

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шекина Вера Витальевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 11.01.2021 10:25:08

Уникальный программный ключ:

a2232a55157e57651a8599b1390892af53989420420336ff6f577e474e57789



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР ФГБОУ ВО «БГПУ»

М.Ю. Попова

«23» марта 2016 г.

Рабочая программа дисциплины

СТРЕСС-ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Направление подготовки
06.06.01 БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Направленность
«ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ»

Уровень высшего образования
АСПИРАНТУРА

Квалификация
«ИССЛЕДОВАТЕЛЬ. ПРЕПОДАВАТЕЛЬ-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ»

Принята
на заседании кафедры химии
(протокол № 8 от «20» мая 2015г.)

Благовещенск 2016

**КОПИЯ
ВЕРНА**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1 Пояснительная записка.....	3
2 Учебно-тематический план.....	5
3 Содержание дисциплины.....	7
4 Методические рекомендации (указания) для аспирантов по изучению дисциплины.....	8
5 Практикум по дисциплине.....	10
6 Дидактические материалы для контроля (самоконтроля) усвоенного материала.....	50
7 Перечень информационных технологий	73
8 Список литературы и электронных ресурсов.....	73
9 Материально-техническая база.....	75
10 Лист изменений и дополнений	78



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель и задачи освоения учебной дисциплины

Цель дисциплины: сформировать у аспирантов углубленные знания о механизме возникновения стресса, а также физиологических и биохимических процессах, протекающих в растениях в ответ на воздействие неблагоприятных факторов среды.

Задачи дисциплины:

- - овладеть методами изучения устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов среды;
- - изучить основные причины повреждающего действия различных стрессоров на растения;
- - приобрести основные знания о приспособлении растений к действию неблагоприятных абиотических факторов среды;

1.2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Стресс-физиология растений» относится к вариативной части обязательных дисциплин Б1.В.ОД.5.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения при освоении дисциплины, соотнесённых с планируемыми результатами освоения ООП

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими

общефессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

профессиональными компетенциями (ПК):

- владение знаниями о механизмах адаптации растений на молекулярном уровне (ПК-1).

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1: способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знание: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовых принципов и методов их организации; основных источников научной информации и требований к представлению информационных материалов Умение: составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты в научном сообществе



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
	Навыки: приобретения систематических знаний по направлению деятельности; получения углубленных знаний по выбранной направленности подготовки, базового проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.
ПК-1 владение знаниями о механизмах адаптации растений на молекулярном уровне	Знание: особенностей состава биомолекул растений, специфики их метаболизма и понимания взаимосвязи строение – свойства – биологические функции молекул; локализации физиолого-биохимических процессов в растениях, их ход и механизмы регуляции на всех структурных уровнях организации растительного организма; зависимости хода физиолого-биохимических процессов от внутренних и внешних факторов среды; молекулярно-генетического ответа растения на воздействие экологических факторов; Умение: рассчитывать, строить и анализировать диаграммы энзиматической активности и схемы энзимограмм ферментов; пользоваться биохимическими показателями в процессе прогнозирования адаптации растений к различным условиям среды; Навыки: использования современных методов исследования и получения информации о ходе физиолого-биохимических процессов в растительном организме, поиска новых сведений в области физиологии и биохимии растений, связанных с изучением молекулярно-генетических механизмов адаптации.

1.4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины на очной и заочной формах обучения и по индивидуальному плану обучения на очной и заочной форме составляет 108 часов (3 зачетных единицы), из них лекционных – 24 часа, 30 часов отводится на лабораторные работы. Курс завершается зачетом в 4 семестре.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы
на очной и заочной формах обучения и
по индивидуальному плану обучения на очной и заочной формах

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Общая трудоемкость	108	4
Аудиторные занятия	54	
Лекции	24	
Лабораторные работы	30	
Самостоятельная работа	54	
Вид итогового контроля		зачет

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

2.1 Учебно-тематический план для очной и заочной формы обучения и индивидуального плана обучения на очной и заочной формах

№ п/п	Раздел программы	Количество часов				
		Всего	Ауд	СР	ЛК	ПР
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс растений.	42	22	20	12	10
	<i>Тема 1. Механизмы стресса. Адаптационные стратегии растений.</i> Стресс как специфический ответ организма на изменение внешней среды. Системы регуляции в условиях стресса. Параметры стрессового фактора. Адаптация к условиям внешней среды. Лаб. раб. 1. Измерение параметров внешней среды (солнечной радиации, температуры воздуха почвы и воды, измерение влажности почвы, измерение рН воды и почвы). Лаб. раб. 2. Определение перекисного окисления липидов (ПОЛ).	20	10	10	6	4
	<i>Тема 2. Окислительный стресс и антиоксидантные системы растений.</i> Характеристика активных форм кислорода. Повреждающее действие АФК на биомолекулы растительной клетки. Общие представления о системе антиоксидантной защиты. Лаб. раб. 3. Определение активности супероксиддисмутазы. Лаб. раб. 4. Определение активности каталазы. Лаб. раб. 5. Определение активности глутатионредуктазы (ГР).	22	12	10	6	6
2	Раздел 2. Атмосфера как источник стрессовых воздействий на растения.	32	16	16	6	10
	<i>Тема 3. Газообразные загрязнители атмосферы.</i> Влияние газообразных загрязнителей атмосферы на физиологические процессы. Озоновый стресс.	12	6	6	2	4



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

	Загрязнение атмосферы оксидами азота и сульфидами. Газоустойчивость. Лаб. раб. 6. Пигментный комплекс растений как показатель состояния водной (воздушной) среды. Лаб. раб. 7. Выявление загрязнения воздуха соединениями серы по содержанию сульфатов в растительном материале					
	Тема 4. Влияние фактора освещённости на растение. Регуляторное действие света, фитохромные системы растений. Влияние повышенных доз УФ-радиации, концентрации CO ₂ и озона в атмосфере на сельскохозяйственные культуры. Лаб. раб. 8. Изучение зависимости фотосинтез от интенсивности освещения	8	4	4	2	2
	Тема 5. Устойчивость растений к гипер- и гипотермии. Физиолого-биохимические изменения в растениях при действии повышенных температур. Механизмы формирования жаростойкости. Действие на растение низких положительных температур. Белки теплового шока. Лаб. раб. 9. Активность пероксидазы в условиях температурного стресса. Лаб. раб. 10. Множественные формы пероксидазы в условиях температурного стресса	12	6	6	2	4
3	Раздел 3. Корнеобитаемая среда как источник стресса растений.	34	16	18	6	10
	Тема 6. Влагообеспеченность растений и корнеобитаемая среда. Физиологические и биохимические изменения в растениях при дефиците влаги. Лаб. раб. 11. Биодиагностика почв по ферментативной активности. Лаб. раб. 12. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов (биофлавоноидов).	14	6	8	2	4
	Тема 7. Минеральный стресс растений и загрязнение почвы тяжёлыми металлами. Физиолого-биохимические изменения в растении при избытке и недостатке элементов минерального питания. Механизмы солеустойчивости растений. Лаб. раб. 13. Определение соответствия содержания нитрат-ионов в растительной ткани (воде, почве) нормативам качества. Лаб. раб. 14. Закладка модельного эксперимента для изучения влияния тяжёлых металлов на растения. Лаб. раб. 15. Содержание SH-групп в	20	10	10	4	6

	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

	белках растений как тест на действие тяжелых металлов.					
	Всего:	108	54	54	24	30

2.2 Интерактивное обучение по дисциплине «Стресс-физиология растений»

№	Тема занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1	Адаптационные стратегии растений.	Лекция с заранее объявленными ошибками	2
2	Окислительный стресс и антиоксидантные системы растений.	Лекция-дискуссия	4
3	Устойчивость растений к гипер- и гипотермии	Лекция дискуссия	2
4	Минеральный стресс и загрязнение почвы тяжелыми металлами.	Лекция-консультация	2
	Всего:		10

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс растений.

Тема 1. Механизмы стресса. Адаптационные стратегии растений. Предмет стресс-физиологии растений – изучение изменений физиологических параметров растений при изменении условий внешней среды. Сигнальные системы растения. Стресс как специфический ответ организма на изменение внешней среды. Стресс, адаптация, устойчивость. Классификации адаптаций. Адаптационные стратегии растений. Системы регуляции в условиях стресса. Параметры стрессового фактора. Адаптация к условиям внешней среды. Акклимация и акклиматизация. Продукционный процесс и стратегии выживания.

Тема 2. Окислительный стресс и антиоксидантные системы растений. Характеристика активных форм кислорода. Повреждение биомолекул активными формами кислорода. Условия образования и роль АФК в растительных клетках. Компартиментация АФК в клетке. Повреждающее действие АФК на биомолекулы растительной клетки. Методы оценки локализации окислительного стресса в растении и механизмы детоксикации АФК. Общие представления о системе антиоксидантной защиты. Ферменты-антиоксиданты (каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза, глутатионредуктаза). Изменение активности антиоксидантных ферментов при загрязнении среды обитания растений. Низкомолекулярные компоненты системы защиты растений (аскорбиновая кислота, глутатион, пролин, каротиноиды, флавоноиды, токоферол, убихинон и другие). Генетический контроль антиоксидантных систем. Возможности усиления антиоксидантной защиты. Окислительный стресс и программируемая смерть клетки (апоптоз).

Раздел 2. Атмосфера как источник стрессовых воздействий на растения.

Тема 3. Газообразные загрязнители атмосферы. Влияние газообразных загрязнителей атмосферы на физиологические процессы. Озоновый стресс. Зависимость реакции



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

растений на озон от факторов среды. Загрязнение атмосферы оксидами азота. Загрязнение атмосферы сульфидами. Газоустойчивость.

Тема 4. Влияние фактора освещённости на растение. Требования растений к условиям освещённости: интенсивности светового потока, его спектральному составу, периодичности освещения. Зависимость интенсивности фотосинтеза от параметров освещения. Регуляторное действие света, фитохромные системы растений. Современные представления о генетической детерминированности растений к условиям освещённости. Влияние повышенных доз УФ-радиации, концентрации CO_2 и озона в атмосфере на сельскохозяйственные культуры. Влияние УФ-В-радиации на физиологические и молекулярно-генетические процессы в растениях. Реакция растений на повышение концентрации CO_2 в атмосфере. Влияние сочетания повышенных доз УФ-облучения, O_3 и CO_2 на сельскохозяйственные культуры.

Тема 5. Устойчивость растений к гипер- и гипотермии. Влияние температурного фактора на растение. Физиолого-биохимические изменения в растениях при действии повышенных температур. Механизмы формирования жаростойкости. Действие на растение низких положительных температур. Физиолого-биохимические механизмы адаптации теплолюбивых растений к низким положительным температурам. Причины повреждения растений отрицательными температурами. Механизмы закаливания растений к действию отрицательных температур. Современные представления о молекулярно-генетических механизмах адаптации растений к «некомфортным» значениям температурного фактора. Белки теплового шока.

Раздел 3. Корнеобитаемая среда как источник стресса растений.

Тема 6. Влагообеспеченность растений и свойства корнеобитаемой среды. Вода как важнейший фактор жизнедеятельности растений. Роль воды в физиолого-биохимических процессах в растении. Физиологические и биохимические изменения в растениях при дефиците влаги. Поток воды через растение, его движущие силы, зависимость от факторов внешней среды. Действие дефицита воды на растение и засухоустойчивость. Уплотнение почвы.

Тема 7. Минеральный стресс растений и загрязнение почвы тяжелыми металлами. Физиолого-биохимические изменения в растении при избытке и недостатке элементов минерального питания. Солеустойчивость растений, её механизмы. Механизмы взаимодействия элементов минерального питания в обеспечении роста и развития растений. Эффективность использования элементов минерального питания овощными культурами. Влияние уплотнения почвы на рост и развитие растений. Влияние избыточного увлажнения почвы на рост и развитие растений. Устойчивость растений к алюминию на кислых почвах. Устойчивость растений к тяжелым металлам.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ АСПИРАНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе «Стресс-физиология растений» систематизированы современные представления о физиолого-генетических механизмах адаптации растений к наиболее значимым неблагоприятным условиям: осмотическому стрессу, гипо- и гипертермии, недостатку влаги и засолению, уплотнению почвы, загрязнению атмосферы и



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

корнеобитаемой среды. Действие каждого стресс-фактора рассматривается как с позиции его повреждающего эффекта, который стрессор оказывает на растение, так и с точки зрения ответных реакций организма, направленных на формирование механизмов адаптации, которые преодолевать или избегать неблагоприятных воздействий. Повреждающие эффекты и механизмы адаптации образуют сложную систему, включающую изменение функциональной организации растения от молекулярного уровня до уровня целого организма. Значительная роль для подготовки аспирантов принадлежит большому лабораторному практикуму, который позволит освоить физиолого-биохимические методы оценки устойчивости растений к условиям среды обитания. Большинство работ носит проблемный характер и предполагает приобретение навыков самостоятельных научных исследований. В качестве основы для успешного усвоения материалов дисциплины используются знания энзимологии, позволяющие сформировать у аспирантов углубленные знания о физиологических и биохимических процессах, протекающих в растениях на молекулярном уровне в ответ на воздействие неблагоприятных факторов среды.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов по дисциплине «Стресс-физиология растений» на очной и заочной формах обучения и по индивидуальному плану обучения на очной и заочной формах

Наименование раздела (темы) дисциплины	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом	Формы контроля СРА
Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс растений.	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка письменных самостоятельных работ (серии 1, 2). Оформление и подготовка отчета по лабораторным работам. Подготовка реферата. Подготовка к собеседованию. Подготовка к контрольной работе.	20	Проверка лабораторных и письменных самостоятельных работ (серии). Собеседование. Контрольная работа. Реферат. Тест. Зачет.
Раздел 2. Атмосфера как источник стрессовых воздействий на растения	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка письменных самостоятельных работ (серии 3- 5). Оформление и подготовка отчетов по лабораторным	16	Лабораторные и письменные самостоятельные работы (серии). Собеседование. Тест. Реферат. Зачет.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

	работам. Подготовка реферата. Подготовка к собеседованию.		
Раздел 3. Корнеобитаемая среда как источник стресса растений.	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка письменных самостоятельных работ (серии 6, 7). Оформление и подготовка отчета по лабораторным работам. Подготовка реферата. Подготовка к собеседованию.	18	Реферат, лабораторные работы. Письменные самостоятельные работы (серии). Собеседование. Тест. Зачет.

5. ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№ п/п	Тема	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс растений. <i>Тема 1. Механизмы стресса. Адаптационные стратегии растений.</i> Лаб. раб. 1. Измерение параметров внешней среды (солнечной радиации, температуры воздуха почвы и воды, измерение влажности почвы, измерение pH воды и почвы). Лаб. раб. 2. Определение перекисного окисления липидов (ПОЛ).	4
2.	<i>Тема 2. Окислительный стресс и антиоксидантные системы растений.</i> Лаб. раб. 3. Определение активности супероксиддисмутазы. Лаб. раб. 4. Определение активности каталазы. Лаб. раб. 5. Определение активности глутатионредуктазы (ГР).	6
3	Раздел 2. Атмосфера как источник стрессовых воздействий на растения <i>Тема 3. Газообразные загрязнители атмосферы.</i> Лаб. раб. 6. Пигментный комплекс растений как показатель состояния водной (воздушной) среды. Лаб. раб. 7. Выявление загрязнения воздуха соединениями серы по содержанию сульфатов в растительном материале	4
4.	<i>Тема 4. Влияние фактора освещённости на растение.</i> Лаб. раб. 8. Изучение зависимости фотосинтеза от интенсивности освещения	2
5.	<i>Тема 5. Устойчивость растений к гипер- и гипотермии.</i> Лаб. раб. 9. Активность пероксидазы в условиях температурного стресса.	4



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

	Лаб. раб. 10. Множественные формы пероксидазы в условиях температурного стресса	
6.	Раздел 3. Корнеобитаемая среда как источник стресса растений. Тема 6. Влагообеспеченность растений и корнеобитаемая среда. Лаб. раб. 11. Биодиагностика почв по ферментативной активности. Лаб. раб. 12. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов (биофлавоноидов).	4
7	Тема 7. Минеральный стресс растений и загрязнение почвы тяжелыми металлами. Лаб. раб. 13. Определение соответствия содержания нитрат-ионов в растительной ткани (воде, почве) нормативам качества. Лаб. раб. 14. Закладка модельного эксперимента для изучения влияния тяжелых металлов на растения. Лаб. раб. 15. Содержание SH-групп в белках растений как тест на действие тяжелых металлов.	6
	Итого	30

Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс растений.

Тема 1. Механизмы стресса. Адаптационные стратегии растений.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Измерение параметров внешней среды (солнечной радиации, температуры воздуха почвы и воды, измерение влажности почвы, измерение pH воды и почвы)

Рост и развитие растений зависят от внешних природных факторов (света, температуры, влажности и др.), которые воздействуют и на такие процессы, происходящие в растениях, как фотосинтез, дыхание, транспирация, поглощение химических элементов и передвижение веществ по растению. Чтобы понять, как реагируют эти процессы на изменения микроклимата, необходимо измерять отдельные его составляющие в природной среде.

Опыт 1. Измерение солнечной радиации

Энергия солнечного света необходима растениям для фотосинтеза, а также для роста и развития в тех их проявлениях, которые называются фотоморфогенетическими и фототропическими реакциями. Около 40-45% излучаемой солнечной энергии приходится на область от 380 до 720 нм. Это видимая часть спектра. Пигменты растений поглощают излучение примерно в этой же части спектра, поэтому ее называют «фотосинтетически активной радиацией» – ФАР (часто ее границами считают 400-700 нм).

При изучении роли света в жизни растений обычно учитывают интенсивность радиации (E), т. е. количество лучистой энергии, выраженное в объективных единицах и падающее на единицу освещаемой поверхности в единицу времени. Интенсивность радиации (ФАР или интегральной) выражают в Вт·м⁻², эрг·см⁻²·с⁻¹, кал·см⁻²·мин и др. Фотометрическим аналогом интенсивности радиации является освещенность. Освещенность (I) есть отношение светового потока к величине освещаемой поверхности, по которой он равномерно распределен. Единицей освещенности является люкс (лк). Люкс – это освещенность, создаваемая источником радиации с силой света в 1 свечу на



расстоянии 1 м. Отношения между единицами интенсивности радиации и освещенности представлены в таблице 1.

Для работы со световой кривой (расчета квантового расхода/выхода фотосинтеза) надо учитывать, что $1 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ (общего света) $\approx 1,895 \text{ мкмоль} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ (ФАР).

Большинство приборов, используемых для измерения радиации, состоят из различных видов батарей термопар. Батарея термопар состоит из ряда поочередных спаев между двумя различными металлами, например меди и константана. Когда между двумя спаями термопары существует разность температур, возникает напряжение, пропорциональное величине этой разности. При измерении солнечной радиации разность температур создается благодаря тому, что один спай внедряется в металлический зажим, защищенный от действия радиации, а другой находится на облучаемой поверхности. Поверхность датчика обычно защищена от ветра и дождя стеклянным колпачком, прозрачность которого ограничивает спектральную чувствительность областью от 0,3 до 3,0 мкм. По такому принципу устроен, например, пиранометр (или соляриметр). Освещенность обычно измеряют люксметрами, к которым прилагается инструкция по работе.

Опыт 2. Измерение температуры воздуха, почвы и воды

С температурным фактором связан весь период вегетации растений. Температура всех органов определяется в основном температурой среды обитания (воздуха, почвы, воды). Но у растений имеются механизмы, отчасти регулирующие температуру их органов. Так, благодаря транспирации температура листьев в жаркие часы дня снижается и тем самым предотвращается их перегрев. Благодаря дыханию температура отдельных органов растений (например, цветков) может быть выше окружающей.

Однако, как правило, температура корней, листьев, стеблей и цветков изменяется почти синхронно с изменением температуры воздуха и почвы (или воды), лишь немного запаздывая. Температура почвы и воздуха не одинакова. Различия между температурой почвы и воздуха наблюдаются в разное время года, а также в течение суток. В утренние часы и в первую половину дня температура почвы обычно ниже температуры воздуха, тогда как вечером и ночью наоборот.

Температура воды более стабильна в течение суток и медленнее изменяется по сезонам. Физиологические процессы растений (рост и развитие, фотосинтез, дыхание, поглощение минеральных веществ и др.) имеют определенные температурные границы и некоторый оптимум, отклонение от которого ведет к снижению продуктивности растений. Часто для экологических исследований необходимо знать границы функционирования и температурные потребности различных видов растений.

Температуру измеряют с помощью приборов, действие которых основано на вызываемом ею расширении веществ (обычно жидкости) или генерации электрического тока и излучения. Жидкостные стеклянные термометры – самые распространенные приборы для измерения температуры среды. Однако они непригодны для автоматической записи измерений. Для этих целей служат термографы, действие которых основано на свойстве биметаллической пластины деформироваться при изменении температуры, но они обладают более низкой точностью.



Среди жидкостных термометров различают ртутные (со шкалой отрицательных температур не ниже точки замерзания ртути – $38,8^{\circ}\text{C}$), спиртовые или толуоловые (со шкалой не выше точки кипения спирта – $70-75^{\circ}\text{C}$). К ртутным относятся максимальные и разностные термометры, большинство технических и химических, психометры, комнатные, водные и др. К спиртовым относятся все минимальные термометры, большинство комнатных, некоторые почвенные и водные.

Более совершенными являются термоэлементы и терморезисторы. Принцип действия первых основан на явлении термоэлектричества – возникновения разности потенциалов на концах термопар, термоспай которых помещены в разные температурные условия. В случае терморезисторов между спаями двух разных металлов возникает электрическое сопротивление, адекватное изменению температуры. Термопары применяют для измерения температуры поверхности листа, измерения температуры внутри камеры, где находится растение и т. д.

