

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от "27" апреля 2022 г. № 6

Рабочая программа дисциплины
Физиология и биохимия растений (кандидатский экзамен)

Уровень высшего образования
Подготовка научных и научно-педагогических кадров

Программа аспирантуры
Физиология и биохимия растений

Научная специальность
1.5.21 Физиология и биохимия растений

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2022 год

1. Место и цель дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физиология и биохимия растений (кандидатский экзамен)» относится к числу *обязательных* дисциплин образовательного компонента программы аспирантуры и изучается на 3 году обучения в 6 семестре.

Цель дисциплины – изучение основных функций растительного организма, особенностей метаболизма, систем регуляции и интеграции основных процессов растения в единую систему, вопросов стресс-устойчивости и адаптации.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Выпускник, освоивший программу, должен

Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также технологии генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области биологии растений

Уметь: ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования, проводить критический анализ теоретического и практического значения полученных результатов

Владеть: навыками технологий сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных средств.

3. Структура и содержание дисциплины.

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., всего - 108 часов, из которых 64 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа – 18 часов, семинарского типа - 46 часов), 44 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Таблица 2

Структура дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе					
		Контактная работа, часов					Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
1. Современные проблемы физиологии растений	11	2	5			7	4
2. Физиология растительной клетки	13	2	6			8	5
3. Водный режим	12	2	5			7	5
4. Минеральное питание	12	2	5			7	5
5. Фотосинтез	12	2	5			7	5
6. Дыхание	12	2	5			7	5
7. Рост и развитие	12	2	5			7	5
8. Стресс и адаптация	12	2	5			7	5
9. Сигнальные системы растений	12	2	5			7	5
в том числе текущий контроль	1 часа						
Промежуточная аттестация: –	Экзамен						
Итого	108	18	46			64	44

Таблица 3**Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1.	Современные проблемы физиологии растений	Роль физиологии растений в экологических исследованиях. Физиология растений - научная база агрономии. Новые агротехнологии. Генетически модифицированные организмы - новый инструмент исследований в физиологии растений. Перспективы промышленного использования. Межорганизменные взаимодействия с участием растений.	Лекция, семинар	Доклад с презентацией
2.	Физиология растительной клетки	Химический состав растительной клетки. Специфика химизма и структуры мембран растительной клетки. Физико-химические явления, и роль в жизни клетки. Строение клеток растений.	Лекция, семинар	Доклад с презентацией
3.	Водный режим	Состояние воды в растительной клетке, ее роль в жизнедеятельности клетки и всего организма. Водный баланс, водный дефицит. Особенности водного режима разных экологических групп растений. Механизмы регуляции водного режима растений, значение осмоса.	Лекция, семинар	Доклад с презентацией
4.	Минеральное питание	Основные группы минеральных элементов растений, доступные для растений формы. Основные этапы и механизмы поступления, перемещения и метаболизации минеральных элементов питания. Симптомы болезней недостаточности/избыточности отдельных ЭМП, способы их корректировки. Гидропоника, ее перспективы.	Лекция, семинар	Доклад с презентацией
5.	Фотосинтез	Общее уравнение, его анализ. Роли фотосинтеза в жизни растений и биосферы в целом. Химизм и структура фотосинтетического аппарата (основные группы пигментов, микро- и макроструктура хлоропластов, строение фотосинтетической единицы, фотосистем, реакционного центра фотосистем, светособирающих комплексов и пр.). Основные этапы фотосинтеза, их механизмы, химические процессы. Эндогенная и экзогенная регуляция фотосинтеза.	Лекция, семинар	Доклад с презентацией
6.	Дыхание	Общее уравнение, его анализ. Роль дыхания в жизнедеятельности растения. Основные этапы дыхания (гликолиз, ЦТК, окислительное фосфорилирование), специфика их протекания у растений. Основные группы дыхательных ферментов. Взаимосвязь дыхания и фотосинтеза.	Лекция, семинар	Доклад с презентацией

