

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра физиологии растений и экологии почв**

Авторы-составители: **Четина Оксана Александровна  
Чудинова Лариса Алексеевна**

Рабочая программа дисциплины  
**БИОХИМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ**  
Код УМК 88679

Утверждено  
Протокол №9  
от «16» апреля 2019 г.

Пермь, 2019

## **1. Наименование дисциплины**

Биохимия и физиология устойчивости растений

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

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

Направление: **06.03.01** Биология  
направленность Экспериментальная биология

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

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

**06.03.01** Биология (направленность : Экспериментальная биология)

**ПК.11** иметь представление о принципах функциональной организации биологических объектов, применять методы физиологических исследований

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	06.03.01 Биология (направленность: Экспериментальная биология)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<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>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (10 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 и 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). Генетическая регуляция клеточного ответа (уровень транскрипции, уровень трансляции, уровень зрелых белков).

#### **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**

Характеристика засоленных почв. Галофиты и гликофиты. Классификация галофитов по типу солевого обмена (по П.А. Генкелю). Понятие солеустойчивости. Типы солеустойчивости культурных растений. Рост и развитие гликофитов при засолении. Солевой обмен растений. Анатомио-структурные изменения. Физиолого-биохимические изменения у растений при засолении. Механизмы адаптации растений к засолению. Методы диагностики солеустойчивости растений.

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

Газовый состав атмосферы. химический состав токсикантов. Реакции растений на различные фитотоксиканты. Способы обезвреживания токсичных продуктов растением. Способы повышения газоустойчивости растений.

##### **Окислительный стресс**

Типы ионизирующих излучений и их применение. Характер реакции растений на облучение. Радиопротекторы. Механизм действия стимулирующих доз облучения. Действие высоких доз облучения для получения мутаций. Использование ионизирующих излучений для управления покоем овощей при хранении.

Прямое и косвенное действие радиации на растения. Активные формы кислорода. Повреждение молекул ДНК. Функции радиопротекторов. Видовые и сортовые различия радиоустойчивости растений. Изменение радиоустойчивости в онтогенезе.

## **Устойчивость растений к биотическим стрессорам**

### **Устойчивость к инфекциям**

Симптомы болезней. Физиологические и биохимические основы устойчивости у растений к патогенным микроорганизмам. Видовая и сортовая устойчивость. Генетическая детерминированность взаимоотношений хозяина и паразита. Механизмы защиты. Механические компоненты защиты. Фитонциды и фенолы. Фитоалексины. Проблема узнавания и устойчивость. Последовательность включения защитных механизмов растений в ответ на инфекцию.

### **Общие и специфические механизмы устойчивости растений. Явление закаливания**

Типы универсальных механизмов адаптации: стресс-индуцированное новообразование макромолекул с защитными свойствами, синтез совместимых осмолитов с множественными протекторными функциями и антиоксидантные системы. Две фазы адаптации (стресс-реакции и специализированной адаптации) и их биологические функции.

Индукция генов белков теплового шока (БТШ). Общие функции БТШ. Семейства БТШ (БТШ-100, БТШ-90, БТШ-60, низкомолекулярные БТШ).

Убиквитины. Экспрессия генов убиквитинов. Функции убиквитинов в условиях действия гипертермии и других стрессоров.

Индукция генов и белков водного дефицита: LEA-белков, протеаз, шаперонов и ингибиторов протеаз. Функции этих белков

Индукция АБК-зависимых и АБК-независимых генов водным дефицитом.

Синтез антифризных белков (АФБ, их функции. Синтез стрессорных белков холодового ответа (COR-белков). Особенности генов этих белков. Регуляторная роль транс-фактора CBF 1/ Синтез молекулярных шаперонов – гомологов БТШ-90 и БТШ-70. Регуляция экспрессии генов COR-белков. Регуляция генов устойчивости к NaCl.

Экспрессия генов SOS-пути (SOS 1, SOS 2, SOS 3 – гены). Роль внутриклеточного Ca<sup>2+</sup>. Индукция гена Na-АТФазы (ENA 1) при низких и высоких концентрациях солей в среде.

Характеристика протекторов и осмолитов (моносахаридов, аминокислот, полиаминов).

Мультифункциональная роль пролина. Механизмы запуска синтеза низкомолекулярных протекторов.

Реализация биологических функций НМП на разных этапах адаптации.

Понятие кросс-адаптации (перекрестной). Изменение устойчивости растений при комбинированном действии стрессоров: высокой и низкой температуры, высокой, низкой температуры и засоления, закалывающих температур и тяжелых металлов. Специфические и неспецифические реакции в процессах перекрестной адаптации. Практическое значение механизмов кросс-адаптации.

## **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. 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

### Дополнительная:

1. 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.-88.-Библиогр.: с. 85-86
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
3. 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

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

**<http://fizrast.ru>** Онлайн энциклопедия "Физиология растений"

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

Образовательный процесс по дисциплине **Биохимия и физиология 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 выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**[student.psu.ru](http://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**

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Текущий контроль проводится в аудитории, оснащенной 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 компьютерами 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  
Биохимия и физиология устойчивости растений**

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

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.11</b> иметь представление о принципах функциональной организации биологических объектов, применять методы физиологических исследований</p>	<p>ЗНАТЬ физиологические и биохимические механизмы устойчивости растений к абиотическим и биотическим стрессорам. УМЕТЬ раскрывать клеточные и молекулярные механизмы адаптации растений к стрессовым факторам. ВЛАДЕТЬ способами повышения устойчивости растений к действию стрессовых факторов</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные стрессовые факторы растений, эволюционные адаптации к ним растений, влияние стрессора на физиологические процессы, клеточные и молекулярные механизмы адаптации растений к стрессовым факторам, способы повышения устойчивости растений к действию стрессовых факторов</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>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, способы повышения устойчивости растений к действию стрессовых факторов</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>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, способы повышения устойчивости растений к действию стрессовых факторов</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные стрессовые факторы растений, эволюционные адаптации к ним растений, влияние стрессора на физиологические процессы, клеточные и молекулярные механизмы адаптации растений к стрессовым факторам, способы повышения устойчивости растений к действию стрессовых факторов</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 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.11</b> иметь представление о принципах функциональной организации биологических объектов, применять методы физиологических исследований	Основные понятия и проблемы биохимии и физиологии устойчивости 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.
<b>ПК.11</b> иметь представление о принципах функциональной организации биологических объектов, применять методы физиологических исследований	Окислительный стресс <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Устойчивость растений к абиотическим стрессорам. Окислительный стресс у растений.
<b>ПК.11</b> иметь представление о принципах функциональной организации биологических объектов, применять методы физиологических исследований	Итоговое контрольное мероприятие <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Понятия устойчивости растений, стресса, адаптации. Восприятие и проведение внешнего сигнала растительной клеткой. Стрессовые белки растений. Окислительный стресс. Активные формы кислорода. Антиоксидантные системы.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

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

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 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%	22
Правильных ответов 41-60%	13

### **Окислительный стресс**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

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

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

Проходной балл: **14**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Более 81% правильных ответов	30
Правильных ответов 61-80%	22
Правильных ответов 41-60%	14

### **Итоговое контрольное мероприятие**

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **19**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Правильных ответов 81% и более	40
Правильных ответов 61-80%	30
Правильных ответов 41-60%	19