

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИБ КарНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИБ КарНЦ РАН
член-корр. РАН
 Н.Н. Немова
«18» сентября 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Экологическая физиология растений»

для обучающихся по Основной образовательной программе высшего образования –
программе подготовки кадров высшей квалификации по направлению
06.06.01 Биологические науки, направленность «Физиология и биохимия растений»

Принято Ученым советом ИБ КарНЦ РАН 18.09.2014 г. протокол № 5.

Рабочая программа по дисциплине «**Экологическая физиология растений**» разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного Приказом Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 871 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)». Принята на Ученом совете ИБ КарНЦ РАН 18.09.2014 г. протокол № 5.

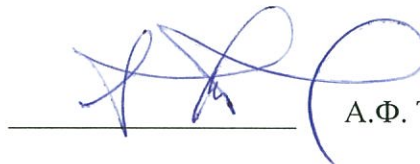
Разработчики программы:

Заместитель директора по научной работе
ИБ КарНЦ РАН, руководитель Отдела
аспирантуры, к.б.н.



О.В. Мещерякова

Главный научный сотрудник
лаборатории экологической
физиологии растений ИБ КарНЦ РАН
чл.-корр. РАН, профессор, д.б.н.



А.Ф. Титов

Главный научный сотрудник
лаборатории экологической
физиологии растений ИБ КарНЦ РАН
д.б.н., с.н.с.



В.В. Таланова

Старший научный сотрудник
лаборатории экологической
физиологии растений ИБ КарНЦ РАН
к.б.н.



Н.М. Казнина

Пояснительная записка

Экологическая физиология растений – фундаментальная дисциплина, интегрирующая знания физиологии растений и экологии. Она представляет собой раздел современной биологии, изучающий процессы жизнедеятельности растений в изменяющихся экологических условиях и методы управления ими в практических целях. Экологическая физиология растений исследует жизнедеятельность растений преимущественно на клеточном, организменном, ценоотическом, экосистемном уровнях организации живого. Экологическая физиология растений ставит своей целью изучение взаимодействий растений с абиотическими и биотическими факторами, механизмов устойчивости и адаптации растений, физиолого-биохимических основ географического распределения растений в определенных условиях среды, роли растений в глобальных круговоротах элементов и веществ, а также потоке энергии в биосфере. Экологическая физиология растений призвана решать многие прикладные задачи: прогнозирование и моделирование изменений растительности при глобальных климатических изменениях; фитомелиорация и фиторемедиация антропогенно нарушенных территорий; увеличение продуктивности фитоценозов и т.д.

Освоение экологической физиологии растений базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных аспирантами при изучении различных дисциплин, таких как ботаника, геоботаника, физиология растений, биохимия, физико-химическая биология, экология, почвоведение с основами агрохимии, компьютерные технологии. Экологическая физиология растений создает целостное представление о существовании растений в различных условиях обитания и является основой для решения широкого круга задач в области экологии, охраны природы и рационального природопользования.

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение физиолого-биохимических основ существования растений в изменяющихся условиях внешней среды, стратегий адаптации растений различных систематических групп к абиотическим и биотическим факторам, путей повышения устойчивости сельскохозяйственных растений.

Задачей преподавания данной дисциплины является формирование у студентов представлений о функционировании растительного организма в неблагоприятных условиях среды и стратегиях физиолого-биохимических адаптаций, а также привитие необходимых навыков эколого-физиологических исследований, постановки и проведения экспериментов.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина относится к вариативным дисциплинам Блока 1, является обязательной и направлена на сдачу кандидатского экзамена по Физиологии и биохимии растений (код дисциплины: Б1.В1.ОД2.)

3. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего изучение данной дисциплины

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

– **знать:**

- эколого-физиологические механизмы устойчивости и адаптаций растений различных систематических групп к неблагоприятным факторам внешней среды;
- общие принципы и особенности жизнедеятельности растений разных географических зон и занимающих разные экологические ниши;
- теоретическую и практическую значимость исследований экологической физиологии растений в решении задач практического земледелия, биотехнологии, охраны окружающей среды, технологий фиторемедиации и фитомелиорации.