7.	Рост и развитие	Рост: основные этапы, характеристики, особенности у растений. Физиологический и вынужденный покой. Развитие: основные этапы, особенности развития моно- и поликарпических растений, одно-, дву- и многолетних растений. Эндогенная и экзогенная регуляция роста и развития растений. Фитогормоны: химизм, особенности синтеза, физиологические эффекты, практическое применение.	Лекция, семинар	Доклад с презентацией
8.	Стресс и адаптация	Основные стадии стресса, особенности протекания стресс-реакции у растений. Важнейшие стрессоры растений – абиотические (засуха, засоление, гипер- и гипотермия и др.) и биотические. Участие фитогормонов в развитии стресс-реакции.	Лекция, семинар	Доклад с презентацией
9.	Сигнальные системы растений	Система электрических сигналов растений. Потенциал действия, потенциал покоя, переменный потенциал. Механизмы генерации. Значение. Система химических сигналов растений. Фитогормоны. Алармоны. Элиситоры. Механизмы действия. Значение. Молекулярная организация рецепторов фитогормонов (на любом примере). Фитохромы, криптохромы, фототропины: химизм, физиологическая роль. Вторичные клеточные мессенджеры.	Лекция, семинар	Доклад с презентацией

4. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

По каждому разделу дисциплины обучающийся самостоятельно готовит доклад на одну из предложенных ниже тем, возможна формулировка темы самим аспирантом при условии обязательного предварительного согласования ее с преподавателем. Рекомендуется выбирать или формулировать темы докладов, касающиеся тематики собственного диссертационного исследования. Продолжительность доклада - 20-30 минут. Необходимо подготовить иллюстративный материал к докладу - в виде презентации, распечатанных или нарисованных схем и рисунков, демонстрации своих экспериментальных установок, их фотографий и пр. После изложения доклада обучающийся должен ответить на вопросы других аспирантов и преподавателя.

Количество докладов, подготовленных одним аспирантом зависит от количества обучающихся в группе, но не должно быть менее 2.

Пропуски занятий должны быть отработаны до экзамена по согласованному с преподавателем графику. Обучающийся обязан подготовить сообщение по теме пропущенного занятия, используя материалы, представленные докладчиком (другим аспирантом), составить список основных терминов по изучаемой теме, индивидуально отчитаться перед преподавателем, ответить на его вопросы. Отработка занятий отметкой не оценивается.

5. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

5.1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

При выполнении всех работ учитываются следующие **основные критерии**:

- уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы, заданные членами комиссии);
- умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций;
- качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключающая сжатости);
- способность устанавливать внутри- и межпредметные связи,
- оригинальность мышления, знакомство с дополнительной литературой и другие факторы.

Описание шкалы оценивания на промежуточной аттестации в форме экзамена

Оценка *отлично* – исчерпывающее владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Логически последовательные, содержательные, конкретные ответы на все вопросы.

Оценка *хорошо* – достаточно полные знания программного материала, правильное понимание сути вопросов, знание определений, умение формулировать тезисы и аргументы. Ответы последовательные и в целом правильные, хотя допускаются неточности, поверхностное знакомство с отдельными теориями и фактами, достаточно формальное отношение к рекомендованным для подготовки материалам.

Оценка *удовлетворительно* – фрагментарные знания, расплывчатые представления о предмете. Ответ содержит как правильные утверждения, так и ошибки, возможно, грубые. Испытуемый плохо ориентируется в учебном материале, не может устранить неточности в своем ответе даже после наводящих вопросов.

Оценка *неудовлетворительно* – отсутствие ответа хотя бы на один из основных вопросов, либо грубые ошибки в ответах, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией.

Описание шкалы оценивания доклада

Отметка *отлично* (5) – исчерпывающее владение материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Качественные и понятные иллюстрации доклада. Развернутые и аргументированные ответы на вопросы. Доклад принят без замечаний.

Отметка *хорошо* (4) – достаточно полные знания программного материала, правильное понимание сути вопросов, знание определений, умение формулировать тезисы и аргументы. иллюстрации хорошие, но требующие пояснения. Неполные ответы на вопросы, необходима небольшая помощь преподавателя при их формулировке. Доклад принят без существенных замечаний.

Отметка *удовлетворительно* (3) – фрагментарные знания, расплывчатые представления о предмете. Иллюстрации выполнены небрежно, требуют пояснений и доработки в процессе доклада или ответа на вопрос. Ответ содержит как правильные

утверждения, так и ошибки, возможно, грубые. Испытуемый плохо ориентируется в учебном материале, не может устранить неточности в своем ответе даже после наводящих вопросов. Доклад принят с замечаниями.

