

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Артеменков Михаил Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 06.10.2026 17:41:42
Уникальный программный ключ:
a63b74166e8f4fc17bd1e0462725f79e393bdfd9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра биологии и декоративного растениеводства

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Устименко Ю.А.
«17» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.09 Биоиндикация и мониторинг окружающей среды

Направление подготовки **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль) **География, Биология**

Форма обучения: очная

Курс – 5

Семестр – 10

Всего зачетных единиц – 2 часов – 72

Форма отчетности: зачет – 10 семестр

Программу разработал
кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биологии и
декоративного растениеводства Андреев И.В.

Одобрена на заседании кафедры
«10» июня 2022 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой _____

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.09 «Биоиндикация и мониторинг окружающей среды» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений по направлению подготовки 44.03.05. Педагогическое образование (профиль: География. Биология).

Биоиндикация и мониторинг окружающей среды относится к экологическим дисциплинам. В настоящее время сохранение и улучшение качества окружающей среды и защита здоровья людей становятся вопросами первостепенной важности, определяющими существование сегодняшних и будущих поколений. Эти вопросы могут решаться с помощью экологического мониторинга. В связи с интенсивным и глобальным загрязнением окружающей среды остро встает вопрос оценки всего спектра загрязнений на состояние различных экосистем, в том числе и на живые организмы. Большую роль в осуществлении данного вида деятельности принадлежит биоиндикации. Изучение дисциплины Б1.В.09 «Биоиндикация и мониторинг окружающей среды» позволяет создать условия, необходимые для формирования у студентов современного естественнонаучного мировоззрения.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-5. Способен использовать научные знания и применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать: основные этапы мониторинговой работы, индикация состояния окружающей среды с помощью биологических объектов. Уметь: анализировать биоматериал в лабораторных условиях; работать с микроскопом; свободно оперировать основными понятиями и категориями; планировать и проводить биологические эксперименты, а также анализировать и интерпретировать их данные. Владеть: методами отбора и анализа биологических проб; методикой морфологического описания и исследования биологических объектов; методами световой микроскопии; навыками проведения биологических исследований в лабораторных и полевых условиях; навыками анализа и обобщения информации; навыками анализа и обобщения информации.

3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Мониторинг окружающей среды.

Раздел 2. Особенности биоиндикации на различных уровнях организации.

Раздел 3. Виды и методы биоиндикации

Раздел 4. Биоиндикация водной среды.

Раздел 5. Влияние естественных и антропогенных экологических факторов на устойчивость

биоты.

Раздел 6. Охрана окружающей среды.

Раздел 7. Методы мониторинга воздушной среды.

Раздел 8. Методы мониторинга почв.

Раздел 9. Здоровье и окружающая среда.

Раздел 10. Экологические проблемы современности.

Раздел 11. Контрольное занятие по темам: «Мониторинг окружающей природной среды», «Биоиндикация на разных уровнях живого», «Виды и методы биоиндикации».

Раздел 12. Контрольное занятие по теме «Методы биоиндикации разных сред обитания».

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Все го час ов	Формы занятий				
			лек ции	се мина ры	практи ческие заняти я	лабор аторн ые занят ия	са мо сто ятель ная ра бо та
		10 семестр					
1.	Введение. Мониторинг окружающей среды.	6	2	-	-	-	4
2.	Особенности биоиндикации на различных уровнях организации	8	4	-	-	-	4
3.	Виды и методы биоиндикации	6	2	-	-		4
4.	Биоиндикация водной среды	8	4	-	-	-	4
5.	Влияние естественных и антропогенных экологических факторов на устойчивость биоты	6	-	-	4	-	2
6.	Охрана окружающей среды	9	-	-	7	-	2
7.	Методы мониторинга биологических объектов	5	1	-	-		4
8.	Методы мониторинга воздушной среды	5	1	-	4	-	
9.	Методы мониторинга почв	8	2	-	4	-	2

10.	Здоровье и окружающая среда	3	1	-	-	-	2
11.	Экологические проблемы современности	3	1	-	-	-	2
12.	Контрольное занятие по темам «Мониторинг окружающей природной среды», «Биоиндикация на разных уровнях живого», «Виды и методы биоиндикации»	2		-	-	-	2
13.	Контрольное занятие по теме «Методы биоиндикации разных сред обитания»	2	-	-	-	-	2
ИТОГО		72	18	-	18	-	36

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

- 1. Введение.** Краткая история биоиндикационных исследований.
- 2. Экологический мониторинг.** Определение. Виды мониторинга. Методы организации мониторинговых работ.
- 2. Особенности биоиндикации на различных уровнях организации живого.** Уровни организации живого. Экологические основы биоиндикации. Популяционные основы индикации. Биоценологические основы биоиндикации. Экосистемные основы биоиндикации. Основные уровни биоиндикации.
- 3. Виды и методы биоиндикации.** Классификация биоиндикаторов и их характеристика.
- 4. Биоиндикация водной среды.** Экологические зоны водоемов (океаны, озера). Основные свойства водной среды. Основные направления в биоиндикационной оценке водоемов: оценка экологического состояния водоемов по показательным организмам (биоиндикаторам); оценка экологического состояния водоемов по видовому разнообразию; оценка экологического состояния водоемов по показательным видам и биоразнообразию бентоса. Основные методы индикации водоемов. Гидрохимический метод. Бактериологический метод. Биологический метод. Экспресс – метод.
- 5. Методы мониторинга биологических объектов (биоты).**
- 6. Методы мониторинга воздушной среды.** Параметры оценки экологического состояния воздушной среды. Экологические проблемы оценки состояния воздушной среды. Биоиндикационные методы контроля воздушной среды.
- 7. Методы мониторинга почв.** Параметры оценки экологического состояния почв. Основные экологические проблемы оценки состояния почв. Биоиндикационные методы контроля экологического состояния почв. Биоиндикация почвенных микро- и макроэлементов. Фаунистическая биоиндикация.
- 8. Здоровье и окружающая среда.**
- 9. Экологические проблемы современности.**