- **уметь:**
 - ориентироваться в проблемах, связанных с адаптацией растений к неблагоприятным условиям внешней среды.
 - использовать методы теоретического и экспериментального исследования для изучения различных аспектов экологической физиологии растений;
 - использовать новейшие достижения в области экологической физиологии растений в реальных экологических ситуациях для формулирования и решения практических задач.

- **владеть:**
 - современными методами эколого-физиологических исследований, навыками постановки и решения исследовательских задач.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов), в т.ч.:

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	108/3
в том числе:	
лекции	36/1
практические занятия	54/1,5
Семинары	18/0,5
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	108/3
в том числе:	
подготовка к семинарам	65/1,8
подготовка рефератов и контрольных работ	43/1,2
Всего	216/6
Вид контроля по дисциплине	зачет

5. Содержание дисциплины:

5.2 Наименование и содержание тем лекционных занятий:

№ п/п	Наименование тем лекционных занятий и их содержание	Кол-во час.
1.	<p>Предмет и задачи экологической физиологии растений. Общие понятия.</p> <p>Цель и задачи экологической физиологии растений. Классификация экологических факторов среды. Абиотические факторы: климатические, эдафические, орографические, химические. Биотические факторы: аллелопатия, зоогенные, патогенные. Антропогенные факторы. Биологический оптимум. Экологическая пластичность организма. Стенобионты и эврибионты. Экотипы. Приспособление и среда. Гомеостаз. Адаптация. Устойчивость растений. Эколого-физиологические и физиолого-биохимические аспекты устойчивости. Общность ответных реакций у животных и растений как комплекс неспецифических изменений, происходящих в клетках. Специфичность защитно-приспособительных реакций клетки на изменения окружающей среды. Приспособление организмов и адаптивные защитно-приспособительные реакции. Исследование процесса адаптации в онтогенезе. Типы адаптации к внешним условиям. Изменения физиологических параметров при воздействии на различные виды растений неблагоприятных условий среды. Клеточная сигнализация.</p>	2
2.	<p>Действие отрицательных температур и морозоустойчивость.</p> <p>История исследования морозоустойчивости. Работы Н.А. Максимова, И.И. Туманова, Дж. Левитта. Обезвоживание клеток под действием отрицательных температур. Роль белков в устойчивости. Образование внутриклеточного льда при действии низких температур. Роль мембран в устойчивости клетки и организма в целом. Свойства липидного компонента мембран. Биохимические изменения в клетках под действием низких температур. Роль ростовых процессов. Покой в проблеме морозоустойчивости. Обособление цитоплазмы. Процесс закаливания. Оценка устойчивости растений к действию отрицательных температур. Повышение морозоустойчивости. Заморозки. Физиолого-биохимические изменения в растении при действии и последствии заморозков. Изменения, связанные с процессами переохлаждения воды, ее замораживания-оттаивания. Роль света в обратимости повреждений после заморозка.</p>	4
3	<p>Действие низких положительных температур и холодоустойчивость.</p> <p>Сущность чувствительности растений к пониженным температурам. Практическое значение вопроса. Внешние признаки холодового повреждения растений. Действие пониженных температур на физиологические процессы у теплолюбивых растений: водный режим, минеральное питание, фотосинтез, дыхание, рост и развитие, обмен веществ. Экспрессия генов при пониженных температурах.</p>	4