При измерении температуры любой среды (воздушной, почвенной или водной) необходимо соблюдать следующие правила.

- Выбрать тип термометра в соответствии с задачами предстоящих измерений (амплитуда температур, размеры и форма термометра, точность показаний и т.д.).
- При измерении необходимо погружать в субстрат не только резервуар термометра, но и весь капилляр с жидкостью.
- Измеряя температуру воздуха, следует следить за тем, чтобы термометр был укрыт от прямого воздействия тепловых лучей солнца, нагревательных приборов и от конвекционных потоков.
- При измерении температуры выдерживают термометр не менее 2-30 минут, в соответствии с типом термометра, его размерами и величиной тепловой инерции.
- Термометр держат как можно дальше от резервуара – лучше за противоположный конец, чтобы не согреть его руками.
- При работе со специальными термометрами (почвенный, прачевой, технический и др.), а также термоэлементами и терморезисторами необходимо соблюдать требования, указанные в паспорте соответствующего прибора.

Опыт 3. Измерение влажности почвы

Материалы и оборудование: Сушильные стаканчики (почвенные бюксы), почвенный бур (или лопатка) для отбора почвенных образцов, сушильный шкаф.

Для нормального роста и развития растений почва должна содержать оптимальное количество воды и воздуха. Оптимальные условия для большинства культурных растений создаются в том случае, когда почва содержит 50-55% воды от объема почвенных пор. Требования растений к водному режиму почв в течение вегетационного периода изменяются и зависят от фазы развития. Растения страдают как от недостатка, так и от избытка влаги. Чем моложе растение, тем сильнее оно реагирует на избыток и недостаток влаги в почве. Создание и поддержание оптимального водного режима почвы имеет большое значение для нормальной жизнедеятельности растений, что в конечном итоге отражается на их продуктивности.

	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

Для определения влажности почвы берут в предварительно взвешенный сушильный стаканчик (почвенный бюкс) приблизительно 10–15 г почвы с нужной глубины, взвешивают ее на технических весах с точностью до 0,01 г. Затем бюкс с открытой крышкой ставят в сушильный шкаф и сушат при 105°C в течение 6 часов. После высушивания бюкс с почвой вынимают из сушильного шкафа, быстро закрывают крышкой и ставят в эксикатор для охлаждения. Остывшую почву взвешивают. Все результаты взвешиваний и расчетов записывают по следующей форме (табл. 2).

Таблица 2

Форма записи результатов определения влажности почвы

№ бюкса	Масса пустого бюкса (г)	Масса бюкса с сырой почвой (г)	Масса бюкса с почвой после высушивания (г)	Потеря от высушивания (г)	Масса абсолютно сухой почвы (г)	Влажность почвы (%)
1						

Влажность почвы выражают в процентах к массе абсолютно сухой почвы и определяют по следующей формуле:

$$W = (B - C) 100 / C - A,$$

где W – влажность почвы, %;

A – масса пустого бюкса, г;

B – масса бюкса с сырой почвой, г;

C – масса бюкса с почвой после высушивания, г.

Опыт 4. Измерение pH воды и почвы

Материалы и оборудование: pH-метр, дистиллированная вода, стаканчики на 50 мл, индикаторная бумага.

Водородный показатель выражают величиной pH, представляющей собой десятичный логарифм концентрации ионов водорода, взятый с обратным знаком; pH определяют в интервале от 1 до 14.

Определение величины pH воды

Как правило, pH природных вод находится в пределах от 6,5 до 8,5 и зависит от соотношения концентраций свободного диоксида углерода и бикарбонат-иона. Более низкие значения pH могут наблюдаться в кислых болотных водах. Летом при интенсивном фотосинтезе pH может повышаться до 9,0. На величину pH влияет содержание карбонатов, гидроксидов, солей, подверженных гидролизу, гуминовых веществ и т. д. Данный показатель является индикатором загрязнения открытых водоемов при выпуске в них кислых или щелочных сточных вод. В результате происходящих в воде химических и биологических процессов и потерь углекислоты pH воды может быстро изменяться, и этот показатель следует определять сразу же после отбора пробы, желательно на месте отбора.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

Для определения pH воды применяют специальные индикаторы, а также приборы – pH-метры со стеклянными электродами. Измерение pH цветных растворов и суспензий индикаторным способом невозможно. Электрометрический (потенциометрический) метод определения pH воды отличается большой точностью (до 0,02), он позволяет проводить исследование практически в любой воде независимо от ее окраски, мутности, концентрации солей.

Метод основан на измерении разности потенциалов, возникающих на границах между внешней поверхностью стеклянной мембраны электрода и исследуемым раствором, с одной стороны, и внутренней поверхностью мембраны и стандартным раствором – с другой. Внутренний стандартный раствор стеклянного электрода имеет постоянную концентрацию ионов водорода, поэтому потенциал на внутренней поверхности мембраны не меняется. Измеряемая разность потенциалов определяется потенциалом, возникающим на границе внешней поверхности электрода и исследуемого раствора. Пределы линейной зависимости потенциала электрода от pH обусловлены свойствами стеклянного электрода. Результат определения не зависит от окраски, мутности, взвеси, присутствия свободного хлора, окислителей или восстановителей, повышенного содержания солей. Влияние температуры компенсируется специальным устройством, вмонтированным в прибор.

Для измерения pH можно использовать потенциометры (pH-метры) различных марок. Стеклянные электроды этих приборов калибруют по буферным растворам.

Материалы и оборудование pH-метр, эталонные растворы, дистиллированная вода, стаканчики на 200 мл, фильтровальная бумага.

Определение величины pH почвы

Для нормальной жизнедеятельности растений требуется определенный уровень кислотности почвы, зависящий от многих природных и антропогенных факторов. Величина pH – важнейший показатель состояния почвы, отражающий воздействие кислых осадков, процессов выщелачивания почвы, ее засоления, известкования, применения кислых удобрений и т. д. Величина pH не только характеризует степень деградации почв, но и определяет меры, необходимые для восстановления ее плодородия. В зависимости от величины pH водной суспензии почв их можно разделить на кислые (pH от 1 до 5); слабокислые (pH от 5,5 до 6,5); нейтральные (pH от 6,5 до 7,0); слабощелочные (pH от 7,0 до 8,0) и щелочные (pH от 8,0 и выше).

Определение pH проводят в фильтрате или, что более правильно, в суспензии до фильтрования вытяжки. Для этого в стакан помещают 2–3 г почвы и наливают 10 мл дистиллированной воды. Полученную суспензию необходимо хорошо встряхнуть и дать ей отстояться. Величину pH в суспензии определяют с помощью pH-метра. При отсутствии pH-метра можно использовать индикаторную бумагу: полоску бумаги вводят в надосадочную жидкость, через 2–3 секунды сравнивают ее цвет со шкалой значений pH.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Определение перекисного окисления липидов (ПОЛ)

Метод 1. Различные токсиканты, в том числе тяжелые металлы, могут вызывать окислительный стресс у растений, стимулируя образование в клетках активных форм



кислорода (АФК). Супероксидный радикал ($O_2^{\cdot-}$), пероксид водорода (H_2O_2) и гидроксильный радикал ($HO^{\cdot}$) обладают очень высокой агрессивностью и способны повреждать практически все компоненты клетки. Активные радикалы, главным образом $HO^{\cdot}$, взаимодействуя с органическими веществами, образуют гидропероксиды ДНК, белков, липидов (ROOH). Гидропероксиды, также как и пероксиды, химически активны и в ходе метаболизма переходят в спирты, альдегиды, эпоксиды и другие окисленные соединения. Образование ROOH называют перекисным окислением. В липидах в основном в полиненасыщенных жирных кислотах АФК вызывают цепные реакции с накоплением липидных ($L^{\cdot}$), пероксильных ($LOO^{\cdot}$), алкоксильных ($LO^{\cdot}$) и других радикалов. Участие тяжелых металлов с переменной валентностью, таких как медь, железо, кобальт и др. приводит к разветвлению этой цепи. Перекисное окисление липидов является индикаторной реакцией повреждения клеточных мембран. В результате ПОЛ образуются конечные метаболиты (малоновый диальдегид, этан, пентан и др.), реагирующие с тиобарбитуровой кислотой (ТБК).

Приготовление реакционной среды:

На 100 мл H_2O дист.: 10 г трихлоруксусной кислоты и 250 мг тиобарбитуровой кислоты.

Ход работы

Растительный материал (300 мг сырых листьев) растирают в ступке с небольшим количеством реакционной смеси, состоящей из 0,25% раствора тиобарбитуровой кислоты (ТБК) в 10% растворе трихлоруксусной кислоты (ТХУК). Для лучшего растирания добавляют стеклянный песок. Гомогенат переносят в стеклянную пробирку небольшими порциями реакционной смеси. Конечный объем каждой пробы составляет 4 мл. Пробы перемешивают и помещают в нагретую до $95^{\circ}C$ водяную баню на 30 мин. Затем пробы резко охлаждают, помещая в сосуд с холодной водой (примерно $+10^{\circ}C$). Содержимое проб переносит в центрифужные пробирки и центрифугируют 10 мин при 10000 g. Оптическую плотность измеряют на спектрофотометре при $D = 532$ нм и $D = 600$ нм против контроля, содержащего реакционную смесь (0,25% раствор ТБК в 10% растворе ТХУК). Концентрацию ТБК-реагирующих продуктов рассчитывают с учетом коэффициента экстинкции $155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

$$A (\text{мМ/г сыр.веса}) = (D_{532} - D_{600}) / (155 \cdot 0,3)$$

Метод 2. Приготовление реактивов:

1. 30 мМ К/Na-фосфатный буфер (pH 7.4)

Отдельно готовится 0.06 М раствор $Na_2HPO_4(12 H_2O)$ (21,48 г Na_2HPO_4 в 1 л H_2O дист.) и 0.06 М раствор KH_2PO_4 (8,16 г KH_2PO_4 в 1 л H_2O дист.). Затем для приготовления 200 мл 30 мМ К/Na-фосфатного буфера (pH 7.4) берут 70 мл Na_2HPO_4 и 30 мл KH_2PO_4 и доводят H_2O дист. до 200 мл.

2. 1% Ортофосфорная кислота (1 мл кислоты на 100 мл H_2O дист.).

3. 0,6% раствор тиобарбитуровой кислоты (600 мг ТБК на 100 мл H_2O дист.).

4. Раствор $FeSO_4$ (28 мг $FeSO_4$ на 10 мл H_2O дист.).

5. Н-бутанол.

Ход работы

Растительный материал (500 мг сырых листьев) растирают в ступке с небольшим количеством 30 мМ К/Na-фосфатного буфера (pH 7.4) и добавлением стеклянного песка.



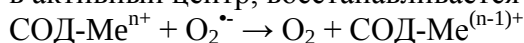
Общий объем пробы составляет 5 мл. Гомогенат фильтруют через капроновую ткань и используют для определения интенсивности процессов ПОЛ. Реакционная смесь состоит из 3 мл 1% раствора ортофосфорной кислоты, 1 мл 0,6% раствора ТБК, 0,1 мл раствора FeSO₄ и 0,3 мл грубого растительного гомогената. Смесь помещают на водяную баню, нагретую до 95°C на 1 час. Затем быстро охлаждают в сосуде с холодной водой (примерно +10°C). После охлаждения к каждой пробе приливают 4 мл н-бутанола, встряхивают и центрифугируют 10 мин по 10 000 g. Оптическую плотность измеряют в бутанольном экстракте против бутанола при $D = 532$ нм и $D = 600$ нм. Концентрацию ТБК реагирующих продуктов рассчитывают с учетом коэффициента экстинкции 155 мМ⁻¹ см⁻¹. A (мМ/г сыр.веса) = $(D_{532} - D_{600}) / (155 \cdot 0,03)$.

Тема 2. Окислительный стресс и антиоксидантные системы растений.

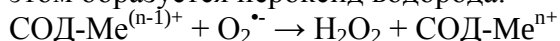
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Определение активности супероксиддисмутазы

Супероксиддисмутаза (СОД, ЕС 1.15.1.1) является важнейшим ферментом антиоксидантной защиты растений. СОД катализирует реакцию восстановления супероксид радикала до пероксида водорода. Механизм взаимодействия СОД с супероксидным радикалом точно не выяснен. Предполагается, что сначала одна молекула супероксида взаимодействует с активным центром фермента, при этом металл, входящий в активный центр, восстанавливается с освобождением молекулярного кислорода:



Затем при участии второй молекулы $\text{O}_2^{\bullet-}$ происходит обратное окисление металла, при этом образуется пероксид водорода:



СОД растений содержит в активных центрах ионы меди, цинка, железа или марганца. Cu-Zn-СОД локализована в основном в цитоплазме, хлоропластах и пероксисомах эукариот, Mn-СОД – в митохондриальных мембранах, тогда как Fe-СОД – в хлоропластах большинства растений. У бактерий недавно была обнаружена СОД, содержащая в своем активном центре молекулу Ni. Существует несколько методов определения общей активности этого фермента.

Метод 1 Первый метод основан на способности фермента ингибировать фотохимическое восстановление тетразолиевого нитросинего.

Реактивы и оборудование

1. Приготовление буферного раствора

Для работы необходимо приготовить 0,1 М фосфатный буфер pH 7,8

2. Приготовление реактивов

Реакционную среду готовят на фосфатном буфере pH 7,8 непосредственно перед каждым опытом. Одна проба реакционной среды (3 мл) содержит:

а. L-метионин (М, 149) – 5,82 мг (39 мкМ)

б. Тетразолиевый нитросиний (М, 817) – 0,204 мг (0,245 мкМ)

в. Тритон х-100 – 0,075 мл (1% р-р)

г. Na-ЭДТА (Трилон Б; М, 372) – 0,112 мг (0,3 мкМ)

	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

д. Отдельно готовят свежий раствор рибофлавина (4,4 мг на 100 мл H₂O дист.).
(Рибофлавин хранят в холодильнике в затемненной посуде).

3. Оборудование

1. Стекланные пробирки объемом 10-15 мл (для проведения реакции)
2. Штативы
3. Пипетки (дозаторы)
4. Секундомер (таймер)
5. Затемненная камера (стакан)
6. Лампа для освещения опытных проб (ДРЛ-500)
7. Центрифуга (рефрижераторная)
8. Стекланный песок для гомогенизации проб
9. Гомогенизатор или фарфоровые ступки
10. Охлаждающее устройство или жидкий азот
11. Водяная баня
12. Спектрофотометр

Ход работы

1. Выделение фермента

Растительный материал (0,5 г сырых листьев) растирают на льду в ступке с небольшим количеством (1,5-2 мл) 0,1 М фосфатного буфера pH 7,8, с добавлением стеклнного песка. Гомогенат переносят в центрифужную пробирку, обмывая ступку небольшим (0,5 мл) количеством буфера. Общий объем использованного буфера составляет 5 мл. Гомогенат центрифугируют 20 мин, 15000 g при 4°C. Супернатант переносят в чистую, сухую пробирку, помещенную в стакан со льдом, и используют в качестве фермента при проведении реакции. В таком виде супернатант при необходимости хранят в холодильнике не более 2 часов.

2. Определение активности супероксиддисмутазы (СОД)

В каждом опытном варианте готовят в трех пробирках реакционные смеси соответственно:

- 1-я пробирка: 3 мл реакционной среды + 0,1 мл супернатанта. Эта проба служит темновым контролем, против которого проводят измерение на спектрофотометре;
- 2-я пробирка: 3 мл реакционной среды + 0,1 мл 0,1 М фосфатного буфера pH 7,8. Эта проба (без супернатанта) служит световым контролем к опытному варианту;
- 3-я пробирка: 3 мл реакционной среды + 0,1 мл супернатанта – опытная проба.

Для запуска ферментативной реакции во все 3 пробирки вносят по 0,05 мл рибофлавина, вторую и третью пробирки помещают в условия освещения на 10-20 минут (время подбирают опытным путем), первую – в темноту при температуре 30°C. Реакцию останавливают, помещая вторую и третью пробирки в темноту. Оптическую плотность содержимого всех трех пробирок определяют при 560 нм на спектрофотометре. Определение активности СОД проводят не менее чем в трех повторностях.

Активность СОД (ед./мг белка) = $\lg(\text{Д}_{\text{контр.}}/\text{Д}_{\text{опыт.}})/(\lg 2 \cdot \text{Сбелка.})$, где

$\text{Д}_{\text{контр.}}$ – оптическая плотность светового контроля

$\text{Д}_{\text{опыт.}}$ – оптическая плотность опытной пробы

$\text{V}_{\text{супернат.}}$ – объем внесенного в пробы супернатанта



$S_{\text{белка}}$ – содержание белка в пробе, мг

Количество растворимого белка в супернатанте определяют биуретовым методом.

Метод 2

Реактивы и оборудование *1. Приготовление буферного раствора* Для работы необходимо приготовить 0,1 М фосфатный буфер pH 7,4.

2. Приготовление реактивов

Среду выделения готовят на 0,1 М фосфатном буфере pH 7,4. На 50 мл буфера:

А. Поливинилпирролидон (ПВП; М, 103) – 1 г (2%-й р-р)

Б. Na-ЭДТА (трилон Б; М, 372) – 19 мг (51 мкМ)

Реактивы

На 10 мл буфера:

1. Na-ЭДТА (Трилон Б; М, 372) – 558 мг (1,5 мМ), скорректировать pH до 7,4 (NaOH);

2. $MnCl_2(4H_2O)$ (М, 198) – 162 мг (0,8 мМ);

Эти растворы смешивают в пропорции 1:1 непосредственно перед приготовлением реакционной среды;

3. $НАДН(H^+)$ (М, 709) – 5 мг (7 мкМ) на 1мл (готовят перед приготовлением реакционной среды);

4. Раствор меркаптоэтанола (М, 78) – 10 мкл на 14,2 мл H_2O дист. (готовят перед проведением реакции). Хранят в плотно закрытой посуде.

Реакционную среду готовят в кювете для СФ на 0,1 М фосфатном буфере pH 7,4 непосредственно перед каждым измерением, для каждой повторности.

Одна проба реакционной среды (общий объем 3 мл) содержит:

а. 0,1 М фосфатного буфера (pH 7.4) – 2,2 мл

б. Na-ЭДТА/ Mn смесь 1:1 – 0,1 мл

в. $НАДН(H^+)$ – 0,1 мл

г. Фермент (супернатант) – 0,1 мл

3. Оборудование

1. Пипетки (дозаторы)

2. Секундомер (таймер)

3. Центрифуга (рефрижераторная)

4. Стекланный песок для гомогенизации проб

5. Гомогенизатор или фарфоровые ступки

6. Охлаждающее устройство или жидкий азот

7. Водяная баня

8. Спектрофотометр (СФ-46 или другой)

Ход работы

1. Выделение фермента

Растительный материал (0,6 г сырых листьев) растирают на льду в ступке с небольшим количеством среды выделения (1,5-2 мл) с добавлением стекланный песка. Гомогенат переносят в центрифужную пробирку, обмывая ступку небольшим (0,5 мл) количеством среды, а затем центрифугируют 20 мин, 15000 g при 4°C. Супернатант переносят в чистую, сухую пробирку, помещенную в стакан со льдом, и используют как



фермент при проведении реакции. В таком виде супернатант при необходимости хранят в холодильнике не более 2 часов.

2. Определение активности супероксиддисмутазы (СОД)

Реакцию проводят в кюветах для СФ при температуре 30°C. Для поддержания постоянной температуры реактивы помещают на водяную баню. В кювете готовят реакционную среду (как описано выше). Реакцию запускают добавлением 0,5 мл меркаптоэтанола. Смесь быстро встряхивают, включают секундомер, устанавливают «0» щели при 340 нм, затем выставляют при открытой шторке показание на шкале СФ – 0,4 и через каждые 30 секунд измеряют падение ДЗ40 в течение 5-7 минут. В случае наличия в лаборатории пишущего фотометра кривая поглощения записывается автоматически. В контрольную пробу вместо меркаптоэтанола добавляют 0,5 мл фосфатного буфера. Показания снимают аналогичным способом. В опытном и контрольном вариантах определения проводят не менее трех раз. Полученные данные используют для расчета скорости падения поглощения в течение определенного времени на линейном участке кривой, т.е. $A = \Delta D / t$. Активность СОД определяют по ингибированию окисления НАДН(Н⁺) меркаптоэтанолом и выражают в единицах активности фермента на 1 мг растворимого белка:

акт-ть СОД (ед./мг белка) = $((A_{\text{опыт.}}/A_{\text{контр.}}) \cdot 100\%) / C_{\text{белка}}$, где

$A_{\text{опыт.}}$ – $\Delta D / t$ для опытной пробы

$A_{\text{контр.}}$ – $\Delta D / t$ для контрольной пробы

$C_{\text{белка}}$ – содержание белка в пробе, мг

Количество растворимого белка в супернатанте определяют биуретовым методом.

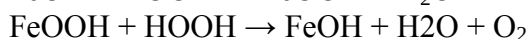
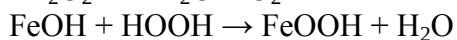
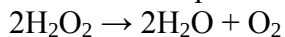
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: Определение активности каталазы

Каталаза (**КФ 1.11.16**) широко распространена в растительных тканях. Она обнаружена во всех аэробно дышащих клетках и у некоторых факультативных анаэробов. Подобно пероксидазе и цитохромоксидазе каталаза относится к Fe-порфириновым ферментам.

Сущность каталитического действия каталазы состоит в разложении пероксида водорода с выделением молекулярного кислорода. Реакция с участием каталазы требует двух молекул пероксида водорода, из которых одна действует как донор, а другая как акцептор электронов.

