

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Биологического института

Д.С. Воробьев

« 09 » февраля 2025г.



ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальной дисциплине
соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-
педагогических кадров в аспирантуре

1.5.21 Физиология и биохимия растений

шифр и наименование научной специальности

Авторы-разработчики:



*Головацкая Ирина Феокистовна, доктор биологических наук, доцент, профессор
кафедры физиологии растений, биотехнологии и биоинженерии, руководитель ОП*

1 Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре 1.5.21 Физиология и биохимия растений (далее - Программа), сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру НИ ТГУ.

Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке или на английском языке для абитуриентов из стран дальнего зарубежья, поступающих на обучение по PhD программе.

Форма, процедура сдачи вступительного испытания, а также шкала оценивания и критерии оценки ответов экзаменуемого, установленные Программой, не зависят от языка проведения вступительного испытания.

1.2. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора НИ ТГУ, действующими на текущий год поступления.

1.3. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

2. Форма, структура, процедура, программа вступительного испытания и шкала оценивания ответов

2.1. Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в форме экзамена (письменно, устно или сочетанием обеих форм) в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой.

Структура экзамена:

В билет входят основные и дополнительные вопросы из разных разделов настоящей программы п. 2.4. Тестовые задания составлены в соответствии с программой вступительных испытаний.

2.2. Процедура проведения экзамена представляет собой сдачу экзамена в очной форме и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний):

1) очно и дистанционно; 2) только дистанционно; 3) только очно.

Для дистанционных вступительных испытаний используются платформа «Среда электронного обучения iDO» и другие программы для организации видеоконференций. Для наблюдения за участниками экзамена и идентификации их личности в НИ ТГУ создана система прокторинга. Проктор (наблюдатель) перед началом каждого экзамена при помощи веб-камеры абитуриента проводит инструктаж и собеседование по вопросам организации и проведения экзамена, идентификацию личности путем сравнения фото в паспорте и лица сдающего (абитуриент показывает в веб-камеру свой паспорт в развернутом виде рядом со своим лицом).

Видео, транслируемое с веб-камеры участника экзаменов, доступно проктору для наблюдения и записывается на сервер для дальнейшего просмотра при возникновении спорных ситуаций.

2.3. Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

2.4. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ЭКЗАМЕНОВ В АСПИРАНТУРУ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1.5.21 Физиология и биохимия растений

Раздел 1. Физиология растений

Тема 1. Введение в физиологию растений

Предмет, объекты, цели, задачи и перспективы развития науки. Роль растений в эволюции и поддержании жизни на земле. Особенности растительного организма. Значение растений для человека. Физиология растений, как наука о жизнедеятельности растений, ее разделы.

Тема 2. Физиология растительной клетки

Клетка, как структурная и функциональная основа растительного организма. Организация растительной клетки, основные отличия от животной клетки. Генетический аппарат растительной клетки: ядерный, хлоропластный, митохондриальный. Строение ДНК; структура и транскрипция гена. Включение и выключение генов. Синтез белка. Жидкостно-мозаичная модель мембраны. Особенности мембран различных клеточных структур. Плазмалемма и тонопласт, их строение и функции. Вакуоль и ее роль в растительной клетке. Значение мембран в компартментации метаболизма. Пластидная система в клетке растения. Гипотеза эндосимбиотического происхождения хлоропластов и митохондрий. Структура и биосинтез клеточной стенки. Участие аппарата Гольджи в синтезе компонентов плазмалеммы и клеточной стенки. Эндоплазматический ретикулум, его функции. Плазмодесмы: строение и функции. Апопласт и симпласт, их структурная основа и значение для интеграции физиологических процессов. Онтогенез растительной клетки.

Тема 3. Фотосинтез

Лист как орган фотосинтеза растений, осуществляющий поглощение света, газообмен,

транспорт продуктов фотосинтеза. Структурная организация фотосинтетического аппарата. Строение хлоропласта: мембраны оболочки, тилакоиды, граны, строма.

Общее уравнение фотосинтеза. Световые и темновые фазы фотосинтеза; основные продукты световых и темновых реакций. Пигментные системы растений, их участие в процессе фотосинтеза. Хлорофиллы: особенности строения, физические и химические свойства, спектры поглощения. Участие хлорофилла в поглощении и преобразовании световой энергии. Понятие о реакционном центре и светособирающем комплексе. Компоненты электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) фотосинтеза. Представление о совместном функционировании фотосистемы I и II. Образование "восстановительной силы". Реакции, связанные с выделением кислорода при фотосинтезе. Организация компонентов ЭТЦ в тилакоидной мембране. Образование трансмембранного протонного градиента в процессе фотосинтетического электронного транспорта. Роль мембраны. Фотофосфорилирование (нециклическое, циклическое и псевдоциклическое). Сопрягающий фактор (АТФ синтаза), строение, механизм действия.

