

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Физиология растений

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

06.03.01 - Биология

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.38 Физиология растений относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства | |
|--|---|--|--|---|
| | Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации |
| ОПК-2: Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания; | ОПК-2.1: Знает: основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у живых объектов, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии, биофизики ОПК-2.2: Умеет: - осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи; - выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды ОПК-2.3: Владеет: - навыками применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов | ОПК-2.1: Знает основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, ориентируется в современных методических подходах в области физиологии растений, концепциях и проблемах физиологии растений ОПК-2.2: Умеет осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательских задач в области физиологии растений; - выявлять связи физиологического состояния растений с факторами окружающей среды ОПК-2.3: Владеет навыками применения экспериментальных методов для оценки состояния растений | Задания Коллоквиум Контрольная работа Опрос Тест | Зачёт: Портфолио Экзамен: Контрольные вопросы Портфолио |
| ОПК-8: Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и | ОПК-8.1: Знает: - основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной | ОПК-8.1: Знает основные типы лабораторного оборудования, особенности растительных объектов, условия их содержания и работы с ними | Отчет по лабораторным работам Практическое задание | Зачёт: Портфолио Экзамен: Портфолио |

| | | | | |
|--|--|--|--|---------------------|
| лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты. | деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики ОПК-8.2: Умеет: - анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы ОПК-8.3: Владеет: - навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию | с учетом требований биоэтики ОПК-8.2: Умеет анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы при работе с растениями ОПК-8.3: Владеет навыками использования современного оборудования для исследований в области физиологии растений в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, вести дискуссию. | | Контрольные вопросы |
|--|--|--|--|---------------------|

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

| | |
|--|--------------|
| | очная |
| Общая трудоемкость, з.е. | 6 |
| Часов по учебному плану | 216 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | |
| - занятия лекционного типа | 58 |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 58 |
| - КСР | 3 |
| самостоятельная работа | 61 |
| Промежуточная аттестация | 36 |

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

| Наименование разделов и тем дисциплины | Всего (часы) | в том числе | | | |
|--|-----------------|--|--|--------|---|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы | Всего | |
| | 0 0 | 0 0 | 0 0 | 0 0 | 0 0 |
| Предмет, объекты, задачи, методы физиологии растений | 3 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| Физиология растительной клетки | 26 | 6 | 12 | 18 | 8 |
| Водный режим | 22 | 6 | 8 | 14 | 8 |
| Минеральное питание | 32 | 8 | 16 | 24 | 8 |
| Фотосинтез | 44 | 14 | 16 | 30 | 14 |
| Дыхание. | 18 | 8 | 2 | 10 | 8 |
| Стресс и устойчивость | 14 | 6 | 2 | 8 | 6 |
| Рост и развитие | 18 | 8 | 2 | 10 | 8 |
| Аттестация | 36 | | | | |
| КСР | 3 | | | 3 | |
| Итого | 216 | 58 | 58 | 119 | 61 |

Содержание разделов и тем дисциплины

Предмет, объекты, задачи, методы физиологии растений. Предмет, объекты, методы и задачи физиологии растений. Основные этапы развития физиологии растений. Роль Тимирязева, Прянишникова, Палладина, Туманова и др. ученых в создании отечественной школы физиологии растений. Основные направления развития физиологии растений в настоящее время. Значение физиологии растений в познании жизнедеятельности растительного организма и повышения его продуктивности. Физиология растений как фундаментальная основа экологических исследований. Физиология растительной клетки. Характерные качественные особенности процессов живого организма и, в частности, физиологических процессов, протекающих в растении (что такое "растение"?). Химический состав клетки: элементы клетки, их классификация; неорганические и органические молекулы, их роль. Химический состав и структура клеточной стенки на разных этапах ее онтогенеза. Роль клеточной стенки в жизнедеятельности растений. Апопласт. Мембраны растительной клетки: химизм, структура (модели строения), роль в жизнедеятельности клетки. Двумембранные органоиды клетки: ядро, митохондрии, пластиды. Строение, химический состав, функции. Одномембранные органоиды и структуры клетки: плазмалемма, ЭПР, аппарат Гольджи, вакуолярный аппарат (вакуоли, лизосомы, глиоксисомы), пероксисомы. Строение, химический состав, функции. Немембранные органоиды и структуры клетки: цитоплазматический матрикс (гиалоплазма), рибосомы. Строение, химический состав, функции. Симпласт. Роль клетки и клеточных структур в жизнедеятельности

растительного организма. Физико-химические свойства протоплазмы: вязкость, эластичность, электрические и коллоидные свойства.

Природа процессов диффузии и осмоса. Уравнение скорости диффузии Фика. Работы Дютроше, Пфеффера, Вант-Гоффа. Уравнение водного осмотического потенциала раствора Вант-Гоффа. Водный режим. Растительная клетка как осмотическая система. Поглощение воды растительной клеткой. Понятие о водных клеточном, осмотическом, гидростатическом потенциалах, обуславливающих поглощение воды клеткой. Избирательная проницаемость протоплазмы. Природа проницаемости мембран (белковой и липидной компоненты), активная роль цитоплазмы (физиологически кислые, щелочные, нейтральные соли). Структура и свойства воды, состояние её в тканях растений, роль в процессах жизнедеятельности. Водный баланс растений. Водный дефицит. Понятие метаболической воды. Источники доступной воды в почве. Значение градиента активности воды в почве, растении, воздухе для организации тока воды по растению. Физическая сторона транспирации. Применение законов испарения для определения скорости транспирации (законы Дальтона, Стефана). Влияние внешних факторов на интенсивность транспирации. Структурная организация корня как органа поглощения воды. Нижний концевой двигатель водного тока, механизм работы. Плач, гуттация.

Верхний концевой двигатель водного тока Устьичная и кутикулярная транспирация, физиологическое значение. Механизмы экзогенной и эндогенной регуляции транспирации. 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.). Стресс растений, фазы развития стресс-реакции (по Селье). Наиболее значимые стрессоры для растений. Засуха, метаболические изменения и перестройки в клетке при засухе. БТШ. Холодостойкость, морозостойкость и зимостойкость растений. Закаливание к низким температурам. Работы Туманова. Метаболические изменения и перестройки в клетке при низких температурах.

Минеральное питание. Плодородие почвы и определяющие его факторы. Типы почвенно-поглощающих комплексов по Гедройцу. Явление взаимодействия ионов. Антагонизм, синергизм, нейтрализм. Влияние кислотности среды на поглощательную деятельность корней. Полевой и вегетационный методы изучения корневого питания растений. Гидропоника: разновидности, плюсы и минусы в практике применения сельского хозяйства. Современные представления об основных этапах и механизмах поступления и передвижения минеральных веществ по растению (примеры диффузии, адсорбции, активного транспорта, пиноцитоза, мембранных переносчиков и др.). Активная роль корней в поглощении веществ и общей жизнедеятельности растений. Значение дыхания корневой системы растений. Физиологическая роль азота. Источники азота для растений. Круговорот азота в природе. Симптомы голодания, удобрения. Взаимосвязь азотного обмена и дыхания. Работы Прянишникова Д.Н. по изучению процессов поступления и превращения азота в растении. Роль аспарагина.