Практические занятия

- 1. Влияние естественных и антропогенных экологических факторов на устойчивость**

биоты

В этом разделе предлагается ряд работ по действию экологических факторов на клетку и организм: абиотических и антропогенных. Все экологические факторы воспринимаются разными видами организмов по-разному. Все действия проходят через клетки и их компоненты, межклеточные и тканевые взаимодействия выражаются в определенных реакциях изменения метаболизма, функций. Влияние факторов выражается в изменении проницаемости покровных тканей листа, изменении в компонентах клетки, а также в нарушении жизнедеятельности отдельных органов растений.

1.1. Определение устойчивости растений к высоким температурам.

Температура – один из основных экологических факторов на Земле. Она меняется в широком диапазоне в зависимости от природных зон и конкретных условий. Разные растения по-разному относятся к этому фактору. Работа проводится с группой древесных растений различных видов, встречающихся в озеленительных посадках данной местности. Это дает возможность построить ряд древесных видов по степени устойчивости к высоким температурам, выявить наиболее устойчивые из них, что очень важно для создания озеленительных зон предприятий, уличных посадок в районах с жарким летом. В связи с этим студентам дается задание принести по 5–6 свежих листьев от различных древесных пород, обернув концы черешков в мокрую вату, фольгу, а все листья поместить в целлофан. В крайнем случае, можно использовать комнатные растения.

Ход работы.

Перед занятием нагреть водяную баню до 40 градусов, в самом начале погрузить в нее пучок из 5 одинаковых листьев исследуемых растений, скрепив черешки проволокой. Выдержать листья в воде в течение 30 минут, поддерживая температуру на уровне 40 градусов. Затем взять первую пробу: оторвать по одному листу каждого вида растений и поместить в чашку Петри с холодной водой. После охлаждения взять лист пинцетом и перенести в чашку с соляной кислотой (0,2 н раствор).

Поднять температуру в водяной бане до 50 градусов и через 10 минут после этого извлечь из нее еще по одному листу, повторив операцию и перенести охлажденный в воде лист в новую чашку Петри с соляной кислотой. Так постепенно довести температуру до 80 градусов, беря пробы через каждые 10 минут при повышении температуры на 10 градусов.

Через 20 минут погружения листа в соляную кислоту учесть степень повреждения по количеству бурых пятен. Результаты записать в таблицу, обозначив отсутствие побурения знаком «-», слабое побурение «+», побурение более 50% площади листа «++» и сплошное побурение «+++». Записать результаты по разным древесным растениям в общую таблицу на доске.

Объект	Степень повреждения листьев

Самостоятельные задания: построить ряд термостойкости древесных пород или комнатных растений по степени убывания. Сделать соответствующие выводы.

1.2. Влияние солей тяжелых металлов на плазмолиз протоплазмы растительной клетки.

Соли тяжелых металлов в водной среде распадаются на ионы. Все ионы металлов могут быть разделены на две группы: биогенные (медь, цинк, кобальт, марганец, железо и др.) и небиогенные (свинец, ртуть, никель, алюминий, кадмий, стронций, цезий и др.). Целью работы является выявление действия биогенных и небиогенных тяжелых металлов на плазмолиз протоплазмы растительной клетки.

Ход работы.

С поверхности сильноокрашенной синей луковицы сделать несколько срезов

эпидермиса, состоящего из 1-2 слоев окрашенных клеток, содержащих антоциан. Поместить срезы по отдельности в капли воды на предметные стекла, закрыть покровными стеклами и рассмотреть устьица.

А. Определить начало и характер плазмолиза клетки под действием одинаковых концентраций биогенных и небиогенных солей. Для этого заменить воду в препаратах 5%-ным раствором сульфата меди на одном предметном стекле и таким же раствором нитрата свинца на другом. Эта замена производится способом 4-5-кратного накапывания раствора соли с одной стороны покровного стекла и отсасывания кусочком фильтровальной бумаги с другой до полной замены воды раствором соли. Оставить клетки в растворе солей на 15 минут, когда плазмолиз будет хорошо заметен, рассмотреть под микроскопом. Зарисовать и сделать выводы относительно действия солей биогенных и небиогенных тяжелых металлов на характер плазмолиза клетки.

2. Охрана окружающей среды

2.1. Оценка фитонцидной активности растений и токсичности оседающей пыли в опытах с простейшими и с насекомыми.

С древности люди использовали фитонцидные свойства растений и их частей для очистки воздуха помещений от бактерий и насекомых. Древние врачи путем пропитки тел усопших ароматическими смолами, экстрактами лука, эвкалипта, натирания бальзамами умели предохранить трупы от гниения; мумифицировали их. Всем известны способы хранения свежего мяса, рыбы: обертывание тканью, смоченной в кашице чеснока и лука, обертывание листьями крапивы, черемши, лопуха, которые используются как антисептики. Широко применяется с древности вдыхание паров эвкалипта, пихтовой смолы, полоскание горла вытяжками из почек сосны, березы и др.

Ход работы.

А. Проба с простейшими.

Для опытов берут культуру простейших, приготовленную заранее.

А) Висячую каплю культуры простейших помещают над часовым стеклом с кашицей или вытяжкой исследуемого материала, чтобы они не соприкасались и, наблюдая в микроскоп, отмечают по секундомеру время прекращения движения простейших.

Фитонцидную активность (А) выражают в единицах, рассчитанных по формуле: $A=100/T$, где Т – время.

