

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

Е. В. Батанина

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В АГРОЭКОЛОГИИ

Направление подготовки: 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение»

Методические указания для учебной практики

Электронное издание

Красноярск 2019

Рецензент

Н.А. Мистратова, канд. с.-х. наук,
доц. каф. растениеводства, селекции и семеноводства

Батанина, Е. В.

Биологические методы в агроэкологии [Электронный ресурс]: методические указания по учебной практике / Е. В. Батанина; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2019. – 42 с.

Представлены общие положения и содержание (практические задания) учебной практики, структура и требования к оформлению отчета, учебно-методическое обеспечение практики.

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение».

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского государственного аграрного университета

© Батанина Е. В., 2019

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИКИ	6
1.1. Структура и содержание учебной практики	8
1.2. Перечень материалов и оборудования, необходимых для проведения практики	8
1.3. Техника безопасности при работе в полевых условиях	8
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ	9
2.1. Полевые маршруты	9
2.2. Распорядок дня	10
2.3. Методы биоиндикации и биотестирования	10
2.4. Работа «Оценка токсичности проб почвы методом биотестирования»	13
2.5. Работа «Оценка загрязнения почвы грибной микрофлорой»	15
2.6. Работа «Оценка токсичности почвы с использованием инфузории-туфельки как тест объекта»	17
2.7. Работа «Оценка кислотности почв с использованием растений-индикаторов»	20
2.8. Оформление гербария «Растения-индикаторы»	23
2.9. Статистическая обработка данных	26
2.10. Отчетность по полевой учебной практике	32
2.11. Вопросы для подготовки к защите отчета по практике	33
2.12. Критерии оценивания защиты и оформления отчета (зачет) ...	35
ЛИТЕРАТУРА	39
Приложение А.....	41

ВВЕДЕНИЕ

Учебная практика «Биологические методы в агроэкологии» является частью освоения соответствующей дисциплины, представленной в учебном плане подготовки бакалавров по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», профиль «Агроэкология».

Практика проводится в течение полутора недель и составляет 72 ч (2 зачетные единицы), в том числе контактная 48 ч и самостоятельная 24 ч. Контрольной формой аттестации является зачет, включающий составление и защиту отчета.

Способ проведения практики – стационарная практика.

Форма проведения – дискретно, по видам практик – путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения каждого вида (совокупности видов) практики.

Основой для освоения учебной практики являются знания, умения и навыки, получаемые в процессе изучения дисциплин ОПОП по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», профиль «Агроэкология»: «Биологические методы в агроэкологии», «Ботаника», «Введение в профессиональную деятельность». В ходе прохождения учебной практики «Биологические методы в агроэкологии» обучающийся использует понятия, методы и подходы данных дисциплин в оценке состояния экологических систем.

Цели учебной практики – сформировать практические навыки изучения биологических объектов в среде обитания, проведения экспериментальных работ с использованием живых организмов в области агроэкологии.

В результате прохождения данной практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

– готовность к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности (ОПК-5).

Задачи практики:

1. Освоить практические методы изучения видов-биоиндикаторов.
2. Отработать практические методы выделения микроорганизмов из различных сред.
3. Привить навыки проведения биотестирования среды.
4. Показать влияние экологических факторов на структуру и жизнедеятельность агроценозов.
5. Сформировать системный взгляд на природу как на единство живых организмов и неорганической среды.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать

- понятие об экологическом мониторинге;
- методы биотического анализа экосистем;
- компоненты агробиогеоценоза и характер взаимоотношений между ними;
- основные источники антропогенного загрязнения окружающей среды, виды и закономерности миграции и трансформации загрязняющих веществ в природных средах;
- методы работы с живыми организмами;

уметь

- решать задачи, связанные с процессами загрязнения окружающей среды;
- прогнозировать возможные пути миграции и трансформации химических соединений в объектах окружающей среды, их воздействие на экосистемы;

владеть

- методами химического и биоэкологического анализа природных сред;
- оценки степени антропогенного изменения объектов окружающей среды;
- проведения экспериментальных исследований по заданной методике;
- обработки результатов эксперимента;
- подготовки отчета о выполненной работе.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИКИ

В начале практики студенты знакомятся с задачами практики, правилами техники безопасности при проведении полевых работ, методикой полевых почвенных исследований.

В первый день практики студенческая группа делится на бригады по 5–6 человек, которые получают от преподавателя указания по объему работ и порядку контроля выполненных работ.

Основу учебной практики «Биологические методы в агроэкологии» составляют экскурсии (отбор образцов почвы и растений) и работа в лаборатории. Практика проводится в окрестностях микрорайона Ветлужанка г. Красноярска и в лаборатории экологических исследований (ауд. 4-11).

1.1. Структура и содержание учебной практики

Таблица 1 – Распределение трудоемкости учебной практики

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Зач. ед.	час.	По семестрам
			№ 2
Общая трудоемкость учебной практики	2,0	72	72
Контактная работа и другие виды работ	1,3	48	48
Самостоятельная работа (СРС), в том числе подготовка к зачету	0,7	24	24
Вид контроля	Зачет		

Таблица 2 – Тематический план практики

Раздел практики	Всего часов	В том числе		Форма контроля
		Контактная работа	СРС	
Раздел 1. Подготовительный этап	12	6	6	Зачет
Раздел 2. Биологические методы (биотестирование) оценки состояния почвы	24	18	6	Зачет
Раздел 3. Биологические методы (биоиндикация) оценки состояния почвы	18	12	6	Зачет
Раздел 4. Отчетный этап	18	12	6	Зачет
Итого	72	48	24	

Таблица 3 – Содержание практики

Вид учебной работы	Трудо- емкость, час	Форма контроля
Раздел 1. Подготовительный этап		
1. Инструктаж по ТБ. Введение в полевые методы исследования. 2. Выделение основных этапов исследования живых организмов. 3. Ознакомление с основными методиками биомониторинга. 4. Подготовка оборудования	6	Отчет
Раздел 2. Биологические методы (биотестирование) оценки состояния почвы		
5. Работа «Оценка токсичности проб почвы методом биотестирования» Этапы: экскурсия на поле, закладка опыта для оценки загрязнения почвы, оформление дневника	6	Отчет
6. Работа «Оценка загрязнения почвы грибной микрофлорой» Этапы: посев микроорганизмов, оформление дневника	6	Отчет
7. Работа «Оценка токсичности почвы с использованием инфузории-туфельки как тест-объекта» Этапы: проведение биотеста, оформление дневника	6	Отчет
Раздел 3. Биологические методы (биоиндикация) оценки состояния почвы		
8. Работа «Оценка кислотности почв с использованием растений-индикаторов» Этапы: экскурсия, оформление дневника	6	Отчет
9. Оформление гербария «Растения-индикаторы»	6	Отчет
Раздел 4. Отчетный этап		
10. Статистическая обработка данных	6	Отчет
11. Подготовка и защита отчета	6	Отчет
Итого	48	

Таблица 4 – Самостоятельная работа обучающихся в период практики

Содержание учебной практики	Всего часов
1. Работа с литературой	12
2. Подготовка отчета	12
Итого	24

1.2. Перечень материалов и оборудования, необходимых для проведения практики

Для проведения полевых почвенных исследований каждая бригада должна получить на кафедре следующее оборудование:

- 1) лопату/совок;
- 2) почвенный нож;
- 3) почвенные мешочки;
- 4) папку для гербария.

Студенты должны иметь при себе:

- 1) тетрадь или блокнот в твердой обложке для ведения полевого дневника;
- 2) карандаши простые (1–2) и цветные (набор, можно заменить фломастерами);
- 3) рюкзак или сумку для образцов.

Для проведения практики в лаборатории необходимо следующее оборудование: полиэтиленовые пакеты, чашки Петри, фильтровальная бумага, писчая бумага, калька, ножницы, линейки, восковые карандаши, цветные карандаши или фломастеры, семена тест-культур (кресс-салат, пшеница), пипетки, колбы, воронки, спиртовки, микробиологическая петля, предметные и покровные стекла, бинокляр, питательная среда, гербарная папка, культура инфузорий-туфельек, дистиллированная вода, сито, часы.

Растительные материалы отбираются студентами в ходе прохождения практики под контролем преподавателя.

1.3. Техника безопасности при работе в полевых условиях

До проведения практики (в течение учебного года) студенты должны сделать противоэнцефалитные прививки либо приобрести страховки «Антиклещ». Студенты, не имеющие противоэнцефалитных прививок или страховок, к практике не допускаются. Не допускаются до практики и студенты, явившиеся без удобной для работы в поле одежды и обуви. Во время практики студенты должны строго соблюдать правила техники безопасности. С интервалом 1,0–1,5 мин осматривать себя и друг друга во избежание укусов клещами.