Современные представления о механизмах усвоения аммиачных и нитратных форм азота. Нитратредуктазный комплекс. Прямое восстановительное аминирование, переаминирование, амидирование, орнотиновый цикл. Физиологическая роль калия в растении, механизм его участия в важнейших метаболических процессах. Симптомы голодания, удобрения. Усвоение растениями фосфора и серы. Их физиологическая роль в растении. Круговорот в природе. Симптомы голодания, удобрения. Значение кальция и магния, их участие в метаболизме растений, физиологическая роль. Симптомы голодания, удобрения. Физиологическая роль микроэлементов – меди, железа и марганца в метаболизме растений. Симптомы голодания, удобрения. Физиологическая роль микроэлементов бора и цинка. Пути воздействия их на метаболизм растений. Симптомы голодания, удобрения.

Фотосинтез. Общая характеристика и значение фотосинтеза в жизни растений, его космическая роль. История открытия (Пристли, Сосюр, Лавуазье, Бородин, Тимирязев и др.) Основное уравнение фотосинтеза, его анализ. Хлоропласты: химический состав, структура мембран тилакоидов. Диморфизм хлоропластов, кранцанатомия. Онтогенез и филогенез хлоропластов. Этиопласты. Зеленые пигменты растений. Структура, химические свойства, хромофорные группы, оптические свойства. Понятие

тетрапиррола, порфирина, форбина, хлорина. Биосинтез зеленых пигментов в растениях (биохимия универсального и глутаматного путей синтеза порфобилиногена, схема синтеза протохлорофиллида и хлорофиллов). Каротиноиды. Представители, химические и оптические свойства, участие в фотосинтезе. Схема биосинтеза. Фикобилины и антоцианы – представители, химические и оптические свойства, физиологическое значение. Молекулярная организация фотосинтетического аппарата. Распределение пигментов в хлоропластах. Агрегированные формы хлорофилла: разнообразие, физиологическое значение. Пигмент-белковые комплексы. Фотосинтез как сочетание световых и темновых фаз. Характеристика основных этапов фотосинтеза (фотофизического, фотохимического, фотоэнзиматического и энзиматического). Световая фаза фотосинтеза. Типы возбужденных состояний хлорофилла, схема Яблонского. Фотоокисление воды. Строение и функции основных функциональных комплексов мембраны тилакоида: фотосистемы 1, фотосистемы 2, цитохромного комплекса, CF₀CF₁-комплекса. Понятие о фотосинтетической единице, светособирающем комплексе и реакционном центре фотосистемы. Первичное разделение заряда в реакционных центрах. Фотосинтез как результат совместного действия двух фотосистем. Компоненты цепи переноса электронов при фотосинтезе. Z-схема. Циклическое и нециклическое фотофосфорилирование, суммарные уравнения. Гипотезы, объясняющие его механизм (работы Ягендорфа, Митчелла). Темновая фаза фотосинтеза. Цикл Кальвина: этапы, КПД. СЗ-фотосинтез. Разнокачественность световых и темновых продуктов фотосинтеза. Особенности химизма темновой фазы фотосинтеза у растений тропического происхождения. Цикл Карпилова, Хэтча и Слэка, разделенный в пространстве. С4-синдром. САМ-растения. Цикл Карпилова, Хэтча и Слэка, разделенный во времени. Механизмы транспорта продуктов фотосинтеза на внутриклеточном, ближнем и дальнем этапах. Экзогенная и эндогенная регуляция фотосинтеза. Донорно-акцепторные взаимоотношения между органами растения. Фотодыхание (цикл гликолевой кислоты): химизм, клеточная локализация, физиологическая роль.

Дыхание. Сущность и значение процесса дыхания в жизни растений. Общее уравнение дыхания, его анализ. Дыхание на рост. Дыхание на поддержание. Дыхательный коэффициент. Развитие представлений о химической сущности процесса дыхания. Значение работ Баха, Палладина. Особенности анаэробных этапов дыхания у растений.

Основные группы дыхательных ферментов, их специфика у растений. Окислительное фосфорилирование. Хемииосмотическая теория П. Митчелла, объясняющая его механизм. Дополнительные компоненты ДЭТЦ митохондрий растений, их роль. Фотосинтез и дыхание – общность и отличие этих процессов (химизм, назначение, структура хлоропластов и митохондрий). Взаимосвязь фотосинтеза и дыхания.

Стресс и устойчивость. Стресс растений, фазы развития стресс-реакции (по Селье). Наиболее значимые стрессоры для растений. Засуха, метаболические изменения и перестройки в клетке при засухе. БТШ. 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.). Холодостойкость, морозостойкость и зимостойкость растений. Закаливание к низким температурам. Работы Туманова. Метаболические изменения и перестройки в клетке при низких температурах. Биотический стресс.

Рост и развитие. Рост растений: фазы роста, большая кривая роста, полярность, ритмичность, раздражимость. Особенности обмена веществ на разных этапах роста. Разнообразие меристем. Развитие, основные этапы онтогенеза, особенности обмена веществ на разных этапах развития. Физиологический и вынужденный покой. Индукция цветения. Фитохромы, криптохромы, фототропины: химизм, физиологическая роль. Общая характеристика фитогормонов, их классификация по химизму и физиологическим эффектам. Ауксины и цитокинины: химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства. Цитокинины, гиббереллины химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства. Этилен и брассиностероиды: химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства. Абсцизовая кислота и фенольные кислоты

(салицилат): химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа по освоению материала проводится к каждому практическому занятию с привлечением конспектов лекций, знаний, полученных на практических занятиях, основной и дополнительной литературы по всем темам курса.

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины: - изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины; - работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке; - изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет - написание отчетов по каждой из проделанных лабораторных работ; - подготовка к тестам и контрольным работам; - подготовка к устным опросам на лабораторных работах; - подготовка к экзамену.

Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине

Подготовка к тестам и контрольным работам и тестам. Контрольные работы и тесты представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин. При подготовке к тестированию и контрольной работе необходимо: 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины; 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме; 4) тщательно изучить лекционный материал и материалы докладов; 5) повторить материалы предшествующих дисциплин.

Рекомендации для подготовки к контрольной работе «Растительная клетка» 1. Знать химизм, структурную организацию и функции основных органелл и структур растительной клетки: клеточной стенки, плазмалеммы, цитоплазмы, ядра, пластид, митохондрий, вакуоли, лизосом, пероксисом, эндоплазматического ретикулума, аппарата Гольджи, рибосом. 2. Уметь объяснить функции органелл, исходя из особенностей их химического состава.

Рекомендации для подготовки к контрольной работе «Элементы минерального питания» 1. Уметь охарактеризовать биологическую роль в жизнедеятельности растения элементов: N, P, S, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, B по следующему плану: 2. Встречаемость элемента в окружающей среде, доступные и недоступные для растения формы. 3. Орган основного поступления элемента, распределение его по растительной клетке и всему растению в целом. 4. Физиологическая роль элемента (связать с биологической ролью веществ, содержащих данный элемент) 5. Специфические признаки голодания растения по элементу. 6. Наиболее распространенные удобрения, содержащие данный элемент.

Рекомендации для подготовки к контрольной работе по теме «Фитогормоны» 1. Знать критерии отнесения химического вещества к группе фитогормонов. 2. Знать химическую структуру и уметь узнавать формулы фитогормонов: ИУК, зеатина, гиббереллинов, брассиностероидов, этилена, абсцизовой кислоты. Знать органы, ткани, отвечающие за синтез этих фитогормонов.