	Цитофизиологические изменения при охлаждении теплолюбивых растений. Теории холодового повреждения. Влияние других факторов среды на чувствительность растений к пониженным температурам (свет, влажность, фотопериод, условия предшествующего роста и др.). Диагностика холодового повреждения. Пути повышения холодоустойчивости теплолюбивых растений.	
4.	Действие высоких температур и жароустойчивость. Группы растений по адаптации к высоким температурам. Влияние повышенных температур на физиологические процессы у растений. Основные причины повреждения и гибели растений от действия высокой температуры. Ответные реакции у растений, различающихся по теплоустойчивости. Белки теплового шока. Явления тепловой закалки. Варьирование теплоустойчивости клеток в связи с различными условиями. Физиологические методы определения жароустойчивости растений. Пути повышения теплоустойчивости растений.	4
5.	Действие дефицита воды и засухоустойчивость. Значение воды в жизнедеятельности растительного организма. Приспособления растений к поддержанию водного режима. Экологические группы растений по отношению к воде, их физиологические особенности. Засухоустойчивость растений. Определение засухи и ее значение. Действие обезвоживания на физиологические процессы в растении. Ответные реакции организма на действие засухи. Молекулярные основы засухоустойчивости. Методы оценки засухоустойчивости. Повышение засухоустойчивости растений.	2
6.	Растения в условиях гипоксии и аноксии. Затопление и связанные с ним физиологические эффекты. Полегание растений. Действие анаэробноза на растения. Адаптация к затоплению. Молекулярно-физиологические механизмы устойчивости к затоплению. Аноксия и гипоксия.	2
7.	Действие повышенного содержания солей в почвах и солеустойчивость. Засоление почв (солонцы, солончаки). Различные виды засоления. Специфическое влияние на физиологические процессы различных видов засоления (хлоридное, сульфатное засоление). Нарушения обмена веществ, ультраструктуры клеток, накопление токсичных для клетки промежуточных продуктов. Типы солеустойчивости культурных растений. Приспособление галофитных и гликофитных форм растений к засолению. Методы повышения солеустойчивости растений.	2
8.	Действие тяжелых металлов. Тяжелые металлов в почвах и воздухе. Поглощение тяжелых металлов растениями, транспорт и накопление. Токсическое действие тяжелых металлов на физиологические процессы. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Клеточные и молекулярные механизмы устойчивости. Гипераккумуляция тяжелых металлов растениями. Фиторемедиация.	4
9.	Растения и ультрафиолетовая радиация.	2

	Влияние УФ-радиации на физиологические и молекулярные процессы растений. Механизмы устойчивости растений к УФ-радиации.	
10.	Действие вредных веществ атмосферы и газоустойчивость. Газовый состав атмосферы. Химический состав токсикантов. Реакции растений на различные фитотоксиканты. Значение внутренних и внешних факторов для восприимчивости растений к атмосферным загрязнениям. Функции серы, фтора и хлора в метаболизме растения. Газоустойчивость растений. Способы обезвреживания токсических продуктов растением. Способы повышения газоустойчивости растений.	4
11.	Устойчивость к фитопатогенам. Типы и виды патогенных организмов. Механизмы повреждающего действия токсинов на клетку растения-хозяина. Генетическая детерминированность взаимоотношений хозяина и паразита. Механизмы защиты от патогенов. «Узнавание» патогена и устойчивость к нему. Иммуитет. Типы и виды иммуитета. Роль анатомо-морфологических особенностей в устойчивости. Системы сигнализации, передачи сигнала о патогене и пути повышения устойчивости. Системная приобретенная устойчивость к патогенам. Реакция "сверхчувствительности". Фитоалексины.	4
12.	Окислительный стресс. Активные формы кислорода (АФК). Характеристика АФК. Биологическое значение АФК. Окислительный стресс и запрограммированная смерть клетки. Устойчивость к АФК. Механизмы детоксикации АФК. сновные компоненты антиоксиднтной системы. Ферменты-антиоксиданты. Низкомолекулярные антиоксиданты.	2
Итого часов/зачетных единиц		36/1

5.2 Содержание практических занятий:

№ п/п	Наименование тем практических занятий	Кол-во час.
1.	Ознакомление с методами постановки многофакторного планируемого эксперимента в камерах искусственного климата и полевых опытов. Особенности проведения экспериментов по изучению действия на растения различных абиотических (низкие температуры, высокие температуры, засоление, тяжелые металлы) и биотических (нематоды) факторов среды.	14
2.	Ознакомление с методами оценки устойчивости растений к действию различных неблагоприятных факторов среды: а) оценка устойчивости клеток листьев к краткосрочному тестирующему промораживанию или прогреву; б) анализ проницаемости мембран по выходу электролитов кондуктометрическим методом. в) оценка реакции растений на действие неблагоприятных факторов с помощью изменения ростовых показателей.	12
3.	Использование современных методов исследования фотосинтеза для	6

	изучения реакции растений на действие неблагоприятных факторов а) анализ содержания фотосинтетических пигментов; б) анализ функциональной активности фотосинтетического аппарата по флуоресценции хлорофилла; в) анализ интенсивности фотосинтеза.	
4.	Исследование показателей водного обмена растений а) оводненность тканей; б) транспирация, устьичная проводимость; в) состояние устьичного аппарата.	12
5.	Использование биохимических методов в решении задач экологической физиологии растений а) определение содержания фитохелатинов и глутатиона с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии; б) определения содержание свободного пролина; в) анализ активности антиоксидантных ферментов.	10
Итого часов/зачетных единиц		54/1,5