Картина гибели простейших под влиянием фитонцидов разных растений различна. Это растворение (лизис), образование вздутий и пузырей, сморщивание, просто прекращение движения и т.д.

Б) В каплю жидкости, содержащей культуру с простейшими, в середине часового стекла добавляют меньшую каплю вытяжки растений с сильной фитонцидной активностью. Наблюдают сначала усиление движения, затем избегание простейшими фитонцидной вытяжки (рассредоточение по краям), далее обнаруживается уменьшение и вовсе прекращение движения.

Через некоторое время можно видеть и морфологические изменения, указанные в предыдущем разделе данной работы.

2.2. Загрязнение пищевых продуктов нитратами и их определение в различных овощных культурах в зависимости от вида, сорта, органа, ткани.

Нитраты – неотъемлемая часть наземных и водных экосистем. В то же время, в связи с применением в больших масштабах азотных удобрений, поступление неорганических соединений азота в растения возрастает. Наблюдается четкое различие видов и сортов растений по накоплению и содержанию нитратов. В предлагаемой работе изложен метод определения нитратов у различных видов, сортов, тканей и частей овощной продукции. При этом описываются два варианта: с использованием выжатого сока и целых растений.

Допустимые нормы нитратов (по данным ВОЗ) составляют 5 мг (по нитрат-иону) в сутки на 1 кг массы взрослого человека, т.е. примасе 50-60 кг – это 220-300 мг, а при 60-70 кг

– 300-350 мг.

В предлагаемой работе изложен метод определения нитратов у различных видов, сортов, тканей и частей овощной продукции, который основан на хорошо известной реакции нитрат-иона с дифениламином.

А. Определение нитратов в соке растений.

Ход работы.

За несколько дней до занятия студентам дается задание принести различные овощи, купленные в магазине, или с собственного участка. Овощи следует вымыть и обсушить.

В один из пузырьков наливают 10 мл исходного раствора нитрата натрия, соответствующего по концентрации максимальному содержанию нитратов в овощах – 3000мг на кг.

Готовят серию калибровочных растворов путем разбавления пополам предыдущего. Получают серию растворов с разным содержанием нитратов: 3000, 1500, 750, 375, 188, 94, 47, 23 мг/кг.

Под предметное стекло подкладывают лист белой бумаги, на стекло капают две капли изучаемого раствора и две такие же капли дифениламина в трехкратной повторности. Описывают реакцию согласно следующей градации, которую можно использовать как для калибровочных растворов, так и для двух типов анализов (по Церлинг, 1965).

Следует отметить, что основой для определения содержания нитратов в соке должны быть собственные исследования, а не предложенная таблица, т.к. окраска может варьироваться в зависимости от качества реактивов, срока их годности, температуры в помещении.

Овощи и плоды расчленяют на части: зона, примыкающая к плодоножке, кожура, периферическая часть, срединная часть, кочерыжка (у капусты), жилки, лист без жилок. Вырезанные части мелко режут ножом и быстро растирают в ступке, сок отжимают через 2-3 слоя марли. 2 капли сока капают на чистое предметное стекло, положенное на белую бумагу, добавляют 2 капли дифениламина. Быстро описывают все наблюдаемые реакции по схеме. Повторность опыта трехкратная. В случае сомнений в содержании нитратов в той или иной части овощной продукции капают рядом калибровочной раствор с известной концентрацией вещества и повторяют реакцию с дифениламином.

Анализ начинают с сока капусты и картофеля, затем помещают эти овощи в термостойкий химический стакан с кипящей дистиллированной водой и кипятят 10-15 минут, после чего анализируют и отварные овощи, и отвар. За время варки делают анализ различных частей других овощей и плодов (не менее четырех видов на занятие). Записывают результаты в общую таблицу на доске и в частую – в тетрадь.

Исследуемое растение	Часть	Баллы	Содержание нитратов в мг/кг
Картофель свежий	А)под. кожурой Б)срединная часть		
Картофель отварной	Те же части		
Капуста	А)жилки Б)кочережка В)лист		
Капуста отварная	Те же части		
Отвар			

Б.Определение нитратов в целых растениях.

Отрезают у свежих растений части в виде толстых срезов: куски стеблей, черешков, плодов. Кладут их на полоску восковой бумаги. Капают на различные части среза по несколько капель 1%-го раствора дифениламина в серной кислоте, отмечают окрашивание согласно вышеприведенной шкале. При этом в случае малых концентраций нитратов в

продукции и при отсутствии синей окраски может наступить порозовение ткани вследствие ее обугливания от серной кислоты в реактиве дифениламина.

2.3.Автотранспорт – основной загрязнитель биосферы больших городов. Определение загруженности улиц автотранспортом и некоторых параметров окружающей среды, усугубляющих загрязнение.

Данная практическая работа дает возможность оценить загруженность участка улицы разными видами автотранспорта, сравнить в этом отношении разные улицы и изучить окружающую обстановку.

Ход работы.

Студенты разделяются на группы по 3-4 человека (один считает, другой записывает, остальные дают общую оценку обстановки). Студентов предварительно инструктируют, затем размещают на определенных участках разных улиц с односторонним движением. В случае двустороннего движения каждая группа располагается на своей стороне. Сбор материала по загруженности улиц автотранспортом может проводиться как путем разового практического занятия, так и более углубленно с замерами в 8, 13, 18 часов, в ночные часы. Из ряда замеров вычисляют среднее значение. Интенсивность движения автотранспорта определяется методом подсчета автомобилей разных типов 3 раза по 20 минут в каждом из сроков. Учет ведется способом точек и квадратов.

Запись ведется согласно таблице:

Время	Тип автомобиля	Число единиц
	Легкий грузовой	
	Средний грузовой	
	Тяжелый грузовой (дизельный)	
	Автобус	
	Легковой	

На каждой точке наблюдений производится оценка улицы:

1.Тип улицы: городские улицы с односторонней застройкой (набережные, эстакады, виадук, высокие насыпи), жилые улицы с двусторонней застройкой, дороги в выемке, магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон, транспортные тоннели и др.

2.Уклон. Определяется глазомерно или эклиметром.

3.Скорость ветра. Определяется анемометром.

4.Относительная влажность воздуха. Определяется психрометром.

5.Наличие защитной полосы из деревьев и др.

Собранные материалы записывают на доске в аудиторном или лабораторном помещении. Автомобили разделяют на три категории: с карбюраторным двигателем, дизельные, автобусы «Икарус», согласно данным, представленным в таблице. Производят оценку движения транспорта по отдельным улицам. Строят графики (ось абсцисс – время суток, час; ось ординат – число автомобилей, шт.).

Итогом работы является суммарная оценка загруженности улиц автотранспортом согласно ГОСТ – 17.2.2.03. – 77; низкая интенсивность движения – 2,7-3,6 тыс. автомобилей в сутки, средняя – 8-17 тыс. и высокая – 18-27 тысяч.

Производится сравнение суммарной загруженности различных улиц города в зависимости от типа автомобилей, дается объяснение различий.

2.4.Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на участке магистральной улицы.

Загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами автомобилей удобно оценивать по концентрации окиси углерода, в мг/кубический метр. Исходными данными для работы служат показатели, собранные студентами во время проведения предыдущей работы.

Однако эту работу можно поставить и самостоятельно, обусловив исходные данные. Например: магистральная улица города с многоэтажной застройкой с двух сторон,

продольный уклон 2 градуса, скорость ветра 4 м/сек, относительная влажность воздуха – 70%, температура 20 градусов по Цельсию. Расчетная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях – 500 автомашин в час (N). Состав транспорта: 10% грузовых автомобилей с малой грузоподъемностью, 10% со средней грузоподъемностью, 5% с большой грузоподъемностью с дизельными двигателями, 5% автобусов и 70% легковых автомобилей.

Ход работы.

Формула оценки концентрации окиси углерода K(CO) (Бегма и др., 1984; Шаповалов, 1990):

$K(CO) = (0,5 + 0,01 N \times K(T) \times K(A) \times K(Y) \times K(C) \times K(B) \times K(\Pi))$, где 0,5 – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/куб.м,

N – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, автом./час,

K(T) – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода,

K(A) – коэффициент, учитывающий аэрацию местности,

K(Y) – коэффициент, учитывающий изменения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона,

K(C) – коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра,

K(B) – то же в зависимости от относительной влажности воздуха,

K(Π) – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного углерода у пересечений.

Коэффициент токсичности автомобилей определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле:

$$K(T) = \sum P(i) \times K(T_i),$$

где P(i) – состав автотранспорта в долях единицы,

K(T_i) – определяется по табл. 1.

Таблица 1

Тип автомобиля	Коэффициент K(T _i)
Легкий грузовой	2,3
Средний грузовой	2,9
Тяжелый грузовой (дизельный)	0,2
Автобус	3,7
Легковой	1,0

Подставив значения согласно заданию (или собственные данные), получаем:

$$K(T) = 0,1 \times 2,3 + 0,1 \times 2,9 + 0,05 \times 3,7 + 0,7 \times 1 = 1,41$$

Значение коэффициента K(A), учитывающего аэрацию местности определяется по таблице 2.

Таблица 2

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент K(A)
Транспортные тоннели	2,7
Транспортные галереи	1,5
Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0
Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, эстакады, виадуки	0,4
Пешеходные тоннели	0,3

Для магистральной улицы с многоэтажной застройкой $K(A)=1$.

Значение коэффициента $K(Y)$, учитывающего изменение загрязнения воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона, определяем по таблице 3.

Таблица 3

Продольный уклон	Коэффициент $K(Y)$
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коэффициент изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра $K(C)$ определяется по таблице 4.

Таблица 4

Скорость ветра, м/сек.	Коэффициент $K(C)$
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Значение коэффициента $K(B)$, определяющего изменение концентрации окиси углерода в зависимости от относительной влажности воздуха по таблице .

Таблица 5

Относительная влажность	Коэффициент $K(B)$
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75

Коэффициент увеличения загрязнения воздуха окисью углерода у пересечений приведен в таблице 6.

Таблица 6

Тип пересечения	Коэффициент $K(П)$
Регулируемое пересечение:	
- со светофорами обычное	1,8
- со светофорами управляемое	2,1
- саморегулируемое	2,0
Нерегулируемое:	
- со снижением скорости	1,9
- кольцевое	2,2
- с обязательной остановкой	3,0

Подставим значения коэффициентов, оценим уровень загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода:

$$K(CO)=(0,5+0,01 \times 500 \times 1,4) \times 1 \times 1,06 \times 1,20 \times 1,00 + 8,96 \text{ мг/куб.м}$$

ПДК выбросов автотранспорта по окиси углерода равно 5 мг/куб.м.

Снижения уровня выбросов можно добиться следующими мероприятиями:

- запрещение движения автомобилей;
- ограничение интенсивности движения до 300авт/час;
- замена карбюраторных грузовых автомобилей дизельными;
- установка фильтров.

3. Контрольное занятие по темам: «Мониторинг окружающей природной среды, «Биоиндикация на разных уровнях живого, «Виды и методы биоиндикации» .

4. Биоиндикация состояния окружающей среды

Биоиндикация воздушной среды.

4.1.Изменение цвета флавоноидных пигментов различных цветковых растений под влиянием рН среды, солей тяжелых металлов.