Отметка неудовлетворительно (2) – доклад не подготовлен либо демонстрируется полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией. Иллюстрации доклада отсутствуют либо не поясняют его сути. Докладчик не может сформулировать ответ на вопрос. Доклад не принят.

5.2. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, используемых для оценивания результатов обучения по дисциплине

Темы докладов на семинарских занятиях:

Современные проблемы физиологии растений

1. Роль физиологии растений в экологических исследованиях.
2. Физиология растений - научная база агрономии. Новые агротехнологии.
3. Генетически модифицированные организмы - новый инструмент исследований в физиологии растений. Перспективы промышленного использования.
4. Межорганизменные взаимодействия с участием растений.
5. Альтернативная энергетика (биотопливо, солнечные электростанции и пр.).

Физиология растительной клетки.

1. Химический состав клетки. Макро-, микро- и ультрамикроэлементы, их роль.
2. Основные неорганические и органические вещества растительной клетки, роль.
3. Особенности мембран клетки растения.
4. Коллоидные свойства цитоплазмы, золь-гель переходы.
5. Электрические свойства цитоплазмы, белок как буферная система.
6. Эластичность, текучесть, вязкость. Плазмолиз и цитториз.
7. Диффузия, осмос, проницаемость. Осмотический потенциал клетки.
8. Структура, химизм и функции органелл и структур растительной клетки.

Водный режим

1. Структура и свойства воды, ее роль в жизнедеятельности растения.
2. Состояние воды в клетке. Аквапорины.
3. Водный баланс, водный дефицит. Экологические группы растений по водному режиму.
4. Нижний концевой двигатель водного тока. Всасывающие зоны корневой системы растений, осмотический механизм движения воды по живым клеткам корня. Корневое давление. Плач, гуттация.
5. Верхний концевой двигатель водного тока. Устьичная и кутикулярная транспирация. Механизмы их регуляции.

Минеральное питание

1. Современные представления об основных этапах и механизмах поступления и передвижения минеральных веществ по растению (примеры диффузии, адсорбции, активного транспорта, пиноцитоза, мембранных переносчиков и др.).

2. Современные представления о механизмах усвоения аммиачных и нитратных форм азота. Нитратредуктазный комплекс. Прямое восстановительное аминирование, переаминирование, амидирование, орнитиновый цикл. Работы Прянишникова Д.Н

3. Плодородие почвы и определяющие его факторы. Типы почвенно-поглощающих комплексов по Гедройцу. Явление взаимодействия ионов. Антагонизм, синергизм, нейтрализм. Влияние кислотности среды на поглотительную деятельность корней.

4. Полевой и вегетационный методы изучения корневого питания растений. Гидропоника: разновидности, плюсы и минусы в практике применения сельского хозяйства.

5. Физиологическая азота (калия, магния, кальция фосфора, серы, микроэлементов). Круговорот в природе. Симптомы голодания, удобрения.

6. Физиологическая роль калия в растении, механизм его участия в важнейших метаболических процессах. Симптомы голодания, удобрения.

Фотосинтез.

1. Суммарное уравнение фотосинтеза, его анализ. Значение фотосинтеза.
2. Макро- и микроструктура хлоропластов. Биогенез хлоропластов.
3. Хлорофилл: химизм, структура, функции.
4. Каротиноиды: химизм, структура, функции.
5. Фикобилины: химизм, структура, функции.
6. Понятие об ССК, пигментах-ловушках. Миграция энергии в ССК.
7. Понятие о фотосистеме, ФСЕ ФС, РЦ ФС.
8. Периодизация фотосинтеза: световая и темновая фазы; фотофизический, фотохимический, фотоэнзиматический и ферментативный этапы.
9. Возбуждение хлорофилла, схема Яблонского.
10. Фотоокисление воды.
11. Строение и условия эффективной работы реакционного центра ФС.
12. Z-схема: принцип построения, характеристика основных компонентов (работы Хилла, Бондера)
13. Циклическое и нециклическое фотофосфорилирование: уравнение, двухквантовая гипотеза работы, механизм синтеза АТФ (работы Митчелла, Ягендорфа).
14. Цикл Кальвина: химизм, периодизация, КПД. СЗ-растения.
15. Разнокачественность продуктов фотосинтеза (отторжения от цикла Кальвина).
16. Цикл Карпилова, Хэтча и Слэка. Химизм, значение. С4-синдром.
17. САМ-метаболизм.
18. Фотодыхание.
19. Транспорт продуктов фотосинтеза на старте (внутриклеточный).
20. Ближний и дальний транспорт продуктов фотосинтеза. Особенности флоэмы как транспортного русла.
21. Эндогенная и экзогенная регуляция процесса фотосинтеза.

Дыхание

1. Сущность и значение этого процесса дыхания в жизни растений. Общее уравнение дыхания, его анализ. Дыхание на рост. Дыхание на поддержание. Дыхательный коэффициент.
2. Основные группы дыхательных ферментов, их специфика у растений.

3. Окислительное фосфорилирование. Хемиосмотическая теория П. Митчелла, объясняющая его механизм. Дополнительные компоненты ДЭТЦ митохондрий растений, их роль.

4. Фотосинтез и дыхание – общность и отличие этих процессов (химизм, назначение, структура хлоропластов и митохондрий). Взаимосвязь фотосинтеза и дыхания.

Рост и развитие

1. Рост растений: фазы роста, большая кривая роста, полярность, ритмичность, раздражимость. Особенности обмена веществ на разных этапах роста. Разнообразие меристем.

2. Развитие, основные этапы онтогенеза, особенности обмена веществ на разных этапах развития. Физиологический и вынужденный покой. Индукция цветения.

3. Ауксины и цитокинины: химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

4. Гиббереллины химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

5. Этилен и брассиностероиды: химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

6. Абсцизовая кислоты и фенольные кислоты (салицилат): химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

7. Жасмоновая кислота, фузикокцины: химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

8. Применение фитогормонов в технологии клонального микроразмножения растений.

Стресс и адаптация

1. Стресс растений, фазы развития стресс-реакции (по Селье). Наиболее значимые стрессоры для растений. Засуха, метаболические изменения и перестройки в клетке при засухе. БТШ.

2. Засухоустойчивость растений различных экологических групп растений (пойкило- и гомойогидрических; ксерофитов, мезофитов, гигрофитов). Закон ксероморфизма Заленского. Приемы закаливания мезофитов к засухе (работы Тимирязева, Туманова, Генкеля, Школьника и др.).

3. Холодостойкость, морозостойкость и зимостойкость растений. Закаливание к низким температурам. Работы Туманова. Метаболические изменения и перестройки в клетке при низких температурах.

4. Влияние тяжелых металлов на метаболизм растений. Адаптации растений к почвам, загрязненным тяжелыми металлами.

5. Поражение растений фитопатогенами. Системная устойчивость растений, ее индукторы.

6. Метаболизм растений в условиях гипертермии.

7. Особенности воздействия низкоинтенсивных физических факторов на жизнедеятельность растений.

Сигнальные системы растений

1. Система электрических сигналов растений. Потенциал действия, потенциал покоя, переменный потенциал. Механизмы генерации. Значение.
2. Система химических сигналов растений. Фитогормоны. Алармоны. Элиситоры. Механизмы действия. Значение.
3. Молекулярная организация рецепторов фитогормонов (на любом примере).
4. Фитохромы, криптохромы, фототропины: химизм, физиологическая роль.
5. Химическое соединение с исследуемыми регуляторными свойствами, являющееся предметом диссертационного исследования аспиранта (с условием предварительного согласования с преподавателем)

Вопросы к экзамену:

1. Роль физиологии растений в экологических исследованиях.
2. Физиология растений - научная база агрономии. Новые агротехнологии.
3. Генетически модифицированные организмы - новый инструмент исследований в физиологии растений. Перспективы промышленного использования.
4. Межорганизменные взаимодействия с участием растений.
5. Альтернативная энергетика (биотопливо, солнечные электростанции и пр.). Физиология растительной клетки.
1. Химический состав клетки. Макро-, микро- и ультрамикроэлементы, их роль.
2. Основные неорганические и органические вещества растительной клетки, роль.
3. Особенности мембран клетки растения.
4. Коллоидные свойства цитоплазмы, золь-гель переходы.
5. Электрические свойства цитоплазмы, белок как буферная система.
6. Эластичность, текучесть, вязкость. Плазмолиз и цитториз.
7. Диффузия, осмос, проницаемость. Осмотический потенциал клетки.
8. Структура, химизм и функции органелл и структур растительной клетки.

Водный режим

1. Структура и свойства воды, ее роль в жизнедеятельности растения.
2. Состояние воды в клетке. Аквапорины.
3. Водный баланс, водный дефицит. Экологические группы растений по водному режиму.
4. Нижний концевой двигатель водного тока. Всасывающие зоны корневой системы растений, осмотический механизм движения воды по живым клеткам корня. Корневое давление. Плач, гуттация.
5. Верхний концевой двигатель водного тока. Устьичная и кутикулярная транспирация. Механизмы их регуляции.

Минеральное питание

1. Современные представления об основных этапах и механизмах поступления и передвижения минеральных веществ по растению (примеры диффузии, адсорбции, активного транспорта, пиноцитоза, мембранных переносчиков и др.).
2. Современные представления о механизмах усвоения аммиачных и нитратных форм азота. Нитратредуктазный комплекс. Прямое восстановительное аминирование, переаминирование, амидирование, орнитиновый цикл. Работы Прянишникова Д.Н

3. Плодородие почвы и определяющие его факторы. Типы почвенно-поглощающих комплексов по Гедройцу. Явление взаимодействия ионов. Антагонизм, синергизм, нейтрализм. Влияние кислотности среды на поглотительную деятельность корней.

4. Полевой и вегетационный методы изучения корневого питания растений. Гидропоника: разновидности, плюсы и минусы в практике применения сельского хозяйства.

5. Физиологическая азота (калия, магния, кальция фосфора, серы, микроэлементов). Круговорот в природе. Симптомы голодания, удобрения.

6. Физиологическая роль калия в растении, механизм его участия в важнейших метаболических процессах. Симптомы голодания, удобрения.

Фотосинтез.

1. Суммарное уравнение фотосинтеза, его анализ. Значение фотосинтеза.
2. Макро- и микроструктура хлоропластов. Биогенез хлоропластов.
3. Хлорофилл: химизм, структура, функции.
4. Каротиноиды: химизм, структура, функции.
5. Фикобилины: химизм, структура, функции.
6. Понятие об ССК, пигментах-ловушках. Миграция энергии в ССК.
7. Понятие о фотосистеме, ФСЕ ФС, РЦ ФС.
8. Периодизация фотосинтеза: световая и темновая фазы; фотофизический, фотохимический, фотоэнзиматический и ферментативный этапы.
9. Возбуждение хлорофилла, схема Яблонского.
10. Фотоокисление воды.
11. Строение и условия эффективной работы реакционного центра ФС.
12. Z-схема: принцип построения, характеристика основных компонентов (работы Хилла, Бондера)
13. Циклическое и нециклическое фотофосфорилирование: уравнение, двухквантовая гипотеза работы, механизм синтеза АТФ (работы Митчелла, Ягендорфа).
14. Цикл Кальвина: химизм, периодизация, КПД. СЗ-растения.
15. Разнокачественность продуктов фотосинтеза (отторжения от цикла Кальвина).
16. Цикл Карпилова, Хэтча и Слэка. Химизм, значение. С4-синдром.
17. САМ-метаболизм.
18. Фотодыхание.
19. Транспорт продуктов фотосинтеза на старте (внутриклеточный).
22. Ближний и дальний транспорт продуктов фотосинтеза. Особенности флоэмы как транспортного русла.
23. Эндогенная и экзогенная регуляция процесса фотосинтеза.

Дыхание

1. Сущность и значение этого процесса дыхания в жизни растений. Общее уравнение дыхания, его анализ. Дыхание на рост. Дыхание на поддержание. Дыхательный коэффициент.

2. Основные группы дыхательных ферментов, их специфика у растений.

3. Окислительное фосфорилирование. Хемосмотическая теория П. Митчелла, объясняющая его механизм. Дополнительные компоненты ДЭТЦ митохондрий растений, их роль.

4. Фотосинтез и дыхание – общность и отличие этих процессов (химизм, назначение, структура хлоропластов и митохондрий). Взаимосвязь фотосинтеза и дыхания.

Рост и развитие

1. Рост растений: фазы роста, большая кривая роста, полярность, ритмичность, раздражимость. Особенности обмена веществ на разных этапах роста. Разнообразие меристем.

2. Развитие, основные этапы онтогенеза, особенности обмена веществ на разных этапах развития. Физиологический и вынужденный покой. Индукция цветения.

3. Ауксины и цитокинины: химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

4. Гиббереллины химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

5. Этилен и брассиностероиды: химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

6. Абсцизовая кислоты и фенольные кислоты (салицилат): химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

7. Жасмоновая кислота, фузикокцины: химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

8. Применение фитогормонов в технологии клонального микроразмножения растений.

Стресс и адаптация

1. Стресс растений, фазы развития стресс-реакции (по Селье). Наиболее значимые стрессоры для растений. Засуха, метаболические изменения и перестройки в клетке при засухе. БТШ.

2. Засухоустойчивость растений различных экологических групп растений (пойкило- и гомойогидрических; ксерофитов, мезофитов, гигрофитов). Закон ксероморфизма Заленского. Приемы закаливания мезофитов к засухе (работы Тимирязева, Туманова, Генкеля, Школьника и др.).

3. Холодостойкость, морозостойкость и зимостойкость растений. Закаливание к низким температурам. Работы Туманова. Метаболические изменения и перестройки в клетке при низких температурах.

4. Влияние тяжелых металлов на метаболизм растений. Адаптации растений к почвам, загрязненным тяжелыми металлами.

5. Поражение растений фитопатогенами. Системная устойчивость растений, ее индукторы.

6. Метаболизм растений в условиях гипертермии.

7. Особенности воздействия низкоинтенсивных физических факторов на жизнедеятельность растений.

Сигнальные системы растений

1. Система электрических сигналов растений. Потенциал действия, потенциал покоя, переменный потенциал. Механизмы генерации. Значение.

2. Система химических сигналов растений. Фитогормоны. Алармоны. Элиситоры. Механизмы действия. Значение.
3. Молекулярная организация рецепторов фитогормонов (на любом примере).
4. Фитохромы, криптохромы, фототропины: химизм, физиологическая роль.
5. Химическое соединение с исследуемыми регуляторными свойствами, являющееся предметом диссертационного исследования аспиранта (с условием предварительного согласования с преподавателем)

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) Основная литература

1. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Абрис, 2012. 783с. Доступно в ЭБС "Консультант студента"
2. Медведев С.С. Физиология растений: Учебник. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. 336с.
4. Физиология растений / Н.Д. Алехина и др. Под ред. И.П. Ермакова. М.: Академия, 2005. 640с.
3. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений /Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, и др. Под ред. Н.Н. Третьякова. 2-е изд. М.:КолосС, 2013. 656с. [Электронный ресурс] Доступно в ЭБС "Консультант студента"
5. Физиология растений. Малый практикум /Синицына Ю.В., Агеева М.Н., Половинкина Е.О. Н.Новгород: изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2017. 80с. (в печати).

б) Дополнительная литература

1. Физиология растений и животных. Учебное пособие / В.Г. Скопичев. СПб.:Прспект Науки, 2013. 368с. Доступно в ЭБС "Консультант студента"
2. Практикум по физиологии растений с основами биологической химии / Панкратова Е.М. М. : КолосС, 2013. 175с. Доступно в ЭБС "Консультант студента"

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://fizrast.ru> (свободный доступ)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;
- материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включая лабораторное оборудование;
- лицензионное программное обеспечение: *Windows, Microsoft Office*;
- обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

ресурсам.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122), Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Приказ Минобрнауки РФ от 20.10.2021 № 951).

Авторы:

Авторы _____ Сеницына Ю.В.

Рецензент(ы) _____ Воденев В.А.

Заведующий кафедрой _____ Брилкина А.А.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 18 января 2022 года, протокол № 4.