Требования к одежде и полевому снаряжению. Одежда должна соответствовать сезону и погодным условиям. В жаркое время не рекомендуется носить одежду из синтетических материалов. Необходимо иметь головной убор (панаму, шляпу, платок и т. д.). На ногах должна быть удобная обувь. В холодную и ветреную погоду нужно иметь теплые вещи, не стесняющие движений (штормовка, свитер и

др.). В сырую погоду или во время работы в местах с избыточным увлажнением лучше работать в сапогах.

Требования к безопасности во время работы. Переносить лопаты следует только в вертикальном положении заостренной частью вниз, не передавать их друг другу броском, не направлять заостренной частью на себя и своих товарищей. Острые предметы при переносе должны быть безопасно упакованы. При перевозе лопаты в общественном транспорте заостренную часть необходимо оборачивать тканью или полиэтиленом.

Очистку почвы от посторонних предметов (камней, осколков стекла и проч.) производить только с помощью лопат и другого инвентаря. При работе с острыми предметами (лопатками, ножами) следует проявлять осторожность.

В сырую погоду нельзя садиться на влажную почву.

Во время проведения экскурсий необходимо помнить об охране природы. Собирать растения для гербаризации необходимо только по заданию руководителя. Нельзя без разрешения руководителя собирать растения на газонах. Запрещается разводить костры в лесу, особенно в сухую и ветреную погоду.

Нужно иметь с собой питьевую воду и не пользоваться непроверенными источниками воды, не употреблять невымытые и незнакомые корнеплоды и ягоды.

Необходимо иметь репелленты (средства защиты от кровососущих насекомых).

При укусе ядовитыми пресмыкающимися, получении травмы необходимо немедленно оказать первую помощь пострадавшему, отправить его в ближайшее лечебное учреждение и сообщить об этом администрации университета.

Ежедневно после окончания работы необходимо проверить по списку присутствие студентов.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКИ

2.1. Полевые маршруты

Полевая практика проводится в окрестностях района Ветлужанка. Для проведения учебной практики используется материал, собранный на прилегающей территории ИАЭТ, лабораторные исследования проводятся в лаборатории кафедры экологии и естествознания (ауд. 4-11).

2.2. Распорядок дня

Каждый день учебной практики предполагает полевые или лабораторные исследования. Студенты в тетради для заметок во время экскурсий ведут записи, в которых указывают местоположение, погоду, краткое описание и характеристику биогеоценоза. Описание может сопровождаться схемами и зарисовками. Все эти материалы переносятся в полевой дневник.

После завершения экскурсии в лаборатории производят консервацию или подготовку отобранных образцов для дальнейших исследований. Если это предусмотрено планом – закладываются опыты. В этот же день результаты работы обсуждаются в аудитории, и осуществляется планирование исследований на следующий день исследований.

2.3. Методы биоиндикации и биотестирования

Биоиндикация – это метод обнаружения и оценки воздействия абиотических и биотических факторов на живые организмы при помощи биологических систем.

В основу метода биоиндикации положена зависимость живых организмов от условий окружающей среды. Обычно живые организмы в той или иной степени реагируют на изменения окружающей среды, но в ряде случаев это нельзя выявить физическими или химическими методами, так как разрешающие возможности приборов или химических анализов ограничены. Этими методами может быть обнаружен, например, эффект биологического накопления отдельных токсических веществ в организмах растений и животных. Чувствительные же организмы-биоиндикаторы реагируют не только на малые дозы экологического фактора, но и дают адекватную реакцию на воздействие комплекса факторов, выявляя синергизм, эмерджентность, ингибирование.

Биотестирование позволяет получить интегральную токсикологическую характеристику природных сред независимо от состава загрязняющих веществ. Главная задача, решаемая биотестированием, – это получение быстрого ответа, есть или нет токсичность изучаемого субстрата.

Фитотестирование – это метод биологического тестирования, при котором в качестве тест-объектов используются растения.

Зоотестирование – это метод биологического тестирования, при котором в качестве тест-объектов используются животные организмы.

Цель работы: при помощи методов биологической оценки определить степень токсичности субстратов в зависимости от уровня антропогенной нагрузки.

Данный метод биологической оценки субстратов или растворов применяется в двух вариантах:

1. *Выращивание растений на субстратах, токсичность которых надо оценить (почва или вода).*

2. *Полив проростков испытуемыми растворами (вытяжка из почвы или сточные воды различных предприятий) с той или иной степенью их концентрации и очистки.*

При исследовании применяют семена различных тест-растений: пшеницы, ячменя, кресс-салата, редиса и др. В связи с длительностью выращивания большинства тест-растений закладку опытов с их применением следует производить в начале практики, а обработку результатов в ее завершении.

1. Выращивание растений на испытуемом субстрате

Оборудование и материалы

А. Для испытания твердых субстратов: 1) пластмассовые стаканчики; 2) пинцеты; 3) трубочки для полива; 4) пленка; 5) испытуемый объект; 6) ростки тест-растений.

Б. Для испытания воды или других жидкий субстратов (например вытяжки из почвы): 1) кюветы (в качестве небольших пластмассовых кювет можно использовать четырехугольные пластиковые емкости); 2) пластмассовые крышки к кюветам с отверстиями; 3) пинцеты; 4) ростки тест-растений.

А. Испытание твердых субстратов (почва, измельченный торф)

Ход работы. Субстрат закладывают в стаканчики, увлажняют одинаковым количеством воды. Семена тест-растений предварительно намачивают в отстоянной водопроводной воде, раскладывают на два слоя фильтровальной бумаги в большую кювету, помещают в термостат для проращивания при температуре +25...+26 °С. Когда длина coleoptилей достигнет 10–15 мм и появятся корни, ростки разделяют на фракции по длине и рассаживают по 10 растений каждой фракции в стаканчики на испытуемый субстрат. Контроль – субстрат, взятый в относительно чистой зоне. Полив производят через трубочку отстоянной и очищенной водопроводной водой.

Когда ростки достигнут длины 6–10 см (через 1–2 недели), производят их измерение и взвешивание. Ростки разделяют на части (надземная часть и корни) и каждую часть измеряют и взвешивают отдельно.

Б. Испытание воды и других жидких субстратов (вытяжка из почвы, осадки, растворы гербицидов и др.)

Ход работы. Вода может использоваться в том виде, в котором она содержится в водоеме или сконцентрирована упариванием, а сточная вода предприятий может быть разбавлена.

Воду наливают в кювету, в крышке которой просверливают отверстия чуть меньше испытываемых семян. Крышка должна слегка касаться воды.

В отверстия вставляют проросшие ростки так, чтобы их корни достигали воды, и выращивают до длины 6–10 см. Контролем служит отстоянная и очищенная водопроводная вода. По мере использования ростками воды ее следует подливать. После того, как ростки вырастут, их вынимают из воды, обсушивают фильтровальной бумагой, определяют длину и массу отдельно надземной части и корневой системы.

Обработка результатов: результаты проведенных исследований выражают в процентах по отношению к контролю, принятому за 100 %. Строят диаграммы биотестовых испытаний.

2. Метод полива растений проростков тест-растений испытываемой загрязненной водой

Оборудование и материалы: 1) стаканчики; 2) кюветы; 3) фильтровальная бумага; 4) промытый и прокаленный песок; 5) проростки тест-растений (пшеницы, овса и др.).

Ход работы. В стаканчики загружают одинаковое количество промытого и прокаленного песка, в который высаживают по 10 одинаковых проростков тест-растений. Песок поливают сверху одинаковым количеством испытываемой воды. Повторность – трехкратная. Контроль – полив отстоянной и очищенной водопроводной водой.

После достижения ростками высоты 8–10 см их выкапывают, обсушивают фильтровальной бумагой, разделяют бритвой на части (стебель, корни), измеряют и взвешивают.

Обработка результатов: результаты проведенных исследований выражают в процентах по отношению к контролю, принятому за 100 %. Строят диаграммы биотестовых испытаний.

2.4. Работа «Оценка токсичности проб почвы методом биотестирования»

Кресс-салат – однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме того, побеги и корни этого растения под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, а также числа и массы семян).

Цель работы: оценить степень загрязнения почвы исследуемого агроценоза.

Материалы и оборудование: чашки Петри, фильтровальная бумага, дистиллированная вода, семена кресс-салата, восковой карандаш, линейка.