5.3 Содержание семинарских занятий:

№ п/п	Наименование тем семинарских занятий	Кол-во час.
1.	Активные формы кислорода, механизмы защиты и их сигнальная роль у растений	2
2.	Белки теплового шока и устойчивость растений к температурному стрессу.	2
3.	Сигнальные системы и регуляция экспрессии генов при стрессе.	2
4.	Физиологические и молекулярные механизмы адаптации растений к низким температурам.	2
5.	Свойства и функции осмолитов. Роль свободного пролина в устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов среды.	2
6.	Металлотионеины и фитохелатины, их роль в детоксикации тяжелых металлов в растении.	2
7.	Использование генной инженерии для повышения устойчивости растений к различным стрессорам.	2
8.	Общие механизмы устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов среды разной природы	2
9.	Проблемы и перспективы использования растений в ремедиационных технологиях.	2
Итого часов/зачетных единиц		18/0,5

6. Самостоятельная работа аспиранта

№ п/п	Вид и наименование тем самостоятельной работы	Кол-во час.
1.	Подготовка к контрольной работе на тему: «Рецепция и трансдукция сигналов у растений при действии стресс-факторов»	6

2.	Подготовка к семинару-дискусии на тему: «Активные формы кислорода, механизмы защиты и их сигнальная роль у растений»	12
3.	Подготовка к семинару-дискусии на тему: «Белки теплового шока и устойчивость растений к температурному стрессу»	8
4.	Подготовка к семинару-конференции на тему: «Сигнальные системы и регуляция экспрессии генов при стрессе»	10
5.	Подготовка к семинару-дискусии на тему: «Физиологические и молекулярные механизмы адаптации растений к низким температурам»	6
6.	Подготовка к контрольной работе на тему: «Устойчивость растений к ионизирующим излучениям»	6
7.	Подготовка к контрольной работе на тему: «Свойства и функции осмолитов. Роль свободного пролина в устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов среды»	9
8.	Подготовка к семинару-конференции на тему: «Общие механизмы устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов среды разной природы»	14
9.	Подготовка к контрольной работе на тему: «Использование генной инженерии для повышения устойчивости растений к различным стрессорам»	12
10.	Подготовка к семинару-конференции на тему: «Проблемы и перспективы использования растений в ремедиационных технологиях»	6
11.	Подготовка реферата на тему: «Стратегия физиолого-биохимической адаптации растений к действию тяжелых металлов»	10
12.	Подготовка к семинару-дискусии на тему: «Металлотионеины и фитохелатины, их роль в детоксикации тяжелых металлов в растениях»	9
	Итого часов/зачетных единиц	108/3

Примечание. Аспиранты могут сами предлагать темы рефератов касающихся эколого-физиологических аспектов темы их исследовательской работы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Александров В.Я. Клетки, макромолекулы и температура. Л.: Наука, 1975. 330 с.
2. Александров В.Я. Реактивность клеток и белки. Л.: Наука, 1985. 317 с.
3. Альтерготт В.Ф. Действие повышенной температуры на растение в эксперименте и природе // 40-е Тимирязевское чтение. М.: Наука, 1981. 57 с.
4. Березина Н.А., Афанасьева Н.Б. Экология растений: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 400 с.
5. Войников В.К., Боровский Г.Б., Колесниченко А.В., Рихванов Е.Г. Стрессовые белки растений. Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2004. 129 с.
6. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1982. 279 с.
7. Дмитриева А.Г., Кожанова О.Н., Дронина Н.Л. Физиология растительных организмов и роль металлов. М.: МГУ. 2002. 159 с.
8. Дроздов С.Н., Курец В.К., Титов А.Ф. Терморезистентность активно вегетирующих растений. Л.: Наука, 1984. 168 с.