Изменение цвета флавоноидных пигментов можно использовать как весьма информативный признак. В природной обстановке при загрязнении среды видны изменения цвета всего растения или отдельных его частей, а чаще – точечные изменения цвета на листьях, плодах и лепестках. Весь комплекс экологических факторов (температура воздуха, почвы, влагообеспеченность, рН среды, загрязнение почв и воздуха тяжелыми металлами) сказывается на биосинтезе пигментов, и этот биоиндикатор может оказаться наиболее информативным.

Ход работы.

1.Комочек ваты размером с просыное зерно смачивают в одном из растворов кислот, аммиака, исследуемых солей, прикрепляют лейкопластырем к листу или лепестку цветущего растения, выдерживают 1 – 1,5 часа, затем снимают. Реакцию учитывают как во время текущего занятия, так и через 1-2 недели.

2.Кусочки лепестков свежих цветов, срезанную чешую фиолетового лука или листья фиолетовой капусты помещают в чашку Петри, заливают полностью или частично (в виде накапывания) растворами кислот, аммиака или солей тяжелых металлов, следят за изменением окраски.

3.Лепестки сухих или свежих антоциансодержащих растений заливают горячей дистиллированной водой, чтобы они размякли, растирают пестиком до состояния жидкой кашицы. Выжимают через марлю и разливают по пробиркам, оставив образец раствора для контроля. Добавляют поочередно в каждую пробирку по несколько капель кислот (имитация кислых осадков), аммиака, растворов солей тяжелых металлов. Следят за последовательным изменением окраски.

Схема записи опытов:

Название растений	Изм-е цвета контроль	Изм-е цвета соляная кислота	Изм-е цвета гидроксид аммония	Изм-е цвета хлорид железа	Изм-е цвета нитрат свинца	Изм-е цвета нитрат ртути	Изм-е цвета сульфат цинка

Самостоятельно делают соответствующие выводы.

4.2.Оценка состояния окружающей среды по наличию, обилию и разнообразию видов лишайников (лихеноиндикация).

Очень информативными биоиндикаторами состояния воздушной среды и ее изменения являются низшие растения: мхи и лишайники, которые накапливают в своем слоевище (талломе) многие загрязнители. Лишайники очень нетребовательны к факторам внешней среды, однако для своего нормального функционирования они нуждаются в чистом воздухе. Особенно они чувствительны к сернистому газу. Научное направление биомониторинга за состоянием воздушной среды при помощи лишайников называется лихеноиндикацией.

Ход работы.

Трансекту длиной в 2-3км удобно разместить перпендикулярно насыщенной автотранспортом загородной дороге, примыкающей к лесному массиву, состоящему из небольшого разнообразия древесных видов (например, сосна с примесью березы или дубового насаждения с примесью клена). Её разбивают на ряд участков: 1)возле дороги; 2) в 100м; 3) в 300м; 4) в 500м; 5) в 1000м; 6) в 2000-3000м от дороги. На каждом участке закладывают пробные площадки размером 20×20м, 50×50м, 100×100 (в зависимости от цели исследования и разреженности насаждения).

На каждой пробной площадке учитываются следующие параметры:

- а)общее число видов лишайников;
- б)степень покрытия слоевищами лишайников каждого дерева;
- в)частота (встречаемость) каждого вида;
- г)обилие каждого вида.

При этом могут быть употреблены следующие градации:

Оценка	Частота встречаемости	Степень покрытия
1	Очень редкая	Очень низкая
2	Редкая	Низкая
3	Небольшая	Средняя
4	Большая	Большая
5	Очень высокая	Очень большая (встречается на большинстве деревьев)

В кратковременной студенческой практике информативность занятия может быть сокращена до определения общего количества видов и степени покрытия деревьев.

Влияние загрязнения среды на встречаемость лишайников
(составлена по работам многих авторов)

Зона загрязнения	Частота встречаемости лишайников	Загрязнение воздуха сернистым газом, мг на куб.м	Оценка загрязнения
1	Лишайники на деревьях и на камнях отсутствуют	Больше 0,3-0,5	Сильное загрязнение
2	Лишайники также отсутствуют на стволах деревьев и камнях. На северной стороне Деревьев и в затемненных местах встречается зеленоватый налет водоросли плеврококкус	Около 0,3	Довольно сильное
3	Появление на стволах и у основания деревьев серо-зеленоватых твердых накипных лишайников леканоры, фисции	От 0,05 до 0,2	Среднее
4	Развитие накипных лишайников – леканоры и других, водоросли плеврококкуса, появление листоватых лишайников (пармелия)	Не превышает 0,05	Небольшое
5	Появление кустистых лишайников	Малое содержание	Воздух очень чистый

5. Боиндикация почв.

5.1.Качественное определение легко- и среднерастворимых форм химических элементов в почвах городских улиц.

Присутствие в почвах легко- и среднерастворимых соединений имеет важное значение. Эти соединения оказывают разное влияние на растения.

Ход работы

А. Приготовление почвенной вытяжки.

Образец ранее приготовленной почвы (растертой и просеянной) взвешивают (25г), переносят в коническую колбочку на 100мл, заливают 50 мл дистиллированной воды, взбалтывают 15 мин, отстаивают 5 мин, фильтруют через воронку со складчатым фильтром, сливая раствор по стеклянной палочке, наливая каждый раз немного более чем до половины фильтра.2

Б. Определение хлор-иона.

Берут в пробирку 5 мл водной вытяжки, подкисляют азотной кислотой (1-2 капли) для разрушения бикарбонатов, прибавляют несколько капель азотнокислого серебра, перемешивают. По характеру осадка хлорного серебра судят о содержании хлор-иона.