3. Знать физиологическую роль основных групп фитогормонов, их участие в процессах регуляции роста и развития растений. Привести примеры практического использования этих фитогормонов в сельском хозяйстве. 4. Для систематизации знаний рекомендуется для каждой группы фитогормонов найти информацию по плану: 1. Название фитогормона (группы фитогормонов) Формула (уметь узнать молекулу) 2. Молекула - предшественник (из чего фитогормон синтезируется) 3. Орган, ткань, ответственные за синтез фитогормона 4. Физиологические эффекты 5. Примеры применения в практике сельского хозяйства (если применяется; если не применяется - по какой причине) Группы фитогормонов: Ауксины, Цитокинины, Гиббереллины, Брассиностероиды, Этилен, Абсцизовая кислота, Салициловая кислота (и другие фенольные кислоты)

Подготовка к опросам и коллоквиумам Устные опросы и коллоквиумы предполагает совместную деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи. Основной целью является формирование аналитического мышления при анализе информации, представляющей собой актуальную и неоднозначную проблему, затрагивающую интересы специалистов разного круга деятельности. При подготовке необходимо ознакомиться с научной и информационной периодикой, официальными документами и интернет-сайтами структур и предприятий, поддерживающих разные стороны проблемы. Одним из важных моментов является формирование собственной точки зрения, которую студенты должны аргументированно, теоретически обоснованно доказывать во время обсуждения спорного вопроса. Составление отчетов по лабораторным работам

Требования к составлению отчетов: отчеты должны быть написаны от руки в отдельной тетради. Оформление отчетов в печатной форме с использованием персонального компьютера отдельно обговаривается с преподавателем и допускается для лиц с особенностями здоровья, затрудняющими оформление рукописных отчетов. Отчеты, оформленные на отдельных листах, в конце семестра должны быть объединены/скреплены в единый документ. Отчет должен содержать название работы, описание принципа метода, хода работы с указанием необходимого оборудования. В случае количественного анализа обязательно наличие расчетной формулы с ее расшифровкой, собственных экспериментальных данных, их обсчета. При выполнении групповой работы отчет должен содержать сводную таблицу результатов всей группы. В случае качественного наблюдения отчет должен содержать иллюстрацию наблюдаемого явления (рисунок или фотографию) с подробным пояснением всех ее компонентов. Завершаться отчет должен подробным выводом с приведением полученных количественных результатов, анализом групповых результатов, теоретическим объяснением наблюдаемого явления, его роли в физиологии растений. Отчеты должны быть сданы преподавателю на проверку на следующем после выполнения занятия, но не позднее 2 рабочих дней после последнего занятия в семестре. Факт принятия отчета фиксируется подписью преподавателя с указанием даты.

Подготовка к экзамену Подготовка к экзамену является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Физиология растений». В начале изучения дисциплины рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет: а) уточняющих вопросов преподавателю; б) подготовки докладов по

отдельным темам; в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах; г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям. После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к зачету, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Опишите химизм, структуру, и функции хлоропластов. Какие особенности химического состава определяют их функции в клетке.
2. Опишите химизм, структуру, и функции митохондрий. Какие особенности химического состава определяют их функции в клетке.
3. Опишите химизм, структуру, и функции лизосом. Какие особенности химического состава определяют их функции в клетке.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|--|
| зачтено | Правильный ответ - не менее 50%. +1-3 балла портфолио. |
| не зачтено | Ответ неверный или отсутствует. 0 баллов в портфолио. |

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

Примерные вопросы к коллоквиуму «Физиология растительной клетки. Водный режим»

1. Химический состав клетки. Макро-, микро- и ультрамикроэлементы, их роль.
2. Основные неорганические и органические вещества растительной клетки, роль.
3. Мембрана, химизм и структура. Основные группы мембранных белков и липидов.
4. Коллоидные свойства цитоплазмы, золь-гель переходы.
5. Электрические свойства цитоплазмы, белок как буферная система, ИЭТ белка.
6. Эластичность, текучесть, вязкость. Плазмолиз и цитоториз.
7. Диффузия, закон Фика для неживых и живых систем, значение диффузии в жизни растения.
8. Осмос, работы Дютроше, Пфелфера, Вант-Гоффа.
9. Осмотическое давление цитоплазмы. Осмотические показатели по Уршпрунгу.
10. Проницаемость цитоплазмы.
11. Структура, химизм и функции органелл и структур растительной

клетки. 12. Структура и свойства воды, ее роль в жизнедеятельности растения. 13. Состояние воды в клетке. 14. Водный баланс, водный дефицит. Источники доступной воды для растения в почве. 15. Нижний концевой двигатель водного тока. Всасывающие зоны корневой системы растений, осмотический механизм движения воды по живым клеткам корня. Корневое давление. Плач, гуттация. 16. Верхний концевой двигатель водного тока. Устьичная и кутикулярная транспирация. Механизмы их регуляции

Примерные вопросы к коллоквиуму по теме «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, Ягендорффа). 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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

| Оценка | Критерии оценивания |
|--------------|--|
| превосходно | Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, свободное владение информацией из нескольких источников основной и дополнительной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами. +10 баллов в портфолио. |
| отлично | Полный ответ, демонстрирующий уверенные знания, с небольшими неточностями. Свободное владение информацией из нескольких источников основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами +9 баллов в портфолио. |
| очень хорошо | В целом хороший ответ с несколькими незначительными ошибками, Умение правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос. Владение информацией из нескольких источников основной литературы. Иллюстрация ответа полными общими схемами метаболических и физиологических процессов. + 8 баллов в портфолио. |
| хорошо | В целом хороший ответ с несколькими незначительными ошибками. Умение |

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------------|--|
| | правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос. Владение информацией как минимум из одного источника основной литературы. Иллюстрация ответа полными общими схемами метаболических и физиологических процессов. +7 баллов в портфолио. |
| удовлетворительно | В целом положительный ответ с 1-2 грубыми или 3-4 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос, сопоставить теоретические знания физиологических процессов с данными, полученными в ходе проведения практических занятий. Иллюстрация ответа устными описаниями метаболических и физиологических процессов. + 5-6 баллов в портфолио. |
| неудовлетворительно | Ответ с 3 и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие полной правильной формулировки ответа на вопрос даже с помощью преподавателя, знания фрагментарные. +2-4 балла в портфолио. |
| плохо | Ответ почти отсутствует, знания фрагментарные, нет понимания сути вопроса, либо ответ отсутствует +0-1 баллов в портфолио. |

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

Примеры заданий контрольной работы "Элементы минерального питания": (0-5баллов)

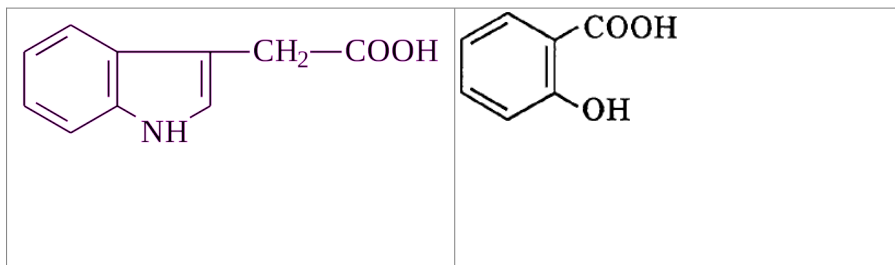
Охарактеризуйте биологическую роль в жизнедеятельности растения элемента Р по следующему плану:

1. Встречаемость элемента в окружающей среде, доступные и недоступные для растения формы.
2. Орган основного поступления элемента, распределение его по растительной клетке и всему растению в целом.
3. Физиологическая роль элемента (связать с биологической ролью веществ, содержащих данный элемент)
4. Специфические признаки голодания растения по элементу.
5. Наиболее распространенные удобрения, содержащие данный элемент.

Примеры вопросов контрольной работы "Фотосинтез" с развернутым ответом (0-5 баллов): Какое вещество является основным пигментом фотосинтеза? Обоснуйте свой выбор. Охарактеризуйте хлоропласт как биотрансформатор энергии. Какова роль фотосинтеза в общей продуктивности планеты?

Пример заданий контрольной работы "Фитогормоны" (0-5 баллов): Назовите фитогормоны. Укажите, из чего они синтезируются в клетке (название молекул предшественников либо название путей синтеза); органы/ткани, ответственные за их синтез; основные физиологические эффекты; примеры применения в сельском хозяйстве (если есть).

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|



| |
|--|
| |
|--|

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

| Оценка | Критерии оценивания |
|--------------|--|
| превосходно | Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение сопоставить теоретические знания физиологических процессов с результатами полученными в ходе проведения практических занятий, свободное владение информацией из нескольких источников основной и дополнительной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами. +5 баллов в портфолио. |
| отлично | Полный ответ, демонстрирующий уверенные знания, , умение сопоставить теоретические знания физиологических процессов с данными, полученными в ходе проведения практических занятий. Владение информацией из нескольких источников основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами +4,5 баллов в портфолио. |
| очень хорошо | В целом хороший ответ с несколькими незначительными ошибками, умение сопоставить теоретические знания физиологических процессов с данными, полученными в ходе проведения практических занятий. Умение правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос. Владение информацией как минимум из одного источника основной литературы. Иллюстрация ответа полными общими схемами метаболических и физиологических процессов. +4 балла в портфолио. |
| хорошо | В целом хороший ответ с одной грубой или 2-3 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя правильно и развернуто сформулировать ответ на поставленный вопрос, сопоставить теоретические знания физиологических процессов с данными, полученными в ходе проведения |

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------------|---|
| | практических занятий. Владение информацией как минимум из одного источника основной литературы. Иллюстрация ответа полными общими схемами метаболических и физиологических процессов. +3,5 балла в Портфолио. |
| удовлетворительно | В целом положительный ответ с 1-2 грубыми или 3-4 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос, сопоставить теоретические знания физиологических процессов с данными, полученными в ходе проведения практических занятий. Иллюстрация ответа устными описаниями метаболических и физиологических процессов. + 3 балла в портфолио. processes. + 3 points in portfolio. |
| неудовлетворительно | Ответ с 3 и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Фрагментарный ответ на вопрос, отсутствие взаимосвязи между отдельными частями ответа. +2 балла в Портфолио. |
| плохо | Ответ почти отсутствует, знания несистематические, нет понимания базовых понятий. +1 балл в Портфолио / ответ отсутствует - 0 баллов в портфолио. |

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

Вопросы к опросу "Химический состав клетки"

1. На чем основано разделение элементов на группы макро-, микро- и ультрамикроэлементы? 2. Каковы функции разных групп элементов в метаболизме клетки? 3. Соотнесите встречаемость элементов в растительной клетке и их сферах обитания (гидросфере, атмосфере, литосфере) с расположением элементов в Периодической системе элементов. 4. Какие свойства углерода объясняют его роль главного структурного элемента клетки? 5. Какова роль неорганических (органических) веществ в метаболизме растительной клетки?

Вопросы к опросу "Мембраны: химизм, структура, функции"

1. Чем похожи и чем различаются модели Даниэли и Даусона (модель бутерброда) и Зингера и Никольсона (жидкостно-мозаичная)? 2. Какими силами, связями, взаимодействиями поддерживается структура мембраны? 3. Какие группы белков/липидов входят в состав мембраны растений? 4. Каковы особенности жирнокислотного состава липидов мембран растений? 5. Какова метаболическая роль пластохинона? убихинона? 6. Уметь писать формулы (схемы) фосфолипидов, гликолипидов, убихинона и пластохинона.

Вопросы к опросу "Механизмы транспорта минеральных элементов"

Знать механизмы транспорта минеральных элементов по растению: диффузию, адсорбция, пиноцитоз, активный транспорт через мембраны (антипорт, симпорт, унипорт), облегченная диффузия. Соотносить отдельные этапы транспорта (клеточная стенка, мембрана, симпласт, апопласт, движение по

ксилемея/флоэме) с механизмами транспорта. Уметь обосновать значение дыхания корней в поглощении минеральных элементов.

Вопросы к опросу "Обмен азота в растении"

1. Доступные формы азота для растений, их поступление в почву и потери. 2. Нитрат- и нитритредуктаза. Локализация в растении. Механизмы работы. 3. Включение аммония в органические соединения: реакции прямого восстановительного аминирования, переаминирования, амидирования. 4. Общая характеристика орнитинового цикла. Роль в метаболизме растений.

Вопросы к опросу "Пигменты фотосинтеза: химизм, структура, функции"

1. Знать эмпирические формулы хлорофиллов а и b, феофитина, хлорофиллиновой кислоты, протохлорофилла, хлорофиллида, протохлорофиллида, каротинов, зеаксантина, лютеина, виолаксантина. 2. Знать общий план строения (основные блоки) молекул хлорофиллов, каротиноидов, фикобилинов; понятия порфирина, тетрапиррола, форбина, хлорина. 3. Объяснять функции хлорофиллов исходя из особенностей их структуры. 4. Роль каротиноидов - светосборщики, фотопротекторы, антиоксиданты.

Вопросы к опросу "Периодизация фотосинтеза. Z-схема"

1. Характеристика стадий и этапов фотосинтеза по месту протекания, скорости прохождения, характеру превращения энергии. 2. Химизм всех компонентов Z-схемы (белки, липиды, пигменты), распределение всех компонентов по основным функциональным комплексам (фотосистемы 1 и 2, цитохромный комплекс, АТФ-синтетаза) 3. Принцип организации Z-схемы. 4. Циклический и нециклический потоки электронов.

Вопросы к опросу "Цикл Кальвина. Фотодыхание"

1. Этапы цикла Кальвина: карбоксилирование, восстановительный, регенерация первичного акцептора. Реакции, ферменты. 2. Синтез продуктов цикла Кальвина, разнообразие углеводов. 3. КПД цикла Кальвина. 4. РуБисКо - строение, функции, регуляция. 5. Фотодыхание: химизм, роль.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|---|
| зачтено | Знание полное и устойчивое, умение систематическое, успешное, самостоятельное либо с небольшими пробелами, мало ошибок. + 1 балл в портфолио. |
| не зачтено | Неполное знание, грубые ошибки, знания фрагментарные, либо ответ отсутствует 0 баллов в портфолио. |

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

Тест "Растительная клетка":

1. (0,5балла) Рибосомы могут располагаться на мембранах...

А) вакуоли; Б) лизосомы; В) комплекса Гольджи; Г) каналов ЭПР.

2. (0,5балла) Процесс окислительного фосфорилирования протекает ...

А) в матриксе митохондрий; Б) на мембране митохондрий; В) в строме хлоропластов; Г) на мембране хлоропласта.

3. (0,5балла) Наиболее богатая липидами мембрана клетки – это...

4. (0,5балла) Найдите аналогию: Биосинтез углеводов = хлоропласт : биосинтез липидов = ?