9. Ершова А.Н. Метаболическая адаптация растений к гипоксии и повышенному содержанию диоксида углерода. Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та. 2007. 264 с.
10. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Т. 1. Москва: РУДН, 2001. 780 с.
11. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров. Киев: Основа. 2010. 352 с.
12. Коровин А.И. Растения и экстремальные температуры. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 271 с.
13. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных растений: учебник. М.: Дрофа. 2010. 638 с.
14. Лархер В. Экология растений. М.: Мир, 1978. 384 с.
15. Лукаткин А.С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2002. 208 с.
16. Марковская Е.Ф., Сысоева М.И. Роль суточного температурного градиента в онтогенезе растений. - М.: Наука, 2004. - 119 с.
17. Микроэлементы в окружающей среде: биогеохимия, биотехнология и биоремедиация / Под ред. М.Н.В. Прасада, К.С. Саджвана, Р. Найду. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 816 с.
18. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 742 с.
19. Пронина Н.Б. Экологические стрессы. М.: МСХА. 2001. 312 с.
20. Табаленкова Г.Н., Головки Т.К. Продукционный процесс культурных растений в условиях холодного климата. СПб.: Наука, 2010. 231 с.
21. Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе. Казань: Фэн, 2001. 448 с.
22. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф. Устойчивость растений тяжелым металлам. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН. 2007. 172 с.
23. Титов А.Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. 194 с.
24. Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс. М.: Наука, 2007. 54 с.
25. Туманов И.И. Физиология закаливания и морозостойкости растений. М.: Наука, 1979. 350 с.
26. Удовенко Г.В. Солеустойчивость культурных растений. Л.: Колос. 1977. 215 с.
27. Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений. М.: Логос. 2001. 224 с.
28. Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. М.: Мир, 1977. 400 с.
29. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб., Изд-во СПб. ун-та. 2002. 244 с.
30. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 159 с.(файл)
31. Levitt J. Responses of plants to environmental stresses. V. 2. Water, radiation, salt, and other stresses. New York etc.: Acad. Press. 1980. 606 p.

Дополнительная литература:

32. Башмаков Д.И., Лукаткин А.С. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений. Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2009. 236 с.
33. Войников В.К. Митохондрии растений при температурном стрессе. Новосибирск: Академическое издательство «Гео». 2011. 163 с.

34. Браун А.Д., Моженок Т.П. Неспецифический адаптационный синдром клеточной системы. Л.: Наука. 1987. 230 с.
35. Дроздов С.Н., Курец В.К. Некоторые аспекты экологической физиологии растений. Петрозаводск, изд-во ПетрГУ, 2003. 172 с.
36. Дроздов С.Н., Сычева З.Ф., Будыкина Н.П., Курец В.К. 1977. Эколого-физиологические аспекты устойчивости растений к заморозкам. Л.: Наука, 1977. 228 с.
37. Колесниченко А.В., Войников В.К. Белки низкотемпературного стресса растений. Иркутск: Арт-Пресс, 2003. 196 с.
38. Марковская Е.Ф., Сысоева М.И., Шерудило Е.Г. Кратковременная гипотермия и растение. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 194 с.
39. Озернюк Н.Д. Феноменология и механизмы адаптационных процессов. М. Изд-во МГУ. 2003. 215 с.
40. Репкина Н.С., Таланова В.В., Топчиева Л.В. Устойчивость растений к тяжелым металлам и экспрессия генов: учебно-методическое пособие. Петрозаводск: карельский научный центр РАН, 2013. 32 с.
41. Силаева А.М. Структура хлоропластов и факторы среды. Киев: Наукова думка, 1978. 204 с.
42. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений. М.: Наука. 2002. 294 с.
43. Титов А.Ф., Акимова Т.В., Таланова В.В., Топчиева Л.В. Устойчивость растений в начальный период действия неблагоприятных температур. М.: Наука, 2006. 143 с.
44. Титов А.Ф., Таланова В.В. Устойчивость растений и фитогормоны. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2009. 206 с.
45. Титов А.Ф., Таланова В.В. Локальное действие высоких и низких температур на растения. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2011. 166 с.
46. Титов А.Ф., Шибяева Т.Г. Брассиностероиды: учебное пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2013. 58 с.
47. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учебное пособие. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2011. 77 с.
48. Титов А.Ф., Казнина Н.М., Таланова В.В. Устойчивость растений к кадмию: учебное пособие. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2012. 53 с.
49. Удовенко Г.В., Гончарова Э.А. Влияние экстремальных условий на структуру урожая сельскохозяйственных растений. Л.: Гидроиздат. 1982. 144 с.

8. Вопросы к зачету по дисциплине “Экологическая физиология растений”

Тема 1. Предмет и задачи экологической физиологии растений. Общие понятия.