Чанс представил следующий механизм каталитической реакции:



Пероксид водорода, образующийся в обменных реакциях, в известных концентрациях для клетки токсичен, в связи с чем нельзя недооценивать роль каталазы, активирующей процесс разложения пероксида водорода с образованием воды и неактивного кислорода. Известно, что каталаза проявляет каталитическую функцию независимо от присутствия пероксидазы.

Реактивы и оборудование

**1. Приготовление реактивов**

Среда выделения представляет 0,1 М фосфатный буфер, pH 7,4 (табл.1).

Реакционную среду готовят на 0,1 М фосфатном буфере, pH 7,4. На 50 мл буфера:

а. Пероксид водорода (H_2O_2 33%) – 30 мкл

2. Оборудование

1. Стеклые пробирки объемом 10-15 мл (для проведения реакции)
2. Штативы
3. Пипетки (дозаторы)
4. Секундомер (таймер)
5. Центрифуга (рефрижераторная)
6. Стеклый песок для гомогенизации проб
7. Гомогенизатор или фарфоровые ступки
8. Охлаждающее устройство или жидкий азот
9. Спектрофотометр (СФ-46 или другой)

Ход работы**1. Выделение фермента**

Растительный материал (0,6 г сырых листьев) растирают на льду в ступке с небольшим количеством (1,5-2 мл) 0,1 М фосфатного буфера pH 7,4, с добавлением стеклнного песка. Гомогенат переносят в центрифужную пробирку, обмывая ступку небольшим (0,5 мл) количеством буфера. Общий объем использованного буфера составляет 4 мл. Гомогенат центрифугируют 20 мин, 15000 g при 4°C.

Супернатант переносят в чистую пробирку, помещенную в стакан со льдом, для предотвращения потери активности. Его используют как фермент при проведении реакции. В таком виде супернатант при необходимости хранят в холодильнике не более 2 часов.

2. Проведение реакции

Активность каталазы определяют в кюветах для СФ при температуре 30°C. Все растворы хранят в термостатированной ванне. В кювету (объемом 3 мл) приливают 2,8 мл реакционной среды. Реакцию запускают добавлением 0,2 мл супернатанта. Смесь быстро встряхивают, устанавливают «0» щели при длине волны 240 нм, затем выставляют при открытой шторке прибора показание на шкале СФ – 0,4, включают секундомер и через каждые 30 секунд измеряют падение поглощения при λ 240 в течение 5 минут. В случае наличия в лаборатории пишущего фотометра кривая поглощения записывается автоматически. В контрольную пробу вместо супернатанта добавляют равный объем буфера. Показания снимают аналогичным способом. В опытном и контрольном вариантах определения проводят не менее трех раз.

Полученные данные используют для расчета скорости падения поглощения в интервале времени при длине волны 240 нм ($tg = \Delta D/t$) на линейном участке кривой. Для перехода от tg к абсолютным единицам активности фермента используют формулу:

$$AK (\text{мкМ } H_2O_2/\text{мг белка} \cdot \text{мин}) = (tg_{\text{опыт}} - tg_{\text{контр}}) \cdot V_{\text{пробы}}/0,036 \cdot C_{\text{белка}}, \text{ где}$$

AK – активность каталазы

$tg_{\text{опыт}}$ – $\Delta D/t$ для опытной пробы

$tg_{\text{контр}}$ – $\Delta D/t$ для контрольной пробы



$V_{\text{пробы}}$ – объем пробы (обычно 3 мл)

$C_{\text{белка}}$ – содержание белка в пробе, мг

0,036 мМ-1 см-1 – коэффициент экстинкции H_2O_2

Количество растворимого белка в супернатанте определяют биуретовым методом.

Активность каталазы можно рассчитать другим способом, также через Д240, приняв, что изменение Д240 на одну единицу соответствует 25 мкМ H_2O_2 .

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема: Определение активности глутатионредуктазы (ГР)

Глутатионредуктаза (ГР, ЕС 1.6.4.2) является важным ферментом антиоксидантной защиты растений. Она катализирует восстановление окисленного глутатиона за счет НАДФН, принимая участие в детоксикации пероксида водорода в глутатион-аскорбатном цикле. Пероксид водорода разрушается в цитоплазме, хлоропластах и мембранах глиоксисом с участием аскорбатпероксидазы. При этом происходит окисление аскорбата:

$$2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Аскорбат} \rightarrow \text{Дегидроаскорбат} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2;$$

Дегидроаскорбат восстанавливается аскорбатредуктазой с участием восстановленного глутатиона:

$$2\text{GSH} + \text{Дегидроаскорбат} \rightarrow \text{GSSG} + \text{Аскорбат};$$

В свою очередь окисленный глутатион регенерируется глутатионредуктазой (ГР) путем НАДФН-зависимого восстановления:

$$\text{GSSG} + \text{НАДФН} + \text{H}^+ \rightarrow 2\text{GSH} + \text{НАДФ}^+.$$

Восстановленный глутатион участвует в нейтрализации активных форм кислорода, обезвреживании вторичных метаболитов окислительного обмена. Он не только регулирует окислительно-восстановительный баланс в клетке, но и играет сигнальную роль в экспрессии генома.

Реактивы и оборудование

1. Приготовление реактивов

Среду выделения готовят на 0,1 М фосфатном буфере, pH 7.4.

На 25 мл буфера:

1. Поливинилпирролидон (ПВП) – 500 мг молярность!
2. Na-ЭДТА (трилон Б) - 9,3 мг

Реакционную среду готовят на 0,1 М фосфатном буфере, pH 7.4 (табл. 1).

Одна проба реакционной среды (1,8 мл буфера) содержит:

1. $\text{MgCl}_2 (6\text{H}_2\text{O})$ – 1,83 мг
2. Глутатион окисл.- 0,9 мг
3. НАДФН - 1 мг на 1мл буфера (готовят отдельно непосредственно перед опытом из расчета 1мл реактива на пробу)

2. Оборудование

1. Стекланные пробирки объемом 10-15 мл (для проведения реакции)
2. Штативы
3. Пипетки (дозаторы)
4. Секундомер (таймер)
5. Центрифуга(рефрижераторная)



6. Стекланный песок для гомогенизации проб
7. Гомогенизатор или фарфоровые ступки
8. Охлаждающее устройство или жидкий азот
9. Спектрофотометр (СФ-46 или другой)

Ход работы

1. Выделение фермента

Растительный материал (0,5 г сырых листьев) растирают на льду в ступке с небольшим количеством 0,1 М фосфатного буфера (рН 7,8), с добавлением стеклнного песка. Гомогенат переносят в центрифужную пробирку, обмывая ступку несколько раз небольшим (0,5 мл) количеством буфера. Общий объем использованного буфера составляет 3 мл. Гомогенат центрифугируют 20 мин, 15000 g при 4°C. Супернатант переносят в чистую пробирку, помещенную в стакан со льдом для предотвращения потери активности, его используют как фермент при проведении реакции. В таком виде супернатант при еобходимости хранят в холодильнике не более 2 часов.

2. Проведение реакции на активность глутатионредуктазы

Активность фермента оценивают по скорости окисления НАДФН в реакции
 $\text{GSSG} + \text{НАДФН} + \text{H}^+ \rightarrow 2\text{GSH} + \text{НАДФ}^+$.

Определения проводят в кюветах для СФ при температуре 30°C. Все растворы хранят в термостатированной ванне. В кювету (объемом 3 мл) приливают 1.8 мл раствора ($\text{MgCl}_2(6\text{H}_2\text{O}) + \text{GSSG}$), 1 мл раствора НАДФН.

Реакцию запускают добавлением 0.2 мл супернатанта. Смесь быстро встряхивают, устанавливают «0» щели при длине волны 340 нм, затем выставляют при открытой шторке прибора показание на шкале СФ – 0,4, включают секундомер и через каждые 30 сек измеряют падение D_{340} в течение 5-7 минут. В случае наличия в лаборатории пишущего фотометра, кривая поглощения записывается автоматически. В контрольную пробу вместо супернатанта добавляют равный объем буфера. Показания снимают аналогичным способом. В опытном и контрольном вариантах определения проводят не менее трех раз.

Полученные данные используют для расчета скорости падения во времени максимума поглощения при длине волны 340 нм ($\text{tg} = \Delta D / t$) на линейном участке кривой. Для перехода от tg к абсолютным единицам активности фермента используют формулу:

$$\text{АГР (мкм НАДФН / мг белка} \cdot \text{мин)} = \text{tgo} - \text{tgk} \cdot V_{\text{п}} / 6.22 \cdot \text{Сб, мг}$$

tgo - $\Delta D / t$ для опытной пробы

tgk - $\Delta D / t$ для контрольной пробы

$V_{\text{п}}$ – объем пробы

Сб, – содержание белка в пробе, мг

Количество растворимого белка в супернатанте определяют биуретовым методом.

Задания к разделу 1.

1. Какова роль антиоксидантных систем в адаптации растений к неблаго-приятным условиям среды?
2. Какие металлы входят в состав оксидаз?
3. Какие ферменты осуществляют детоксикацию перекиси водорода?



4. Какие оксидазы функционируют в дыхательной цепи с участием системы глутатиона?
5. Где в клетке локализованы дыхательные цепи свободного окисления?
6. Как изменяется содержание пигментов при стрессовых воздействиях?
7. Какую роль играют антиоксиданты?
8. К какой группе антиоксидантов относятся каротиноиды?
9. Назовите вещества-маркеры окислительного стресса.
10. К каким последствиям приводит активация ПОЛ в клетке?
11. Защитно-приспособительные возможности растений.
12. Способы обеспечения надежности на молекулярном, клеточном, организменном уровнях биологической организации.
13. Адаптационные стратегии растений.
14. Формирование биологической и агрономической устойчивости.
15. Характеристика активных форм кислорода.
16. Причины образования АФК и локализация в клетках растений.
17. Окислительный стресс.
18. Характеристика антиоксидантных систем и их защитная роль.

Раздел 2. Атмосфера как источник стрессовых воздействий на растения

Тема 3. Газообразные загрязнители атмосферы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Тема: Пигментный комплекс растений как показатель состояния водной (воздушной) среды

Цель работы: определить содержание хлорофиллов и каротиноидов, диагностирующее состояние растения.

В связи с тем, что хлорофилл и другие пигменты растений являются необходимой составной частью фотосинтезирующей системы, нарушение их структуры или уменьшение их количества ведёт к значительному снижению фотосинтетической способности растений и как следствие – их роста. Снижение содержания хлорофилла часто используют в качестве индикаторной реакции повреждения, происходящего под действием их структуры или уменьшение их количества ведёт к значительному снижению фотосинтетической способности растений и как следствие – их роста. Снижение содержания хлорофилла часто используют в качестве индикаторной реакции повреждения, происходящего под действием загрязняющих воздух веществ (SO_2 , HF, тяжёлые металлы). При действии, например, SO_2 и HCl, которые подкисляют клеточную среду, происходит деградация хлорофилла на феофитин и Mg^{2+} , при этом магний заменяется двумя атомами водорода, что приводит к изменению спектральных характеристик хлорофилла. Не исключено, что поллютанты могут действовать на стабильность хлорофилл-белковых комплексов (например, тяжёлые металлы).

Общие принципы экстракции пигментов

Пигменты могут быть экстрагированы из свежего и фиксированного материала. При выборе экстрагирующих веществ необходимо учитывать растворимость пигментов и возможность их выделения данным растворителем из пигментно-липо-протеидного комплекса, в виде которого пигменты находятся в пластидах. В зависимости от



химического строения различают растворители полярные (спирты, ацетон) и неполярные (петролейный эфир, гексан, бензин и др.). Степень полярности растворителя определяется величиной его дипольного момента. Хлорофиллы и каротиноиды, являясь в основном липофильными соединениями, хорошо растворяются во всех растворяющих липиды соединениях: ацетоне, спирте, эфире, бензине, петролейном эфире и т.д.

Однако полное извлечение пигментов из растительного материала достигается только при использовании полярных растворителей или смесью полярных и неполярных растворителей. Полярные растворители, вызывая денатурацию белка и нарушая связи пигментов с липопротеидным комплексом, обеспечивают быструю экстракцию всех пигментов. Для выделения пигментов чаще всего используют 80%-ный ацетон или 90%-ный спирт. Экстракцию проводят возможно быстрее. Пигменты экстрагируют последовательно несколькими порциями чистого растворителя, отделяя каждый раз раствор пигментов центрифугированием. При растирании навески листьев с растворителем необходимо добавлять небольшое количество CaCO_3 , MgCO_3 или 1н раствор NH_4OH для предотвращения разрушения пигментов.

Вся подготовительная работа с пигментами ведется в затемненном помещении, на холоду.

Методы работы. В ацетоновой вытяжке определяют количественно хлорофилл А, В и каротиноиды спектрофотометрическим способом.

Реактивы.

1. 80%-ный ацетон
2. CaCO_3 , MgCO_3 или 1н раствор NH_4OH

Оборудование.

1. Фарфоровые ступки и пестики
2. Мерные пробирки на 10 мл
3. Маркер по стеклу
4. Аналитические весы
5. Центрифуга
6. Спектрофотометр
7. Штатив для пробирок

Ход работы

Навески свежего растительного материала (30 мг) в трех повторностях как для растений, выращиваемых на дистиллированной воде, так и для образцов из среды, содержащей металл тщательно растирают в фарфоровой ступке с небольшим количеством 80%-ного ацетона (1мл), чистого кварцевого песка и мела (или углекислого магния, или 1н раствора гидроксида аммония). Гомогенат переносят в предварительно пронумерованные центрифужные пробирки, обмывая ступку и пестик 2 мл ацетона и центрифугируют при 6-7 тысячах оборотов в течение 7 мин. Экстракт осторожно сливают в мерную пробирку на 10 мл. К осадку в центрифужной пробирке добавляют свежий 80%-ный ацетон, перемешивают раствор стеклянной палочкой и центрифугируют повторно. Надосадочную жидкость аккуратно сливают в соответствующую мерную пробирку с экстрактом, полученным после первого фильтрования и доводят объем вытяжки чистым растворителем до 7 мл. Полученная ацетоновая вытяжка содержит сумму зеленых и



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

желтых пигментов. Концентрация пигментов в вытяжке может быть определена на фотоэлектроколориметре по калибровочной кривой или непосредственно на спектрофотометре (СФ-26, СФ-46 и т.д.) с использованием для расчета концентрации пигментов соответствующих формул (Вернера, Арнона и др.). Устройство спектрофотометра и правила работы с ним изложены в приложении.

Для количественного определения часть полученного экстракта наливают в кюветку спектрофотометра. Вторая кювета заполняется чистым растворителем (80%-ным ацетоном). Кюветы помещают в кюветную камеру спектрофотометра и определяют оптическую плотность (D) при длинах волн, соответствующих максимумам определяемых пигментов. Концентрация отдельных пигментов (хлорофиллов А и В) определяется двухволновым методом в общей смеси пигментов и сводится, таким образом, к следующему: с помощью спектрофотометра устанавливается величина оптической плотности (D) суммарной вытяжки пигментов при двух длинах волн, соответствующих максимумам поглощения пигментов в данном растворителе (в ацетоне – 665, 649). Содержание суммы каротиноидов определяют в этой же вытяжке, измеряя величину оптической плотности (D) при длине волны 440,4 нм

Представление результатов. Показания спектрофотометра заносятся в таблицу
Образец D440,5 D649 D665

Концентрация пигментов рассчитывается по формуле Вернера.

$$CA(мг/л)=11,63 \cdot D665 - 2.39 \cdot D649;$$

$$CB(мг/л)=20,11 \cdot D649 - 5.18 \cdot D665;$$

$$CA+CB(мг/л)=6,45 \cdot D665 + 17.72 \cdot D649$$

Содержание суммы каротиноидов рассчитывается по формуле Веттштейна:

$$Скар(мг/л)= 4,695 \cdot D440,5 - 0,268(Ca+b \text{ мг/л})$$

Установив концентрацию пигмента в вытяжке, определяют его содержание в исследуемом материале с учетом объема вытяжки и массы пробы:

$$A = C \cdot V / P \cdot 1000,$$

где С- концентрация пигментов в мг/л ,

V- объем вытяжки пигментов в мл;

A- содержание пигмента в растительном материале в мг/г свежего веса ;

P- навеска растительного материала в г.

Количество пигментов выражают в миллиграммах на единицу сырого или сухого веса, в % от сухого (сырого) веса, в миллиграммах на единицу площади листа (например, на $дм^2$).

Обычно в зеленых листьях содержание хлорофилла колеблется от 0,5 до 3 мг на 1 г свежего веса при отношении A/B =2,5-3 . Содержание каротиноидов – 0,1-0,5 мг/г свежего веса.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Тема: Выявление загрязнения воздуха соединениями серы по содержанию сульфатов в растительном материале

Сера является биогенным элементом. Растениям наиболее доступна сульфатная форма серы, содержащейся в почве, которая составляет 10-25% от общего ее содержания.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

Антропогенный вклад соединений серы в экосистемы составляет примерно половину от природных источников, а на урбанизированных территориях существенно превышает его. При сжигании любого вида топлива в атмосферу поступает сера в виде оксидов SO_2 и SO_3 , поэтому любая деятельность человека, связанная с огневыми технологиями, сопровождается загрязнением в первую очередь воздуха соединениями серы. В результате последовательных реакций с компонентами атмосферы оксиды превращаются в ионы SO_4^{2-} .

Для оценки загрязнения воздуха соединениями серы удобно использовать пористые части растений (например, кору сосны как широко распространенного вида), которые механически адсорбируют их. Фоновое содержание SO_4^{2-} в коре для сосновых сообществ северо-западной территории России составляет 100-300 мг/кг

Ход работы.

Суть турбидиметрического метода сводится к тому, что определяемый компонент переводят в форму взвеси малорастворимого соединения и измеряют ослабление светового потока. Метод определения содержания сульфатов основан на реакции взаимодействия сульфат-ионов водной вытяжки растительной ткани с ионами бария $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$, в результате которой происходит помутнение раствора. Интенсивность ослабления света определяется на спектрофотометре.

Реактивы

1. 20% раствор BaCl_2
2. Раствор K_2SO_4 с концентрацией сульфат-иона 1000 мг/л. Для этого на аналитических весах берут навеску 0,1814 г сульфата калия, помещают в мерную колбу на 100 мл, доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Раствор хранят в стеклянной колбе с притертой пробкой в течение месяца. Затем путем разбавления исходного раствора готовят раствор сульфата калия с концентрацией сульфата 100 мг/л общим объемом 100 мл, а уже из него делают раствор сульфата калия с концентрацией сульфата 25 мг/л. Последний раствор не подлежит хранению и каждый раз готовится свежий. Из раствора сульфата калия с концентрацией сульфата 25 мг/л путем разбавления готовят растворы для построения градуировочной шкалы с концентрациями сульфата 0, 1, 2, 3, 4, 5 мг/л. Для этого в мерные колбы на 25 мл вносят соответственно 0, 1, 2, 3, 4, 5 мл раствора с концентрацией сульфата 25 мг/л, добавляют в каждую колбу по 5 мл 20% раствора BaCl_2 и нагревают на водяной бане до 50-60°. Пробы охлаждают, доводят дистиллированной водой до метки и перемешивают.

Оборудование

Стаканчики на 50-100 мл
Маркер по стеклу
Воронки, фильтры
Пипетки мерные
Мерные колбы на 25 и 100 мл
Водяная баня
Спектрофотометр

***Ход работы***

Кору сосны, собранную на участках различного антропогенного загрязнения, измельчают с помощью механической мельницы или пестиком в ступке и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. На технических весах берут навеску перемолотого растительного материала, равную 1 г, помещают в стаканчик. Приливают мерной колбой 25 мл дистиллированной воды, стараясь полностью смочить частички коры и оставляют на сутки. Вытяжку фильтруют и отбирают в мерные колбы на 25 мл две аликвоты по 5 мл. Вторая служит для определения фонового поглощения, т.е. является контролем к опыту. В первую колбу приливают 5 мл 20% раствора BaCl_2 , во вторую – такое же количество дистиллята. Для ускорения реакции соосаждения колбы нагревают на водяной бане до $50-60^\circ\text{C}$, после чего доводят объем дистиллятом до метки. Оптические плотности опытных растворов измеряют на спектрофотометре при длине волны 410 нм против водного экстракта образца без добавления бария хлористого для исключения фонового окрашивания за счет пигментов исследуемого материала. Оптические плотности калибровочных растворов проводят на спектрофотометре при длине волны 410 нм против дистиллированной воды. Градуировочный график строят каждый раз при определении сульфатов в опытном материале. По оси ординат откладывают оптическую плотность (D), по оси абсцисс – концентрацию сульфатов мг/л (C).

Представление результатов. Результаты должны быть представлены в виде таблицы
Образец D410

Оптическая
плотность (D)

Затем значения оптической плотности переводят в значения
концентрации сульфатов в экстрактах по калибровочному графику.

Содержание сульфатов в образцах рассчитывают по формуле:

$$C = C_{\text{гр.}} \cdot V_1 \cdot V_2 / V_3 \cdot a$$

где C – концентрация сульфатов в пробе, мг/кг;

$C_{\text{гр.}}$ – концентрация сульфатов в пробе, найденная по калибровочной
кривой, мг/л;

V_1 – объем мерной колбы, используемой при разбавлении
калибровочного раствора, мл;

V_2 – объем, используемый при приготовлении водной вытяжки, л;

V_3 – аликвотный объем пробы, мл;

a – навеска, кг.

Сравнивается степень загрязнения воздуха исследуемых участков оксидами серы.