Темновая стадия фотосинтеза: связь между фотосинтетической ассимиляцией CO_2 и фотохимическими реакциями. С-3 путь фотосинтеза. Локализация темновых реакций в хлоропласте. Характеристика рибулозобисфосфаткарбоксилазы (Рубиско), осуществляющей фиксацию углекислоты. Цикл Кальвина или восстановительный пентозофосфатный цикл: акцептор углекислоты, промежуточные соединения, регенерация акцептора, конечный продукт. Транспорт продуктов фотосинтеза и энергии из хлоропласта. Синтез сахарозы и крахмала. Роль хлоропласта в усвоении азота и серы у растений. Фотодыхание. Оксигеназная функция Рубиско. Распределение потоков углерода в фотосинтетическом и фотодыхательном циклах у С-3 видов растений. Физиологическая роль фотодыхания. С-4 путь фотосинтеза (цикл Хэтча-Слэка-Карпилова): акцептор CO_2 , продукты фиксации, участие фосфоэнолпируваткарбоксилазы (ФЭПКo) и Рубиско. Кооперативное взаимодействие клеток мезофилла и обкладки при ассимиляции углекислоты по С-4 пути. Усвоение углекислоты при фотосинтезе по САМ-типу у суккулентов; сходство и отличие с фиксацией по С-4 типу. Циркадная ритмика кислотности.

Регуляция фотосинтеза на уровне хлоропласта, клетки, ткани, листа и целого растения. Показатели, используемые для оценки интенсивности процесса фотосинтеза. Роль устьичной проводимости и Рубиско в регуляции процесса ассимиляции углекислоты. Зависимость газообмена растения от внешних факторов. Кривые зависимости интенсивности фотосинтеза от ФАР и концентрации углекислоты: интерпретация кривых зависимости. Зависимость фотосинтеза от условий минерального питания. Водный режим и фотосинтез у С-3 и С-4 и САМ видов растений. Онтогенетические аспекты фотосинтеза. Фотосинтез как основа продукционного процесса. Фотосинтез целого растения. Интенсивность ассимиляции углекислоты, как показатель биопродуктивности. Фотосинтез и урожай. Фотосинтез и проблема поддержания газового состава атмосферы.

Тема 4. Дыхание растений

Биологическая роль дыхания в растительной клетке. Этапы дыхания, организация процесса во времени и в пространстве клетки, ткани, органа. Гликолиз, его физиологическое значение. Субстратное фосфорилирование. Регуляция процесса гликолиза. Гексозомонофосфатный путь дыхания. Его особенности и физиологическое значение. Структура и функции митохондрий. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса), его

физиологическое значение. Структура ЭТЦ дыхания, ее основные компоненты. Альтернативный путь транспорта электронов. Механизм сопряжения транспорта электронов и фосфорилирования. Хемиосмотическая гипотеза окислительного фосфорилирования Митчелла. Энергетический выход процесса дыхания. Дыхательный контроль. Механизмы регуляции процесса дыхания. Транспорт продуктов дыхания из митохондрий. Интенсивность дыхания как показатель, характеризующий процесс дыхания. Зависимость дыхания от внешних условий. Изменение интенсивности дыхания в онтогенезе растений. Взаимосвязь дыхания с другими физиологическими процессами (фотосинтезом, поглощением ионов, усвоением азота, водным обменом). Использование промежуточных продуктов дыхания. Дыхание как звено продукционного процесса. Функциональные составляющие дыхания (дыхание роста, поддержания, транспорта ионов). Значение альтернативных путей дыхания в устойчивости растений к неблагоприятным воздействиям среды.

Тема 5. Водный обмен растений

Вода и жизнедеятельность растений. Роль растений в круговороте воды в биосфере. Структура и физические свойства воды, определяющие ее уникальную роль в живых организмах. Состояние воды в клетке. Набухание биокolloидов, гидратация молекул. Вода, как структурный компонент растительной клетки, ее участие в биохимических реакциях. Количество потребляемой растением воды, содержание воды в клетках, тканях и органах. Показатели водного режима растений: активность воды, осмотический потенциал, водный потенциал. Белки водных каналов (аквапорины) плазмалеммы и тонопласта. Основные закономерности поглощения воды клеткой: взаимосвязь между изменениями водного потенциала клетки, водного потенциала раствора и водного потенциала давления. Влияние водного стресса, оцениваемого по изменению водного потенциала, на обмен веществ и активность некоторых ферментов. Использование водного потенциала для характеристики устойчивости растений к водному стрессу. Движущие силы водного тока в системе "почва-растение-атмосфера". Транспорт воды по растению. Структурная основа системы транспорта воды. Определение понятий "нижнего" и "верхнего" двигателей водного тока. Корневое давление, гуттация, "плач" растений. Транспирация и ее роль в жизни растений. Устьица, механизм устьичных движений. Регуляторная роль устьиц в водо- и газообмене. Понятие "сопротивление" в применении к водному току. Особенности водообмена у растений разных экологических групп. Пути адаптации растений к недостатку влаги (синтез осмотически активных веществ, регуляция транспирации, морфологические особенности строения корневых систем и листьев).

