отношениями, формирования команд, развития лидерства и исполнительности, выявления талантов, определения удовлетворенности работой

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания (при необходимости)	Категория профессиональных компетенций (при необходимости)	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация: Инновационные экологически безопасные агротехнологии					
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский, педагогический					
-разработка планов, программ и методик проведения научных исследований; - организация и проведение экспериментов по сохранению воспроизводству почвенного плодородия, использованию удобрений и других средств химизации и обеспечению экологической безопасности агроландшафтов; - разработка	- Обучающиеся , программы профессионального обучения, научно-методические и учебно-методические материалы.		ПК-1 Готовность применять разнообразные методологические подходы к оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур.	ПК-1.1.ИД-1.1. Применять методологический подход к использованию различных видов удобрений для создания оптимальных условий питания растений в зависимости от уровня плодородия и сортовых особенностей сельскохозяйственных культур. ПК-1.2.ИД-1.2. Используя организационно-хозяйственные агробиологические, агрохимические мероприятия, способен моделировать почвенное плодородие, разрабатывать	13.017 Агроном Профессио нальный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 09 июля 2018 г. № 454н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 июля 2018 г., регистрационный № 51709).

теоретических моделей, позволяющих прогнозировать влияние удобрений и химических мелиорантов на плодородие почв, урожайность и качество сельскохозяйственных культур и экологическую безопасность агроландшафтов; - разработка и совершенствование мер по защите почв от эрозии и других видов деградации; - обобщение и анализ результатов исследований, их статистическая обработка; - подготовка научно-технических отчетов, обзоров и научных публикаций по результатам				оптимальную структуру и обеспечивать экологическую стабильность агроландшафтных экосистем.	

выполненных исследований;					
Направленность (профиль), специализация: Инновационные экологически безопасные агротехнологии					
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский					

			ПК-3 Способен разрабатывать систему мероприятий по созданию оптимальных почвенно-биологического комплекса и агроэкосистем	ПК-3.1.ИД-3.1. Разработка систем мероприятий по регулированию баланса органического вещества и биогенных элементов в почве П К - 3 . 2 . И Д - 3 . 2 . Применять методы по повышению содержания органического вещества в почве. ПК-3.3.ИД-3.3. Способен по структуре и видовому составу почвенного микробного сообщества оценить течение почвообразовательного процесса, состояние экосистем, диагностировать загрязнение почвы поллютантами.	

Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический					
- проектирование и освоение экологически безопасных агротехнологий, позволяющих снизить экономические и экологические риски производства заданного количества и качества сельскохозяйственной продукции; - разработка проектов оптимизации почвенного плодородия различных агроландшафтов; - разработка агроэкологических и мелиоративных группировок земель; - проектирование наукоемких агротехнологий;	агроландшафты и агроэкосистемы; почвы, режимы и процессы их функционирования; сельскохозяйственные угодья и культуры; удобрения, средства защиты растений и мелиоранты; технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции; сохранение и воспроизводство плодородия почв; агроэкологические модели		ПК-2 Способность проводить агрохимические, физиологические, экологические обследования и мониторинг почвенного плодородия и агроэкосистем	ПК-2.1. ИД-2.1. Знать инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии и применять их при обследовании и мониторинге почвенного плодородия и агроэкосистем П К - 2 . 2 . И Д - 2 . 2 . Определять пригодность почвы под различные виды сельскохозяйственных культур П К - 2 . 3 . И Д - 2 . 3 . Разрабатывать синтез мероприятий по охране и рациональному использованию почвенного плодородия на основе применения агроэкологического мониторинга. П К - 2 . 4 . И Д - 2 . 4 . Использовать информационный	13.017 Агроном Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 09 июля 2018 г. № 454н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 июля 2018 г., регистрационный № 51709).

- эколого-экономическая оценка адаптивно-ландшафтных систем земледелия; - агроэкологическая оценка средств химизации земледелия, разработка моделей продукционного процесса агроэкосистем различного уровня; - проведение агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных угодий; - разработка методов снижения загрязнения почв и их реабилитации;				материал агроэкологического мониторинга для прогноза влияния агрохимикатов на динамику почвенного плодородия и фитосанитарное состояние агроэкосистем.	
			ПК-4 Организовывать контроль качества и безопасности растениеводческой продукции	ПК-4.1.ИД-4.1. Разработка системы мероприятий по управлению качеством и экологической безопасностью растениеводческой продукции. ПК-4.2.ИД-4.2. Применять на всех этапах производства растениеводческой продукции систему санитарно-гигиенического, нормативно-правового регулирования и сертификации качества растениеводческой продукции	
			ПК-5 Владение инновационными	ПК-5.1.ИД-5.1. Владеть физическими,	

			технологиями, физическими, химическими и биологическими методами оценки почвенного плодородия. организационно-управленческий	химическими и биологическими методами оценки почвенного плодородия. ПК - 5 . 2 . И Д - 5 . 2 . Определять перспективные направления повышения эффективности производства растениеводческой продукции ПК-5.3.ИД-5.3. Способен анализировать, обобщать и адаптировать современные научные достижения в области агроэкологии с применением экологически безопасных, энергоресурсосберегающих агроприемов, обеспечивающих минимизацию экологических рисков производства при одновременном сохранении почвенного плодородия и динамичном нарастании продуктивности агрофитоценозов	

			ПК-6 Способен осуществить сбор информации, анализ литературных источников по технологиям производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв	ПК-6.1.ИД-6.1. Вести информационный поиск, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационной сети Интернет. ПК-6.2.ИД-6.2. Сбор информации обеспечивает ознакомление с последними достижениями аграрной и фундаментальной биологии, экологии, физиологии растений малоизвестными сведениями о физиолого-биохимической коммуникации между растениями в смешанных посевах с последующим их использованием в технологиях производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв.	
			ПК-8 Готовность применять	П К - 8 . 1 . И Д - 8 . 1 . Обрабатывать результаты	

			разнообразные методологические подходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур.	исследований с использованием методов математической статистики. П К - 8 . 2 . И Д - 8 . 2 . Разрабатывать, обосновывать и проектировать агротехнологии для различного уровня продукционного процесса (экстенсивного, интенсивного и эколого-адаптивного) с учетом экофизиологических особенностей и репродуктивного потенциала конкретного вида и сорта сельскохозяйственных культур.	

Организация практики

Сроки проведения практики устанавливаются в соответствии с учебными планами и календарными учебными графиками на соответствующий учебный год и с учетом требований образовательного стандарта.

Проведение практики, предусмотренной ООП ВО, осуществляется на основе договоров с организациями, деятельность которых соответствует профессиональным компетенциям. Практика может быть проведена непосредственно в университете.

Обучающийся при прохождении практики обязан:

- полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики, в т.ч. индивидуальное задание. Тема индивидуального занятия указывается в рабочем графике;
- выполнять рабочий график (план) проведения практики (Приложение 1);
- соблюдать действующие в организации (учреждении), правила внутреннего трудового распорядка;
- строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, правил внутреннего трудового распорядка;
- по окончании практики представить своевременно руководителю практики отчетную документацию.
- проходить перед началом и в период прохождения практики соответствующие медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».

Обязанности ответственных в период прохождения практики

Заведующий отделом учебными и производственными практиками:

- координирует работу по организации и проведению учебной и производственной практик обучающихся Университета, готовит проекты распоряжений и приказов ректора по вопросам практики;
- контролирует своевременность разработки и переиздания программ практик;
- принимает участие в оформлении договоров с профильными организациями (учреждениями) на проведение практики;

- контролирует своевременность подготовки и издания приказов о распределении обучающихся по местам практики, назначении руководителей практики от кафедр;
- контролирует своевременный отъезд обучающихся на предприятие;
- заказывает изготовление, получает и обеспечивает кафедры бланковой документацией по практике;
- осуществляет текущий контроль за ходом практики;
- принимает и анализирует факультетские отчеты по результатам практики;

Деканы факультетов совместно с заведующими ответственных кафедр:

- осуществляют подбор баз практик и заключение договоров с организациями (учреждениями);
- составляют проекты рабочих графиков (планов) проведения практик факультета;
- назначают опытных руководителей практики от Университета;
- готовят документацию, необходимую для организации (учреждениями) и проведения практик, включая: договоры с профильными организациями, распределение обучающихся по местам практик (не позднее, чем за месяц до начала практики), приказы о направлении обучающихся на практику и назначении руководителей практики (от Университета), направления на практику;
- обеспечивают организации (учреждения), где обучающиеся проходят практику, а также самих практикантов программами практики и индивидуальными заданиями;
- при необходимости организуют медицинский осмотр обучающихся, направляемых на практику;
- осуществляют контроль за проведением практики непосредственно на предприятиях, за соблюдением ее сроков и содержанием;
- принимают участие в работе комиссии по защите обучающимися отчетов по практике;
- представляют сведения о результатах проведения практики: учебной – в двухнедельный срок после ее окончания; производственной – в двухнедельный срок после защиты студентами отчетов по практике;
- представляют отчет о проведении практики студентов факультета в отдел учебных и производственных практик не позднее 20 октября текущего года.

Для руководства практикой, проводимой на предприятиях и в учреждениях (организациях), назначаются два руководителя: руководитель практики от Университета и руководитель практики от предприятия, учреждения (организации).

Руководитель практики от университета:

- составляет рабочий график (план) проведения практики;

- разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практики;
- участвует в распределении обучающихся по рабочим местам и видам работ в организации;
- осуществляет контроль за соблюдением сроков проведения практики и соответствием ее содержания требованиям, установленным ООП ВО;
- оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении ими индивидуальных заданий, а также при сборе материалов к выпускной квалификационной работе в ходе практики;
- оценивает результаты прохождения практики обучающимися.

Руководство практикой обучающихся в организации (учреждении) возлагается его администрацией на одного из руководящих работников или высококвалифицированных специалистов. Он осуществляет непосредственное руководство практикой закрепленных за ним обучающихся Университета.

Обязанности руководителя практики от организации (учреждения) и условия проведения практики определяются договором между предприятием, учреждением (организацией) и Университетом.

Руководитель практики от профильной организации:

- согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;
- предоставляет рабочие места обучающимся;
- обеспечивает безопасные условия прохождения практики обучающимся, отвечающие санитарным правилам и требованиям охраны труда;
- проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;
- осуществляет другие функции в соответствии с договором об организации и прохождении практики.

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от университета и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Особенности организации практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) форма проведения практики устанавливается технологическим факультетам с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

Инвалиду и лицу с ОВЗ необходимо написать заявление на имя декана (минимум за 3 месяца до начала практики) с приложением всех подтверждающих документов о необходимости подбора места практики с учетом его индивидуальных особенностей.

Выбор мест прохождения практик для инвалидов и лиц с ОВЗ производится с учетом требований их доступности для данных обучающихся и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

Для решения вопроса о прохождении практики инвалидом и лицом с ОВЗ и подготовки для него рабочего места инвалид и лицо с ОВЗ дополнительно предъявляет индивидуальную программу реабилитации инвалида, выданную в установленном порядке и содержащую заключение о рекомендуемом характере и условиях труда. Место прохождения практики и условия работы должны соответствовать рекомендациям, описанным в программе:

- по характеру рабочей нагрузки на инвалида и его усилий по реализации трудовых задач;
- по характеристикам цели трудовой и профессиональной деятельности, организации трудового процесса;
- по форме организации трудовой и профессиональной деятельности;
- по предмету труда;
- по признаку основных орудий (средств) труда;
- по уровню квалификации;
- по сфере производства.

Кафедра и/или факультет должны своевременно информировать заведующего отделом учебных и производственных практик (минимум за 3 месяца до начала практики) о необходимости подбора места практики инвалиду и лицу с ОВЗ в соответствии с ООП направления подготовки (специальности) и индивидуальными особенностями.

При направлении инвалида и лица с ОВЗ в организацию или на предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (учреждением) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программой реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений здоровья, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых инвалидом и лицом с ОВЗ трудовых функций.

Формат проведения защиты отчетов по практике для инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с применением электронных или иных технических средств).

В процессе защиты отчета по практике инвалид и лицо с ОВЗ вправе использовать необходимые им технические средства. Для слабовидящих обеспечивается индивидуальное равномерное освещение; при необходимости им предоставляется увеличивающее устройство, возможно также использование собственных устройств. Для глухих и слабослышащих обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования, услуги сурдопереводчика.

По заявлению инвалида и лица с ОВЗ в процессе защиты отчета по практике должно быть обеспечено присутствие ассистента из числа сотрудников Университета или привлеченных специалистов, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами комиссии).

При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответов при защите отчетов по практике.

3. Основные вопросы практики и структура отчета

Примерная структура отчета:

1. Элементы системы земледелия хозяйства
 2. Применение удобрений
 3. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур
 4. Охрана окружающей среды и получение экологически чистой продукции
- Выводы и предложение
Библиографический список
Приложения

3.1. Элементы системы земледелия хозяйства

В период практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности магистрантами изучаются и анализируются:

- планы производства основных видов продукции полеводства за 2 года, их выполнение или возможные причины невыполнения; посевные площади и структура посевных площадей, урожайность с/х культур, валовые сборы;
- полевые и другие севообороты: количество, виды, занимаемые ими площади, их освоение и соблюдение; схемы чередования культур в севооборотах, их анализ; фактическое размещение полевых культур по предшественникам за последние 2 года и его анализ; причины отклонения от установленного чередования культур;
- книга истории полей, ее ведение;
- наличие эродированных земель, их площадь, планируемые мероприятия по защите почв от эрозии и дефляции, их осуществление; почвозащитная организация территории; лесополосы, их состояние, процент облесенности землепользования; наличие почвозащитных севооборотов, их построение; другие почвозащитные мероприятия: плоскорезная обработка почвы, полосное размещение культур и т. д.;
- по картам засоренности устанавливает типы и степень засоренности полей севооборотов; основные сорняки; применяемые агротехнические, химические и другие меры борьбы с сорняками;
- принятая в хозяйстве система обработки почвы в севооборотах и ее соответствие современным научно обоснованным и местным требованиям; основная и предпосевная обработка почвы под яровые культуры; система обработки почвы под яровые культуры после различных предшественников; приемы обработки почвы по уходу за посевами.

3.2. Применение удобрений

Во время практики магистранты изучают следующие агрохимические вопросы:

- суммарное количество минеральных удобрений (тонн д. в.), в т. ч. по видам; насыщенность минеральными удобрениями (кг д. в./га) в среднем по хозяйству, по основным отраслям (неорошаемое и орошаемое земледелие, многолетние насаждения); анализ и выводы по этим показателям; хранение минеральных удобрений (склады и их состояние, размещение удобрений в складе), ведение документации, механизация внесения;
- данные об общем количестве заготавливаемого навоза (тыс. т), насыщенности навозом (т/га) в среднем по хозяйству; технология накопления, вывозки, хранения навоза, способы его внесения и заделки; наличие навозохранилищ, техники;
- агрохимические показатели почв хозяйства по агрохимическим картограммам хозяйства (год обследования; обеспеченность почв хозяйства

подвижными формами питательных веществ; использование агрохимкарт агрономами, первоочередность внесения удобрений на разных полях и под разные культуры севооборота) и методы установления норм удобрений под выращиваемые в хозяйстве культуры;

- экономическая эффективность применения удобрений.

Система удобрений конкретных культур (виды и формы удобрений, их нормы, сроки и способы внесения) приводятся и анализируются при описании технологии возделывания культур.

3.3. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур

При прохождении практики магистрант должен изучить:

- особенности возделывания ранних и поздних яровых, озимых, пропашных культур, многолетних и однолетних трав хозяйстве (сроки, способы, нормы, глубина посева, мероприятия по уходу);
- способы определения сроков уборки основных культур;
- способы уборки в зависимости от погодных условий, особенностей культуры, высоты и густоты стеблестоя, состояния посевов (спелость, засоренность, полегание), их назначения (продовольственный, семенной, на кормовые или технические цели);
- методы определения потерь урожая и пути их устранения;
- методы определения биологической урожайности и ее структуры для основных сельскохозяйственных культур (озимая рожь, озимая пшеница, яровая пшеница, ячмень, просо, овес, кукуруза);
- причины и недостатки, снижающие эффективность отрасли растениеводства;
- методы дистанционной коммуникации для выработки и принятия оперативных решений при формировании урожая сельскохозяйственных культур в экстремальных условиях.

3.4. Охрана окружающей среды и получение экологически чистой продукции

В этом разделе дается анализ применяемым в хозяйстве технологиям возделывания сельскохозяйственных культур и другим мероприятиям, связанным с разработкой агрономического проекта, охраной окружающей среды, не допускающим загрязнения почвы, грунтовых вод, водоемов и получаемой продукции при внесении и хранении минеральных удобрений, пестицидов и других ядохимикатов. Оценивается проведение противозерозионных и лесозащитных мероприятий, предотвращение уплотнения и смыва почвы, повышение естественного плодородия почвы. Изучается роль селекции и биотехнологических методов, агротехнических и профилактических приемов, позволяющих резко сократить и свести до

минимума применение химических препаратов в борьбе с сорняками, вредителями, болезнями и полеганием. Выявляются особенности агрономической работы и возможности получения экологически чистой продукции в условиях радиационного загрязнения. Использует информационные технологии и системы.

3.5. Использование методов дистанционной коммуникации для выработки и принятия оперативных решений при формировании урожая сельскохозяйственных культур в экстремальных условиях.

Выводы и предложения. Представляет результаты в форме отчетов и публичных обсуждений. Отмечаются недостатки, замеченные во время практики, даются предложения по улучшению работы хозяйства, отзыв практиканта о ходе производственной практики (что она дала студенту, как ее следует организовать в будущем). Составит практические рекомендации по использованию результатов научных исследований

Библиографический список.

4. Подведение итогов практики

По результатам освоения программы практики обучающиеся представляют на соответствующую кафедру отчетность с последующей аттестацией.

Форма и вид отчетности обучающихся о прохождении практики определяются с учетом требований образовательного стандарта и устанавливаются в программе практики.

Форма контроля прохождения практики – зачет с оценкой.

В качестве основной формы и вида отчетности по итогам производственной практики устанавливаются: характеристика (Приложение 2), и отчет (Приложение 3). Структура и примерное содержание характеристики, отчетов устанавливается в методических рекомендациях по выполнению заданий и подготовке отчета по итогам практики.

По окончании производственной практики обучающийся очной формы обучения в 10-ти дневный срок (не включая каникул) сдает предусмотренную программой практики отчетность руководителю практики от Университета.

Обучающийся заочной формы обучения отчитывается по результатам прохождения практики во время лабораторно-экзаменационной сессии, следующей за практикой, но до начала мероприятий итоговой аттестации.

При оценке работы обучающегося принимается во внимание характеристика, данная ему руководителем практики от предприятия.

Оценка прохождения практики осуществляется путем защиты обучающимся отчета по практике. Защита отчета по практике является мероприятием промежуточной аттестации обучающихся, которая

осуществляется в соответствии с графиком защит, утверждаемым заведующим кафедрой.

Для проведения процедуры защиты отчетов по производственной практике заведующим кафедрой определяется комиссия из не менее двух человек, в состав комиссии как правило входят руководитель практики от Университета, ведущий профессор, доцент кафедры и по возможности, руководитель практики от организации.

Процедура защиты отчетов по практике осуществляется на основании зачетно-экзаменационной ведомости по соответствующему виду промежуточной аттестации, в которой отражается перечень допущенных к защите обучающихся. Председатель комиссии должен получить зачетно-экзаменационную ведомость в деканате соответствующего факультета до начала работы.

На защиту отчета обучающийся обязан представить комиссии установленную отчетность и зачетную книжку.

Результаты прохождения практики определяются путем проведения промежуточной аттестации с выставлением оценок «отлично», «хорошо». Результаты промежуточной аттестации по практике учитываются при подведении итогов общей успеваемости обучающихся.

Результаты защиты обучающимися отчетов по практике вносятся в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетные книжки (раздел практика, где указывается: наименование вида практики (производственная) и типа, установленного образовательным стандартом и ООП по конкретной специальности или направлению подготовки; семестр; место проведения практики; в качестве кого работал (должность); Ф.И.О. руководителя практики от предприятия (организации, учреждения); трудоемкость в зачетных единицах; Ф.И.О. руководителя практики от Университета; оценка по итогам аттестации; дата проведения аттестации; подпись и фамилия лица, проводившего аттестацию). Допускается использование сокращений в наименовании типа практики в соответствии с установленным сокращением в программе практики. Результаты защиты обучающимися отчетов по практике в виде неудовлетворительных оценок вносятся только в зачетно-экзаменационную ведомость.

Обучающиеся, не выполнившие программу практики по уважительной причине, направляются на практику повторно по индивидуальному графику (в период каникул или свободное от учебных занятий время).

Обучающиеся, не выполнившие программу практики без уважительной причины или не прошедшие промежуточную аттестацию, получившие оценку «неудовлетворительно», могут быть отчислены из Университета как не ликвидировавшие в установленные сроки академической задолженности в порядке, предусмотренном Уставом Университета и действующим Положением о порядке отчисления обучающихся.

5. Рекомендуемая литература:

а) основная литература:

1. Ганжара, Н. Ф. Почвоведение. Практикум : учебное пособие / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков ; под общ. ред. доктора биологических наук Н. Ф. Ганжары. - М. : МНФРА-М, 2017. - 256 с. - ISBN 978-5-16-006241-9 : 698-87. - Текст (визуальный) : непосредственный.
2. Зуб, А. Т. Стратегический менеджмент : учебник и практикум для вузов / А. Т. Зуб. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03013-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450032>
3. Горелов, Н. А. Методология научных исследований : учебник и практикум для вузов / Н. А. Горелов, Д. В. Круглов, О. Н. Кораблева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 365 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03635-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450489>
4. Греков, О. А. Ландшафтоведение : учебное пособие / О. А. Греков. — Москва : Российский государственный аграрный заочный университет, 2010. — 98 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20650.html>
5. Петрищев, В. П. Ландшафтоведение : методические указания / В. П. Петрищев. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 59 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/21603.html>
6. Скрипчинская, Е. А. Ландшафтоведение : учебное пособие (лабораторный практикум) / Е. А. Скрипчинская, Д. С. Водопьянова, М. В. Нефедова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2019. — 118 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99477.html>

б) дополнительная литература:

1. Ганжара, Николай Фёдорович. Почвоведение. Практикум : учебное пособие для подготовки бакалавров по направлениям 110100 "Агрохимия и агропочвоведение", 110400 "Агрономия", 110500 "Садоводство" / Ганжара, Николай Фёдорович, Борисов Борис Анорьевич, Байбеков Равиль Файзрахманович ; под общ. ред. доктора биологических наук Н.Ф. Ганжары.

- М. : МНФРА-М, 2014. - 256 с. - ISBN 978-5-16-006241-9. - ISBN 978-5-16-100149-3 : 395-50. - Текст (визуальный) : непосредственный.

2. Мамонтов, В. Г. Почвоведение. Справочное пособие / В. Г. Мамонтов. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. - 368 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-176-1. - ISBN 978-5-16-011653-2 : 1086-54. - Текст (визуальный) : непосредственный.

3. Отварухина, Н. С. Стратегический менеджмент : учебник и практикум для вузов / Н. С. Отварухина, В. Р. Веснин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 336 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02841-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451262>

4. Исупов, А. Н. Агрохимия : учебное пособие / А. Н. Исупов. — Ижевск : Ижевская ГСХА, 2020. — 82 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158579>

5. Голубков, Е. П. Стратегический менеджмент : учебник и практикум для вузов / Е. П. Голубков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 290 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03369-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450496>

6. Москаленко, А. П. Управление природопользованием. Механизмы и методы : учебное пособие / А. П. Москаленко, С. А. Москаленко, Р. В. Ревунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-3563-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122160>

7. Колесников, Е. Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности : учебник и практикум для вузов / Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 469 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09296-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450562>

8. Боголюбов, С. А. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды : учебник и практикум для вузов / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 429 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08731-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450366>

в) периодические издания:

1. Агрохимический вестник : науч.-практич. журнал / учредители : Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, АНО "Редакция

"Химия в сельском хозяйстве". - 1929 - . - Москва : АНО "Редакция "Химия в сельском хозяйстве", 2016. - Двухмес. - ISSN 02352516. - Предыдущее название: Химия в сельском хозяйстве (до 1997 года). – Текст : непосредственный.

2. Агрохимия : науч.-теоретич. журн. / учредитель : Российская Академия Наук. – 1964 - . - Москва : Наука, 2020 - . – Ежемес. - ISSN 0002-1881. – Текст : непосредственный.

3. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». – 2009 - . – Рязань, 2020 - . - Ежекварт. – ISSN : 2077 – 2084 – Текст : непосредственный.

4. Главный агроном : науч.-практич. журн. / учредитель ННОУ «Академия с.-х. наук и организации агропромышленного комплекса. – 2003, июль – . – Москва : ИД «Панорама», ЗАО «Сельхозиздат», 2020 - . – Ежемес. – ISSN 2074-7446. – Текст : непосредственный.

5. Защита и карантин растений : науч.-практич. журн. / учредитель и изд. : АНО Редакция журнала «Защита и карантин растений». – 1932 - . – Москва, 2020 - . - Ежемес. – ISSN 1026-8634. – Текст : непосредственный.

6. Земледелие : науч.-производ. журн. / учредитель и изд. : Редакция журнала «Земледелие». – 1939 - . – Москва, 2020 - . – 8 раз в год. - ISSN 0044-3913. – Текст : непосредственный.

7. Плодородие : теоретич. и науч.-практич. журн. / учредитель и изд. : Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (ВНИИА Россельхозакадемии. – 2001 - . – Москва, 2020 - . – Двухмес. - ISSN 1994-8603. – Текст : непосредственный

8. Экология : науч. журн. / учредители : [Российская академия наук](#) (Москва), [Уральское отделение РАН](#) (Екатеринбург), [Отделение общей биологии РАН](#) (Москва). – 1970 – Москва : ООО «ИКЦ «АКАДЕМКНИГА», 2019. – Двухмес. – ISSN [0367-0597](#)- Текст : непосредственный.