Тема 4. Влияние фактора освещённости на растение**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8**

Тема: Изучение зависимости фотосинтеза от интенсивности освещения

Световая кривая выражает зависимость ассимиляции CO_2 (A) от потока солнечной радиации, обозначаемой – Q. Поскольку исследователи не всегда имеют соответствующие приборы для измерения радиации, то обычно для получения световой кривой используют градиент освещенности (измеряя ее люксметром), а затем по примерному соотношению



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

единиц света (см. таблицу 1) переводят интенсивность светового потока в интенсивность радиации, выраженную в $\text{мкмоль} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. Ответная реакция ассимиляции CO_2 (A), выраженная в $\text{мкмоль} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, на изменение интенсивности радиации описывается кривой, состоящей из двух фаз. Первая фаза – линейный участок кривой – относится к тому диапазону ФАР, в котором фотосинтез лимитируется фотохимическими реакциями и отвечает линейным возрастанием фиксации углекислоты на увеличение радиации. Вторая фаза – постепенное уменьшение наклона кривой по мере возрастания потока радиации. Кривая выходит на плато, когда интенсивность ассимиляции CO_2 максимальна при насыщении светом (A_{max}). С этого периода скорость поглощения CO_2 лимитируется темновыми (ферментативными) реакциями хлоропластов. Параметры световой кривой позволяют рассчитать некоторые существенные характеристики фотосинтетического аппарата любого растительного объекта: – величину потенциального фотосинтеза при насыщающей интенсивности радиации (A_{max});

- интенсивность радиации, обеспечивающая полунасыщение фотосинтеза ($A_{\text{max}}/2$), определяется графически;

- квантовый выход фотосинтеза (Φ) – это эффективность использования света в ходе фотосинтеза, т.е. число фиксированных молей CO_2 в расчете на моль квантов света, поглощенных листом. Начальный наклон световой кривой можно охарактеризовать как кажущийся максимальный квантовый выход. Слово «кажущийся» использовано потому, что оценка основана на действии падающего, а не поглощенного света. Истинный максимальный квантовый выход фотосинтеза можно определить, если учесть отраженный и пропущенный листом свет. Поскольку с увеличением интенсивности радиации (Q) свет играет все меньшую роль как фактор, ограничивающий фотосинтез, максимальный квантовый выход может быть измерен только, когда фотосинтез строго ограничен светом и пропорционален Q, т.е. на начальном наклоне световой кривой.

Техника получения световой кривой

Производится измерение интенсивности фотосинтеза по фиксации $^{14}\text{CO}_2$ при заданных интенсивностях света (радиации). Используется установка для определения реального фотосинтеза при 0.03% CO_2 в проточной системе (схема установки). Источник света – лампа ДРЛ-500 должен перемещаться на кронштейне, чтобы меняя расстояние между лампой и фотосинтетической камерой с листьями, можно было создавать заданную освещенность в диапазоне от 0.5 до 50 КЛк. Измерения производят последовательно при освещенности 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 10, 20, 50 КЛк. Каждый раз, установив лампу в нужное положение по люксметру, помещают в камеру листья (можно 2-3 разных растения одновременно) и проводят световую предадаптацию листьев в течение 5 мин. Это необходимо для того, чтобы кинетические процессы механизма фотосинтеза стабилизировались на уровне, соответствующем потоку энергии. После этого измеряют фотосинтез включением потока $^{14}\text{CO}_2$ (концентрация 0.03%, удельная радиоактивность 80 МБк·л⁻¹ $^{14}\text{CO}_2$, скорость потока 1.5 л·мин⁻¹). Экспозиция в $^{14}\text{CO}_2$ – 5 мин. Затем листья фиксируют в парах кипящего этанола и проводят следующее измерение при более высокой освещенности. Повторность в опыте трехкратная. Интенсивность фотосинтеза в каждой экспериментальной точке и каждой повторности определяют после радиометрии сухих порошков листьев и выражают в $\text{мкмоль} \text{CO}_2 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ (через стандартный препарат).



После статистической обработки по результатам строят световую кривую и определяют выше указанные характеристики.

Материалы и оборудование

1. Установка для определения фотосинтеза в проточной системе с CO_2 .
2. Этиловый спирт для фиксации образцов.
3. Плитка для нагрева спирта.
4. Радиометр для измерения радиоактивности.
5. Торсионные весы для взятия навесок образцов.
6. Секундомер.

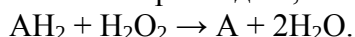
Тема 5. Устойчивость растений к гипер- и гипотермии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Тема: Удельная активность пероксидазы в условиях температурного стресса

Классическая пероксидаза (КФ 1.11.17)

К пероксидазам относят группу ферментов, использующих в качестве окислителя пероксид водорода: НАДН-пероксидаза, НАДФН-пероксидаза, глутатион-пероксидаза, гваякол-пероксидаза, аскорбат- пероксидаза и др. Все они работают по схеме:



Пероксид водорода является одной из активных форм кислорода (АФК), повреждающей многие важные системы клетки (мембраны, электронтранспортные цепи, ферменты и т.д.). При избытке пероксида водорода нейтрализация его в клетке осуществляется через путь Asada-Halliwel с участием ферментов аскорбатпероксидазы, дегидроаскорбатредуктазы и глутатионредуктазы.

Обнаружено, что пероксидазы обеспечивают нормальный ход окислительных процессов при различного рода неблагоприятных воздействиях на растение, например, патогенных агентов, тяжелых металлов и др.

Активность пероксидазы можно определять с использованием различных субстратов: аскорбата, глутатиона, гваякола и др. В представленной методике использован гваякол. Активность оценивали по окислению гваякола, которое сопровождалось увеличением оптической плотности реакционной среды при Д470.

Реактивы и оборудование

1. Приготовление реактивов

Среда выделения представляет 0,1 М фосфатном буфере, pH 7,4 (табл. 1).

Реакционную среду готовят на 0,1 М фосфатном буфере, pH 7,4 (табл. 1).

На 50 мл 0,1 М фосфатного буфера, pH 7,4:

- а. Перекись водорода (H_2O_2 33%) – 51,5 мкл
- б. Гваякол – 50 мкл

2. Оборудование

1. Стекланные пробирки объемом 10 -15 мл (для проведения реакции)
2. Штативы
3. Пипетки (дозаторы)



4. Секундомер (таймер)
5. Центрифуга (рефрижераторная)
6. Стекланный песок для гомогенизации проб
7. Гомогенизатор или фарфоровые ступки
8. Охлаждающее устройство или жидкий азот
9. Спектрофотометр (СФ-46 или другой).

Ход работы**1. Выделение фермента**

Растительный материал (0,5 г сырых листьев) растирают на льду в ступке с небольшим количеством 0,1 М фосфатного буфера (рН 7,8), с добавлением стеклнного песка. Гомогенат переносят в центрифужную пробирку, обмывая ступку несколько раз небольшим (0,5 мл) количеством буфера.

Общий объем использованного буфера составляет 3 мл. Гомогенат центрифугируют 20 мин, 15000 g при 4°C. Супернатант переносят в чистую пробирку, помещенную в стакан со льдом для предотвращения потери активности, его используют как фермент при проведении реакции. В таком виде супернатант при необходимости хранят в холодильнике не более 2 часов.

2. Проведение реакции

Определения активности пероксидазы проводят в кюветах для СФ при температуре 30°C. Все растворы хранят в термостатированной ванне. В кювету (объемом 3 мл) приливают 3 мл реакционной среды. Реакцию запускают добавлением 50 мкл супернатанта. Смесь быстро встряхивают, устанавливают «0» щели при длине волны 470 нм, затем выставляют при открытой шторке прибора показание на шкале СФ - 0,1, включают секундомер и через каждые 15 секунд измеряют возрастание поглощения при λ 470 в течение 2 минут. При наличии в лаборатории пишущего фотометра, кривая поглощения записывается автоматически. В контрольную пробу вместо супернатанта добавляют равный объем буфера. Показания снимают аналогичным способом. В опытном и контрольном вариантах определения проводят не менее трех раз. Полученные данные используют для расчета скорости падения во времени максимума поглощения при длине волны 470 нм ($tg = \Delta D / t$) на линейном участке кривой. Для перехода от tg к абсолютным единицам активности фермента используют формулу:

$$АП = (tg_{\text{опыт}} - tg_{\text{контр}}) \cdot V_{\text{пробы}} / 26.6 \cdot Сб, \text{ где}$$

АП – активность пероксидазы (мкМ гваякола / мг белка · мин)

$tg_{\text{о}}$ – $\Delta D / t$ для опытной пробы

$tg_{\text{к}}$ – $\Delta D / t$ для контрольной пробы

$V_{\text{п}}$ – общий обем пробы

Сб – содержание белка в пробе, мг

26.6 – коэффициент экстинкции гваякола, мМ⁻¹см⁻¹

Количество растворимого белка в супернатанте определяют биуретовым методом.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

Тема: Множественные формы пероксидазы в условиях температурного стресса

Электрофорез в полиакриламидном геле (ПААГ) представляет собой один из



наиболее удобных методов для анализа смеси белков. Высокая разрешающая способность этого метода определяется тем, что разделение веществ по их электрофоретической подвижности удачно сочетается с эффектом молекулярного сита. Таким образом, скорость движения белковых молекул через гель определяется не только зарядом молекулы, но также ее размером и формой.

Применяемый для электрофореза полиакриламид получают полимеризацией двух мономеров: акриламида и метилен-бис-акриламида в присутствии катализатора, представляющего собой смесь раствора персульфата аммония с тетраметилэтилендиамином (ТЕМЭД). Мономеры и катализаторы сначала смешивают в буфере, а затем заливают в стеклянные трубочки для полимеризации. При этом линейные цепи полиакриламида сшиваются метиленовыми мостиками. Гель обладает ярко выраженными гидрофильными свойствами благодаря наличию в структуре правильно чередующихся амидных групп.

Заливка колонок для электрофореза. Все растворы перед работой вынимают из холодильника и оставляют на столе для нагревания их до комнатной температуры. Сухие, хорошо вымытые стеклянные трубочки устанавливают строго вертикально. На нижний конец каждой трубочки надевают резиновую втулку (или используют лейкопластырь и воск).

Для приготовления геля в стакан наливают последовательно растворы №1(2мл), №2(4мл), №3(8мл) и воду (2мл). Приготовленный раствор шприцем разливают по трубочкам. Затем в каждую трубочку на поверхность раствора по стенке осторожно наслаивают шприцем дистиллированную воду, не взмучивая геля. Воду добавляют для избежания образования мениска на поверхности геля. Конец полимеризации определяют по появлению четкой границы раздела гель-вода, воду удаляют встряхиванием.

Ход электрофореза. Прибор для электрофореза состоит из двух камер, которые устанавливают одну под другой. В верхней камере укрепляют трубочку с гелем, нижние концы которой опущены в нижнюю камеру. В верхнюю и нижнюю камеры прибора наливают электродный трисглициновый буфер pH 8,3, так, чтобы концы трубочек погружались в буфер в верхней и нижней камер, в центре камеры укреплены электроды: верхний – катод (-), нижний – анод (+).

1. Прибор соединяют с выпрямителем, тщательно соблюдая правильность подключения электродов к соответствующим полюсам выпрямителя (БПЭ) (блок питания электронный)

2. Ручку БПЭ «Электрофорез» устанавливают в крайнее левое положение, тумблер «Сеть» выключают.

3. Подключают БПЭ в сеть с напряжением 220 В.

4. Ручку «Электрофорез» – обесцвечивание устанавливают в положение «Электрофорез». Ручку БПЭ «Режим работы» устанавливают в положение 25-50мА. Ручку БПЭ «Измерение» устанавливают в положение $\times 1$ мА.

5. Включают тумблер «Сеть», при этом должна загореться сигнальная лампочка на панели БПЭ.

6. Поворачивают ручку «Электрофорез» по часовой стрелке до тех пор пока измерительный прибор не будет показывать ток из расчета 2мА на трубочку (20 мА на



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

десять трубочек); спустя 15 мин увеличивают силу тока на 4 мА на трубочку (40мА на десять трубочек) и поддерживают заданный режим работы до окончания процесса электрофореза. Электрофорез продолжают 1-1,5ч. За это время краситель в виде узкой фиолетовой полосы располагается на 0,5 см выше верхнего конца трубочки.

7. Закончив работу, прибор выключают. Для этого выключают тумблер «Сеть» на БПЭ, отключают БПЭ от сети и камеру от БПЭ.

Буфер из верхней камеры сливают в одну колбу, буфер из нижней камеры в другую. Буферы могут быть использованы до 10 раз (хранят в холодильнике).

Трубочки вынимают из камеры, помещают в пронумерованные пробирки. Гель из них извлекают с помощью воды, вводимой шприцем с длинной иглой между столбиком геля и стенкой трубочки, при этом гель выскальзывает из трубочки.

Опыт 1. Получение экстрактов растворимых белков из семян сои.

Белковый комплекс в семенах представлен различными фракциями-группами близких белков, которые отличаются разными физико-химическими свойствами компонентов. Одной из особенностей белков является их неодинаковая растворимость в растворах солей, щелочей и органических соединений. 88-90% белков семян сои составляют водорастворимые белки и 2-5% - солерастворимые, что зависит от сорта и условий выращивания. Основная часть белков сои легко растворима и именно она содержит большую часть ферментов. На принципе растворения и основан метод выделения белков.

Для получения экстрактов белков семян сои навеску материала (500-700 мг или 5 семян) гомогенизировать в фарфоровых ступках в течение 15 мин при температуре $0+5^{\circ}\text{C}$ (ступки ставят в кристаллизаторы со льдом). Растворимые белки экстрагировать 0,15М раствором хлорида натрия. На 5 семян взять 15 мл раствора хлористого натрия (через 5 минут вносить по 5 мл 3 раза).

Полученный экстракт внести в центрифужные пробирки, уравновесить и центрифугировать при 5000 об/мин в течение 10 минут. Осадок отбросить, а надосадочную жидкость отфильтровать через слой капроновой ткани для удаления липидной пленки и использовать для дальнейшего анализа.

Опыт 2. Разделение изоформ пероксидазы методом электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ).

Фермент пероксидаза играет большую роль в процессе дыхания растений. Наиболее распространенными субстратами, на которые действуют пероксидаза в тканях растений, являются полифенолы в свободном состоянии или в форме разнообразных соединений (гликозиды, дубильные вещества) и ароматические амины. Те или иные соединения пероксидаза окисляет с помощью перекиси водорода или каких-либо органических перекисей, в том числе перекиси ненасыщенных жирных кислот и каротина. (В нашем опыте идет окисление бензидина перекисью водорода до образования синего продукта окисления: бензидинового синего).

Пероксидаза, как правило, состоит из множественных форм (изозимов), которые различаются по молекулярной массе, заряду и другим свойствам. Вариативность изозимного состава определяется принадлежностью ферментной системы конкретной



ткани, органу, возрастом органа, а также влиянием различных стрессовых факторов абиотического и биотического происхождения.

При изучении изозимов-пероксидазы разных органов растений важно знать характер изменчивости их активности. Это стало возможным после широкого внедрения в практику метода энзим-электрофореза.

Для проведения электрофореза использовать прописи для опыта 1, а также необходимо использовать охлаждение буферных систем, чтобы фермент не денатурировал т.к. при проведении электрофореза температура в геле может быть повышена).

Выявление изозимов пероксидазы после электрофореза провести бензидиновым реагентом в ацетатном буфере $\text{pH}=4,7$. В пробирку с бензидином поместить гели из трубочек на 20 минут, а затем перенести в 0,1%-ный водный раствор перекиси водорода. Через несколько минут в зависимости от активности проявляются изоформы пероксидазы в виде четких синих полос.

На поверхность геля в каждую трубочку дозатором на 0,05мл наносят белок сои. Затем шприцем каплю индикатора бромфеноловый синий и шприцем, осторожно буфер (трис-глициновый pH 8,3). Трубочки закрепляют в верхней камере прибора для электрофореза, избегая встряхивания. Втулки с нижних концов снимают. Проводят разделение белков на приборе для электрофореза.

Избыток красителя можно удалить с помощью прибора для обесцвечивания (прибор для электрофореза имеет приставку). В этом случае процесс обесцвечивания занимает 10-20 мин.

Вопросы ко 2 разделу

1. Характер структурных и функциональных изменений в растениях при действии УФ-В-радиации.
2. Зависимость реакции растений на УФ-радиацию от факторов среды и механизмы адаптации растений к УФ-В-излучению.
3. Негативное воздействие озона на растения, озоновый стресс.
4. Реакции сельскохозяйственных растений на повышение концентрации CO_2 в атмосфере.
5. Влияние сочетания повышенных доз УФ-облучения, O_3 и CO_2 на растения. Влияние газообразных загрязнителей атмосферы на физиологические процессы.
6. Способы и методы повышения устойчивости растений к загрязнениям атмосферы.
7. Характер структурных и функциональных изменений в растениях при действии повышенных температур
8. Механизмы адаптации растений к перегреву
9. Роль белков теплового шока
10. Высокотемпературный стресс на разных этапах онтогенеза
11. Жаростойкость. Возможности получения устойчивых к жаре сортов растений. Влияние высоких температур на качество урожая
12. Устойчивость растений к низким температурам. Холодостойкость и морозостойкость.
13. Закаливание растений. Диагностические методы устойчивости

**Раздел 3. Корнеобитаемая среда как источник стресса растений.****Тема 6. Влагообеспеченность растений и корнеобитаемая среда.****ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11****Тема: Биодиагностика почв по ферментативной активности**

Почвенно-энзимологические методы позволяют определять не количественное содержание ферментов в почве, а активность ферментов, находящихся преимущественно в адсорбированном (иммобилизованном) состоянии на поверхности почвенных коллоидов и частично в почвенном растворе.

Принцип метода определения активности почвенных ферментов основан на учете количества переработанного в процессе реакции субстрата или образующегося продукта реакции в оптимальных условиях температуры, pH среды и концентрации субстратов.

Сущность метода определения активности ферментов почвы заключается в следующем: навеску почвы насыщают антисептиком (толуолом), добавляют буферный раствор со значением pH, оптимальным для данного фермента, и определенное количество субстрата. Реакционную смесь выдерживают в термостате в течение определенного времени, и после этого проводят количественный учет продуктов реакции. Активность фермента выражают в количествах переработанного субстрата или образующегося продукта реакции в течение определенного промежутка времени и рассчитывают на единицу веса почвы или гумуса.

Для корректировки результатов ставят следующие контроли:

1) почва, стерилизованная сухим жаром при 180 °C в течение 3 ч; 2) нестерильная почва без субстрата (H₂O); 3) субстрат без почвы со всеми реактивами.

В соответствии с рекомендацией Международного биохимического союза по ферментам за единицу измерения принята стандартная ферментная единица (Е): 1Е соответствует такому количеству фермента, которое при заданных условиях катализирует превращение 1 мкМ субстрата в 1 мин. При определении почвенных ферментов это количество рассчитывают на единицу веса (например, на 1 г) почвы.

Методика отбора почвенных образцов определяется поставленными перед исследователем задачами. Во всех случаях образцы почв должны наиболее полно характеризовать исследуемую площадь.

Образцы высушивают непосредственно после взятия в полевых условиях до воздушно-сухого состояния, обязательно в тени. Перед анализами почву тщательно очищают от корней растений и других растительных остатков и камней. Высушенные пробы растирают и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Хранить почву перед анализом в холодильнике.

Ферменты, относящиеся к классу *оксидоредуктаз*, катализируют окислительно-восстановительные реакции, играющие ведущую роль в биохимических процессах в клетках живых организмов, также в почве. Наиболее распространены в почвах такие оксидоредуктазы, как каталаза и дегидрогеназы, активность которых является важным показателем генезиса почв.

Каталаза разлагает на воду и молекулярный кислород ядовитую для клетки перекись водорода, образующуюся в процессе дыхания живых организмов в результате различных биохимических реакций окисления органических веществ.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

Активность каталазы определяется газометрическим методом по объему выделившегося кислорода, основанным на измерении скорости разложения перекиси водорода при ее взаимодействии с почвой.

Дегидрогеназы – ферменты, которые участвуют в процессе дыхания, отщепляя водород от окисляемых субстратов. Одни дегидрогеназы переносят водород непосредственно на молекулярный кислород, другие – на какие-либо акцепторы, например на хиноны, метиленовую синь.

Для определения активности дегидрогеназы в качестве акцептора водорода применяют бесцветные соли тетразолия (2,3,5-трифенилтетразолий хлористый (ТТХ), которые восстанавливаются в красные соединения формазана (трифенилформазан (ТФФ)).

Гидролазы осуществляют реакции гидролиза разнообразных сложных органических соединений, действуя на различные связи: сложноэфирные, глужозидные амидные, пептидные и др. К этому классу относятся ферменты инвертазы, уреазы и др., активность которых является важным показателем биологической активности почв и широко используется для оценки антропогенного воздействия.

Инвертаза действует на β -фруктофуранозидную связь в сахарозе, рафинозе, стахиозе и производит расщепление сахарозы на эквимолярные количества глюкозы и фруктозы.

Фотокolorиметрическое определение активности инвертазы основано на учете восстанавливающих сахаров, образующихся при расщеплении сахарозы.

Разложение органических азотистых соединений осуществляется при непосредственном участии внеклеточных ферментов. Образующийся при уреазной активности аммиак служит источником питания растений.

Уреаза катализирует гидролиз мочевины. Конечными продуктами гидролиза являются аммиак и углекислый газ. Мочевина попадает в почву в составе растительных остатков, навоза и как азотное удобрение; она образуется также в самой почве в качестве промежуточного продукта в процессе превращения азотистых органических соединений – белков и нуклеиновых кислот.

Цель работы – определение биологической активности почв на разном удалении от дороги по четырем ферментным системам: дегидрогеназам, каталазе, инвертазе, уреазе.

Ход работы

Опыт 1. Определение каталазной активности

Оборудование и реактивы: система для газометрии; 10%-й раствор H_2O_2 ; CaCO_3 .