Характеристика осадка

Осадок	Содержание Cl, мг на 100мл вытяжки	Содержание Cl, г на 100 г почвы, %
Большой хлопьевидный	Больше 10	Десятые доли
Сильная муть	5 - 10	Сотые доли
Опалесценция	1 – 0,1	Тысячные доли

В. Определение сульфат-иона.

Фильтрат водной вытяжки в количестве 2 мл отливают в пробирку, добавляют несколько капель концентрированной соляной кислоты и 1-2 мл раствора хлористого бария.

Сульфат бария выпадает в виде белого мелкокристаллического осадка.

Характеристика осадка

Осадок	Содержание сульфат-ионов (мг на 100мл вытяжки)	Содержание сульфат-ионов (г на 100 г почвы, %)
Большой быстро оседающий на дно	50	Десятые доли
Муть, появляющаяся сразу	10 - 1	Сотые доли
Медленно появляющаяся слабая муть	1 – 0,5	Тысячные доли

Г. Определение кальция.

Фильтрат водной вытяжки в количестве 3мл наливают в пробирку, подкисляют 1-2 каплями 10%-ной соляной кислоты и добавляют 1,5 – 2 мл 4%-ного раствора щавелевокислого аммония (оксалата аммония).

При наличии кальция протекает реакция с образованием осадка.

Характеристика осадка

Осадок	Содержание ионов кальция, мг на 100мл вытяжки	Содержание ионов кальция, г на 100г почвы, %
Большой, выпадающий сразу	50	Десятые доли
Муть, выделяющаяся при перемешивании	10 - 1	Сотые доли
Слабая муть, выделяющаяся при стоянии	1 – 0,1	Тысячные доли

Д. Определение нитратов.

В пробирку переносят 2 Мл фильтрата водной вытяжки и по каплям добавляют раствор дифениламина в серной кислоте. При наличии нитратов раствор окрашивается в синий цвет.

5.2. Изучение содержания токсических веществ в почве методом биологических тестов.

Тест на прорастание семян хорошо разработан и давно применяется для установления воздействия различных физиологически активных веществ. Биологические пробы применимы и для токсикологической оценки различных компонентов окружающей среды. В данной работе предложена методика определения токсичности почвы.

Ход работы.

Токсичность почвы можно определить с помощью биотестов. Биотестом могут служить семена редиса или кресс-салата, обладающие высокой чувствительностью к токсическим веществам и быстротой прорастания. Семена должны иметь всхожесть и быть выравненными по величине. Для определения токсичности можно использовать свежую и сухую почву.

С каждого участка или варианта опыта составляется средний образец массой 1 кг из 20 проб. Затем отвешивают 100 г почвы и в стеклянной колбе смешивают ее со 100 мл водопроводной воды. Почвенную вытяжку можно получить взбалтыванием смеси вода-почва. Готовая почвенная вытяжка фильтруется через складчатый бумажный фильтр в чистые колбы. Полученный фильтрат используют для замачивания семян. Контролем служит водопроводная вода.

Семена (200 штук) замачивают в стеклянных стаканчиках в течение суток. Для замачивания используют 5 мл фильтрата в опыте и 5 мл воды в контроле. Затем семена раскладывают в чашки Петри по 50 штук в каждую на фильтровальную бумагу и проращивают при температуре 20 градусов в течение 48 часов. После проращивания измеряется общая длина корней проростков в каждой повторности опыта и в контроле. Проросшими считаются те семена, у которых корешок прорывает семенную оболочку. Средняя длина корня в каждой повторности рассчитывается путем деления общей длины корней на число проросших семян. Затем рассчитывается средняя длина корня из 4-х повторностей. Она выражается в процентах к длине корня контрольного варианта, длина которого принимается за 100%. Снижение длины корешков проростков, полученных в почвенных вытяжках, по отношению к контролю может служить показателем токсичности почвы. Почва считается токсичной, если уменьшение длины корней в опытном варианте составляет не менее 20% по сравнению с контролем.

Результаты анализов удобно занести в следующую таблицу:

Определение токсичности почвы

Вариант	№ растения	Длина корешков, повторность №1, мм	Длина корешков, повторность №2, мм	Длина корешков, повторность №3, мм	Длина корешков, повторность №4, мм
1. Контроль Сумма Среднее					
2. Опыт (почвенная вытяжка) Сумма Среднее					

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа заключается в подготовке к практическим занятиям по вопросам для изучения, выполнении заданий по изучению наглядных пособий, подготовке к индивидуальным тестовым проверочным заданиям по изученным темам (выполняются после

изучения темы). Для выполнения самостоятельной работы необходимо пользоваться учебной литературой, которая предложена в списке рекомендуемой литературы, конспектами лекций, Интернет-ресурсами и другими источниками по усмотрению студента. После изучения темы для закрепления и систематизации знаний студенты должны ответить на контрольные вопросы. Ответы на вопросы могут быть выполнены либо устно, либо письменно, в зависимости от формы контроля.