Тема 6. Минеральное питание растений. Функции корней

6.1 Круговорот элементов минерального питания в биосфере. Роль растений. Элементарный химический состав растений. Макро- и микроэлементы. Функциональная классификация элементов минерального питания. Содержание и соотношение минеральных элементов в почве и растениях и факторы их определяющие.

6.2 Корень - орган поглощения минеральных веществ, воды и место специфических синтезов. Генотипические особенности строения корневой системы у разных видов растений. Значение зон роста корня. Рост корня, как основа поступления элементов минерального питания. Система взаимодействия "корень-почва".

6.3 Поглощение минеральных веществ растением

Поступление ионов в апопласт. Физико-химические свойства клеточной стенки. Понятие свободного пространства (СП); механизмы поступления ионов в СП и значение этого этапа поглощения. Транспорт ионов через мембраны. Понятие пассивного и активного транспорта ионов. Уравнение Нернста. Движущие силы переноса ионов через мембраны. Образование и поддержание градиента электрохимического потенциала. Протонные и непротонные помпы, пирофосфатазы, действующие на плазмалемме и тонопласте. Вторичный активный транспорт ионов. Портерные системы. Кинетический подход и теория переносчиков. Использование V_{max} и K_m уравнения Михаэлиса-Ментен для характеристики транспортных систем. Ионные каналы растений, особенности их функционирования. Поступление ионов в корень. Понятие о потоках ионов и модели поступления ионов в корень. Радиальный транспорт ионов в корне, поступление ионов в проводящую систему (ксилему), дальний транспорт ионов по растению. Взаимосвязь поглощения и передвижения по растению элементов минерального питания и воды. Значение работ Д.А. Сабина. Взаимосвязь поступления ионов и их превращения с процессами дыхания. Синтетическая функция корня. Понятие круговорота и реутилизации веществ в растении. Рост и накопление элементов минерального питания в растении; регуляция поступления ионов на уровне целого растения. Генотипические различия в минеральном питании растений разных видов и сортов. Минеральное питание и продукционный процесс.

6.4 Физиологическая роль макроэлементов

Азот. Круговорот азота в природе. Особенности азотного обмена растений. Источники азота для растений. Симбиотическая фиксация молекулярного азота. Механизмы восстановления молекулярного азота. Структурные характеристики и функционирование нитрогеназы. Минеральные формы азота, используемые растениями. Преимущества и недостатки окисленной и восстановленной формы азота. Работы Д.Н. Прянишникова. Реакции и ферменты восстановления нитрата у растений. Нитратредуктаза: структура фермента и регуляция активности и синтеза. Усвоения аммонийного азота; локализация реакций в клетке и характеристика ферментов (глутаматдегидрогеназы, глутаминсинтетазы, глутаматсинтазы). Дискуссия об альтернативных путях усвоения минерального азота. Ассимиляция азота и фотосинтез; участие хлоропласта. Взаимосвязь процессов азотного обмена и дыхания. Реакции переаминирования. Видовая специфика усвоения разных форм азота. Особенности поступления и включения в обмен аммиачного и нитратного форм азота. Роль корней и зеленых органов в усвоении азота растением, видовая специфика. Запасные и транспортные формы минерального и органического азота. Накопление нитрата в тканях. Компартиментация нитрата в клетке. Круговорот азота по растению, реутилизация азота. Поступление, усвоение, накопление и распределение азота в зависимости от условий среды; моделирование процесса в связи с ростом и продуктивностью растений. Использование активности нитратредуктазы, как теста на продуктивность и устойчивость растений к неблагоприятным воздействиям.

Сера. Круговорот серы в природе. Поступление серы в растение, реакции восстановления и ассимиляции; связь с фотосинтезом. Серосодержащие соединения. Роль сульфгидрильной и дисульфидной серы в белковых молекулах. Глутатион и фитохелатины, их функции у растений.

Фосфор. Особенности поступления фосфора в растение. Формы минерального фосфора в тканях и их функции. Типы органических фосфорсодержащих соединений в клетке, их функциональная роль и распределение по клеточным компартаментам. Примеры использования энергии АТФ в реакциях синтеза и транспортных процессах. Накопление соединений фосфора

в различных органах, транспорт Р-содержащих веществ по растению.

Калий. Содержание калия в клетке, тканях и органах растения, форма, в которой он накапливается. Особенности поступления калия из среды в растение. Передвижение калия по растению. Физиологические функции калия: поддержание ионного баланса, осморегуляция, регуляция транспорта ионов. Калий и механизм устьичных движений. Роль калия в поддержании клеточных структур и регуляции ферментных систем.

Кальций. Значение кальция в обмене растительного организма. Содержание и соединения кальция в растении. Распределение кальция в клетке и клеточных структурах. Системы транспорта Ca^{2+} в клеточных мембранах. Особенности поступления кальция из среды в корень. Роль кальция в формировании клеточной стенки и регуляции проницаемости клеточных мембран. Кальций и приспособление растений к действию неблагоприятных факторов (рН, тяжелые металлы и др.). Регуляторная функция Ca^{2+} , его участие в передаче сигналов от рецепторов и в формировании ответа клетки на различные воздействия.