г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- ЭБС «Лань». – URL : <https://e.lanbook.com>

- ЭБС «IPRbooks». - URL : <http://www.iprbookshop.ru>

- ЭБС «Юрайт». - URL : <https://urait.ru>

- ЭБ РГАТУ. - URL : <http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>

- Справочно-правовая система «Гарант». - URL : - <http://www.garant.ru>

- Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». - URL : <http://www.consultant.ru>

- Научная электронная библиотека elibrary. - URL : <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

- Центральная научная сельскохозяйственная библиотека (ЦНСХБ) - URL : <http://www.cnshb.ru>
- Научная электронная библиотека КиберЛенинка. - URL : <https://cyberleninka.ru>
- Федеральный портал «Российское образование». - URL : <http://www.edu.ru/documents/>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». - URL : <http://window.edu.ru/>
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. - URL : <http://fcior.edu.ru/>
- Polpred.com Обзор СМИ. - URL : <http://polpred.com/>

Рабочий график (план)

проведения практики

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальное(ых) задание(й))	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении

Руководитель практики от Университета _____
(должность, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации _____
(должность, подпись, Ф.И.О.)

ХАРАКТЕРИСТИКА

на обучающегося _____ (Ф.И.О.)

В характеристике отражается:

- время, в течение которого обучающийся проходил практику;
- отношение обучающегося к практике;
- в каком объеме выполнена программа практики;
- каков уровень теоретической и практической подготовки обучающегося;
- трудовая дисциплина обучающегося во время практики;
- качество выполняемых работ;
- об отношениях обучающегося с сотрудниками и посетителями организации;
- замечания и пожелания в адрес обучающегося;
- общий вывод руководителя практики от организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от предприятия _____ /
Ф.И.О. /

Дата, подпись

Печать

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»**

Технологический факультет

**ОТЧЕТ
прохождения производственной практики –технологическая практика**

_____ (фамилия, имя, отчество обучающегося)
Курс _____ **Группа** _____

Направление подготовки _____

Направленность _____

Сроки практики _____

Место прохождения практики

_____ (указывается полное наименование структурного подразделения университета/ профильной организации, а также их фактический адрес)

Оценка _____ **Дата** _____

Руководитель практики от Университета _____ / _____ /
(должность, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации _____ / _____ /
(должность, подпись, Ф.И.О.)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА СЕЛЕКЦИИ, СЕМЕНОВОДСТВА И АГРОХИМИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по производственной практике (практике по получению
профессиональных умений и опыта профессиональной
деятельности)**

по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
степень (квалификация) – магистр
направленность
«Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении»

Рязань 2025

Составители:

В.И. Левин, д-р с.-х. наук, профессор;

Я.В. Костин, д-р с.-х. наук, профессор;

А.Е. Морозов к.б.н., директор Рязанского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба»

Рецензент: Б.В. Володин исполнительный директор ООО «им. Крупской»
Старожиловского района

Методические указания обсуждены и рекомендованы селекции,
семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Утверждено учебно-методической комиссией по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Содержание

1. Цели и задачи производственной практики	4
2. Требования к обучающимся и формируемые компетенций при прохождении производственной практики	5
3. Организация производственной практики	5
4. Основные разделы практики и отчетность	10
5. Требования к оформлению отчета	11
6. Подведение итогов практики	14
7. Рекомендуемая литература	17
Приложения	19

1. Цели и задачи производственной практики

Целью производственной практики являются закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, приобретение им практических навыков и умений, а так же опытом по овладению инновационными технологиями в АПК

Задачами производственной практики являются:

- самостоятельно использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских работ;
- самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения полученные в России;
- владение методами оценки почвенного плодородия и диагностики растений;
- способность применять научные достижения в аграрном производстве;
- самостоятельно владеть инновационными процессами в АПК.

Общее описание профессиональной деятельности выпускников (в том числе области профессиональной деятельности)

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу, могут осуществлять профессиональную деятельность:

- 13 Сельское хозяйство (в сфере рационального использования и сохранения агроландшафтов при производстве сельскохозяйственной продукции, в сфере контроля за состоянием окружающей среды и соблюдения экологических регламентов землепользования, в сфере агроэкологической оценки земель сельскохозяйственного назначения)
- 01 Образование и наука (в сфере профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования, в сфере почвенных, агрохимических, агроэкологических научных исследований, в сфере научных исследований для разработки экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв, агроэкологических моделей, в сфере научных исследований в рамках почвенно- экологического нормирования)

Типы задач профессиональной деятельности выпускников:

- научно-исследовательский
- педагогический
- производственно-технологический

Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:

- Обучающиеся, программы профессионального обучения, научно методические и учебно-методические материалы.
- агроландшафты и агроэкосистемы; почвы, режимы и процессы их функционирования; сельскохозяйственные угодья и культуры; удобрения, средства защиты растений и мелиоранты; технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции; сохранение и воспроизводство плодородия почв; агроэкологические модели.

Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС

Перечень профессиональных стандартов (при наличии), соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки, приведен в Таблице .

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование области профессиональной деятельности. Наименование профессионального стандарта
13. Сельское хозяйство		
1.	13.017	Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 09 июля 2018 г. № 454н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 июля 2018 г., регистрационный № 51709).

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программы бакалавриата 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Код и наименование ПС	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	код	наименование	уровень квалификации	наименование код	уровень	(подуровень)
13.017 Агроном	С	Управление производством растениеводческой продукции	7	Разработка стратегии развития растениеводства в организации	С/01.7	7
				Координация текущей производственной деятельности в соответствии со стратегическим планом развития растениеводства	С/02.7	7
				Проведение научно-исследовательских работ в области агрономии в условиях производства	С/03.7	7

Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)

Область профессиональной деятельности	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или

(по Реестру Минтруда)			области знания) (при необходимости)
<i>01 Образование и наука</i>	Педагогический:	- В ы п о л н е н и е функций преподавателя в образовательных организациях - П о в ы ш е н и е квалификации и тренинг сотрудников подразделений в области инновационной деятельности - Р а з р а б о т к а программ и рабочих планов научных исследований	- Обучающие ся, программы профессионального обучения, научно-методические и учебно-методические материалы.
<i>13 Сельское хозяйство</i>	Научно-исследовательский:	- разработка планов, программ и методик проведения научных исследований; - организация и проведение экспериментов по сохранению воспроизводству почвенного плодородия, использованию удобрений и других средств химизации и обеспечению экологической безопасности агроландшафтов; - разработка теоретических моделей, позволяющих прогнозировать влияние удобрений и химических мелиорантов на плодородие почв, урожайность и качество сельскохозяйственных культур и экологическую безопасность	- агроландшафты и агроэкосистемы; - почвы, режимы и процессы их функционирования; - сельскохозяйст-венные угодья и культуры; - удобрения, средства защиты растений и мелиоранты; - технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции; - сохранение и воспроизводство плодородия почв; - агроэкологические модели.

		агроландшафтов; - разработка и совершенствование мер по защите почв от эрозии и других видов деградации; - обобщение и анализ результатов исследований, их статистическая обработка; - подготовка научно-технических отчетов, обзоров и научных публикаций по результатам выполненных исследований;	
	проектно-технологический:	- оптимизации почвенного плодородия различных агроландшафтов; - разработка агроэкологических и мелиоративных группировок земель; - эколого-экономическая оценка адаптивно-ландшафтных систем земледелия; - агроэкологическая оценка средств химизации земледелия, разработка моделей продукционного процесса агроэкосистем различного уровня; - проведение агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных угодий; - разработка методов снижения загрязнения почв и их реабилитации; - воспроизводства плодородия почв, агроэкологических моделей, в сфере научных	- агроландшафты и агроэкосистемы; - почвы, режимы и процессы их функционирования; - сельскохозяйственно-угодья и культуры; - удобрения, средства защиты растений и мелиоранты; - технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции; - сохранение и воспроизводство плодородия почв; - агроэкологические модели.

		исследований в рамках почвенно-экологического нормирования; - рациональное использование и сохранение агроландшафтов при производстве сельскохозяйственной продукции,	

2. Требования к обучающимся и формируемые компетенции при прохождении производственной практики

В результате прохождения практики обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания <i>(при необходимости)</i>	Категория профессиональных компетенций <i>(при необходимости)</i>	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация: Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении					
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский, педагогический					
-разработка планов, программ и методик проведения научных исследований; - организация и проведение экспериментов по сохранению воспроизводству почвенного плодородия,	- Обучающиеся, программы профессионального обучения, научнометодические и учебно-методические материалы.		ПК-1 Готовность применять разнообразные методологические подходы к оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяй	ПК-1.1 ИД-1.1. Применять методологический подход к использованию различных видов удобрений для создания оптимальных условий питания растений в зависимости от уровня	13.017 Агроном Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом

использованию удобрений и других средств химизации и обеспечению экологической безопасности агроландшафтов; - разработка теоретических моделей, позволяющих прогнозировать влияние удобрений и химических мелиорантов на плодородие почв, урожайность и качество сельскохозяйственных культур и экологическую безопасность агроландшафтов; - разработка и совершенствование мер по защите почв от эрозии и других видов деградации; - обмен информацией и анализ результатов исследований, их статистическая обработка;			ственных культур.	плодородия и сортовых особенностей сельскохозяйственных культур. ИД-1.2. Используя организационно-хозяйственные агробиологические, агрохимические мероприятия, способен моделировать почвенное плодородие, разрабатывать оптимальную структуру и обеспечивать экологическую стабильность агроландшафтных экосистем.	

- по подготовка научно- технических отчетов, обзоров и научных публикаций по результатам выполненных исследований;					
Направленность (профиль), специализация: Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении					
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский					

			ПК-3 Способен разрабатывать систему мероприятий по созданию оптимальных почвенно-биологического комплекса и агроэкосистем	ПК-3 ИД.3.1 Разработка систем мероприятий по регулированию баланса органического вещества и биогенных элементов в почве ИД.3.2 Применять методы по повышению содержания органического вещества в почве. ИД 3.3. Способен по структуре и видовому составу почвенного микробного сообщества оценить течение почвообразовательного процесса, состояние экосистем, диагностировать загрязнение почвы поллютантами.	
			ПК-7 Способен проводить научно-исследовательские	ПК-7 ИД 7.1 Соблюдая методику	

			льские испытания в условиях производства	полевого опыта способен выполнять практико ориентированн ые научно- исследовательс кие испытания, отвечающие запросам сельскохозяйст венного производства.	
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический					
- проектирование и освоение экологически безопасных агро технологий, позволяющих снизить экономические и экологические риски производства заданного количества и качества сельскохозяйственной продукции; - разработка проектов оптимизации почвенного плодородия различных агроландшафтов; - разработка	агроландшафты и агроэкосистемы; почвы, режимы и процессы их функционирования; сельскохозяйственные угодья и культуры; удобрения, средства защиты растений и мелиоранты; технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции; сохранение и воспроизводство плодородия почв; агроэкологические		ПК-2 Способность проводить агрохимические, физиологические, экологические обследования и мониторинг почвенного плодородия и агроэкосистем	ПК-2.1 ИД.2.1 Знать инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии и применять их при обследованиях и мониторинг почвенного плодородия и агроэкосистем ПК-2.2 ИД2. Определять пригодность почвы под различные виды сельскохозяйственных культур ИД 2.3 Разрабатывать синтез мероприятий по охране и рациональному	13.017 Агроном Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 09 июля 2018 г. № 454н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 июля 2018 г., регистрационный №

агроэкологических и мелиоративных группировок земель; - пр оектирование наукоемких агро технологий; - эколого-экономическая оценка адаптивно-ландшафтных систем земледелия; - аг роэкологическая оценка средств химизации земледелия, разработка моделей	модели			использованию почвенного плодородия на основе применения агроэкологического мониторинга. ИД 2.4 Использовать информационный материал агроэкологического мониторинга для прогноза влияния агрохимикатов на динамику почвенного плодородия и фитосанитарное состояние агроэкосистем.	51709).
продукционного процесса агроэкосистем различного уровня; - пр оведение агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных угодий; - ра зработка методов снижения загрязнения почв и их реабилитации;			ПК-4 Организовывать контроль качества и безопасность и растениеводческой продукции	ПК-4.1 ИД-4.1. Разработка системы мероприятий по управлению качеством и экологической безопасностью растениеводческой продукции. ИД-4.2 Применять на всех этапах производства растениеводческой продукции систему санитарно-гигиенического, нормативно-правового регулирования	

				и сертификации качества растениеводчес кой продукции	
			ПК-5 Владение инновационн ыми технологиям и, физическим и, химическим и и биологическ ими методами оценки почвенного плодородия. организацио нно- управленчес кий	ПК-5.1 ИД 5.1 Владеть физическими, химическими и биологическим и методами оценки почвенного плодородия. ИД-5.2 Определять перспективные направления повышения эффективности производства растениеводчес кой продукции ИД- 5.3 Способен анализировать, обобщать и адаптировать современные научные достижения в области агроэкологии с применением экологически безопасных, энергоресурсоб ерегающих агроприемов, обеспечивающ их минимизацию экологических рисков производства при одновременно м сохранении почвенного	

				плодородия и динамичном нарастании продуктивности и агрофитоценозов.	
			ПК-6 Способен осуществить сбор информации, анализ литературных источников по технологиям производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв	ПК-6.1 ИД-6. 1 Вести информационный поиск, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационной сети Интернет. ИД -6.2 Сбор информации обеспечивает ознакомление с последними достижениями аграрной и фундаментальной биологии, экологии, физиологии растений малоизвестным и сведениями о физиолого-биохимической коммуникации между растениями в смешанных посевах с последующим их использованием в технологиях производства	

				продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв.	
			ПК-8 Готовность применять разнообразные методологические подходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур.	ПК-8.1 ИД-8. 1 Обрабатывать результаты исследований с использованием методов математической статистики. ИД 8.2 Разрабатывать, обосновывать и проектировать агротехнологии и для различного уровня продукционного процесса (экстенсивного, интенсивного и эколого-адаптивного) с учетом экофизиологических особенностей и репродуктивного потенциала конкретного вида и сорта сельскохозяйственных культур.	

3. Организация производственной практики

Сроки проведения практики устанавливаются в соответствии с учебными планами и календарными учебными графиками на соответствующий учебный год и с учетом требований образовательного стандарта.

Проведение практики, предусмотренной ООП ВО, осуществляется на основе договоров с организациями, деятельность которых соответствует профессиональным компетенциям. Практика может быть проведена непосредственно в университете.

Обучающийся при прохождении практики обязан:

- полностью выполнять задания, предусмотренные программой практики, в т.ч. индивидуальное задание. Тема индивидуального занятия указывается в рабочем графике (Приложение 1);
- выполнять рабочий график (план) проведения практики (Приложение 1);
- соблюдать действующие в организации (учреждении), правила внутреннего трудового распорядка;
- строго соблюдать правила охраны труда и пожарной безопасности;
- по окончании практики представить своевременно руководителю практики отчетную документацию
- проходить перед началом и в период прохождения практики соответствующие медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г. № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».

Обязанности ответственных в период прохождения практики

Заведующий отделом учебными и производственными практиками:

- координирует работу по организации и проведению учебной и производственной практик обучающихся Университета, готовит проекты распоряжений и приказов ректора по вопросам практики;
- контролирует своевременность разработки и переиздания программ практик;
- принимает участие в оформлении договоров с профильными организациями (учреждениями) на проведение практики;
- контролирует своевременность подготовки и издания приказов о распределении обучающихся по местам практики, назначении руководителей практики от кафедр;
- контролирует своевременный отъезд обучающихся на предприятие;
- заказывает изготовление, получает и обеспечивает кафедры бланковой документацией по практике;

- осуществляет текущий контроль за ходом практики;
- принимает и анализирует факультетские отчеты по результатам практики;

Деканы факультетов совместно с заведующими ответственных кафедр:

- осуществляют подбор баз практик и заключение договоров с организациями (учреждениями);
- составляют проекты рабочих графиков (планов) проведения практик факультета;
- назначают опытных руководителей практики от Университета;
- готовят документацию, необходимую для организации (учреждениями) и проведения практик, включая: договоры с профильными организациями, распределение обучающихся по местам практик (не позднее, чем за месяц до начала практики), приказы о направлении обучающихся на практику и назначении руководителей практики (от Университета), направления на практику.
- обеспечивают организации (учреждения), где обучающиеся проходят практику, а также самих практикантов программами практики и индивидуальными заданиями;
- при необходимости организуют медицинский осмотр обучающихся, направляемых на практику;
- осуществляют контроль за проведением практики непосредственно на предприятиях, за соблюдением ее сроков и содержанием;
- принимают участие в работе комиссии по защите обучающимися отчетов по практике;
- представляют сведения о результатах проведения практики: учебной – в двухнедельный срок после ее окончания; производственной – в двухнедельный срок после защиты студентами отчетов по практике.
- представляют отчет о проведении практики студентов факультета в отдел учебных и производственных практик не позднее 20 ноября текущего года.

Для руководства практикой, проводимой на предприятиях и в учреждениях (организациях), назначаются два руководителя: руководитель практики от Университета и руководитель практики от предприятия, учреждения (организации).

Руководитель практики от университета:

- составляет рабочий график (план) проведения практики;
- разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практики;
- участвует в распределении обучающихся по рабочим местам и видам работ в организации;
- осуществляет контроль за соблюдением сроков проведения практики и соответствием ее содержания требованиям, установленным ООП ВО;

- оказывает методическую помощь обучающимся при выполнении ими индивидуальных заданий, а также при сборе материалов к выпускной квалификационной работе в ходе преддипломной практики;

- оценивает результаты прохождения практики обучающимися.

Руководство практикой обучающихся в организации (учреждении) возлагается его администрацией на одного из руководящих работников или высококвалифицированных специалистов. Он осуществляет непосредственное руководство практикой закрепленных за ним обучающихся Университета.

Обязанности руководителя практики от организации (учреждения) и условия проведения практики определяются договором между предприятием, учреждением (организацией) и Университетом.

Руководитель практики от профильной организации:

- согласовывает индивидуальные задания, содержание и планируемые результаты практики;

- предоставляет рабочие места обучающимся;

- обеспечивает безопасные условия прохождения практики обучающимся, отвечающие санитарным правилам и требованиям охраны труда;

- проводит инструктаж обучающихся по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, а также правилами внутреннего трудового распорядка;

- осуществляет другие функции в соответствии с договором об организации и прохождении практики.

При проведении практики в профильной организации руководителем практики от университета и руководителем практики от профильной организации составляется совместный рабочий график (план) проведения практики.

Особенности организации практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) форма проведения практики устанавливается факультетами с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья, в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

Инвалиду и лицу с ОВЗ необходимо написать заявление на имя декана (минимум за 3 месяца до начала практики) с приложением всех подтверждающих документов о необходимости подбора места практики с учетом его индивидуальных особенностей.

Выбор мест прохождения практик для инвалидов и лиц с ОВЗ производится с учетом требований их доступности для данных обучающихся и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

Для решения вопроса о прохождении практики инвалидом и лицом с ОВЗ и подготовки для него рабочего места инвалид и лицо с ОВЗ дополнительно предъявляет индивидуальную программу реабилитации инвалида, выданную в установленном порядке и содержащую заключение о рекомендуемом характере и условиях труда. Место прохождения практики и условия работы должны соответствовать рекомендациям, описанным в программе:

- по характеру рабочей нагрузки на инвалида и его усилий по реализации трудовых задач;
- по характеристикам цели трудовой и профессиональной деятельности, организации трудового процесса;
- по форме организации трудовой и профессиональной деятельности;
- по предмету труда;
- по признаку основных орудий (средств) труда;
- по уровню квалификации;
- по сфере производства.

Кафедра и/или факультет должны своевременно информировать заведующего отделом учебных и производственных практик (минимум за 3 месяца до начала практики) о необходимости подбора места практики инвалиду и лицу с ОВЗ в соответствии с ООП направления подготовки (специальности) и индивидуальными особенностями.

При направлении инвалида и лица с ОВЗ в организацию или на предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (учреждением) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программой реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений здоровья, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых инвалидом и лицом с ОВЗ трудовых функций.

Формат проведения защиты отчетов по практике для инвалидов и лиц с ОВЗ устанавливается с учетом их индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, с применением электронных или иных технических средств).

В процессе защиты отчета по практике инвалид и лицо с ОВЗ вправе использовать необходимые им технические средства. Для слабовидящих обеспечивается индивидуальное равномерное освещение; при необходимости им предоставляется увеличивающее устройство, возможно также использование собственных устройств. Для глухих и слабослышащих обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования, услуги сурдопереводчика.

По заявлению инвалида и лица с ОВЗ в процессе защиты отчета по практике должно быть обеспечено присутствие ассистента из числа сотрудников Университета или привлеченных специалистов, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами комиссии).

При необходимости инвалидам и лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки ответов при защите отчетов по практике.

4. Основные разделы практики и отчетность

Введение. *Студент ставит перед собой задачи и выбирает методы научных исследований. Излагаются актуальные вопросы развития сельского хозяйства и задачи в области агроэкологии, экологически безопасной сельскохозяйственной продукции, сохранения почвенного покрова. Определяются главные перспективные направления развития растениеводческой отрасли в современных условиях.*

1. Общая характеристика хозяйства. *Общие сведения о хозяйстве (предприятии). Название и форма собственности хозяйства, его расположение и удаленность от областного и районного центра. Число населенных пунктов на территории хозяйства, их размеры и количество жителей. Специализация предприятия и экспликация земельных угодий с указанием площади основных видов сельскохозяйственных угодий. Продуктивность сельскохозяйственных культур, сенокосов и пастбищ (в том числе культурных). Структура хозяйства. Отраслевая структура. Количество отделений, бригад, ферм, подсобных цехов, мастерских.*

2. Природно-климатические особенности хозяйства

Агроклиматические и почвенные условия. Используются информационные технологии и системы в своей профессиональной деятельности при рассмотрении природно-климатических особенностей хозяйства.

3. Почвенно-зональные особенности

Типы почв и их распределение в хозяйстве. Содержание гумуса, фосфора, калия и микроэлементов, pH, (сведения получают из картограмм кислотности и обеспеченности почвы элементами питания, почвенной карты). Используются информационные технологии и системы в своей профессиональной деятельности

4. Перспективы использования инновационных агротехнологий

Обучающийся должен описать экологически безопасные технологии возделываемых в хозяйстве основных культур и сравнить их с технологиями, разработанными научными учреждениями для данной зоны. Описание проводить по следующей схеме: сорта, площади посева, место в

севообороте, система обработки почвы, удобрение, нормы высева, глубина заделки семян и техника посева, уход за посевами, агротехнические и химические способы борьбы с сорняками, вредителями и болезнями; способы уборки и применяемая техника.

Севообороты хозяйства. Севообороты с указанием чередования культур. Освоенность севооборотов. Книги истории полей и их заполнение. Основная и предпосевная обработка почвы: отвальная и безотвальная, минимальная, поверхностная, почвозащитная. Система обработки почвы под озимые и яровые культуры после различных предшественников; приемы обработки почвы по уходу за посевами. Типы и степень засоренности полей севооборотов; основные сорняки; применяемые агротехнические, химические и другие меры борьбы с сорняками. Системы мер по предупреждению почвоутомления.

Система удобрения. Основное и припосевное удобрение, подкормки. Органические и минеральные удобрения. Виды, объемы использования и способы хранения. Сроки, виды, дозы и способы внесения. Известкование почв. Применение бактериальных и микроудобрений.

Видовой состав вредителей и болезней основных сельскохозяйственных культур и система защиты растений в хозяйстве.

Типы и количество сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей. Их использование и воздействие на окружающую среду. Почвообрабатывающие, посевные уборочные машины; техника для внесения удобрений, средств защиты растений, послеуборочной обработки зерна и семян, заготовки кормов.

Анализируется состояние охраны труда, пожарной безопасности и производственной санитарии в хозяйстве.

5. Ресурсосбережение и рациональное природопользование.

Отражаются природоохранные мероприятия, связанные с охраной окружающей среды, и возможности получения экологически чистой продукции. Физические, химические и биологические методы оценки качества сельскохозяйственной продукции.

6. Результаты полевого опыта. (Инновационный подходы своей работы). Рассматривается обзор литературы, который содержит систематизированное изложение состояния вопроса по рассматриваемой проблеме, обосновывается актуальность, значимость и необходимость проведения диссертационных исследований, включающая цель и задачи исследования. Описывается постановка экспериментальных исследований, характеристика объектов исследования, а также методы испытаний, используемые в работе. Приводится структурная схема и результаты экспериментальных исследований.

Выводы и предложения. Отмечаются недостатки, замеченные во время практики, даются предложения по улучшению работы хозяйства,

отзыв практиканта о ходе производственной практики (что она дала студенту, как ее следует организовать в будущем).Представляются результаты в форме отчетов и публичных обсуждений (защита отчетов, участие в конференциях, семинарах, круглых столах).

Составляются практические рекомендации по использованию результатов научных исследований

Библиографический список

Приложения

5. Требования к оформлению отчета

Отчет должен быть набран на компьютере в текстовом редакторе WORD и EXCEL (таблицы) с соблюдением следующих требований:

- проект (работа) должен быть отпечатан на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210х297мм) со следующими полями: левое – 30мм, верхнее – 20 мм, правое – 10мм, нижнее – 20мм;
- размер шрифта – 14, шрифт Times New Roman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- расстановка переносов – автоматическая
- форматирование основного текста и ссылок – в параметре «по ширине»
- цвет шрифта – черный
- красная строка – 1,5 см

Нумерация страниц и приложений, входящих в состав отчета, должна быть сквозная. Номера страниц проставляют в центре нижней части листа без точки. Номера проставляются, начиная с третьей страницы «Введение». На титульном листе и листе «Содержание» номер не проставляется.

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Структурные заголовки следует печатать, с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 3 интервалам, а расстояние между заголовком раздела и подраздела-2 интервала. Каждый раздел работы должен начинаться с новой страницы. Заголовок подраздела нельзя оставлять внизу страницы, необходимо добавить не менее двух строк текста.

Цифровые материалы, как правило, оформляют в виде таблиц. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые или на следующей странице. Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу) слово «Таблица», номер и ее заголовок указывают один раз над первой частью таблицы, над другими частями пишут слово

«Продолжение» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1». Нумерация таблиц - сквозная.

Пример оформления таблицы

Таблица 1 – Характеристика вредителей

Название вредителя	Вредящая стадия	ЭЭПВ	Количество поколений	Стадия и места зимовки	Период наибольшей вредоносности	Период целесообразности проведения защитных мероприятий
Зеленоглазка						

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Формулы следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Пример оформления формулы

$$C = (A - B) / A * 100\%, (1)$$

где А — плотность (численность) популяции до воздействия,

В — после воздействия,

С — биологическая эффективность.

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые или на следующей странице. Иллюстрации обозначают словом «Рисунок» и нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией. Иллюстрации должны иметь наименование.