Вопросы для самоподготовки

1. Мониторинг, уровни мониторинга.
2. Краткая история биоиндикационных исследований.
3. Экологические основы биоиндикации.
4. Среда обитания.
5. Экологические факторы: абиотические, биотические, антропогенные.
6. Закон оптимума.
7. Неоднозначность действия фактора на разные функции.
8. Изменчивость, вариабельность и разнообразие ответных реакций на действие факторов среды у отдельных особей вида.
9. Взаимодействие факторов. Правило ограничивающих факторов.
10. Популяционные основы биоиндикации.
11. Структура популяций: возрастная, половая, биотический потенциал популяций.
12. Биоценологические основы биоиндикации.
13. Структура биоценоза.
14. Экосистемные основы биоиндикации.
15. Виды и методы биоиндикации.
16. Виды-индикаторы: регистрирующие, накапливающие.
17. Основные направления в биоиндикации водной среды.
18. Основные свойства водной среды.
19. Экологические зоны водоемов.
20. Экологическая морфология водных животных и биоиндикация среды.
21. Физиологические адаптации и их морфологическое выражение.
22. Морфо-физиологические адаптации к использованию кислорода их биоиндикационная оценка.
23. Морфо-физиологических адаптации к использованию различной пищи и их биоиндикационная оценка.
24. Этологические основы биоиндикации.
25. Методы контроля за состоянием водной среды.
26. Методы мониторинга биологических объектов.
27. Биоиндикация воздушной среды.
28. Параметры оценки экологического состояния воздушной среды.
29. Методы биоиндикации почв.
30. Определение экологических особенностей почв с помощью растений-индикаторов (плодородие, обеспеченность определенными элементами).
31. Индикаторы разного водного режима почв.
32. Индикация кислотности почв: ацидофилы, нейтрофилы.
33. Биоиндикация почвенных микро- и макроэлементов (цинк, медь, марганец, кобальт, фосфор, магний, калий, сера, хлор, азот, кальций, бор).
34. Фаунистическая биоиндикация.

Вопросы для подготовки к проверочным работам

Тема: «Мониторинг окружающей природной среды»

1. Мониторинг, уровни мониторинга.
2. История биоиндикационных исследований.

Тема: «Биоиндикация на разных уровнях живого»

- 1.Среда обитания.
- 2.Факторы среды.
- 3.Закономерности действия экологических факторов.
- 4.Популяционные основы биоиндикации.
- 5.Биоэкологические основы биоиндикации.
- 6.Экосистемные основы биоиндикации.

Тема: «Виды и методы биоиндикации»

- 1.Виды биоиндикации.
- 2.Объекты биоиндикации.
- 3.Биоиндикаторы. Виды биоиндикаторов.
- 4.Методы биоиндикации биологических объектов.

Тема: «Методы биоиндикации разных сред обитания»

- 1.Методы биоиндикации биоты.
- 2.Биоиндикационные методы контроля воздушной среды.
- 3.Методы мониторинга почв.
- 4.Биоиндикация водной среды.

Письменные задания к отчету по самостоятельной работе

Тема: «Определение устойчивости растений к высоким температурам»

Самостоятельные задания: построить ряд термостойкости древесных пород или комнатных растений по степени убывания. Сделать соответствующие выводы.

Тема: «Влияние солей тяжелых металлов на плазмолиз протоплазмы растительной клетки»

Самостоятельные задания: зарисовать схемы плазмолиза и сделать выводы относительно действия солей биогенных и небиогенных тяжелых металлов на характер плазмолиза клетки.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

6.1.1.Критерии оценивания уровня освоения знаний в ответах на вопросы к практическим занятиям и заданиях для самостоятельной работы.

Оценивание ответов студента

"Отлично" выставляется студенту, который демонстрирует при ответе всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой. Свободно ориентируется в основной и дополнительной литературе, рекомендованной программой, а так же показывает усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины и их значений для приобретаемой профессии, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

"Хорошо" выставляется студенту, который демонстрирует при ответе хорошее знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Показывает систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

"Удовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющимся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой, допустившим погрешности в ответе, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

"Неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не ознакомившемся с основной

литературой, предусмотренной программой, и не овладевшему базовыми знаниями, предусмотренными по данной дисциплине и определёнными предметными умениями.

Самостоятельная работа

Вопросы для подготовки к контрольным работам:

Тема: «Мониторинг окружающей природной среды»

1. Мониторинг, уровни мониторинга.
2. История биоиндикационных исследований.

Тема: «Биоиндикация на разных уровнях живого»

1. Среда обитания.
2. Факторы среды.
3. Закономерности действия экологических факторов.
4. Популяционные основы биоиндикации.
5. Биоэкологические основы биоиндикации.
6. Экосистемные основы биоиндикации.

Тема: «Виды и методы биоиндикации»

1. Виды биоиндикации.
2. Объекты биоиндикации.
3. Биоиндикаторы. Виды биоиндикаторов.
4. Методы биоиндикации биологических объектов.

Тема: «Методы биоиндикации разных сред обитания»

1. Методы биоиндикации биоты.
2. Биоиндикационные методы контроля воздушной среды.
3. Методы мониторинга почв.
4. Биоиндикация водной среды.

Пример контрольной работы

1 вариант

1. Дать определение биоиндикации. Виды биоиндикации. Биоиндикаторы. Виды биоиндикаторов.
2. Закон взаимодействия факторов.
3. Биоиндикация на организменном уровне.

2 вариант

1. Дать определение экологическому мониторингу. Виды мониторинга. Основные задачи мониторинговых исследований.
2. Закон оптимума.
3. Биоиндикация на клеточном и субклеточном уровнях.

Критерии оценивания контрольных работ

- оценка **"отлично"** выставляется студенту, который правильно ответил на все предложенные задания, показал глубокое знание изучаемого учебно-программного материала.

- оценка **"хорошо"** выставляется студенту, который правильно ответил на 80%-90% предложенных заданий, обнаружил в основном полное знание учебно-программного материала.

- оценка **"удовлетворительно"** выставляется студенту, который правильно ответил на 50%-60% предложенных заданий, обнаружившему знание основного учебного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы

- оценка **"неудовлетворительно"** выставляется студенту, который правильно ответил на 40% предложенных заданий, или вообще не ответил правильно на одно задание, и обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала.

