

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физиологии растений и экологии почв**

Авторы-составители: **Четина Оксана Александровна**

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ**

Код УМК 99490

Утверждено  
Протокол №8  
от «18» июня 2024 г.

Пермь, 2024

## **1. Наименование дисциплины**

Физиология и биохимия устойчивости растений

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **06.04.01** Биология

направленность Управление биологическими ресурсами

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Физиология и биохимия устойчивости растений** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**06.04.01** Биология (направленность : Управление биологическими ресурсами)

**ПК.1** Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок

**Индикаторы**

**ПК.1.2** применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании

**ПК.2** Способен осуществлять мероприятия по охране природы, биомониторингу, экологической экспертизе, оценке и восстановлению биоресурсов в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры

**Индикаторы**

**ПК.2.3** обосновывает необходимость проведения экологических мероприятий

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	06.04.01 Биология (направленность: Управление биологическими ресурсами)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	2
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (2 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Биохимия и физиология устойчивости растений**

#### **Основные понятия и проблемы биохимии и физиологии устойчивости растений**

Понятие стресса. Физиология стресса. Общность ответных реакций у животных и растений. Характеристика стрессоров. Механизмы стресса на клеточном, организменном и популяционном уровнях. Сложность и неоднозначность характера защитно-приспособительных реакций к абиотическим факторам. Типы повреждений. Специфические и неспецифические реакции. Восприятие растениями внешнего сигнала (рецепторы, сопряженные с G-белками, рецепторы, ассоциированные с ферментами, рецепторы - ионные каналы). Способы передачи сигнала в геном растений (передача сигнала с помощью гормонов, мессенджерные системы, передача сигнала путем фосфорилирования белков, роль продуктов катаболизма). Системы регуляции стрессовых сигналов у растений (внутриклеточные и межклеточные системы регуляции).

#### **Стресс и адаптация. Общая характеристика явлений**

Классификация стрессоров. Концепция Ганса Селье. Пассивная и активная адаптации. Понятия биологической и агрономической устойчивости, акклимации и акклиматизации.

#### **Восприятие, передача и преобразование внешних сигналов**

Основные типы мембранных рецепторов. Компоненты сигнальной трансдукции: G-белки, вторичные мессенджеры (ионы кальция, кальмодулин, протеинкиназы, фосфоинозитольный путь).

#### **Системы регуляции стрессовых сигналов у растений**

Внутриклеточные системы регуляции (мембранная, ферментная, генетическая). Межклеточные системы регуляции (гормональная, трофическая, электрофизиологическая).

### **Устойчивость растений к абиотическим стрессорам**

#### **Засухоустойчивость растений**

Физиология засухоустойчивости, понятие засухи, водного дефицита. Эколого-физиологические группы растений засушливой зоны. Закон В.Р. Заленского. Физиолого-биохимические ответные реакции растений на действие засухи. Борьба с засухой. Закаливание растений.

#### **Жароустойчивость**

Температурные границы жизнедеятельности организмов. Основные причины повреждения и гибели растений от действия высокой температуры. Явление тепловой закалки. физиологические методы определения жароустойчивости растений. Работы В.Я.Александрова.

#### **Холодо- и морозоустойчивость**

Сущность холодостойкости и основные причины гибели организмов при действии низких положительных температур. Нарушения в обмене при действии температурного фактора. Физиологические механизмы повреждений от низких температур. Методы повышения холодоустойчивости.

Физиологические основы морозоустойчивости растений. Представления Н.А.Максимова об обезвоживании клеток под действием отрицательной температуры. Роль белков, значение сульфгидрильных и дисульфидных групп. Роль мембран в устойчивости клеток. Физиологические основы зимостойкости. Работы И.И. Туманова. Покой в проблеме морозоустойчивости. Процесс закаливания и методы оценки устойчивости растений к низким отрицательным температурам.