Ход работы: Чашку Петри заполняют до половины исследуемым субстратом (почвой, илом). В другую чашку кладут такой же объем заведомо чистого субстрата, который будет служить в качестве контроля по отношению к исследуемому материалу. Субстрат во всех чашках увлажняют одним и тем же количеством дистиллированной воды до появления признаков насыщения. В каждую чашку на поверхность субстрата укладывают по 50 семян кресс-салата (рис. 1). Расстояние между соседними семенами должно быть по возможности одинаковыми. Покрывают семена такими же субстратами, насыпая их почти до краев чашек, и аккуратно разравнивают поверхность. Увлажняют верхние слои субстратов до влажности нижних. В течение нескольких дней наблюдают за прорастанием семян, поддерживая влажность субстратов примерно на одном уровне.

Каждый вариант провести в трех повторностях. Результаты наблюдений занести в таблицу 5.

В зависимости от результатов опыта субстратам присваивают один из четырех уровней загрязнения:

1. *Загрязнение отсутствует* – всхожесть семян достигает 90–100 %, всходы дружные, проростки крепкие ровные. Эти признаки характерны для контроля, с которым следует сравнивать опытный образец.

2. Слабое загрязнение – 60–90 %. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные.

3. Среднее загрязнение – всхожесть 20–60 %. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства.

4. Сильное загрязнение – всхожесть семян очень слабая (менее 20 %). Проростки мелкие и уродливые.

Таблица 5 – Всхожесть семян кресс-салата

Исследуемый субстрат	Число проросших семян, %				
	3 сутки	4 сутки	5 сутки	...	15 сутки
Опыт 1.1					
Опыт 1.2					
Опыт 1.3					
Опыт 2.1					
...					
Контроль					

При проведении опытов следует учитывать, что большое значение на всхожесть семян и качество проростков оказывает водно-воздушный режим и плодородие субстрата. Поэтому в качестве субстрата для контроля следует брать почву того же типа, что и для опытов.

Кроме загрязнения почвы, на кресс-салат оказывает влияние состояние воздушной среды. Газообразные выбросы автомобилей вызывают морфологические отклонения от нормы у проростков кресс-салата, в частности отчетливо уменьшая их длину.



Рисунок 1 – Кресс-салат – биотест на загрязнение почвы

С помощью однофакторного дисперсионного анализа проанализируйте полученные результаты (см. п. 2.9 «Статистическая обработка данных»).

2.5. Работа «Оценка загрязнения почвы грибной микрофлорой»

Микрофлора почвы включает все известные группы микроорганизмов: споровые и споронеобразующие бактерии, актиномицеты, грибы, спирохеты, архебактерии, простейшие, синезеленые водоросли, микоплазмы и вирусы. В 1 г почвы насчитывается до 6 млрд микробных тел. На качественный и количественный состав микрофлоры почвы влияет тип почвы, ее плодородие, влажность, аэрация и физико-химические свойства. На микробиоценоз почвы существенно влияет деятельность человека: обработка почвы, внесение удобрений, мелиорация, загрязнение отходами производств.

Некоторые патогенные микроорганизмы в зависимости от экологических особенностей вегетируют в почве, и почва для них является естественным местом обитания. Другая группа, в том числе и споронеобразующие, длительно сохраняется в почве определенного физико-химического состава, где при благоприятном температурно-влажностном режиме размножается. К третьей группе относятся возбудители хламидиозов, риккетсии, вирусы и особо прихотливые бактерии. Они быстро отмирают в почве.

Обеззараживающая способность разных почв неодинакова, и подчас почва может служить благоприятным субстратом для патогенных микроорганизмов (рис. 2). Почва как субстрат, состоящий из твердой фазы и воды, служит естественным местом обитания для возбудителей многих заразных болезней.

Цель работы: оценить степень загрязнения почвы исследуемого агроценоза грибной микрофлорой.

Материалы и оборудование: чашки Петри, пипетки, колбы, спиртовка, восковой карандаш, микробиологическая петля, предметные и покровные стекла, бинокляр, фильтровальная бумага, питательная среда (агар Чапика).

Ход работы: метод высева на твердые питательные среды (чашечный метод). Сущность метода заключается в высеве определенного объема исследуемой суспензии микроорганизмов на плотную среду в чашки Петри и последующем подсчете выросших колоний.

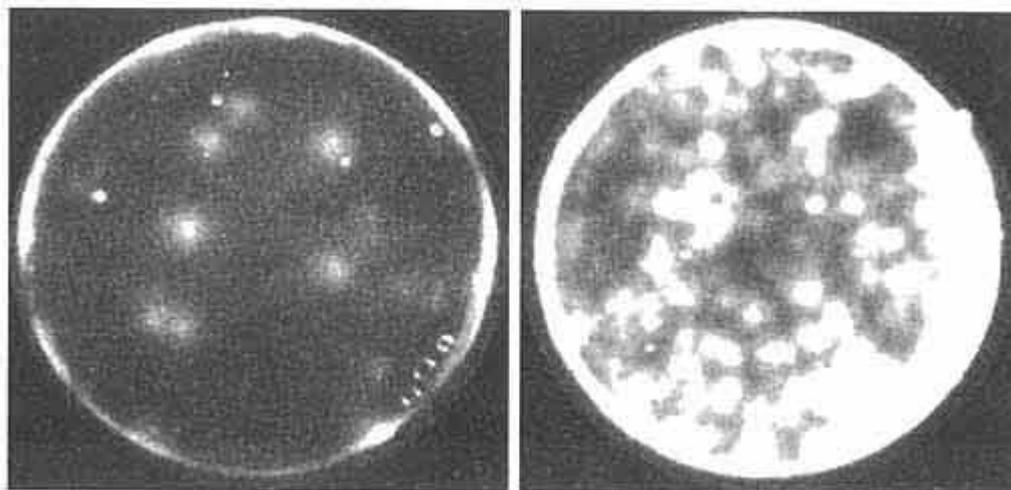


Рисунок 2 – Колонии грибов в чашках Петри

Работа этим методом включает три этапа:

1. *Приготовление разведений.* Чтобы получить изолированные колонии, почву разводят в стерильной водопроводной воде, пользуясь постоянным коэффициентом разведения 10. Таким образом, получают серию разведений, в которой концентрации клеток образуют геометрическую прогрессию. Разведения производят следующим образом: 10 г почвы вносят в 100 мл стерильной воды в колбе и размешивают в течение 3 мин. Полученная суспензия представляет собой разведение 1:10 (1 разведение). После отстаивания почвенной болтушки в течение 1 мин стерильной пипеткой берут 1 мл этой почвенной суспензии и вносят в 10 мл стерильной воды в пробирку № 1, получая при этом разведение исходного субстрата 1:100 (2 разведение). После размешивания (барботации) берут 1 мл почвенной суспензии из пробирки № 1 и вносят в пробирку № 2. Далее аналогичным образом готовят необходимое количество разведений. Пипетку меняют при каждой новой концентрации почвенной суспензии.

2. *Посев в чашки.* При глубинном способе посева 1 мл разведенной суспензии вносят стерильной пипеткой в стерильную чашку Петри. Затем, осторожно приоткрыв под углом крышку, заливают дно чашки 20 мл расплавленной и охлажденной до 45 °С агаризованной среды Чапека. Крышку чашки закрывают и тщательно перемешивают питательную среду с посевным материалом, после чего чашки оставляют на горизонтальной поверхности до застывания агара. После посева чашки и пробирки подписать с указанием степени разведения, группы, фамилии студента, а также даты посева. Засеянные чашки Петри помещают в термостат крышками вниз.

3. *Подсчет выросших колоний.* После инкубации, исходя из числа чашек, в которых наблюдался или отсутствовал рост, рассчитывают число клеток, содержащихся в 1 г исходного субстрата.

2.6. Работа «Оценка токсичности почвы с использованием инфузории-туфельки как тест объекта»

С одной стороны, простейшие очень хорошо приспосабливаются к изменениям, иначе они не смогли бы выжить в меняющемся мире. С другой стороны, каждый отдельный организм очень тонко чувствует изменения среды, поэтому их можно использовать в биологических исследованиях безопасности почвы, природных и сточных вод. Такие исследования называют биотестами. Токсичность – степень проявления вредного действия разнообразных химических соединений и их смесей, один из важных факторов, определяющих качество среды, достаточно информативный, существенно дополняющий представление о степени опасности или безопасности объектов при их использовании, являющийся необходимой составной частью комплексной системы контроля при стандартном анализе.