1. Навеску просеянной почвы 1 г внести в колбу на 100 мл, добавить 0,5 г CaCO_3 .
2. На дно осторожно поставить с помощью пинцета маленький стаканчик с 1,7 мл 10%-го раствора перекиси водорода.
3. Навеску почвы смочить 4 мл дистиллированной воды.
4. Колбу плотно закрыть каучуковой пробкой с трубкой, соединенной с бюреткой толстостенным каучуком через тройник, снабженный зажимом. Бюретка сообщается с грушей. Бюретку и грушу заполняют водой. Уровень воды в них уравнивают и грушу закрепляют на определенной высоте.
5. Начало опыта отметить по секундомеру в момент, когда сосудик с перекисью водорода опрокинут, и вслед за этим встряхнуть содержимое колбы. Взбалтывание смеси следует



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

- продолжать во все время опыта, не касаясь непосредственно дна колбы руками. Выделяющийся кислород вытесняет из бюретки воду, уровень которой отмечают.
- Количество выделившегося молекулярного кислорода учитывают в течение 1 мин при температуре 18 – 20 °С.
 - Активность каталазы выражают в объеме (см³) кислорода, выделившегося на 1 г почвы в минуту. Ошибка определения до 5%.
 - Аналогичные процедуры проделать со всеми образцами почв.

Таблица

Шкала для оценки степени обогащенности почв ферментами

Степень обогащенности почв	Каталаза, O ₂ см ³ /г за 1 мин	Дегидрогеназы, мг ТФФ на 10 г за 24ч	Инвертаза, мг глюкозы на 1 г за 24 ч	Уреаза, мг NH ₄ , на 10 г за 24 ч	Фосфатаза, мг P ₂ O ₃ на 10 г за 1 ч
Очень бедная	<1	<1	<5	<3	<0,5
Бедная	1-3	1-3	5-15	3-10	0,5-
Средняя	3-10	3-10	15-50	10-30	1,5-
Богатая	10-30	10-30	50-150	30-100	5-15
Очень богатая	>30	>30	>150	>100	>15

Опыт 2. Определение дегидрогеназной активности

Оборудование, материалы и реактивы: фотоколориметр; миллиметровая бумага; 0,1М раствор глюкозы; 1 %-й раствор 2,3,5-трифенилтетразолия хлористого (ТТХ); CaCO₃; этиловый спирт; трифенилформазан (ТФФ).

1. Навески воздушно-сухой почвы по 1 г из каждого образца поместить в пробирки, добавить по 10 мг (на кончике шпателя) CaCO₃, по 1 мл 0,1М раствора глюкозы и по 1 мл 1%-го раствора ТТХ; содержимое каждой пробирки тщательно смешать.

2. Пробирки поместить в анаэробный стат и откачать воздух насосом при разрежении 10-12 мм рт. ст. в течение 2-3 мин. Затем инкубировать при 30 °С в течение 24 ч.

3. По истечении времени инкубации содержимое пробирок экстрагировать в 3-4 приема 25 мл этилового спирта. Для этого небольшой объем спирта внести в пробирку и встряхивать в течение 5 мин до появления красной окраски. Дать отстояться и надпочвенную жидкость профильтровать через бумажный фильтр. Добавить в пробирку следующую порцию спирта.

4. Полученный окрашенный раствор формазана колориметрировать на ФЭКе с синим светофильтром (500-600 нм).

5. Количество формазана в миллиграммах рассчитать по стандартной кривой. Для этого приготовить стандартный раствор формазана в этиловом спирте в концентрации 0,1 мг в 1 мл. Рабочие растворы для составления кривой приготовить путем разведений стандартного раствора (примерно 5 точек). Стандартную кривую построить на миллиметровой бумаге в системе: оптическая плотность при длине волны 500-600 нм – концентрация формазана в спирте.

6. Активность дегидрогеназы (X) выражают в миллиграммах ТФФ на 10 г почвы за



сутки по формуле: $X = A \cdot V \cdot 10 / v$,

где V — общий объем фильтрата, 25 мл; 10 – пересчетный коэффициент веса почвы, г;
 v – произведение объемов субстрата и реагента, 1 мл; A – количество ТФФ, полученное по калибровочной кривой, мг/мл. Ошибка определения – до 8 %.

7. По табл. оценить степень насыщения исследуемых почв дегидрогеназой.

Опыт 3. Определение инвертазной активности

Оборудование и реактивы: фотоколориметр; 5%-й раствор сахарозы; ацетатный буфер (pH 4,7); толуол; раствор Феллинга: a – 40 г $\text{Si}_5\text{O}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ растворяют в воде и доводят до 1 л, фильтруют через бумажный фильтр, b – 200 г сегнетовой соли ($\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{KNa} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) растворяют в дистиллированной воде, прибавляют 150 г КОН и доводят до 1 л.

1. В колбы вместимостью 50 мл поместить по 5 г каждого образца почвы, добавить по 10 мл 5%-го раствора сахарозы, 10 мл ацетатного буфера (pH 4,7) и 5 – 6 капель толуола.

2. Колбы закрыть пробками, встряхнуть, поместить в термостат при температуре 30 °C на 24 ч и периодически встряхивать их.

3. После инкубации содержимое колб отфильтровать в мерные колбы на 25 мл. Довести до метки.

4. Из фильтратов взять по 6 мл в большие пробирки, добавить по 3 мл раствора сегнетовой соли и 3 мл раствора сернокислой меди, хорошо перемешать и кипятить на водяной бане 10 мин. Получается красный осадок.

5. Пробирки с раствором охладить в воде, содержимое отфильтровать в большие пробирки. Прозрачный фильтрат колориметрировать на ФЭК, используя светофильтр с длиной волны 630 нм, ширина кюветы 1 см.

6. Для получения калибровочной кривой приготовить стандартный раствор: 6 мг глюкозы в 1 мл. Разведением приготовить серию растворов. Фотоколориметрировать и построить кривую: оптическая плотность – концентрация глюкозы в 1 мл.

7. Активность инвертазы (X) выражают в миллиграммах глюкозы на 1 г почвы за 24 ч по формуле $X = A \cdot 2 \cdot V / m \cdot v$,

где A – количество глюкозы, полученное по калибровочной кривой из оптической плотности, мг/мл; m – навеска почвы, 5 г; V – общий объем фильтрата, 25 мл; v – объем фильтрата, взятого для анализа, 6 мл. Ошибка определения – до 5 %.

8. По табл. оценить степень насыщения исследуемых почв инвертазой.

Опыт 4. Определение уреазной активности почв

Оборудование и реактивы: фотоколориметр; 2%-й раствор мочевины в фосфатном буфере (pH 6,7); 50%-й раствор сегнетовой соли; 50%-й раствор CCl_3COOH (трихлоруксусная кислота); 1%-й раствор KCl; реактив Несслера; стандартный раствор Mn_4Cl .

1. По 5 г воздушно-сухой почвы поместить в колбы емкостью 100 мл, прилить по 20 мл 2%-го раствора мочевины в фосфатном буфере (pH 6,7) и по 200 мкл толуола.

2. Колбы плотно закрыть и поместить в термостат при температуре 37 °C на 4 ч.

3. После экспозиции прилить по 1 мл 50%-го раствора трихлоруксусной кислоты.

4. Для вытеснения из почвы поглощенного аммиака добавить по 50 мл 1 н. раствора хлористого калия.

5. Содержимое колб отфильтровать.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

6. По 2 мл фильтрата поместить в мерные колбы объемом 50 мл, развести водой до 30 мл, затем прилить по 2 мл 50%-го раствора сегнетовой соли и по 2 мл реактива Несслера. Колбы долить водой до метки, перемешать и окрашенный раствор колориметрировать при длине волны 400 нм.

7. Содержание аммиака в фильтрате рассчитать по стандартной кривой. Для этого приготовить стандартный раствор NH_4Cl в концентрации 0,005 мг N — NH_4 в 1 мл. Сделать серию разведений. Построить калибровочную кривую.

8. Активность уреазы (X) выражают в миллиграммах N — NH_4 на 1 г почвы за 4 ч по формуле: $X = A \cdot V / m$, где A — содержание аммиака в фильтрате, полученное по калибровочной кривой, мг/мл; V — общий объем фильтрата, 50 мл; m — навеска почвы, 5 г.

9. По табл. оценить степень насыщения исследуемых почв уреазой.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

Тема. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов (биофлавоноидов)

Оборудование: фотоэлектроколориметр, центрифуга, весы.

Посуда: спектрофотометрические кюветы; колбы на 50 мл — 2 шт., на 100 мл — 2 шт., на 500 мл — 1 шт.; пипетки на 0,2 мл — 3 шт., на 1 мл — 1 шт., на 5 мл — 1 шт.

Реактивы: 500 мл 50% -ного этанола; 20 мл 25 mM раствора о-фенантролина (4,95 мг/мл); 50 мл 12,3 mM раствора FeCl_3 (2 мг/мл); 100 мл раствора дигидрокверцетина (вместо дигидрокверцетина можно использовать аскорбиновую кислоту) с концентрацией 0,2 мг/мл; 100 мл 0,4 M раствор HCl; 10 мл супернатанта зерновок пшеницы или экстракта растений (экстракт растений перед исследованиями необходимо разбавлять в 100-200 раз).

Принцип метода. Способ основан на способности хлорного железа (III) окислять антиоксиданты. При этом хлорное железо (III) восстанавливается до хлористого железа (II), количество которого определяется по интенсивности окраски при добавлении о-фенантролина.

Приготовление рабочих растворов. 25 mM раствор о-фенантролина готовят, растворяя 99 мг навески в 20 мл 96%-ного этанола; 12,3 mM раствор FeCl_3 (безводный) готовят, растворяя 100 мг навески в 50 мл 50%-ного этанола; раствор дигидрокверцетина (вместо дигидрокверцетина можно использовать аскорбиновую кислоту) готовят, растворяя 20 мг навески в 100 мл 50%-ного этанола; 0,4 M раствор HCl готовят, растворяя 3,4 мл 11,73 M раствор HCl в 96,6 мл дист. воды.

Построение калибровочного графика. Для построения калибровочного графика используют два ряда пробирок по 5 шт. в каждом. Первый ряд используется для разбавления исходного раствора дигидрокверцетина с исходной концентрацией 200 мкг/мл, как показано в таблице 28.

Второй ряд пробирок служит для проведения качественной реакции. После разбавления из каждой пробирки первого ряда отбирают по 0,2 мл калибровочного раствора и вносят последовательно в расположенные напротив пробирки второго ряда.

	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

Таблица

Приготовление растворов дигидрокверцетина для построения
калибровочного графика

Про- бирки	Исходный раствор дигидро- кверцетина, мл	Раствор 50% -ного этанолa, мл	Концентрация дигидрокверце- тина в пробирке, мкг/мл	Поглощение, усл. ед.
1	0,5	2,0	2	
2	1,0	1,5	4	
3	1,5	1,0	6	
4	2,0	0,5	8	
5	2,5	—	10	
6	Контрольный	3,0	—	

Затем во все пробирки второго ряда последовательно добавляют по 0,2 мл 25 мМ раствора о-фенантролина, 2,4 мл 96%-ного этанола и по каплям приливают 0,2 мл 12,3 мМ раствора FeCl_3 . После перемешивания пробирки второго ряда выдерживают в темноте 10 мин (время проведения реакции). Реакцию останавливают добавлением 1 мл 0,4 М раствора HCl .

Контрольной служит пробирка, в которую добавляют по 0,2 мл 25 мМ раствора о-фенантролина, 2,6 мл 96%-ного этанола, 0,2 мл 12,3 мМ раствора FeCl_3 и 1 мл 0,4 М раствора HCl .

Измерение поглощения проводят при 505 нм, записывая показания в таблицу. Калибровочный график строят на миллиметровой бумаге, откладывая в координатах (D, C) изменения поглощения (ось ординат) в зависимости от концентрации дигидрокверцетина (ось абсцисс).

Ход работы

В опытную пробирку последовательно вносят 0,2 мл экстракта (объем вносимого образца можно изменять в пределах 0,05-0,5 мл в зависимости от содержания антиоксидантов в исследуемой пробе), 0,2 мл 25 мМ раствора о-фенантролина и по каплям приливают 0,2 мл 12,3 мМ раствора FeCl_3 . Затем объем доводят до 3 мл 96%-ным этанолом, перемешивают и пробу выдерживают в темноте 10 мин. Реакцию останавливают добавлением 1 мл 0,4 М раствора HCl .

Контрольной служит пробирка, в которую добавляют по 0,2 мл 25 мМ раствора о-фенантролина, 2,6 мл 96%-ного этанола, 0,2 мл 12,3 мМ раствора FeCl_3 и 1 мл 0,4 М раствора HCl .

Если экстракт имеет окраску, то в отдельную пробирку вносят объем экстракта, равный взятому для определения, и затем доводят общий объем содержимого пробирки до 4 мл 96%-ным этанолом. Измерение поглощения проводят при 505 нм, D, усл.ед.



Поглощение экстракта снимают против раствора 96 %-ного этанола. Определенную величину поглощения экстракта вычитают из поглощения опытной пробирки.

Метод расчета. Вычисление содержания антиоксидантов проводили по формуле:

$$AO = \frac{DT_7 T}{CV_1 V_3 / PV_2} \text{ (мг/г)}, \text{ где}$$

АО – антиоксидант;

С – концентрация антиоксиданта, определенная по калибровочному графику, мкг/мл;

P – масса навески растительной ткани, г;

V₁ – объем, взятый для экстракции, мл;

V₂ – объем экстракта, вносимого в пробирку, мл;

V₃ – конечный объем пробы в пробирке, мл.

Тема 7. Минеральный стресс растений и загрязнение почвы тяжелыми металлами

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13

Тема: Определение соответствия содержания нитрат-ионов в растительной ткани (воде, почве) нормативам качества.

В настоящее время одной из важных проблем, возникающих как результат усиления антропогенной нагрузки на экосистемы, является проблема нитратов. Наряду с традиционным решением задач использования нитратного азота как источника азотного питания растений и оптимизации эколого-агрохимических условий, влияющих на формирование урожая и его качество, возникли вопросы экологических последствий аккумуляции нитратов в почве, воде, растениях, атмосфере, влияние их на здоровье человека.

Нитраты – неотъемлемая часть всех наземных и водных экосистем, поскольку процесс нитрификации, ведущий к образованию окисленной неорганической формы азота, является принципиальным механизмом, имеющим глобальный характер. В то же время с ростом интенсификации производства вообще и азотных удобрений, в частности, поступление неорганических соединений азота в природные воды, растения, а следовательно, и в организм человека все возрастает. По этой причине проблема загрязнений растениеводческой продукции нитратами, избыточное потребление которых может привести к ряду серьезных заболеваний, приобрела такую остроту в настоящее время.

Методы работы. В основу предлагаемого метода положен принцип зависимости электродвижущей силы (ЭДС) гальванического элемента ионоселективного электрода от концентрации ионов в растворе. (Метод применяется в случае, если содержание хлорид-ионов в пробе не превышает содержание нитрат-ионов более чем в пятьдесят раз. Чувствительность метода 6 мг/дм).

Ход работы

1. Подготовка пробы к анализу

Для проведения анализа свежую (обводненную) навеску в 1 г (с точностью до второго десятичного знака) или высушенную – 12,5 г растительной ткани тщательно растирают в ступке. Если ткань жесткая, для гомогенизации можно добавить



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

измельченное стекло. Для проведения сравнения необходимо как минимум две пробы из разных участков анализируемого объекта. Например, если это картофель, можно взять пробу из области сердцевины и из периферийной части (удобно при помощи трубчатого сверла). Если его нет, можно сделать радиальный срез и взять пробы из разных точек радиуса. После гомогенизации пробу перенести в коническую колбу или стакан на 100 мл, для чего в ступку порциями добавляется 1% раствор алюмокалиевых квасцов (1г на 100 мл воды) так чтобы смыть в колбу весь гомогенат. Если проба сухая, то можно добавить раствор уже при растирании. Конечный объем добавленного раствора должен равняться 50 мл (это необходимо помнить, если вы добавили раствор при растирании). Колбу закрывают пробкой и перемешивают содержимое встряхиванием в течение трёх минут (если используется стакан, можно перемешать палочкой).

Подготовленный таким образом гомогенат необходимо профильтровать через плотную капроновую ткань или бумажный фильтр. Его можно также центрифугировать при 7000 оборотах в течение 5-7 минут. Полученный фильтрат используют для определения нитратов. Определение NO_3^- в воде проводят так же, как в экстракте из растительной ткани. Прибор сразу показывает содержание нитрат-ионов в мг/л. Занесите показания прибора в таблицу. Пересчитайте полученные значения содержания нитрат-ионов в мг/кг сырой массы. На основании данных, приведенных в таблице, оцените соответствие содержания нитратов в исследованных растениях нормативам.

Предельно допустимые концентрации нитратов в товарной части сельскохозяйственных растений

Арбуз 40 – 600

Баклажаны 80 – 270

Горошек зелёный 20 – 80

Дыня 40 – 500

Капуста кочанная 600 – 3000

Кабачки 400 – 700

Картофель 40 – 980

Лук зелёный 40 – 1400

Лук репчатый 60 – 900

Морковь 160 – 2200

Огурцы 80 – 560

Патиссоны 160 – 900

Перец сладкий 40 – 330

Петрушка 1700 – 2500

Редька чёрная 400 – 2700

Редис 400 – 2700

Салат 400 – 2900

Свёкла 200 – 4500

Томаты 300 – 1300

Укроп 400 – 2200

Чеснок 40 – 300

Щавель 240 – 400



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14

Тема: Закладка модельного эксперимента для изучения влияния тяжелых металлов на растения

К тяжелым металлам относится группа химических элементов, имеющих плотность более 5 г/см³, причем этот термин заимствован из технической литературы, где металлы классифицируются на тяжелые и легкие. Для биологической классификации более целесообразным является разделение не по плотности, а по атомной массе. К тяжелым металлам причисляются все металлы с относительной атомной массой более 40.

Многие металлы из этой группы (медь, цинк, молибден, кобальт, марганец, железо) являются микроэлементами, то есть в малых концентрациях улучшают рост и развитие живых организмов. В больших концентрациях им же присуще негативное влияние на растения и животные. Но есть группа металлов, за которыми закрепилось только негативное понятие – «тяжелые» в смысле «токсичные». Она включает ртуть, кадмий и свинец (Алексеев, 1987). Знание содержания тяжелых металлов в почвах и водных объектах дает возможность судить о состоянии чистоты или загрязненности и принимать соответствующие меры, направленные на сохранение почвенного плодородия.

Основными источниками поступления тяжелых металлов в почву в XXI веке являются отходы промышленности (шлаки, зола, цементная пыль и т.д.), сточные воды и бытовой мусор, минеральные удобрения и пестициды, а также атмосфера (естественное выветривание горных пород, транспорт, предприятия химической, тяжелой и атомной промышленности, тепловые электростанции). По данным Ю.В. Алексеева (1987), в культурном ландшафте наибольшее распространение имеют цинк, свинец, ртуть, кадмий и хром. Нормирование содержания металлов в почвах предусматривает установление их предельно допустимых количеств (ПДК). Под ПДК тяжелых металлов следует понимать такую их концентрацию, которая при длительном воздействии на почву и на произрастающие на ней растения не вызывает каких-либо патологических изменений или аномалий в ходе биологических процессов, а также не приводит к накоплению токсичных элементов в сельскохозяйственных культурах и, следовательно, не может нарушить биологический оптимум для сельскохозяйственных животных и человека. ПДК устанавливаются специалистами многих стран в различных экспериментальных исследованиях, и на сегодня эту проблему нельзя считать решенной.

Таблица 1

Валовое содержание тяжелых металлов в почвах, мг на 1 кг сухой массы (Bowen H. J. M., 1966).

Металл	Среднее значение	Возможный диапазон колебания содержания
Серебро	0,1	0,01-5
Барий	500	100-3000
Кадмий	0,06	0,01-0,07
Кобальт	8,0	1,0-40
Хром	100	5,0-3000
Медь	20	2-100



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

Железо	38000	7000-550000
Ртуть	0,03	0,01-0,3
Лантан	30	1-5000
Марганец	850	100-4000
Молибден	2,0	0,2-5
Никель	40	10-1000
Свинец	10	2-200
Радий	8×10^{-7}	$(3-20) \times 10^{-7}$
Олово	10	2-200
Торий	5	0,1-12
Титан	5000	1000-10000
Уран	1	0,9-9,0
Ванадий	100	20-500
Иттрий	50	25-250
Цинк	50	10-300
Цирконий	300	60-2000
Стронций	300	50-1000

В нашей стране (Алексеев, 1987) разработаны для почв следующие значения ПДК (мг/кг):

мышьяка – 20;

ртути – 2,1;

свинца – 20 (сверх фона, составляющего 12 мг/кг почвы);

хрома шестивалентного – 0,05;

кадмия – 5;

никеля – 50;

мочевина – 80 мг/дм².

Иногда предельные концентрации элементов в почве устанавливаются исходя из предельных концентраций их в продуктах питания растительного происхождения. Для расчетов учитываются коэффициенты накопления тяжелых металлов различными растениями и их органами. Ионы металлов являются неизменными компонентами природных водоемов. В зависимости от условий среды (рН, окислительно-восстановительного потенциала, наличия лигандов) они находятся в разных степенях окисления и входят в состав разнообразных неорганических и металлоорганических соединений или в состав минеральных и органических взвесей в воде. Источниками загрязнения вод тяжелыми металлами служат сточные воды гальванических цехов, предприятий горнодобывающей, черной и цветной металлургии, машиностроительных заводов. Тяжелые металлы входят в состав удобрений и пестицидов и могут попадать в водоемы вместе со стоками с сельскохозяйственных угодий.