Магний. Магний как один из необходимых для жизни элементов. Содержание и формы магния в растениях. Перераспределение и реутилизация магния в растении. Функциональная роль магния (магний в составе хлорофилла, ферменты, активируемые магнием).

6.5 Микроэлементы и их роль в жизни растений

Элементы, входящие в группу микроэлементов, их содержание и формы соединений в растениях. Особенности поступления железа в растения. Металлы как компоненты макромолекул и активаторы ферментов. Участие микроэлементов в формировании и функционировании ЭТЦ дыхания и фотосинтеза, их роль в азотном обмене. Ферменты, активируемые Mn, Zn. Супероксиддисмутазы и инактивация кислородных радикалов. Роль В и Сl.

6.6 Биогеохимические провинции

Учения В.Н. Вернадского, А.П. Виноградова и В.В. Ковальского. Типы биогеохимических провинций.

Тема 7. Рост, развитие и гормональная регуляция

Определение понятий "рост" и "развитие" организмов. Общие закономерности роста. Большая кривая роста; показатели, характеризующие ростовой процесс. Фазы роста клетки: эмбриональная, растяжения, дифференцировки. Их физиологические особенности. Тотипотентность растительной клетки. Типы роста у растений: апикальный, интеркалярный, радиальный, базальный, равномерный. Особенности роста различных органов растения (корня, стебля, листа). Суточная и сезонная периодичность роста. Физиология покоя. Влияние на рост растений и его органов факторов среды (доступности элементов минерального питания и воды, значений рН, температуры, освещенности). Основные этапы онтогенеза растений. Фотопериодизм; роль фитохромов, криптохромов и фототропинов. Фотопериодические группы растений. Работы М.Х. Чайлахяна о физиологических особенностях растений разных фотопериодических групп.

Гормональная система растений: классификация фитогормонов и принципы их функционирования. Ауксины, гиббереллины, цитокинины, этилен, абсцизовая кислота, брассиностероиды, жасмонаты, пептидные гормоны, салициловая кислота, стриголактоны, мелатонин; их физиологическая активность и роль в регуляции роста и развития. Общие и специфические аспекты физиологического действия отдельных фитогормонов. Основные механизмы регуляции обмена веществ у растений: на уровне генов, мембран, ферментов.

Ростовые и тургорные движения растений. Тропизмы, их гормональная природа. Настии. Нугации.

Тема 8. Устойчивость растений к неблагоприятным экологическим факторам

Устойчивость как приспособление растений к условиям существования. Общие принципы ответной реакции растений на неблагоприятное внешнее воздействие. Механизмы адаптации растений к условиям внешней среды и изменения обменных процессов на уровне клетки и органов растений. Роль мембран в обеспечении устойчивости растений. Стрессовые белки.

Нарушения обмена в условиях водного дефицита. Физиолого-биохимические механизмы, обеспечивающие засухоустойчивость. Показатели, используемые для оценки устойчивости растений к недостатку влаги. Засоление почв и группы растений, различающиеся по солеустойчивости. Механизмы солеустойчивости и методы ее повышения. Кислотоустойчивость растений. Реакция растений на действие неблагоприятных температур. Жароустойчивость. Холодо- и морозоустойчивость растений. Способы повышения холодостойкости растений. Растение и загрязнение окружающей среды.

Тема 9. Устойчивость растений к патогенным микроорганизмам

Физиолого-биохимические основы устойчивости высших растений к патогенным микроорганизмам. Имунитет растений. Конституционные и индуцированные механизмы защиты растений. Теории Н.И. Вавилова, Г. Флора и др. Фитоалексины, фитоантисипины, фитонциды. Пути повышения устойчивости растений к инфекционным и неинфекционным заболеваниям.

Раздел 2. Биохимия растений

Тема 10. Введение в биохимию растений

Введение. Предмет и задачи фитохимии в освоении растительных ресурсов. Роль фитохимии для развития других биологических наук: ресурсоведения, хемотаксономии. Классификация природных соединений. Вещества первичного и вторичного синтеза.

Тема 11. Углеводы

Углеводы, их классификация и распространение. Редкие углеводы. Применение углеводов в медико-фармацевтической практике и других областях. Органические кислоты: их строение, свойства, распространение и применение.

Тема 12. Липиды

Роль липидов в растениях. Классификация жиров. Основные жирные кислоты, входящие в состав растительных масел. Биосинтез жиров и факторы, влияющие на накопление жиров. Свойства жиров. Применение жиров и липидов.

Фитоэкдистероиды. Открытие экдистероидов. Распространение в растительном мире. Различные подходы к поиску источников фитоэкдистероидов. Распределение фитоэкдистероидов в соответствии с числом атомов углерода. Локализация в растениях. Современное определение. Классификация. Биосинтез фитоэкдистероидов. Методы обнаружения экдистероидов в растениях. Распределение экдистероидов в процессе развития растительного организма. Физико-химические свойства. Выделение индивидуальных

экдистероидов из растительного сырья, разделение на индивидуальные и установление структуры с помощью современных физико-химических методов исследования на примере некоторых видов семейства Гвоздичных. Предполагаемые функции фитоэкдистероидов. Хемотаксономическое значение фитоэкдистероидов. Применение фитоэкдистероидов. Полиоксистероиды витанолиды.

Тема 13. Терпены и терпеноиды

Терпены и терпеноиды, их классификация. Представители отдельных групп терпеноидов, их строение и распространение. Биогенез терпеноидов в растениях. Эфирные масла – источник терпеноидов. История изучения эфирных масел. Нахождение эфирных масел в растениях. Применение эфирных масел в медицине и других областях народного хозяйства. Значение эфирных масел для растений и закономерности в динамике их накопления. Способы получения эфирных масел. Методы исследования эфирных масел, Хроматографический метод. Различные виды хроматографии. Лактоны, их строение. Сесквитерпеновые лактоны, их распространение. Биологические свойства. Методы выделения и изучения лактонов.

Смолы – природные вещества растительного происхождения Состав смол. Дитерпеноиды, представители. Политерпеноиды: каучук, гута, чикл, их строение, свойства, распространение, применение.

Тема 14. Алкалоиды

Классификация алкалоидов. История изучения алкалоидов. Роль и биосинтез алкалоидов в растениях. Распространение алкалоидов в растительном мире. Локализация алкалоидов в растениях. Физико-химические свойства алкалоидов. Динамика алкалоидности растений в процессе онтогенетического развития. Влияние внешних факторов на содержание алкалоидов в растениях. Методы определения алкалоидов в растительном сырье. Представители различных классов алкалоидов, их строение, свойства, применение.

Тема 15. Гликозиды

Классификация гликозидов. Строение гликозидов – представителей различных групп, их свойства. История изучения гликозидов. Сердечные гликозиды, их классификация, представители, распространение в растительном мире. Выделение сердечных гликозидов из растительного сырья и принципы установления их состава. Биологические методы установления силы действия сердечных гликозидов, содержащихся в различном растительном сырье. Значение сердечных гликозидов для медицины.

Сапонины. Особенности строения стероидных и тритерпеновых сапонинов, их физико-химические свойства, распространение в растениях. Медицинское значение стероидных сапонинов и их распространение в растениях.

Антраценпроизводные и их гликозиды, строение, распространение, локализация, медико-биологическое значение. Применение гликозидов всех групп. Биосинтез гликозидов.

Тема 16. Фенольные соединения

Фенольные соединения и их классификация. Фенольные соединения с одним ароматическим кольцом (простые фенолы, фенолокислоты, фенолоспирты, ацетофенолы, физико-химические свойства, представители отдельных групп, распространение и применение.

Классификация кумаринов, локализация и их биосинтез. Распространение кумаринов в

природе. Физико-химические свойства, медико-биологическое значение кумаринов. Обнаружение, выделение и количественное определение кумаринов в растениях и сырье. Представители отдельных групп кумаринов, их строение

Флавоноидные гликозиды. Распространение флавоноидов в природе. Выделение флавоноидов из растительного сырья. Методы исследования флавоноидов. Медико-биологическое значение флавоноидов.

Полимерные фенольные соединения. Дубильные вещества, их классификация. Конденсируемые и гидролизуемые вещества, их строение, физико-химические свойства, представители. Распространение дубильных веществ и их применение в медицине. Полифенольные соединения и их распространение в природе.

Тема 17. Биохимические взаимодействия между высшими растениями, между высшими растениями и животными

Аллелопатия у растений. Экологическое значение аллелопатии. Взаимодействие культурных растений и сорняков. Аллелопатия и растения-интродуценты.

Биохимия опыления растений. Эстрогены растений. Гормоны линьки насекомых в растениях. Ювенильные гормоны насекомых в растениях. Взаимодействие насекомых и растений с помощью феромонов. Растительные ингибиторы плодовитости животных негормонального или неидентифицированного типа. Стимуляторы плодовитости.

Раздел 3. Биотехнология

Тема 18. Клеточная культура растительной ткани. Клональное размножение растений

Тотипотентность растительной клетки. Понятие «тотипотентности», «дифференцировки», «дедифференцировки». Методы культивирования отдельных клеток: метод «ткани-няньки», метод «кормящего слоя», «микрокапля», «плейтинг» и т.д. Типы дифференцировки: появление дифференцированных клеток в каллусной ткани, гистогенез, органогенез (ризогенез, геммогенез, гемморизогенез), соматический эмбриогенез (эмбриоидогенез). Факторы, влияющие на процессы дифференцировки. Типы культур клеток и тканей: классификация.

Клональное размножение растений.

Тема 19. Генетическая инженерия растений

Краткая история развития исследований по генной инженерии растений. Современные достижения и перспективы в области генетической инженерии. Прикладной характер генно-инженерных технологий. Значение генетической инженерии для промышленного производства, сельского хозяйства, медицины. Агробиотехнология в мире. Фармакогенетика. Перспективы генной инженерии растений в решении актуальных социально-экономических проблем. Понятие биологической безопасности и подходы к решению связанных с биобезопасностью вопросов в разных странах.