Тест "Фотосинтез"

1. Укажите правильную последовательность этапов фотосинтеза

- 1) фотоэнзиматический
- 2) фотохимический
- 3) энзиматический
- 4) фотофизический

А) 3241 Б) 4213 В) 2143 Г) 1243

2. Найдите соответствие

| Этап фотосинтеза | Продолжительность этапа |
|-----------------------|-------------------------|
| 1) фотоэнзиматический | а) 10^{-1} |
| 2) фотохимический | б) 10^{-2} |
| 3) энзиматический | в) 10^{-5} |
| 4) фотофизический | г) 10^{-7} |
| | д) 10^{-10} |
| | е) 10^{-15} |

А) 1г 2б 3а 4д Б) 1в 2г 3б 4д В) 1а 2е 3б 4в Г) 1в 2б 3а 4г

3. Магний отвечает за поглощение хлорофиллом ... части спектра

- А) синей
- Б) желтой
- В) красной
- Г) зеленой

6. Первичный акцептор электронов РЦ ФС это

- А) мономер хлорофилла а695
- Б) феофитин
- В) пластоцианин
- Г) димер хлорофилла Р700

7. Цикл Хетча и Слэка поставляет в цикл Кальвина

- А) НАДФН + АТФ
- Б) АТФ + H_2O
- В) H_2O + CO_2
- Г) CO_2 + НАДФН

8. Фермент РУБИСКО в процессе фотодыхания выступает как представитель класса ферментов

- А) лиазы
- Б) трансферазы
- В) оксидоредуктазы
- Г) лигазы

9. Какова функция в фотосинтезе указанного соединения?

| | |
|--|--|
| <p>4. За связь порфириновой структуры хлорофилла с белками отвечает</p> <p>А) фитол Б) магний В) пиррольные кольца Г) цикlopентановое кольцо</p> <p>5.Металл-содержащий белок ФСII это</p> <p>А) ферредоксин Б) пластохинон В) пластоцианин Г) водоокисляющий комплекс</p> | <p>10. Приведите схему работы реакционного центра фотосистемы II.</p> |
|--|--|

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|--|
| зачтено | за каждое верное выполненное задание в тесте +0,5 балла в портфолио. |
| не зачтено | за каждое неверно выполненное задание 0 баллов в портфолио |

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-8:

Примерные темы лабораторных работ

1. Осмотические явления в растительной клетке. 2. Определение осмотического, гидростатического и клеточного потенциалов клеток картофеля. 3. Ускоренное определение важнейших минеральных удобрений. 4. Определение транспирации и состояния устьиц растений. 5. Химические свойства пигментов фотосинтеза. Хроматография пигментов. 6. Определение скорости фотосинтеза по поглощению углекислого газа. 7. Определение активности каталазы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------|---|
| зачтено | Отчеты оформлены согласно требованиям (п.4), сданы на проверку в срок (не позднее 3 |

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|--|
| | рабочих дней до окончания зачетной сессии), исправлены все замечания до даты окончания зачетной сессии. + 6 баллов в портфолио Отчеты оформлены согласно требованиям (п.4), сданы на проверку позже установленного срока, замечания не исправлены до даты окончания зачетной сессии; полностью оформленные и исправленные отчеты сданы не позднее окончания рабочего дня консультации перед экзаменом +3 балла в портфолио . |
| не зачтено | Отчеты не оформлены, не сданы до окончания рабочего дня консультации перед экзаменом. 0 баллов в портфолио. Студент считается не освоившим дисциплину. В экзаменационную ведомость выставляется оценка "плохо" . |

5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ОПК-8:

(1 балл) Сделайте препарат кожицы лука, состоящий из одного слоя окрашенных антоцианом клеток. Выдержите его в гипертоническом калийсодержащем растворе. Найдите на препарате структуру "колпачка" с помощью светового микроскопа при увеличении 100х или 200х. Направьте на "колпачок" пойнтер, покажите результат преподавателю. Зарисуйте препарат в тетрадь с отчетом, подпишите компоненты рисунка, в выводе объясните наблюдаемое явление

(1 балл) Среди подготовленных препаратов кожицы лука найдите препарат с клетками в состоянии выпуклого плазмолиза. Скальпелем или бритвой быстро разрежьте клетки так, чтобы разрушились клеточные стенки, но остался целый протопласт. С помощью микроскопа при увеличении 100х или 200х наблюдайте за постепенным выходом протопласта в окружающую среду. Покажите результат преподавателю. Зарисуйте результат в тетради с отчетом, подпишите компоненты рисунка, в выводе объясните наблюдаемое явление

(2 балла) Пользуясь визуальным (внешний вид), термическим (поведение на угле) и химическим (качественные реакции) определите химический распространенных химических удобрений. Используйте в работе методические указания. Результаты расшифровки назовите преподавателю.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|---|
| зачтено | Практическое задание выполнено самостоятельно или с помощью преподавателя (студента-напарника), самостоятельно и правильно сформулирован вывод + 1-2 балл в портфолио . Т |
| не зачтено | Практическое задание не выполнено и / или правильный вывод по нему не сформулирован: 0 баллов в портфолио . |

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
|--|---|--|--|---|--|---|--|
| | не зачтено | | зачтено | | | | |
| <u>Знания</u> | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка | Уровень подготовки |
|--------|--------------------|
|--------|--------------------|

| | | |
|-------------------|----------------------------|--|
| зачтено | превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |
| | отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично». |
| | очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо» |
| | хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо». |
| | удовлетворительно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно». |
| | плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Портфолио) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

| <i>Оцениваемая позиция</i> | <i>Возможное количество баллов</i> |
|---|------------------------------------|
| Задание «Растительная клетка» | 0 - 3 |
| Тест «Растительная клетка» | 0 - 2 |
| Контрольная работа «Элементы минерального питания» | 0 - 5 |
| Коллоквиум «Физиология растительной клетки» | 0 - 10 |
| Отчеты по лабораторным работам | 6 - сдача отчетов в срок |

| | |
|--|---|
| | 3 - сдача отчетов после окончания зачетной сессии |
| Успешное выполнение лабораторной работы «Сравнение проницаемости плазмалеммы и тонопласта для калия» | 1 |
| Успешное выполнение лабораторной работы «Сравнение проницаемости плазмалеммы и тонопласта по прочности» Successful completion of the laboratory work | 1 |
| Успешное выполнение лабораторной работы «Определение важнейших минеральных удобрений» | 2 - работа выполнена без ошибок 1 - работа выполнена с 1-2 ошибками |
| Поощрительные баллы за организаторскую компетенцию (руководитель на занятии типа «деловая игра») | 0-2 балла за успешное руководство и координацию деятельности группы студентов |
| Поощрительные баллы за текущие опросы | 1 балл за опрос |
| ИТОГО | 30 «основных» баллов + поощрительные баллы |

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Портфолио) для оценки сформированности компетенции ОПК-8

| | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Оцениваемая позиция | Возможное количество баллов |
| Задание «Растительная клетка» | 0 - 3 |

| | |
|--|---|
| | |
| Тест «Растительная клетка» | 0 - 2 |
| Контрольная работа «Элементы минерального питания» | 0 - 5 |
| Коллоквиум «Физиология растительной клетки» | 0 - 10 |
| Отчеты по лабораторным работам | 6 - сдача отчетов в срок 3 - сдача отчетов после окончания зачетной сессии |
| Успешное выполнение лабораторной работы «Сравнение проницаемости плазмалеммы и тонопласта для калия» | 1 |
| Успешное выполнение лабораторной работы «Сравнение проницаемости плазмалеммы и тонопласта по прочности» | 1 |
| Успешное выполнение лабораторной работы «Определение важнейших минеральных удобрений» | 2 - работа выполнена без ошибок 1 - работа выполнена с 1-2 ошибками |
| Поощрительные баллы за организаторскую компетенцию (руководитель на занятии типа «деловая игра») | 0-2 балла за успешное руководство и координацию деятельности группы студентов |
| Поощрительные баллы за текущие опросы | 1 балл за опрос |

| | |
|-------|--|
| | |
| ИТОГО | 30 "основных" баллов + поощрительные баллы |

Критерии оценивания (оценочное средство - Портфолио)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|--|
| зачтено | Количество баллов в портфолио 18 и более. |
| не зачтено | Количество баллов в портфолио 17 и менее либо не сданы отчеты за лабораторные работы |

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Портфолио) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

| | Оцениваемая позиция | Возможное количество баллов |
|-----------|--|---|
| 5 семестр | Задание «Растительная клетка» | 0 - 3 |
| | Тест «Растительная клетка» | 0 - 2 |
| | Контрольная работа «Элементы минерального питания» | 0 - 5 |
| | Коллоквиум «Физиология растительной клетки» | 0 - 10 |
| | Отчеты по лабораторным работам | 6 - сдача отчетов в срок 3 - сдача отчетов после окончания зачетной сессии |
| | Успешное выполнение лабораторной работы «Сравнение проницаемости плазмалеммы и | |

| | | |
|--------------|---|--|
| | тонопласта для калия» | 1 |
| | Успешное выполнение лабораторной работы «Сравнение проницаемости плазмалеммы и тонопласта по прочности» | 1 |
| | Успешное выполнение лабораторной работы «Определение важнейших минеральных удобрений» Successful completion of laboratory work | 2 - работа выполнена без ошибок 1 - работа выполнена с 1-2 ошибками |
| | Поощрительные баллы за организаторскую компетенцию (руководитель на занятии типа «деловая игра») | 0-2 балла за успешное руководство и координацию деятельности группы студентов |
| | Поощрительные баллы за текущие опросы | 1 балл за опрос |
| 6 семестр | Контрольная работа «Фитогормоны» | 0 - 5 |
| | Контрольная работа «Фотосинтез» | 0 - 5 |
| | Тест «Фотосинтез» | 0 - 5 |
| | Коллоквиум «Фотосинтез» | 0 - 10 |
| | Отчеты по лабораторным работам | 6 - сдача отчетов в срок 3 - сдача отчетов после окончания зачетной сессии |
| | Ответ на экзамене | |

| | | |
|--|-------|---------|
| | | 0 - 40 |
| | ИТОГО | 0 - 100 |

Дополнительные баллы:

Участие в студенческой олимпиаде по биологии разных уровней – 1 балл (при условии попадания в 50% лучших участников)

Призовые места в студенческой олимпиаде по биологии – 1-3 балла (за III – I места соответственно).

Выступление на конференции с докладом (по теме «Физиология растений» - до 5 баллов

Руководство научно-исследовательской работой школьника по теме «Физиология растений» - до 10 баллов

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Портфолио) для оценки сформированности компетенции ОПК-8

| | Оцениваемая позиция | Возможное количество баллов |
|-----------|--|---|
| 5 семестр | Задание «Растительная клетка» | 0 - 3 |
| | Тест «Растительная клетка» | 0 - 2 |
| | Контрольная работа «Элементы минерального питания» | 0 - 5 |
| | Коллоквиум «Физиология растительной клетки» | 0 - 10 |
| | Отчеты по лабораторным работам | 6 - сдача отчетов в срок 3 - сдача отчетов после окончания |

| | | |
|--------------|---|---|
| | | зачетной сессии |
| | Успешное выполнение лабораторной работы «Сравнение проницаемости плазмалеммы и тонопласта для калия» | 1 |
| | Успешное выполнение лабораторной работы «Сравнение проницаемости плазмалеммы и тонопласта по прочности» | 1 |
| | Успешное выполнение лабораторной работы «Определение важнейших минеральных удобрений» | 2 - работа выполнена без ошибок 1 - работа выполнена с 1-2 ошибками |
| | Поощрительные баллы за организаторскую компетенцию (руководитель на занятии типа «деловая игра») | 0-2 балла за успешное руководство и координацию деятельности группы студентов |
| | Поощрительные баллы за текущие опросы | 1 балл за опрос |
| 6 семестр | Контрольная работа «Фитогормоны» | 0 - 5 |
| | Контрольная работа «Фотосинтез» | 0 - 5 |
| | Тест «Фотосинтез» | 0 - 5 |
| | Коллоквиум «Фотосинтез» | 0 - 10 |
| | Отчеты по лабораторным работам | 6 - сдача отчетов в срок |

| | | |
|--|-------------------|---|
| | | 3 - сдача отчетов после окончания зачетной сессии |
| | Ответ на экзамене | 0 - 40 |
| | ИТОГО | 0 - 100 |

Дополнительные баллы:

Участие в студенческой олимпиаде по биологии разных уровней – 1 балл (при условии попадания в 50% лучших участников)

Призовые места в студенческой олимпиаде по биологии – 1-3 балла (за III – I места соответственно).

Выступление на конференции с докладом (по теме «Физиология растений» - до 5 баллов

Руководство научно-исследовательской работой школьника по теме «Физиология растений» - до 10 баллов

Критерии оценивания (оценочное средство - Портфолио)

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------------|---|
| превосходно | Суммарное количество баллов в портфолио 96 и более. |
| отлично | Суммарное количество баллов в портфолио 87 - 95. |
| очень хорошо | Суммарное количество баллов в портфолио 83 - 86. |
| хорошо | Суммарное количество баллов в портфолио 75 - 82. |
| удовлетворительно | Суммарное количество баллов в портфолио 60 - 74. |
| неудовлетворительно | Суммарное количество баллов в портфолио 36 - 59. |
| плохо | Суммарное количество в портфолио 35 и менее ЛИБО отчеты по лабораторным работам не оформлены и не приняты преподавателем до |

| Оценка | Критерии оценивания |
|--------|---|
| | окончания консультации перед экзаменом. |

5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

Характерные качественные особенности процессов живого организма и, в частности, физиологических процессов, протекающих в растении (что такое "растение"?).

Химический состав клетки: элементы клетки, их классификация; неорганические и органические молекулы, их роль.

Химический состав и структура клеточной стенки на разных этапах ее онтогенеза. Роль клеточной стенки в жизнедеятельности растений. Апопласт.

Мембраны растительной клетки: химизм, структура (модели строения), роль в жизнедеятельности клетки.

Двумембранные органоиды клетки: ядро, митохондрии, пластиды. Строение, химический состав, функции.

Одномембранные органоиды и структуры клетки: плазмалемма, ЭПР, аппарат Гольджи, вакуолярный аппарат (вакуоли, лизосомы, глиоксисомы), пероксисомы. Строение, химический состав, функции.

Немембранные органоиды и структуры клетки: цитоплазматический матрикс (гиалоплазма), рибосомы. Строение, химический состав, функции. Симпласт. Роль клетки и клеточных структур в жизнедеятельности растительного организма.

Физико-химические свойства протоплазмы: вязкость, эластичность, электрические и коллоидные свойства.

Природа процессов диффузии и осмоса. Уравнение скорости диффузии Фика. Работы Дютроше, Пфедффера, Вант-Гоффа. Уравнение водного осмотического потенциала раствора Вант-Гоффа.

Растительная клетка как осмотическая система. Поглощение воды растительной клеткой. Понятие о водных клеточном, осмотическом, гидростатическом потенциалах, обуславливающих поглощение воды клеткой.

Избирательная проницаемость протоплазмы. Природа проницаемости мембран (белковой и липидной компоненты), активная роль цитоплазмы (физиологически кислые, щелочные, нейтральные соли).

Структура и свойства воды, состояние её в тканях растений, роль в процессах жизнедеятельности.

Водный баланс растений. Водный дефицит. Понятие метаболической воды. Источники доступной воды в почве. Значение градиента активности воды в почве, растении, воздухе для организации тока воды по растению.

Физическая сторона транспирации. Применение законов испарения для определения скорости транспирации (законы Дальтона, Стефана). Влияние внешних факторов на интенсивность транспирации.

Структурная организация корня как органа поглощения воды. Нижний концевой двигатель водного тока, механизм работы. Плач, гуттация.

Верхний концевой двигатель водного тока Устьичная и кутикулярная транспирация, физиологическое значение. Механизмы экзогенной и эндогенной регуляции транспирации.

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

Активная роль корней в поглощении веществ и общей жизнедеятельности растений. Значение дыхания корневой системы растений.

Взаимосвязь азотного обмена и дыхания. Работы Прянишникова Д.Н. по изучению процессов поступления и превращения азота в растении. Роль аспарагина.

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

Хлоропласты: химический состав, структура мембран тилакоидов. Диморфизм хлоропластов, кранцанатомия.

Онтогенез и филогенез хлоропластов. Этиопласты.

Зеленые пигменты растений. Структура, химические свойства, хромофорные группы, оптические свойства. Понятие тетрапиррола, порфирина, форбина, хлорина.

Биосинтез зеленых пигментов в растениях (биохимия универсального и глутаматного путей синтеза порфобилиногена, схема синтеза протохлорофиллида и хлорофиллов)

Каротиноиды. Представители, химические и оптические свойства, участие в фотосинтезе. Схема биосинтеза.

Фикобилины и антоцианы – представители, химические и оптические свойства, физиологическое значение.

Молекулярная организация фотосинтетического аппарата.

Распределение пигментов в хлоропластах. Агрегированные формы хлорофилла: разнообразие, физиологическое значение. Пигмент-белковые комплексы.

Световая фаза фотосинтеза. Типы возбужденных состояний хлорофилла, схема Яблонского. Фотоокисление воды.

Строение и функции основных функциональных комплексов мембраны тилакоида: фотосистемы 1, фотосистемы 2, цитохромного комплекса, CF0CF1-комплекса.

Понятие о фотосинтетической единице, светособирающем комплексе и реакционном центре фотосистемы. Первичное разделение заряда в реакционных центрах.

Основные группы дыхательных ферментов, их специфика у растений.

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

Фитохромы, криптохромы, фототропины: химизм, физиологическая роль.

Предмет, объекты, методы и задачи физиологии растений. Основные этапы развития физиологии растений. Роль Тимирязева, Прянишникова, Палладина, Туманова и др. ученых в создании отечественной школы физиологии растений

Основные направления развития физиологии растений в настоящее время. Значение физиологии растений в познании жизнедеятельности растительного организма и повышения его продуктивности. Физиология растений как фундаментальная основа экологических исследований.

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.).

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

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

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

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

Физиологическая роль азота. Источники азота для растений. Круговорот азота в природе. Симптомы голодания, удобрения.

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

Усвоение растениями фосфора и серы. Их физиологическая роль в растении. Круговорот в природе. Симптомы голодания, удобрения.

Значение кальция и магния, их участие в метаболизме растений, физиологическая роль. Симптомы голодания, удобрения.

Физиологическая роль микроэлементов – меди, железа и марганца в метаболизме растений. Симптомы голодания, удобрения.

Физиологическая роль микроэлементов бора и цинка. Пути воздействия их на метаболизм растений. Симптомы голодания, удобрения.

Общая характеристика и значение фотосинтеза в жизни растений, его космическая роль. История открытия (Пристли, Сосюр, Лавуазье, Бородин, Тимирязев и др.) Основное уравнение фотосинтеза, его анализ.

Фотосинтез как сочетание световых и темновых фаз. Характеристика основных этапов фотосинтеза (фотофизического, фотохимического, фотоэнзиматического и энзиматического).

Фотосинтез как результат совместного действия двух фотосистем. Компоненты цепи переноса электронов при фотосинтезе. Z-схема.

Циклическое и нециклическое фотофосфорилирование, суммарные уравнения. Гипотезы, объясняющие его механизм (работы Ягендорфа, Митчелла).

Темновая фаза фотосинтеза. Цикл Кальвина: этапы, КПД. C3-фотосинтез.

Разнокачественность световых и темновых продуктов фотосинтеза.

Особенности химизма темновой фазы фотосинтеза у растений тропического происхождения. Цикл Карпилова, Хэтча и Слэка, разделенный в пространстве. C4-синдром.

С4-растения. Цикл Карпилова, Хэтча и Слэка, разделенный во времени.

Механизмы транспорта продуктов фотосинтеза на внутриклеточном, ближнем и дальнем этапах.

Экзогенная и эндогенная регуляция фотосинтеза. Донорно-акцепторные взаимоотношения между органами растения.

Фотодыхание (цикл гликолевой кислоты): химизм, клеточная локализация, физиологическая роль.

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

Развитие представлений о химической сущности процесса дыхания. Значение работ Баха, Палладина. Особенности анаэробных этапов дыхания у растений.

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

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

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

Общая характеристика фитогормонов, их классификация по химизму и физиологическим эффектам.

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

Цитокинины, гиббереллины химическая структура, пути биосинтеза, физиологические эффекты, применение в практике сельского хозяйства.

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

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

5.3.6 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-8

Из чего состоит элементарная осмотическая ячейка? Как продемонстрировать явление осмоса, используя реакцию Траубе?

Какие осмотические явления возникнут при помещении ткани растения в гипертоническую среду? гипотоническую? изотоническую? Как это можно наглядно продемонстрировать?

В чем отличие плазмолиза от цитториза? Какие клетки растений не способны плазмолизироваться?

Как доказать разное воздействие ионов калия и кальция на вязкость цитоплазмы?

Как доказать различие в проницаемости и прочности плазмалеммы и тонопласта?

Составьте схему измерения водного потенциала ("сосущей силы") паренхиматических клеток (например, картофеля).

Каким образом можно установить зависимость водных потенциалов -осмотического, клеточного, гидростатического (P,S,T) - от степени насыщения клеток водой? Почему эти расчеты основываются на законах идеальных газов?

Очищенную дольку яблока опустили в большой объем 0,05M раствора сахарозы на 1 час. Температура раствора +27°C. Осмотическое потенциал клеток яблока составляет -6 атм, гидростатический потенциал = 2 атм. Универсальную газовую постоянную принять равной 0,08 (л•атм)/(град•моль). Произойдут ли какие-нибудь изменения с кусочком яблока? Аргументируйте свой ответ расчетами осмотических показателей.

Какие вещества относятся к осмолитам, каковы их функции? Как доказать защитное действие осмолитов?

Составьте схему эксперимента для исследования интенсивности транспирации? Какое оборудование Вам понадобится? В каких единицах можно измерять интенсивность транспирации?

Как экспериментально показать осмотический механизм открывания и закрывания устьиц?

Как методически прижизненно диагностировать степень открытости устьиц?

Какие методические приемы используются для быстрого определения важнейших минеральных удобрений? Какую информацию о химическом составе удобрения дает каждый из них?

Как отличить удобрение сульфат аммония от сульфата калия? нитрата аммония? мочевины? карбоната кальция?

Как доказать практическую ценность золы растений как удобрения?

Составьте схему эксперимента для исследования влияния фосфора на рост растений. Какое оборудование и расходные материалы для этого понадобятся? Почему необходима статистическая обработка результатов?

Как вырастить растение без почвы? Что для этого понадобится? Какие условия необходимо соблюдать и контролировать?

Имеется бледно-зеленое растение с белесыми верхними листьями, закрученными наружу. На корнях есть вздутия в зоне всасывания, кончики корней отсутствуют или подгнили. Какого элемента остро не хватает растению? Каким анализом можно доказать Ваше предположение? Какое удобрение порекомендуете?

Нижние листья растения буреют, их кончики подсыхают, растение выглядит обожженным. Семена формируются мелкими и плохо всходят. Растения плохо переносят засуху. По какому элементу голодает растение? Как проверить Ваше предположение? Какие удобрения посоветуете применить?

Жилки листа зеленые, но паренхима между желтая либо оранжевая. Наиболее сильно симптом выражен на старых листьях. По какому элементу голодает растение? Как проверить Ваше предположение? Какие удобрения посоветуете применить?

Листья растения приобретают сине-фиолетовый оттенок, бронзовеют, становятся мелкими. Наиболее сильно симптомы проявляются на старых листьях. По какому элементу голодает растение? Как проверить Ваше предположение? Какие удобрения посоветуете применить?

Какие исследования необходимо провести для характеристики условий минерального питания растений, выращенных на полях колхоза? С чем связана необходимость комплексного решения такой задачи?

Как приготовить экстракт пигментов фотосинтеза для исследования их химических и физических свойств? Почему необходимо добавлять карбонат кальция на этапе гомогенизации листьев?

Как продемонстрировать полярность (неполярность) пигментов фотосинтеза либо их частей?

Как доказать, что хлорофилл является сложным эфиром?

Как экспериментально доказать оптическую роль магния в хлорофилле?

Каковы причины разделения смеси пигментов на фракции в процессе хроматографии? Какие реактивы и материалы чаще всего используются в качестве подвижной и неподвижной фазы при хроматографии пигментов?

Составьте схему определения количества хлорофиллов в листьях растений? В каких единицах его следует выражать? Какое оборудование и расходные материалы потребуются для этой работы?

Как влияет изменение интенсивности света, его спектрального состава на скорость фотосинтеза? Как это доказать практически?

Какие методические подходы определения интенсивности фотосинтеза используются исследователями? На чем они основаны? Какое оборудование для этого требуется?

Почему определение интенсивности фотосинтеза по поглощению углекислого газа необходимо проводить в замкнутом пространстве? Какие вспомогательные показатели необходимо при этом контролировать и регистрировать? В каких единицах выражается интенсивность фотосинтеза?

Составьте схему эксперимента, доказывающего, что в процессе фотосинтеза листья растений накапливают крахмал.

Как доказать присутствие каталазы в листьях растений? Составьте схему определения активности этого фермента. Какое оборудование и расходные материалы потребуются для этой работы?

Как доказать возможность противоположных эффектов индолилуксусной кислоты на жизнедеятельность растений? Как используется неоднозначность действия ИУК на растения в практике сельского хозяйства?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

| Оценка | Критерии оценивания |
|--------------|--|
| превосходно | Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение сопоставить теоретические знания физиологических процессов с результатами полученными в ходе проведения практических занятий, свободное владение информацией из нескольких источников основной и дополнительной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами. 39 - 40 баллов в портфолио. |
| отлично | В целом полный ответ, демонстрирующий уверенные знания, с некоторыми неточностями, умение сопоставить теоретические знания физиологических процессов с данными, полученными в ходе проведения практических занятий. Свободное владение информацией из нескольких источников основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами. 36 - 38 баллов в портфолио. |
| очень хорошо | В целом хороший ответ с несколькими незначительными ошибками, умение сопоставить теоретические знания физиологических процессов с данными, полученными в ходе проведения практических занятий. Умение правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос. Владение информацией как минимум из одного источника основной литературы. Иллюстрация ответа полными общими схемами метаболических и физиологических процессов. 32 - 35 баллов в портфолио. |
| хорошо | В целом хороший ответ с одной грубой или 2-3 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя правильно и развернуто сформулировать ответ на поставленный вопрос, сопоставить теоретические знания физиологических процессов с данными, полученными в ходе проведения практических занятий. Владение информацией как минимум из одного |

| Оценка | Критерии оценивания |
|---------------------|--|
| | источника основной литературы. Иллюстрация ответа полными общими схемами метаболических и физиологических процессов. 29 - 31 баллов в портфолио. |
| удовлетворительно | В целом положительный ответ с 1-2 грубыми или 3-4 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос, сопоставить теоретические знания физиологических процессов с данными, полученными в ходе проведения практических занятий. Иллюстрация ответа устными описаниями метаболических и физиологических процессов. 24 - 28 баллов в портфолио. |
| неудовлетворительно | Ответ с 3 и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильной формулировки ответа на вопрос даже с помощью преподавателя. Отсутствие ответа на один из вопросов экзаменационного билета. Нет понимания хода эксперимента и данных, полученных в ходе проведения практических занятий. 10 - 17 баллов в портфолио. |
| плохо | Ответ отсутствует. 0 баллов в портфолио. |

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Кузнецов В. В. Физиология растений в 2 т. Том 1 : учебник / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. - 4-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 437 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-01711-3. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849098&idb=0>.
2. Кузнецов В. В. Физиология растений в 2 т. Том 2 : учебник / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. - 4-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 459 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-01713-7. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=847448&idb=0>.
3. Скупченко В. Б. Физиология растений / Скупченко В. Б., Малышева О. Н., Чубинский М. А. - Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2017. - 104 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СПбГЛТУ - Лесное хозяйство и лесоинженерное дело. - ISBN 978-5-9239-0999-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=718069&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Голованова Тамара Ивановна. Физиология растений : Учебное пособие / Сибирский федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2022. - 124 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-7638-4681-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=876011&idb=0>.
2. Нестерова О. П. Лабораторный практикум по дисциплине «Физиология растений» : для

студентов факультета биотехнологий и агрономии, направление подготовки – 35.03.04 – «агрономия» / Нестерова О. П., Кузнецова Т. В., Ефремова Г. М. - Чебоксары : ЧГАУ, 2014. - 26 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ЧГАУ - Ветеринария и сельское хозяйство., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=732814&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>,

ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,

ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,

Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary» <http://www.studentlibrary.ru/>,

Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Биохимическая лаборатория с вытяжным шкафом, водяной баней, фотоэлектроколориметром, холодильником, микроскопами, весами, тепловентиляторами, светильниками с таймером, необходимым комплектом химической посуды, реактивов, дозаторов.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 06.03.01 - Биология.

Автор(ы): Синицына Юлия Витальевна, кандидат биологических наук.

Рецензент(ы): Воденев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Заведующий кафедрой: Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023 г., протокол № 2.