Существенную роль в очистке водоемов от загрязнителей выполняют высшие водные растения. Многие из них накапливают тяжелые металлы в значительных количествах. Их концентрация в растительных тканях может в сотни (Fe), тысячи (Hg, Cu, Cd, Co) и даже сотни тысяч раз (Zn, Mn) превышать их содержание в воде. В последние годы разрабатываются технологии очистки водоемов от тяжелых металлов с помощью



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

гидрофитов (фиторемедиация). В соответствии со «Справочником по гидрохимии» (WWW.ecolinn.ru/mc/hydrochem/) ПДК (мг на дм^3) для водных объектов по некоторым тяжелым металлам следующие:

кадмий – 0.001,
медь – 0.1,
никель – 0.1,
молибден – 0.25,
железо – 0.3,
свинец – 0.0005,
хром – 0.05,
цинк – 1.0,
марганец - до 160 мкг на дм^3

Закладка модельного эксперимента заключается в помещении опытных и контрольных растений в строго идентичные условия, отличающиеся наличием различных тяжелых металлов (или различных концентраций тяжелого металла) в среде обитания экспериментальных растений. Таким образом, данный модельный эксперимент является монофакторным и позволяет изучать влияние отдельно взятого металла на растение.

Реактивы

1. 1% раствор KMnO_4 или слабый раствор формалина
2. Раствор растворимой соли тяжелого металла с концентрацией катиона 10 мг/л. Для его приготовления рассчитывается содержание металла в соли с учетом воды для обводненных солей и на аналитических весах берется соответствующая навеска, содержащая необходимую массу катиона. Этот раствор является маточным, готовится объемом 2 л. Из него путем разбавления готовятся растворы металла меньших концентраций, на которых выращиваются растения, чаще всего это раствор с содержанием металла 0,25 мг/л.

Оборудование

1. Мерные колбы на 1, 2 л
2. Весы аналитические
3. Сосуды для выращивания растений (для водных растений сосуды должны быть прозрачные)
4. Маркер по стеклу

Ход работы

Закладка модельного эксперимента начинается с приготовления маточных растворов тяжелых металлов с концентрацией 10 мг/л и затем из него растворов с концентрацией металла 0,25 мг/л. В зависимости от задач исследования перечень металлов может меняться. Можно использовать умеренноопасные тяжелые металлы, включающие медь, никель, кобальт, хром или высокоопасные тяжелые металлы, такие как кадмий, ртуть, свинец, цинк. Можно, например, сравнить влияние на растения ионов цинка и кобальта.

Удобными объектами исследования являются гидрофиты, например элодея канадская. Для эксперимента используются здоровые побеги длиной около 20 см, которые



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

погружают в растворы в стеклянные сосуды. Можно вести работу с проростками растений, выращенными из семян (горох, ячмень). В этом случае отбираются семена среднего размера и обрабатываются в течение 10-20 минут слабым раствором формалина или перманганата калия. Затем их помещают на фильтровальную бумагу, подпитывающуюся необходимым раствором. Опытные и контрольные растения помещаются в строго идентичные условия (освещенность, температура), отличающиеся только наличием различных тяжелых металлов (или различных концентраций тяжелого металла) в среде обитания экспериментальных растений. Для лучшего поддержания одинаковых условий время от времени сосуды с растениями меняют местами. Контрольные растения выращивают на дистиллированной воде, экспериментальные – на растворах тяжелых металлов. По мере помутнения (примерно один раз в 10 дней) растворы заменяются свежими. Измерения различных показателей проводят через равные промежутки времени, например через каждые 7 дней. Результаты, полученные для экспериментальных растений, сравниваются с контрольным вариантом.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15

Тема: Содержание SH-групп в белках растений как тест на действие тяжелых металлов

Проблема загрязнения окружающей среды различными поллютантами, в том числе тяжелыми металлами (ТМ) становится все более актуальной. В последнее время большое внимание уделяется изучению биологических механизмов аккумуляции и детоксикации избытка ТМ, поступающих в почву, атмосферу, водную среду. Один из известных способов защиты растений от вредного влияния ТМ является биосинтез низкомолекулярных белков и пептидов, обогащенных SH-группами (металлотионеинов и фитохелатинов). Металлсвязывающие белки и пептиды синтезируются в норме в незначительном количестве. Их содержание в клетке резко возрастает при действии ТМ и снижается в случае уменьшения их концентрации в питательном субстрате. Металлотионеины имеют низкую молекулярную массу (до 10 кД) и высокое содержание цистеина (около 30%). В настоящее время выделено три типа металлотионеино-подобных генов растений, продукты которых различаются по расположению остатков цистеина. Фитохелатины имеют общую структуру $(\gamma\text{-Glu-Cys})_n\text{-Gly}$, где $n = 2-11$, и имеют также название класс III металлотионеины.

Известно, что синтезирующая их фитохелатинсинтаза напрямую активируется тяжелыми металлами.

Реактив Элмана или 5,5-дитиобис(2-нитробензойная) кислота (ДТНБ) может вступать в реакцию с SH-группами белков и пептидов. Образующийся 5-тио-2-нитробензойный анион имеет интенсивную окраску желтого цвета. На этом основано количественное определение SH-групп в растворимых и высокополимерных соединениях клетки.

Реактивы и оборудование

1. Приготовление буферных растворов

Приготовление 0,1 М трис-HCl буфера pH 7,8-8,0. Этот буфер используют для приготовления среды выделения и реакционной среды при определении общего



количества растворимых SH-групп и мембранно-связанных SH-групп. Для буфера необходим трис-(гидроксиметил)-аминометан (М, 121) и 0,1 н HCl (готовят из фиксонала). Приготовление 0,1 М трис-HCl буфера pH 7,8-8,0:

а. Трис – 1,21 г + 50 мл H₂O дист.

б. HCl 0,1 н – 30 мл.

Растворы смешивают, корректируют pH, конечный объем доводят до 100 мл дистиллированной водой.

Приготовление 0,25 М трис-HCl буфера pH 7,5. На этом буфере растворяют реактив Элмана (ДТНБ):

а. Трис – 3,025 г + 50 мл H₂O дист.

б. HCl 0,1 н – 40,3 мл

Растворы смешивают, корректируют pH, конечный объем доводят до 100 мл дистиллированной водой.

Приготовление 0,4 М трис-HCl буфера pH 8,9. Этот буфер используют для приготовления реакционной смеси при определении небелковых растворимых тиолов:

а. Трис – 4,84 г + 50 мл H₂O дист.

б. HCl 0,1 н – 7 мл

Растворы смешивают, корректируют pH, конечный объем доводят до 100 мл дистиллированной водой.

2. Приготовление реактивов

Среду выделения готовят на 0,1 М трис-HCl буфере pH 7,8.

На 100 мл трис-HCl буфера pH 7,8:

А. MgCl₂(6H₂O) (М, 203) – 203 мг (1 мМ) Б. Na-ЭДТА (Трилон Б; М, 372,3) – 115 мг (0,3 мМ)

Реактивы:

1. Додецилсульфат натрия (SDS) – 1 г на 10 мл H₂O дист. (10%-й р-р)

2. Раствор реактива Элмана (ДТНБ; М, 396) – 19,8 мг (50 мкМ) на 5 мл 0,25 М трис-HCl буфера pH 7,5. Для лучшего растворения нагревают на водяной бане при 37°C.

3. Трихлоруксусная кислота (ТХУ) – 5 г на 10 мл H₂O дист. (50%-й р-р)

4. Тритон X-100 – 0,1 мл на 100 мл H₂O дист. (0,1%-й р-р)

5. Глутатион-SH (М, 303) – 30,7 мг на 100 мл H₂O дист. (0,1 М р-р).

Раствор необходим для построения калибровочной кривой (непосредственно к каждому опыту). Из этого раствора готовят разведения концентрацией: 0,5; 0,25; 0,125; 0,1; 0,05; 0,025; 0,0125; 0,01 мМ.

3. Оборудование

1. Стеклянные пробирки объемом 10-15 мл (для проведения реакции)

2. Штативы

3. Пипетки (дозаторы)

4. Стеклянные палочки

5. Секундомер (таймер)

6. Центрифуга (рефрижераторная)

7. Стеклянный песок для гомогенизации проб

8. Гомогенизатор или фарфоровые ступки



9. Охлаждающее устройство или жидкий азот

10. Водяная баня

11. Спектрофотометр (СФ-46 или другой)

Ход работы

Выделение фракций, содержащих SH-группы

1. Выделение общей растворимой клеточной фракции (РКФ)

Растительный материал (0,5 г сырых листьев) растирают на льду в ступке с небольшим количеством среды выделения (1,5-2 мл), с добавлением стеклянного песка. Гомогенат переносят в центрифужную пробирку, обмывая ступку небольшим (0,5 мл) количеством среды. Общий объем используемой среды выделения – 4 мл. Гомогенат центрифугируют 20 мин, 15000 g при 4°C. Супернатант сливают в пробирку, помещенную в стакан со льдом. К осадку, содержащему мембранные компоненты, приливают еще 4 мл среды выделения и перемешивают стеклянной палочкой. Затем центрифугируют снова 20 мин, 15000 g при 4°C. Супернатант, полученный после промывки объединяют с первым супернатантом, общий объем пробы составит около 8 мл. Эту фракцию (РКФ) используют для выделения небелковой растворимой фракции. В ней определяют общее количество растворимых SH-групп и растворимых белков [7]. Осадок оставляют для выделения фракции мембранно-связанных белков и определения в них количества SH-групп.

2. Выделение мембранно-связанной фракции (МСФ)

К осадку, содержащему мембранные компоненты, добавляют 4 мл 0,1% раствора тритона, перемешивают стеклянной палочкой и оставляют на 15 мин. Затем центрифугируют 20 мин, 15000 g при 4°C. Супернатант сливают в пробирку, помещенную в стакан со льдом. Осадок промывают повторно 4 мл 0,1% раствора тритона и перемешивают стеклянной палочкой. Затем центрифугируют при ранее описанных условиях. Супернатант мембранно-связанной фракции после вторичной промывки осторожно сливают в пробирку, объединяя с первым супернатантом, общий объем пробы составляет примерно 8 мл. В выделенной мембранно-связанной фракции определяют количество SH-групп с реактивом Элмана и мембранно-связанного белка.

3. Выделение небелковой растворимой фракции (НРФ)

Небелковую растворимую фракцию, используемую для определения небелковых тиолов, получают путем осаждения растворимых белков из общей растворимой клеточной фракции 50%-ной трихлоруксусной кислотой. Для этого к 3 мл общей растворимой фракции добавляют 2,4 мл H₂O дист. и 0,6 мл 50% ТХУ, перемешивают, выдерживают 15 минут, затем центрифугируют в течение 20 мин и 15000g. Супернатант осторожно сливают в чистую, сухую пробирку и используют для определения небелковых тиолов.

4. Определение общих растворимых и мембранно-связанных SH-групп

Определение SH-групп проводят в пробирках.

Опытная проба:

а. 10%-й р-р SDS – 300 мкл

б. супернатант – 300 мкл

Контрольная проба:

а. 10%-й р-р SDS – 300 мкл

б. 0,1 М трис-HCl буфер, pH 7,8 – 300 мкл



В опытную и контрольную пробы вносят по 2 мл 0,1 М трис-НСl буфера, рН 7,8. Измеряют оптическую плотность (A_0) опытной пробы против контрольной на спектрофотометре при длине волны 412 нм. После измерения пробы количественно переносят в соответствующие пробирки. В опытную пробу добавляют 0,2 мл раствора реактива Элмана (ДТНБ), перемешивают. В контрольную пробу вместо реактива Элмана добавляют 0,2 мл 0,1 М трис-НСl буфера рН 7,8. Пробирки инкубируют 1 час на водяной бане при 37°C. После этого снова измеряют оптическую плотность (A_1) против контрольной на спектрофотометре при длине волны 412 нм. Для расчета используют разность $A_1 - A_0 = A$. Для перевода A в микромоли SH-групп строят калибровочный график по глутатиону-SH.

Калибровка готовится как опытная проба, только вместо супернатанта используют раствор глутатиона (0,5; 0,25; 0,125; 0,1; 0,05; 0,025; 0,0125; 0,01 мМ).

Расчет SH-групп в растворимой фракции и мембранно-связанной фракции можно осуществить двумя способами:

1 Способ

Через построение калибровочной кривой: 1 мкм восстановленного глутатиона соответствует 1 мкм –SH. Конечный результат выражают в микромолях SH-групп на 1 мг белка – растворимого или мембранно-связанного. Содержание белков определяют биуретовым методом.

2 Способ

Через коэффициент экстинции 5,5-дитиобис(2-нитробензойной) кислоты (ДТНБ) – 13,6 мМ-1см-1.

5. Определение небелковых SH-групп

Опытная проба:

- а. 0,4 М трис-НСl буфер рН 8,9 – 2 мл
- б. супернатант – 1 мл

Контрольная проба:

- а. 0,4 М трис-НСl буфер рН 8,9 – 3 мл

В опытную и контрольную пробы вносят по 2 мл 0,4 М трис-НСl буфера, рН 8,9. Измеряют оптическую плотность (A_0) опытной пробы против контрольной на спектрофотометре при длине волны 412 нм. После измерения пробы количественно переносят в соответствующие пробирки.

В опытную пробу добавляют 0,05 мл раствора реактива Элмана (ДТНБ), перемешивают. Инкубируют 1 час на водяной бане при 37°C. После этого снова измеряют оптическую плотность (A_1) против контрольной на спектрофотометре при длине волны 412 нм. Для расчета используют разность $A_1 - A_0 = A$. Для перевода A в микромоли SH-групп строят калибровочный график по глутатиону-SH. Калибровка готовится как опытная проба, только вместо супернатанта используют раствор глутатиона (0,5; 0,25; 0,125; 0,1; 0,05; 0,025; 0,0125; 0,01 мМ).

Расчет SH-групп в небелковой фракции можно осуществить двумя способами:

1 Способ: Через построение калибровочной кривой: 1 мкм восстановленного глутатиона соответствует 1 мкм –SH. При расчете необходимо учитывать разбавление



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

супернатанта в 2 раза при осаждении белков. Конечный результат выражают в микромолях небелковых тиолов на 1 г сухого веса.

2 Способ: Через коэффициент экстинкции 5,5-дитиобис(2-нитробензойной) кислоты (ДТНБ) – 13,6 мМ-1см-1.

Содержание SH-групп в растворимых белках определяют по разнице количества небелковых тиолов (мкМ) сульфгидрильных групп в растворимой фракции (мкМ/мл) и выражают в микромолях SH-групп на 1 мг растворимого белка.

Задания к разделу 3

1. В чем состоит неблагоприятное действие на растение засоления?
2. Какой тип засоления наиболее опасен для зерновых культур?
3. Надземная часть или корневая система проростка в большей степени страдает от засоления?
4. Какая культура – ячменя или пшеница- более устойчива к засолению?
5. Какие тяжелые металлы являются необходимыми для жизнедеятельности растения?
6. В чем состоит токсическое действие тяжелых металлов на растение?
7. От чего зависит поглощение тяжелых металлов растением?
8. Какие системы защиты клетки могут функционировать при действии тяжелых металлов?
9. Как на уровне целостного растения осуществляется защита от токсического действия тяжелых металлов?

6. ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины «Стресс-физиология растений»

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины Стресс-физиология растений				
Формируемые компетенции	Наименование раздела дисциплины	Этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины (знание, умение, навык)	Этапы формирования компетенций в процессе освоения ООП	Формы оценочных средств
1	2	3	4	5
ОПК-1	Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс растений. Раздел 2.	Знание: цели и задач научных исследований по направлению деятельности, базовых принципов и методов их организации; основных источников научной	4	Контрольная работа, лабораторные и письменные



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

	Атмосфера как источник стрессовых воздействий на растения Раздел 3. Корнеобитаемая среда как источник стресса растений.	информации и требований к представлению информационных материалов Умение: составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты в научном сообществе Навыки: приобретения систематических знаний по направлению деятельности; получения углубленных знаний по выбранной направленности подготовки, базового проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.		самостоятельные работы (серии). Собеседование. Тест. Реферат. Зачет.
ПК-1	Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс растений. Раздел 2. Атмосфера как источник стрессовых воздействий на растения Раздел 3. Корнеобитаемая среда как источник стресса растений.	Знание: особенностей состава биомолекул растений, специфики их метаболизма и понимания взаимосвязи строения – свойства – биологические функции молекул; локализации физиолого-биохимических процессов в растениях, их ход и механизмы регуляции на всех структурных уровнях организации растительного организма; зависимости хода физиолого-биохимических процессов от внутренних и внешних факторов среды; молекулярно-генетического ответа растения на воздействие экологических факторов; Умение:	4	Контрольная работа, лабораторные и письменные самостоятельные работы (серии). Собеседование. Тест. Реферат. Зачет.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

		рассчитывать, строить и анализировать диаграммы энзиматической активности и схемы энзимограмм ферментов; пользоваться биохимическими показателями в процессе прогнозирования адаптации растений к различным условиям среды; Навыки: использования современных методов исследования и получения информации о ходе физиолого-биохимических процессов в растительном организме, поиска новых сведений в области физиологии и биохимии растений, связанных с изучением молекулярно-генетических механизмов адаптации.		
--	--	---	--	--

	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

6.2 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкалы оценивания

Оценка самостоятельных письменных и контрольных работ.

Оценка "5" ставится, если аспирант:

1. выполнил работу без ошибок и недочетов;
2. допустил не более одного недочета.

Оценка "4" ставится, если аспирант выполнил работу полностью, но допустил в ней:

1. не более одной негрубой ошибки и одного недочета;
2. или не более двух недочетов.

Оценка "3" ставится, если аспирант правильно выполнил не менее половины работы или допустил:

1. не более двух грубых ошибок;
2. или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета;
3. или не более двух-трех негрубых ошибок;
4. или одной негрубой ошибки и трех недочетов;
5. или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.

Оценка "2" ставится, если аспирант:

1. допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка "3";
2. или если правильно выполнил менее половины работы.

Оценка выполнения практических (лабораторных) работ.

Оценка "5" «отлично» ставится:

- а) работа выполнена полно, научно грамотно, логично описал наблюдения; правильно, без существенных ошибок, поставлена цель и сделаны выводы;
- б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами;
- в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы);
- г) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и правильно выполнил анализ погрешностей.

Оценка "4" «хорошо» ставится:

- а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;
- б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами.

Оценка "3" «удовлетворительно» ставится:

- а) аспирантом допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя;



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

- б) подбор оборудования, объектов, материалов, а также работы по началу опыта провел с помощью преподавателя;
- в) в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов;
- г) допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию преподавателя.

Оценка "2" «неудовлетворительно» ставится,

аспирант допустил 3-4 ошибки (в проведении лабораторной работы, в объяснении, в оформлении наблюдений и выводов, по технике безопасности), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.

Критерии оценивания самостоятельной письменных заданий

Высокий уровень – оценка «5» (отлично)	Аспирант выполнил работу без ошибок и недочётов; допустил не более одного недочёта
Базовый уровень – оценка «4» (хорошо)	Аспирант выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной грубой ошибки и одного недочёта или не более двух недочётов.
Пороговый уровень – оценка «3» (удовлетворительно)	Аспирант правильно выполнил не менее половины работы или допустил в ней: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочёта; или не более двух-трёх грубых ошибок.
Низкий уровень – оценка «2» (неудовлетворительно)	Аспирант обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом. аспирант выполнил менее половины работы или допустил в ней более трёх грубых ошибок.

Собеседование организуется как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

Критерии оценивания устного ответа на собеседовании

Низкий уровень – неудовлетворительно «2»	Аспирант обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.
Пороговый уровень – удовлетворительно «3»	Аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений вопроса, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.
Базовый уровень – хорошо «4»	1) в ответе допущены малозначительные ошибки и недостаточно полно раскрыто содержание вопроса; 2) если допущено 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.
Высокий уровень – отлично «5»	1) аспирант полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Тестирование как технология оценки учебных достижений

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося, а значит, требует проведения сертификации (по крайней мере, внутривузовской).

Современный тест может включать задания различных типов (например, эссе или сочинения), а также задания, оценивающие различные виды деятельности учащихся (например, коммуникативные умения, практические умения).

Критерии оценивания выполнения электронных обучающих и аттестирующих тестов

Перевод тестовых баллов в четырех балльную шкалу оценок осуществляется по следующей шкале.

Оценка «неудовлетворительно» – менее 60 % выполненных заданий

Оценка «удовлетворительно» – 61-75 %

Оценка «хорошо» – 76-85 %

	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

Оценка «отлично» – 86-100 %

Критерии оценивания написания конспекта (реферата)

№	Критерии	«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»	«неудовлетворительно»
1	Объем выполненной работы	Оптимален	Оптимален	Занижен Завышен	Занижен Завышен
2	Логическая последовательность и связанность материала	+	Незначительные нарушения	Нарушена	Отсутствует
3	Полнота изложения содержания	+	Не выдержана	Не выдержана	Не выдержана
4	Сохранение основной идеи через весь конспект (реферат)	+	+	Нарушено	Отсутствует
5	Использование дополнительной литературы	+	+	Не достаточно	Не используется
6	Оформление	+	+	Наличие отклонений	Наличие отклонений
7	Орфографический режим	+	+	Соблюдается	Нарушено

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «**зачтено**» выставляется аспиранту, если вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок, показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков. Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «**не зачтено**» выставляется, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Стресс-физиология растений»

**ОБРАЗЕЦ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПИСЬМЕННОЙ РАБОТЫ
(СЕРИИ)**

Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс растений

Тема 2. Окислительный стресс и антиоксидантные системы растений

Самостоятельная письменная работа 2.