Технология создания генетически модифицированных растений. Сравнение методов создания генетически модифицированных растений с традиционными методами селекции. Создание генетических конструкций для экспрессии в растительных клетках. Системы отбора трансгенных растений. Трансгенные растения с новыми биотехнологическими свойствами:

трансгенные растения для фиторемедиации, изменение окраски цветов, изменение пищевой ценности растений, внешнего вида и качества плодов. Трансгенные растения для агробιοтехнологии: устойчивость к насекомым-вредителям и болезням, устойчивость к гербицидам.

**Основные вопросы к вступительному испытанию по образовательной программе
послевузовского профессионального образования специальности
1.5.21 Физиология и биохимия растений**

1. Физиология растений, предмет, цели и задачи, связь науки с другими науками.
2. История развития физиологии в России и ТГУ.
3. Клетка как структурная и функциональная единица растительного организма. Ее особенности строения и функции.
4. Особенности жизнедеятельности растительного организма.
5. Хлоропласт, строение, происхождение и биогенез.
6. Фотосинтетические пигменты, их роль в фотосинтезе.
7. Световая стадия фотосинтеза и ее продукты. Фотосинтетическая единица. Фотосистема. ЭТЦ фотосинтеза.
8. Темновая стадия фотосинтеза и ее продукты. С3-, С4- и МОКТ- метаболизм углерода.
9. Фотосинтез как основа продуктивности с.-х. растений.
10. Экология фотосинтеза растений.
11. Роль дыхания в жизни растений.
12. Функции гликолиза и цикла Кребса растений.
13. Сходство и различия фотофосфорилирования и окислительного фосфорилирования.
14. Экология дыхания растений.
15. Значение воды в жизнедеятельности растительного организма.
16. Водный баланс растений.
17. Поглощение воды растением.
18. Транспирация, биологическое значение.
19. Макроэлементы, их физиологическая роль в растении.
20. Микроэлементы, их физиологическая роль в растении
21. Биогеохимические провинции. Классификация
22. Рост и развитие растений.
23. Характеристика ростовых реакций. Большая кривая роста.
24. Покой растений. Методы снятия покоя.
25. Фитогормоны – эндогенные регуляторы роста и развития целостного растения.
26. Регуляторная роль света. Фитохром, криптохром и фототропины.
27. Движения растений: тропизмы, насти и нутации.
28. Фотопериодические группы растений.
29. Биологические ритмы жизнедеятельности растений.
30. Устойчивость растений к факторам среды.
31. Холодоустойчивость и морозоустойчивость растений.
32. Зимостойкость растений.
33. Приспособление растений к высоким положительным температурам.
34. Засухоустойчивость растений.

35. Солеустойчивость растений.
36. Использование физиологических методов и показателей в селекционном процессе, технологии возделывания с.-х. культур.
37. Иммуитет растений. Фитонциды и фитоалексины.
38. Использование тотипотентности клеток в биотехнологии и генной инженерии
39. Сравнение методов создания генетически модифицированных растений с традиционными методами селекции

Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет.

а) основная литература:

- Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. в 2-х томах. М.: Юрайт, 2016. 742 с.
- Медведев С.С. Физиология растений. С-Пб: БХБ-Петербург, 2013. 512 с.
- Лутова Л.А., Ежова Т.А., Додуева И.Е., Осипова М.А. Генетика развития растений. СПб.: Наука, 2010. 432 с.
- Физиология растений. Учебник для студентов биологических специальностей вузов /под. ред. И.П. Ермакова. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 640 с.
- Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений. Учебник. М.: Логос, 2001. 224 с.
- Лутова Л.А. Биотехнология высших растений: Учебн. Изд. 2-е, доп. и испр. СПб.: Изд-во С.-Петербур. Ун-та, 2010. 238 с.
- Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. 160 с.
- Карначук Р.А., Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Шумный В.К. Биотехнология и генная инженерия растений. Томск, 2006. 256 с.
- Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений: в 2 т.: Пер. с англ. М.: Мир, 1986.

б) дополнительная:

- Колесова М.А, Зуева А.А., Тырышкин Л.Г. Ревизия теории флора – “ген-на-ген” – для феноменов взаимодействия проростков зерновых культур с возбудителями ржавчин. Доклады российской академии наук. Науки о жизни. 2021. Т. 496. С. 19–23.
- Биологические ритмы. Под ред. Ю. Ашоффа. М.: Мир, 1984, т. I, 412 с., т. II, 262 с.
- Ермаков В.В. Концепция биогеохимических провинций А.П. Виноградова и ее развитие Геохимия, 2017, № 10, с. 875–890
- Чиркова Т.В., Семихатова О.А. Физиология дыхания растений. Спб: Изд-во СПб ун-та, 2001. 224 с.
- Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений. М.: Наука, 2002. 249 с.
- Головацкая И.Ф. Морфогенез растений и его регуляция. Часть 1: Фоторегуляция морфогенеза растений : учеб. пособие. Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. 172 с.
- Уоринг Ф., Филипс И. Рост растений и дифференцировка. М.: Мир, 1984.
- Мокроносков А.Т. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты.

- М.: Academia, 2006. 448 с.
- Бутенко Р.Г. Экспериментальный морфогенез и дифференциация в культуре клеток растений. 35-е Тимирязевское чтение. М.: Наука, 1975. – 51 с.
 - Жолкевич В.Н., Гусев Н.А., Капля А.В. и др. Водный обмен растений / Отв. ред. И.А. Тарчевский, В.Н. Жолкевич. М.: Наука, 1989. 256 с.
 - Волоотовский И.Д. Фитохром – регуляторный фоторецептор растений. Минск: Наука и техника, 1992. – 167 с.
 - Головацкая И.Ф., Карначук Р.А. Свет и растение. Учебн. пос. Томск: изд-во ТГУ, 1999. – 100с.
 - Дерфлинг К. Гормоны растений. М.: Мир, 1985. – 298 с.
 - Иванов В.Б. Клеточные основы роста растений. М.: Высшая школа, 1974. – 223 с.
 - Косулина Л.Г., Луценко Э.К., Аксенова В.А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды: Уч. пособие. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1993. 235 с.
 - Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растении. М.: Наука, 1976. 646 с.
 - Цельникер Ю.Л. Физиологические основы теневыносливости древесных растений. – Л.: Наука, 1979.
 - Чайлахян М.Х. Регуляция цветения высших растений. М.: Наука, 1988. – 560с.
 - Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений, 1983, 324 с.
 - Вахмистров Д.Б. Пространственная организация ионного транспорта в корне. 49 Тимирязевское чтение. М.: Наука, 1991. 49 с.
 - Головкин Т.К. Дыхание растений. Физиологические аспекты. СПб.: Наука, 1999. 204 с.
 - Запрометов М.Н. Фенольные соединения. М.: Наука, 1993. 270 с.
 - Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях. М.: Наука, 1986. 320 с.
 - Кретович В.Л. Усвоение и метаболизм азота у растений. М.: Наука, 1987. 486 с.
 - Львов Н.П. Молибден в ассимиляции азота у растений и микроорганизмов. 43-е Баховское чтение. М.: Наука, 1989. 86 с.
 - Медведев С.С. Электрофизиология растений. СПб.: изд-во СПб ун-та, 1998. 182 с.
 - Сабинин Д.А. Избранные труды по минеральному питанию растений. М.: Наука, 1971. 512 с.
 - Скулачев В.П. Биоэнергетика. Мембранные преобразователи энергии. Биохимия мембран. М.: Высшая школа, 1990.
 - Фотосинтез. Под ред. Говинджи. Т. 1, 2. М.: Мир, 1987. 470 с.
 - Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. М.: Мир, 1988. 568 с.
 - Эдварде Дж., Уоквр Д. Фотосинтез С-3 и С-4 растений: механизмы и регуляция. М.: Мир, 1986. 598 с.
 - Атанасов А. Биотехнология в растениеводстве. Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 1993. 241 с.
 - Головкин Б.Н., Руденская Р.Н., Трофимова И.А., Шретер А.И. Биологически активные вещества растительного происхождения. В 3 т. / Отв. ред. В.Ф. Семихов. М.: Наука, 2001–2002.
 - Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М.: Наука, 1964. 272 с.
 - Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: Учеб.-справ. пособие. 2-е изд., испр. и доп. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. 496 с.

- Гвоздева Е.С., Дейнеко Е.В., Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Уварова Е.А., Пермякова Н.В. Практикум по генетической инженерии и молекулярной биологии растений. Томск: Томский государственный университет, 2013. 96с.
- Карначук Р.А., Дорофеев В.Ю., Гвоздева Е.С., Медведева Ю.В., Песяк С.В. Практикум по биотехнологии растений. Томск: Томский государственный университет, 2010. 72 с.
- Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.Л. Молекулярная биология. Изд-во Мир. 2003. 544 с.
- Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. М.: Академия, 2001. 978 с.
- Филиппович Ю.Б. Основы биохимии. М.: Агар, 1999.

в) ресурсы сети Интернет:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

г) профессиональные базы данных:

- Кузнецов В.В. Физиология растений : учебник для вузов / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 437 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-20453-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/558171>.
- Чуб В.В. Рост и развитие растений. http://herba.msu.ru/russian/departments/physiology/spezkursi/chub/index_7.html
- Кольман Я., Рем К.-Г., Вирт Ю. Наглядная биохимия <http://www.xumuk.ru/biochem/>
- Физиология растений: журнал / Рос. АН, Ин-т физиологии растений им. К.А. Тимирязева М.: Наука, 1954–2024 – Доступ к электронной версии журнала в сети ТГУ через Электронную библиотеку eLIBRARY.RU – <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8253> –
- Агрохимия : журнал/ Рос. АН – Доступ к электронной версии журнала в сети ТГУ через Электронную библиотеку eLIBRARY.RU – <https://www.elibrary.ru/contents.asp?selid=18128183&issueid=1053227>
- Сельскохозяйственная биология журнал : журнал/ АНО Редакция журнала "Сельскохозяйственная биология" – Доступ к электронной версии журнала в сети ТГУ через Электронную библиотеку eLIBRARY.RU – <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=9092>
- Plant Physiology – <http://www.plantphysiol.org>
- Plant and Cell Physiology Oxford Journals – <http://pcp.oxfordjournals.org>