Вопросы самоподготовки:

1. Мониторинг, уровни мониторинга.
2. Краткая история биоиндикационных исследований.
3. Экологические основы биоиндикации.
4. Среда обитания.
5. Экологические факторы: абиотические, биотические, антропогенные.
6. Закон оптимума.
7. Неоднозначность действия фактора на разные функции.
8. Изменчивость, вариабельность и разнообразие ответных реакций на действие факторов среды у отдельных особей вида.
9. Взаимодействие факторов. Правило ограничивающих факторов.
10. Популяционные основы биоиндикации.
11. Структура популяций: возрастная, половая, биотический потенциал популяций.
12. Биоценологические основы биоиндикации.
13. Структура биоценоза.
14. Экосистемные основы биоиндикации.
15. Виды и методы биоиндикации.
16. Виды-индикаторы: регистрирующие, накапливающие.
17. Основные направления в биоиндикации водной среды.
18. Основные свойства водной среды.
19. Экологические зоны водоемов.
20. Экологическая морфология водных животных и биоиндикация среды.
21. Физиологические адаптации и их морфологическое выражение.
22. Морфо-физиологические адаптации к использованию кислорода их биоиндикационная оценка.
23. Морфо-физиологических адаптации к использованию различной пищи и их биоиндикационная оценка.
24. Этологические основы биоиндикации.
25. Методы контроля за состоянием водной среды.
26. Методы мониторинга биологических объектов.
27. Биоиндикация воздушной среды.
28. Параметры оценки экологического состояния воздушной среды.
29. Методы биоиндикации почв.
30. Определение экологических особенностей почв с помощью растений-индикаторов (плодородие, обеспеченность определенными элементами).
31. Индикаторы разного водного режима почв.
32. Индикация кислотности почв: ацидофилы, нейтрофилы.
33. Биоиндикация почвенных микро- и макроэлементов (цинк, медь, марганец, кобальт, фосфор, магний, калий, сера, хлор, азот, кальций, бор).
34. Фаунистическая биоиндикация.

Письменные задания к отчету по самостоятельной работе:

Тема: «Определение устойчивости растений к высоким температурам»

Самостоятельные задания: построить ряд термостойкости древесных пород или комнатных растений по степени убывания. Сделать соответствующие выводы.

Тема: «Влияние солей тяжелых металлов на плазмолиз протоплазмы растительной клетки»

Самостоятельные задания: зарисовать схемы плазмолиза и сделать выводы относительно действия солей биогенных и небιοгенных тяжелых металлов на характер плазмолиза клетки

Текущий контроль осуществляется посредством контрольных (проверочных) работ по вопросам для проверки знаний студентов перед практическими занятиями.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

6.2.1. Зачет (10 семестр)

Промежуточный контроль осуществляется в форме зачета (10 семестр), с учетом участия студента во всех видах работ:

- посещение занятий;
- выполнение самостоятельной работы и ведение рабочей тетради;
- оценка письменных контрольных работ;
- участие в дискуссиях.

Критерии оценивания:

«Зачтено» выставляется студенту, который:

- выполнил все практические работы;
- написал контрольные работы на оценку не ниже «удовлетворительно»;
- активно работал на практических занятиях при обсуждении текущих тем по изучаемому предмету; ответы оценивались на оценку не ниже «удовлетворительно».

«Не зачтено» выставляется студенту, который:

- выполнил не все практические работы
- или написал контрольные работы на оценку ниже «удовлетворительно»;
- или не активно работал на практических занятиях при обсуждении текущих тем по изучаемому предмету; ответы оценивались на оценку ниже «удовлетворительно».

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1.Список основной литературы:

- 1.Карташев А.Г. Биоиндикационные методы контроля окружающей среды: уч. Пособие для вузов/ А.Г.Карташев. - Москва: Изд-во Юрайт, 2021. - 138с.
<https://urait.ru/book/bioindikacionnye-metody-kontrolya-okruzhayuschey-sredy-479072>
2. Тютиков С.Ф. Биологический мониторинг. Использование диких животных в биогеохимической индикации: уч-к для вузов/ С.Ф.Тютиков. - Москва: Из-во Юрайт, 2021. - 230с.
<https://urait.ru/book/biologicheskii-monitoring-ispolzovanie-dikih-zhivotnyh-v-biogeohimicheskoy-indikacii-448525>

7.2.Список дополнительной литературы

- 1.Андреев И.В. Биоиндикация качества среды. Краткий конспект лекций для студентов естественно - географического факультета. – Смоленск: СГПУ, 2004. – 44 с.
- 2.Ашихмина Т.Я. Разработка методов биологического мониторинга техногенных территорий // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2013.№1. С.29-35.
- 3.Латышенко К.П. Мониторинг загрязнения окружающей среды // Московский политехнический университет г. Москва. Юрайт. 2018г. Код 413748
- 4.Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: Биоиндикация и биотестирование.// М., Академия, 2010.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети “Интернет”

- 1.Образовательный портал <http://fatpoint.ru>.
- 2..<http://www.naturemed.ru/archives/4>
- 3.www.gnpnu.ru – Государственная научная педагогическая библиотека им. К.Д. Ушинского Российской академии образования.
- 4.IPRbooks – электронная библиотека.
- 5.Сайт ВОЗ –<http://www.who.int.ru>
- 6.Сайт Госкостата – <http://www.Gks.ru>
- 7.Сайт Роспотребнадзора – <http://www.Rospotrebnadzor.ru>
- 8.Сайт Росприроднадзора – [http:// www.rpn.gov.ru](http://www.rpn.gov.ru)

8. Материально-техническое обеспечение

- беспроводной интерактивный планшет;
- ноутбук HP;
- мультимедийный проектор BenQ (ауд. 65)
- ноутбук HP 530 CM-530;

- проектор Vivitek Д557W;
- экран настенный ProScreen (ауд. 61)
- специальные столы с подсветкой для работы с микроскопами;
- микроскопы МБР-1;
- микроскопы МБС-9;

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.