Текст работы должен удовлетворять следующим основным требованиям: отражать умение работать с научной литературой, выделять проблему и определять методы её решения, последовательно излагать сущность рассматриваемых вопросов, показывать владение соответствующим понятийным и терминологическим аппаратом, иметь приемлемый уровень языковой грамотности, включая владение функциональным стилем научного изложения.

Автор отчета должен давать ссылки на используемые источники, сведения и материалы. Ссылки в тексте на источники должны осуществляться путем приведения номера по списку использованных источников. Ссылка заключается в квадратные скобки. Например: [9] (здесь 9-номер источника в списке использованной литературы)

Список использованных источников должен включать только те источники, которые были проработаны при выполнении отчета и на которые имеются ссылки в тексте работы.

Источники следует располагать в алфавитном порядке фамилий первых авторов или заглавий. Сведения об источниках, включенных в список,

необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 с обязательным приведением названий работ.

Пример оформления списка используемых источников

Книги

Рубцов, Б. Б. Мировые фондовые рынки: современное состояние и закономерности развития [Текст] / Б. Б. Рубцов. – М.: Дело, 2001. – 311 с.

Новиков, Ю. Н. Персональные компьютеры: аппаратура, системы, Интернет [Текст] / Ю. Н. Новиков, А. Черепанов. – СПб.: Питер, 2001. – 458 с.

Внешний вектор энергетической безопасности России [Текст] / Г.А. Телегина [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 335 с.

Сборник научных статей

Валютно-финансовые операции в условиях экономической глобализации: международный опыт и российская практика [Текст]: сб. науч. ст. аспирантов каф. МЭО / С.-Петерб. гос. ун-т экономики и финансов. Каф.междунар. экон. отношений. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2001. – 82 с.

Справочник, словарь

Справочник финансиста предприятия [Текст] / Н. П. Баранникова [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 492 с. – (Справочник «ИНФРА-М»).

Нобелевские лауреаты XX века. Экономика [Текст]: энциклопед. словарь / авт.- сост. Л. Л. Васина. – М.: РОССПЭН, 2001. – 335 с.

Стандарт государственный

ГОСТ Р 51771-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования [Текст]. – Введ. 2002-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – IV, 2 с.: ил.

Статьи из журналов

Ивашкевич, В. Б. Повышение прозрачности информации о ценных бумагах [Текст] / В. Б. Ивашкевич // Финансы. – 2005. – № 3. – С. 16-17.

Электронные ресурсы

Библиотека электронных ресурсов Исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова [Электронный ресурс] / Ред. В. Румянцев. – М., 2001. – Режим доступа: <http://hronos.km.ru/proekty/mgu>

Непомнящий, А.Л. Рождение психоанализа: Теория соблазнения [Электрон.ресурс] / А.Л. Непомнящий. – 2000. – Режим доступа: <http://www.psvchoanatvsis.pl.ru>

Приложения оформляют как продолжение к отчету на последующих ее страницах, располагая их в порядке появления ссылок в тексте. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за

исключением букв Ё, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность. Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А». Иллюстрации и таблицы, помещаемые в приложении, нумеруют в пределах каждого приложения, например: «Рисунок П.А.1» (первый рисунок приложения А)

В конце отчета должна быть дата выполнения и подпись автора. Отчет должен представляться в папке со скоросшивателем.

6. Подведение итогов практики

По результатам освоения программы практики обучающиеся представляют на соответствующую кафедру соответствующую отчетность с последующей аттестацией.

Форма и вид отчетности обучающихся о прохождении практики определяются с учетом требований образовательного стандарта и устанавливаются в программе практики.

Форма контроля прохождения практики – зачет с оценкой.

В качестве основной формы и вида отчетности по итогам производственной практики устанавливаются: характеристика (Приложение 2), рабочий график (план) (приложение 1), отчет (Приложение 3). Структура и примерное содержание характеристики, отчетов устанавливается в методических рекомендациях по выполнению заданий и подготовке отчета по итогам практики.

По окончании производственной практики обучающийся очной формы обучения в 10-ти дневный срок (не включая каникул) сдает предусмотренный программой практики отчетность руководителю практики от Университета.

Обучающийся заочной формы обучения отчитывается по результатам прохождения практики во время лабораторно-экзаменационной сессии, следующей за практикой, но до начала мероприятий итоговой аттестации.

При оценке работы обучающегося принимается во внимание характеристика, данная ему руководителем практики от предприятия.

Оценка прохождения практики осуществляется путем защиты обучающимся отчета по практике. Защита отчета по практике является мероприятием промежуточной аттестации обучающихся, которая осуществляется в соответствии с графиком защит, утверждаемым заведующим кафедрой.

Для проведения процедуры защиты отчетов по производственной практике заведующим кафедрой определяется комиссия из не менее двух человек, в состав комиссии входят руководитель практики от Университета, ведущий профессор, доцент кафедры и по возможности, руководитель практики от организации.

Процедура защиты отчетов по практике осуществляется на основании зачетно-экзаменационной ведомости по соответствующему виду промежуточной аттестации, в которой отражается перечень допущенных к

защите обучающихся. Председатель комиссии должен получить зачетно-экзаменационную ведомость в деканате соответствующего факультета до начала работы.

На защиту отчета обучающийся обязан представить комиссии установленную отчетность и зачетную книжку.

Результаты прохождения практики определяются путем проведения промежуточной аттестации с выставлением оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Результаты промежуточной аттестации по практике учитываются при подведении итогов общей успеваемости обучающихся.

Результаты защиты обучающимися отчетов практики вносятся в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетные книжки (раздел практика, где указывается: наименование вида практики (производственная) и типа, установленного образовательным стандартом и ООП по конкретной специальности или направлению подготовки; семестр; место проведения практики; в качестве кого работал (должность); Ф.И.О. руководителя практики от предприятия (организации, учреждения); трудоемкость в зачетных единицах; Ф.И.О. руководителя практики от Университета; оценка по итогам аттестации; дата проведения аттестации; подпись и фамилия лица, проводившего аттестацию). Допускается использование сокращений в наименовании типа практики в соответствии с установленным сокращением в программе практики. Результаты защиты обучающимися отчетов по практике в виде неудовлетворительных оценок вносятся только в зачетно-экзаменационную ведомость.

Обучающиеся, не выполнившие программу практики по уважительной причине, направляются на практику повторно по индивидуальному графику (в период каникул или свободное от учебных занятий время).

Обучающиеся, не выполнившие программу практики без уважительной причины или не прошедшие промежуточную аттестацию получившие оценку «неудовлетворительно», могут быть отчислены из Университета как не ликвидировавшие в установленные сроки академической задолженности в порядке, предусмотренном Уставом Университета и действующим Положением о порядке отчисления обучающихся.

7. Рекомендуемая литература

а) основная литература:

Кузина, Е. Е. Инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии : учебное пособие / Е. Е. Кузина, Е. Н. Кузин. — Пенза : ПГАУ, 2017. — 314 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142043>

Курбанов, С. А. Основы биологической системы земледелия : учебное пособие / С. А. Курбанов, Н. Р. Магомедов, Д. С. Магомедова. — Махачкала :

ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 146 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116279>

б) дополнительная литература:

Кураченко, Н. Л. Инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии : учебное пособие / Н. Л. Кураченко. — Красноярск : КрасГАУ, 2016. — 103 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130095>

Матюк, Н. С. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии : учебник / Н. С. Матюк, А. И. Беленков, М. А. Мазиров. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1724-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/51938>

в) печатные издания:

1. Агрохимический вестник : науч.-практич. журнал / учредители : Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, АНО "Редакция "Химия в сельском хозяйстве". - 1929 - . - Москва : АНО "Редакция "Химия в сельском хозяйстве", 2016. - Двухмес. - ISSN 02352516. - Предыдущее название: Химия в сельском хозяйстве (до 1997 года). — Текст : непосредственный.

2. Агрохимия : науч.-теоретич. журн. / учредитель : Российская Академия Наук. — 1964 - . - Москва : Наука, 2020 - . — Ежемес. - ISSN 0002-1881. — Текст : непосредственный.

3. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». — 2009 - . — Рязань, 2020 - . - Ежекварт. — ISSN : 2077 – 2084 — Текст : непосредственный.

4. Главный агроном : науч.-практич. журн. / учредитель ННОУ «Академия с.-х. наук и организации агропромышленного комплекса. — 2003, июль — . — Москва : ИД «Панорама», ЗАО «Сельхозиздат», 2020 - . — Ежемес. — ISSN 2074-7446. — Текст : непосредственный.

5. Защита и карантин растений : науч.-практич. журн. / учредитель и изд. : АНО Редакция журнала «Защита и карантин растений». — 1932 - . — Москва, 2020 - . - Ежемес. — ISSN 1026-8634. — Текст : непосредственный.

6. Земледелие : науч.-производ. журн. / учредитель и изд. : Редакция журнала «Земледелие». — 1939 - . — Москва, 2020 - . — 8 раз в год. - ISSN 0044-3913. — Текст : непосредственный.

7. Плодородие : теоретич. и науч.-практич. журн. / учредитель и изд. : Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (ВНИИА Россельхозакадемии. – 2001 - . – Москва, 2020 - . – Двухмес. - ISSN 1994-8603. – Текст : непосредственный
8. Экология : науч. журн. / учредители : [Российская академия наук](#) (Москва), [Уральское отделение РАН](#) (Екатеринбург), [Отделение общей биологии РАН](#) (Москва). – 1970 – Москва : ООО «ИКЦ «АКАДЕМКНИГА», 2019. – Двухмес. – ISSN [0367-0597](#)- Текст : непосредственный.

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- ЭБС «Лань». – URL : <https://e.lanbook.com>
- ЭБ РГАТУ. - URL : <http://bibl.rgatu.ru/web/Default.asp>
- Справочно-правовая система «Гарант». - URL : - <http://www.garant.ru>
- Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». - URL : <http://www.consultant.ru>
- Научная электронная библиотека elibrary. - URL : <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
- Центральная научная сельскохозяйственная библиотека (ЦНСХБ) - URL : <http://www.cnshb.ru>
- Научная электронная библиотека КиберЛенинка. - URL : <https://cyberleninka.ru>
- Федеральный портал «Российское образование». - URL : <http://www.edu.ru/documents/>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». - URL : <http://window.edu.ru/>
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. - URL : <http://fcior.edu.ru/>
- Polpred.com Обзор СМИ. - URL : <http://polpred.com/>

Приложение 1

Рабочий график (план)

проведения практики

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и <u>индивидуальное(ых) задание(й)</u>)	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении

Руководитель практики от Университета _____
(должность, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации _____
(должность, подпись, Ф.И.О.)

Приложение 2

ХАРАКТЕРИСТИКА

на обучающегося _____ (Ф.И.О.)

В характеристике отражается:

- время, в течение которого обучающийся проходил практику;

- отношение обучающегося к практике;
- в каком объеме выполнена программа практики;
- каков уровень теоретической и практической подготовки обучающегося;
- трудовая дисциплина обучающегося во время практики;
- качество выполняемых работ;
- об отношениях обучающегося с сотрудниками и посетителями организации;
- замечания и пожелания в адрес обучающегося;
- общий вывод руководителя практики от организации о выполнении обучающимся программы практики.

Руководитель практики от предприятия _____ /
Ф.И.О. /

Дата, подпись

Печать

Приложение 3

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»**

Технологический факультет

ОТЧЕТ

по прохождению производственной практики – практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

_____ (фамилия, имя, отчество обучающегося)
Курс _____ **Группа** _____

Направление подготовки _____

Направленность _____

Сроки практики _____

Место прохождения практики

_____ (указывается полное наименование структурного подразделения университета/ профильной организации, а также их фактический адрес)

_____ **Оценка** _____ **Дата** _____

Руководитель практики от Университета _____ / _____ /
(должность, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации _____ / _____ /
(должность, подпись, Ф.И.О.)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

ПРОГРАММА
ПО ПОДГОТОВКЕ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ
по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение
направленность (профиль) программы
«Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении»

Рязань 2025 г.

Разработчики:

д.с.-х.н., профессор кафедры лесного дела и садоводства Костин Я.В.

д.с.-х.н., профессор кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Левин В.И.

к.п.н., доцент кафедры гуманитарных дисциплин Нефедова И.Ю.

к.э.н., доцент кафедры бизнес-информатика и прикладная математика Машкова Е.И.

к.б.н., директор Рязанского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба» Морозов А.Е.

Программа по подготовке к государственному экзамену по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении» – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГАТУ, 2025. –ЭБС РГАТУ

Программа по подготовке к государственному экзамену по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении» рассмотрена и утверждена на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение» «19» марта 2025 г. протокол №8

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Лукьянова О.В.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ВОПРОСЫ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ	6
2 ПОДГОТОВКА К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ	10
3 СДАЧА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА	11
4 ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В ЧАСТИ СДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ИЗ ЧИСЛА ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	12
5 РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ	14

ВВЕДЕНИЕ

Государственная итоговая аттестация (ГИА) обучающихся по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Инновационные экологически безопасные агротехнологии» в ФГБОУ ВО РГАТУ установлена учебным планом основной образовательной программы 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении» в соответствии с требованиями ФГОС ВО и проводится в форме:

- государственного экзамена;
- выпускной квалификационной работы.

Порядок подготовки и проведения государственной итоговой аттестации регламентируется соответствующим Положением университета и Программой государственной итоговой аттестации выпускников, которая разрабатывается кафедрами: лесного дела, агрохимии и экологии; гуманитарных дисциплин; бизнес-информатики и прикладной математики; агрономии и агротехнологии на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, и утверждается председателем учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение.

Программа государственной итоговой аттестации доводится до сведения обучающихся всех форм обучения не позднее чем за шесть месяцев до начала государственной итоговой аттестации.

Для проведения государственной итоговой аттестации создаётся государственная экзаменационная комиссия. В состав государственной экзаменационной комиссии входят председатель указанной комиссии и не менее 4 членов указанной комиссии. Члены государственной экзаменационной комиссии являются ведущими специалистами - представителями работодателей или их объединений в области профессиональной деятельности по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Инновационные экологически безопасные агротехнологии» и лицами, которые относятся к профессорско-преподавательскому составу университета и имеют ученое звание или ученую степень. Доля лиц, являющихся ведущими специалистами - представителями работодателей или их объединений в соответствующей области профессиональной деятельности (включая председателя государственной экзаменационной комиссии), в общем числе лиц, входящих в состав государственной экзаменационной комиссии, должна составлять не менее 50 процентов.

Для проведения апелляций по результатам государственных итоговых аттестационных испытаний в университете формируется апелляционная комиссия по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении».

Основной формой деятельности комиссий являются заседания. На заседаниях государственной экзаменационной комиссии без права голоса могут присутствовать ректор, первый проректор, научные руководители и рецензенты квалификационных

работ, приглашаются преподаватели и обучающиеся старших курсов. На заседаниях государственной экзаменационной комиссии по приему государственного экзамена не допускается присутствие иных лиц, кроме выпускников, сдающих экзамен, членов государственной экзаменационной комиссии и лиц, указанных выше.

Деятельность государственной экзаменационной и апелляционной комиссий регламентируется соответствующим Положением, ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение в части, касающейся требований к государственной итоговой аттестации, учебно-методической документацией, разрабатываемой университетом на основе образовательного стандарта по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение.

Срок проведения государственной итоговой аттестации устанавливается университетом в соответствии с календарным учебным графиком и расписанием государственных итоговых аттестационных испытаний по основной образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении», а также с учетом требований соответствующего федерального государственного образовательного стандарта высшего образования в части, касающейся требований к государственной итоговой аттестации выпускников.

Не позднее чем за 30 календарных дней до дня проведения первого государственного итогового аттестационного испытания по представлению декана технологического факультета приказом ректора утверждается расписание государственных итоговых аттестационных испытаний (далее – расписание), в котором указываются даты, время и место проведения государственных итоговых аттестационных испытаний и предэкзаменационных консультаций.

Деканат технологического факультета доводит расписание до сведения обучающихся, председателя и членов государственной экзаменационной комиссии и апелляционной комиссии, секретаря государственной экзаменационной комиссии, руководителей и консультантов выпускных квалификационных работ. Факт ознакомления удостоверяется подписью.

При формировании расписания устанавливается перерыв между государственными итоговыми аттестационными испытаниями продолжительностью не менее 7 календарных дней.

Успешное прохождение государственной итоговой аттестации является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании.

1. ВОПРОСЫ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

Основы психологии и педагогики

1. Мотивы и стимулы для саморазвития.
2. Определение реалистических целей профессионального роста.
3. Планировка профессиональной траектории с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда.
4. Педагогические, психологические и методические основы развития мотивации, организации и контроля учебной деятельности на занятиях различного вида
5. Современные образовательные технологии профессионального образования
6. Профессиональные знания в области агрономии.
7. Современные технологии производства продукции растениеводства

Математическое моделирование и проектирование

1. Анализ зависимости урожая сельскохозяйственных культур от свойств и показателей плодородия почв и их обоснование для включения в модель
2. Проектирование оптимальных параметров агрофизических, агрохимических биологических показателей плодородия почв различных типов и разновидностей с учетом планируемого уровня урожайности сельскохозяйственных культур для конкретной модели
3. Анализ и разработка проектов технологий простого или расширенного воспроизводства плодородия почв и включение их в соответствующий блок модели.
4. Экономическая и энергетическая оценка модели управления воспроизводством почвенного плодородия.
5. Анализ сопряженности регулируемых показателей агроэкосистемы с ее продуктивностью на основе регрессионных (линейных и нелинейных) моделей
6. Методы моделирования и модели оптимизации структуры землепользования. Проанализируйте инструмент прогнозного моделирования при проектировании элементов систем земледелия
7. Метод моделирования при планировании урожайности культур. Опишите оптимизационные модели посева культур для различных условий регионов
8. Обоснуйте использование метода моделирования в практике регулирования сорного компонента агрофитоценозов. Моделирование связи засоренности и продуктивности
9. Модели при разработке проектов технологий производства растительной продукции

10. Основные технологические блоки управления производственным процессом растений. Базовая модель технологий производства продукции растениеводства. Адапторы к базовым технологиям
11. Моделирование пространственного распределения урожайности, сорняков, вредителей болезней по полю, участку, делянке.
12. Обоснуйте использование математических моделей для экологически безопасного применения пестицидов в севооборотах.
13. Охарактеризуйте информационное обеспечение математических моделей агроэкосистем.
14. Рассмотрите возможности программы Агро-офис и обоснуйте ее использование при ведении сельскохозяйственного производства.
15. Основные этапы построения моделей агроэкосистем.
16. Принцип разработки и составление электронных карт полей.

Методология и методы научного исследования

1. Какова цель научного исследования?
2. Как осуществляет поиск вариантов решения поставленной цели на основе доступных источников информации?
3. Опишите этапы научно-исследовательской работы.
4. В чем заключается различие между эмпирическим и теоретическим знанием?
5. Как оформляются результаты научного исследования?

Организация научных исследований

1. Выбор направления научного исследования
2. Процесс научных исследований
3. Методика научных исследований
4. Цель и задачи научного исследования, их логическая взаимосвязь
5. Этапы выполнения научной работы
6. Организация работы с научной литературой.
7. Определение и вид технологической карты научных исследований
8. Принципы построения технологической карты научных исследований
9. Научно-техническая патентная информация

Стратегический менеджмент

1. Сущность и роль стратегического менеджмента в современных условиях
2. Понятие и основные этапы построения стратегии
3. Формирование миссии и целей организации
4. Построение «дерева целей» стратегического управления на предприятии
5. Основные виды стратегий.
6. Этапы стратегического управления
7. Стратегический потенциал организации
8. Анализ микро и макросреды организации
9. Анализ и методы исследования внутренней среды предприятия
10. Социально-психологическая и профессиональная адаптация персонала в ходе реализации стратегии

11. Стратегические решения в бизнесе и алгоритм их принятия
12. Аналитическое обеспечение стратегического менеджмента.
13. Взаимосвязь стратегического менеджмента и оперативного управления персоналом структурного подразделения
14. Оценка эффективности стратегического менеджмента
15. Методы и модели управления персоналом

Инструментальные методы исследования почв и растений

1. Инновационный инструментарий для экспресс-определения крахмала в растениеводческой продукции.
2. Анализ биологических образцов методом атомно-абсорбционной спектрометрии
3. Определение азота инструментальными методами (аппарат Кьельдаля).
4. Значение крахмала как запасного полисахарида растений, образовавшегося в процессе фотосинтеза

Инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии

1. Агроэкологическая классификация почв РФ.
2. Эколого-агрохимическая эффективность использования сыромолотых фосфоритов различных месторождений России.
3. Внедрение инновационных технологий в почвоведении, агрохимии и экологии - основа получения высоких урожаев хорошего качества.
4. Виды, способы получения, сроки применения осадка сточных вод.
5. Агроэкологическое обоснование использования современных биологических препаратов.
6. Использование компьютерных программ для расчета рациональных доз удобрений.
7. Разработка и внедрение методов снижения загрязнения почв сельхозпроизводства.
8. Последние достижения аграрной и фундаментальной биологии, экологии, физиологии растений малоизвестными сведениями о физиолого-биохимической коммуникации между растениями в смешанных посевах с последующим их использованием в технологиях производства продукции растениеводства и воспроизводства плодородия почв.

Агрохимические модели плодородия

1. Основные условия оптимизации приемов сохранения и повышения плодородия почв.
2. Моделирование плодородия различных типов почв.
3. Роль биотических и абиотических факторов в формировании плодородия почв.
4. Современные агрохимические модели плодородия почв.
5. Инновационные технологии повышения плодородия почв.

6. Использование агрохимических мероприятий для обеспечения экологической стабильности агроландшафтных систем

Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия:

1. Ресурсосберегающие технологии выращивания полевых культур
2. Приемы повышения продуктивности кормовых угодий
3. Теоретические основы механической обработки почвы
4. Технологические модели различных типов почв
5. Агробιοлогические основы применения удобрений
6. Обработка почвы с применением химических средств
7. Мероприятия по охране и рациональному использованию почвенного плодородия на основе применения агроэкологического мониторинга.
8. Определение пригодности почвы под различные виды сельскохозяйственных культур

Агроландшафтоведение

1. Иницируемые компонентами внутренние ландшафтообразующие процессы: фитоценоз, синтез органического вещества, унаследование почвой вещественного состава материнских пород, распределение вод (по геохимическим фациям), почвообразующие процессы и др.
2. Антропогенное воздействие на ландшафты: группы воздействий, последствия (очаговые и площадные).
3. Определение агроландшафта, ландшафтной сферы, географической среды, географической оболочки
4. Свойства геосистем и ландшафтов (общесистемные, межсистемные и внутренние).
5. Экологические каркасы – основа поддержания антропогенных и нарушенных ландшафтов.
6. Системы мероприятий по регулированию баланса органического вещества и биогенных элементов в почве
7. Методы по повышению содержания органического вещества в почве.
8. Оценка почвообразовательного процесса, состояние экосистем, диагностика загрязнения почвы поллютантами.

Экологическое нормирование

1. Что понимают под экологическим нормированием?
2. Назовите главные задачи экологического нормирования.
3. Какие системы мероприятий вы знаете, по управлению качеством и экологической безопасностью растениеводческой продукции.
4. Какую информацию содержат ГОСТы СанПиНы, СНИПы, ОСТы?
5. Принципы и порядок установления ПДК (ПДУ, ДОК -допустимых остаточных количеств) загрязняющих веществ в продуктах питания.
6. Определение лимитирующего показателя вредности загрязняющего вещества (ЗВ) и установление величины ПДК ЗВ в почве.
7. Формы содержания тяжелых металлов в почве и особенности их нормирования.
8. Установление нормативов содержания тяжелых металлов в почве в зависимости от ее физико-химических свойств (ОДК тяжелых металлов в почве).
9. Критерии нормального состояния экосистемы.
10. Методы определения предельно допустимой нагрузки на экосистему.
11. Стабильность и устойчивость экосистем к антропогенному воздействию.

Воспроизводство плодородия почв в агроландшафтах:

1. Экологические риски при использовании различных агротехнологий
2. Деление гербицидов по принципу и характеру действия на растения
3. Агробиологические основы применения удобрений
4. Научные основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия
5. Каковы современные представления о плодородии почв и критериях его оценки
6. агротехнологии для различного уровня продукционного процесса (экстенсивного, интенсивного и эколого-адаптивного) с учетом экофизиологических особенностей и репродуктивного потенциала конкретного вида и сорта сельскохозяйственных культур.

2. ПОДГОТОВКА К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

2.1 Цель государственного экзамена – установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, утвержденного «30» марта 2015 года № 316 и основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Инновационные экологически безопасные агротехнологии», разработанной в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

2.2 Государственный экзамен проводится по нескольким дисциплинам

образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников - научно-исследовательской, проектно-технологической.

2.3 Государственный экзамен проводится по утвержденной председателем учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение Программе государственной итоговой аттестации.

2.4 В соответствии с Программой государственной итоговой аттестации и программой по подготовке к государственному экзамену по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Инновационные экологически безопасные агротехнологии» деканом технологического факультета формируются экзаменационные билеты. Экзаменационные билеты подписываются деканом технологического факультета, на подпись которого ставится печать учебного управления.

2.5 Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся по вопросам, включенным в ФОС по государственной итоговой аттестации. Сроки консультации определяются деканом технологического факультета в соответствии с календарным учебным графиком расписанием государственных итоговых аттестационных испытаний.

3. СДАЧА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

3.1 Государственный экзамен проводится в устной форме. Обучающиеся получают экзаменационные билеты, содержащие три-пять вопросов, составленные в соответствии с утвержденной Программой государственной итоговой аттестации. В государственную экзаменационную комиссию до начала заседания должна быть представлена копия приказа о допуске обучающихся к государственной итоговой аттестации.

3.2 При подготовке к ответу обучающиеся делают необходимые записи по каждому вопросу на выданных секретарем ГЭК листах бумаги. На подготовку к ответу первому обучающемуся предоставляется до 45 минут, остальные сменяются и отвечают по мере готовности в порядке очередности, причем на подготовку каждому очередному обучающемуся также выделяется не более 45 минут. В процессе ответа и после его завершения обучающемуся членами ГЭК, с разрешения ее председателя, могут быть заданы уточняющие и дополняющие вопросы в пределах экзаменационного билета. Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время проведения государственного экзамена запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Не допускается использование обучающимися при сдаче государственного экзамена справочной литературы, печатных материалов, вычислительных и иных технических средств.

3.3 После завершения ответа обучающегося на все вопросы и объявления председателем ГЭК окончания опроса экзаменуемого, члены ГЭК делают отметки в протоколе.