1. Свободнорадикальное (пероксидное) окисление липидов
 - а). первичные продукты пероксидного окисления липидов
 - б). промежуточные продукты пероксидного окисления липидов
 - в). конечные продукты пероксидного окисления липидов
2. Свободнорадикальное (пероксидное) окисления белков
3. Активные формы азота (оксид азота – NO₂)
4. Система антиоксидантной защиты организма
 - а). ферментативное звено антиоксидантной системы
 - б). неферментативное звено антиоксидантной системы.

ОБРАЗЕЦ ВОПРОСОВ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

Раздел 2: Атмосфера как источник стрессовых воздействий на растения

Собеседование 3

Тема 5. Устойчивость растений к гипер- и гипотермии.

1. Физиолого-биохимические изменения в растениях при действии повышенных температур.
2. Механизмы формирования жаростойкости.
3. Физиолого-биохимические механизмы адаптации теплолюбивых растений к низким положительным температурам.
4. Причины повреждения растений отрицательными температурами. Механизмы закаливания растений к действию отрицательных температур.
5. Современные представления о молекулярно-генетических механизмах адаптации растений к «некомфортным» значениям температурного фактора.
6. Белки теплового шока.

ОБРАЗЕЦ ВОПРОСОВ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Контрольная работа 1

Раздел 1. Общие принципы адаптации. Окислительный стресс растений

1. Стресс и «триада» Селье
2. Типы повреждений растений под действием стрессоров
3. Активные формы кислорода и окислительный стресс
4. Характеристика ферментов-антиоксидантов



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

5. Характеристика низкомолекулярных антиоксидантов

ТЕМЫ ДЛЯ РЕФЕРАТОВ.

Раздел 2: Атмосфера как источник стрессовых воздействий на растения

1. Формирование механизмов адаптации растений к перегреву.
2. Роль белков теплового шока в адаптации растений к перегреву.
3. Влияние высоких температур на качество урожая.
4. Устойчивость растений к низким положительным температурам. Холодостойкость.
5. Морозостойкость растений. Возможности и условия закаливания растений.
6. Методы диагностики устойчивости к действию высоких и низких положительных температур.
7. Действие ультрафиолетовой радиации на растения. Механизмы адаптации растений к УФ-излучению.
8. Роль озона в биосфере и в жизнедеятельности растений.
9. Негативное воздействие озона на растения. Озоновый стресс.
10. Реакции растений на повышение концентрации CO₂ в атмосфере.
11. Влияние сочетания атмосферных стрессоров на фитоценозы.

КОМПЛЕКТ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Тест по дисциплине «Стресс-физиология растений»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Инструкция для аспиранта

Тест содержит 95 заданий. На его выполнение отводится 30 минут. Необходимо выполнить 30 заданий. Если задание не удастся выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время, вернитесь к пропущенным заданиям. Верно выполненные задания оцениваются в 2 балла.

1. Стресс, как реакция растительного организма на неблагоприятное воздействие, проходит следующие фазы:
 - 1) тревоги;
 - 2) первичной стрессовой реакции;
 - 3) адаптации;
 - 4) истощения ресурсов надежности;
 - 5) истощения.
2. Факторы, способные вызвать стресс у растительных организмов:
 - 1) физические;
 - 2) химические;
 - 3) биологические;
 - 4) термические.
3. Устойчивость растения к стрессовому воздействию зависит:
 - 1) от фазы онтогенеза;



- 2) не зависит от фазы онтогенеза;
- 3) не зависит от принадлежности растений к разным таксонам, экогруппам и жизненным формам;
- 4) зависит от принадлежности растений к таксономическим единицам, экогруппам и жизненным формам.
4. Наиболее устойчивы к стрессовому воздействию:
 - 1) растения в молодом возрасте;
 - 2) растения, находящиеся в покоем состоянии;
 - 3) растения, находящиеся в период формирования гамет;
 - 4) растения, находящиеся в период активного роста.
5. К первичным неспецифическим процессам в клетках растений при сильном и быстро нарастающем действии стрессора, относятся:
 - 1) повышение проницаемости мембран;
 - 2) снижение проницаемости мембран, повышение вязкости протоплазмы;
 - 3) вход Ca^{2+} в цитоплазму, сдвиг pH цитоплазмы в кислую сторону, усиление поглощения O_2 , ускоренная трата АТФ, активация гидролитических процессов и синтеза стрессовых белков;
 - 4) снижение синтеза этилена и абсцизовой кислоты.
6. На организменном уровне, кроме механизмов стресса на клеточном уровне, дополняются:
 - 1) конкурентные отношения между органами за физиологически активные вещества и трофические факторы;
 - 2) процесс замены поврежденных или утраченных органов путем регенерации и роста пазушных почек;
 - 3) снижение выработки этилена и АБК, повышение содержания ауксина, цитокинина, гиббереллинов;
 - 4) возрастание содержания этилена и АБК, ауксина, цитокинина, гиббереллинов;
 - 5) повышение содержания этилена и АБК, снижение содержания фитогормонов роста.
7. На популяционном уровне в стрессовую реакцию включается:
 - 1) отбор, приводящий к появлению более приспособленных организмов и новых видов;
 - 2) процесс регуляции активности ферментов;
 - 3) процесс разобщения транспорта электронов и фотофосфорилирования;
 - 4) нарушение структуры хлоропластов.
8. Основные способы защиты растений от засухи:
 - 1) предотвращение потери воды, перенесение высыхания, избегание периода засухи;
 - 2) избегание периода засухи;
 - 3) перенесение высыхания;
 - 4) предотвращение потери воды.
9. Снижение скорости фотосинтеза при недостатке влаги может быть следствием:
 - 1) недостатка кислорода из-за закрывания устьиц;
 - 2) перехода растения в состояние покоя;
 - 3) недостатка CO_2 из-за закрывания устьиц, нарушения синтеза хлорофиллов и структуры хлоропластов;



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

- 4) разобщения транспорта электронов и фотофосфорилирования, изменений в фотохимических реакциях и реакциях восстановления CO_2 , задержки оттока ассимилятов.
10. Характерный признак устойчивого водного дефицита:
- 1) сохранение водного дефицита в тканях утром и прекращение выделения пасоки из срезанного стебля;
 - 2) снижение интенсивности фотосинтеза;
 - 3) увеличение продуктивности транспирации;
 - 4) прекращение ростовых процессов.
11. При обезвоживании у растений, не приспособленных к засухе, усиливается:
- 1) интенсивность дыхания, а затем постепенно снижается;
 - 2) существенных изменений дыхания не наблюдается;
 - 3) мезоморфная структура листьев;
 - 4) понижается вязкость протоплазмы.
12. Растения, которые плохо переносят обезвоживание:
- 1) суккуленты;
 - 2) эвскерофиты (настоящие ксерофиты);
 - 3) гемиксерофиты (полуксерофиты);
 - 4) пойкилоксерофиты.
13. К недостатку воды листья адаптируются:
- 1) путем усиления мезоморфной структуры;
 - 2) путем возникновения гигроморфной анатомической структуры;
 - 3) путем возникновения ксероморфной структуры;
 - 4) путем заглубления устьиц в ткани листа, увеличения опушенности, образования толстой кутикулы, редукции листьев и др.
14. Засуха вызывает перестройку в гормональной системе растений:
- 1) уменьшается содержание ауксина, цитокинина, гиббереллинов, стимуляторов роста фенольной природы, абсцизовой кислоты и этилена;
 - 2) возрастает уровень абсцизовой кислоты, этилена и уменьшается содержание гормонов-активаторов роста;
 - 3) содержание фитогормонов не изменяется;
 - 4) уменьшается содержание ауксина и возрастает уровень цитокинина, гиббереллинов.
15. При водном дефиците увеличение содержания абсцизовой кислоты (АБК) :
- 1) уменьшает потерю воды через устьица, способствует запасанию гидратной воды белками, переводит обмен веществ клеток в режим покоя;
 - 2) увеличивает содержание ауксина;
 - 3) увеличивает содержание цитокинина;
 - 4) приводит к поднятию уровня гиббереллинов.
16. В условиях водного стресса фотосинтез протекает по пути:
- 1) C_3 -путь фотосинтеза;
 - 2) C_4 -путь фотосинтеза;
 - 3) САМ-метаболизм;
 - 4) C_3 и C_4 пути фотосинтеза.



17. Группа растений, которая при сильном обезвоживании не погибает, а переходит в состояние криптобиоза:
- 1) пойкилогидрические растения;
 - 2) гомойогидрические растения;
 - 3) гидатофиты;
 - 4) гигрофиты.
18. Способ защиты от недостатка влаги у эфемеров:
- 1) перенесение высыхания путем адаптации;
 - 2) избежание периода засухи;
 - 3) предупреждение излишней траты воды;
 - 4) развитие мощной корневой системы.
19. Гомойогидрические растения делятся:
- 1) гигрофиты, гидатофиты, мезофиты;
 - 2) гигрофиты, мезофиты, ксерофиты;
 - 3) гидатофиты, суккуленты, эфемеры;
 - 4) эфемероиды, гигрофиты, гидатофиты.
20. Водный дефицит особенно действует на такие физиологические процессы:
- 1) поглощение воды, корневое давление, прорастание семян, устьичные движения, транспирация, фотосинтез, дыхание, активность ферментов, рост и развитие, соотношение минеральных веществ и др.;
 - 2) не оказывает особого влияния на вышеперечисленные физиологические процессы;
 - 3) оказывает только на величину корневого давления;
 - 4) особенно действует только на процессы фотосинтеза и дыхания.
21. Рекомендуются ли обработка растений в условиях засухи растворами ауксина, цитокинина, гиббереллина?
- 1) да;
 - 2) нет;
 - 3) зависит от принадлежности растений к разным экогруппам и жизненным формам;
 - 4) зависит от возрастных особенностей.
22. В результате предпосевного закаливания повышается засухоустойчивость растений. За счёт каких признаков это происходит?
- 1) за счёт усиления признаков гигроморфной структуры;
 - 2) за счёт усиления признаков мезоморфной структуры;
 - 3) за счёт усиления признаков гигро-мезоморфной структуры;
 - 4) за счёт усиления признаков ксероморфности.
23. Закон В.Р.Заленского гласит, что чем выше по стеблю расположен лист, тем более выражена:
- 1) гигроморфная структура;
 - 2) гигро-мезоморфная структура;
 - 3) мезоморфная структура;
 - 4) ксероморфная структура.
24. Перенесению морозов способствует:
- 1) гидрофильные белки, моно- и олигосахариды;



- 2) минеральные соли и вода;
- 3) липиды и вода;
- 4) нуклеиновые кислоты и липиды.
25. Холодостойкость – это:
 - 1) устойчивость теплолюбивых растений к низким положительным температурам;
 - 2) устойчивость теплолюбивых растений к низким отрицательным температурам;
 - 3) способность переносить комплекс неблагоприятных условий зимы;
 - 4) способность теплолюбивых растений произрастать только при оптимальных температурных условиях среды.
26. Основной причиной повреждающего действия низкой положительной температуры на теплолюбивые растения является:
 - 1) нарушение функциональной активности мембран;
 - 2) нарушение углеводного обмена;
 - 3) усиление распада белков;
 - 4) накопление в тканях растворимых форм азота.
27. Холодостойкость теплолюбивых растений можно усилить:
 - 1) предпосевным закаливанием семян в условиях низких положительных температур (1-5⁰С) и более высоких температур (10-20⁰С);
 - 2) предпосевным закаливанием семян в условиях низких температур -10⁰С;
 - 3) при замачивании семян в 0,25%-ных растворах микроэлементов;
 - 4) при замачивании семян в растворах нитрата аммония (0,25%).
28. Основные причины гибели растений при низких отрицательных температурах:
 - 1) коагуляция белков протоплазмы;
 - 2) замерзающий клеточный сок расширяется в объеме и разрывает сосуды и клетки растений;
 - 3) нарушение процесса синтеза органических веществ;
 - 4) лед, образующийся в межклетниках, обезвоживает клетки и повреждает мембраны.
29. Свойства, характерные для первой фазы закаливания растений к воздействию мороза:
 - 1) происходит на свету при пониженных положительных температурах (до 0⁰С) и в клетках накапливаются сахара, растворимые белки и др.;
 - 2) происходит при низкой отрицательной температуре без света;
 - 3) происходит на свету при низкой отрицательной температуре;
 - 4) не влияет на процесс первой фазы закаливания содержание внутриклеточной воды.
30. Значение сахаров, которые накапливаются в ходе закаливания растений до наступления морозов:
 - 1) снижают температуру замерзания клеточного сока, предупреждая льдообразование;
 - 2) увеличивают оводненность клеток;
 - 3) повышают интенсивность дыхания;
 - 4) снижают активность ферментов.
31. Согласно теории закаливания к низким температурам для приобретения свойства морозостойкости растения должны пройти следующие этапы подготовки:
 - 1) переход в состояние покоя, затем первую фазу закаливания;
 - 2) переход в состояние покоя, затем первую и вторую фазы закаливания;



- 3) переход в состояние покоя, затем 1-3 фазы закаливания;
4) переход в состояние покоя, затем 1-4 фазы закаливания.
32. По реакции на засоление почвы растения подразделяются на:
- 1) гликофиты и галофиты;
 - 2) гигрофиты и мезофиты;
 - 3) гидатофиты и гигрофиты;
 - 4) гликофиты и мезофиты.
33. Гликофитами обычно считают растения:
- 1) пресных почв и водоемов, а также растения, которые не могут расти на субстрате, содержащем более 0,5% хлористого натрия;
 - 2) произрастающие на солончаках;
 - 3) произрастающие на солонцах;
 - 4) произрастающие на солончаках и солонцах.
- 34.. Галофиты – это растения:
- 1) произрастающие на сильно засоленных почвах с количеством солей от 0,3 до 20%, а основная масса – с концентрацией солей от 2 до 6%;
 - 2) произрастающие на засоленных почвах;
 - 3) произрастающие на слабо засоленных почвах;
 - 4) произрастающие на незасоленных почвах.
35. Основные эколого-физиологические группы галофитных растений:
- 1) эвгалофиты, криногалофиты, гликофиты;
 - 2) криногалофиты, гликофиты, гликогалофиты;
 - 3) гликогалофиты, эвгалофиты;
 - 4) эвгалофиты, криногалофиты, гликогалофиты.
36. К гликофитным растениям относятся:
- 1) гигро-, гидро-, мезофиты и некоторые ксерофиты;
 - 2) гало-, гидро- и мезофиты;
 - 3) криногало-, гало- и гигрофиты;
 - 4) гидро-, гало- и гидрофиты.
37. В отличие от морских галофитов у наземных в засоленный субстрат погружена:
- 1) только меньшая часть листьев и стеблей;
 - 2) только корневая система;
 - 3) только часть надземных органов;
 - 4) только часть подземных органов.
38. От избыточной концентрации солей галофиты, в отличие от гликофитов, защищаются:
- 1) поглощением большого количества солей и созданием высокого осмотического давления в вакуолярном соке, выведением поглощаемых солей из клеток, а также ограниченным поглощением солей клетками корней;
 - 2) формирование признаков галосуккулентности или галоксероморфности;
 - 3) формированием галогигро- и галомезоморфности;
 - 4) формированием галомезо- и галосуккулентной структуры.
39. При хлоридном засолении растения приобретают признаки:
- 1) гигроморфные;



- 2) мезоморфные;
- 3) ксероморфные;
- 4) суккулентные.
40. При сульфатном засолении у растений преобладают черты:
 - 1) суккулентности;
 - 2) ксероморфности;
 - 3) гигроморфности;
 - 4) мезоморфности.
42. В условиях хлоридного засоления наиболее сильно снижается:
 - 1) интенсивность дыхания, фотосинтеза и выделения воды;
 - 2) интенсивность поглощения воды;
 - 3) интенсивность поглощения ионов;
 - 4) интенсивность поглощения воды и ионов.
43. При сульфатном засолении, по сравнению с хлоридным, повышается интенсивность:
 - 1) дыхания, фотосинтеза, выделения воды;
 - 2) поглощения молекулярного азота из атмосферы;
 - 3) образования фитогормонов;
 - 4) транспорта веществ.
44. Наиболее ядовитой солью для растения является:
 - 1) сернокислый натрий;
 - 2) углекислая сода;
 - 3) сернокислый кальций;
 - 4) хлористый натрий.
45. Галофиты, накапливающие в вакуолях значительные концентрации солей:
 - 1) кермек, тамарикс;
 - 2) солерос, сведа;
 - 3) полынь, кохия;
 - 4) тамарикс, полынь.
46. Избыточное засоление нарушает азотный обмен и происходит накопление в растениях токсических веществ:
 - 1) лизин, пролин, серин;
 - 2) кадаверин, путресцин, аммиак;
 - 3) треонин, гликокол, валин;
 - 4) цистин, гистидин, аргинин.
47. При гипоксии приспособительную роль может играть:
 - 1) снижение общей интенсивности дыхания, увеличение активности пентозофосфатного пути дыхания;
 - 2) снижение интенсивности фотосинтеза;
 - 3) увеличение содержания фитогормонов;
 - 4) повышение содержания воды в клетках, тканях, органах растений.
48. При отсутствии в анаэробных условиях кислорода приспособительными оказываются процессы:
 - 1) переноса электронов в хлоропластах;



- 2) ЭТЦ в митохондриях;
- 3) аноксического эндогенного окисления, в ходе которого электроны переносятся на нитраты, двойные связи ненасыщенных соединений (жирные кислоты, каротиноиды);
- 4) ЭТЦ в митохондриях и хлоропластах.
49. При усилении анаэробногo преобладающим становится:
 - 1) гликолитический путь катаболизма глюкозы;
 - 2) пентозофосфатный путь дыхания;
 - 3) прямое окисление сахаров;
 - 4) ПФП + прямое окисление сахаров.
50. Газоустойчивость – это:
 - 1) потеря жизнеспособности у растений при действии вредных газов;
 - 2) способность растений сохранять жизнедеятельность при действии вредных газов;
 - 3) скорость и степень проявления патологических процессов под воздействием газов;
 - 4) сохранение стрессовых реакций на определенном уровне
51. По убыванию токсичности действия на растения газы можно расположить в ряд:
 - 1) $F_2 > Cl_2 > SO_2 > NO > CO > CO_2$;
 - 2) $H_2S > HCN > NH_3 > SO_2 > Cl_2$;
 - 3) $CO_2 > CO > NO > SO_2 > Cl_2 > F_2$;
 - 4) $HCN > H_2S > Cl_2 > SO_2 > NH_3$.
52. Древесные породы, наиболее устойчивые к SO_2 , Cl_2 , F_2 , диоксиду азота:
 - 1) вяз, клен, лох, жимолость;
 - 2) дуб, граб, липа;
 - 3) каштан, дуб, лох;
 - 4) клен, граб, дуб.
53. При понижении концентрации кислорода в среде (ткани) уменьшается эффект лучевого поражения, а при увеличении его концентрации действие радиации усиливается. Как это можно называть?
 - 1) эффектом уменьшения действия радиации;
 - 2) эффектом усиления действия радиации;
 - 3) кислородным эффектом;
 - 4) эффектом изменения действия радиации.
54. Наиболее чувствительны к радиации:
 - 1) семена, которые находятся в состоянии покоя;
 - 2) активные меристемы;
 - 3) растения в состоянии гипобиоза;
 - 4) двудольные растения с более совершенными вторичными признаками (травянистый тип, развитый зародыш).
55. Высокие дозы радиации способны переносить:
 - 1) голосеменные растения;
 - 2) однодольные покрытосеменные растения;
 - 3) двудольные покрытосеменные растения;
 - 4) цианобактерии, грибы и лишайники.
56. Инфекционные болезни растений вызываются:



- 1) низшими организмами;
 - 2) высшими организмами;
 - 3) низшими и высшими организмами;
 - 4) паразитическими грибами и бактериями, вирусами, растительными почвенными нематодами, паразитическими цветковыми растениями.
57. Основные группы возбудителей болезней:
- 1) факультативные паразиты;
 - 2) факультативные сапрофиты;
 - 3) облигатные паразиты;
 - 4) паразиты;
 - 5) сапрофиты.
58. Возбудителей болезней, называемые факультативными паразитами:
- 1) являются в основном сапрофитами, но могут поражать и живые ослабленные растения;
 - 2) ведут в основном паразитический образ жизни, реже сапрофитный;
 - 3) не могут существовать без растения-хозяина;
 - 4) являются многие грибы-паразиты растений.
59. Токсины, выделяемые некротрофами и убивающие ткани растения, называют:
- 1) патотоксинами;
 - 2) фитотоксинами;
 - 3) вивотоксинами;
 - 4) некротрофами.
60. В защитном, противомикробном аппарате растительной клетки могут принимать участие:
- 1) только фитонциды;
 - 2) только фитоалексины;
 - 3) фитонциды, фитоалексины, фенолы;
 - 4) только фенолы.
61. К конституционным механизмам защиты растений относятся:
- 1) накопление фитонцидов, фенолов;
 - 2) усиление дыхания и энергетического обмена растений;
 - 3) создание механического барьера и недостатка веществ в тканях, жизненно важных для роста и развития паразита, выделение фитонцидов;
 - 4) усиление синтеза фитоалексинов.
62. Какие лучи особенно активны в формировании анатомо-морфологических особенностей всходов?
- 1) синие;
 - 2) желтые;
 - 3) красные;
 - 4) оранжевые.
63. Тип покоя у древесных растений в зимних условиях:
- 1) глубокий;
 - 2) вынужденный;