- Plant and Soil – <https://www.springer.com/journal/11104>
- Plant, Soil and Environment – <https://www.agriculturejournals.cz/web/pse/>
- Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science – <https://www.tandfonline.com/journals/sagb20>
- Journal of Soil Science and Plant Nutrition – <https://www.springer.com/journal/42729>
- International Journal of Plant & Soil Science – <https://www.journalijpss.com/index.php/IJPSS>
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. – <http://www.elibrary.ru>
- реферативный журнал Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) – <http://www.viniti.ru>

Устный /письменный экзамен

В программе приведены примерные билеты вступительного экзамена. Билет формируется из трех вопросов, из разных разделов программы.

Примерные билеты вступительного экзамена по дисциплине «Физиология и биохимия растений»

Билет № 1

1. Фотосинтетические пигменты, их роль в фотосинтезе. Методы определения содержания пигментов в растении.
2. Засухоустойчивость растений. Примеры использования физиологических методов и показателей в технологии возделывания с.-х. культур при засухе.
3. Белки. Строение и функции. Биосинтез белков.

Билет № 2

1. Углеводы. Строение и функции.
2. Приспособление растений к низким положительным температурам. Примеры использования физиологических методов и показателей в технологии возделывания с.-х. культур при гипотермии.
3. Клеточная культура растительной ткани.

Билет № 3

1. С3-метаболизм углерода в растении. Написать реакции.
2. Биохимические взаимодействия между высшими растениями.
3. Сравнение методов создания генетически модифицированных растений с традиционными методами селекции.

2.5. Шкала оценивания ответов на экзамене:

неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
до 59 баллов	60 - 75 баллов	76 - 84 баллов	85 - 100 баллов

Общая продолжительность экзамена составляет 45 минут.

Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Минимальное количество баллов

для успешного прохождения экзамена – 60. Поступающий, набравший менее 60 баллов за экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

Таблица критериев оценки устных и письменных ответов (при наличии)

Вид деятельности		
Оценка	Балл	Уровень владения темой
неудовлетворительно	до 59	Затруднение дать ответ на предложенный билет и определений основных понятий в рамках программы по выбранной направленности, не даны ответы или допускаются грубые существенные ошибки при ответах на дополнительные вопросы или при ответе на дополнительный билет.
удовлетворительно	60-75	Владение базовыми понятиями в рамках программы по выбранной направленности, однако имеются затруднения полностью и исчерпывающе раскрыть механизмы описываемых биологических процессов, наличие трудностей в ответах на дополнительные вопросы
хорошо	76-84	Полное владение теоретическими навыками в рамках программы по выбранной направленности, допущение незначительных ошибок при описании механизмов описываемых биологических процессов, быстрое исправление своих ошибок при ответах, на дополнительные вопросы
отлично	85-100	Исчерпывающее владение знаниями в рамках программы по выбранной направленности, отсутствие ошибок при раскрытии механизмов описываемых биологических процессов, отсутствие трудностей в ответах на любые дополнительные вопросы

2.6. Тестирование

Экзамен может проходить в дистанционной форме на платформе «Среда электронного обучения iDO» и с помощью других программ для организации видеоконференций.

Тест ориентирован на проверку теоретических знаний. Тестовые задания составлены в соответствии с программой вступительных испытаний. Абитуриенту предлагается 20 тестовых заданий с выбором одного варианта ответа. Время, отведенное на экзамен - 20 минут.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ (ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ)

1. Установить соответствие. Установите соответствие характерных представителей для групп пигментов растений: 1 фотосинтетические пигменты, 2 сенсорные пигменты, 3 вакуолярные пигменты; а – фикоцианобилин, б – цианидин, в – фототропин, г – хлорофилл, д – фитохром, е – каротин, ж – ксантофилл, з – криптохром.

2. Выбор значения. Приведите длину волны солнечного излучения, обеспечивающую прохождение фотосинтеза. Ответ дайте в нанометрах: 350, 395, 410, 550, 680, 700, 720, 800 и 900 нм

3. Ответ да/нет. Все ли из указанных явлений относятся к характеристикам фотосинтеза? Ассимиляция углекислоты, фотофосфорилирование, транспорт ИУК, перенос электронов.

Критерии оценки выполнения тестовых заданий. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов, которые может набрать абитуриент – 20. Время тестирования – 20 минут.

Количество баллов по тесту	Оценка
1 - 10	неудовлетворительно
11 - 14	удовлетворительно
15 - 17	хорошо
18 - 20	отлично

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми членами экзаменационной комиссии.