Биотестирование – это оценка реакции тест-организмов на ту или иную субстанцию. Биотестирование позволяет напрямую оценить опасность загрязнения донных отложений без проведения сложных химических анализов.

В качестве тест-организмов в экологии обычно используют живые организмы, в том числе и одноклеточные, поскольку проводить опыты с ними гораздо удобнее, чем с высшими животными. Лучше всего подходят инфузории. Их легко выращивать, и оценить результат несложно – достаточно сосчитать их до начала опыта и в конце. В экологических целях биотесты применяют и как отдельные методы, и в комплексных исследованиях. Биотесты также используют для оценки токсичности почвы, питьевой воды, кормов, лекарств, полимерных материалов и т.п.

Метод определения токсичности с помощью инфузорий (рис. 3) основан на способности тест-объектов реагировать на присутствие в пробах веществ, представляющих опасность для их жизнедеятельности, и направленно перемещаться по градиенту концентраций этих веществ (хемотаксическая реакция), избегая их вредного воздействия. Продолжительность биотестирования пробы на инфузориях – 1 час.

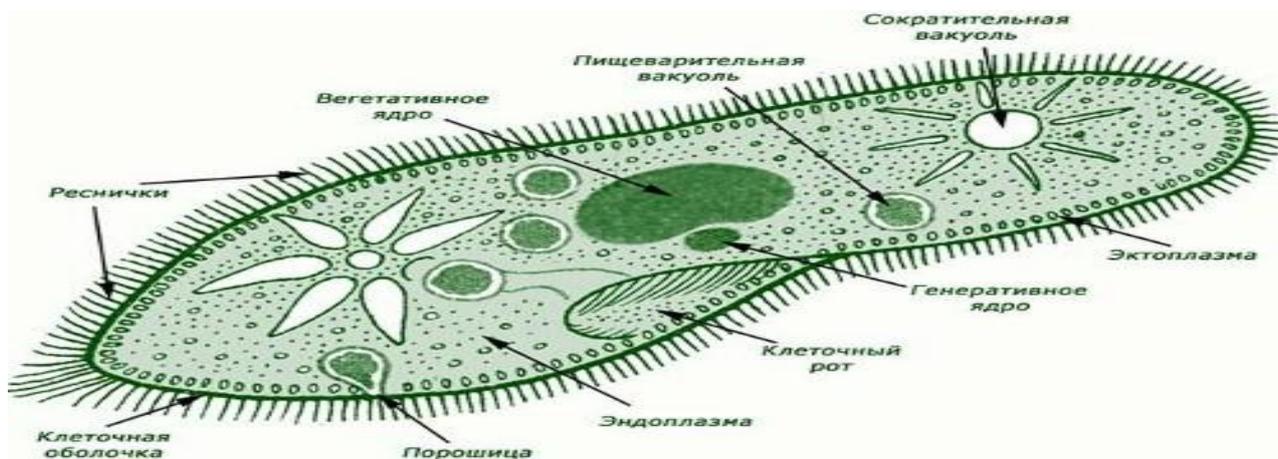


Рисунок 3 – Строение инфузории-туфельки

В большинстве методик биотестирования просто подсчитывают клетки до начала и в конце опыта. Как правило, это делают визуально под микроскопом. Затем подсчитывают индекс токсичности среды.

Индекс токсичности (ИТ) – достоверное количественное значение тест-параметра, на основании которого делается вывод о токсичности исследуемого объекта. Тест-параметром для используемого тест-объекта является выживаемость парameций.

Таблица 6 – Классификация токсичности фактора среды по величине индекса токсичности [Кабиров и др., 1997]

Класс токсичности	Величина индекса токсичности	Пояснение
VI стимуляция	$> 1,1$	Фактор оказывает стимулирующее воздействие на тест-объекты. Величина тест-функции в опыте превышает контрольные значения
V норма	0,91–1,1	Фактор не оказывает существенного влияния на развитие тест-объекта. Величина тест-функции находится на уровне контроля
IV низкая токсичность	0,71–0,9	Фактор не оказывает существенного влияния на развитие тест-объекта. Величина тест-функции находится на уровне контроля
III средняя токсичность	0,5–0,7	Разная степень снижения величины тест-функции в опыте по сравнению с контролем
II высокая токсичность	$< 0,5$	Разная степень снижения величины тест-функции в опыте по сравнению с контролем
I сверхвысокая токсичность, вызывающая гибель тест-объекта	Среда непригодна для жизни тест-объекта	Наблюдается гибель тест-объекта

Цель работы: определить токсичность почвы исследуемого агроценоза с помощью инфузории-туфельки в качестве тест-объекта.

Материалы и оборудование: чашки Петри, пипетки, микробиологическая петля, предметные стекла, бинокляр, культура инфузорий-туфелек, дистиллированная вода, сито, колбы, воронка, фильтровальная бумага, бинокляр, часы.

Ход работы: Приготовьте водную вытяжку из почвы и дистиллированной воды в трех повторностях. Поместите 20 г воздушно-сухой просеянной через сито почвенной смеси в колбу объемом 100 мл и залейте 50 мл дистиллированной воды. Встряхивайте 10–15 мин, отфильтруйте полученный почвенный раствор.

На предметное стекло поместите каплю 1 мл дистиллированной воды и микробиологической петлей введите в нее культуру инфузо-

рий. Пересчитайте организмы тест-объекта под биноклем, засеки-те время, периодически пересчитывая инфузорий в течение 1 ч или до момента высыхания капли. Полученный результат занесите в таблицу в графу «контроль». На чистое предметное стекло поместите каплю 1 мл профильтрованного почвенного раствора микробиологической петлей введите в нее культуру инфузорий. Пересчитайте организмы тест-объекта под биноклем, засеки-те время, периодически пере-считывая инфузорий в течении 1 часа или до момента высыхания ка-пли. Полученный результат занесите в таблицу 7 в графу «Опыт 1.1». Каждый опыт проведите в трех повторностях.

Подсчитайте индекс токсичности (ИТ) по формуле

$$ИТ = T_{оп} / T_{к},$$

где $T_{оп}$ – время выживания парameций в опыте;

$T_{к}$ – время выживания парameций в контроле.

Все полученные результаты занести в таблицу 7.

Таблица 7 – Класс токсичности почвы

Вариант	Время выживания парameций, с	Величина ИТ в опытах	Класс токсичности по [Кабилов и др., 1997]
Контроль			
Опыт 1.1			
Опыт ...			

2.7. Работа «Оценка кислотности почв с использованием растений-индикаторов»

Кислотность – одно из характерных свойств почвы лесной зоны. Повышенная кислотность отрицательно сказывается на росте и развитии ряда видов растений. Это происходит из-за появления в кислых почвах вредных для растений веществ, например растворимого алюминия или избытка марганца. Они нарушают углеводный и белковый обмен в растениях, задерживают образование генеративных органов и приводят к нарушению семенного размножения, а иногда вызывают гибель растений. Повышенная кислотность почв подавляет жизнедея-

тельность почвенных бактерий, участвующих в разложении органики и высвобождении питательных веществ, необходимых растениям.

В лабораторных условиях кислотность почв можно определить универсальной индикаторной бумагой, набором Алямовского, рН-метром, а в полевых условиях – при помощи растений-индикаторов. В процессе эволюции сформировались три группы растений: ацидофилы – растения кислых почв, нейтрофилы – обитатели нейтральных почв, базифилы – растут на щелочных почвах. Зная растения каждой группы, в полевых условиях можно приблизительно определить кислотность почвы.

Цель работы: оценить кислотность почвы исследуемого агроценоза с помощью растений-индикаторов.

Материалы и оборудование: гербарная папка.

Ход работы. Собирают несколько видов растений, типичных для данной местности для составления гербария (не менее 20). В лаборатории определяют кислотность исследуемых почвенных образцов, используя данные таблицы 8.