- 3) физиологический;
4) эндогенный.
- 64 Какой из факторов наиболее часто уменьшает урожай культурных растений в аридных областях:
1) кислород;
2) элементы минерального питания;
3) вода;
4) свет.
- 65 Какой из абиотических факторов имеет решающее значение для перехода растений в состояние покоя?
1) температура;
2) влажность;
3) продолжительность дня;
4) условия питания.
- 66 Дайте определение фотопериодизму:
1) реакция растений на смену времени года;
2) реакция растений на соотношение длины дня и ночи;
3) реакция растущих органов растений на одностороннее освещение;
4) реакция растений на продолжительность светового периода суток.
- 67 Понятие "биологические часы":
1) реакция организма на сезонные перемены температуры;
2) реакция организма на чередование каких-то факторов;
3) реакция организма на чередование сухих и влажных периодов года;
4) способность организмов ориентироваться во времени на основе эндогенных биологических ритмов, в том числе суточных.
- 68 Биогенез хлоропластов на свету:
1) пропластид → этиопласты → хлоропласт;
2) лейкопласт → хлоропласт;
3) хромопласт → хлоропласт;
4) лейкопласт → хромопласт → хлоропласт.
- 69 Какие лучи особенно необходимы для фотосинтеза:
1) синие;
2) зеленые;
3) красные;
4) оранжевые.
- 70 С какими пигментами растений сходны по химическому составу фитохромы?
1) с хлорофиллами;
2) с каротиноидами;
3) с фикобилинами;
4) с каротиноидами и фикобилинами.
- 71 Функция фитохромов:
1) на уровне клетки фитохромы регулируют только движение хлоропластов;
2) на уровне клетки только изменение проницаемости мембран;



- 3) на уровне клетки только синтез ферментов и фитогормонов;
4) являются фоторецептором и для восприятия красного и дальнего красного света и выполняют регуляторные функции путем активации хромосомного аппарата, ферментов и модификации мембран.
- 72 При опадении листьев контролируются этиленом:
1) разрушение хлорофилла;
2) формирование отделительного слоя в черешках листьев;
3) отток полезных веществ;
4) ускорение роста листьев.
- 73 В каких тканях синтезируются ауксины?
1) в проводящих;
2) в меристематических;
3) в механических;
4) в идиобластах.
- 74 Ауксины:
1) это –производные аденина, синтезируются в корнях;
2) активируют деление и растяжение клеток, синтезируются из триптофана или триптамина, наиболее интенсивно в верхушечных меристемах главного побега высших растений;
3) влияют на эмбриональную фазу роста клеток, предшественником является мевалоновая кислота, синтезируется во всех тканях;
4) тормозят разрастание околоплодника.
- 75 Гиббереллины:
1) тормозят биосинтез хлорофилла, синтезируются в апикальных меристемах;
2) усиливают рост растений (особенно карликовых и длиннодневных), предшественником их является мевалоновая кислота;
3) ускоряют старение листьев, синтезируются в корнях;
4) тормозят транспорт ассимилятов.
- 76 Цитокинины:
1) индуцируют деление клеток и их рост растяжением в присутствии ауксина, поддерживают аттрагирующую способность листьев;
2) предотвращают распад хлорофилла и деградацию внутриклеточных структур;
3) подавляют образование побегов;
4) синтезируются в апикальных меристемах корней и в основном там они и функционируют.
- 77 Накопление в растительных тканях ингибиторов роста происходит:
1) после помещения растений в темноту;
2) при интенсификации ростовых процессов;
3) перед вхождением растений в состояние покоя;
4) при повышении водного дефицита в клетках растений.
- 78 Глубокий покой – это:
1) неспособность к прорастанию или активному росту семян либо вегетативных органов растения, обусловленная внутренними факторами;



- 2) физиологическое состояние, вызванное внешними факторами, при котором резко снижаются скорость роста и интенсивность обмена веществ;
 - 3) переход растения в безжизненное состояние;
 - 4) физиологическое состояние, вызванное уменьшением содержания в тканях ингибиторов роста.
- 79 Вынужденный покой – это:
- 1) покой, вызванный внешними факторами, который прекращается с наступлением благоприятных условий;
 - 2) недоразвитый зародыш и непроницаемость оболочки семени для кислорода;
 - 3) наличие большого количества ростовых веществ при низком содержании ингибиторных;
 - 4) покой, который не возобновляется даже при оптимальных внешних условиях.
- 80 Прорастание семян не происходит:
- 1) при наличии ингибиторов и отсутствии цитокининов и гиббереллинов;
 - 2) при наличии гиббереллинов и цитокининов;
 - 3) при наличии гиббереллинов и цитокининов и отсутствии ингибиторов;
 - 4) при наличии фитогормонов роста.
- 81 В спящих почках:
- 1) интенсивность обмена веществ сильно снижается, ингибиторы роста доминируют над ростовыми;
 - 2) ростовые вещества доминируют над ингибиторами;
 - 3) дыхание интенсивное, ингибиторы роста отсутствуют;
 - 4) интенсивность обмена веществ не изменяется.
- 82 В состоянии покоя свойства протоплазмы изменяются:
- 1) вязкость повышается и наблюдается отставание от оболочки клетки;
 - 2) протоплазма плотнее прилегает к клеточным оболочкам;
 - 3) увеличивается проницаемость мембран цитоплазмы;
 - 4) свойства протоплазмы не изменяются.
- 83 К каким способам выведения семян из состояния покоя относится скарификация:
- 1) химическим;
 - 2) механическим;
 - 3) физическим;
 - 4) химическим или механическим.
- 84 К каким способам выведения семян из состояния покоя относится стратификация:
- 1) механическим;
 - 2) химическим;
 - 3) химическим или механическим;
 - 4) термическим (физическим).
- 85 Условия зимнего периода средней полосы, которые способствуют более быстрому прохождению состояния покоя:
- 1) более высокие температуры и увеличение светового дня;
 - 2) более низкие температуры и уменьшение продолжительности светового дня;
 - 3) более высокие температуры и уменьшение продолжительности светового дня;



- 4) уменьшение продолжительности светового дня.
- 86 При выходе растений из состояния покоя наблюдаются:
- 1) увеличение содержания фитогормонов, стимулирующих рост, снижение вязкости протоплазмы, усиление гидролитических, окислительных процессов;
 - 2) увеличение содержания фитогормонов, ингибирующих рост;
 - 3) уменьшение содержания ростовых веществ;
 - 4) повышение вязкости протоплазмы.
- 87 Факторы внешней среды, которые являются основными при переходе растений к цветению:
- 1) условия водоснабжения;
 - 2) концентрация O_2 ;
 - 3) температура и продолжительность световой части суток;
 - 4) минеральное питание и содержание CO_2 .
- 88 Для успешного протекания яровизации необходимо:
- 1) значительный запас углеводов и достаточное количество влаги;
 - 2) нехватка кислорода, засуха;
 - 3) нехватка запасных углеводов и других веществ;
 - 4) анаэробные условия.
- 89 Орган растения, который получает фотопериодическое воздействие:
- 1) листья;
 - 2) стебель;
 - 3) корни;
 - 4) стебель и корни.
- 90 Фотопериодическая индукция – это:
- 1) влияние благоприятных фотопериодов на развитие растений, приводящее к последующему их зацветанию независимо от длины дня;
 - 2) действие определенной длины дня на протяжении определенного времени, после которого цветение становится возможным лишь при этом фотопериоде;
 - 3) время от начала действия данным фотопериодом до начала цветения растений;
 - 4) длина дня, продолжительность светового периода суток, оказывает влияние на рост и развитие растений.
- 91 Лучи спектра, наиболее активные при фотопериодической реакции:
- 1) красные;
 - 2) желтые;
 - 3) оранжевые;
 - 4) сине-фиолетовые.
- 92 Гипотетический гормон цветения флориген состоит:
- 1) из гиббереллина и цитокинина;
 - 2) из антезина и гиббереллина;
 - 3) из цитокинина и ауксина;
 - 4) из ауксина и гиббереллина.
- 93 В отношении фототропических изгибов наиболее активны:
- 1) сине-фиолетовые лучи;



- 2) красные;
 - 3) желтые;
 - 4) зеленые.
- 94 Тургорные движения, которые относятся к сейсмонастии:
- 1) открывание цветов табака ночью;
 - 2) движения листьев стыдливой мимозы при прикосновении к ним;
 - 3) захлопывание листьев веныриной мухоловки после попадания в него насекомого;
 - 4) открытие цветов подорожника днем.
- 95 Большая кривая роста имеет вид:
- 1) S-подобной кривой;
 - 2) логарифмической кривой;
 - 3) одновершинной кривой;
 - 4) 2 и 3.

Вопросы к зачету

1. Предмет стресс-физиологии растений – изучение изменений физиологических параметров растений при изменении условий внешней среды. Стресс и «триада» Селье. Основные группы факторов, способных вызвать стресс у растений.
2. Механизмы стресса. Стресс как специфический ответ растений на изменение внешней среды. Стресс, адаптация, устойчивость. Специфические и неспецифические стрессовые реакции. Системы регуляции в условиях стресса. Параметры стрессового фактора.
4. Адаптационные стратегии растений. Классификации адаптаций. Адаптация к условиям внешней среды. Акклимация и акклиматизация. Продукционный процесс и стратегии выживания.
5. Окислительный стресс Характеристика активных форм кислорода. Повреждение биомолекул активными формами кислорода. Условия образования и роль АФК в растительных клетках. Компартиментация АФК в клетке. Повреждающее действие АФК на биомолекулы растительной клетки. Методы оценки локализации окислительного стресса в растении и механизмы детоксикации АФК. Свободнорадикальное (пероксидное) окисление липидов и белков.
6. Антиоксидантные системы растений. Общие представления о системе антиоксидантной защиты. Ферменты-антиоксиданты (каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза, глутатионредуктаза). Изменение активности антиоксидантных ферментов при загрязнении среды обитания растений.
7. Антиоксидантные системы растений. Низкомолекулярные компоненты системы защиты растений (аскорбиновая кислота, глутатион, пролин, каротиноиды, флавоноиды, токоферол, убихинон и другие).
8. Возможности усиления антиоксидантной защиты. Окислительный стресс и программируемая смерть клетки.
9. Влияние газообразных загрязнителей атмосферы на физиологические процессы. Газоустойчивость.
10. Озоновый стресс. Зависимость реакции растений на озон от факторов среды.
11. Загрязнение атмосферы оксидами азота и сульфидами.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

12. Требования растений к условиям освещённости: интенсивности светового потока, его спектральному составу, периодичности освещения. Зависимость интенсивности фотосинтеза от параметров освещения.
13. Регуляторное действие света, фитохромные системы растений. Современные представления о генетической детерминированности растений к условиям освещённости.
14. Влияние повышенных доз УФ-радиации, концентрации CO₂, озона и их сочетания в атмосфере на сельскохозяйственные культуры.
15. Влияние УФ-В-радиации на физиологические и молекулярно-генетические процессы в растениях.
16. Реакция растений на повышение концентрации CO₂ в атмосфере.
17. Устойчивость растений к гипертермии. Влияние температурного фактора на растение. Физиолого-биохимические изменения в растениях при действии повышенных температур. Белки теплового шока и устойчивость растений. Механизмы формирования жаростойкости.
18. Устойчивость растений к гипотермии. Действие на растение низких положительных температур. Физиолого-биохимические механизмы адаптации теплолюбивых растений к низким положительным температурам.
19. Причины повреждения растений отрицательными температурами. Механизмы закалывания растений к действию отрицательных температур.
20. Современные представления о молекулярно-генетических механизмах адаптации растений к «некомфортным» значениям температурного фактора. Белки теплового шока.
21. Влагообеспеченность растений Вода как важнейший фактор жизнедеятельности растений. Роль воды в физиолого-биохимических процессах в растениях.
22. Физиологические и биохимические изменения в растениях при дефиците влаги. Действие дефицита воды на растение и засухоустойчивость.
23. Свойства корнеобитаемой среды. Поток воды через растение, его движущие силы, зависимость от факторов внешней среды. Уплотнение почвы. Влияние уплотнения почвы на рост и развитие растений
24. Минеральный стресс растений. Физиолого-биохимические изменения в растении при избытке и недостатке элементов минерального питания.
25. Солеустойчивость растений, её механизмы.
26. Механизмы взаимодействия элементов минерального питания в обеспечении роста и развития растений. Эффективность использования элементов минерального питания овощными культурами.
27. Влияние избыточного увлажнения почвы на рост и развитие растений.
28. Загрязнение почвы тяжелыми металлами. Устойчивость растений к алюминию на кислых почвах. Устойчивость растений к тяжелым металлам.
29. Устойчивость растений к гербицидам. Гербициды – проблема применения в сельском хозяйстве. Характеристика механизмов действия различных типов гербицидов. Стратегии генетической трансформации растений с целью повышения устойчивости к глифосату.
30. Устойчивость растений к патогенам

	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа аспирантов по темам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

Процедура оценивания знаний, умений и навыков в ходе промежуточного контроля определяется СТО БГПУ «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО «БГПУ» утвержденным решением Ученого совета от 05 апреля 2017 г (протокол №3).

7. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций, применяется иллюстративный материал. Одновременное воздействие на два важнейших органа (слух и зрение) облегчает процесс восприятия и запоминания информации, придает наглядность теоретическому материалу.

1. Использование системы электронного обучения (СЭО) БГПУ:
– система электронного обучения Moodle – разработка и комплексное использование электронных курсов;
2. Мультимедийное сопровождение лекций.

8. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

8.1 Основная литература

1. Кузнецов, В. В. Физиология растений: учебник для вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М. : Абрис, 2011. – 783 с.
2. Косулина, Л. Г. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды : учеб. пособие / Л. Г. Косулина, Э. К. Луценко, В. А. Аксенова ; отв. ред. А. Т. Мокроносов. – Ростов н/Д : Изд-во Рост. ун-та, 2006. – 235 с.
3. Полесская, О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода : учеб. пособие / О. Г. Полесская ; [под ред. И. П. Ермакова]. – М. : КДУ, 2007. – 139 с.

8.2 Дополнительная литература

1. Иваченко, Л.Е. Введение в эндоэкологию. : учеб. пособие / М-во образования Рос. Федерации, БГПУ, Экологический центр. – Благовещенск: Изд-во БГПУ. Ч. 1: Молекулярные механизмы адаптации. – 2006. – 241 с.
2. Лаврентьева, С. И. Влияние агроэкологических условий выращивания на рибонуклеазную активность сои : монография / С. И. Лаврентьева, М. В. Якименко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО БГПУ. – Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2013. – 127 с.
3. Якушкина, Н. И. Физиология растений : учебник для студ. вузов / Н. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. – М. : Владос, 2005. – 463 с. :
4. Проблемы засухоустойчивости растений [Текст] : [сб. ст.] / АН СССР, Науч. совет по проблемам физиологии и биохимии растений. Ин-т физиологии растений им. К.А. Тимирязева; [отв. ред. А. А. Прокофьев]. – М. : Наука, 1978. – 252 с.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

5. Некоторые вопросы экологической физиологии растений [Текст] : межвузовский сб. науч. трудов / М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР, Пермский гос. ун-т им. А.М. Горького; [гл. ред. Л. А. Бойко]. – Пермь: Изд-во Пермского гос. ун-та, 1990. – 102 с.
6. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз) / А. А. Жученко ; АН Молдавской ССР, Отдел генетики. Лаб. экологической генетики растений, М-во сельского хоз-ва Молдавской ССР. – Кишинев : Штиница, 1980. – 588 с.
7. Семенова, Е. А. Биохимическая адаптация *Glycine Max* (L.) Merr. и *Glycine soja* в онтогенезе: монография / Е. А. Семенова, П. В. Тихончук ; М-во с.-х. Рос. Федерации, ДальГАУ. – Благовещенск : Изд-во ДальГАУ, 2006. – 107 с.
8. Микроэлементы в окружающей среде: биогеохимия, биотехнология и биоремедиация / Под ред. М.Н.В. Прасада, К.С. Саджвана, Р. Найду; Перевод с англ. к.б.н. Д.И. Башмакова и д.б.н. А.С. Лукаткина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 816 с.
9. Материалы II Международного симпозиума «Молекулярные аспекты редокс-метаболизма растений» и Международной научной школы «Роль активных форм кислорода в жизни растений» (Уфа, 26 июня – 1 июля 2017 г.) / ред. И.В. Максимов и др. – Уфа: ООО «Первая типография», 2017. – 446 с.
10. Зенков Н.К. и др. Фенольные биоантиоксиданты / Зенков Н.К., Кандалинцева Н.В., Ланкин В.З., Меньщикова Е.Б., Просенко А.Е. – Новосибирск: СО РАМН, 2003. – 328 с.
11. Бертини И. Биологическая неорганическая химия: структура и реакционная способность: в 2 т. Т. 1 / И. Бертини, Г. Грей, Э. Стифель, Дж. Валентине; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 456 с.: ил., [16] с. – (Лучший зарубежный учебник).
12. Бертини И. Биологическая неорганическая химия: структура и реакционная способность: в 2 т. Т. 2 / И. Бертини, Г. Грей, Э. Стифель, Дж. Валентине; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 623 с.: ил., [16] с. – (Лучший зарубежный учебник).

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Базы данных РГБ, ЛАНЬ, Флора и фауна.
2. <http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам
3. <http://www.informika.ru/text/index.html> ФГУ «Государственный НИИ информационных технологий и телекоммуникаций».
4. Научная электронная библиотека e-library, Web of Science, Scopus, Agricola,
5. Информационные справочные поисковые системы: Rambler, Yandex, Google, e-journal, Science Direct.
6. <http://www.ippras.ru/> Институт физиологии растений РАН

8.4 Ведущие периодические издания



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Рабочая программа дисциплины

Журналы: Агрохимия, Биотехнология, Биохимия, Ботанический вестник, Генетика, Доклады РАСХН, Зерновое хозяйство, Международный сельскохозяйственный журнал, Сельскохозяйственная биология, Селекция и семеноводство, Физиология растений, Экология, Агро-XXI век, Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, Cell, Physiologia Plantarum, Plant Physiology, Plant Cell and Environment, Trends in Plant Science, Current Opinion in Plant Biology.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской в том числе интерактивной, компьютером (рами) с установленным лицензионным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО «БГПУ», мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (стенды, таблицы, мультимедийные презентации, видео материалы). Самостоятельная работа аспирантов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Для проведения практических занятий также используется:

Ауд. 333 «А»

Лаборатория биологической химии

- Стол лабораторный 1-мест. (8 шт.)
- Стол письменный 1-мест. (2 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул (11 шт.)
- Ноутбук с установленным лицензионным программным обеспечением (1 шт.)
- 8 - портовый коммутатор для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор (1 шт.)
- вертикальная камера для электрофореза (1 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Облучатель бактериологический (1 шт.)
- Одноканальная пипетка (4 шт.)
- Весы для уравнивания пробирок (1 шт.)
- Весы лабораторные ЕК-410 (1 шт.)
- Микроскоп «Биолам» (1 шт.)
- Прибор для гельэлектрофореза (2 шт.)
- Термостат (2 шт.)
- Фотоэлектроколориметр (1 шт.)
- Хроматограф (1 шт.)
- Центрифуга (2 шт.)



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

- Поляриметр (1 шт.)
- Секундомер (1 шт.)
- Спектрофотометр ПЭ- 5400УФ (1 шт.)
- Холодильник LG Electronics (1 шт.)
- Водяная баня (1 шт)
- Сушильный шкаф (1 шт)
- Вытяжной шкаф (1 шт)
- Люксометр (1шт)
- рН-метр (1 шт)
- Прибор для определения удельной активности каталаз газометрическим методом (1 шт)
- Штативы для пробирок, химическая посуда и нагревательные приборы
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ

Учебно-наглядные пособия, мультимедийные презентации по учебной дисциплине.

**ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С
ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Рабочая программа дисциплины разработана на основе:

- Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 19 ноября 2013 г. № 1259 г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре».
- ФГОС ВО, утверждённого приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 871 «Об утверждении федерального государственного образовательного

	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)».

- **СМК СТО 7.3-2.9.07 – 2015.** Положения о программе аспирантуры ФГБОУ ВО «БГПУ», утвержденного и введенного в действие решением ученого совета ФГБОУ ВО «БГПУ» № 8 от 1 июня 2016 г.
- **Учебного плана** по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, утвержденного и введенного в действие решением ученого совета ФГБОУ ВО «БГПУ» № 12 от 25 ноября 2015 г., № 6 от 23 марта 2016 г.

Разработчики: Иваченко Л.Е., доктор биологических наук, профессор кафедры химии, Лаврентьева С.И., кандидат биологических наук, доцент кафедры химии.

	МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины

10. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений в рабочей программе дисциплины для реализации в 2015/2016 уч. г.

Рабочая программа дисциплины обсуждена и одобрена для реализации в 2015/2016 учебном году на заседании кафедры (протокол № 8 от 20 мая 2015 г).

Утверждение изменений в рабочей программе дисциплины для реализации в 2016/2017 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2016/2017 учебном году на заседании кафедры (протокол № 7 от 23 марта 2016 г).

Утверждение изменений в рабочей программе дисциплины для реализации в 2017/2018 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2017/2018 учебном году на заседании кафедры (протокол № 9 от 18 мая 2017 г).

В рабочую программу дисциплины «Стресс-физиология растений» внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения:1	
№ страницы с изменением: 76-77	
Исключить:	Включить:
	Пункт: Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
№ изменения: 2	
№ страницы с изменением: 73	
Исключить:	Включить:
Процедура оценивания знаний, умений и навыков в ходе промежуточного контроля определяется СТО БГПУ «Положение о курсовых зачетах и экзаменах», утвержденным решением ученого совета от 04 декабря 2013 г (протокол №9).	Процедура оценивания знаний, умений и навыков в ходе промежуточного контроля определяется СТО БГПУ «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ «БГПУ» утвержденным решением ученого совета от 05 апреля 2017 г (протокол №3).
№ изменения: _____	
№ страницы с изменением: _____	
Исключить:	Включить: