

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

А.И.Жук

2025 г.

Регистрационный №УД- 25-01-20-2025/уч.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине
для специальности:

- 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия);
- 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и география)

2025 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования, утвержденного 02.08.2023 г., рег. № 225; учебных планов специальности 6-05-0113-03 Природоведческое образование (предметные области «Биология и химия» (23.02.2023, №009 – 2023/y) и «Биология и география» (23.02.2023, №010 – 2023/y)

СОСТАВИТЕЛИ:

И.И.Жукова, заведующий кафедрой биологии и методики преподавания биологии, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Ж.Э.Мазец, доцент кафедры биологии и методики преподавания биологии, кандидат биологических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Е.Р.Грицкевич, доцент кафедры иммунологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

О.А.Ковалева, заведующий кафедрой географии и экологии человека учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат биологических наук, доцент

СОГЛАСОВАНО:

Учитель биологии высшей категории
ГУО «Средняя школа №196 г. Минска
имени В.К.Никифорова»

«25» 03 2025 г.

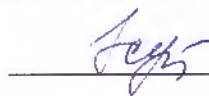


Н.М.Макарова

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биологии и методики преподавания биологии
(протокол № 8 от 25.03. 2025 г.);

Заведующий кафедрой

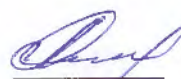


И.И.Жукова

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
(протокол № 4 от 15.04 2025 г.)

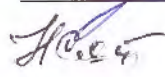
Оформление учебной программы и сопровождающих ее материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист учебно-методического отдела



Е.А.Кравченко

Директор библиотеки



Н.П.Сятковская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Физиология растений» предусмотрена образовательным стандартом и учебным планом подготовки студентов по специальности 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия), 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и география).

Физиология растений – наука о функциональной активности растительного организма. Учебная программа по учебной дисциплине «Физиология растений» направлена на изучение процессов жизнедеятельности растительного организма на всех уровнях организации от субклеточного и клеточного до организменного и биogeоценотического. Вопросы, рассматриваемые в процессе изучения учебной дисциплины, позволяют студентам овладеть основами фундаментальных и практических знаний по физиологии процессов жизнедеятельности растительного организма, сформировать системный подход в понимании в целом проблем естествознания.

Цель и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование у студентов научных знаний о целостности растительного организма, взаимосвязи его структуры и функций, изменениях в ходе индивидуального развития и под влиянием условий окружающей среды для применения ими полученных знаний при организации образовательного процесса по учебному предмету «Биология» на компетентностной основе для формирования функциональной грамотности обучающихся.

Задачи учебной дисциплины:

1. Сформировать систему знаний об основных физиологических процессах растений.
2. Рассмотреть системы регуляции физиологических процессов и их взаимосвязи на разных уровнях организации растительного организма.
3. Раскрыть закономерности взаимодействия растений с условиями окружающей среды, механизмы адаптации к неблагоприятным факторам среды.
4. Рассмотреть роль и перспективы физиологий растений в решении задач практического земледелия, растениеводства, селекции, биотехнологии.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием

Учебная дисциплина относится к модулю «Функциональная организация живых организмов» компонента учреждения образования.

Учебная дисциплина «Физиология растений» опирается на компетенции, приобретенные обучающимися при изучении учебных дисциплин государственного компонента «Ботаника», «Цитология», «Микробиология».

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**

- особенности структурно-функциональной организации растительного организма;
- специфику физиологических процессов, связанных с особенностями прикрепленного типа существования у растений;
- механизмы протекания и регуляции процессов, связанных с жизнедеятельностью растений (углеродного и минерального питания, генерации энергии, обмена воды и веществ основного и вторичного метаболизма, процессов роста и развития);
- физиологические особенности устойчивости и механизмы адаптации растений к изменяющимся условиям среды;
- пути эволюции основных процессов жизнедеятельности.

уметь:

- ориентироваться в особенностях процессов, происходящих в растениях;
- оценивать влияние различных факторов среды на жизнедеятельность растений;
- грамотно поставить школьный физиологический эксперимент;
- проводить опытническую работу с живыми растениями в школе и на пришкольном учебно-опытном участке.

владеть:

- базовыми представлениями об основных закономерностях функционирования растительного организма;
- навыками постановки опытов и экспериментов по изучению физиологических процессов, протекающих в растительном организме.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Физиология растений» должно обеспечить формирование у обучающихся следующей **специализированной компетенции** (для специальности 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия) – СК 4, для специальности 6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и география) – СК 6): применять на уроках биологии знания о механизмах жизнедеятельности живых организмов и их адаптации к внешней среде.

Основными формами организации учебного процесса по учебной дисциплине «Физиология растений» являются лекции с применением мультимедийных средств обучения, лабораторные, практические и семинарские занятия, самостоятельная работа. Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованной лаборатории, оснащенной микроскопической и иной техникой, учебными и наглядными пособиями.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся работают с учебной и научной литературой, интернет-источниками, ИЭУМК по учебной дисциплине в СДО Moodle, составляют аналитические таблицы и схемы процессов, происходящих в растениях.

Всего на изучение учебной дисциплины «Физиология растений» отведено:

– для очной (дневной) формы получения образования 216 часов, из них аудиторных – 124 часа. Распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 28 часов, семинарские занятия – 22 часа, практические занятия – 22 часа, лабораторные занятия – 52 часа, самостоятельная (внеаудиторная) работа – 92 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме зачета (3 з.е.; пятый семестр) и экзамена (3 з.е.; шестой семестр).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

Название учебной дисциплины	Семестр	Количество часов учебных занятий						Самостоятельная (внеаудиторная) работа	Форма промежуточной аттестации
		всего	аудиторных	из них					
				лекции	практические	семинарские	лабораторные		
Физиология растений	5	108	60	12	10	10	28	48	зачет
	6	108	64	16	12	12	24	44	экзамен
Всего часов			124	28	22	22	52	92	

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение

Место физиологии растений в системе наук. Особенности растительного организма. Космическая роль растений. Физиология растений как экспериментальная наука. Задачи физиологии растений. Методы исследований. Основные функции растительного организма, их механизмы и регуляция на разных уровнях организации растительного организма.

Взаимосвязь всех физиологических процессов в организме и их эволюция. Единство организма и среды. Основные этапы развития физиологии растений.

Значение физиологических исследований растений в решении проблем экологии. Роль изучения физиологии растений в подготовке учителя биологии средней школы.

Тема 2. Физиология растительной клетки

Клетка как основная структурная и физиологическая единица растительного организма. Химическая организация растительной клетки. Особенности структуры и функции химических веществ, входящих в состав растительной клетки: неорганических (вода, минеральные вещества) и органических (вещества основного обмена – углеводы, липиды, белки, нуклеиновые кислоты).

Основные структурные компоненты растительной клетки. Клеточная оболочка, ее структура. Химический состав: вода, неорганические соединения, полисахариды (пектины, целлюлоза, гемицеллюлоза), белки (ферментативные, структурные, лектины), инкрустирующие вещества (лигнины, суберин), адкрустирующие вещества (кутин, воск). Структура клеточной оболочки: срединная пластинка, первичная, вторичная, третичная оболочки. Функции клеточной оболочки. Плазмодесмы. Особенности их строения и функционирования.

Цитоплазма как коллоидная система. Основные свойства цитоплазмы: вязкость, эластичность, подвижность, раздражимость, избирательная проницаемость. Влияние внешних условий на свойства цитоплазмы.

Мембранный принцип организации поверхности цитоплазмы и структурных компонентов клетки. Структура и функции мембран. Понятие об основных системах жизнедеятельности клетки – информационной, двигательной, транспортной, метаболической, энергетической; особенностях структурных компонентов клетки, входящих в состав этих систем.

Основные принципы регуляторных механизмов клетки: генная, ферментативная (изостерическая, аллостерическая) и мембранная.

Тема 3. Водный обмен растений

Поступление воды в растительную клетку. Формы воды в растительной клетке. Функции воды в растении. Структура и свойства воды. Термодинамические основы водообмена: активность воды, химический потенциал, водный потенциал, осмотический и гидростатический потенциал. Растительная клетка как осмотическая система. Осмотическое давление. Изменение осмотических показателей в зависимости от насыщенности клеток водой.

Поступление и передвижение воды в растении. Корневая система как орган поступления воды, возникший в процессе эволюционного развития растений. Способность надземных органов растения к поглощению воды. Значение градиента водного потенциала в поступлении и передвижении воды. Верхний и нижний двигатели водного тока. Гуттация и плач растений. Корневое давление. Механизм корневого давления.

Передвижение воды по растению. Понятие о когезии и адгезии. Влияние внешних условий на поступление воды в растение. Формы воды в почве.

Транспирация. Устьичная и внеустьичная регуляция транспирации. Влияние внешних условий на движение устьиц. Типы движения устьиц. Особенности суточного хода движения устьиц у разных растений. Показатели транспирации.

Влияние на транспирацию внешних условий: влажности воздуха, температуры, света, влажности почвы, ветра. Суточный ход процесса транспирации.

Особенности водного обмена различных экологических групп растений: гидрофиты, мезофиты, ксерофиты. Классификация ксерофитов по П.А. Генкелю. Ксероморфная структура (правило В.Р. Заленского).

Эволюция водообмена у растений.

Тема 4. Фотосинтез

Фотосинтез, его глобальное значение. История открытия и изучения. Работы К.А. Тимирязева.

Структура фотосинтетического аппарата. Лист как орган фотосинтеза. Хлоропласты, роль в процессе фотосинтеза. Химический состав, структура, функциональное значение.

Пигменты растений. Хлорофиллы, химическая структура, распространение в растительном мире, химические и физические свойства. Этапы биосинтеза хлорофиллов (работы Т.Н. Годнева, А.А. Шлыка). Каротиноиды, химическое строение, свойства, функции. Фикобилины. Фитохромная система растений. Фоторецепция в синей области спектра: криптохром и фототропин.

Значение различных участков солнечного спектра в процессе фотосинтеза (работы К.А. Тимирязева, А.А. Красновского, М.С. Цвета).

Понятие о фотосинтетической единице, фотосистемах и реакционном центре. Поглощение квантов света и возбуждение хлорофилла. Миграция энергии. Фотохимический этап фотосинтеза. Электрон-транспортная цепь (ЭТЦ) фотосинтеза. Циклический, нециклический и псевдоциклический потоки электронов. Работы Д. Арнона. Фотофосфорилирование, его механизм. Фотоокисление воды, выделение кислорода. Образование НАДФН.

Темновая фаза фотосинтеза. Исследования М. Кальвина. С₃-путь фотосинтеза (цикл Кальвина). Акцепторы углекислого газа. Рибулозобисфосфаткарбоксилаза-оксигеназа (РУБИСКО) – ключевой фермент С₃-пути фотосинтеза. С₄-путь фотосинтеза (цикл Хэтча-Слэка-Карпилова). Варианты С₄-пути фотосинтеза: NADP-маликэнзимный, NAD-маликэнзимный и ФЕП-карбоксикиназный. Особенности САМ-цикла фотосинтеза. Фотодыхание, его механизм и значение.

Продукты фотосинтеза (работы А.А. Ничипоровича и др.). Выход ассимилятов из хлоропластов и транспорт их в растении. Этапы и механизмы передвижения органических веществ по флоэме. Работы А.Л. Курсанова.

Влияние внешних условий на процесс фотосинтеза. Показатели фотосинтеза. Влияние на фотосинтез условий освещения (работы В.И. Любименко). Компенсационная точка. КПД трансформации световой энергии в химическую.

Влияние внутренних факторов на ход фотосинтеза: содержание хлорофилла (ассимиляционное число), отток ассимилятов, возраст листа, степень открытости устьиц. Взаимодействие факторов внешней среды. Дневной ход фотосинтеза. Фотосинтез и урожай (биологический, хозяйственный). Пути повышения продуктивности фотосинтеза.

Возникновение фотосинтеза в процессе эволюции.

Тема 5. Минеральное питание

История изучения процессов корневого питания. Элементы, входящие в состав растительного организма. Химический состав золы различных растений. Роль отдельных элементов в физиологических процессах клетки. Антагонизм и синергизм ионов. Признаки недостаточности отдельных элементов в растении.

Поступление ионов в растительную клетку. Способность к избирательному накоплению ионов клеткой. Пассивное и активное поступление ионов. АТФ-азы. Эндо- и экзоцитоз. Электроосмос. Этапы поступления ионов.

Корневая система как орган поглощения минеральных веществ. Биосинтетическая функция корня. Механизм поступления и передвижения питательных веществ. Основные этапы поступления минеральных элементов в корневую систему. Понятие кажущегося свободного пространства, его локализация. Значение процессов адсорбции в процессе поступления

веществ. Пассивный и активный механизм поступления веществ через мембрану в клетки корня. Этапы проведения минеральных элементов по растению. Распределение минеральных элементов в растении.

Почва как источник питательных веществ. Формы усвоения питательных веществ почвы. Роль корневых выделений для усвоения ряда веществ. Аллелопатия. Значение почвенных микроорганизмов в процессе усвоения минеральных веществ. Микориза и ее роль в питании растений.

Особенности питания растений азотом. Доступные для растений формы азота. Усвоение органического азота почвы. Автотрофная ассимиляция азота растениями. Пути восстановления нитратов в растении. Цикл Д.Н. Прянишникова. Проблема накопления нитратов в растениях, пути ее решения.

Усвоение молекулярного азота. Организмы-азотфиксаторы. Молекулярный механизм азотфиксации. Роль леггемоглобина.

Гетеротрофный способ питания растений (полупаразиты, паразиты, насекомоядные растения).

Физиологические основы применения удобрений. Виды удобрений, способы их внесения. Физиологически кислые и физиологически щелочные удобрения. Сидераты.

Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур, посевные качества семян. Способы сева и посадки сельскохозяйственных культур. Выращивание растений без почвы.

Эволюция корня как органа минерального питания

Тема 6. Дыхание растений

Значение дыхания в жизни растительного организма. История развития учения о дыхании. Субстраты дыхания. Показатели дыхания (интенсивность, дыхательный коэффициент, физиологический показатель эффективности дыхания). Пути дыхательного обмена. Гликолитический путь дыхания. Гликолиз, его суть и энергетический выход. Субстратное фосфорилирование. Генетическая связь дыхания и брожения (работы С.П. Костычева). Типы брожения. Аэробная фаза дыхания. Роль митохондрий в процессе дыхания. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты (Цикл Кребса). Цикл Кребса-Корнберга и его значение. Электрон-транспортная цепь дыхания. Окислительное фосфорилирование. Образование мембранного потенциала, его значение для клетки. Пункты сопряжения. Коэффициент фосфорилирования. Нефосфорилирующее окисление. Энергетический баланс гликолитического пути.

Генерация АТФ, гипотезы и механизмы. Хемиосмотическая теория сопряжения окисления и фосфорилирования.

Пентозофосфатный путь дыхания. Его химизм и значение. Цианидустойчивое дыхание растений. Альтернативные немитохондриальные ЭТЦ.

Дыхание и фотосинтез как основные энергетические процессы растительной клетки. Сопоставление этих процессов, черты сходства и различия.

Влияние внешних условий на интенсивность дыхания температуры, снабжение кислородом, углекислым газом, водой, питательными веществами, влияние травмирования. Влияние внутренних факторов. Пути регуляции дыхания.

Тема 7. Рост и развитие растений

Понятие роста и развития растений, их взаимосвязь.

Фитогормоны как основные регуляторы процесса роста и развития. Общие представления о гормонах. Особенности гормонов растительного и животного происхождения. Основные группы фитогормонов. Ауксины, гиббереллины, цитокинины, АБК, этилен: история открытия, химическая природа, образование, функции. Брассиностероиды, фузикокцин и другие гормоноподобные вещества. Применения фитогормонов в практике растениеводства. Понятие о ксенобиотиках. Синтетические регуляторы роста. Ретарданты, гербициды, морфактины.

Рост клеток как основа роста многоклеточного организма. Три фазы роста клеток: эмбриональная, растяжения, внутренней дифференцировки. Основные структурные и физиологические особенности клеток на этих фазах.

Особенности роста растительного организма. Образование семян, плодов, роль фитогормонов в этих процессах. Физиолого-биохимические процессы на первых этапах прорастания семян. Локализация ростовых процессов в растительном организме. Дифференциация клеток и тканей. Полярность. Гены-переключатели развития. Тотипотентность клеток. Культура изолированных клеток и тканей. Значение гормонов в процессе дифференциации. Типы роста растений. Показатели роста. Большая кривая роста. Влияние внешних условий на рост: температуры, света, водоснабжения, условий минерального питания, аэрации. Роль фитохромной системы в регуляции роста. Ростовые корреляции. Способность растения к регенерации.

Движения растений. Классификация двигательных реакций растений. Ростовые движения растений. Тропизмы. Гормональная регуляция фототропизмов и гетеротропизмов. Настии, нутации. Сейсмонастии. Тургорные движения. Эволюция способов движения. Гетеротропизм, фототропизм, хемотропизм, гидротропизм, тигмотропизм. Фото-, термо-, сейсмо-, автонастии. Физиологическая природа ростовых движений. Значение гормонов в осуществлении движений у растений. Таксисы.

Физиологическая природа покоя у растений и его адаптивная функция. Покой глубокий и вынужденный. Покой как необходимый этап онтогенеза. Покой семян. Покой почек. Регуляция процесса покоя.

Развитие растений. Теория циклического старения и омоложения (работы Н.П. Кренке). Этапы развития растений. Развитие как развертывание генетической программы. Влияние внешних условий на скорость развития растений. Яровизация. Фотопериодизм. Особенности восприятия фотопериодической реакции. Роль фитохромной системы в восприятии фотопериодической реакции. Гормональная концепция цветения растений (исследования М.Х. Чайлахяна), другие теории. Эволюция приспособительных реакций онтогенеза.

Тема 8. Физиологические основы устойчивости растений

Стресс у растений. Механизмы устойчивости и надежности у растений. Экспериментальные факторы среды. Уровни регуляции стрессовых реакций у растений. Устойчивость как признак, заложенный в наследственной основе. Норма реакции растений на изменение условий среды. Различные виды устойчивости.

Физиологические основы устойчивости растений к засухе. Атмосферная и почвенная засуха. Водный дефицит, временное и глубокое завядание. Изменения физиолого-биохимических процессов в тканях растения в условиях обезвоживания.

Растения в условиях гипоксии и аноксии.

Морозоустойчивость (работы И.И. Туманова). Закаливание как обратимое физиологическое приспособление. Методы определения морозоустойчивости. Зимостойкость. Вызревание, вымокание, выпирание растений. Холодоустойчивость. Жароустойчивость. Солеустойчивость. Галофиты и их типы. Адаптация растений к токсическим промышленным выбросам. Газоустойчивость. Устойчивость растений к тяжелым металлам.

Физиолого-биохимические основы устойчивости растений к патогенам (иммунитет). Видовой иммунитет. Реакция сверхчувствительности (СВЧ). Системный приобретенный иммунитет растений. Устойчивость растений к фитофагам.

Тема 9. Вторичный метаболизм растений

Общая характеристика вторичных метаболитов, классификация. Особенности вторичных метаболитов растений, их функции. Терпены. Фенольные соединения (флавоноиды, фенилпропаноиды, фенольные кислоты, танины, лигнины, антоцианы). Азотсодержащие вторичные вещества (алкалоиды, цианогенные гликозиды и глюкозинолаты).

Физиология вторичного метаболизма. Локализация вторичных метаболитов в растении. Изменение вторичного метаболизма в онтогенезе растений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»

(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы, Вопросы по теме	Количество аудиторных часов				Самостоятельная (внеаудиторная) работа	Методические пособия, средства обучения	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	лабораторные занятия				
	5 семестр								
1.	Введение в физиологию растений	1				4			
1.1	Физиология растений как экспериментальная наука. Задачи физиологии растений, ее роль в подготовке учителя биологии. Методы исследований. Основные функции растительного организма, их взаимосвязь. Основные этапы развития физиологии растений. Место физиологии растений в системе наук. Взаимосвязь всех физиологических процессов в организме и их эволюция.	1				4	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1] Доп. [3, 4, 6–11]	Написание конспекта
2.	Физиология растительной клетки	2		2	8	14			
2.1	Общая характеристика строения растительной клетки, особенности ее структуры в связи с биологической функцией. Функциональное взаимодействие клеточных органелл. Движение цитоплазмы, его типы. Цитоскелет, его участие в движении цитоплазмы. Влияние факторов на движение цитоплазмы. Показатели физико-химического состояния цитоплазмы: вязкость, эластичность, раздражимость. Регуляция химической активности клетки.	2				6	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	Написание конспекта, выполнение тематического теста в СДО Moodle
2.2	Мембранная система клетки 1. Строение и функции мембран. 2. Транспорт веществ через мембраны. 3. Отличие мембран хлоропластов и митохондрий.			2		4	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	Доклады, устный опрос, проверочная работа №1

2.3	Лабораторная работа №1. Изучение плазмолиза и деплазмолиза в растительных клетках. Изучение вязкости цитоплазмы в растительных клетках.				4	2	Инструкция по технике безопасности. Микроскопы, плитка, лабораторная посуда, реактивы, цветной и белый лук, цветные карандаши	Доп. [5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
2.4	Лабораторная работа №2. Изучение проницаемости плазмалеммы и тонопласта. Проницаемость живого и мертвого протопласта для клеточного сока.				4	2	Микроскопы, лабораторная посуда, красители, реактивы, цветной и белый лук, цветные карандаши	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
3.	Водный обмен растений	2	8	4	8	12			
3.1	Термодинамические основы водообмена. Значение воды для жизнедеятельности растений. Структура и свойства воды. Свойства воды в растительной клетке. Водный потенциал, его составляющие. Сосущая сила клетки. Связь между сосущей силой и водным потенциалом. Изменение осмотических показателей в зависимости от насыщенности клеток водой. Поступление воды в растительную клетку. Транспорт воды через мембрану. Поступление воды в растение. Корень как главный орган поглощения воды. Радиальный транспорт воды в корне. Верхний и нижний двигатели водного тока. Устьичное регулирование транспирации.	2				4	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	Написание конспекта, выполнение тематического теста в СДО Moodle
3.2	Транспорт воды в растении			2		2	Мультимедийная	Осн.	Доклады;

	1. Передвижение воды по растению. 2. Корневое давление, его механизмы. 3. Транспирация, ее виды, значение в жизни растений. 4. Типы устьичных движений: гидроактивные, гидропассивные, фотоактивные.						презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	[1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	устный опрос
3.3	Влияние различных факторов на водный обмен растений 1. Влияние внешних факторов на водный обмен растений. 2. Влияние внутренних факторов на водный обмен растений. 3. Особенности водного обмена различных экологических групп растений.			2		2	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	Доклады, устный опрос, проверочная работа №2
3.4	Практическая работа №1. Определение водного потенциала (сосущей силы) тканей растений по изменению их размеров (метод Уршпрунга)		2				Лабораторная посуда, реактивы, клубни картофеля, линейки	[5]	Отчет по практической работе с устной защитой
3.5	Практическая работа №2. Решение задач на определение сосущей силы и водного потенциала, показателей транспирации		2			4	ИЭУМК в СДО Moodle	[2]	Письменная работа
3.6	Практическая работа №3. Значение пробки для защиты растений от потери воды		2				Лабораторные весы, скальпели, спиртовки, воск, побеги древесных растений	[5]	Отчет по практической работе с устной защитой
3.7	Практическая работа №4. Изучение состояния устьичного аппарата растений		2				Микроскопы, реактивы, хлоркобальтовая бумага, бесцветный лак для ногтей, настольная лампа, вентилятор, комнатные	[5]	Отчет по практической работе с устной защитой

							растения		
3.8	Лабораторная работа №3. Определение интенсивности транспирации весовым методом (по Иванову)				4		Лабораторные весы, миллиметровая бумага, ножницы, настольная лампа, вентилятор, стеклянный колпак, комнатные растения	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
3.9	Лабораторная работа №4. Определение поглощения воды потометрическим методом				4		Потометры, штативы металлические, вазелин, растения с корневой системой, ножницы	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
4.	Фотосинтез	7	2	4	12	18			
4.1	История открытия и изучения фотосинтеза. Разные уровни организации фотосинтетического аппарата. Лист как орган фотосинтеза. Хлоропласты, роль в процессе фотосинтеза. Химический состав, особенности структуры фотосинтетической мембраны. Общая характеристика фотосинтетических пигментов. Анализ структуры молекул хлорофилла, физико-химические свойства. Биосинтез хлорофилла. Каротиноиды, химическое строение, свойства, функции. Фикобилины, особенности строения, функции. Понятие о фотосинтетической единице, фотосистемах и реакционном центре. Фотофизический этап фотосинтеза, его сущность. Фотохимический этап фотосинтеза, его сущность.	7				8	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	Написание конспекта, выполнение тематического теста в СДО Moodle

	Циклический, нециклический, псевдоциклический поток электронов, фотофосфорилирование. Фотоокисление воды, выделение кислорода. Генерация АТФ. Темновая фаза фотосинтеза. Фотодыхание, его механизм и значение. Продукты фотосинтеза. Донорно-акцепторные связи в растении. Внутриклеточный, ближний и дальний транспорт ассимилятов, его суть и механизм. Фотосинтез и урожай. КПД трансформации световой энергии в химическую. Урожай биологический и хозяйственный.								
4.2	Пути фиксации углекислого газа в растениях 1. С ₃ -путь фотосинтеза (цикл Кальвина), его механизм. 2. С ₄ -путь фотосинтеза, его варианты. 3. Особенности САМ-фотосинтеза.			2		4	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	Доклады; устный опрос
4.3	Экологические аспекты фотосинтеза 1. Влияние внешних факторов (света, температуры, кислорода и углекислого газа, воды, минерального питания) на процесс фотосинтеза. 2. Влияние внутренних факторов на процесс фотосинтеза. 3. Суточный и сезонный ход фотосинтеза.			2		4	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1] Доп. [3, 4, 6–11]	Доклады, устный опрос, проверочная работа №3
4.4	Практическая работа №5. Разделение пигментов листа хроматографическим методом		2				Лабораторная посуда, реактивы, фильтровальная бумага, ножницы, комнатные растения	[5]	Отчет по практической работе с устной защитой
4.5	Лабораторная работа №5. Извлечение пигментов из листьев. Физические и химические свойства пигментов листа.				4		Спектроскоп, лабораторная посуда, реактивы, комнатные растения	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой

4.6	Лабораторная работа №6. Образование крахмала и сахаров в зелёных листьях на свету. Накопление первичного крахмала в клетках С ₃ - и С ₄ -растений.				4	2	Микроскопы, лабораторная посуда, реактивы, плитка, водяная баня, крахмало- и сахаро-образующие растения, С ₃ - и С ₄ -растения	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
4.7	Лабораторная работа №7. Определение содержания основных фотосинтетических пигментов в листьях высших растений.				4		Спектрофотометр, лабораторная посуда, реактивы, световые и теневые листья растений	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
Итого за 5 семестр		12	10	10	28	48			Зачет
6 семестр									
5.	Минеральное питание растений	4	4	2	8	16			
5.1	Химические элементы, входящие в состав растения. Зола, зольные элементы. Поступление ионов в растительную клетку. Транспорт ионов через клеточную мембрану. Внутриклеточный транспорт ионов. Взаимодействие ионов: антагонизм, синергизм. Особенности питания растений азотом. Пути восстановления нитратов в растении. Усвоение молекулярного азота. Группы азотфиксаторов. Последовательность взаимоотношений симбиотических азотфиксаторов с растением-хозяином. Гетеротрофный способ питания растений.	4				8	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	Написание конспекта, выполнение тематического теста в СДО Moodle
5.2	Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур 1. Посевные качества семян. 2. Способы сева и посадки сельскохозяйственных культур.			2		4	Мультимедийная презентация	Осн. [1] Доп. [3, 4,	Доклады, устный опрос, рейтинговая контрольная

	3. Физиологические основы применения удобрений. 4. Проблемы накопления нитратов в растениях, пути ее решения.							6–11]	работа №1
5.3	Практическая работа №6. Обнаружение нитратов в растениях		2				Лабораторная посуда, реактивы, шкала для определения нитратов, овощи, фрукты, листовая зелень	[5]	Отчет по практической работе с устной защитой
5.4	Практическая работа №7. Аллелопатические взаимодействия растений		2			2	Лабораторная посуда, фильтровальная бумага, ножницы, семена различных растений	[5]	Отчет по практической работе с устной защитой
5.6	Лабораторная работа №8. Микрохимический анализ золы. Физиологическая реакция солей.				4	2	Микроскопы, лабораторная посуда, реактивы, зола различных органов растений, семена культур	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
5.7	Лабораторная работа №9. Определение потребности растений в удобрениях методом листовой (тканевой) диагностики по В.В. Церлинг				4		Лабораторная посуда, реактивы, растения, выращенные на различных питательных субстратах	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
6.	Дыхание растений	4	2	4	8	8			

6.1	Биологическое окисление, его значение. Пути биологического окисления. Гликолитическое окисление углеводов (гликолиз). Генетическая связь дыхания и брожения (работы С.П. Костычева). Субстратное фосфорилирование. Аэробная стадия дыхания. Значение аэробной стадии дыхания. Цикл Кребса. Структура электрон-транспортной цепи дыхания. Значение и этапы пентозофосфатного пути окисления глюкозы. Глиоксилатный цикл (Кребса-Корнберга). Взаимосвязь различных путей дыхательного обмена. Теории, объясняющие механизм синтеза АТФ. Пути регуляции дыхания.	4				4	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	Написание конспекта, выполнение тематического теста в СДО Moodle
6.2	Дыхание и фотосинтез как основные энергетические процессы растительной клетки 1. Черты сходства фотосинтеза и дыхания. 2. Черты различия фотосинтеза и дыхания. 3. Генерация энергии в ходе дыхания и фотосинтеза			2		2	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1] Доп. [3, 4, 6–11]	Доклады, устный опрос
6.3	Влияние внешних и внутренних факторов на процесс дыхания 1. Влияние внешних факторов (температуры, воды, питательных веществ, кислорода, углекислого газа, травмирования) на процесс дыхания. 2. Влияние внутренних факторов на процесс дыхания. 3. Пути регуляции дыхания.			2		2	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	Доклады; устный опрос, рейтинговая контрольная работа №2
6.4	Практическая работа №8. Обнаружение активности каталазы и пероксидазы в растительном материале		2				Лабораторная посуда, реактивы, лабораторные весы, сухие и проросшие семена, овощи свежие и термически обработанные,	[5]	Отчет по практической работе с устной защитой

							листья растений		
6.5	Лабораторная работа №10. Определение дыхательного коэффициента семян. Органические вещества и их превращение при прорастании семян.				4		Прибор для определения ДК, лабораторная посуда, реактивы, лабораторные весы, шприцы, плитка, водяная баня, сухие и проросшие семена белковых, углеводных и масляных культур	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
6.6	Лабораторная работа №11. Влияние температуры и pH на активность амилазы.				4		Лабораторная посуда, реактивы, лабораторные весы, крахмальный клейстер, плитка, термометры, проросшие семена зерновых культур	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
7.	Рост и развитие растений	4	4	2		8			
7.1	Особенности роста растительного организма. Онтогенез как развертывание генетической программы организма. Эмбриональный этап и его характеристика. Ювенильный этап и его характеристика. Этап зрелости и его характеристика. Характеристика этапа старения. Теория циклического старения и омоложения растений (по Н.П. Кренке). Универсальная кривая роста Ю. Сакса. Фазы роста клеток и их регуляция. Ростовые корреляции. Регенерация у растений. Ростовые движения растений: тропизмы, настии.	4				4	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	Написание конспекта, выполнение тематического теста в СДО Moodle

	Классификация групп фитогормонов. Гормональная теория цветения. Гормональная регуляция покоя и прорастания семян. Фотопериодизм и его значение для растений. Яровизация. Физиологическая природа покоя у растений и его адаптивная функция. Покой глубокий и вынужденный. Вторичный покой. Покой семян. Покой почек. Регуляция процесса покоя.								
7.2	Фитогормоны 1. Характеристика ауксинов. 2. Характеристика гиббереллинов. 3. Характеристика цитокининов. 4. Абсцизовая кислота, ее химическая природа и функции. 5. Этилен, его химическая природа и функции. 6. Характеристика брассиностероидов. 7. Применение фитогормонов в практике растениеводства.			2		4	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1] Доп. [3, 4, 6–11]	Доклады, устный опрос
7.3	Практическая работа №9. Периодичность роста древесных растений		2				Побеги древесных растений, линейки, цветные карандаши	[5]	Отчет по практической работе с устной защитой
7.4	Практическая работа №10. Зависимость набухания семян от характера запасных веществ		2				Лабораторная посуда, лабораторные весы, марля, нитки, фильтровальная бумага, семена различных культур	[5]	Отчет по практической работе с устной защитой
8.	Физиологические основы устойчивости растений	4	2	2	8	8			
8.1	Стресс у растений. Отличие стрессовых реакций у растений от стресса у животных. Группы стрессоров растений. Специфические и неспецифические реакции растений на стрессовые воздействия. Классификация патогенов растений.	4				4	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4,	Написание конспекта, выполнение тематического

	Физиолого-биохимические основы устойчивости растений к патогенам: конституционные и индуцированные механизмы устойчивости. Засоление: типы и их действие на растения. Механизмы адаптации растений к фактору засоления.							6–11	теста в СДО Moodle
8.2	Устойчивость растений к температурному фактору 1. Холодоустойчивость растений. 2. Морозоустойчивость растений. 3. Этапы закаливания растений (работы И.И. Туманова). 4. Жароустойчивость растений.			2		4	Мультимедийная презентация, ИЭУМК в СДО Moodle	Осн. [1, 2] Доп. [3, 4, 6–11]	Доклады, устный опрос, рейтинговая контрольная работа №3
8.3	Практическая работа №11. Определение солеустойчивости растений		2				Лабораторная посуда, реактивы, фильтровальная бумага, семена различных культур	[5]	Отчет по практической работе с устной защитой
8.4	Лабораторная работа №12. Влияние сахарозы на морозоустойчивость растительных клеток				4		Лабораторная посуда, реактивы, марля, терка, кубики льда, термометры, клубни картофеля, корнеплоды свеклы	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
8.5	Лабораторная работа №13. Определение жаростойкости растений. Определение засухоустойчивости растений.				4		Лабораторная посуда, плитка, водяная баня, термометры, листья различных растений	[5]	Отчет по лабораторной работе с устной защитой
9.	Вторичный метаболизм растений			2		4			
9.1	Вторичные метаболиты растений 1. Вторичные метаболиты, их классификация, особенности.			2		4	Мультимедийная презентация,	Осн. [1]	Доклады, устный опрос

2. Терпены, их роль, локализация, функции. 3. Фенольные соединения (флавоноиды, фенилпропаноиды, фенольные кислоты, танины, лигнины, антоцианы). 4. Азотсодержащие вторичные вещества (алкалоиды, цианогенные гликозиды и глюкозинолаты). 5. Изменение вторичного метаболизма в онтогенезе растений.						ИЭУМК в СДО Moodle	Доп. [3, 4, 6–11]	
Итого за 6 семестр	16	12	12	24	44			Экзамен
Итого по учебной дисциплине 216 часов (124 ч. аудиторной + 92 ч. самостоятельной работы)	28	22	22	52	92			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Жукова, И. И. Физиология растений : интерактив. электрон. учеб.-метод. комплекс для подгот. студентов по специальностям : 1-02 04 01 «Биология и химия»; 1-02 04 02 «Биология и география» / И. И. Жукова, Ж. Э. Мазец // СДО Moodle. – URL: <https://bspu.by/moodle/course/view.php?id=2919> (дата обращения: 19.03.2025).
2. Мазец, Ж. Э. Решение задач по физиологии растений : практикум / Ж. Э. Мазец, И. И. Жукова, А. А. Деревинская. – Минск : Белорус. гос. пед. ун-т, 2019. – 120 с.

Дополнительная литература

3. Веретенников, А. В. Физиология растений : учеб. для студентов вузов / А. В. Веретенников. – М. : Акад. проект, 2006. – 480 с.
4. Кузнецов, Вл. В. Физиология растений : учеб. для студентов вузов / Вл. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М. : Высш. шк., 2006. – 741 с.
5. Мазец, Ж. Э. Физиология растений : практикум / Ж. Э. Мазец, И. И. Жукова, А. А. Деревинская. – Минск : Белорус. гос. пед. ун-т, 2017. – 176 с.
6. Медведев, С. С. Физиология растений : учебник / С. С. Медведев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 496 с.
7. Полевой, В. В. Физиология растений : учебник / В. В. Полевой. – М. : Высш. шк., 1989. – 464 с.
8. Пилильщикова, И. В. Физиология растений с основами микробиологии / И. В. Пилильщикова. – М. : Мир, 2004. – 184 с.
9. Физиология растений : учебник / Н. Д. Алехина, Ю. В. Балнокин, В. Ф. Гавриленко [и др.] ; под ред. И. П. Ермакова. – М. : Академия, 2005. – 640 с.
10. Юрин, В. М. Физиология растений : учеб. пособие / В. М. Юрин. – Минск : Белорус. гос. ун-т, 2010. – 455 с.
11. Якушкина, Н. И. Физиология растений : учеб. для вузов / Н. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. – М. : Владос, 2005. – 464 с.

Методические рекомендации по организации самостоятельной (внеаудиторной) работы студента по учебной дисциплине

Время, отведенное на самостоятельную работу по учебной дисциплине «Физиология растений», может использоваться обучающими на:

- проработку и конспектирование вопросов курса на основании обзорного лекционного материала, литературных источников, включающих учебники и учебные пособия, интернет-источников, составление терминологических словарей;

- подготовку к лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, их выполнение и оформление, подготовку к рейтинговым контрольным работам;

- подготовку сообщений, тематических докладов (рефератов), презентаций (в зависимости от содержания рассматриваемых вопросов) на основе информационных образовательных ресурсов.

Контроль самостоятельной работы осуществляется в виде:

- рейтинговых контрольных работ;
- проверочных работ, тестирования;
- обсуждения разработанных обобщающих таблиц и схем;
- обсуждения докладов;
- индивидуальных бесед.

**Требования к выполнению самостоятельной (внеаудиторной) работы
студентов по учебной дисциплине «Физиология растений»
очной (дневной) формы получения образования**

№ п/п	Название темы, раздела	Количество часов на СРС	Задание	Формы выполнения
1	Введение в физиологию растений (4 ч.)			
1.1	Развитие физиологии растений. Единство организма и среды. Значение физиологических исследований растений в решении проблем экологии.	4	Работа с учебником и иными информационными ресурсами по теоретическим вопросам учебной программы.	Дополнение к конспекту лекций.
2	Физиология растительной клетки (14 ч.)			
2.1	Химическая организация растительной клетки. Особенности структуры и функции химических веществ, входящих в состав растительной клетки. Влияние внешних условий на свойства цитоплазмы. Клеточная оболочка: структура, химический состав, функции. Понятие об основных системах жизнедеятельности клетки. Эволюция растительной клетки.	6	Работа с учебником и иными информационными ресурсами по теоретическим вопросам учебной программы.	Дополнение к конспекту лекций.
2.2	Мембранная система клетки	4	Проработать вопросы семинара «Мембранная система клетки», подготовиться к проверочной работе №1	Дополнение к конспекту лекций. Записать ответы
2.3	Лабораторная работа №1. Изучение плазмолиза и деплазмолиза в растительных клетках. Изучение вязкости цитоплазмы в растительных клетках.	2	Оформить таблицу «Формы плазмолиза»	Оформить таблицу
2.4	Лабораторная работа №2. Изучение проницаемости плазмалеммы и тонопласта. Проницаемость живого и мертвого протопласта для клеточного сока.	2	Оформить в цвете рисунки «Проницаемость мембран для различных веществ» (нейтрального красного, эозина, индигокармина)	Оформить рисунки

3	Водный обмен растений (12 ч.)			
3.1	Структура и свойства воды. Свойства воды в растительной клетке. Корневая система как орган поступления воды, возникший в процессе эволюционного развития растений. Формы воды в почве. Особенности суточного хода движения устьиц. Эволюция водообмена у растений.	4	Работа с учебником и иными информационными ресурсами по теоретическим вопросам учебной программы.	Дополнение к конспекту лекций.
3.2	Транспорт воды в растении	2	Проработать вопросы семинара и составить схему «Транспорт воды в растении»	Дополнение к конспекту лекций. Оформить схему
3.3	Влияние различных факторов на водный обмен растений	2	Проработать вопросы семинара «Влияние различных факторов на водный обмен растений», подготовиться к проверочной работе №2	Дополнение к конспекту лекций. Записать ответы
3.4	Практическая работа №2. Решение задач на определение сосущей силы и водного потенциала, показателей транспирации	4	Решение задач в практикуме по теме «Водный обмен растений»	Решить задачи
4	Фотосинтез (18 ч.)			
4.1	История открытия и изучения фотосинтеза. Работы К.А. Тимирязева. Этапы биосинтеза хлорофиллов (работы Т.Н. Годнева, А.А. Шлыка). Значение различных участков солнечного спектра в процессе фотосинтеза (работы К.А. Тимирязева, М.С. Цвета А.А. Красновского). Работы Д. Арнона. Продукты фотосинтеза (работы А.А. Ничипоровича и др.). Влияние на фотосинтез условий освещения (работы В.И. Любименко). Пути повышения продуктивности фотосинтеза.	8	Работа с учебником и иными информационными ресурсами по теоретическим вопросам учебной программы.	Дополнение к конспекту лекций.
4.2	Пути фиксации углекислого газа в растениях	4	Составить таблицы «Сравнительная характеристика фотосинтеза у С ₃ -, С ₄ - и САМ-растений», «Сравнительная характеристика типов С ₄ -фотосинтеза»	Составить таблицы

4.3	Экологические аспекты фотосинтеза	4	Проработать вопросы семинара «Экологические аспекты фотосинтеза», подготовиться к проверочной работе №3	Дополнение к конспекту лекций. Записать ответы
4.4	Лабораторная работа №6. Образование крахмала и сахаров в зелёных листьях на свету. Накопление первичного крахмала в клетках С ₃ - и С ₄ -растений.	2	Составить схемы «Образование органических веществ в зеленых листьях на свету», «Образование различных углеводов в результате процесса фотосинтеза»	Составить схемы
5	Минеральное питание растений (16 ч.)			
5.1	История изучения процессов корневого питания. Значение процессов адсорбции в процессе поступления веществ. Почва как источник питательных веществ. Формы усвоения питательных веществ почвы. Роль отдельных элементов в физиологических процессах клетки. Макро- и микроэлементы. Признаки недостаточности отдельных элементов в растении. Роль корневых выделений для усвоения ряда веществ. Некорневые подкормки. Выращивание растений без почвы. Генетика минерального питания. Эволюция корня как органа минерального питания.	8	Работа с учебником и иными информационными ресурсами по теоретическим вопросам учебной программы.	Дополнение к конспекту лекций.
5.2	Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур	4	Проработать вопросы семинара «Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур», подготовиться к рейтинговой контрольной работе №1	Дополнение к конспекту лекций. Записать ответы
5.3	Практическая работа №7. Аллелопатические взаимодействия растений	2	Контролировать прорастания семян в течение недели в рамках практической работы «Аллелопатические взаимодействия растений»	Выполнить задание
5.4	Лабораторная работа №8.	2	Контролировать	Выполнить

	Микрохимический анализ золы. Физиологическая реакция солей.		прорастания семян в течение недели в рамках лабораторной работы «Физиологическая реакция солей»	задание
6	Дыхание растений (8 ч.)			
6.1	История развития учения о дыхании. Альтернативные немитохондриальные электрон-транспортные цепи (ЭТЦ).	4	Работа с учебником и иными информационными ресурсами по теоретическим вопросам учебной программы.	Дополнение к конспекту лекций.
6.2	Дыхание и фотосинтез как основные энергетические процессы растительной клетки	2	Проработать вопросы семинара «Дыхание и фотосинтез как основные энергетические процессы растительной клетки»	Дополнение к конспекту лекций. Записать ответы
6.3	Влияние внешних и внутренних факторов на процесс дыхания	2	Проработать вопросы семинара «Влияние внешних и внутренних факторов на процесс дыхания», подготовиться в рейтинговой контрольной работе №2	Дополнение к конспекту лекций. Записать ответы
7	Рост и развитие растений (8 ч.)			
7.1	Образование семян, плодов, роль фитогормонов в этих процессах. Физиолого-биохимические процессы на первых этапах прорастания семян. Влияние внешних условий на рост и скорость развития растений. Эволюция приспособительных реакций онтогенеза. Понятие о ксенобиотиках. Синтетические регуляторы роста. Ретарданты, гербициды, морфактины.	4	Работа с учебником и иными информационными ресурсами по теоретическим вопросам учебной программы.	Дополнение к конспекту лекций.
7.2	Фитогормоны	4	Проработать вопросы семинара «Фитогормоны»	Дополнение к конспекту лекций. Записать ответы
8	Физиологические основы устойчивости растений (8 ч.)			
8.1	Механизмы устойчивости и надежности у растений. Работы Д.Б.	4	Работа с учебником и иными	Дополнение к конспекту

	Гродзинского. Атмосферная и почвенная засуха. Водный дефицит, временное и глубокое завядание. Газоустойчивость. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Устойчивость растений к фитофагам.		информационными ресурсами. Составить схему «Устойчивость растений к загрязнению окружающей среды»	лекций. Составить схему
8.2	Устойчивость растений к температурному фактору	4	Проработать вопросы семинара «Устойчивость растений к температурному фактору», подготовиться к рейтинговой контрольной работе №3	Дополнение к конспекту лекций. Записать ответы
9	Вторичный метаболизм растений (4 ч.)			
9.1	Вторичные метаболиты растений	4	Проработать вопросы семинара «Вторичные метаболиты растений»	Дополнение к конспекту лекций. Записать ответы
	Итого	92		

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Устная форма: устный опрос на лабораторных, практических и семинарских занятиях; индивидуальные беседы; доклады на семинарах.
2. Письменная форма: конспект; проверочные работы; рейтинговые контрольные работы; ведение рабочих тетрадей, выполнение аналитических заданий лабораторного практикума; письменный экзамен.
3. Устно-письменная форма: выполнение заданий в рабочих тетрадях по результатам лабораторных и практических занятий и их устная защита; зачет.
4. Техническая форма: тестирование.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

– Устный ответ.

При оценивании устного ответа студента учитывается: владение терминологией; систематизированность, глубина, логичность и полнота изложения материала; умение объяснять сущность и механизмы процессов и явлений, делать выводы и обобщения, аргументировать ответ; умение приводить примеры; использовать научные достижения других учебных дисциплин.

– Доклад (реферат) и мультимедийная презентация.

При оценивании реферата внимание обращается на: соответствие содержания теме доклада; свободное владение выступающим теоретическим содержанием материала; грамотное и последовательное изложение материала; умение выступающего формулировать выводы и отвечать на вопросы аудитории; количество слайдов, их оформление, наличие иллюстраций (изображения, схемы, таблицы, графики), орфографическая и пунктуационная грамотность, продолжительность презентации.

– Конспект к семинарским занятиям.

При оценивании конспекта внимание обращается на: объем (при написании конспекта следует избегать многословия и излишнего цитирования), структуру, системность и последовательность изложения содержания теоретического материала в соответствии с учебной программой, наличие рисунков и схем с пояснениями, грамотность.

– Устная защита студентами лабораторных и практических работ.

Оценивание устной защиты включает: знание терминологии по теме; усвоение и понимание студентами основных теоретических вопросов; аккуратность оформления и правильность выполнения заданий в рабочей тетради на печатной основе; умение студента выделять главное, определять причинно-следственные связи, объяснять результаты выполненной работы, отвечать на дополнительные вопросы и формулировать выводы.

– Тестирование.

(<https://bspu.by/moodle/course/view.php?id=2919>)

– Рейтинговая контрольная работа

Оценивание рейтинговых контрольных работ включает: выставление отметки в баллах по десятибалльной шкале в соответствии с критериями оценки знаний и компетенций студентов, разработанными Министерством образования Республики Беларусь.

Примерная тематика рефератов

1. Общая характеристика строения растительной клетки, особенности ее структуры в связи с биологической функцией. Функциональное взаимодействие различных клеточных органелл.
2. Показатели физико-химического состояния цитоплазмы. Роль микротрубочек и микрофиламентов в определении свойств цитоплазмы.
3. Влияние внешних условий на свойства цитоплазмы.
4. Эволюция растительной клетки.
5. Передвижение воды по растению. Верхний и нижний двигатели водного тока.
6. Значение воды для жизнедеятельности растений. Поступление и передвижение воды по растению.
7. Влияние внешних факторов на водный обмен растений.
8. Влияние внутренних факторов на водный обмен растений.
9. Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур, посевные качества семян.
10. Физиологические основы применения удобрений.
11. Фотосинтез у растений разных экологических групп (C₃-фотосинтез, C₄-фотосинтез, САМ-фотосинтез).
12. C₂-фотосинтез (фотодыхание), его наличие у C₃-растений и C₄-растений.
13. Влияние количества и качества света на фотосинтез.
14. Влияние внешних факторов на фотосинтез.
15. Влияние внутренних факторов на фотосинтез (возраст листьев, возраст растения, содержание хлорофилла).
16. Суточный ход фотосинтеза. Сезонный ход фотосинтеза.
17. Влияние светового режима на процесс дыхания у растений.
18. Влияние внешних факторов на процесс дыхания у растений.
19. Влияние внутренних факторов на дыхание растений.
20. Устойчивость растений к низким температурам.
21. Засухоустойчивость растений.
22. Вторичные метаболиты растений: фенольные соединения.
23. Вторичные азотсодержащие метаболиты растений.
24. Изменение вторичного метаболизма в онтогенезе растений.

Примерные вопросы к экзамену

1. Физиология растений как экспериментальная наука. Задачи физиологии растений, ее роль в подготовке учителя биологии. Методы исследований.
2. Общая характеристика строения растительной клетки, особенности ее структуры в связи с биологической функцией. Функциональное взаимодействие различных клеточных органелл.
3. Движение цитоплазмы, его типы. Цитоскелет, его участие в движении цитоплазмы. Влияние внешних и внутренних факторов на движение цитоплазмы.
4. Показатели физико-химического состояния цитоплазмы: вязкость, эластичность, раздражимость. Роль микротрубочек и микрофиламентов в определении свойств цитоплазмы.
5. Мембранная система клетки. Строение, функции и проницаемость мембран. Отличие мембран хлоропластов и митохондрий.
6. Регуляция химической активности клетки: ферментная, генетическая, мембранная. Межклеточные и организменные системы регуляции.
7. Термодинамические основы водообмена. Водный потенциал, его составляющие. Сосущая сила клетки. Связь между сосущей силой и водным потенциалом.
8. Поступление воды в растительную клетку. Транспорт воды через мембрану. Формы воды в растительной клетке.
9. Передвижение воды по растению. Верхний и нижний двигатели водного тока. Корневое давление, его механизмы. Гуттация, «плач» растений.
10. Значение воды для жизнедеятельности растений. Поступление воды в растение. Корень как главный орган поглощения воды. Радиальный транспорт воды в корне.
11. Транспирация, ее виды, значение в жизни растений, влияние внешних условий.
12. Устьичное регулирование транспирации. Типы устьичных движений: гидроактивные, гидропассивные, фотоактивные.
13. Поступление ионов в растительную клетку. Транспорт ионов через клеточную мембрану. Внутриклеточный транспорт ионов. Взаимодействие ионов: антагонизм, синергизм.
14. Роль отдельных элементов в физиологических процессах клетки. Макро- и микроэлементы. Признаки недостаточности отдельных элементов в растении.
15. Пассивный и активный транспорт ионов. Диффузия. Ионные каналы. Роль переносчиков и транспортных АТФаз.

16. Особенности питания растений азотом. Пути восстановления нитратов в растении. Цикл Д.Н. Прянишникова. Проблема накопления нитратов в растениях, пути ее решения.

17. Усвоение молекулярного азота растениями. Группы азотфиксаторов. Последовательность взаимоотношений симбиотических азотфиксаторов с растением-хозяином.

18. Физиологические основы применения удобрений: физиологически кислые, физиологически основные, физиологически нейтральные удобрения, удобрения с дополнительным ионом и замедленной скоростью растворения. Закон минимума Ю. Либиха. Некорневые подкормки. Выращивание растений без почвы.

19. Разные уровни организации фотосинтетического аппарата. Лист как орган фотосинтеза.

20. Хлоропласты, роль в процессе фотосинтеза. Химический состав, структура, функциональное значение.

21. Хлорофиллы, химическая структура, распространение в растительном мире, химические и физические свойства. Этапы биосинтеза хлорофиллов.

22. Фикобилины, особенности строения, функции.

23. Каротиноиды, химическое строение, свойства, функции.

24. Понятие о фотосинтетической единице, фотосистемах и реакционном центре. Поглощение квантов света и возбуждение хлорофилла. Миграция энергии.

25. Фотохимический этап фотосинтеза, его сущность. Фотоокисление воды.

26. Структура электрон-транспортной цепи фотосинтеза: псевдоциклическое фотофосфорилирование.

27. Структура электрон-транспортной цепи фотосинтеза: циклическое фотофосфорилирование с участием ФС I и ФС II.

28. Структура электрон-транспортной цепи фотосинтеза: нециклическое фотофосфорилирование.

29. Особенности САМ-фотосинтеза.

30. С₃-путь фотосинтеза (цикл Кальвина), его механизм. Образование сахарозы и первичного крахмала.

31. С₄-путь фотосинтеза (цикл Хэтча-Слэка), его механизм.

32. Продукты фотосинтеза. Пути повышения продуктивности фотосинтеза. Урожай биологический и хозяйственный.

33. Фотодыхание, его механизм и значение.

34. Донорно-акцепторные связи в растении. Внутриклеточный, ближний и дальний транспорт ассимилятов.

35. Внутриклеточный транспорт ассимилятов: его суть, транспорт углеводов и белков. Ближний транспорт ассимилятов: его суть, соотношение путей, загрузка флоэмы.

36. Дальний (флоэмный) транспорт ассимилятов: его суть, механизмы. Особенности строения элементов флоэмы.
37. Значение дыхания в жизни растительного организма. Субстраты дыхания. Дыхательный коэффициент. Пути дыхательного обмена.
38. Дыхание и фотосинтез как основные энергетические процессы растительной клетки. Сопоставление этих процессов, черты сходства и различия.
39. Гликолиз, его суть и энергетический выход.
40. Значение аэробной стадии дыхания. Цикл Кребса.
41. Электрон-транспортная цепь дыхания. Окислительное фосфорилирование.
42. Пентозофосфатный путь дыхания. Его химизм и значение.
43. Глиоксилатный цикл (Кребса-Корнберга). Его химизм и значение.
44. Рост клеток как основа роста многоклеточного организма: понятие, локализация, фазы. Большая кривая роста.
45. Дифференцировка клеток, ее типы. Факторы, определяющие ее направление. Дедифференцировка клеток.
46. Развитие растений: понятие, этапы. Яровизация. Фотопериодизм.
47. Особенности прорастания семян: условия, типы, роль гормонов.
48. Теория циклического старения и омоложения растений (по Н.П. Кренке). Календарный и физиологический возраст органа (растения).
49. Физиологическая природа покоя у растений и его адаптивная функция. Покой глубокий и вынужденный. Вторичный покой.
50. Движения растений: тропизмы. Положительные и отрицательные тропизмы. Классификация в зависимости от природы раздражителя: фото-, гео-, хемонастии, их механизм.
51. Движения растений: настии. Классификация в зависимости от природы раздражителя: термо-, фото-, никти-, сейсмонастии, их механизм.
52. Фитогормоны как основные регуляторы процесса роста и развития. Общие представления о гормонах. Основные группы фитогормонов.
53. Гормональная теория цветения. Формирование пола у растений (мужских и женских цветков).
54. Общая характеристика вторичных метаболитов, классификация. Особенности вторичных метаболитов растений, их функции.
55. Стресс у растений. Защитные механизмы: избегания и выносливости. Системы надежности (стабилизации) у растений.
56. Физиологические основы устойчивости растений к засухе. Направления стабилизации в условиях водного дефицита. Экологические группы растений по отношению к воде.
57. Жароустойчивость. Приспособления растений к действию высоких температур.

58. Устойчивость растений к низким температурам: морозоустойчивость и холодоустойчивость. Зимостойкость. Выпревание, вымокание, выпирание растений.

59. Солеустойчивость. Экологические группы растений по отношению к засолению.

60. Устойчивость растений к патогенам. Иммуитет. Конституционные и индуцированные защитные механизмы растений к фитопатогенам.

Примеры компетентностно-ориентированных заданий

1. Объясните причины накопления спирта в некоторых созревающих плодах (томатах, грушах, дынях, апельсинах и др.).

2. В три пробирки налили одинаковое количество крахмального клейстера, добавили по 0,5 мл вытяжки амилазы и выдержали в течение 15 мин при 0; 35 и 100°C. После добавления йода продукты в первой пробирке дали фиолетовую окраску, во второй – желтую, в третьей – синюю. Объяснить полученный результат.

3. Два листа выдержаны в полной темноте для обескрахмаливания. Затем один был освещен монохроматическим светом с длиной волны 680 нм, другой – в широкой области красной части спектра (680-700 нм). Интенсивность световых потоков была одинакова. В каком листе окажется более высокое содержание крахмала?

4. Почему вблизи подземных теплотрасс листья на деревьях дольше сохраняют зелёную окраску и опадают позже?

5. Известно, что в процессе фотосинтеза растения образуют крахмал. Однако, после проведения крахмальной пробы в зеленых листьях герани, выдержанных в темноте в течение 48 часов, и в зеленых листьях тюльпана крахмал не был обнаружен. Объясните полученный результат.

6. Такие растения, как сорго, кукуруза, сахарный тростник, могут успешно фотосинтезировать при закрытых устьицах. Почему?

7. Почему при варке листья щавеля, петрушки приобретают буровато-коричневую окраску?

8. После повторных заморозков осенью трава приобретает буровато-оливковую окраску. Как объяснить изменение окраски? Жизнеспособны ли такие растения?

9. Чем объяснить, что утром клеточный сок кактусов, агавы и других суккулентных растений очень кислый, а во второй половине дня кислотность снижается?

10. Семена фасоли перед посевом обработали раствором индигокармина, при этом около 70% зародышей окрасились в синий цвет. Какие выводы относительно всхожести семян можно сделать?

11. Бумага была пропитана розовым раствором хлористого кобальта и после просушивания приобрела ярко-голубой цвет. Она была приложена к двум сторонам листа традесканции. Бумага, приложенная к верхней стороне листа, порозовела через 15 мин, тогда как бумага, приложенная к нижней стороне листа, изменила свою окраску только через 3 часа. Объясните полученные результаты.

12. После погружения кусочка растительной ткани в 10% раствор сахарозы концентрация последнего осталась без изменений. В какую сторону изменится концентрация 12% раствора сахарозы при погружении в нее этой ткани? Почему?

13. Один кусочек эпидермиса синего лука выдержан в гипертоническом растворе KNO_3 , другой – в $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. В каком из них быстрее наступит выпуклый плазмолиз, почему?

14. При погружении листочка элодеи в гипертонический раствор оказалось, что в клетках верхушки листа плазмолиз наступил на 20-й минуте, основания листа – только через час. Почему?

15. При погружении кусочков эпидермиса синего лука в гипертонические растворы сахарозы и мочевины оказалось, что в первом случае наступил стойкий плазмолиз, а во втором на смену плазмолизу вскоре пришел самопроизвольный деплазмолиз. Объясните почему?

16. Найдите объем выделенного углекислого газа, если растение массой 4322 г за 2,5 часа поглотило 64 мг кислорода. ДК = 0,93. Какой субстрат использовался для дыхания?

17. Сколько органического вещества вырабатывает дерево за 10 мин., если известно, что интенсивность фотосинтеза составляет 30 мг органического вещества на 1 дм^2 в час, а поверхность листьев составляет 4 м^2 ?

18. Побег с площадью листьев 12 дм^2 испарил за 4 минуты 0,06 г воды. При тех же условиях со свободной водной поверхности площадью 20 см^2 за 30 минут испарилось 0,15 г. Найдите относительную транспирацию.

19. За вегетационный период растения накопили 2,1 кг органической массы и испарили 525 кг воды. Вычислите продуктивность транспирации.

20. Рассчитайте энергетический выход полного аэробного окисления 1 молекулы фруктозы, 1 молекулы глюкозы и 1 молекулы сахарозы.

21. Клетка с осмотическим потенциалом клеточного сока -9 кПа и потенциалом давления 1 кПа погружена в раствор с осмотическим давлением 7 кПа . В каком направлении пойдет вода? Почему?

Критерии оценки результатов учебной деятельности (промежуточной аттестации)

Формой текущей аттестации по учебной дисциплине «Физиология растений» учебным планом в пятом семестре предусмотрен зачет, в шестом – экзамен. К сдаче зачета и экзамена по учебной дисциплине допускаются студенты:

- не имеющие пропусков учебных занятий;
- успешно защитившие отчеты по лабораторным и практическим занятиям;
- имеющие положительные отметки по текущей успеваемости (тестовый контроль в СДО Moodle, письменные рейтинговые контрольные работы).

№ п/п	Отметка	Критерии
1	10 (десять) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, модуля, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по изучаемой учебной дисциплине, модулю; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
2	9 (девять) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; точное использование научной терминологии, (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, модуля, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю;

		полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой УВО по учебной дисциплине, модулю; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине, модулю и давать им аналитическую оценку; систематическая, активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
3	8 (восемь) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю в объеме учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, модуля (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой УВО по учебной дисциплине, модулю; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине, модулю и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
4	7 (семь) баллов	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, модуля, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой УВО по учебной дисциплине, модулю; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях, направлениях по изучаемой учебной дисциплине, модулю и давать их аналитическую оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
5	6 (шесть) баллов	достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать

		обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, модуля, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках, учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой УВО по учебной дисциплине, модулю; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине, модулю и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
6	5 (пять) баллов	достаточные знания в объеме учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, модуля, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой УВО по учебной дисциплине, модулю; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине, модулю и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
7	4 (четыре) балла	достаточный объем знаний в объеме учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой УВО по учебной дисциплине, модулю; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, модуля, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине, модулю и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий
8	3 (три) балла	недостаточно полный объем знаний в объеме учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой УВО по учебной дисциплине, модулю; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками;

		слабое владение инструментарием учебной дисциплины, модуля, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой учебной дисциплины, модуля; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
9	2 (два) балла	фрагментарные знания в объеме учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой УВО по учебной дисциплине, модулю; неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, модуля, наличие в ответе грубых, логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
10	1 (один) балл	отсутствие знаний и компетенций в объеме учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю, отказ от ответа, неявка на аттестацию без уважительной причины

№ п/п	Отметка	Критерии
1	Зачтено	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы УВО по учебной дисциплине, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; активная систематическая самостоятельная работа на лабораторных и семинарских занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы по учебной дисциплине.
2	Не зачтено	недостаточно полный объем знаний в объеме учебной программы УВО по учебной дисциплине, модулю; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой учебной дисциплины, модуля; пассивность на семинарских и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий; фрагментарные знания в объеме учебной программы УВО по учебной дисциплине; неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок; отсутствие знаний и компетенций в объеме учебной программы УВО по учебной дисциплине, отказ от ответа, неявка на аттестацию без уважительной причины.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»
С ДРУГИМИ УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Ботаника	Кафедра биологии и методики преподавания биологии	Согласовано с содержанием учебных программ	Протокол №8 от 25.02.2025 г.
Цитология	Кафедра биологии и методики преподавания биологии	Согласовано с содержанием учебных программ	
Микробиология	Кафедра биологии и методики преподавания биологии	Согласовано с содержанием учебных программ	