3.4 Итоговая оценка формируется в соответствии с критериями оценивания ответа выпускника на государственном экзамене, размещёнными в фонде

оценочных средств и выявленном уровне подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач.

3.5 Итоговая оценка по экзамену проставляется в протокол экзамена и зачетную книжку обучающегося. В протоколе экзамена фиксируются номер экзаменационного билета, по которому проводился экзамен.

3.6 Результаты государственного экзамена объявляются в день его проведения.

3.7 Протоколы государственного экзамена подписываются председателем ГЭК и хранятся в деканате три года с дальнейшей передачей в архив университета.

3.8 Листы с ответами обучающихся на экзаменационные вопросы хранятся до окончания учебного года в деканате.

3.9 Запись о государственном экзамене, сданном на «неудовлетворительно», в зачетную книжку не вносится.

3.10 Порядок подачи и рассмотрения апелляционных заявлений осуществляется в соответствии с соответствующим положением университета.

4. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В ЧАСТИ СДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ИЗ ЧИСЛА ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

4.1 Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья государственная итоговая аттестация проводится в университете с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальные особенности).

4.2 При проведении государственного экзамена обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение государственного экзамена для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с другими обучающимися, если это не создает трудностей для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и иных обучающихся;
- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с председателем и членами государственной экзаменационной комиссии);
- пользование необходимыми обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей;
- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся

инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

4.3 Все локальные нормативные акты университета по вопросам проведения государственного экзамена доводятся до сведения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

4.4 По письменному заявлению обучающегося инвалида, лица с ограниченными возможностями здоровья экзамен может проходить в устной или письменной форме и продолжительность сдачи государственного экзамена может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи государственного экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

4.5 В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университет обеспечивает выполнение следующих требований при проведении государственного экзамена:

а) для слепых:

- задания и иные материалы для сдачи государственного экзамена оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;
- при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих:

- задания и иные материалы для сдачи государственного экзамена оформляются увеличенным шрифтом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- по их желанию государственный экзамен проводится в письменной

форме;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по их желанию государственный экзамен проводится в устной форме.

4.6 Обучающийся инвалид, лицо с ограниченными возможностями здоровья не позднее чем за 3 месяца до начала проведения государственной итоговой аттестации подает в деканат письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных итоговых аттестационных испытаний с указанием его индивидуальных особенностей. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в университете).

В заявлении обучающийся указывает на необходимость (отсутствие необходимости) присутствия ассистента на государственном итоговом аттестационном испытании, необходимость (отсутствие необходимости) увеличения продолжительности сдачи государственного итогового аттестационного испытания по отношению к установленной продолжительности аттестационного испытания.

5. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

5.1. Основная литература

1. **Мамонтов, В. Г.** Почвоведение. Справочное пособие / В. Г. Мамонтов. - М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. - 368 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-176-1. - ISBN 978-5-16-011653-2 : 1086-54. - Текст (визуальный) : непосредственный. Аксенова, Ю. В. Мониторинг плодородия почв : учебное пособие / Ю. В. Аксенова, А. А. Шпедт, В. С. Бойко. — Омск : Омский ГАУ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-89764-854-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136142>
2. Афанасьев, В. В. Методология и методы научного исследования : учебное пособие для вузов / В. В. Афанасьев, О. В. Грибкова, Л. И. Уколова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 154 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02890-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453479>
3. Видякин, А. В. Основы научных исследований в агробизнесе : учебное пособие / А. В. Видякин. — Кемерово : Кузбасская ГСХА, 2019. — 133 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143033>
4. Винаров, А. Ю. Агрохимия: биодобавки для роста растений и рекультивации почв : учебное пособие для вузов / А. Ю. Винаров, В. В. Челноков, Е. Н. Дирина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 146 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11491-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455019>

5. Голованов, А. И. Ландшафтоведение : учебник / А. И. Голованов, Е. С. Кожанов, Ю. И. Сухарев ; под редакцией Голованова А.И. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1809-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/60035>
6. Голубков, Е. П. Стратегический менеджмент : учебник и практикум для вузов / Е. П. Голубков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 290 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03369-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450496>
7. Емельянова, И. Н. Основы научной деятельности студента. Магистерская диссертация : учебное пособие для вузов / И. Н. Емельянова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 115 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09444-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455367>
8. Колесников, С. И. Почвоведение с основами геологии : учебное пособие / С. И. Колесников. - М. : РИОР ; ИНФРА-М, 2017. - 150 с. - ISBN 978-5-9557-0130-1(РИОР); 978-5-16-103188-9 (ИНФРА-М, online) : 192-04. - Текст (визуальный) : непосредственный.
9. Кравцова, М. В. Экологическая экспертиза : учебное пособие / М. В. Кравцова. — Тольятти : ТГУ, 2020. — 122 с. — ISBN 978-5-8259-1440-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157010>
10. Кузина, Е. Е. Инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии : учебное пособие / Е. Е. Кузина, Е. Н. Кузин. — Пенза : ПГАУ, 2017. — 314 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142043>
11. Курбанов, С. А. Основы биологической системы земледелия : учебное пособие / С. А. Курбанов, Н. Р. Магомедов, Д. С. Магомедова. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 146 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116279>
12. Кустышева, И. Н. Мониторинг земель : учебное пособие для вузов / И. Н. Кустышева, А. А. Широкова, А. В. Дубровский. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 96 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13277-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/457371>
13. Макаров, В. И. Агрохимическое обследование и мониторинг плодородия почв : учебное пособие / В. И. Макаров, А. Н. Исупов. — Ижевск : Ижевская ГСХА, 2019. — 188 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158581>
14. Невенчанная, Н. М. Почвоведение : учебное пособие / Н. М. Невенчанная, Л. Н. Андриенко. — Омск : Омский ГАУ, 2019. — 111 с. — ISBN 978-5-89764-821-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126620>
15. Романов, Г. Г. Почвоведение с основами геологии : учебник для вузов / Г. Г. Романов, Е. Д. Лодыгин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-5679-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152609>
16. Хаустов, А. П. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : учебник для вузов / А. П. Хаустов, М. М. Редина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 387 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9103-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450200>

5.2 Дополнительная литература

1. Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия : учебное пособие / А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, Л. С. Горбатко, А. И. Подколзин. — Ставрополь : СтГАУ, 2013. — 352 с. — ISBN 978-5-9596-0793-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45722>
2. Афолина, Т. Е. Мониторинг и кадастр природных ресурсов : учебное пособие / Т. Е. Афолина, Е. А. Пономаренко. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2014. — 203 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133393>
3. Бакаева, Н. П. Эффективность применения гербицидов в агротехнологии яровой пшеницы : монография / Н. П. Бакаева. — Самара : СамГАУ, 2018. — 6 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116085>
4. Белоусова, Е. Н. Инструментальные методы исследования почв и растений : учебное пособие / Е. Н. Белоусова. — Красноярск : КрасГАУ, 2014. — 267 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103797>
5. Бобкова, Ю. А. Ландшафтоведение. Методические указания по изучению дисциплины и задания по контрольной работе студентам заочной формы обучения по направлению подготовки 110100 «Агрохимия и агропочвоведение» : методические указания / Ю. А. Бобкова. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 42 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71256>
6. Боголюбов, С. А. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды : учебник и практикум для вузов / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 429 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08731-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450366>
7. Вильямс, В. Р. Почвоведение. Избранные сочинения / В. Р. Вильямс. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 344 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-07117-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454874>
8. Ганжара, Н. Ф. Почвоведение с основами геологии : учебник / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов. - М. : ИНФРА-М, 2016. - 352 с. - ISBN 978-5-16-006240-2 : 999-31. - Текст (визуальный) : непосредственный.
9. Глинка, К. Д. Почвоведение / К. Д. Глинка. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 721 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-10944-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/445516>
10. Горбылева, А.И. Почвоведение : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по агрономическим специальностям / А. И. Горбылева, В. Б. Воробьев, Е. И. Петровский ; под ред. А.И. Горбылевой. - 2-е изд., перераб. - Минск : Новое знание, 2014 ; М. : ИНФРА-М, 2014. - 400 с., [2] л. ил. : ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-985-475-495-6. - ISBN 978-5-16-005677-7 : 1045-00. - Текст (визуальный) : непосредственный.
11. Докучаев, В. В. Лекции о почвоведении. Избранные труды / В. В. Докучаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 464 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-12834-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/448388>
12. Кирюшин, В. И. Агротехнологии : учебник / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1889-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64331>
13. Колесников, Е. Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности : учебник и практикум для вузов / Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 469 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09296-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450562>
14. Комиссарова, И. В. Агроэкологическая оценка земель и воспроизводство плодородия почв : учебно-методическое пособие / И. В. Комиссарова. — Курган : КГСХА им. Т.С.Мальцева, 2012. —

- 41 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159243>
15. Кораблев, А. И. Современный стратегический анализ : учебное пособие / А. И. Кораблев, И. Н. Игotti. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 48 с. — ISBN 978-5-9239-0768-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/68443>
16. Костычев, П. А. Почвоведение / П. А. Костычев ; под редакцией В. Р. Вильямса. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 315 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-07567-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453674>
17. Кураченко, Н. Л. Инновационные технологии в почвоведении, агрохимии и экологии : учебное пособие / Н. Л. Кураченко. — Красноярск : КрасГАУ, 2016. — 103 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130095>
18. Курбанов, С. А. Почвоведение с основами геологии : учебное пособие / С. А. Курбанов, Д. С. Магомедова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1357-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76828>
19. Курбанов, Серажутдин Аминович. Почвоведение с основами геологии [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям / Курбанов, Серажутдин Аминович, Магомедова, Диана Султановна. - СПб. : Лань, 2012. - 288 с.
20. Малюк, В. И. Стратегический менеджмент. Организация стратегического развития : учебник и практикум для вузов / В. И. Малюк. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 361 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03338-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450662>
21. Матюк, Н. С. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии : учебник / Н. С. Матюк, А. И. Беленков, М. А. Мазиров. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1724-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/51938>
22. Муха, В. Д. Практикум по агрономическому почвоведению : учебное пособие / В. Д. Муха, Д. В. Муха, А. Л. Ачкасов. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1466-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/32820>
23. Никулина, Н. Н. Планирование и организация научных исследований : 2019-08-27 / Н. Н. Никулина. — Белгород : БелГАУ им.В.Я.Горина, 2016. — 75 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123431>
24. Организация и прохождение научно-исследовательской работы : методические указания / составители Е. В. Буланкина [и др.]. — Самара : СамГАУ, 2019. — 24 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123605>
25. Основы научных исследований : учебно-методическое пособие / составитель Н. А. Лопачев. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 49 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71272>
26. Отварухина, Н. С. Стратегический менеджмент : учебник и практикум для вузов / Н. С. Отварухина, В. Р. Веснин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 336 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02841-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451262>
27. Почвоведение с основами геологии : учебное пособие / составитель П. А. Солдатов. — пос. Караваево : КГСХА, 2016. — 26 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133631>

28. Рекомендации по организации научного семинара в магистратуре и научно-исследовательской работы студентов в бакалавриате и магистратуре : учебно-методическое пособие / А. С. Кокин, Н. И. Яшина, М. Ю. Гинзбург, С. С. Петров. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. — 17 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153367>
29. Рекомендации по экономически выгодным агротехнологиям возделывания сельскохозяйственных культур за счет уменьшения интенсивности воздействия на почву : методические рекомендации / составители А. А. Борин [и др.]. — Иваново : ИГСХА им. акад. Д.К.Беляева, 2019. — 36 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135254>
30. Семендяева, Н. В. Инструментальные методы исследования почв и растений : учебно-методическое пособие / Н. В. Семендяева, Л. П. Галеева, А. Н. Мармулев. — Новосибирск : НГАУ, 2013. — 116 с. — ISBN 5-94477-021-X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>
31. Соколов, А. К. Экологическая экспертиза проектов : учебное пособие / А. К. Соколов. — Иваново : ИГЭУ, 2019. — 176 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154588>
32. Хаустов, А. П. Экологический мониторинг : учебник для вузов / А. П. Хаустов, М. М. Редина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 543 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10447-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450199>
33. Экологическое нормирование почв и управление земельными ресурсами : учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Т. С. Воеводина, А. М. Русанов, А. В. Васильченко [и др.]. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 186 с. — ISBN 978-5-7410-1761-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/71350.htm>

Законодательно-нормативная литература

<http://www.garant.ru/> Гарант

<http://www.consultant.ru/> КонсультантПлюс

5.3 Периодические издания

1. Агрохимический вестник : науч.-практич. журнал / учредители : Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, АНО "Редакция "Химия в сельском хозяйстве". - 1929 - . - Москва : АНО "Редакция "Химия в сельском хозяйстве", 2016. - Двухмес. - ISSN 02352516. - Предыдущее название: Химия в сельском хозяйстве (до 1997 года). — Текст : непосредственный.
2. Агрохимия : науч.-теоретич. журн. / учредитель : Российская Академия Наук. — 1964 - . - Москва : Наука, 2020 - . — Ежемес. - ISSN 0002-1881. — Текст : непосредственный.
3. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : науч.-производ. журн. / учредитель и издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.Костычева». — 2009 - . — Рязань, 2020 - . - Ежекварт. — ISSN : 2077 – 2084 — Текст : непосредственный.
4. Главный агроном : науч.-практич. журн. / учредитель ННОУ «Академия с.-х. наук и организации агропромышленного комплекса. — 2003, июль — . — Москва : ИД «Панорама», ЗАО «Сельхозиздат», 2020 - . — Ежемес. — ISSN 2074-7446. — Текст : непосредственный.
5. Защита и карантин растений : науч.-практич. журн. / учредитель и изд. : АНО Редакция журнала «Защита и карантин растений». — 1932 - . — Москва, 2020 - . - Ежемес. — ISSN 1026-

8634. – Текст : непосредственный.

6. Земледелие : науч.-производ. журн. / учредитель и изд. : Редакция журнала «Земледелие». – 1939 - . – Москва, 2020 - . – 8 раз в год. - ISSN 0044-3913. – Текст : непосредственный.

7. Плодородие : теоретич. и науч.-практич. журн. / учредитель и изд. : Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова (ВНИИА Россельхозакадемии. – 2001 - . – Москва, 2020 - . – Двухмес. - ISSN 1994-8603. – Текст : непосредственный

8. Экология : науч. журн. / учредители : [Российская академия наук](#) (Москва), [Уральское отделение РАН](#) (Екатеринбург), [Отделение общей биологии РАН](#) (Москва). – 1970 – Москва : ООО «ИКЦ «АКАДЕМКНИГА», 2019. – Двухмес. – ISSN [0367-0597](#)- Текст : непосредственный.

5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Профессиональные БД	
http://agris.fao.org/	AGRIS – международная информационная система по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям.
http://www.cnshb.ru/aw/russian/	Agro Web России – БД для сбора и представления информации по сельскохозяйственным учреждениям и научным учреждениям аграрного профиля.
http://www.cnshb.ru	«AGROS» – крупнейшая документографическая база данных по проблемам АПК, охватывает все научные публикации (книги, брошюры, авторефераты, диссертации, труды сельскохозяйственных научных учреждений).
http://www.cnshb.ru	AGRICOLA – международная база данных на сайте Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки РАСХН.
http:// www.cccricket.inhs. uiuc.edu/edwipweb/edwipabout.htm	Всемирная база данных по возбудителям болезней насекомых.
https://www.soyuzagroprom.ru/	СоюзАгроПром – информационный портал по сельскому хозяйству и аграрной науке
http://www.agroatlas.ru	Интерактивный Атлас полезных растений, их вредителей и агроэкологических факторов России и сопредельных стран.
Сайты официальных организаций	
http:// www.vizrspb.chat.ru	Сайт Всероссийского НИИ защиты растений.
http:// www.eppo.org/	Сайт Европейской и Средиземноморской организации по защите растений (European and Mediterranean Plant Protection Organization).
www.nbmgu.ru	Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова.
http://elibrary.ru/default.asp	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
http://izr.by/pages/hysory	История защиты растений. Институт защиты растений.
Информационные справочные системы	
http://www.garant.ru/	Гарант
http://www.consultant.ru/	КонсультантПлюс

ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>

ЭБС «Юрайт» - <http://www.biblio-online.ru/>

ЭБС «ZNANIUM.COM» - <http://znanium.com>

ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/> Договор № 07/19/44/ЕП от 31.12.2019

ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионное соглашение №6115/19 от 31.12.2019
(для лиц с ОВЗ)

ЭБС «Троицкий мост» - http://www.trmost.ru/lib-main.shtml?all_books

ЭБ ИЦ «Академия» - <http://www.academia-moscow.ru/> Контракт №1281/ЭБ-20 от 20.03.2020

ЭБ ИЦ «Академия» - <http://www.academia-moscow.ru/> Контракт № 0194/ЭБ -18 от 03.12.2018

ЭБ ИЦ «Академия» - <http://www.academia-moscow.ru/> Договор № 30024/ЭБ-18 от 27.08.2018

Электронная библиотека РГАТУ: Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web>

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А.КОСТЫЧЕВА»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ
К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
МАГИСТРА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

направленность (профиль) программы
«Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении»

Рязань 2025 г.

Рецензент: исполнительный директор ООО «им. Крупской» Старожиловского района Б.В. Володин

Разработчики:

д.с-х.н., профессор кафедры лесного дела и садоводства Костин Я.В.

д.с-х.н., профессор кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Левин В.И.

к.б.н., доцент кафедры лесного дела и садоводства Ерофеева Т.В

к.б.н., директор Рязанского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба» Морозов А.Е.

Методические указания по подготовке к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении» – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГАТУ, 2024 г.
– ЭБС РГАТУ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ) (ВКР)	5
1.1 Подготовка к процедуре защиты ВКР	5
1.2 Процедура защиты ВКР	10
2. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ) (ВКР)	14
2.1. Выбор темы и основные этапы выполнения	14
2.2. Структура и содержание выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация)	15
3. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ) (ВКР)	21
3.1. Титульный лист	21
3.2. Задание на выпускную квалификационную работу	21
3.3. Изложение текстового материала	21
3.4. Таблицы и иллюстрации	21
3.5.Сокращения, условные обозначения, формулы, единицы измерения и ссылки	25
3.6. Оформление списка используемых источников	26
3.7 Приложения	31
4. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВКР	32
ПРИЛОЖЕНИЯ	34

ВВЕДЕНИЕ

Государственная итоговая аттестация обучающихся по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении» в ФГБОУ ВО РГАТУ установлена учебным планом основной образовательной программы в соответствии с требованиями ФГОС ВО 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность и проводится в форме:

- государственного экзамена;
- выпускной квалификационной работы.

Методические указания по подготовке к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении» регламентируют методику подготовки, требования к оформлению выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация).

Методические указания по подготовке к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение направленность (профиль) программы «Цифровые технологии в агрохимии и агропочвоведении» подготовлены в соответствии со следующими документами:

- Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» от 05.04.2017г. №301;
- Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры» от 29.06.2015 N 636;
- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение;
- Законодательными актами Российской Федерации, нормативными актами Министерства образования и науки Российской Федерации, регламентирующими образовательную деятельность;
- Уставом ФГБОУ ВО РГАТУ;
- Локальными нормативными актами ФГБОУ ВО РГАТУ.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

1.1. Подготовка к процедуре защиты ВКР

1.1.1 Выпускная квалификационная работа представляет собой выполненную обучающимся (несколькими обучающимися совместно) работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) оформляется обучающимся как на бумажном носителе, так и в электронном виде.

1.1.2 Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение выполняется в виде выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация).

1.1.3 Основными качественными критериями оценки выпускной квалификационной работы являются:

- актуальность и новизна темы;
- достаточность использованной литературы по теме;
- обоснованность привлечения тех или иных методов решения поставленных задач;
- глубина и обоснованность анализа полученных результатов;
- четкость и грамотность изложения материала, качество оформления работы;
- умение вести полемику по теоретическим и практическим вопросам выпускной квалификационной работы;
- правильность ответов на вопросы членов ГЭК.

1.1.4 Примерные темы выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся (далее – перечень тем), формируются заведующими кафедрами и утверждаются деканом факультета. Данный перечень доводится деканатом до сведения обучающихся не позднее, чем за 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации. Факт ознакомления обучающегося с примерными темами выпускных квалификационных работ удостоверяется подписью обучающегося.

1.1.5 После выбора темы каждому обучающемуся необходимо написать заявление на имя заведующего кафедрой (Приложение № 1).

1.1.6 По письменному заявлению обучающегося (нескольких обучающихся, выполняющих выпускную квалификационную работу совместно) может быть предоставлена возможность подготовки и защиты выпускной квалификационной работы по теме, предложенной обучающимся, в случае обоснованности целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности.

1.1.7 Темы для выполнения выпускной квалификационной работы обучающимися утверждаются приказом ректора не позднее начала преддипломной практики. Для подготовки выпускной квалификационной работы за обучающимся (несколькими обучающимися, выполняющими выпускную квалификационную работу совместно) приказом ректора закрепляется научный руководитель

выпускной квалификационной работы из числа работников университета и при необходимости консультант (консультанты). Изменение темы выпускной квалификационной работы осуществляется по заявлению студента, подписанного научным руководителем и заведующим кафедрой (Приложение №2). Изменение темы выпускной квалификационной работы возможно не позднее, чем по истечении 1/3 срока, отведенного на ее подготовку. Изменение темы оформляется приказом ректора.

1.1.8 По письменному заявлению нескольких обучающихся допускается выполнение выпускной квалификационной работы совместно. В этом случае в задании на ВКР должен содержаться принцип равноценности вклада каждого обучающегося в содержание ВКР.

1.1.9 Примерные правила оформления выпускной квалификационной работы приведены в разделе 3 и приложение 3.

1.1.10 Процесс выполнения выпускной квалификационной работы включает в себя ряд взаимосвязанных этапов:

- выбор темы и ее утверждение в установленном порядке;
- формирование структуры и календарного графика выполнения работы, согласование с научным руководителем;
- составление библиографии, ознакомление с законодательными актами, нормативными документами и другими источниками, относящимися к теме работы;
- сбор фактического материала в статистических органах, на предприятиях различных форм собственности и других организациях;
- обработка и анализ полученной информации с применением современных методов;
- формулирование основных теоретических положений, практических выводов и рекомендаций по результатам анализа;
- управление ВКР на всех этапах его жизненного цикла;
- оформление ВКР в соответствии с установленными требованиями и представление ее руководителю;
- доработка первого варианта выпускной квалификационной работы с учетом замечаний научного руководителя;
- чистовое оформление выпускной квалификационной работы, списка использованных документальных источников и литературы, приложений;
- подготовка доклада для защиты выпускной квалификационной работы на заседании экзаменационной комиссии;
- подготовка демонстрационных чертежей или раздаточного материала, включающего в себя в сброшюрованном виде компьютерные распечатки схем, графиков, диаграмм, таблиц, рисунков и т.п.;
- получение допуска к защите выпускной квалификационной работы.

1.1.11 Научный руководитель выпускной квалификационной работы:

- выдает обучающемуся задание для выполнения выпускной квалификационной работы и курирует его работу по сбору и обобщению необходимых материалов на преддипломной практике;
- проводит систематические, предусмотренные расписанием консультации;
- проверяет выполнение работы в соответствии с графиком;

- координирует работу консультантов по отдельным разделам выпускной квалификационной работы;
- присутствует на защите обучающегося с правом совещательного голоса.

1.1.12 Научный руководитель ВКР несет полную ответственность за научную самостоятельность и достоверность результатов проведенного исследования. В ходе выполнения обучающимся ВКР научный руководитель консультирует его по всем вопросам подготовки ВКР, рассматривает и корректирует план работы над ВКР, дает рекомендации по списку литературы, указывает обучающемуся на недостатки аргументации, композиции, стиля и т.д. и рекомендует, как их лучше устранить.

1.1.13 Обучающийся периодически информирует научного руководителя о ходе подготовки ВКР и консультируется по вызывающим затруднения вопросам.

1.1.14 По предложению научного руководителя ВКР в случае необходимости кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным узконаправленным разделам ВКР за счет лимита времени, отведенного на руководство ВКР. Консультантами по отдельным разделам ВКР могут назначаться профессора и преподаватели университета, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники других учреждений и предприятий. Консультанты проверяют соответствующую часть выполненной обучающимся ВКР и ставят на ней свою подпись.

1.1.15 Консультанты уточняют с обучающимся объем и содержание работ по соответствующим разделам, оказывают им методическую помощь и консультации при выполнении намеченных работ, проверяют и оценивают качество выполненной работы и ставят свою подпись на титульном листе пояснительной записки и в графической части по своему разделу.

1.1.16 Кафедра устанавливает календарный график периодической проверки хода выполнения выпускной квалификационной работы. В указанные сроки обучающийся отчитывается перед руководителем выпускной квалификационной работы.

1.1.17 После завершения подготовки обучающимся выпускной квалификационной работы научный руководитель выпускной квалификационной работы представляет на кафедру, где выполняется выпускная квалификационная работа, письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы (далее - отзыв). В случае выполнения выпускной квалификационной работы несколькими обучающимися научный руководитель выпускной квалификационной работы представляет на кафедру, где выполняется выпускная квалификационная работа, отзыв об их совместной работе в период подготовки выпускной квалификационной работы.

1.1.18 Подготовленная к защите выпускная квалификационная работа представляется выпускником научному руководителю, не позднее, чем за неделю до ее защиты.

1.1.19 Научный руководитель готовит отзыв (Приложение № 6) на выпускную квалификационную работу, в котором должно быть отражено:

- характеристика научного содержания работы;
-
- степень самостоятельности обучающегося в проведении исследований и обсуждении полученных результатов;

- понимание обучающимся этих результатов;
- способность обучающегося критически анализировать научную литературу;
- результаты проверки выпускной квалификационной работы на объем заимствования, в том числе содержательного, детализированные по разделам работы, комментарии научного руководителя по обнаруженному заимствованию.

1.1.20 Результаты проверки выпускной квалификационной работы на объем заимствования, в том числе содержательного выявления неправомерных заимствований в обязательном порядке прилагаются к отзыву с последующим представлением в ГЭК. Результаты проверки должны быть подписаны научным руководителем.

1.1.21 В заключение научный руководитель должен отметить достоинства и недостатки выполненной работы. Отзыв должен заканчиваться выводом о возможности (невозможности) допуска выпускной квалификационной работы к защите (с обязательным учетом результатов проверки на объем заимствования, в том числе содержательного).

1.1.22 Научный руководитель должен оценить работу обучающегося во время выполнения данной выпускной квалификационной работы, приобретенные знания и сформированные компетенции.

1.1.23 Выпускная квалификационная работа с отзывом научного руководителя (при наличии консультанта – с его подписью на титульном листе) передается заведующему кафедрой, который на основании этих материалов решает вопрос о готовности выпускной квалификационной работы и допуске обучающегося к защите ВКР. В случае положительного решения вопроса ставит свою подпись и дату на титульном листе работы.

1.1.24 В случае отрицательного решения заведующим кафедрой вопроса о готовности выпускной квалификационной работы и допуске обучающегося к ее защите этот вопрос обсуждается на заседании кафедры. На основании мотивированного заключения кафедры декан факультета делает представление на имя ректора университета о невозможности допустить обучающегося к защите выпускной квалификационной работы.

1.1.25 При наличии допуска к защите и отзыва научного руководителя выпускная квалификационная работа представляется к защите в государственной экзаменационной комиссии. Обучающийся имеет право на публичную защиту выпускной квалификационной работы при отрицательном отзыве научного руководителя и рецензента.

1.1.26 Выпускная квалификационная работа магистра подлежит рецензированию.

1.1.27 Для проведения рецензирования выпускной квалификационной работы магистра приказом ректора по представлению декана факультета назначается рецензент (рецензенты) из числа лиц, не являющихся работниками кафедры, либо факультета, либо университета, в которой выполнена выпускная квалификационная работа. Рецензент проводит анализ выпускной квалификационной работы и представляет на кафедру университета письменную рецензию на указанную работу (далее - рецензия).

1.1.28 В рецензии (Приложение № 7) должно быть отражено:

- актуальность тематики работы;
- степень информативности обзора литературы и его соответствие теме работы;
- оригинальность, новизна и значимость полученных результатов;
- качество изложения и оформления работы;
- степень достоверности и обоснованности выводов;
- умение обучающегося пользоваться методами научного исследования;
- использование в работе знаний по общим фундаментальным и специальным дисциплинам;
- анализ недостатков выпускной квалификационной работы;
- соответствует ли работа требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам.

1.1.29 В заключение рецензент должен отметить достоинства и недостатки выполненной работы и рекомендовать общую оценку работы (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно). Рецензия должна быть подписана рецензентом.

1.1.30 Если выпускная квалификационная работа имеет междисциплинарный характер, она направляется деканатом факультета двум рецензентам.

1.1.31 Выпускник, получив положительный отзыв о ВКР от научного руководителя ВКР, рецензию и разрешение о допуске к защите, должен подготовить доклад (до 10 минут), в котором четко и кратко излагаются основные результаты исследования, проведенные при выполнении ВКР. При этом целесообразно пользоваться техническими средствами и (или) использовать раздаточный материал для председателя и членов ГЭК.

1.1.32 Доклад включает в себя: актуальность выбранной темы, предмет изучения, методы, использованные при изучении проблемы, новые результаты, достигнутые в ходе исследования и вытекающие из исследования, основные выводы.

1.1.33 Доклад не должен быть перегружен цифровыми данными, которые приводятся только в том случае, если они необходимы для доказательства или иллюстрации того или иного вывода.

1.1.34 Кафедра лесного дела, агрохимии и экологии обеспечивает ознакомление обучающегося с отзывом и рецензией не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты выпускной квалификационной работы. Факт ознакомления обучающегося удостоверяется подписью.

1.1.35 Выпускная квалификационная работа, отзыв и рецензия передаются в государственную экзаменационную комиссию не позднее чем за 2 календарных дня до дня защиты выпускной квалификационной работы.

1.1.36 Тексты выпускных квалификационных работ, за исключением текстов выпускных квалификационных работ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, размещаются в электронно-библиотечной системе университета и проверяются на объем заимствования. Порядок размещения текстов выпускных квалификационных работ в электронно-библиотечной системе университета, проверки на объем заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований устанавливается университетом в соответствии с Положением о порядке размещения текстов выпускных

квалификационных работ и научных докладов обучающихся в электронно - библиотечной системе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» и проверке их на объём заимствования.

1.1.37 Доступ третьих лиц к электронным версиям ВКР осуществляется по заявлению на имя первого проректора.

Доступ лиц к текстам выпускных квалификационных работ должен быть обеспечен в соответствии с законодательством Российской Федерации, с учетом изъятия по решению правообладателя производственных, технических, экономических, организационных и других сведений, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам.

1.2 Процедура защиты выпускной квалификационной работы

1.2.1 Итогом выполнения выпускной квалификационной работы является сама работа и ее публичная защита, которая проводится с целью оценки государственной экзаменационной комиссией степени усвоения выпускником, завершающим обучение, практических навыков, знаний и умений, определяющих его способность к профессиональной деятельности.

1.2.2 Защита выпускной квалификационной работы проводится по месту нахождения университета. В случае выполнения выпускных квалификационных работ по заявкам работодателей могут быть организованы выездные заседания государственной экзаменационной комиссии, если защита выпускной квалификационной работы требует специфического материально- технического оснащения.

1.2.3 Процедура защиты ВКР включает в себя в качестве обязательных элементов:

- выступление выпускника с кратким изложением основных результатов ВКР;
- ответы выпускника на вопросы членов комиссии и лиц, присутствующих на заседании ГЭК.

1.2.4 Процедура защиты ВКР может включать в себя следующие дополнительные элементы:

- выступление рецензента с оценкой основных результатов ВКР. В случае отсутствия рецензента рецензию зачитывает председатель ГЭК или его заместитель;
- ответ выпускника на замечания рецензента;
- заслушивание отзыва научного руководителя. Если научный руководитель не присутствует на защите, зачитывается его отзыв одним из членов ГЭК.
- ответы выпускника на замечания членов ГЭК и лиц, выступивших в ходе обсуждения ВКР.

1.2.5 В деканате факультета составляется график защиты обучающимися выпускных квалификационных работ, который размещается на информационном стенде факультета.

Изменение утвержденного порядка очередности защиты обучающихся возможно только по решению председателя ГЭК.

1.2.6 Обучающийся, не явившийся на защиту выпускной квалификационной работы без уважительной причины в соответствии с утвержденной очередностью, считается не прошедшим защиту выпускной квалификационной работы.

1.2.7 В государственную экзаменационную комиссию до начала заседания должны быть представлены:

- выпускная квалификационная работа;
- отзыв научного руководителя;
- рецензия на выпускную квалификационную работу;
- копия приказа о допуске обучающихся к защите выпускной квалификационной работы;
- отчет о результатах проверки выпускной квалификационной работы на объем заимствования, в том числе содержательного выявления неправомерных заимствований;
- материалы, характеризующие научную и практическую ценность работы (при наличии).

1.2.8 Заседание ГЭК начинается с объявления списка обучающихся, защищающих выпускные квалификационные работы на данном заседании. Председатель комиссии оглашает регламент работы, затем в порядке очередности приглашает на защиту обучающихся, каждый раз объявляя фамилию, имя и отчество выпускника, тему выпускной квалификационной работы, фамилию и должность научного руководителя и рецензента.

1.2.9 Защита выпускных квалификационных работ должна носить характер научной дискуссии и проходить в обстановке высокой требовательности и принципиальности.

1.2.10 Для доклада обучающемуся предоставляется не более 10 минут. Из доклада обучающегося должно быть ясно, в чем состоит личное участие обучающегося в получении защищаемых результатов. Доклад должен сопровождаться демонстрацией иллюстративных материалов и (или) компьютерной презентацией. Все необходимые иллюстрации к защите должны быть выполнены четко и в размерах, удобных для демонстрации в аудитории. Графики, таблицы, схемы должны быть аккуратными и иметь заголовки. Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время защиты ВКР запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Не допускается

использование обучающимися при защите ВКР справочной литературы, печатных материалов, вычислительных и иных технических средств.

1.2.11 Обучающемуся рекомендуется сделать распечатку ключевых слайдов презентации для каждого члена ГЭК.

1.2.12 Для демонстрации компьютерной презентации и иллюстративных материалов аудитория, в которой проводится защита выпускной квалификационной

работы, оснащается соответствующими техническими средствами (ноутбук, проектор, экран).

1.2.13 После доклада обучающегося ему задаются вопросы по теме работы, причем вопросы могут задавать не только члены ГЭК, но и все присутствующие.

1.2.14 В процессе защиты выпускной квалификационной работы члены государственной экзаменационной комиссии должны быть ознакомлены с отзывом научного руководителя выпускной квалификационной работы и рецензией (рецензиями).

1.2.15 После ответа обучающегося на вопросы слово предоставляется научному руководителю выпускной квалификационной работы (если он присутствует). Если научный руководитель не присутствует на защите, зачитывается его отзыв одним из членов ГЭК.

1.2.16 Затем рецензент оценивает результаты работы. Если рецензент отсутствует, рецензия зачитывается одним из членов ГЭК.

1.2.17 После этого слово предоставляется обучающемуся для ответа на замечания рецензента.

Затем председатель выясняет у членов ГЭК и рецензента, удовлетворены ли они ответом обучающегося, и просит присутствующих выступить по существу выпускной квалификационной работы.

1.2.18 Общее время защиты одной выпускной квалификационной работы не более 20 минут.

1.2.19 Решение государственной экзаменационной комиссии об оценке, присвоении квалификации и выдаче выпускнику документа об образовании и о квалификации принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов ГЭК, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председатель комиссии обладает правом решающего голоса. Решение принимается по завершении защиты всех работ, намеченных на данное заседание. При определении оценки принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки обучающегося, качество выполнения и оформления работы и ход ее защиты, выявленном уровне подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач.

1.2.20 Каждый член ГЭК дает свою оценку работы (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) и, после обсуждения, выносится окончательное решение об оценке работы. В случае необходимости может быть применена процедура открытого голосования членов ГЭК. Результаты защиты выпускной квалификационной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

1.2.21 Обобщенная оценка защиты выпускной квалификационной работы определяется с учетом отзыва научного руководителя, рецензии, качества презентации результатов работы (демонстрационных материалов), оценки ответов на вопросы членов ГЭК.

1.2.22 Критерии оценок размещены в фонде оценочных средств для государственной итоговой аттестации.

1.2.23 На этом же заседании ГЭК принимает решение о рекомендации результатов лучших выпускных квалификационных работ к публикации в научной

печати, внедрению на производстве, о выдвижении работы на конкурс, о рекомендации лучших обучающихся, в аспирантуру, о выдаче диплома с отличием.

1.2.24 По завершении работы секретарь ГЭК проставляет оценки в протоколах и зачетных книжках, а также делает запись в зачетных книжках о форме, теме, руководителе и дате защиты выпускной квалификационной работы, присвоении выпускнику соответствующей квалификации и выдаче диплома (с отличием или без отличия). Все члены ГЭК ставят свои подписи в зачетных книжках.

1.2.25 Запись о выпускной квалификационной работе, защищенной на «неудовлетворительно» в зачетную книжку не вносится.

1.2.26 Результаты защиты выпускных квалификационных работ объявляются в тот же день после оформления протоколов заседаний ГЭК.

1.2.27 По окончании оформления всей необходимой документации в аудиторию приглашаются обучающиеся, защитившие выпускные квалификационные работы, и все присутствующие на заседании. Председатель ГЭК объявляет оценки и решение комиссии о присвоении квалификации выпускникам и о выдаче дипломов.

1.2.28 Протокол во время заседания ведет секретарь ГЭК. Протокол заседания государственной экзаменационной комиссии подписывается председателем государственной экзаменационной комиссии и секретарем государственной экзаменационной комиссии и хранится в архиве университета.

1.2.29 Особенности подготовки к процедуре защиты и защита ВКР для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья регламентируются соответствующим Положением университета.

1.2.30 Порядок подачи и рассмотрения апелляционных заявлений осуществляется в соответствии с положением университета.

2. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

2.1. Выбор темы и основные этапы выполнения

Выпускная квалификационная работа (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) выполняется на актуальную тему, соответствующую современному состоянию и перспективам развития науки управления.

Выбор темы является первым этапом работы и осуществляется в соответствии с установленной на кафедре тематикой. При этом обучающемуся предоставляется право самостоятельного выбора темы с учетом ее актуальности и практической значимости, планируемого места работы, научных интересов и т.д. Однако в этих случаях тема выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) должна соответствовать программе подготовки выпускника и быть в рамках основных направлений исследований, проводимых кафедрой.

Закрепление темы выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) производится на основании его письменного заявления и по представлению кафедры оформляется приказом по университету. Изменение темы выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) во время ее выполнения должно иметь веские основания и осуществляется только решением кафедры по ходатайству руководителя.

После утверждения темы руководитель оформляет задание на подготовку выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации) по установленной форме (Приложение 4). Задание, которое вместе с выполненной работой представляется в ГЭК, утверждает заведующий кафедрой.

Весь процесс выбора темы, выяснения возможности ее выполнения, оформления заявления, утверждения и выдачи обучающемуся задания должен быть закончен до начала преддипломной практики.

Календарный план выполнения выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации) определяется кафедрой, его выполнение контролируется руководителем. Примерный календарный график с указанием выполнения основных этапов работы приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Календарный план выполнения выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) (Приложение 4 пункт 7.)

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения	Подпись
Введение. (Подбор и первоначальное ознакомление с источниками по избранной теме)		
1. Основная часть (теоретическая части)		
2. Постановка опытов, характеристика объектов и методов исследования.		
3. Результаты исследования. (Обработка		

фактического материала исследований)		
4. Экологическая и экономическая эффективность		
Выводы и предложения		
Библиографический список. Приложения.		
Приложения		
Оформление ВКР и предзащита ее на кафедре		
Рецензирование ВКР		
Подготовка доклада и презентации		
Защита ВКР на заседании ГЭК	По расписанию работы ГЭК	

2.2. Структура и содержание выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация)

Выпускная квалификационная работа (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) должна иметь органичную структуру, которая обеспечивала бы последовательное и логичное раскрытие темы и состояла бы из нескольких частей: введения; основной части, состоящей из глав (разделенных на части); выводов и предложений; списка используемых источников; при необходимости – приложений (графики, таблицы, схемы, бухгалтерская отчетность и др.). Каждый элемент работы имеет свою специфику и отличается друг от друга. Кроме этого, выпускная квалификационная работа магистра (магистерская диссертация) включает титульный лист, задание на ВКР, график выполнения ВКР, аннотацию.

Общий объем выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) составляет до 70 страниц текста, набранных на компьютере через полтора межстрочных интервала шрифтом TimesNewRoman 14 pt.

Содержание структурных элементов выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) представлено ниже.

Содержание. Включает наименование всех разделов (глав), подразделов (частей), пунктов и отражает основные структурные части выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации) с указанием страниц. Содержание необходимо располагать на отдельной странице.

Введение. Эту структурную часть работы логичнее выполнять после того, как подготовлены основные разделы (главы) выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации). Это необходимо делать, чтобы избежать несоответствия между поставленными целями, задачами и содержанием основной части.

Введение имеет свою внутреннюю логику и состоит из нескольких элементов. Первым элементом является **актуальность темы**. В этой части автор обосновывает важность темы, избранной им для исследования. Ссылаясь на остроту, экономическую значимость и практическую ценность избранной проблематики, он должен доказательно и аргументировано объяснить (кратко, емко, логично), почему

эта тема занимает важное место в финансовой науке. Помимо этого, следует указать, какие проблемы и закономерности она отражает. В этой части автор при доказательстве актуальности может вполне обоснованно сослаться на труды известных и авторитетных ученых применительно к этой теме.

Следующий элемент введения – **цели и задачи исследования**. На основании актуальности темы формируются цели и задачи. Цель, однако, может быть и одной. Обучающемуся следует избегать постановки всеобъемлющих целей, они должны быть точными, краткими и конкретными. Следует также помнить, что при защите выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации) на заседании ГЭК внимание комиссии всегда обращается на соответствие содержания работы той цели (целям), которую (которые) автор поставил во введении.

Конкретизируя поставленную цель, студент определяет несколько задач. Обычно это теоретические и практические вопросы, исследование которых и является актуальной проблемой.

Объект и предмет исследования. Во введении должно быть указано, что именно является объектом и предметом изучения. Можно обосновать, почему именно взяты для изучения этот объект и предмет исследования.

Следующим представляют **информационную базу исследования**. В процессе написания выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) обучающийся изучает значительное количество статистических материалов, научной литературы, статей в периодической печати и др. Представленный автором круг источников позволяет сделать заключение об объеме проработанного теоретического и практического материала.

Во введении должно быть указано, в чем состоит **практическая значимость исследования**. Каждая выпускная квалификационная работа (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) должна содержать обобщения, выводы и предложения по конкретным экономическим проблемам. Поэтому в этой части введения важно указывать, что именно было внесено автором в разработку проблемы, какие процессы и явления в государственном управлении и местном самоуправлении впервые или по-новому исследованы или проанализированы. Объем этой части ВКР не должен превышать 2 страницы текста.

Разделы выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация). В них раскрывается основное содержание ВКР. Выпускная квалификационная работа магистра (магистерская диссертация) включает в себя 4 главы. Названия глав должно логично раскрывать содержание общей темы, а названия частей глав должны раскрывать содержание данной главы. Таким образом, структура ВКР формируется по следующей схеме.

Глава 1 Теоретическая часть (до 25 с.). Должна состоять из 3-4 пунктов и содержать аналитический обзор литературы, который содержит систематизированное изложение состояния вопроса по рассматриваемой проблеме. На основе анализа работ, выполненных ранее другими исследователями, соискатель выявляет вопросы, которые остались неразрешенными, и, исходя из этого, определяет предмет и задачи своих диссертационных исследований.

Изложение теоретического материала, содержащегося в научной литературе, периодических публикациях журналов, газет, сборниках и других источниках, представляет для автора выпускной квалификационной работы магистра

(магистерской диссертации) определенную трудность. Довольно часто он ограничивается лишь простым приведением тех или иных теоретических подходов известных ученых и специалистов. Более грамотным является оценочный метод.

Другими словами, необходимо не просто изложить какой-либо аспект теории темы работы, а дать свою собственную оценку. Обоснование следует вести с помощью цифр или количественных выкладок, указанием мнения одного или нескольких теоретиков данной проблематики.

Раскрытие теоретических положений темы выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) должно быть логичным и последовательным. Поэтому не следует описывать всю проблему в целом, гораздо рациональнее излагать теоретическую часть путем последовательного перехода от одного аспекта к другому. Но, раскрывая их содержание, необходимо все время подводить итог или показать авторское видение рассматриваемого вопроса. Подобное вызвано тем, что в процессе дипломного исследования постоянно идет накопление материала, который сразу трудно связать в одну цельную схему. И для того чтобы была возможность логично структурировать содержание раздела, необходимо подводить краткий итог каждому рассматриваемому аспекту проблемы. При написании данной главы используются методы пропаганды научных достижений. Изучается: литература на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности; сущность современных проблем агропочвоведения, агрохимии и экологии, современных технологий воспроизводства плодородия почв, научно-технологическую политику в области экологически безопасной сельскохозяйственной продукции; современные достижения науки и передовых технологий в инновационных проектах; разнообразные методологические подходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур; информационные технологии и системы в своей профессиональной деятельности. Ведется научный поиск в агропочвоведении, агрохимии и агроэкологии и изучается как применяются научные достижения в аграрном производстве. Самостоятельно проводится поиск научных исследований с использованием современных методов и технологий. Дается биологическая и экологическая характеристика объекта исследования.

Глава 2. Постановка опытов, характеристика объектов и методов исследования(до 5 с). В этой главе подробно описывается постановка экспериментальных исследований, характеристика объектов исследования, а также методы испытаний, используемые в работе. В этой главе приводится структурная схема экспериментальных исследований. Студент выбирает методы научных исследований. Указываются физические, химические и биологические методы оценки почвенного плодородия и качества сельскохозяйственной продукции. Осуществить критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Описывается характеристика места и условий работы.

Примерная структура главы:

- 2.1 Характеристика места проведения эксперимента
- 2.2 Почвенно-климатические условия
- 2.3 Схема и методика проведения исследований

Глава 3. Результаты исследования (до 20 с.). При описании результатов собственного исследования соискатель должен выделить то новое, что он вносит в разработку проблемы или развитие конкретных направлений в соответствующей отрасли науки. Студент должен абстрактно мыслить, проанализировать свои исследования анализу и провести синтез.

Экспериментальную главу диссертации следует завершать краткими заключениями, которые подводят итоги этапов исследования и на которых базируется формулировка основных выводов и практических рекомендаций диссертационного исследования в целом. В данной главе студент самовыявляет и самореализует свой творческий потенциал. Студент показывает способность самостоятельно вести научный поиск в агропочвоведении, агрохимии и агроэкологии и применять научные достижения в аграрном производстве. Самостоятельно выполняет научные исследования с использованием современных методов и технологий. Используются современные достижения науки и передовых технологий в инновационных проектах. Студент применяет разнообразные методологические подходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур. Обосновывает оптимальный способ использования земли, средств химизации и механизации с целью наибольшей экономической и экологической эффективности. Использует информационные технологии и системы в своей профессиональной деятельности.

Глава 4 Экологическая и экономическая эффективность.(до 5 с)

Дается экологическая характеристика хозяйства, объекта исследования и т.д. Студент самостоятельно приобретает с помощью информационных технологий и использует в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности

Для экономической оценки рекомендуемых агроприемов и технологий используют систему показателей, основными из которых являются выход продукции с 1 га, затраты труда и средств на единицу продукции или площади, чистый доход с 1 га, себестоимость единицы продукции, уровень рентабельности. Результаты расчетов экономической эффективности представляются в виде таблиц, графиков и диаграмм и подвергаются анализу, который позволяет сделать объективные выводы.

Выпускная квалификационная работа магистра (магистерская диссертация) считается цельной и завершенной, если все разделы тесно взаимосвязаны и логически завершены. В связи с этим структурные части исследования, содержащие практический анализ рассматриваемой проблемы, обязательно должны основываться на теоретическом и нормативно-правовом материале, подтверждать основополагающие положения, или наоборот, доказывать (если этому есть обоснование) ошибочность и неприемлемость того или иного научного положения, нормы, статьи и т.п. Иначе говоря, сама философия практической части выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) – это цепь логичных и аргументированных доказательств, как в виде текста, так и в виде таблиц, диаграмм, графиков.

В конце каждой главы необходимо обязательно подводить обобщенные итоги. Например, в чем состоит содержание рассматриваемой проблемы, какие аспекты проработаны, какие еще требуют научного, правового или практического осмысления и анализа. Обычно итоговое изложение дается в виде нескольких выводов или пунктов (во-первых, во-вторых, в-третьих, и т.д.). Умение свести проблематику вопроса к обобщенным положениям и выводам – показатель способности автора выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации) самостоятельно анализировать, критически оценивать и пользоваться теоретическим, правовым и практическим материалом.

Выводы и предложения (1-2 с.). В них содержатся результаты исследования по избранной теме, обосновываются выводы и предложения. Здесь должны быть отражены следующие аспекты:

- Студент абстрактно мыслит, анализирует и синтезирует результаты исследования
- на основе выполненного исследования подтверждена актуальность избранной темы, ее роль и значение;
- приведены аргументированные, подтвержденные наиболее характерными примерами и обоснованиями выводы по всем рассмотренным в выпускной квалификационной работе (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) проблемам и вопросам;
- сформулированы тенденции и направления в проблематике темы, особенности их проявления и действия;
- указаны малоисследованные или требующие решения вопросы и проблемы теоретического и практического характера;
- высказаны и сформулированы умозаключения результаты исследования автора по аспектам теории рассмотренных вопросов;
- предложены конкретные практические рекомендации по оптимизации деятельности объекта исследования.
- составляются практические рекомендации по использованию результатов научных исследований
- обосновывается оптимальный способ использования земли, средств химизации и механизации для получения наибольшей экономической и экологической эффективности
- Студент творчески саморазвивается, самореализуется и эффективно использует свой потенциал
- Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов исследований

Список использованных источников. Это составная часть выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) показывает степень изученности проблемы. В списке должно быть не менее 20 источников – русских и иностранных авторов, законодательных актов, нормативов и инструктивных документов, научных монографий, учебников и практических пособий, статей из периодической печати, материалов, размещенных в сети интернет, в том числе более половины должны составлять издания последних трех лет.

Приложения. В этот раздел выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) включает:

- графический материал;
- официальную статистическую и финансовую отчетность, репрезентативные выборки из них;
- таблицы, из-за значительного объема не вошедшие в основной текст работы;
- программную реализацию практической части на компьютере;
- другие материалы, размещение которых в текстовой части работы нецелесообразно.

Необходимость внесения тех или иных материалов в приложения согласовывается с руководителем выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации).

При оформлении выпускной квалификационной работы (указывается вид ВКР в соответствии с уровнем ВО) ее материалы располагают в следующей последовательности:

1. Титульный лист
2. Задание
3. График выполнения ВКР
4. Содержание
5. Введение
6. Основная часть (теоретическая часть)
7. Постановка опытов, характеристика объектов и методов исследования.
8. Результаты исследования
9. Экологическая и экономическая эффективность
10. Выводы и предложения
11. Список использованных источников
12. Приложения.

На защите и предзащите ВКР студент представляет результаты в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений.

Отдельно к работе в файле прикладывается отзыв, рецензия, справка оригинальности работы, заявление о согласии на размещение вышеуказанной выпускной квалификационной работы в электронно-библиотечной системе ФГБОУ ВО РГАТУ.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

3.1. Титульный лист

Титульный лист выпускной квалификационной работы магистра (магистерская диссертация) должен содержать важнейшие выходные сведения о ней: надзаголовочные данные; тема; сведения о студенте, выполнившем работу; научном руководителе; месте и времени подготовки работы. Эти сведения позволяют установить автора ВКР, других лиц, имеющих отношение к ее созданию и оценке. На основании данных сведений в сочетании с другими реализуется авторское право и при необходимости его защита в случае нарушения.

Титульный лист размещается и нумеруется первым, но номер на нем не проставляется. Выполняется на компьютере шрифтом, соответствующим стандарту. Перенос слов на титульном листе не допускается (Приложение №5).

3.2. Задание на выпускную квалификационную работу магистра (магистерская диссертация)

Задание на выпускную квалификационную работу магистра (магистерская диссертация) выдается руководителем работы и утверждается заведующим кафедрой. В задании должны быть указаны: название министерства и учебного заведения, кафедра; тема работы; кому выдано и когда; дата сдачи выполненной работы; исходные данные; содержание основных разделов; перечень графического материала; распределение объема работы по разделам и сроки их сдачи; подписи руководителя, консультанта (если таковой был) и обучающегося.

Задание на выпускную квалификационную работу магистра (магистерская диссертация) располагается после титульного листа должно быть набрано на компьютере.

3.3. Изложение текстового материала

Выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация) должна быть отпечатана и переплетена. Объем диссертации определяется предметом, целями и методами исследований и находится в пределах 70-100 страниц. Диссертация должна быть написана на русском языке.

Текст диссертации печатается на белой бумаге формата А4 в книжной ориентации. Используется шрифт: обычный - TimesNewRoman размером 14 пунктов, название разделов 16 пунктов, интервал 1,5, отступ для абзаца 1,25 см. Цвет шрифта черный, выравнивание по ширине.

Текст необходимо размещать только на одной стороне листа. Поля оформляются следующим образом: верхнее, нижнее — 20мм, правое — 10 мм, левое поле для переплета— 30 мм. Нумерация учитывает все страницы, но на

титულном листе и на содержании номера страниц не проставляются. На всех остальных листах номер обозначается внизу посередине арабскими цифрами.

Ссылки на использованные в работе источники информации оформляются после изложения материала ставится в круглой скобках фамилия автора, инициалы и год издания. Например, (Иванов И.И., 2013). В случае приведения цитаты из литературного источника инициалы ставятся впереди фамилии автора, а после нее в скобках указывается год издания. Например, И.И. Иванов (2013).

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе подготовки работы, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью – рукописным способом.

Разрешается вписывать в текстовые документы, изготовленные машинописным способом, отдельные слова, формулы, условные знаки (рукописным способом), а также выполнить иллюстрации следует черными чернилами, пастой или тушью.

Повреждения листов текстовых документов, пометки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускается.

Нумерация разделов, подразделов работы. Основная часть работы может делиться на следующие структурные элементы: разделы, подразделы.

Разделы работы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами и записные с абзацного отступа.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится, например:

Например:

3. Экспериментальная часть

3.1 Цель и задачи исследований

3.2 Схема опыта

Оформление заголовков. Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Структурные заголовки следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом при выполнении машинописным способом должно быть равно 2 интервалам. Расстояние между заголовком раздела и подраздела – 2 интервала.

Каждый раздел работы должен начинаться с новой страницы. Заголовок подраздела нельзя оставлять внизу страницы, необходимо добавить не менее двух-трех строк текста.

3.4. Таблицы и иллюстрации

Таблицы. Название таблицы, при наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера. Пример оформления таблицы приведен ниже.

Если в работе одна таблиц, ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут. Допускается помещать таблицу вдоль длинной сторон листа работы.

Таблицу с большим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы. Если строки и графы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется головка, во втором боковик.

Таблица 1- Урожайность озимой пшеницы

Головка			Заголовки граф	
			Подзаголовки граф	
Боковик (графа для заголовков)				

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «таблица 1».

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф- со сточной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков таблиц точки не ставят.

Допускается применять шрифт в таблице меньший, чем тексте. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Головка таблицы должна быть отделена от остальной части таблицы.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу. В этом случае выполняют следующие действия:

а) в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят;

б) над второй частью таблицы расположенной на другом листе пишут слева слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, *например*: «Продолжение таблицы 2»;

в) вводят нумерацию граф таблицы в первой ее части и точно такую же во второй переносимой части таблицы (таблица 2). Нумерация граф таблицы арабскими цифрами допускается также в случаях: когда в тексте документа имеются ссылки на них; при делении таблицы на части.

Таблица 2 – Запасы влаги в почве, в миллиметрах

Варианты опыта	Слой почвы (см)	Сроки определения	
		всходы	перед уборкой
1	2	3	4
Контроль - без удобрений	0-20	16,5	18,3
N P	0-20	17,3	18,6
NPK	0-20	17,5	19,1

Продолжение таблицы 2 , в миллиметрах

1	2	3	4
P+ навоз	0-20	18,7	20,4
PK+ навоз	0-20	18,5	20,920,9

Примечание – здесь таблицы приведены условно для иллюстрации соответствующих требований ГОСТ 2.105

Графу « Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. При необходимости нумерация показателей, параметров и других данных порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Экономическая эффективность

Наименование показателей	Единица измерения	
1. Прямые затраты	Руб.	5325
2. Стоимость валовой продукции	Руб.	532500
3. Рентабельность	Руб.	78

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части – над каждой ее частью в соответствии с таблицей 2.

Иллюстрации. Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) в тексте работы именуются рисунками, и их следует располагать в работе непосредственно после текста в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Иллюстрации могут быть в даны ссылки в работе.

Фотоснимки размером меньше формата А4 должны быть вклеены на стандартные листы белой бумаги.

Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если рисунок первый, то он обозначается « Рисунок 1». Слово «Рисунок» и его наименование располагают посередине строки. При ссылках на иллюстрации следует писать « ... в соответствии с рисунком 2».

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: *Рисунок 1- Детали прибора.*

Если в работе только одна иллюстрация, ее нумеровать не следует и слово «Рисунок» под ней не пишут.

3.5. Сокращения, условные обозначения, формулы, единицы измерения и ссылки

Сокращения и условные обозначения. Сокращение слов в тексте выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации), заголовках глав, параграфов, таблиц и приложений, в подписях под рисунками, как правило, не допускается, за исключением общепринятых: тыс., млн., млрд. Условные буквенные и графические обозначения величин должны соответствовать установленным стандартам. Могут применяться узкоспециализированные сокращения, символы и термины. В таких случаях необходимо один раз детально расшифровать их в скобках после первого упоминания, например, МО (муниципальное образование). В последующем тексте эту расшифровку повторять не следует.

Формулы и уравнения. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку с выравниванием по центру. Выше или ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «х».

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример – Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле



где, m - масса образца, кг;

V - объем образца, м³.

Одну формулу обозначают – (1). Формулы в работе следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумеровать отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения с добавлением пред каждой цифрой обозначения приложения.

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках. *Пример* -... в формуле (1)

Порядок изложений в работе математических уравнений также, как и формул.

В машинописной работе допускается выполнение формул и уравнений рукописным способом черными чернилами.

Единицы измерения необходимо указывать в соответствии со стандартом и другими общепринятыми правилами. Например. Принято называть вес массой, обозначать сокращенно единицы измерения массы: грамм - г, килограмм - кг, центнер - ц, тонна - т, времени: секунда - с, минута - мин, час - ч; длины: миллиметр - мм, сантиметр - см, метр - м, километр - км; площади: квадратный метр – м², гектар - га; объема: кубический метр - м³; скорости: метр в секунду - м/с, километр в час - км/ч; затрат труда: человеко-час - чел.- ч, человеко-день - чел.-день и т.п. После таких сокращений сточку не ставят. Денежные единицы измерения обозначают с точкой: руб.

Ссылки. При ссылке в тексте выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации) на приведенные в конце ее литературные источники указывают их порядковый номер, заключенный в скобки, например: (3), (7) и т.д. Допускается также излагать используемый материал в собственной редакции, но с соблюдением его смыслового содержания, при этом кавычки не ставят.

3.6. Оформление спискаиспользуемых источников

Чтобы оформить список, необходимо:

1. Описать собранную литературу и другие источники по вопросу.
2. Произвести отбор произведений, подлежащих включению в список.
3. Правильно сгруппировать материал.

В список используемых источников включается литература, которая была изучена в процессе освоения темы. Часть этой литературы, может быть, и не цитировалась в тексте, но оказала несомненную помощь в работе.

В начале списка выделяются официальные материалы:

1. Законы РФ (список по хронологии).
2. Указы президента (список по хронологии).
3. Постановления Правительства РФ (список по хронологии).
4. Нормативные материалы министерств, администрации, инструкции, метод. указания и т.п. (список по хронологии).

Далее следует вся остальная литература: книги, статьи и т.д. в алфавитном порядке фамилий авторов или заглавий (названий), если издание описано под заглавием, в конце списка помещаются описания литературы на иностранных языках. список используемых источников должен иметь сквозную нумерацию.

При оформлении списка используемых источников необходимо придерживаться ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Полный текст ГОСТа размещен на сайте Российской книжной палаты: <http://www.bookchamber.ru/gost/htm>, а также с ним можно ознакомиться в библиотеке РГАТУ (ауд. 206 Б).

Примеры библиографических записей:

Книги с одним автором (запись под заголовком)

Рубцов, Б. Б. Мировые фондовые рынки : современное состояние и закономерности развития [Текст] / Б. Б. Рубцов. – М. : Дело, 2001. – 311 с.

Книги с двумя авторами (запись под заголовком)

Новиков, Ю. Н. Персональные компьютеры : аппаратура, системы, Интернет [Текст] / Ю. Н. Новиков, А. Черепанов. – СПб. : Питер, 2001. – 458 с.

Книги с тремя авторами (запись под заголовком)

Амосова, В. В. Экономическая теория [Текст] : учеб. для экон. фак. техн. и гуманит. вузов / В. Амосова, Г. Гукасян, Г. Маховикова. – СПб. : Питер, 2001. – 475 с.

Запись под заглавием

Книги четырех авторов (запись под заглавием)

Внешний вектор энергетической безопасности России [Текст] / Г. А. Телегина [и др.]. – М. : Энергоатомиздат, 2000. – 335 с.

5 и более авторов (запись под заглавием)

Моделирование систем : учеб. пособие для направления 651900 «Автоматизация и управление» [Текст] / Б. К. Гришутин, А. В. Зарщиков, М. В. Земцев и [др.] ; М-во образования Рос. Федерации, Моск. гос. ун-т печати (МГУП). – М. : МГУП, 2001. – 90 с. : ил.

Сборник научных статей

Валютно-финансовые операции в условиях экономической глобализации: международный опыт и российская практика [Текст] : сб. науч. ст. аспирантов каф. МЭО / С.-Петерб. гос. ун-т экономики и финансов. каф. междунар. экон. отношений. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2001. – 82 с.

Труды

Феномен Петербурга [Текст] : труды Второй междунар. конф., (2000 ; С.-Петербург) / Отв. ред. Ю.Н. Беспятых. – СПб. : БЛИЦ, 2001. – 543 с.

Записки

Бурышкин, П. А. Москва купеческая [Текст] : записки / П. А. Бурышкин. – М. : Современник, 1991. – 301 с.

Сборник официальных документов

Государственная служба [Текст] : сб. нормат. док. для рук. и организаторов обучения, работников кадровых служб гос. органов и образоват. учреждений / Акад. нар. хоз-ва при Правительстве Рос. Федерации. – М. : Дело, 2001. – 495 с.

Уголовный кодекс Российской Федерации [Текст] : офиц. текст по состоянию на 1 июня 2000 г. / М-во юстиции Рос. Федерации. – М. : Норма : ИНФРА-М, 2000. – 368 с.

Справочник, словарь

Справочник финансиста предприятия [Текст] / Н. П. Баранникова [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 492 с. – (Справочник «ИНФРА-М»).

Нобелевские лауреаты XX века. Экономика [Текст] : энциклопед. словарь / авт.- сост. Л. Л. Васина. – М. : РОССПЭН, 2001. – 335 с.

Хрестоматия

Психология самопознания [Текст] : хрестоматия / ред.-сост. Д. Я. Райгородский. – Самара : Бахрах-М, 2000. – 672 с.

Многотомное издание

Документ в целом

Безуглов, А. А. Конституционное право России [Текст] : учебник для юрид. вузов : в 3 т. / А. А. Безуглов, С. А. Солдатов. – М. : Профтехобразование, 2001. – Т.1 – 3.

Кудрявцев, В. Н. Избранные труды по социальным наукам [Текст] : в 3 т. / В. Н. Кудрявцев ; Рос.акад. наук. – М. : Наука, 2002. – Т.1, 3.

Удалов, В. П. Малый бизнес как экономическая необходимость [Текст] : в 2 кн. / В. П. Удалов. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2002. – Кн. 1–2.

Отдельный том

Абалкин, Л. И. Избранные труды. В 4 т. Т.4. В поисках новой стратегии [Текст] / Л. И. Абалкин ; Вольное экон. о-во России. – М. : Экономика, 2000. – 797 с.

Банковское право Российской Федерации. Особенная часть [Текст] : учебник. В 2 т. Т. 1 / А. Ю. Викулин [и др.] ; отв.ред Г. А. Тосунян ; Ин-т государства и права РАН, Академ. правовой ун-т.- М. : Юристь, 2001. – 352 с.

Нормативно-технические и производственные документы

Стандарт государственный

ГОСТ Р 51771-2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования [Текст]. – Введ. 2002-01-01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2001. – IV, 2 с. : ил.

Патентные документы

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 H04B1/38, H04J13/00. Приемопередающее устройство [Текст] / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. - № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. : ил.

Неопубликованные документы

Автореферат диссертации

Егоров, Д. Н. Мотивация поведения работодателей и наемных работников на рынке труда : автореф. дис... канд. экон. наук : 08.00.05 [Текст] / Д.Н. Егоров ; С.-Петерб. гос. ун-т экономики и финансов.- СПб. : Изд-во Европ. ун-та, 2003. – 20 с.

Диссертация

Некрасов, А. Г. Управление результативностью межотраслевого взаимодействия логических связей [Текст] : дис... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Некрасов А. Г. - М., 2003. – 329 с.

Депонированная научная работа

Викулина, Т. Д. Трансформация доходов населения и их государственное регулирование в переходной экономике [Текст] / Т. Д. Викулина, С. В. Днепровая ; С.-Петерб. гос. ун-т экономики и финансов. – СПб., 1998. – 214 с. – Деп. в ИНИОН РАН 06.10.98, № 53913.

Составные части документов.

Статьи из газет.

Габуев, А. Северная Корея сложила ядерное оружие [Текст] : [к итогам 4-го раунда шестисторон. переговоров по ядерн. проблеме КНДР, Пекин] / Александр Габуев, Сергей Строкань // Коммерсантъ. – 2005. – 20 сент. – С. 9.

Петровская, Ю. Сирийский подход Джорджа Буша [Текст] : [о политике США в отношении Сирии] / Юлия Петровская, Андрей Терехов, Иван Грошков // Независимая газета. – 2005. – 11 окт. – С. 1, 8.

Разделы, главы и другие части книги.

Гончаров, А. А. Разработка стандартов [Текст] / А. А. Гончаров, В. Д. Копылов // Метрология, стандартизация и сертификация / А. А. Гончаров, В. Д. Копылов. – 2-е изд., стер. - М., 2005. – Гл. 11. – С. 136-146.

Статьи из журналов.

Один автор

Ивашкевич, В. Б. Повышение прозрачности информации о ценных бумагах [Текст] / В. Б. Ивашкевич // Финансы. – 2005. – № 3. – С. 16-17.

Два автора

Бакунина, И. М. Управление логической системой (методологические аспекты) [Текст] / И. М. Бакунина, И. И. Кретов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2003. – № 5. – С. 69–74.

Три автора

Еремина, О. Ю. Новые продукты питания комбинированного состава [Текст] / О. О. Еремина, О. К. Мотовилов, Л. В. Чупина // Пищевая промышленность. – 2009. – № 3. – С. 54-55.

Четыре автора

Первый главный конструктор ГосМКБ «Вымпел» Иван Иванович Торопов [1907-1977] [Текст] / Г. А. Соколовский, А. Л. Рейдель, В. С. Голдовский, Ю. Б. Захаров // Полет. – 2003. – № 9. – С. 3-6.

Пять и более авторов

О прогнозировании урожая дикорастущих ягодных растений [Текст] / В. Н. Косицин, Г. В. Николаев, А. Ф. Черкасов [и др.] // Лесное хозяйство. – 2000. – № 6. – С. 32-33.

Статьи из сборников

Веснин, В. Р. Конфликты в системе управления персоналом [Текст] / В. Р. Веснин // Практический менеджмент персонала. - М. : Юрист, 1998. – С. 395-414.

Проблемы регионального реформирования [Текст] // Экономические реформы / под ред. А. Е. Когут. – СПб. : Наука, 1993. – С. 79-82.

Описание официальных материалов

О базовой стоимости социального набора: Федеральный Закон от 4 февраля 1999 N21-ФЗ [Текст] // Российская газета. – 1999. – 11.02. – С. 4.

О правительственной комиссии по проведению административной реформы: Постановление Правительства РФ от 31 июля 2003 N451 [Текст] // Собрание законодательства РФ. – 2003. – N31. – Ст. 3150.

Нормативно-правовые акты

О поставках продукции для федеральных государственных нужд: Федеральный закон РФ от 13.12.2000 № 60–ФЗ [Текст] // Российская газета. – 2000. – 3 марта. – С. 1.

Об учете для целей налогообложения выручки от продажи валюты [Текст] : Письмо МНС РФ от 02.03.2000 № 02-01-16/27 // Экономика и жизнь. – 2000. – № 16. – С.7.

О некоторых вопросах Федеральной налоговой полиции [Текст] : Указ Президента РФ от 25.02.2000 № 433 // Собрание законодательства РФ. – 2000. – № 9. – Ст.1024.

Электронные ресурсы

Ресурсы на CD-ROM

Смирнов, В.А. Модель Москвы [Электронный ресурс] : электрон.карта Москвы и Подмосковья / В.А. Смирнов. – Электрон.дан. и прогр. – М. :МИИГиК, 1999. – (CD-ROM).

Светульников, С. Г. Экономическая теория маркетинга [Электронный ресурс]: Электрон. версия монографии / С. Г. Светульников. - Текстовые дан. (3,84 МВ). – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2003. – (CD-ROM).

Internet шаг за шагом [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. и прогр. – СПб. :Питерком, 1999. – (CD-ROM).

Официальные и нормативные документы из Справочных правовых систем

Об обязательных нормативах кредитных организаций, осуществляющих эмиссию облигаций с ипотечным покрытием: Инструкция ЦБ РФ от 31.03.2004 N 112-И (Зарегистрировано в Минюсте РФ 05.05.2004 N 5783) // Консультант Плюс. Законодательство. ВерсияПроф [Электронный ресурс] / АО «Консультант Плюс». – М., 2004.

Ресурсы удаленного доступа (INTERNET)

Библиотека электронных ресурсов Исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова [Электронный ресурс] / Ред. В. Румянцев. – М., 2001. – Режим доступа :<http://hronos.km.ru/proekty/mgu>

Непомнящий, А.Л. Рождение психоанализа : Теория соблазнения [Электрон.ресурс] / А.Л. Непомнящий. – 2000. – Режим доступа :<http://www.psvchoanatvsis.pl.ru>

Авторефераты

Иванова, Н.Г. Императивы бюджетной политики современной России (региональный аспект) [Электронный ресурс]: Автореф. дис...д-ра экон. наук: 08.00.10 - Финансы, денеж. обращение и кредит / Н.Г. Иванова ; С.-Петерб. гос. ун-т экономики и финансов. – СПб., 2003. – 35с. – Режим доступа :<http://www.lib.finec.ru>

Журналы

Исследовано в России [Электронный ресурс] : науч. журн. / Моск. Физ.-техн. ин-т. – М. : МФТИ, 2003. – Режим доступа :<http://zhurnal.mipt.rssi.ru>

Статья из электронного журнала

Малютин, Р.С. Золотодобывающая промышленность России : состояние и перспективы / Р. С. Малютин [Электронный ресурс] // БИКИ. – 2004. – N 1. – Режим доступа :<http://www.vniki.ru>

Мудрик А.В. Воспитание в контексте социализации // Образование : исследовано в мире [Электронный ресурс] / Рос.акад. образования. - М. :OIM.RU, 2000–2001. – Режим доступа :<http://www.oim.ru>

Тезисы докладов из сборника

Орлов А.А. Педагогика как учебный предмет в педагогическом вузе // Педагогика как наука и как учебный предмет: Тез. докл, междунар. науч.-практ. конф., 26-28 сент. 2000г. [Электронный ресурс] / Тул. гос. пед. ин-т. – Тула, 2000–2001. – С. 9–10. – Режим доступа :<http://www.oim.ru>

Образцы библиографического описания изданий из ЭБС

1 автор:

Орлов, С. В. История философии [Электронный ресурс] : крат. курс / С. В. Орлов. – Электрон. текстовые дан. – СПб. : Питер, 2009. – Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/>

2 автора:

Гиляровская, Л. Т. Анализ и оценка финансовой устойчивости коммерческих организаций [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов вузов / Л. Т.

Гиляровская, А. В. Ендовицкая. – Электрон. текстовые дан. – М. : Юнити-Дана, 2006. - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>

3 автора:

Бауков, Ю. Н. Волновые процессы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. Н.

Бауков, И. В. Колодина, А. З. Варганов. – Электрон. текстовые дан. – М. : Моск. гос. гор. ун-т, 2010. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>

4 и более авторов:

Государственное и муниципальное управление [Электронный ресурс] : учеб.-практ. пособие / В. В. Крупенков [и др.]. - Электрон. текстовые дан. – М. : Евраз. открытый ин-т, 2012. – Режим доступа: <https://rucont.ru/>

3.7. Приложения

После списка используемых источников в тексте научной работы следуют приложения, в которых даются иллюстративный материал, таблицы, инструктивные материалы, образцы документов, другие вспомогательные материалы. Они имеют общий заголовок (Приложения). Далее следуют отдельные приложения, которые кроме первого, начинаются с нового листа со слова «приложение» в правом верхнем углу. Приложения обозначаются заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв: Ё,З,Й,О,Ч,Ы,Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Текст приложения оформляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению основного текста. Если приложение занимает несколько страниц, то на каждой последующей странице в правом верхнем углу записывается словосочетание «Продолжение приложения (буква)», но заголовок приложения не воспроизводится.

Приложения должны иметь общую с остальной частью научной работы сквозную нумерацию страниц.

Ссылки на приложения в основном тексте научной работы оформляются аналогично ссылкам на разделы и подразделы основного текста. Например: *«Подробное изложение методики расчета показателей эффективности представлено в Приложении А»*, или *«Исходные данные для расчета затрат (см. приложение Б) позволяют вывести...»*.

4. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВКР

1. Агрохимическая оценка и картография состояния физико-химических свойств (выщелоченных черноземах и серых лесных) почвы для южной части нечерноземной зоны РФ
2. Агроэкологическое обоснование применения физиологически активных веществ при выращивании (зернобобовых культур).
3. Агроэкологическая эффективность применения регуляторов роста на культуре (картофеля и другие технические культуры)
4. Применение регуляторов роста для повышения продуктивности и устойчивости агрофитоценозов яровой и озимой пшеницы.
5. Агроэкологическая эффективность использования ультрадисперсных порошков металлов в агрофитоценозе кормовых культур.
6. Агроэкологическое обоснование предпосадочной обработки зерновых и пропашных культур ультрадисперсными металлами
7. Экологическая оценка агроприемов, направленных на снижение содержания тяжелых металлов в растениеводческой продукции.
8. Сравнительная оценка влияния регуляторов роста Циркон, Эпин экстра на рост, развитие и урожайность зерновых и технических культур.
9. Эффективность использования «Аминозола» в агрофитоценозах зерновых и бобовых культур на серых лесных почвах.
10. Агроэкологическая оценка применения ОСВ при выращивании сельскохозяйственных культур.
11. Влияние комплексного применения средств химизации на фитосанитарное состояние и продуктивность технических культур.
12. Эффективность использования бактериальных удобрений при выращивании бобовых культур.
13. Комплексное применение регуляторов роста и биогумуса при выращивании сельскохозяйственных культур.
14. Агроэкологическое обоснование применения вермикомпостов при выращивании сельскохозяйственных культур.
15. Применение крестоцветных культур в качестве фиторемедиантов почв загрязненных тяжелыми металлами и пестицидами.
16. Влияние доз и способов применения регуляторов роста и минеральных удобрений на качественный показатель зерна сельскохозяйственных культур.
17. Моделирование применения агрохимикатов на планируемую урожайность сх культур.

18. Разработка мероприятий по реабилитации земель в условиях загрязненных почв и агроландшафтов.
19. Разработка агроэкологических моделей по повышению плодородия почв.
20. Эффективность предпосевной обработки семян и посев клевера красного микроэлементами.
21. Разработка мероприятий по сохранению воспроизводству почвенного плодородия в ...
22. Разработка мероприятий по обеспечению экологической безопасности агроландшафтов ..
23. Агроэкологическая оценка действия минеральных удобрений и извести под (сельскохозяйственные, кормовые культуры) в
24. Разработка мероприятий по снижению содержания тяжелых металлов в ... почве... района.
25. Разработка и совершенствование мер по защите почв от эрозии и других видов деградации.
26. Разработка проекта оптимизации почвенного плодородия различных агроландшафтов.
27. Проектирование наукоемких агротехнологий.
28. Эколого-экономическая оценка адаптивно-ландшафтных систем земледелия.
29. Агроэкологическая оценка продукционного процесса агроэкосистем.
30. Агроэкологический мониторинг сельскохозяйственных угодий.
31. Разработка методов снижения загрязнения почв и их реабилитации.
32. Агроэкологическая оценка земель и обоснование методов их рационального использования.
33. Разработка экологически безопасных технологий производства сельскохозяйственной продукции, сохранения и воспроизводства плодородия почв.

Приложение № 1

Заведующему кафедрой _____
_____ (ФИО)
обучающегося(ейся)
очной (заочной, очно-заочной) формы
направления

_____ курса
Ф.И.О. _____

ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу разрешить выполнить выпускную квалификационную работу
на кафедре _____
на тему _____

Прошу назначить научного руководителя

Подпись научного руководителя _____

Подпись студента _____
(дата)

Заведующий кафедрой _____

Декан факультета _____
(подпись и дата)

к Методическим указаниям по подготовке к процедуре защиты
и процедура защиты выпускной квалификационной магистратуры
(магистерская диссертация)

*Форма заявления на изменение темы выпускной квалификационной работы
и руководителя выпускной квалификационной работы*

Декану _____ факультета

студента(ки) _____ курса _____ группы _____
формы обучения, обучающегося (ейся) за счет
бюджетных ассигнований федерального бюджета
/на месте с оплатой стоимости обучения на
договорной основе по

_____ (специальность/направление подготовки)

_____ (Ф.И.О. полностью в родительном падеже)

Контактный телефон _____

З А Я В Л Е Н И Е

Прошу изменить мне тему выпускной квалификационной работы с

_____ (старое наименование темы)

на _____

_____ (новое наименование темы)

и оставить (назначить) руководителем _____

_____ (ФИО, должность, место работы)

Причиной изменения является _____

_____ (обоснование причины)

_____ (дата)

_____ (личная подпись студента)

Согласовано:

Руководитель темы ВКР _____

_____ (ФИО, ученая степень, звание, должность)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____

Примерные правила оформления и защиты выпускной квалификационной работы

1. Правильность оформления выпускной квалификационной работы влияет на конечную оценку работы. В связи с этим при оформлении работы необходимо выполнить все требования, изложенные в данных методических рекомендациях.
2. После согласования окончательного варианта выпускной квалификационной работы с руководителем ВКР работу брошюруют в специальной папке или переплетают.
3. При защите выпускных квалификационных работ особое внимание уделяется недопущению нарушения студентами правил профессиональной этики. К таким нарушениям относятся в первую очередь плагиат, фальсификация данных и ложное цитирование.
 - Под плагиатом понимается наличие прямых заимствований без соответствующих ссылок из всех печатных и электронных источников, защищенных ранее выпускных квалификационных работ, кандидатских и докторских диссертаций.
 - Под фальсификацией данных понимается подделка или изменение исходных данных с целью доказательства правильности вывода (гипотезы и т.д.), а также умышленное использование ложных данных в качестве основы для анализа.
 - Под ложным цитированием понимается наличие ссылок на источник, когда данный источник такой информации не содержит. Обнаружение указанных нарушений профессиональной этики является основанием для снижения оценки, вплоть до выставления оценки «неудовлетворительно».
4. Схема доклада по защите выпускной квалификационной работы:
 - Обращение. Уважаемые члены государственной итоговой экзаменационной комиссии!
Вашему вниманию предлагается выпускная квалификационная работа на тему...
В 2-3 предложениях дается характеристика актуальности темы.
Приводится краткий обзор литературных источников по избранной проблеме (степень разработанности проблемы).
 - Цель выпускной квалификационной работы - формулируется цель работы.
 - Формулируются задачи, приводятся названия глав. При этом в формулировке должны присутствовать глаголы типа - изучить, рассмотреть, раскрыть, сформулировать, проанализировать, определить и т.п.
 - Из каждой главы используются выводы или формулировки, характеризующие результаты. Здесь можно демонстрировать «раздаточный материал». При демонстрации плакатов не следует читать текст, изображенный на них. Надо только описать изображение в одной-двух фразах. Если демонстрируются графики, то их надо назвать и констатировать тенденции, просматриваемые на

графиках. При демонстрации диаграмм обратить внимание на обозначение сегментов, столбцов и т.п. Графический материал должен быть наглядным и понятным со стороны. Текст, сопровождающий диаграммы, должен отражать лишь конкретные выводы. Объем этой части доклада не должен превышать 1,5-2 стр. печатного текста.

- В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы: (формулируются основные выводы, вынесенные в заключение).
 - Опираясь на выводы, были сделаны следующие предложения: (перечисляются предложения).
5. Завершается доклад словами: спасибо за внимание.

Приложение № 4
к Методическим указаниям
по подготовке к процедуре защиты
и процедура защиты выпускной
квалификационной работы магистра
(магистерская диссертация)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П. А. Костычева»
Технологический факультет

Утверждаю:

Заведующий кафедрой .. (Ф.И.О)

«___» _____ 202_ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу магистра

студент _____
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема: «_____»
утверждена приказом по университету от _____ «___» _____ 202_ г. №

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Руководитель работы _____
(фамилия, имя, отчество)

4. Исходные данные к работе _____

5. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

6. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей) _____

7. Календарный план

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения	Подпись
Введение. (Подбор и первоначальное ознакомление с источниками по избранной теме)		
1. Основная часть (теоретическая часть)		
2. Постановка опытов, характеристика объектов и методов исследования.		
3. Результаты исследования. (Обработка фактического материала исследований)		
4. Экологическая и экономическая эффективность		
Выводы и предложения		
Библиографический список. Приложения.		
Приложения		
Оформление ВКР и предзащита ее на кафедре		
Рецензирование ВКР		
Подготовка доклада и презентации		
Защита ВКР на заседании ГЭК	По расписанию работы ГЭК	

8. Дата выдачи задания «_____» _____ 202_ г.

Подпись руководителя _____ (Ф.И.О.)

9. Задание принял к исполнению «_____» _____ 202_ г.

Подпись студента _____ (Ф.И.О.)

Примечание

1. На основании задания, студент совместно с руководителем составляет календарный график работы на весь период подготовки выпускной квалификационной работы.
2. Последним этапом работы является дата предзащиты.

Образец титульного листа

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А.Костычева»

Технологический факультет

Направление подготовки: 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Кафедра: Лесного дела, агрохимии и экологии

Допустить к защите

Заведующий кафедрой _____ Ф.И.О.

«_____» _____ 20__ г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА МАГИСТРА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

(название темы)

Студент _____
(Ф.И.О. полностью)

Руководитель _____
(Ф.И.О., уч. степень, ученое звание, должность)

Рецензент _____
(Ф.И.О., уч. степень, ученое звание, должность)

Рязань, 201-

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П. А. Костычева»
Технологический факультет

ОТЗЫВ

на выпускную квалификационную работу магистра (магистерская диссертация)

студент _____
(фамилия, имя, отчество)

Тема: « _____ »

1. Характеристика работы (по всем разделам выпускной квалификационной работы бакалавра)

Уникальность (оригинальность) текста составляет%.

2. Положительные стороны работы:

3. Заключение

Считаю, что выпускная квалификационная работа магистра (магистерская диссертация) Ф.И.О. студента отвечает всем предъявляемым требованиям, в полной мере отражает приобретённые знания и сформированные компетенции, заслуживает оценки «.....», а ее автор присвоения квалификации - магистр.

4. Фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень и звание руководителя

(подпись)

«_____» _____ 202_ год

С отзывом ознакомлен _____ Ф.И.О. (студента)

(подпись)

«_____» _____ 202_ г

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П. А. Костычева»

Технологический факультет

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу магистра
(магистерская диссертация)

студент _____

(фамилия, имя, отчество)

Тема: __ «» _____

1. Актуальность темы, соответствие ее профилю подготовки специалистов, структура и содержание работы по разделам:

2. Положительные стороны работы

3. Замечания по работе

4. Заключение*(пример)*

Считаю, что выпускная квалификационная работа магистра (магистерская диссертация) Ф.И.О. студента имеет научное и практическое значение, в полной мере отражает приобретённые знания и сформированные компетенции, отвечает предъявляемым требованиям, а ее автор Ф.И.О. студента заслуживает присвоения квалификации - магистр.

5. Рекомендуемая оценка _____

6. Фамилия, имя, отчество рецензента, ученая степень и звание, место работы и занимаемая должность: _____

(подпись)

« _____ » _____ 202_ год

С рецензией ознакомлена _____ Ф.И.О. студента

« _____ » _____ 202_ г.

Приложение № 8
к Методическим указаниям
по подготовке к процедуре защиты
и процедура защиты выпускной
квалификационной работы магистра
(магистерская диссертация)

Ректору ФГБОУ ВО РГТУ
Н.В. Бышову
обучающегося _____ курса
_____ факультета
направление подготовки
_____ код _____ название
_____ (Ф.И.О. полностью)

заявление.

Представляю выпускную квалификационную работу на тему: «_____»,
выполненную на кафедре _____.

Выпускная квалификационная работа выполнена мною лично под руководством
_____ (Ф.И.О, должность руководителя ВКР).

С фактом проверки вышеуказанной выпускной квалификационной работы с
использованием системы проверки уникальности текста ВКР ВУЗ ЭБС «IPRbooks», результатами
экспертизы и возможными санкциями при обнаружении плагиата ознакомлен.

(подпись обучающегося)

Даю согласие на размещение вышеуказанной выпускной квалификационной работы в
электронно-библиотечной системе ФГБОУ ВО РГТУ и использование всей работы или ее части
по усмотрению ФГБОУ ВО РГТУ.

(подпись обучающегося)

Сообщаю, что в вышеуказанной работе отсутствуют производственные, технические,
экономические, организационные и других сведения, в том числе о результатах интеллектуальной
деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной
деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу
неизвестности их третьим лицам, в соответствии с моим решением.

«_____» _____ 20__ г. (подпись обучающегося) _____

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра селекции, семеноводства и агрохимии

Методические рекомендации для практических занятий
по дисциплине «Экология растений»

по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Рязань 2025

Методические указания разработаны профессором кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Левиным В.И., доцентом кафедры лесного дела и садоводства Ерофеевой Т.В.

Рецензент: профессор д.с.-х.н. Крючков М.М.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии
по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

Содержание

Введение	4
Практическая работа № 1 Современные проблемы агропочвоведения, агрохимии и экологии. Тема: Оценка влияния автомагистралей на растительный покров.	5
Практическая работа № 2. Тема: Действие света на рост и развитие растений	7
Практическая работа № 3 Тема: Влияние температуры на прорастание и начальное развитие культур	8
Практическая работа № 4 Тема: Действие низких температур в зоне корней на состояние растений	11
Практическая работа № 5 Тема: Влияние на растения избыток влаги	12
Практическая работа № 6 Тема: Действие различных концентраций солей (NaCl) на начальные этапы развития сельскохозяйственных культур	14
Практическая работа № 6.1 Тема: Действие солей тяжелых металлов на прорастание семян.	17
Практическая работа № 7 Тема: Определение жизнеспособности озимых зерновых культур в зимний период методом монолитов и ускоренным методом	20
Библиографический список	22

Введение

Дисциплина «Экология растений» - один из разделов курса «Экология».

Экология растений изучает процессы взаимодействия растений и их совокупности со средой, а также факторы, влияющие на эти процессы. На воздействия среды реагируют ботанические объекты разного уровня - от клеточного до ценотического. Поэтому экология растений рассматривает явления на уровне и клетки и организма, и разных совокупностей растений.

В методических указаниях рассматриваются закономерности влияния экологических факторов на начальные этапы развития сельскохозяйственных растений. В связи с обострением в последнее время экологических проблем особую актуальность приобретает углубленное исследование влияния экологических и антропогенных факторов на растения с целью преодоления уже возникших экологически негативных последствий хозяйственной деятельности человечества и предотвращения их в будущем.

Практическая работа № 1

Тема: Оценка влияния автомагистралей на растительный покров

Цель работы: оценить влияние автомагистралей г Рязани на растительный покров

Задачи: отбор проб около крупных автомагистралей г Рязани; исследование внешнего вида растений (масса растений, длина листьев, доли уродливых форм)

Материалы и оборудование: 10 растений одуванчика, полиэтиленовый пакет, бумага, линейка, ножницы, весы.

Вводные пояснения: Загрязнение окружающей среды в результате использования автотранспорта особенно ощутимо в крупных городах. В почвах придорожных зон наиболее интенсивно накапливаются валовые и подвижные формы свинца, цинка, серебра и, в меньшей степени, меди, олова, хрома, никеля, молибдена, кобальта, марганца, железа. Выявлены две зоны аккумуляции транспортного загрязнения в почвах. Первая обычно расположена в непосредственной близости от автодороги, на расстоянии до 15—20 м, а вторая — на удалении 20—100 м. На открытых пространствах вторая зона проявлена обычно слабее, по-видимому, в связи с благоприятными условиями рассеяния воздушного потока. На нескольких пунктах отмечают появление и третьей зоны аномального наполнения элементов в почвах, находящихся от дорог на расстоянии около 150 м. Преимущественное накопление микроэлементов происходит в верхней части корнеобитаемого слоя почв.

Для крупных автомагистралей с большим количеством полос движения загрязнение почв металлами проявляется слабее, чем для узких магистралей. Это объясняется тем, что на широких магистралях автомашины движутся с большей скоростью, расходуя меньше бензина и тем самым уменьшая выбросы в атмосферу.

Другим важным техногенным загрязнителем являются солевые смеси, используемые до недавнего времени как антигололедные реагенты.

По данным опробования снегового покрова, установлено, что зона влияния автодорог распространяется от 30 до 150—200 м в зависимости от конкретных ландшафтных условий. Механические барьеры (здания, кустарники, деревья) уменьшают дальность переноса аэрозолей соли, резко увеличивая их концентрацию в непосредственной близости от дорог. Открытые пространства, наоборот, способствуют более дальнему переносу, при этом по мере удаления от дороги уровень концентрации соли в снеге убывает постепенно. Концентрация хлористого натрия в снеговой воде в десятиметровой зоне около дорог может достигать 1300—1900 мг/л, тогда как на фоновых участках не превышает 1—2 мг/л. Максимальное содержание легкорастворимых солей в верхних горизонтах почв города отмечается в весенний период. Летом, по мере промывания дождевыми водами, уровень солей снижается, достигая минимального уровня в осенний период. Для растений, используемых для озеленения Москвы, содержание легкорастворимых солей начиная с 0,25 % токсично и приводит к различным функциональным отклонениям, а

содержание более 0,5 % является пределом нормального роста и приводит к гибели растений.

Негативное влияние автотранспорта на окружающую среду можно оценить по состоянию растительного покрова (один из критериев оценки экологического риска).

Студентам предлагается оценить экологический риск территорий, прилегающих к крупной автомагистрали, путем исследования состояния растительного покрова.

В крупных городах, как известно, наиболее неприхотливым придорожным растением является одуванчик. В большинстве случаев тяжелые металлы угнетают рост растений, приводя к возникновению уродливых форм, снижая высоту растений. В то же время определенные концентрации свинца могут способствовать накоплению витамина С, что объясняется антиоксидантными защитными свойствами этого витамина. Учитывая данные накопления тяжелых металлов в почве вблизи автомагистралей, студентам предлагается охарактеризовать растительный покров на примере одуванчиков на расстоянии 0,5; 1; 5; 10; 15; 20; 30; 50; 100; 150 м от дороги. К исследуемым показателям относятся:

- 1) масса растений;
- 2) длина листьев;
- 3) доля уродливых форм (изрезанность листьев);

Ход работы:

Отбор проб. Из каждой выбранной точки на определенном расстоянии от автомагистрали собирают не менее 10 растений одуванчиков. Каждое растение срезают под корень, заворачивают в мокрую бумагу и помещают в полиэтиленовый пакет (такая упаковка предотвращает быстрое разложение витамина С) — один для каждой точки. В каждом пакете должно находиться, таким образом, 10 растений и этикетка с указанием места отбора проб.

Исследование внешнего вида растений. Взвешивают каждое растение, измеряют длину листьев, зарисовывают уродливые формы и рассчитывают их количество в процентном отношении.

Сделать вывод о влиянии автомагистралей на растительный покров

Контрольные вопросы

1. Как влияет автотранспорт на накопление тяжелых металлов в почве вблизи дорог?
2. Какие элементы накапливаются в наибольшем количестве вблизи дорог?

Практическая работа № 2

Тема: Действие света на рост и развитие растений

Цель работы: Изучить влияние света как экологического фактора на первоначальное развитие сельскохозяйственных культур.

Задачи: Определить энергию прорастания семян; определить лабораторную всхожесть; измерить биометрию проростков; оценить визуальную окраску ростков.

Материалы и оборудование: семена редиса, озимой пшеницы, ярового рапса, фильтровальная бумага, дистиллированная вода, чашки Петри.

Вводные пояснения: Под **энергией прорастания** семян, характеризующей дружность прорастания, понимают процент нормально проросших за определенный срок семян.

Оценку и учет проросших семян при определении энергии прорастания и всхожести проводят на 3 и 7 сутки. При этом день закладки семян на проращивание и день подсчета энергии прорастания или всхожести считаются за один день.

При учете энергии прорастания подсчитывают и удаляют только нормально проросшие и явно загнившие семена, а при учете всхожести отдельно подсчитывают и ненормально проросшие семена. К нормально проросшим относят семена, проростки которых имеют здоровые и неповрежденные корешки и ростки.

У пшеницы и ржи нормально проросшими считают семена, имеющие не менее двух нормальных развитых корешков размером более длины семени и росток размером не менее половины его длины.

У редиса и рапса, семена которого прорастают одним корешком, к числу нормально проросших относят семена, имеющие развитый главный зародышевый корешок размером более длины семени и сформировавшийся росток.

Под **всхожестью** семян понимают количество нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа, выраженное в процентах. При подсчете всхожести отдельно учитывают нормально проросшие, набухшие, твердые, загнившие и ненормально проросшие семена.

К числу всхожих семян у ржи, пшеницы относят семена, имеющие нормально развитые корешки размером не менее длины семени и росток, составляющий не менее половины длины семени; у ячменя и овса – нормально развитые корешки или один главный корешок размером не менее длины семени;

К невосхожим семенам относят:

-набухшие семена, которые к моменту окончательного подсчета всхожести не проросли, но имеют здоровый вид и при надавливании пинцетом не раздавливаются;

-загнившие семена — с мягким разложившимся эндоспермом, с загнившим зародышем и семядолями, с почерневшим зародышем, с частично или полностью загнившими корешками;

-твердые семена, которые к установленному сроку определения всхожести остались не набухшими и не изменили внешнего вида;

-ненормально проросшие семена: с уродливыми ростками или корешками;
-семена, у которых при наличии ростка отсутствуют корешки;
-семена, имеющие водянистые или нитевидные корешки без волосков;
-семена, имеющие корешки со вздутиями и ко времени подсчета всхожести не развившие дополнительных корешков;

-семена, проростки, корешки или ростки которых имеют трещины и перехваты, достигающие проводящих тканей;

-семена, проростки которых имеют ненормально увеличенные семядоли и укороченные корешки;

Параллельно с определением лабораторной всхожести на 7 сутки измеряют биометрию проростков по средним показателям длины зародышевого корня, ростков проросших семян. При проращивании семян злаковых зерновых культур учитываются самые длинные корни.

По результатам исследований определяются средне-эффективные фактор, при которых наблюдается увеличение длины растений.

Ход работы: В чашки Петри помещают фильтровальную бумагу. Затем приливают 5 мл воды и раскладывают семена культур. Одну повторность помещают в темноту, а вторую - в хорошо освещаемое место. Через 3 дня определяют энергию прорастания и через 7 суток лабораторную всхожесть.

Сделать выводы о действии света на рост и развитие растений

Контрольные вопросы:

1. Цель и задачи экологии растений
2. Характеристика света как экологического фактора
3. Типы растений по отношению к свету
4. Понятие фотопериодизма
5. Растение и растительный покров как оптическая система
6. Что такое энергия прорастания и Практическая всхожесть

Темы рефератов: 1. Свет как экологический фактор. Экологические группы растений по отношению к свету

2. Приспособление растений к высоким и низким температурам

3. Механизмы адаптации растений и агроэкосистем к абиотическим повреждающим воздействием

Практическая работа № 3

Тема: Влияние температуры на прорастание и начальное развитие культур

Цель работы: Изучить действие максимальной, минимальной и оптимальной температур на прорастание и начальное развитие озимой ржи, ячменя и огурца.

Задачи: выявить влияние различных температур на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян; определить влияние различных температур на биометрию проростков и корней

Материалы и оборудование: семена ячменя и огурца, озимой ржи, дистиллированная вода, фильтровальная бумага, растильни

Вводные пояснения: Тепло- важнейший экологический фактор и одно из необходимых условий существования растений. Количество тепла, аккумулируемое землей, прежде всего зависит от лучистой энергии Солнца и ее трансформации на пути к Земле

Температура- один из важнейших лимитирующих факторов, определяющих географическое распространение и продуктивность растений.

Зональность оказывает решающее влияние на ход важнейших физиологических процессов у растений. Разумеется, отдельные виды и сорта одних зон приспособляются к экологическим условиям других зон. Однако приспособления эти не безграничны, так как физиологические и биохимические процессы в растениях нормально идут лишь в определенных температурных границах.

Оптимальным тепловым режимом считается такой, при котором в течение всей жизни, особенно в период роста и развития, количество и продолжительность тепла наилучшим образом обеспечивают ход всех физиологических и биохимических процессов в данном растении при данных условиях.

Минимальный тепловой режим представляет собой тот минимальный срок продолжительности и количества тепла, за пределами которого жизнь растения в данных условиях уже невозможна из-за недостатка тепла.

Верхняя граница количества и продолжительности тепла, за пределами которой растение погибает от высокой температуры, называется **максимумом теплового режима**.

Ход работы: В растильни помещают фильтровальную бумагу. Затем приливают 50 мл воды и раскладывают семена культур. Через 3 дня определяют энергию прорастания и через 7 суток лабораторную всхожесть. Помещают одну повторность при температуре 8-10⁰С, а вторую при температуре 20-22 ⁰С, третью при температуре 30-35 ⁰С

Сделать выводы о Влияние температуры на прорастание и начальное развитие культур.

Контрольные вопросы:

1. Характеристика тепла как экологического фактора

2. Тепловой режим растений. Причины гибели растений от низких и высоких температур.
3. Термоустойчивость и устойчивость к низким температурам.
4. Температура тела растений при низких и высоких температурах.
5. Высокие и низкие температуры в жизни растений

Темы рефератов: 1. Влияние температур на интенсивность развитие и продуктивность растений
2. Жизненные формы растений как отражение термического режима природных зон мира.

Практическая работа № 4

Тема 3: Действие низких температур в зоне корней на состояние растений

Цель работы: выявить действие низких температур в зоне корней на состояние растений.

Задача: выявить изменения в зоне корней в результате действия низких температур

Материалы и оборудование: семена озимой ржи и огурца, дистиллированная вода, стаканчики с песком.

Вводные пояснения: Растения от низких температур погибают в результате образования в межклетниках льда, который при расширении вызывает сдавливание клетки, в результате чего происходит повреждение внутриклеточной структуры. Вода вытекает из них и происходит отмирание тканей и органов.

Фактором, сдерживающим это является- закаливание растений.

Механическое закаливание: накопление в клетки растений сахаров, водорастворимых аминокислот, биокolloидов; увеличение доли связанной воды и уменьшение свободной доли воды формирование адаптивного (приспособительного) ответа растений на низкие температуры. Изменение свойств в сторону повышения ее вязкости и устойчивости ее к низким температурам, при предварительной выдержке проростков в режиме низких температур.

Ход работы: Высевают семена озимой ржи и огурца в песок. Через три дня подсчитывают энергию прорастания, а на седьмые сутки лабораторную всхожесть. Затем помещают одну повторность проросших семян в холодную воду и наблюдают за состоянием растений. Делают соответствующие выводы.

Сделать вывод о действии низких температур в зоне корней на состояние растений

Контрольные вопросы:

1. Теплообмен у растений
2. Тепло как экологический фактор
3. Температура окружающей среды, ее роль в распространении растений по земной поверхности
4. Гомойотермные и пойкилотермные организмы
5. Типы растений по отношению к теплу.

Темы рефератов:

1. Потребление воды растениями и способы снижения потери воды. Гомойогидриты и пойкилогидриты.

2. Растения, животные и микроорганизмы как условия и ресурсы.

3. Абиотические и биотические факторы, вызывающие стресс у растений

Практическая работа №5

Тема: Влияние на растения избыток влаги

Цель работы: выявить действие переувлажнения на энергию прорастания и лабораторную всхожесть овса посевного и яровой пшеницы.

Задачи: определить энергию прорастания овса посевного и яровой пшеницы; определить лабораторную всхожесть овса посевного и яровой пшеницы

Материалы и оборудование: семена овса и яровой пшеницы, дистиллированная вода, стаканчики с песком

Вводные пояснения:

Избыток влаги в почве вреден для большинства сельскохозяйственных культур. Постоянно он наблюдается на заболоченных почвах и временно на пониженных местах пашни или лугах отмечается застаивание воды в виде долго не просыхающих луж. При нарушении поливных норм на орошаемых полях также происходит повреждение растений от вымокания. Вред от избытка воды в почве заключается в том, что доступ воздуха к корням растений затрудняется (гипоксия) или совсем прекращается (аноксия).

Кроме того, при длительном избытке воды в почве прекращаются нормальные аэробные окислительные микробиологические процессы и развиваются анаэробные процессы, преимущественно масляно-кислые и другие виды брожения. В результате в такой почве накапливаются диоксид углерода, органические кислоты, а также восстановленные соединения- органические и неорганические (соли, закиси железа и др.), многие из которых ядовиты для корней растений. Большинство культурных растений может развиваться на заболоченных почвах только после их мелиорации, обеспечивающей отвод поверхностных и снижение уровня подпочвенных вод, нормальное поступление кислорода в корнеобитаемый слой почвы.

Как правило, длительное застаивание воды приводит к гибели культурных растений, изреживанию посевов. Но и непродолжительное застаивание воды, сильно повреждая и задерживая рост возделываемых растений, способствует развитию сорной растительности на вымочках.

Зерна пшеницы, ячменя и других культур, попав в переувлажненную почву, плохо и долго всходят, что связано с недостатком кислорода для их прорастания. Такие растения задерживаются в росте, снижают продуктивность. От временного избыточного увлажнения (затопления) растения страдают и в последующие периоды онтогенеза, особенно в критическую фазу- выход в трубку- колошение для колосовых, выметывание для метельчатых злаков.

Многие виды растений приспособились к произрастанию на заболоченных или затопляемых почвах. Устойчивость растений к затоплению зависит от активности ферментов антиоксидантной системы растений (каталазы, супероксиддисмутазы, аскорбатпероксидазы, общей пероксидазы и др.), обеспеченности растений растворимыми углеводами и крахмалом, темпов их расходования в период стресса.

Устойчивость к переувлажнению (к гипо- и аноксии) определяется у растений комплексом как анатомо-морфологических, так и физиолого-биохимических адаптаций. У риса и болотных растений сильно развиты межклетники и целые воздухоносные полости (аэренхима) в корнях, находящихся в сообщении с такими же полостями стеблей и листьев, чем и обеспечивается сохранение достаточно высокого уровня кислорода благодаря его транспорту из надземных частей в корни. При переувлажнении почвы происходит образование дополнительных корней у хлебных злаков, кукурузы и других сельскохозяйственных растений. Физиолого-биохимические адаптации к существованию при пониженной концентрации кислорода связаны главным образом с процессом дыхания.

Ход работы: Высевают семена овса и яровой пшеницы в песок. В одной повторности проводят избыточное переувлажнение, а второй оставляют вариант с оптимальным увлажнением. Через три дня подсчитывают энергию прорастания, а на седьмые сутки лабораторную всхожесть. Делают соответствующие выводы.

Сделать выводы о влиянии на растения избыток влаги

Контрольные вопросы: 1. Закон компенсации факторов
2. Типы растений по отношению к водному режиму
3. Влагообеспеченность и потребность к воде
4. Экологическое значение гидратуры окружающей среды

Темы рефератов: 1. Экологическое значение воды
2. Формы воды в растениях и в почве механизм поглощения воды корнями растений.
3. Роль растений в круговороте веществ и потоке энергии.

Практическая работа № 6

Тема: Действие различных концентраций солей (NaCl) на начальные этапы развития сельскохозяйственных культур

Цель работы: выявить действие различной концентраций солевой вытяжки на энергию прорастания и лабораторную всхожесть овса посевного, ячменя и ярового рапса.

Задачи: определить энергию прорастания овса посевного, ячменя и ярового рапса; определить лабораторную всхожесть овса посевного, ячменя и ярового рапса

Материалы и оборудование: семена овса, пшеница и ячменя, дистиллированная вода, солевые вытяжки, чашки Петри

Вводные пояснения: Солеустойчивость растений является актуальной для растениеводства проблемой в связи с необходимостью эффективного использования засоленных почв и орошаемых земель с признаками вторичного засоления, морских и минерализованных вод для орошения. Растения приспосабливаются не вообще к засолению, а к отдельному типу солевого состава почвы. Засоление связано главным образом с повышенным содержанием натрия в почве. В зависимости от преимущественного накопления отдельных солей натрия засоление может быть сульфатным, хлоридным, содовым или смешанным.

Проблема солеустойчивости растений решается на многих направлениях: физиологическом, биохимическом, экологическом, генетическом и селекционном.

Устойчивость к засолению формируется как приспособительная реакция в процессе онтогенеза, обусловленная всей предыдущей эволюционной историей организма. У некоторых растений выработались различные приспособительные структуры, определяющие возможность произрастания их в засоленной среде. Это группа галофитных растений, отличающихся друг от друга по своим анатомическим и физиологическим свойствам.

Среди галофитов выделяют три основные группы.

Э у г а л о ф и т ы (солянки). Это «соленакапливающие» растения с мясистыми стеблями и листьями.

К р и н о г а л о ф и т ы. Это «солевывделяющие» растения.

Г л и к о г а л о ф и т ы. Это «соленепроницаемые» растения.

Перечисленные группы растений хорошо растут и развиваются на почвах с высоким содержанием солей.

Основная группа сельскохозяйственных растений относится к гликофитам. *Гликофиты* — растения незасоленных почв и пресных водоемов, обладающих сравнительно ограниченной приспособленностью к засолению в процессе индивидуального развития.

Значительный избыток солей в почве может привести гликофитов к гибели, особенно при засолении в фазы активного роста и цветения. Приспособление гликофитов к засолению осуществляется многими способами,

но наиболее важными из них являются осморегуляция органов и целостного организма и регуляция потоков засоляющих ионов, их накопление, распределение и выведение.

Нарушения водно-солевого обмена, процессы его регуляции касаются в первую очередь корней, а затем продолжают в стеблях и листьях, проходят на всех уровнях структуры растений, затрагивая и репродуктивные органы.

Большинство культурных растений слабоустойчивы или совсем неустойчивы к засолению — высокие концентрации ионов натрия и хлора изменяют их осмотические свойства, приводят к разрушению цитоплазматических мембран, снижают активность ферментных систем, связанных с мембранами, а это, в свою очередь, снижает фото- и окислительное фосфорилирование, следовательно, энергетический процесс нарушается. Одним из показателей галорезистентности растений может служить степень «непропускания» ионов натрия в клетки корня или в надземные органы растения. Засоленность ведет к нарушению белкового обмена, вызывая интенсивное накопление свободных аминокислот, в том числе пролина, и способствует образованию токсичных продуктов, таких, как кадаверин, путресцин (аналоги трупного яда) и аммиак, образующийся при деаминации аминокислот.

Большое влияние засоление оказывает на поглощение корнями растений других, помимо засоляющих, ионов. У разных видов растений наблюдается, как правило, торможение поглощения многих элементов минерального питания. При этом отмечают, что при засолении не только тормозится поглощение нитратов, фосфора, кальция, калия и других необходимых элементов, но в еще большей степени — их транспорт в надземные органы и метаболическое использование.

Наряду с ограничением поглощения, передвижения и метаболизма элементов минерального питания наблюдается и изменение в распределении и локализации их по органам.

Засоление приводит к созданию в почве низкого (резко отрицательного) водного потенциала, поэтому поступление воды в растение сильно затруднено. Одной из ответных реакций растений на засоление среды является изменение осмотического потенциала клеток. Повышение осмотического потенциала клеточного сока растения — адаптивный ответ на засоление. Благодаря повышенному осмотическому потенциалу растения могут противостоять внешнему высокому осмотическому давлению солевого раствора.

Солевой стресс вызывает значительную реакцию обезвоживания растений, начинающуюся почти мгновенно, что, возможно, является и сигналом к процессам адаптации, стресс-толерантности. Одной из причин ухудшения снабжения растений водой при солевом стрессе (100—150 мМ NaCl) может быть снижение гидравлической проводимости мембран клеток коры корня, что, вероятно, является результатом повышения концентрации активных форм кислорода. Усиленное образование активных форм кислорода в растительной клетке — одна из ранних реакций растений на действие засоления.

Рост растений при засолении лимитируется в основном тремя факторами: нарушением водного баланса, затрудняющего водоснабжение целостного растения и, следовательно, работу механизмов саморегуляции; нарушением ионного равновесия во внешней среде, что приводит к изменению в поглощении и транспорте ионов в растении; специфическим ионным стрессом или солевой токсичностью, обусловленными высоким содержанием ионов в растениях. Эти факторы действуют одновременно, и среди них трудно выделить основной. Эффективны не только высокие, стрессовые концентрации (100—200 мМ), но и очень низкие, до-пороговые концентрации соли (10—20 мМ NaCl), по крайней мере в отношении корня.

К солеустойчивым растениям можно отнести ячмень, горчицу, клевер, капусту, сахарную свеклу, шпинат, из древесных — облепиху;

к среднеустойчивым — овес, просо, кукурузу, подсолнечник, рожь, люцерну, картофель, лук, морковь, томат, виноград;

к слабоустойчивым — пшеницу, сорго, гречиху, лен, редьку, фасоль, огурец, яблоню, вишню, персик, лимон.

Ответная реакция растений на засоленность среды выражается в проявлении некроза краев листьев, а в дальнейшем в подсыхании и сбрасывании листьев сначала нижних, а затем и средних ярусов, а также завязей.

Повышение солеустойчивости растений — фактор получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. Вместе с тем физиологически обоснованных приемов повышения устойчивости культурных растений к соли мало.

Методы по увеличению устойчивости к засолению путем модификации состава питательной среды наиболее многочисленны и перспективны. При повышении уровня минерального питания в среде снижается торможение поглощения необходимых элементов и заметно уменьшается накопление засоряющих ионов. Однако не все культуры становятся более устойчивыми.

Быстрота наложения солевого стресса является одним из повреждающих факторов, а всякое замедление или временное ослабление воздействия представляет собой, по существу, дополнительные возможности для выживания растений в этих экстремальных условиях.

Одним из наиболее реальных способов снижения токсичного действия высоких концентраций минеральных солей на растения является подбор наилучших соотношений между ионами Ca, Na, K, нитратов и др.

Солеустойчивость растений можно определить прямыми и косвенными методами. Прямые — выращивание растений в засоленной среде с учетом энергии прорастания семян по проценту всхожести и т. д. Косвенные (лабораторные) — определение скорости открывания устьиц и степени выцветания хлорофилла в солевом растворе, по содержанию альбуминов в зеленых листьях и др.

В сельскохозяйственном производстве основным методом борьбы с засолением являются мелиорация засоленных почв, создание надежного дренажа и промывка почв после уборки урожая, химическая мелиорация, в том

числе гипсование почв.

Ход работы: В чашку Петри помещают фильтровальную бумагу. Раскладывают семена культур. Готовят солевую вытяжку соответствующей концентрации.

Исследуемые концентрации соли NaCl (варианты опыта):

-10 ПДК;

-1ПДК;

-0,1 ПДК;

-0,01 ПДК.

Контролем служил вариант с дистиллированной водой.

Пример 1) Расчет массовой доли соли:

$M(\text{NaCl}) = 58 \text{ г/моль}$

$W(\text{Na}) = 23:58 = 0,39 = 39\%$

2) Расчет количества соли для приготовления раствора 10 ПДК (390 мг/л)

390 мг- 39 %

x - 100%

Контроль

1%-1г соли –100г воды

3% -3 г соли

5% 5 г соли

Сделать вывод о действии различных концентраций солей (NaCl) на начальный этапы развития сельскохозяйственных культур

Практическая работа № 6.1

Тема: Действие солей тяжелых металлов на прорастание семян

Цель работы: выявить действие различной концентраций солей тяжелых металлов на энергию прорастания и лабораторную всхожесть овса посевного, ячменя и ярового рапса.

Задачи: определить энергию прорастания овса посевного, ячменя и ярового рапса; определить лабораторную всхожесть овса посевного, ячменя и ярового рапса.

Материалы и оборудование: семена овса, пшеница и ячменя, дистиллированная вода, солевые вытяжки, чашки Петри

Ход работы: В чашку Петри помещают фильтровальную бумагу. Раскладывают семена культур. Готовят солевую вытяжку соответствующей концентрации.

Исследуемые концентрации соли (варианты опыта):

-10 ПДК;

-1ПДК;

-0,1 ПДК;

-0,01 ПДК.

Контролем служил вариант с дистиллированной водой.

Контрольные вопросы: 1. Абиотические и биотические факторы вызывающие стресс у растений.

2. Ответные реакции растений на загрязнение окружающую среду (воздуха, почвы).

3. Механизм устойчивости растений к избытку и недостатку влаги.

4. Представление об экологических фактор, их классификация.

6. Элементы минерального питания и почвенная влага как ресурсы жизнеобеспечения растения

7. Отношение растений к минеральному богатству почвы, ее засоленности, реакции почвенного раствора, механическому составу почв.

Темы рефератов: 1. Летучие выделения надземных органов растения

2. Экологические особенности растений кислых и засоленных почв. Режим питания растений на данных почвах.

Практическая работа № 7

Тема: Определение состояния древесных растений в зимний период

Цель работы: Определить состояния древесных растений в зимний период

Задача: провести наблюдение за состоянием древесных растений в зимний период

Материалы и оборудование: веточки древесных растений, дистиллированная вода, стаканчики.

Вводные пояснения: Древесные и кустарниковые растения, это крупные растения с сильно развитыми многолетними стволами и многолетними ветвями разных порядков ветвления, образующими крону, либо мощные кусты. Характерной особенностью древесных растений является рост стебля в толщину за счет деятельности вторичных меристем (камбия, феллогена). Одной из особенностей онтогенеза древесных растений является четко выраженная (сезонная) периодичность морфофизиологических и ростовых процессов.

Годичный ритм роста и развития побегов является наследственной особенностью древесных растений, возникшей в связи с приспособлением их к сезонной изменчивости факторов внешней среды в течение года.

Приспособления к низким температурам деревья сбрасывают листья, в стволах растений накапливаются трудно растворимые запасные вещества и растения вступают в период «покоя».

Период «покоя» неоднороден. Он состоит из «органического» или «глубокого покоя» и «вынужденного покоя».

В состояние «глубокого», периода покоя, по Л.И. Сергееву, растения зоны умеренного климата входят в конце осени. В это время почки не могут распускаться даже при наличии всех необходимых условий для роста. Глубокий период покоя заканчивается в ноябре-декабре, после чего растения вступают в «вынужденный покой», в течение которого побеги растений сравнительно легко можно вывести из состояния покоя.

Ход работы: Веточки деревьев помещают в стаканчик с дистиллированной водой. Наблюдение проводится каждую неделю.

Сделать вывод о состоянии древесных растений в зимний период

Контрольные вопросы: 1. Физиологические функции отдельных органов растений

2. Общие закономерности растений – среда.
3. Правило замещения экологических условий В.В.Алехина
4. Закон толерантности В. Шелфорда
5. Закон минимума Ю.Либиха
6. Типы воздействия человека на растительный мир

Темы рефератов: 1. Радиустойчивость растений и механизм её проявления
2. Микроэлементы, как антагонисты тяжелых металлов и регуляторы устойчивости растений к экстремальным условиям.

3. Фитогормоны растений как один из ведущих эндогенных регуляторов устойчивости растений к повреждающим воздействиям

Практическая работа № 7

Тема: Определение жизнеспособности озимых культур в зимний период

Метод монолитов

Цель работы: в лабораторных условиях зимний период определить жизнеспособность озимых культур

Задачи: изучить правило отбора монолитов; определить жизнеспособности озимых культур методом монолитов; определить жизнеспособности озимых культур ускоренным методом.

Материалы и оборудование. Растения из монолитов, ножницы, чашки Петри, марля или вата, полиэтиленовая пленка, фильтровальная бумага

Вводные пояснения: В период зимовки озимых культур, особенно в годы с неблагоприятными условиями, необходимо систематически следить за состоянием посевов. Наиболее надежный метод оценки их состояния — отращивание в монолитах.

Подготавливают монолиты следующим образом. В конце августа ящики размером 30 x 30 x 15 см набивают удобренной почвой. В ящики высевают по 30—40 всхожих семян. Возможны варианты: сорта различной зимостойкости, разные состав и дозы минеральных удобрений, сроки посева и др. Почву увлажняют и оставляют на полевом участке.

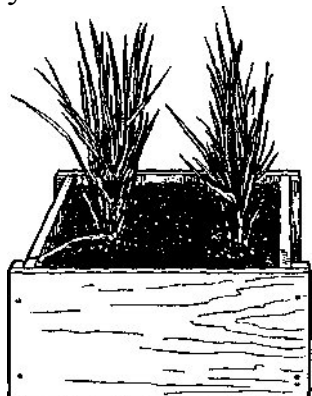


Рисунок 1 Монолит, отобранный в стандартный ящик.

Ход работы. Рекомендуют два способа: первый -отбор монолитов непосредственно в поле, для чего их выкапывают или вырубает топором или ломом, что очень трудоемко, второй — выращивание растений в монолитах в стандартных ящиках, в которых создают необходимые условия. Зимой в установленные сроки, ящики с монолитами транспортируют в помещение для оттаивания. Размораживают монолиты при температуре не выше 5—10°C до полного оттаивания. Создание таких условий обеспечивают накрыванием их полиэтиленовой пленкой. Проводят визуальную оценку микроценоза (густота стояния растений озимой пшеницы, наличие сорняков, пораженность болезнями), измеряют высоту растений, общую кустистость, общее число и число отмерших листьев. Результаты учета записывают в тетради и таблице.

У оттаявших растений обрезают надземную массу на высоте 5—6 см от поверхности почвы. Для отращивания монолиты помещают в хорошо освещенное помещение с температурой воздуха 15—20°C и поливают водой.

Первый учет жизнеспособности растений выполняют через 10 дней, повторно- каждые 15-20 дней. К живым относят растения, образовавшие листья и новые узловые корни. При общей оценке жизнеспособности учитывают количество живых растений и интенсивность отрастания листьев.

Таблица 1- Определение жизнеспособности растений

Вариант опыта	Учет	Количество выживших растений при отборе монолита, % общего их числа			Выводы о жизнеспособности
		25 января	29 февраля	10 марта	

Ускоренный метод

Состояние озимых культур в осенне-зимне-весенний период можно определить путем наблюдения за приростами меристемной ткани у обрезанных узлов кущения.

Ход работы. Пробы для анализа из 30—50 растений отбирают по диагонали участка или из монолитов (см. работу предыдущую). После оттаивания растения промывают от почвы и обрезают листья и стебли на расстоянии 1—1,5 см от узла кущения. У нераскутившихся растений листья обрезают на расстоянии 2—4 см от семян. Корневую систему полностью удаляют.

Готовый материал помещают в чашки Петри, на дно которых кладут хорошо смоченный слой ваты или марли. Чашки Петри закрывают крышками. Пробы выдерживают 12—16 ч при температуре 24-26°C.

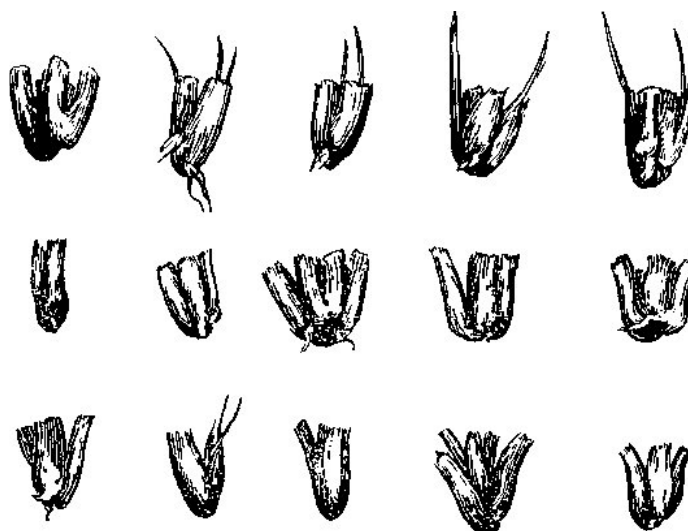


Рисунок 2 - Отрастание стеблей разных сортов пшеницы из обрезанных узлов кущения через 24 ч:

верхний ряд — Мироновская 808; средний ряд — Безостая 1; нижний ряд — Одесская 267

Анализ проб выполняют по отросшей части узлов кущения, прирост которых к этому времени составляет 3—15 мм. Растения, узлы кущения которых дают интенсивный прирост (около 10 мм и более), считают хорошо

сохранившимися. В дальнейшем при нормальных условиях такие растения могут обеспечить урожай. Слабый прирост (3-5 мм) указывает на то, что растения сильно повреждены и продуктивность их будет низкой. У больных, подмороженных растений отрастают лишь влагалище и пластинка первого листа.

Таблица 2 -Состояние озимых культур в осенне-зимне-весенний период

Вариант опыта	Прирост, мм	Отношение числа отросших растений к общему их числу, %	Выводы о состоянии посевов

Сделать вывод жизнеспособности озимых культур в зимний период методом монолитов и ускоренным методом.

Контрольные вопросы: 1. Экологическая сукцессия

2. Экосистемы, биогеоценозы.

3. Роль Красной книги в распространении знаний о состоянии растительного мира Земли.

4. Биомониторинг, его цели и задачи в свете решения вопросов охраны растительного мира.

5. Правило экотопа или краевого эффекта

6. Учение о лимитирующих факторов

7. Орографические факторы

Библиографический список

1. Передельский, Л. В. Экология: электронный учебник [Электронный ресурс] / Л. В. Передельский, В. И. Коробкин, О. Е. Приходченко. – М. : КноРус, 2009.
2. 6.Демина М.И. Геоботаника с основами экологии и географии растений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Демина М.И., Соловьев А.В., Чечеткина Н.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский государственный аграрный заочный университет, 2013.— 148 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20643>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. 7.Ручин, А.Б. Экология популяции и сообществ: учебник для студ. высш. учебных заведений [Текст] /А.Б. Ручин. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 397 с.
1. Березина, Н. А. Экология растений: учебное пособие [Текст] / Н. А. Березина, Н. Б. Афанасьева . – М : Издательский центр «Академия», 2009. – 400 с.
4. Дроздов В.В. Общая экология [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дроздов В.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2013.— 412 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17949>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Кошкин, Е.И. Физиология устойчивости с/х культур: учебник [Текст] / Е. И. Кошкин. – М: Дрофа, 2010. – 638 с.
5. Степановских А.С. Общая экология [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Степановских А.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.— 687 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Степановских, Анатолий Сергеевич. Общая экология : Учебник для вузов / Степановских, Анатолий Сергеевич. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 510 с.
7. Трифонова, Т. А. Прикладная экология: учебное пособие [Текст] / Т. А. Трифонова, Н. В. Селиванов, Н. М. Мищенко. – М. : Академический проект, Гаудеамус, 2007. – 384 с.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева»

Кафедра агрономии, агрохимии и защиты растений

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АЛЛЕЛОПАТИЯ В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ»

по направлению подготовки
35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение

Рязань 2025

Методические указания разработаны профессором кафедры селекции, семеноводства и агрохимии Левиным В.И., доцентом кафедры лесного дела и садоводства Ерофеевой Т.В.

Рецензент: профессор д.с.-х.н. Крючков М.М.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры селекции, семеноводства и агрохимии протокол №9 от 19 марта 2025 г.

Заведующий кафедрой



Лукьянова О.В.

Рассмотрено и одобрено на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение протокол №8 от 19 марта 2025 г.

Председатель учебно-методической комиссии

по направлению подготовки

35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение



Лукьянова О.В.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Цель дисциплины - сформировать у магистрантов представление о биологической роли растительных выделений в формировании и развитии фитоценозов.

Задачи дисциплины:

- изучить историю развития представлений о прижизненных и посмертных растительных выделениях и об их роли во взаимоотношениях растений;
- исследовать значение летучих и водорастворимых экзометаболитов растений в межвидовых взаимоотношениях разных видов в фитоценозах;
- составить представление о химической природе растительных выделений и о физиолого- биохимических механизмах их действия на растения;
- исследовать роль аллелопатического фактора в природе.

Тематика практических работ

№ п/п	Наименование разделов	Тематика практических занятий (семинаров)
1	Введение в дисциплину	Введение в дисциплину
2	Аллелопатия как природное явление	Аллелопатия как природное явление
3	Аллелопатический режим местообитания растений	Аллелопатический режим местообитания растений. Исследовательский метод.
4	Механизмы действия аллелопатического фактора	Механизмы действия аллелопатического фактора. Исследовательский метод.
5	Аллелопатическая чувствительность растений	Аллелопатическая чувствительность растений. Исследовательский метод.

6	Значение аллелопатии в развитии естественных и искусственных сообществ	Значение аллелопатии в развитии естественных и искусственных сообществ. Исследовательский метод.

Тема 1. Введение в дисциплину.

Аллелопатия и предмет ее изучения. Место аллелопатии в системе наук. Связь аллелопатии с другими науками. Понятия и термины аллелопатии. История развития аллелопатии. Современные научные центры по изучению аллелопатии.

Тема 2. Аллелопатия как природное явление.

Представление об аллелопатии как о форме прямых межвидовых взаимоотношений растений (труды Г. Грюммера, С.И. Чернобривенко, А.М. Гродзинского, М.В. Колесниченко и др.). Представление об аллелопатии как факторе экологической среды (схема аллелопатического поля Б. А. Быкова и схема аллелопатического фактора Н.М. Матвеева).

Тема 3. Аллелопатический режим местообитания растений.

Почва как аккумулятор аллелопатически активных веществ в среде сообщества. Основные источники аллелопатически активных веществ для формирования аллелопатического режима в разных сообществах. Напряженность аллелопатического режима и его характеристика на примере степных лесов. Роль адсорбирующей способности почвы в формировании аллелопатического режима. Качественный состав и динамизм аллелопатически активных веществ в почве растительных сообществ (по материалам А.Л. Ефремова, С.Г. Прокушкина, К.А. Стефанского, П.А. Мороз и др.). Значение почвенных микроорганизмов в формировании аллелопатического режима в сообществах (по материалам В.П. Иванова, Э.А. Головки, Н.А. Красильникова, Г.К. Андросова и др.). Значение почвы в формировании аллелопатического режима в степных лесах (по материалам Н.М. Матвеева).

Тема 4. Механизмы действия аллелопатического фактора на растения.

Способность растений к гетеротрофному питанию как предпосылка аллелопатии. Специфичность и неспецифичность действия растительных выделений на растения как один из спорных вопросов аллелопатии. Физиолого-биохимическое воздействие растительных выделений на растения (угнетение деления и растяжения клеток, торможение поглощения биогенных элементов, угнетение фотосинтеза, регуляция корневого минерального питания, влияние на ферментные системы и т. д.). Механизмы взаимодействия растительных выделений в среде (по материалам А. М. Гродзинского, Т.М. Биляновской, В.В. Чумакова и др.). Соотношение конкуренции и аллелопатии в сообществах.

Тема 5. Аллелопатическая чувствительность растений.

Понятие об аллелопатической толерантности (А.М. Гродзинский) и аллелопатической чувствительности (Н.М. Матвеев) растений. Характеристика аллелопатической чувствительности растений посредством величины “аллелопатического порога чувствительности”. Амплитуда реакции растений по отношению к аллелопатическому

фактору. Принципы оценки эколого-ценотической роли аллелопатического фактора в естественных условиях.

Тема 6. Значение аллелопатии в развитии естественных и искусственных сообществ.

Роль аллелопатии в агрофитоценозах (по материалам С.И. Чернобривенко, В.П. Иванова, П.В. Юрина, Г.Ф. Наумова и др.). Роль аллелопатии в степных сообществах (по материалам А.М. Гродзинского, Э. Л. Райса и др.). Значение аллелопатии в развитии кустарниковых и лесных сообществ Северной Америки (по материалам Муллера, Мак Ферсона, Чоу и Муллера, Дел Морала и Муллера и др.). Работы И.Н. Рахтеенко и С.Г. Прокушкина по изучению роли аллелопатии в лесах лесной зоны. Роль аллелопатии в развитии степных лесов (по материалам Н.М. Матвеева). Современные практические аспекты аллелопатии (по работам Э.Л. Райса, Д. Гайича, Г.Ф. Наумова, Г.К. Андросова

Список литературы

1. Березина, Н. А. Экология растений: учебное пособие [Текст] / Н. А. Березина, Н. Б. Афанасьева. – М : Издательский центр «Академия», 2009. – 400 с.
2. Афанасьева, Н. Б. Ботаника. Экология растений в 2 ч. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата и магистратуры / Н. Б. Афанасьева, Н. А. Березина. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.— ЭБС «ЮРАЙТ».- Режим доступа:<https://biblio-online.ru/search?query=2.%09Афанасьева%2С+Н.+Б.+Ботаника.+Экология+растений>+
3. Афанасьева, Н. Б. Ботаника. Экология растений в 2 ч. Часть 2[Электронный ресурс] : учебник для бакалавриата и магистратуры / Н. Б. Афанасьева, Н. А. Березина. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — ЭБС «ЮРАЙТ». - Режим доступа:<https://biblio-online.ru/search?query=2.%09Афанасьева%2С+Н.+Б.+Ботаника.+Экология+растений>+
4. Матвеев Н.М. Аллелопатия как фактор экологической среды. [Текст] / Н.М. Матвеев Самара: Кн. изд-во, 1994. 206 с
5. Райс, Элрой Л. Аллелопатия [Текст] / Пер. с англ. под ред. А.М. Гродзинского. - Москва : Мир, 1978. - 392 с.
6. Гродзинский А.М. Аллелопатическое почвоутомление [Текст] / А. М. Гродзинский и др. Киев: Наукова думка, 1979. 248 с.