1. Понятия устойчивости, адаптации, гомеостаза.
2. Типы адаптивных реакций к внешним условиям.
3. Общность и специфичность реакций на действие стресс-факторов разной природы.
4. Клеточная сигнализация.

Тема 2. Действие отрицательных температур и морозоустойчивость.

1. Причины повреждения и гибели растений при отрицательных температурах.
2. Роль сахаров в механизмах адаптации к отрицательным температурам.
3. Роль стрессовых белков в механизмах адаптации к отрицательным температурам.
4. Роль липидов в адаптации к морозу. Свойства липидного компонента мембран.
5. Оценка устойчивости растений к действию отрицательных температур. Повышение морозоустойчивости.

6. Физиолого-биохимические изменения в растении при действии и последствии заморозков.

Тема 3. Действие низких положительных температур и холодоустойчивость.

1. Внешние признаки холодового повреждения растений.
2. Действие низких температур на физиологические процессы у теплолюбивых растений.
3. Экспрессия генов при пониженных температурах.
4. Теории холодового повреждения.
5. Холодостойкость. Пути повышения холодоустойчивости теплолюбивых растений.

Тема 4. Действие высоких температур и жароустойчивость.

1. Основные причины повреждения и гибели растений от действия высокой температуры.
2. Явление тепловой закалки. Механизмы жароустойчивости.
3. Белки теплового шока и их роль в растении.
4. Физиологические методы определения жароустойчивости растений.
5. Пути повышения теплоустойчивости растений.

Тема 5. Действие дефицита воды и засухоустойчивость.

1. Экологические группы растений по отношению к воде, их физиологические особенности.
2. Приспособления растений к поддержанию водного режима.
3. Засухоустойчивость растений.
4. Молекулярные механизмы адаптации к засухе.
5. Методы оценки засухоустойчивости. Повышение засухоустойчивости растений.

Тема 6. Растения в условиях гипоксии и аноксии.

1. Аноксия и гипоксия.
2. Действие анаэробноза на растения.
3. Молекулярно-физиологические механизмы адаптации к затоплению.
4. Селекционно-генетические аспекты повышения устойчивости к затоплению.

Тема 7. Действие повышенного содержания солей в почвах и солеустойчивость.

1. Виды засоления почв.
2. Специфическое влияние хлоридного и сульфатного засоления на растения.
3. Нарушения физиологических процессов при засолении.
4. Типы солеустойчивости культурных растений.
5. Приспособление галофитных и гликофитных форм растений к засолению.
6. Методы повышения солеустойчивости растений.

Тема 8. Действие тяжелых металлов.

1. Тяжелые металлы в почвах и воздухе.
2. Поглощение тяжелых металлов растениями, транспорт и накопление.
3. Токсическое действие тяжелых металлов на физиологические процессы.
4. Клеточные и молекулярные механизмы устойчивости к тяжелым металлам.
5. Гипераккумуляция тяжелых металлов растениями.
6. Фиторемедиация почв, загрязненных тяжелыми металлами.

Тема 9. Растения и ультрафиолетовая радиация.

1. Действие УФ-радиации на физиологические процессы растений.

2. Механизмы устойчивости растений к УФ-радиации.

Тема 10. Действие вредных веществ атмосферы и газоустойчивость.

1. Газовый состав атмосферы. Токсическое действие газов.
2. Загрязнение окислами азота.
3. Загрязнение диоксидом серы.
4. Газоустойчивость растений.
5. Способы повышения газоустойчивости растений.

Тема 11. Устойчивость к фитопатогенам.

1. Типы и виды патогенных организмов.
2. Механизмы повреждающего действия патогенов на клетку растения-хозяина.
3. Механизмы защиты от патогенов. «Узнавание» патогена и устойчивость к нему.
4. Иммуитет. Типы и виды иммунитета.
5. Системная приобретенная устойчивость к патогенам.
6. Реакция "сверхчувствительности". Фитоалексины.

Тема 12. Окислительный стресс.

1. Активные формы кислорода (АФК). Характеристика АФК.
2. Биологическое значение АФК.
3. Устойчивость к АФК. Механизмы детоксикации АФК.
4. Антиоксидантные системы. Ферменты-антиоксиданты. Низкомолекулярные антиоксиданты.