#### **Солеустойчивость**

Вопросы к семинару:

1. Засоленные почвы. Типы почвенного засоления. Степень засоления.
2. Классификация растений по отношению к засоленности почвы. Соленаккапливающие галофиты и их эволюционные адаптации к засолению.
3. Солевыделяющие и соленапроницаемые галофиты. Их эволюционные адаптации к засолению.
4. Влияние засоления на физиологические процессы.
5. Клеточные и молекулярные механизмы адаптации растений к избыточному засолению.
6. Различия между галофитами и галиофитами. Особенности солеустойчивости в зависимости от вида, возраста растений и внешних факторов.
7. Борьба с засолением почв и повышение солеустойчивости растений.

### **Устойчивость растений к тяжелым металлам**

Общие представления о тяжелых металлах. Пути поступления ТМ в окружающую среду и в растения. Накопление и распределение тяжелых металлов в органах, тканях и клетках растений. Токсичность ТМ для растительных организмов. Основные механизмы защиты растений от действия ТМ. Гипераккумуляция тяжелых металлов растениями и возможности их использования для восстановления загрязненных почв

### **Окислительный стресс**

Основные типы АФК, их образование и свойства. Ферментативная система антиоксидантной защиты (каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза, глутатионредуктаза). Низкомолекулярные компоненты системы антиоксидантной защиты растений (аскорбиновая кислота, глутатион, пролин, каротиноиды, флавоноиды, токоферол, убихинон).

### **Итоговое контрольное мероприятие**

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Кузнецов, В. В. Физиология растений в 2 т. Том 1 : учебник для академического бакалавриата / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 437 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01711-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/431927>
2. Кузнецов, В. В. Физиология растений в 2 т. Том 2 : учебник для академического бакалавриата / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 459 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01713-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/434095>
3. Четина О. А., Чудинова Л. А. Учебная практика по физиологии и биохимии растений: учебное пособие / О. А. Четина, Л. А. Чудинова. - Пермь: ПГНИУ, 2019, ISBN 978-5-7944-3260-2. - 87. - Библиогр.: с. 85-86 <https://elis.psu.ru/node/612172>
4. Чудинова Л. А., Орлова Н. В. Физиология устойчивости растений: учебное пособие к спецкурсу / Л. А. Чудинова, Н. В. Орлова. - Пермь, 2006, ISBN 5-7944-0653-4. - 124. - Библиогр.: с. 120-121

### Дополнительная:

1. Устойчивость растений к химическому загрязнению: учебное пособие для студентов биологического факультета, обучающихся по магистерским программам "Физиология растений" и "Физиология и биохимия растений" / Министерство образования и науки Российской Федерации, Пермский государственный университет. - Пермь, 2010, ISBN 978-5-7944-1549-0. - 1502. - Библиогр.: с. 145-150
2. Физиология растений: учебник для студентов вузов, обучающихся по биологическим специальностям / Н. Д. Алехина [и др.] ; ред. И. П. Ермаков. - Москва: Академия, 2005, ISBN 5-7695-1669-0. - 640. - Библиогр.: с. 620-624



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Физиология и биохимия устойчивости растений** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

Доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Тестирование;

Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта)

Перечень свободно распространяемого программного обеспечения, используемого в учебном процессе:

Офисный пакет Microsoft office

Программы для работы с pdf-файлами Foxit Reader и PDFCreator.

Программы для просмотра и редактирования цифровых изображений JPEGView или FastStone Image Viewer.

Программы для просмотра и редактирования DjVu-файлов DjVuLibre или WinDjView.

Мультимедиа проигрыватель VLC или KMPlayer.

Свободный браузер Mozilla Firefox или Google Chrome.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лаборатория "Лаборатория физиологии растений", оснащенная специализированным оборудованием, маркерной доской и презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

Текущий контроль проводится в "Лаборатории физиологии растений", оснащенной специализированным оборудованием, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Групповые (индивидуальные) консультации проводятся в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа проводится в аудиториях для самостоятельной работы, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет", обеспеченных доступом в

электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Физиология и биохимия устойчивости растений**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.1**

**Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании</p>	<p>ВЛАДЕТЬ способами оценки состояния растений и повышения устойчивости растений к действию стрессовых факторов</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не умеет оценивать реакцию растений на разные типы стрессоров. Не владеет способами повышения устойчивости растений к различным абиотическим и биотическим стрессовым факторам</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> С трудом умеет оценивать реакцию растений на разные типы стрессоров. Фрагментарно владеет способами повышения устойчивости растений к различным абиотическим и биотическим стрессовым факторам</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> С небольшими пробелами умеет оценивать реакцию растений на разные типы стрессоров. Владеет способами повышения устойчивости растений к различным абиотическим и биотическим стрессовым факторам</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Умеет оценивать реакцию растений на разные типы стрессоров. Владеет способами повышения устойчивости растений к различным абиотическим и биотическим стрессовым факторам</p>

**ПК.2**

**Способен осуществлять мероприятия по охране природы, биомониторингу, экологической экспертизе, оценке и восстановлению биоресурсов в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.2.3</b> обосновывает</p>	<p>ЗНАТЬ физиологические и биохимические механизмы</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не знает основные стрессовые факторы</p>

<b>Индикатор</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p>необходимость проведения экологических мероприятий</p>	<p>устойчивости растений к абиотическим и биотическим стрессорам. УМЕТЬ раскрывать клеточные и молекулярные механизмы адаптации растений к стрессовым факторам.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> растений, эволюционные адаптации к ним растений, влияние стрессора на физиологические процессы, клеточные и молекулярные механизмы адаптации растений к стрессовым факторам</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Фрагментарно знает основные стрессовые факторы растений, эволюционные адаптации к ним растений, влияние стрессора на физиологические процессы, клеточные и молекулярные механизмы адаптации растений к стрессовым факторам</p> <p><b>Хорошо</b> Знает с небольшими пробелами основные стрессовые факторы растений, эволюционные адаптации к ним растений, влияние стрессора на физиологические процессы, клеточные и молекулярные механизмы адаптации растений к стрессовым факторам</p> <p><b>Отлично</b> Знает основные стрессовые факторы растений, эволюционные адаптации к ним растений, влияние стрессора на физиологические процессы, клеточные и молекулярные механизмы адаптации растений к стрессовым факторам</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании <b>ПК.2.3</b> обосновывает необходимость проведения экологических мероприятий	Системы регуляции стрессовых сигналов у растений <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Основные понятия и проблемы биохимии и физиологии устойчивости растений. Основные этапы формирования клеточного ответа на воздействие стрессового фактора. Передача и преобразование внешних сигналов. Характеристика компонентов сигнальной трансдукции. Уровни системы регуляции у растений при стрессовых воздействиях. Системы регуляции стрессовых сигналов у растений
<b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании <b>ПК.2.3</b> обосновывает необходимость проведения экологических мероприятий	Холодо- и морозоустойчивость <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Засухоустойчивость и жароустойчивость растений

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании <b>ПК.2.3</b> обосновывает необходимость проведения экологических мероприятий	Окислительный стресс <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Холодо- и морозоустойчивость растений, солеустойчивость, устойчивость к тяжелым металлам
<b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании <b>ПК.2.3</b> обосновывает необходимость проведения экологических мероприятий	Итоговое контрольное мероприятие <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Владение методами исследования и способами оценки состояния растений при действии стрессоров и повышения их устойчивости

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Системы регуляции стрессовых сигналов у растений**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Правильных ответов 81% и более	30
Правильных ответов 61-80%	21
Правильных ответов 41-60%	13

#### **Холодо- и морозоустойчивость**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Правильных ответов 81% и более	20
Правильных ответов 61-80%	14
Правильных ответов 41-60%	9

#### **Окислительный стресс**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Правильных ответов 81% и более	30
Правильных ответов 61-80%	21
Правильных ответов 41-60%	13

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Лабораторные работы аккуратно оформлены в тетради, обозначены актуальность проблемы, цель и задачи. Результаты обработаны и представлены в виде таблиц и рисунков, сделаны выводы	20
Лабораторные работы аккуратно оформлены в тетради, обозначены актуальность проблемы, цель и задачи. Результаты обработаны не в полной мере, представлены в виде таблиц и рисунков, выводы сделаны с неточностями	14
Лабораторный работы оформлены в тетради, актуальность проблемы, цель и задачи обозначены не четко или не обозначены. Результаты обработаны не в полной мере, представлены в виде таблиц и рисунков, выводы не сделаны, или сделаны с ошибками	9