Таблица 8 – Растения-индикаторы кислотности почв

Группа	Биоиндикатор	рН почвы
1	2	3
1. Ацидофилы 1.1. Крайние ацидофилы	Сфагнум, зеленые мхи: гилокомиум, дикранум, плаун булавовидный, плаун годичный, плаун сплюснутый, ожика волосистая, пушица влагалищная, подбел многолистный, кошачья лапка, кассандра, цетрария, белоус, щучка дернистая, хвощ полевой, щавелек малый	3,0–4,5
1.2. Умеренные ацидофилы	Черника, брусника, багульник, калужница болотная, сушеница, лютик ядовитый, толокнянка, седмичник европейский, белозор болотный, фиалка собачья, сердечник луговой, вейник наземный	4,5–6,0
1.3. Слабые ацидофилы	Папоротник мужской, ветреница лютиковая, медуница неясная, зеленчук, колокольчик крапиволистный, колокольчик широколистный, бор развесистый, осока волосистая, осока ранняя, малина, смородина черная, вероника длиннолистная, горец змеиный, орляк, иван-да-марья, кисличка заячья	5,0–6,7

1	2	3
1.4.Ацидофильно-нейтральные	Зеленые мхи: гилокомиум, плеврозиум, ива козья	4,5–7,0
2.Нейтрофильные 2.1.Окололинейные	Сныть европейская, клубника зеленая, лисохвост луговой, клевер горный, клевер луговой, мыльнянка лекарственная, аистник цикутный, борщевик сибирский, цикорий, мятник луговой	6,0–7,3
2.2. Нейтрально-базифильные	Мать-и-мачеха, пупавка красильная, люцерна серповидная, келерия, осока мохнатая, лядвенец рогатый, гусиная лапка	6,7–7,8
2.3. Базифильные	Бузина сибирская, вяз шершавый	7,8–9,0

По результатам работы постройте подобную диаграмму (рис. 4).

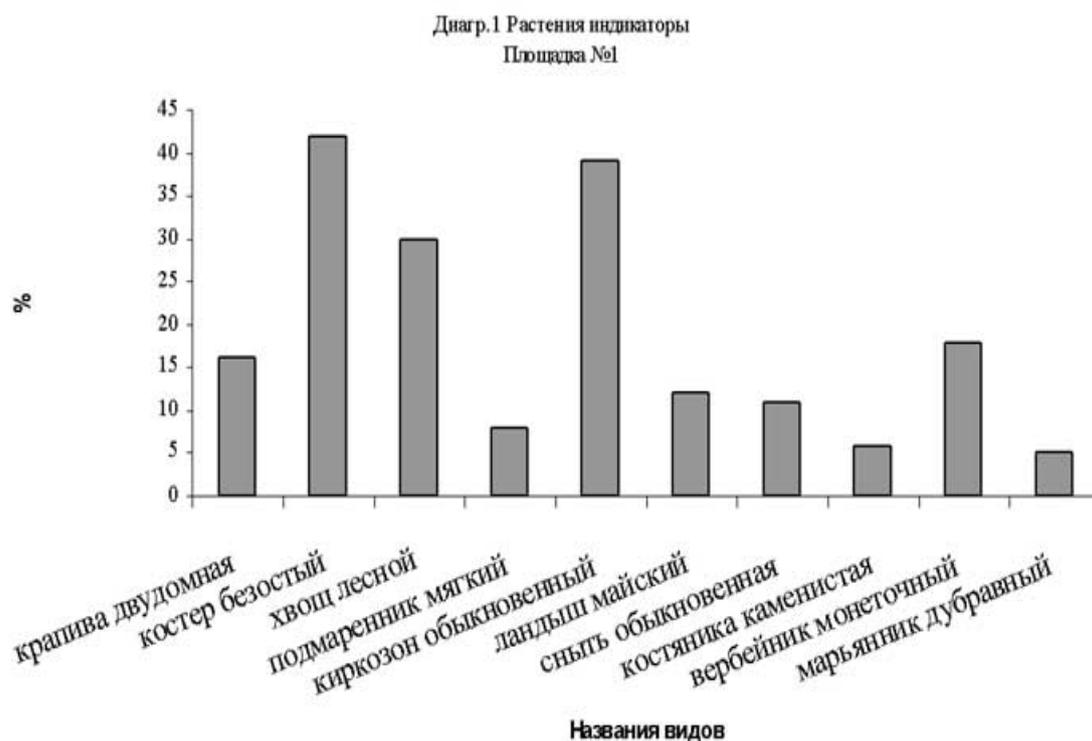


Рисунок 4 – Растения-индикаторы (площадка 1)

Оформите гербарий собранных растений.

2.8. Оформление гербария «Растения-индикаторы»

Материалы для оформления гербария. Бумага для монтировки растений должна быть достаточно плотной и иметь стандартный размер 42 × 28 см. Для прикрепления растений используется скотч. При использовании картона гербарные образцы можно пришивать нитками. Также нитками пришивают все утолщенные части растений (корневища, клубни, луковицы, ветви деревьев и кустарников и т. п.).

Выбор растений для гербаризации, сбор их и закладка в папку. Гербарий должен включать преимущественно представителей дикорастущей травянистой флоры.

Для флористического демонстрационного гербария нужно брать несколько экземпляров каждого вида, так как одно растение необходимо для определения, другое же может оказаться испорченным и т. д.

Не следует брать растения в количестве большем, чем это необходимо. Последнее касается редких, а также дикорастущих декоративных растений. Растения, включенные в «Красную книгу редких и исчезающих животных и растений РФ» и в региональные списки редких и исчезающих растений, собирать для гербария запрещается.

В качестве образцов берутся цветущие или плодоносящие растения. Крестоцветные, бобовые, зонтичные и некоторые сложноцветные без плодов иногда определить не удастся.

Осоки также можно определить только по плодоносящим экземплярам. Поэтому их следует собирать с плодами, еще не достигшими полной зрелости (зрелые плоды у осок при сушке осыпаются, и растения становятся непригодными для гербария). Образцы травянистых растений должны включать подземные органы: корни, корневища, луковицы и др. У двудомных растений подбираются экземпляры с мужскими и женскими цветками.

При сборе, как правило, не следует брать обломанные, угнетенные растения. Выкопав растение, нужно осторожно стряхнуть с него землю, а при глинистом грунте – по возможности его отмыть. Затем экземпляр укладывается во внутренние листы бумаги гербарной папки или (в дождливую погоду) в пластиковый мешочек. Обязательно ведется полевой этикетаж.

Полевые этикетки, их заполнение. Собранные образцы растений снабжаются полевыми этикетками, представляющими первичную документацию будущего гербария. На этикетке должно быть

указано, когда (год, число, месяц) и где собрано растение, при этом отмечается как местонахождение растения, так и местообитание растения, т. е. краткая характеристика условий произрастания. Кроме того, на полевой этикетке должна быть указана фамилия студента. При последующем оформлении гербария полевая этикетка заменяется на постоянную, форма которой будет приведена ниже.

Полевой этикетаж можно проводить и вкладывая в листы с собранными растениями кусочки бумаги с порядковым номером сбора. Все данные о времени и месте сбора заносятся под этим же номером в полевой дневник. При неправильном оформлении работа не будет зачтена преподавателем.

Укладка растения производится сразу же после его выкапывания. Если эту работу отложить, возникает очень большой риск быстрого увядания собранных растений, после чего аккуратно уложить образцы бывает очень трудно, а зачастую и невозможно.

Укладку свежесобранных растений надо производить так, чтобы и количество, и положение образцов на листе, по возможности, не изменялись вплоть до окончательной монтировки гербария. Небольшие растения одного вида помещаются по несколько штук во временный гербарный лист («рубашку»); крупные растения располагаются в нескольких листах.

Если же растение высокое, но не слишком мощное и ветвистое, стебель его следует сохранить полностью, не разрезая, а перегибая под острым углом так, чтобы все уместилось на одном листе (рис. 5).

Прессование и сушка растений. «Рубашки» с заложенными в них свежесобранными растениями укладывают, чередуя с прокладками, в пресс-сетку для сушки. Если при прощупывании пачки будущего гербария чувствуются бугры, впадины между ними следует заполнить смятой сушильной бумагой. После укладки очередного сбора в пресс-сетку она туго затягивается ремнями и помещается в какое-либо сухое и теплое место.

Будущий гербарий нужно регулярно переукладывать, т. е. менять отсыревшие прокладки на сухие, иначе растения быстро почернеют, заплесневеют. Первую переукладку гербария нужно провести не позднее чем через сутки после начала запрессовывания, а еще лучше первые 2–3 дня переукладывать растения дважды в сутки. В дальнейшем промежутки между переукладываниями можно удлинять в зависимости от состояния растений.

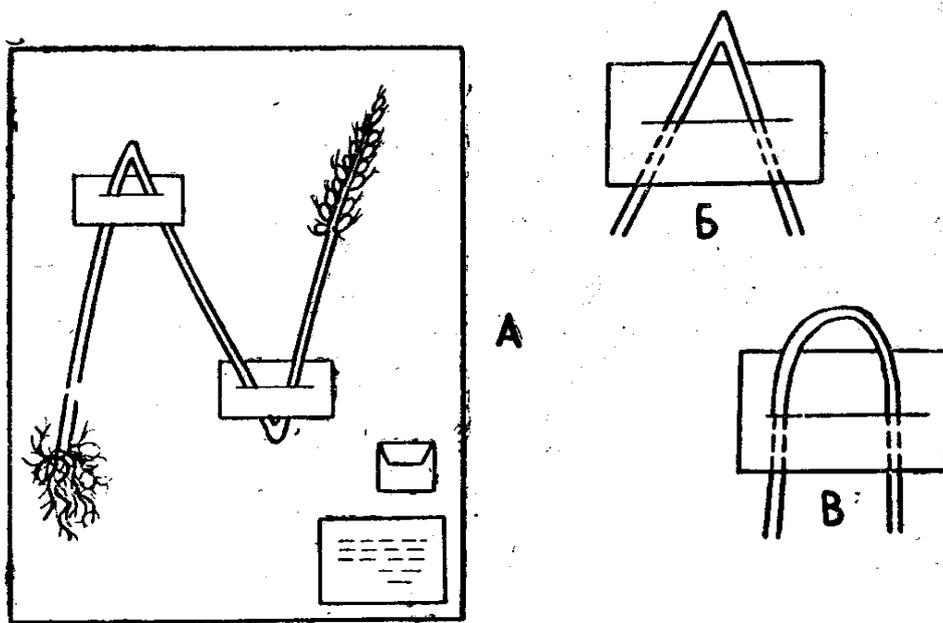


Рисунок 5 – Образец монтированного гербария: а – общий вид; б – правильное положение стебля; в – неправильное положение стебля при монтаже

При перекладке гербария меняются только прокладки; растения, как правило, до самой монтировки находятся в тех же «рубашках», в которые они были заложены при прессовании (чтобы не повредить еще не высохшие образцы).

Высушивание в пресс-сетках обычно занимает 5–10 дней. При использовании других приспособлений для прессования, например гербарных папок, фанеры и т. д., изложенная методика работы остается прежней, но перекладку растений нужно проводить чаще.

Сухими растения можно считать тогда, когда они не перегибаются, если их поднимать за корневую шейку. Высушенное растение, приложенное к губам, не вызывает ощущение холода.

Что касается сбора водяных растений (некоторые рдесты, роголистники, водяные лютики и т. д.), то их надо доставать из воды, предварительно расправив под поверхностью воды на глубине около одного сантиметра на листе плотной бумаги, и медленно поднимать из воды, начиная с одного края.

Колючие и жесткие растения прессуются перед сушкой между листами плотного картона или досками.

Оформление гербария. Высушенные образцы растений вынимают из «рубашек» и прикрепляют с помощью клейкой ленты к монтировочным листам. В правом нижнем углу монтировочного листа

помещается постоянная этикетка размером 12 × 6 см. Приведенный образец формы заполнения этикетки:

Fam. <i>Ranunculaceae</i> - Сем. Лютиковые	
<i>Ranunculus repens</i> L.	
Лютик ползучий	
г. Красноярск	
Территория в районе Ветлужанки	
луг	
	Собрал А.А. Иванов
	Определил А.А. Петров
июль 2009 г.	

Оформленные листы гербария сортируются по семействам, упаковываются в общую папку и в таком виде предъявляются преподавателю. На обложку папки приклеивается этикетка:

Гербарий фитоценоза луга
р-н Ветлужанка г. Красноярск, 2020 г.
Учебная практика по «Биологическим методам в агроэкологии»
Иванов А.А.
Институт агроэкологических технологий
группа А-31-19о

2.9. Статистическая обработка данных

Однофакторный дисперсионный анализ применяется для сравнения любого количества средних – от двух и выше. Он основан на сравнении дисперсии между выборочными средними (межгрупповая дисперсия) с дисперсией внутри выборок (внутригрупповая, или случайная дисперсия). Если межгрупповая дисперсия статистически значимо превосходит внутригрупповую, различия между средними признаются достоверными.

Ход статистической обработки с использованием программы Excel

Внести исходные данные в таблицу. Первая строка может содержать заголовки.

В меню «Сервис» выбрать пакет «Анализ данных», в котором отметить пункт «Однофакторный дисперсионный анализ». Если в первой строке имеются заголовки, необходимо установить «галочку» в поле «Метки в первой строке». Выделить интервал, содержащий

обрабатываемые данные. После того как входной интервал указан, нажать «ОК». На экране появятся результаты анализа.

В верхней части таблицы под заголовком «Итоги» приведены основные статистические данные об исследованных выборках: объем выборки, среднее, дисперсия.

В нижней части таблицы под заголовком «Дисперсионный анализ» приведены результаты дисперсионного анализа.

В столбце, озаглавленном «F», содержится главный результат дисперсионного анализа – критерий Фишера, равный отношению межгрупповой дисперсии к внутригрупповой. Он показывает, во сколько раз изменчивость, обусловленная фактором, превышает случайную изменчивость.

В столбце, озаглавленном «F критическое», содержится величина критерия Фишера, при которой различия между дисперсиями не могут быть признаны случайными. Если значение «F» превышает значение «F критическое» – различия между выборками являются достоверными.

В столбце, озаглавленном «P-значение», содержится величина уровня значимости. $P = X$ означает, что вероятность того, что наблюдаемое различие выборочных средних возникло случайно, составляет X (или $(X \cdot 100)\%$).

Можно также вычислить показатель силы влияния (ПВС) фактора. $PBC = SS_{\text{между группами}} / SS_{\text{итого}} \cdot 100\% = Y$.

Это означает, что наблюдаемые различия на Y % обусловлены спецификой действия фактора, а на $(100 - Y)$ % – случайными факторами.

При проведении исследований экологу приходится сталкиваться с двумя различными группами изучаемых признаков.

Первая группа – это *количественные признаки*. Количественные признаки могут быть измерены и выражены в числовом виде. Примеры количественных признаков – длина, ширина, объем, вес, рост и т. д.

Вторая группа – это *качественные признаки*. Качественные признаки, как правило, имеют только две степени проявления (есть – нет, семя взошло или погибло, окрас меха черный или серый, хромосомный набор нормальный или нет и т. д.). При анализе качественных признаков обычно имеют дело с процентами или долями. Примеры качественных признаков – всхожесть семян, процент здоровых растений, процент особей определенного пола, доля аномальных форм в

популяции, процент жизнеспособных пыльцевых зерен, доля водорослей определенной группы в фитопланктоне.

Почти все математические методы применимы как к количественным, так и к качественным признакам. Однако схемы вычислений для количественных и качественных признаков существенно различаются. Это необходимо учитывать при проведении математического анализа экспериментальных данных.

Очень часто биологу приходится решать задачи, связанные с измерением каких-либо показателей у некоторой группы объектов (высота деревьев в лесу, площадь листьев у растений, принадлежащих к данной популяции, размер плодов, урожайность сельскохозяйственных культур, численность микроорганизмов в водоеме и почве, содержание тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции и т. д.). Как правило, невозможно измерить интересующий исследователя показатель у всех изучаемых объектов. Обычно приходится выбирать некоторую часть объектов (группу деревьев, несколько делянок, несколько образцов сельскохозяйственной продукции и т. д.), проводить на них измерения, а полученные результаты распространять на все изучаемые объекты. Выбранная для исследования группа называется «выборка», а все объекты – «генеральная совокупность».

Одна из основных задач статистической обработки – *оценить параметры генеральной совокупности по ограниченному числу измерений, проведенных в выборке.*

Обработка результатов

Как правило, при анализе выборки исследователю необходимо определить два основных показателя: *среднее значение* и *разнообразие*.

Среднее значение, определенное по выборке, называется «*выборочное среднее*».

Выборочное среднее вычисляют по формуле

$$X_{\text{ср}} = \sum X_i / n ,$$

где $X_{\text{ср}}$ – выборочное среднее;

X_i – результаты отдельных наблюдений (измерений);

n – число наблюдений (объем выборки);

\sum – знак, означающий суммирование.

Показатели разнообразия в первую очередь необходимы для определения надежности статистических выводов.

Важнейший показатель разнообразия – это *среднее квадратичное отклонение*. Обычно его обозначают σ .

Среднее квадратичное отклонение характеризует *разброс данных относительно среднего*. Для вычисления среднего квадратичного отклонения используют формулу

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_{\text{cp}} - X_i)^2}{n - 1}},$$

где X_{cp} – выборочное среднее;

X_i – результаты отдельных наблюдений (измерений);

n – число наблюдений;

\sum – знак, означающий суммирование.

Разница между результатами измерений и действительно существующими значениями измеряемой величины называется *погрешностью*, или *ошибкой*.

Ошибка среднего (m_x), рассчитывается по формуле

$$m_x = \sigma / \sqrt{n},$$

где σ – среднее квадратичное отклонение;

n – объем выборки.

Следующим расчетным показателем разнообразия является *коэффициент вариации (KB или CV)*.

Коэффициент вариации равен выраженному в процентах отношению дисперсии к среднему:

$$\text{KB} = 100 \% \cdot S_x / X_{\text{cp}}.$$

Коэффициент вариации особенно полезен, если необходимо *сравнить изменчивость разных признаков*. Например, какой признак в популяции варьирует сильнее – масса плодов, площадь листьев или число семян.

Вслед за вычислением среднего значения выборки следует определить среднее всей генеральной совокупности. В большинстве случаев невозможно по выборке узнать точное значение среднего для

генеральной совокупности. Однако можно установить, что среднее лежит в некоторых пределах.

Эти пределы называются «*доверительным интервалом*» или «*доверительными границами*».

Пример

Среднее значение содержания нитратов лежит в пределах [9,6 ... 10,6] или среднее значение содержания нитратов = $10,1 \pm 0,5$.

Доверительные границы вычисляются по формуле

$$d = m \cdot t,$$

где m – это «*ошибка среднего*»;

t – *коэффициент Стьюдента*.

t находят из таблицы для заданного n и заданного уровня значимости.

Например, при числе наблюдений (объеме выборки) $n = 10$ табличные значения коэффициента Стьюдента будут равны (с точностью до десятых):

$$t_{0.05} = 2,3, \quad t_{0.01} = 3,3, \quad t_{0.001} = 4,8.$$

Таким образом, если для вычисления доверительных границ используется $t = 2,3$, то вероятность ошибки составит 5 %, если используется $t = 3,3$ – вероятность ошибки составит 1 %, если используется $t = 4,8$ – вероятность ошибки составит 0,1 %.

Следующий расчетный показатель – коэффициент корреляции.

Корреляционный анализ предназначен для определения тесноты и направленности связи между изучаемыми признаками в случае, если предполагаемая связь носит *линейный характер*.

Основным показателем, характеризующим тесноту и направленность связи, является *коэффициент корреляции* (r). Он может варьировать от -1 до $+1$:

$r = +1$ – между признаками существует прямая связь;

$r = -1$ – между признаками существует обратная связь;

$r = 0$ – связь между признаками отсутствует.

Таблица 9 – Табличные значения критерия Стьюдента для расчета доверительных интервалов и проверки достоверности различия средних

Объем выборки (n)	Число степеней свободы (n – 1)	Значения критерия Стьюдента		
		t _{0.05}	t _{0.01}	t _{0.001}
2	1	12,71	63,66	636,62
3	2	4,30	9,92	31,60
4	3	3,18	5,84	12,92
5	4	2,78	4,60	8,61
6	5	2,57	4,03	6,87
7	6	2,45	3,71	5,96
8	7	2,36	3,50	5,41
9	8	2,31	3,36	5,04
10	9	2,26	3,25	4,78
11	10	2,23	3,17	4,59
12	11	2,20	3,11	4,44
13	12	2,18	3,05	4,32
14	13	2,16	3,01	4,22
15	14	2,14	2,98	4,14
16	15	2,13	2,95	4,07
17	16	2,12	2,92	4,02
18	17	2,11	2,90	3,97
19	18	2,10	2,88	3,92
20	19	2,09	2,86	3,88
21	20	2,09	2,85	3,85
22	21	2,08	2,83	3,82
23	22	2,07	2,82	3,79
24	23	2,07	2,81	3,77
25	24	2,06	2,80	3,75
26	25	2,06	2,79	3,73
27	26	2,06	2,78	3,71
28	27	2,05	2,77	3,69
29	28	2,05	2,76	3,67
30	29	2,05	2,76	3,66

На практике коэффициент корреляции очень редко бывает равен +1 или –1. В биологических исследованиях часто используют следующую (условную) классификацию:

$|r| \geq 0,75$ – сильная связь;

$0,75 > |r| \geq 0,5$ – умеренная связь;

$0,5 > |r| \geq 0,25$ – слабая связь.

Расчет коэффициента корреляции производят по формуле

$$r = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{\sqrt{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \cdot \sqrt{n \cdot \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}},$$

где n – объем выборки;

x_i – признак 1;

y_i – признак 2.

2.10. Отчетность по полевой учебной практике

По окончании прохождения полевой учебной практики «Биологические методы в агроэкологии» каждый студент должен представить преподавателю гербарий, полевой дневник и отчет по практике.

Гербарий должен быть оформлен в соответствии с требованиями работы «Оформление гербария "Растения-индикаторы"» и состоять из 15–20 образцов растений представителей дикорастущей травянистой флоры.

Дневник практики оформляется в свободной форме рукописным текстом в ученической тетради или блокноте. Допустимы записи карандашом. В нем ежедневно прописываются дата, место практики, проводимые работы и полученные результаты. На основе дневника практики обучающимся готовится отчет.

Отчет является формой работы, позволяющей обучающемуся обобщить свои знания, умения и навыки, приобретенные за время прохождения учебной практики. Цель составления отчета – осознать и зафиксировать профессиональные компетенции, приобретенные обучающимся в результате освоения теоретических курсов и полученные им при прохождении практики.

Отчет по практике составляется в соответствии с программой практики и дополнительными, индивидуальными заданиями руководителя практики.

Требования к оформлению текста отчета.

Формат документа – А4 (размер общепринятого «стандартного листа»). Применяются отступы: слева – 25 мм, справа, сверху и снизу – 20 мм, ориентация документа – книжная, прошивается документ как

обычно – слева. Шрифт – Times New Roman, размер 14-й, установленный цвет – в режиме Авто (приложение А).

В отчете освещаются следующие вопросы:

- цели и задачи работ (исследований);
- методы исследований;
- краткое заключение о содержании и выполнении индивидуального задания.

Отчет по практике готовится индивидуально. Объем отчета должен составлять 10–15 страниц, структура отчета включает **следующие разделы:**

Введение (цель и задачи практики).

1. Актуальность темы.
2. Литературный обзор.
3. Экспериментальная часть.

Заключение (итоги практики, практическое применение результатов практики).

Библиографический список.

Приложения.

Текст отчета состоит из введения, основных разделов, заключения, библиографического списка и приложений.

Во введении приводятся цель и задачи практики, сроки, основные виды работ и заданий.

В основной части (разделы 1, 2, 3) приводятся: описание методов, практические задачи, решаемые студентом в ходе выполнения учебной практики, конкретные виды работ, выполняемые во время прохождения практики.

В заключении необходимо отметить результаты освоения умений и навыков, полученные в ходе практики, значимость практики для обучающегося.

2.11. Вопросы для подготовки к защите отчета по практике

1. Охарактеризуйте основные блоки классификации экологических исследований.
2. Какие принципы лежат в основе экологических исследований?
3. Назовите основные методы экологических исследований.

4. В чем отличие полевых, лабораторных и экспериментальных исследований?
5. Для каких целей используют метод «линейной» и «ленточной» трансекты?
6. В чем суть метода «квадрата» и «точечного» метода?
7. Какие характеристики необходимо учитывать при составлении карты местности?
8. Что необходимо учитывать при сборе образцов с исследуемой территории?
9. Что такое биоиндикация? Какие растения используются в биоиндикации? В чем преимущества биоиндикации?
10. Как определить площадь поверхности листовой пластинки?
11. Что влияет на размер листовой пластинки?
12. Почему на листовых пластинках могут появляться поражения?
13. Как загрязнения влияют на размер листовой пластинки?
14. Как определить степень пораженности листьев? На что указывает высокая степень пораженности листьев?
15. Почему поражение фито- и энтомофитовредителями является информационным признаком состояния растений?
16. Как определить наличие хлорозов и некрозов? Вследствие чего они возникают?
17. Что определяет устойчивость пород древесных растений к загрязнению окружающей среды? Что такое «минирование» листьев?
18. Что такое биотестирование? Биотестирование как метод оценки токсичности.
19. Что такое тест-объекты? Какие основные тест-объекты используются для биотестирования?
20. Назовите наиболее важное условие правильного проведения биотестирования.
21. Что служит основанием для выбора тест-объекта при проведении биотестирования?
22. Что такое тест-функция? От чего зависит длительность биотестирования?
23. Что такое токсический эффект? Что такое токсичность среды и как она определяется?
24. Какая разница между острой и хронической токсичностью?

25. Что такое интегральная токсичность и как она определяется?
26. Что такое толерантность организма?
27. Можно ли использовать биотестирование вместо химического анализа на содержание загрязняющих веществ?
28. Можно ли по реакции тест-объектов обнаружить зоны экологического бедствия или источники загрязнения?
29. Можно ли, используя методы биотестирования, определить, загрязнена ли почва?
30. Существуют ли специфические реакции тест-объектов на специфические виды загрязнения?

Зачет проводится в *устной* форме.

2.12. Критерии оценивания защиты и оформления отчетности по практике (зачет)

Во время защиты (в форме свободного собеседования) студент должен владеть понятиями, уметь анализировать материал, который изложен им в отчете, отвечать на все вопросы по существу отчета. При оценке учитывается содержание и правильность оформления обучающимся отчетности по практике: гербария, дневника и отчета.

Критерии оценивания оформления гербария

Критерий	Максимальное количество баллов
Всего	0–25
Гербарий оформлен в соответствии с требованиями: представлены 20 образцов растений и более, растения высушены и зафиксированы правильно, деформации и поломки отсутствуют, все образцы определены и снабжены грамотно оформленными этикетками	20–25
Гербарий оформлен в соответствии с требованиями, но имеет некоторые дефекты: не все растения высушены и зафиксированы правильно, имеются деформации и поломки образцов, не все образцы определены или определены неверно и этикетки оформлены не правильно или не содержат полной информации. Количество представленных образцов 15–20 экз.	10–19

Окончание табл.

Критерий	Максимальное количество баллов
Гербарий отсутствует или не соответствует требованиям: количество образцов растений менее 15 экземпляров, образцы высушены или зафиксированы не правильно, Имеют деформации и поломки, растения не определены или определены не верно. Этикетки отсутствуют или оформлены не верно	0–9

Критерии оценивания дневника по учебной практике

Критерий	Максимальное количество баллов
Всего	0–25
В дневнике проставлены все даты, отмечены места прохождения практики, подробно описаны все ежедневные мероприятия в ходе практики: описание экскурсий, количество отобранных образцов, подробно расписан ход работы, имеются данные по результатам анализов и их обработке, формулировки выводов	15–25
В дневнике не проставлены даты, не отмечены или не корректно отмечены места прохождения практики, ежедневные мероприятия в ходе практики описаны кратко	10–15
Дневник отсутствует или имеет формальный характер: даты, места прохождения практики, ежедневные мероприятия в ходе практики не прописаны или прописаны не полностью. Дневник не отражает или отражает не в полном объеме результаты работы на практике	0–10

Критерии оценивания отчета по учебной практике

Критерий	Максимальное количество баллов
Сбор информации	0–5
Выбор и использование методов и приемов	0–5
Анализ информации	0–5
Организация письменной работы	0–5
Анализ процесса и результата	0–5
Итого	0–25

Критерии оценивания защиты отчета

Критерий	Максимальное количество баллов
Всего	0–25
В т. ч. качество доклада:	
– грамотная речь, достаточно свободное ориентирование в материале	7
– полное зачитывание материала	0
Четкость выводов, обобщающих доклад:	
– выводы полностью характеризуют доклад	5–7
– выводы не соответствуют докладу или отсутствуют	0–5
Качество ответов на вопросы:	
– отвечает на большинство вопросов	5–11
– затрудняется при ответе на большинство вопросов	0–5

Баллы, полученные по результатам оформления гербария, дневника и отчета, суммируются к баллам, полученным по результатам защиты отчета.

Критерии оценивания зачета

Баллы по рейтинго-модульной системе	Критерий оценивания
60–100 баллов (зачтено)	Обучающийся выполнил в срок и на высоком уровне все задания практики, проявил самостоятельность, творческий подход и инициативу. Показал глубокие теоретические знания и умения, используемые в биологических методах агроэкологии и их возможность применять их на практике. В установленные сроки представил гербарий, дневник и отчет. Гербарий оформлен качественно и в соответствии с требованиями. Дневник практики вел ежедневно с указанием всех мероприятий практики. В отчете дал полное, обстоятельное описание заданий практики, провел исследовательскую и/или аналитическую работу, сделал правильные, глубокие выводы, внес предложения. Отчет оформлен в соответствии с требованиями. На защите верно, аргументированно и ясно давал ответы на поставленные вопросы; продемонстрировал понимание выполненных заданий

Баллы по рейтинго-модульной системе	Критерий оценивания
0–59 баллов (не зачтено)	Обучающийся не выполнил программу практики в полном объеме и/или не представил в срок гербарий, дневник или отчет. Отчетные материалы, выполненные обучающимся, не позволяют сделать вывод о том, что он овладел начальным профессиональным опытом и профессиональными компетенциями: выполнены не все задания, нарушена логика изложения, ответы не полные, отсутствует заключение по учебной практике

Зачтено выставляется, если: обучающийся выполнил в срок и на высоком уровне все задания практики, проявил самостоятельность, творческий подход и инициативу. Показал глубокие теоретические знания и умения, используемые в оценке состояния экосистем и их возможность применять их на практике. В установленные сроки представил: гербарий, дневник и отчет. Гербарий оформлен качественно и в соответствии с требованиями. Дневник практики вел ежедневно с указанием всех мероприятий практики.

В отчете дал полное, обстоятельное описание заданий практики, провел исследовательскую и/или аналитическую работу, сделал правильные, глубокие выводы, внес предложения. Отчет оформлен в соответствии с требованиями.

На защите верно, аргументированно и ясно давал ответы на поставленные вопросы; демонстрировал понимание выполненных заданий.

Не зачтено выставляется, если: обучающийся не выполнил программу практики и/или не представил в срок гербарий, дневник или отчет. Отчетные материалы, выполненные обучающимся, не позволяют сделать вывод о том, что он овладел начальным профессиональным опытом и профессиональными компетенциями: выполнены не все задания, нарушена логика изложения, ответы не полные, отсутствует заключение по учебной практике.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие / О. П. Мелехова [и др.] ; под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Сарапульцевой. – 2-е изд., испр. – Москва: Академия, 2008. – 287 с.
2. Каплин, В. Г. Биоиндикация состояния экосистем: учебное пособие для вузов / В. Г. Каплин. – Самара, 2001. – 143 с.
3. Меньшиков, В. В. Методы оценки загрязнения окружающей среды: учебное пособие / В. В. Меньшиков, Т. В. Савельева. – Москва: МНЭПУ, 2000. – 60 с.
4. Разработка и использование многокомпонентной тест-системы для оценки токсичности почвенного покрова городской территории / Р. Р. Кабиров [и др.] // Экология. – 1997. – № 6.

Дополнительная

1. Садовникова, Л. К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: учебное пособие / Л. К. Садовникова, Д. С. Орлов, И. Н. Лозановская. – 4-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2008. – 333 с.
2. Агроэкология: учебник / под ред. В. А. Черникова, А. И. Черкеса. – Москва: Колос, 2000. – 536 с.
3. Охрана и защита, обустройство, индикация и тестирование природной среды: сборник статей студентов, аспирантов и преподавателей / науч. ред. П. М. Мазуркин; Марийский государственный технический университет. – Москва: Академия естествознания, 2010. – 356 с.
4. Хижняк, С. В. Методы статистической обработки в экологических и биологических исследованиях. Части 1–3 / С. В. Хижняк, Е. Я. Мучкина; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2000.

Методические рекомендации

1. Мучкина, Е. Я. Биологические методы в агроэкологии: методические указания по летней учебной практике / Е. Я. Мучкина, Е. В. Батанина; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2009. – 22 с.

2. Фомина, Н. В. Методы экологических исследований: методические указания по прохождению учебной практики [Электронный ресурс] / Н. В. Фомина; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2017. – 44 с.

Журналы открытого доступа

1. Вестник Красноярского ГАУ.
2. Успехи современного естествознания.
3. Современные проблемы науки и образования.

Образец оформления отчета

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

Институт агроэкологических технологий
Кафедра экологии и природопользования

ОТЧЕТ
по учебной практике
«Биологические методы в агроэкологии»

Студент:

Группа: _____

Руководитель практики:

Дата защиты отчета:

Оценка:

Красноярск 20__г.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В АГРОЭКОЛОГИИ

Направление подготовки: 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение»

Методические указания для учебной практики

БАТАНИНА Елена Владимировна

Электронное издание

Редактор О. Ю. Потапова

Подписано в свет 25.11.2019. Регистрационный номер 172
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru