

Белорусский государственный университет



Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.И. Чуприс

« 26 » октября 2019 г.

Регистрационный № УД 408/уч.

Физиология растений

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:

1-31 01 02 Биохимия;

1-31 01 03 Микробиология

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 02-2018, ОСВО 1-31 01 03-2018, учебных планов УВО № G31-221/уч. 2018 г., № G31-222/уч. 2018 г., № G31з-224/уч. 2018 г., № G31з-225/уч. 2018 г., утвержденных 13.07.2018 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Филипцова Г.Г., доцент кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Молчан О.В., заведующий лабораторией фотосинтеза и водного режима ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф Купревича НАН Беларуси», кандидат биологических наук, доцент

Новиков Д.А., доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений БГУ (протокол № 3 от 13 сентября 2019 г.);

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 1 от 25 сентября 2019 г.)

Зав. кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений, доцент



И.И. Смолич



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Физиология растений является одной из наиболее важных фундаментальных дисциплин в системе высшего биологического образования. В ее основе лежит изучение жизнедеятельности растительных организмов, являющихся источником метаболитов и энергии для развития всех живых организмов и биосферы в целом. Изучение дисциплины даст студентам современные знания об особенностях организации и закономерностях функционирования растительных организмов как целостной открытой системы. Освоение программы будет способствовать их развитию как самостоятельных ученых-исследователей и практиков, позволит получить знания, требующиеся для проведения исследований на современном научно-методическом уровне, даст опыт практической работы с растительными объектами.

Цель учебной дисциплины – формирование у студентов целостной системы знаний о физиолого-биохимических процессах, происходящих в растительных организмах, и механизмах их регуляции на разных уровнях организации.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить основные термины и понятия физиологии растений;
- дать детальную характеристику основных физиолого-биохимических процессов, происходящих на разных уровнях организации растительного организма;
- изучить механизмы влияния факторов среды на функционирование растительных организмов;
- ознакомить студентов с современными методическими и практическими разработками по основным разделам физиологии растений.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к компоненту учреждения образования учебных планов и входит в учебный модуль «Физиология».

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Изучение учебной дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами по учебным дисциплинам «Основы ботаники», «Структурная биохимия», «Метаболическая биохимия». Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей и содержания учебных программ по дисциплинам «Функциональная биохимия», «Генетика».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Физиология растений» наряду с другими учебными дисциплинами учебного модуля «Физиология» должно обеспечить формирование специализированной компетенции СК-4 «Быть способным характеризовать основные физиолого-биохимические процессы растительных и животных организмов и механизмы их регуляции; процессы, происходящие в организме человека при физических нагрузках и других экстремальных состояниях; молекулярные механизмы действия гормонов, гормоноподобных соединений и новейшие достижения в области молекулярной эндокринологии».

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- суть основных понятий и процессов, происходящих в растительных организмах;
- закономерности функционирования метаболических систем и механизмы их регуляции в растительном организме;
- принципы функционирования растительного организма как целостной системы;
- физико-химические подходы и методы изучения растительного организма на разных уровнях организации;
- проблемы, достижения в области физиологии растений и перспективы их использования для повышения продуктивности растений;

уметь:

- использовать основные закономерности функционирования растительных организмов в качестве научной основы растениеводства, фармакологии и биотехнологии;
- использовать методы теоретического и экспериментального исследований в фитофизиологии;
- проводить поиск и систематизировать научную информацию по отдельным разделам физиологии растений;

владеть:

- основными приемами обработки экспериментальных данных;
- методами оценки показателей физиологических процессов на разных уровнях организации.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 4 семестре (очная форма получения образования) и в 4-5 семестрах (заочная форма получения образования). Всего на изучение учебной дисциплины «Физиология растений» отведено:

- для очной формы получения высшего образования – 220 часов, в том числе 112 аудиторных часов, из них: лекции – 58 часов, лабораторные занятия – 50 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа;

– для заочной формы получения высшего образования – 220 часов, в том числе 30 аудиторных часов, из них: лекции – 22 часа (18 часов – 4 семестр, 4 часа – 5 семестр), лабораторные занятия – 8 часов (5 семестр).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ

Тема 1.1

Предмет, методы и задачи физиологии растений

Объект физиологии растений, его особенности. Задачи физиологии растений. Этапы развития физиологии растений, ее связь с общим развитием биологии и практикой.

Проблемы современной физиологии растений. Тематика и задачи новых разделов физиологии растений, таких как геномика, феномика, метаболомика, биоинформатика, системная биология растений, молекулярная биотехнология и др. Физиология растений и проблемы современной цивилизации: генетическая модификация организмов, глобальное потепление, экологические изменения, устойчивое производство продуктов питания и биотоплива, поддержание биоразнообразия и т.д.

Раздел 2. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Тема 2.1

Молекулярная структура компонентов растительной клетки

Молекулярная структура основных компонентов растительной клетки, особенности их строения в связи с биологической функцией. Клеточная стенка. Понятие апопласта и симпласта. Структура и функция мембран растительной клетки. Цитоплазма. Физико-химические свойства цитоплазмы, ее взаимодействие с внешней средой. Пластиды: хлоропласты, хромопласты и лейкопласты – особенности структуры и функции. Вакуоль – строение, биохимический состав вакуолярного сока, функции в растении. Митохондрии, рибосомы, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, пероксисомы, лизосомы, микротрубочки, микрофиламенты. Принципы регуляции процессов на клеточном уровне. Функциональное взаимодействие отдельных компартментов клетки. Теория ретроградной и антероградной сигнализации.

Раздел 3. ФОТОСИНТЕЗ

Тема 3.1

Суть и значение процесса фотосинтеза

Суть процесса фотосинтеза. Характеристика основных реакций и физико-химические основы фотосинтеза. Роль фотосинтеза в процессах трансформации вещества и энергии. Глобальное значение фотосинтеза в развитии биосферы. Эволюция фотосинтеза.

Тема 3.2

Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата

Лист как специализированный орган фотосинтеза в растении. Роль различных структур листа в функционировании процесса фотосинтеза. Общие принципы организации фотосинтетического аппарата на уровне хлоропласта. Строение хлоропласта. Структурно-функциональная организации тилакоидных мембран. Биогенез хлоропластов. Пигментные системы фотосинтезирующих организмов. Спектральная характеристика фотосинтетически активной радиации (ФАР).

Тема 3.3

Фотосинтетические пигменты. Хлорофиллы

Общая характеристика структуры и функций фотосинтетических пигментов как первичных фоторецепторов. Распространение различных форм хлорофиллов в природе. Основные элементы структуры хлорофиллов и их значение в поглощении и преобразовании энергии. Физико-химические свойства хлорофиллов. Спектральные характеристики хлорофиллов. Электронно-возбуждённое состояние хлорофиллов и типы его дезактивации. Биосинтез и катаболизм хлорофиллов.

Тема 3.4

Каротиноиды и фикобилины

Распространение каротиноидов в природе. Характеристика структуры и физико-химические свойства каротинов и ксантофиллов. Спектральные характеристики каротиноидов. Функции каротиноидов в растениях. Механизмы защитного действия каротиноидов. Пути биосинтеза каротиноидов.

Фикобилины. Распространение в природе. Особенности структуры, физико-химические свойства и функции фикобилинов в растениях.

Тема 3.5

Структурно-функциональная организация пигментов в хлоропластах

Основные типы пигмент-белковых комплексов. Строение и механизм функционирования светособирающих антенн и реакционных центров. Энергетическое взаимодействие пигментов в антенных комплексах и реакционных центрах. Механизмы миграции энергии.

Тема 3.6.

Структурно-функциональная организация электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) хлоропластов. Первичные процессы фотосинтеза

Функциональные комплексы ЭТЦ. Комплекс фотосистемы II. Механизм фотоокисления воды и выделения молекулярного кислорода. Структура и механизм работы пула пластохинонов. Цитохромный b/f-комплекс. Комплекс фотосистемы I. Водорастворимые белки пластоцианин и ферредоксин.

Z-схема фотосинтеза. Типы транспорта электронов в хлоропластах. Механизм сопряжения электронного транспорта с формированием

трансмембранного градиента электрохимического потенциала. Фотосинтетическое фосфорилирование, его основные типы и их физиологическое значение. Особенности протекания циклического, нециклического и псевдоциклического типов фотофосфорилирования. Структурная организация и механизм работы АТФ-синтазного комплекса.

Тема 3.7

Метаболизм углекислого газа в процессе фотосинтеза

Типы растений, различающихся метаболизмом углекислого газа в процессе фотосинтеза: C_3 -, C_4 - и САМ-растения – их физиолого-биохимические особенности. Метаболизм углерода в процессе фотосинтеза. C_3 -путь фотосинтеза, основные этапы, их характеристика. Характеристика основных ферментов цикла и механизмы регуляции их активности. C_4 -путь фотосинтеза, его особенности и характеристика. Метаболизм углерода по типу толстянковых (САМ-цикл). Фотодыхание, локализация и основные стадии цикла. Физиологическая роль фотодыхания в растениях.

Тема 3.8

Зависимость фотосинтеза от факторов внешней среды

Влияние интенсивности и спектрального состава света на фотосинтез. Влияние температуры на фотосинтетические процессы. Зависимость интенсивности фотосинтеза C_3 - и C_4 -растений от температуры. Влияние концентрации углекислого газа и кислорода на фотосинтез. Углекислотные кривые C_3 - и C_4 -растений. Влияние водного режима интенсивность фотосинтеза. Показатели фотосинтеза: интенсивность, энергетическая эффективность, индекс листовой поверхности.

Раздел 4. ДЫХАНИЕ РАСТЕНИЙ

Тема 4.1

Сущность и значение дыхания в жизни растений

История развития представлений о дыхании растений. Теория В. И. Палладина. Показатели дыхания: интенсивность и дыхательный коэффициент. Участие ферментов различных классов в процессе дыхания. Дыхательные субстраты. Глюкоза – основной субстрат дыхания у растений.

Тема 4.2

Пути диссимиляции углеводов у растений

Гликолиз, его суть, энергетика. Цикл трикарбоновых кислот, основные этапы цикла и энергетика. Окислительный пентозофосфатный цикл и его роль в метаболизме. Использование в качестве дыхательных субстратов жиров и белков. Глиоксилатный цикл, его роль в метаболизме жиров. Взаимосвязь превращения углеводов, белков и жиров.

Тема 4.3

Характеристика компонентов электрон-транспортной цепи дыхания. Окислительное фосфорилирование

Митохондрии, строение и функции. Структурно-функциональная характеристика компонентов электрон-транспортной цепи дыхания: НАДН

дегидрогеназного комплекса, сукцинат–убихинон-оксидоредуктазы, убихинон–цитохром *c*-оксидоредуктазы и цитохромоксидазного комплекса. Роль убихинона в функционировании ЭТЦ. Механизм окислительного фосфорилирования в электрон-транспортной цепи дыхания, энергетическая эффективность этого процесса. Альтернативные пути переноса электронов в ЭТЦ дыхания. Роль разобщающих белков в процессе дыхания.

Зависимость дыхания от внутренних и внешних факторов. Особенности дыхания растений.

Раздел 5. ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ

Тема 5.1

Роль воды в растениях. Механизмы поступления воды в растительную клетку

Структура, свойства и роль воды в жизнедеятельности растений. Термодинамические основы водообмена растений: активность воды, химический потенциал воды, водный потенциал и его составляющие.

Механизмы поступления воды в растительную клетку: осмотический, электроосмотический, каллоидно-химический. Механизм транспорта воды через плазматические мембраны. Молекулярная организация и функция аквапоринов в растениях.

Тема 5.2

Механизмы передвижения воды по растению

Водный баланс растений. Градиент водного потенциала – движущая сила поступления и передвижения воды в клетках, тканях и растениях. Корневая система как орган поглощения воды. Механизмы ближнего и дальнего транспорта воды по растению. Корневое давление, его значение и зависимость от действия внешних факторов. Движущие силы восходящего тока воды. Нижний и верхний концевой двигатели, процессы когезии и адгезии, их роль в транспорте воды по растению.

Транспирация. Биологическое значение транспирации. Устьичная, внеустьичная транспирации и молекулярная физиология устьичных движений. Показатели траспирации: интенсивность, транспирационный коэффициент, коэффициент водопотребления. Влияние на транспирацию экзогенных и эндогенных факторов.

Раздел 6. МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

Тема 6.1

Роль макро- и микроэлементов в растениях

Этапы развития представлений о питании растений. Незаменимые макро- и микроэлементы минерального питания. Характеристика макроэлементов: азота, фосфора, калия, серы, кальция, магния. Роль и функциональные нарушения при недостатке макроэлементов в растениях. Характеристика микроэлементов: железа, меди, марганца, цинка, молибдена,

кобальта, бора. Роль и функциональные нарушения при недостатке в растении микроэлементов. Структурная и каталитическая функция ионов в метаболизме.

Тема 6.2

Механизмы поступления минеральных веществ в корневую систему растений

Корневая система как орган поглощения минеральных элементов. Транспорт ионов через плазматическую мембрану. Пассивный и активный транспорт. Структурно-функциональная характеристика ионных каналов, переносчиков, транспортных АТФаз. Роль транспортеров и транспортных АТФаз в поступлении минеральных элементов. Структура и основные типы АТФаз. Значение регуляции мембранного потенциала для процессов поступления ионов в клетку. Классические представления о взаимодействии ионов: антагонизм, синергизм, аддитивность. Молекулярные основы этих взаимодействий.

Тема 6.3

Транспорт минеральных элементов по растению

Ближний транспорт ионов. Радиальное перемещение ионов в корне: симпластический и апопластический пути. Функции корневых тканей в радиальном транспорте. Дальний транспорт ионов в растении. Восходящий и нисходящий ток минеральных элементов и веществ в растении. Пространственная организация ионного транспорта в корне. Интеграция и регуляция транспорта в целом растении. Рационализация минерального питания как важнейший фактор повышения эффективности сельского хозяйства и биотехнологий.

Раздел 7. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

Тема 7.1

Общие закономерности роста и развития растений

Понятие роста и развития растений. Особенности роста и развития растений. Кривая роста. Структурно-функциональные основы роста растений. Меристемы, их локализация. Молекулярные и клеточные основы роста. Фазы роста клеток: эмбриональная, растяжения, дифференциация. Классические и современные теории роста растяжением растительной клетки. Роль ионов кальция и активных форм кислорода. Локализация роста у растений, типы роста. Полярность. Тотипотентность. Ростовые движения растений: тропизмы и настии.

Тема 7.2

Онтогенез растений

Индивидуальное развитие растений. Основные этапы онтогенеза: эмбриональный, ювенильный, зрелость, размножение и старение. Физиология цветения и старения растений. Явление покоя, его адаптивная функция. Механизмы клеточной смерти у растений. Некроз и

программируемая клеточная смерть. Молекулярные и клеточные механизмы программируемой клеточной смерти, ее функции в жизни растений.

Тема 7.3

Фитогормоны как факторы, регулирующие рост и развитие растений

Основные группы фитогормонов: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен – их химическая природа, содержание и распределение в растениях, физиологические функции. Новые классы гормоноподобных соединений: брассиностероиды, жасминовая и салициловая кислоты, простаноиды, защитные пептиды и др., их физиологические функции. Синтетические регуляторы роста, их природа и использование: гербициды, ретарданты, регуляторы созревания и покоя, дефолианты.

Возможности метода культуры клеток и тканей в биотехнологии растений и для сохранения редких и исчезающих видов растений. Задачи и основные методические приемы микрклонального размножения растений.

Тема 7.4

Влияние внешних факторов на рост и развитие растений

Зависимость роста и развития растений от температуры. Термопериодизм. Стратификация. Яровизация.

Влияние света на процессы роста и развития растений. Фотопериодизм. Регуляция фотопериодических реакций фитохромом и криптохромом.

Зависимость роста растений от влажности почвы, условий минерального питания, газового состава атмосферы.

Раздел 8. ФИЗИОЛОГИЯ СТРЕССА У РАСТЕНИЙ

Тема 8.1

Общая характеристика стрессовой реакции растений

Общие понятия «стресс», «адаптация», «устойчивость». Триада Г. Селье в приложении для растений. Классификация стрессоров для растений. Критические периоды воздействия стрессовых факторов на растения. Стресс, как основной фактор, лимитирующий продуктивность сельскохозяйственных растений.

Тема 8.2

Механизмы восприятия стрессовых сигналов и индукции защитных систем растения

Молекулярные и клеточные механизмы восприятия стрессовых сигналов. Компоненты сигнальной трансдукции. Роль ионов Ca^{2+} и редокс-сигналикации в развитие первичной стрессовой реакции. Механизмы индукции стресс-зависимых факторов транскрипции и стресс-белков, их роль в регуляции стрессовых реакций растительного организма, активации систем адаптации и иммунитета.

Тема 8.3

Механизмы приспособления растений к стрессовым факторам абиотической природы

Окислительный стресс. Механизмы генерации активных форм кислорода в растениях, их характеристика. Антиоксидантные системы растений.

Засоление почв, его причина и последствия для сельского хозяйства, биосферы и человечества. Молекулярные и клеточные механизмы повреждения растений при засолении. Группы растений по устойчивости к засолению. Механизмы солеустойчивости на уровне клетки.

Засуха, водный дефицит, осмотический шок и засухоустойчивость растений. Классификация растений по их устойчивости к засухе. Клеточные механизмы устойчивости растений к засухе. Химическая природа осмолитиков. Совместное действие на растение недостатка влаги и высокой температуры.

Тема 8.4

Механизмы приспособления растений к стрессовым факторам абиотической природы

Действие пониженных и повышенных температур на растения. Жароустойчивость растений. Механизмы адаптации растений к действию высоких температур. Холодо- и морозоустойчивость растений. Физиолого-биохимическая природа устойчивости растений к низким положительным и отрицательным температурам. Искусственное закаливание растений.

Влияние на растение избытка влаги, факторы, обуславливающие устойчивость растений при затоплении. Влияние гипоксии на растения, адаптивные изменения в условиях гипоксии.

Особенности воздействия других типов стрессовых факторов на организм растения: механическое повреждение, подтопление, ядовитые газы, озон, ультрафиолет, нанополлютанты и др.

Тема 8.5

Механизмы устойчивости растений к фитопатогенам

Действие фитопатогенных организмов на растения. Практически-важные патогены Беларуси. Механизмы защиты растений от фитопатогенов. Возникновение системного приобретенного иммунитета. Понятие элиситоров, их типы. Роль элиситоров в устойчивости растений к фитопатогенным организмам. Молекулярные механизмы распознавания химических и физических сигналов патогенов на поверхности клетки. Система усиления стрессового сигнала и развитие реакции гиперчувствительности.

Раздел 9. ВТОРИЧНЫЙ МЕТАБОЛИЗМ РАСТЕНИЙ

Тема 9.1

Общая характеристика вторичных метаболитов растений.

Фенольные соединения

Понятие «вторичные метаболиты» растений. Принципы классификации вторичных метаболитов. Основные и минорные группы вторичных метаболитов растений.

Фенольные соединения, их многообразие в растительных организмах. Фенолы, фенольные кислоты, фенилпропаноиды, кумарины, флавоноиды, димерные и полимерные фенольные соединения. Особенности структуры, физико-химические свойства, распространение в растительном мире и функции в растениях. Биосинтез фенольных соединений.

Тема 9.2

Алкалоиды, терпеноиды и гликозиды растений

Природа и классификация алкалоидов растений. Истинные, прото- и псевдоалкалоиды – распространение и функции в растениях. Перспективы использования алкалоидов в медицине и сельском хозяйстве.

Природа и распространение терпеноидов растений. Классификация терпеноидов: геми-, моно-, сескви-, ди-, сестер-, три-, тетра-, политерпены. Особенности структуры, физико-химические свойства и функции различных групп терпеноидов в растениях.

Природа и распространение гликозидов в растениях. Особенности строения тиольных, цианогенных, фенольных и кардиотинических гликозидов. Беталаины, растительные амины, аллицины и другие минорные группы вторичных метаболитов.

Локализация вторичных метаболитов в растениях, изменение вторичного метаболизма в онтогенезе растений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение	2						
1.1	Предмет, методы и задачи физиологии растений	2						
2	Структурно-функциональная организация растительной клетки	2			8			Тесты, размещенные на образовательном портале LMS Moodle
2.1	Молекулярная структура компонентов растительной клетки	2						
3	Фотосинтез	16			16		2	Письменная контрольная работа
3.1	Суть и значение процесса фотосинтеза	2						
3.2	Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата	2						
3.3	Фотосинтетические пигменты. Хлорофиллы	2			8			Тесты, размещенные на образовательном портале LMS Moodle
3.4	Каротиноиды и фикобилины	2						
3.5	Структурно-функциональная организация пигментов в хлоропластах	2						
3.6	Структурно-функциональная организация электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) хлоропластов. Первичные процессы фотосинтеза	2						Защита отчетов по лабораторным работам
3.7	Метаболизм углекислого газа в процессе фотосинтеза	2			8			
3.8	Зависимость фотосинтеза от факторов внешней среды	2						Решение задач

4	Дыхание растений	6			4			Тесты, размещенные на образовательном портале LMS Moodle
4.1	Сущность и значение дыхания в жизни растений	2						
4.2	Пути диссимиляции углеводов у растений	2						
4.3	Характеристика компонентов электрон-транспортной цепи дыхания. Окислительное фосфорилирование	2						
5	Водный обмен растений	4			8			Защита отчетов по лабораторным работам Решение задач
5.1	Роль воды в растениях. Механизмы поступления воды в растительную клетку	2						
5.2	Механизмы передвижения воды по растению	2						
6	Минеральное питание растений	6			10		2	Письменная контрольная работа Защита отчетов по лабораторным работам
6.1	Роль макро- и микроэлементов в растениях	2						
6.2	Механизмы поступления минеральных веществ в корневую систему растений	2						
6.3	Транспорт минеральных элементов по растению	2						
7	Рост и развитие растений	8						Тесты, размещенные на образовательном портале LMS Moodle
7.1	Общие закономерности роста и развития растений	2						
7.2	Онтогенез растений	2						
7.3	Фитогормоны как факторы, регулирующие рост и развитие растений	2						
7.4	Влияние внешних факторов на рост и развитие растений	2						
8	Физиология стресса у растений	10			4			Тесты, размещенные на образовательном портале LMS Moodle Защита отчетов по лабораторным работам
8.1	Общая характеристика стрессовой реакции растений	2						
8.2	Механизмы восприятия стрессовых сигналов и индукции защитных систем растения	2						
8.3-8.4	Механизмы приспособления растений к стрессовым факторам абиотической природы	4						

8.5	Механизмы устойчивости растений к фитопатогенам	2						
9	Вторичный метаболизм растений	4						Тесты, размещенные на образовательном портале LMS Moodle
9.1	Общая характеристика вторичных метаболитов растений. Фенольные соединения	2						
9.2	Алкалоиды, терпеноиды и гликозиды растений	2						

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1-2 1.1-2.1	Предмет, методы и задачи физиологии растений. Молекулярная структура компонентов растительной клетки	2 2			2			Защита отчетов по лабораторным работам
3 3.1-3.4	Фотосинтез Суть и значение процесса фотосинтеза Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата Фотосинтетические пигменты.	6 2			4			Тесты, размещенные на образовательном портале LMS Moodle
3.6	Структурно-функциональная организация электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) хлоропластов. Первичные процессы фотосинтеза	2						Защита отчетов по лабораторным работам
3.7	Метаболизм углекислого газа в процессе фотосинтеза	2						Письменная контрольная работа
4	Дыхание растений Сущность и значение дыхания в жизни растений Пути диссимиляции углеводов у растений Характеристика компонентов электрон-транспортной цепи дыхания. Окислительное фосфорилирование	2						Письменная контрольная работа

5	Водный обмен растений Роль воды в растениях. Механизмы поступления воды в растительную клетку Механизмы передвижения воды по растению	2			2			Решение задач Письменная контрольная работа
6	Минеральное питание растений Роль макро- и микроэлементов в растениях Механизмы поступления минеральных веществ в корневую систему растений Транспорт минеральных элементов по растению	4 2 2						Тесты, размещенные на образовательном портале LMS Moodle Письменная контрольная работа
7	Рост и развитие растений Общие закономерности роста и развития растений Онтогенез растений Фитогормоны как факторы, регулирующие рост и развитие растений Влияние внешних факторов на рост и развитие растений	2						Письменная контрольная работа
8	Физиология стресса у растений Общая характеристика стрессовой реакции растений Механизмы восприятия стрессовых сигналов и индукции защитных систем растения Механизмы приспособления растений к стрессовым факторам абиотической природы Механизмы устойчивости растений к фитопатогенам	2						Письменная контрольная работа
9	Вторичный метаболизм растений Общая характеристика вторичных метаболитов растений. Фенольные соединения Алкалоиды, терпеноиды и гликозиды растений	2						Итоговое тестирование на образовательном портале LMS Moodle

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. *Алехина, Н.Д.* Физиология растений. Учебник для студентов вузов / Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко и др. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 640 с.
2. Ботаника. Учебник для вузов: в 4 т.: / П. Зитте, Э. В. Вайлер, Й. В. Кадерайт, А. Брезински, К. Кернер; на основе учебника Э. Страсбургера [и др.]. Т. 2. Физиология растений / под ред. В. В. Чуба. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 496 с.
3. *Кузнецов, В.В.* Физиология растений. Учебник для вузов / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. М.: Высшая школа, 2006. – 742 с.
4. *Медведев, С.С.* Физиология растений. Учебник / С.С. Медведев. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 512 с.
5. *Юрин, В.М.* Физиология растений. Учебник / В.М. Юрин. Минск: БГУ, 2010. – 455 с.
6. *Якушкина, Н.И.* Физиология растений. Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Биология» / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2004. – 464 с.

Перечень дополнительной литературы

1. *Аверина Н.Г.* Биосинтез тетрапирролов в растениях / Н.Г. Аверина, Е.Б. Яронская. – Минск: Беларус. навука. 2012. – 413 с.
2. *Албертс, Б.* Молекулярная биология клетки. Т.5. / Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, Дж. Уотсон. М.: Мир, 1987. – 517 с.
3. Биохимия растений: вторичный обмен: учеб. пособие для вузов / под общ. ред. Г. Г. Борисовой. М.: Издательство Юрайт, 2018. – 128 с.
4. *Головко, Т.А.* Дыхание растений (физиологические аспекты). СПб.: Наука, 1999. – 204 с.
5. *Кабашникова, Л.Ф.* Фотосинтетический аппарат и стресс у растений / Л. Ф. Кабашникова. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 267 с.
6. *Кнорре, Д.Г.* Биологическая химия / Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. М.: Высшая школа, 1998.
7. *Лутова, Л.А.* Генетика развития растений / Л.А. Лутова, Т.А. Ежова, И.Е. Додуева, М.А. Осипова. 2-е-изд. – СПб.: Н-Л, 2010. – 432 с.
8. *Мокроносов, А.Т.* Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты / А.Т. Мокроносов, В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова. – М.: «Академия». 2006. – 448 с.
9. *Филипцова Г. Г., Молчан О. В.* Фотосинтез: пособие / Г.Г. Филипцова, О.В. Молчан. – Минск: БГУ, 2017. – 196 с.
10. *Хелдт, Г.-В.* Биохимия растений / Г.-В. Хелдт. 2-е изд. М.: Изд. «Бином. Лаборатория знаний». 2014. – 128 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для оценки профессиональных компетенций студентов рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

1. *Тестовые задания (ДО)* по различным разделам физиологии растений, размещенные на образовательном портале БГУ LMS Moodle.
2. *Письменные контрольные работы студентов.* При оценке данного задания будет учитываться полнота, грамотность и последовательность представления материала, наличие примеров, освещение эволюционного аспекта, литературные источники и их интерпретация.
3. *Отчет по лабораторным работам* должен включать цель и методы исследования, основные этапы работы, описание полученных результатов и выводы. При оценке данного вида деятельности будет учитываться самостоятельность выполнения работы, правильность приготовления растворов и умение работать с необходимым оборудованием и материалами, интерпретация полученных результатов и аргументированность выводов.
4. *Устные опросы студентов.* При оценке устных ответов необходимо учитывать владение основными терминами и понятиями, полноту ответа, степень усвоения материала и умение использовать теоретические знания на практике.

Формой текущей аттестации по учебной дисциплине «Физиология растений» учебным планом предусмотрен экзамен.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, которая предусматривает использование весовых коэффициентов для каждого вида деятельности и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

1. Письменная контрольная работа № 1 – 25 %;
2. Письменная контрольная работа № 2 – 25 %;
3. Защита индивидуальных заданий и ответы на лабораторных занятиях – 25 %;
4. Выполнение тестовых заданий, размещенных на образовательном портале БГУ LMS Moodle – 25 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости (весовой коэффициент 30 %) и итоговой оценки (весовой коэффициент 70 %).

Студент очной формы обучения допускается к итоговой аттестации, если имеет оценку текущего контроля знаний не ниже «четыре». В случае пропуска

лабораторных занятий они должны быть отработаны, при пропуске лекций без уважительной причины студент должен подготовить реферат по теме пропущенного занятия не менее 5 страниц рукописного текста с обязательным указанием списка использованной литературы.

Студент заочной формы обучения допускается к сдаче экзамена в случае отработки лабораторных занятий и получении оценки «зачтено» по письменной контрольной работе.

Перечень контрольных мероприятий управляемой самостоятельной работы студентов

Управляемая самостоятельная работа студентов по учебной дисциплине «Физиология растений» проводится по следующим разделам:

1) Разделы 2 и 3 «Структурно-функциональная организация растительной клетки» и «Фотосинтез» (2 ч.).

Задание 1. Молекулярная структура и функции компонентов растительной клетки.

Задание 2. Структура и физико-химические свойства фотосинтетических пигментов.

Задание 3. Механизм протекания световых и темновых стадий фотосинтеза.
(Форма контроля – Письменная контрольная работа)

2) Разделы 4-6 «Дыхание растений», «Водный обмен растений», «Минеральное питание растений» (2 ч.).

Задание 1. Особенности дыхания растений.

Задание 2. Механизмы поступления и транспорта воды по растению.

Задание 3. Физиологическая роль макро- и микроэлементов, механизмы их транспорта в корневую систему растений.

(Форма контроля – Письменная контрольная работа)

Перечень лабораторных занятий (очная форма получения образования)

1. Растительная клетка: структура и свойства (4 ч.)
2. Физико-химические свойства цитоплазмы и клеточных мембран (4 ч.)
3. Физико-химические свойства фотосинтетических пигментов (4 ч.)
4. Качественный и количественный анализа пигментов фотосинтетического аппарата растений (4 ч.)
5. Идентификация продуктов световой стадии фотосинтеза (4 ч.)
6. Идентификация продуктов темновой стадии фотосинтеза (4 ч.)
7. Основные показатели дыхания и их определение (4 ч.)
8. Механизмы поступления воды в растение (4 ч.)
9. Транспирация и определение основных ее показателей (4 ч.)

10. Определение содержания макроэлементов в почве и микрохимический анализ золы (4 ч.)
11. Выращивание растений в водной культуре (2 ч.)
12. Диагностика нуждаемости растений в отдельных макроэлементах (4 ч.)
13. Действие неблагоприятных факторов среды на растения (4 ч.)

Перечень лабораторных занятий (заочная форма получения образования)

1. Растительная клетка: структура и свойства (2 ч.)
2. Физико-химические свойства фотосинтетических пигментов (2 ч.)
3. Идентификация продуктов темновой стадии фотосинтеза (2 ч.)
4. Транспирация и определение основных ее показателей (2 ч.)

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса будут использованы ***эвристический и практико-ориентированный подходы.***

Эвристический подход предполагает:

- осуществление студентами личностно-значимых открытий окружающего мира;
- демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;
- творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.

Практико-ориентированный подход предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

При проведении лабораторных занятий будет использоваться ***метод группового обучения***, который представляет собой форму организации учебно-познавательной деятельности студентов, предполагающую функционирование малых групп, работающих как над общими, так и специфическими задачами, стоящими в конкретной лабораторной работе.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Физиология растений» рекомендуется использовать ЭУМК, включающий учебную программу, учебное пособие по данной дисциплине, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания для самоконтроля, тематику рефератов, перечень вопросов для подготовки к итоговой аттестации и др.

Представленный теоретический и учебно-вспомогательный материал, а также задания для самоконтроля, в том числе размещенные на образовательном портале БГУ LMS Moodle, позволят создать учащимся индивидуальную учебную среду для их личностно значимой реализации, определить соответствие учебной деятельности образовательным стандартам высшего образования и учебно-программной документации, обеспечить непрерывность и полноту процесса обучения.

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль самостоятельной работы студентов может быть осуществлен с использованием различных видов промежуточной аттестации: устно и письменно на лабораторных занятиях, а также дистанционно.

Для оптимизации самостоятельной работы студентов рекомендуется использовать *тестирование* (ДО), что позволит оценить базовый уровень владения материалом данной дисциплины; *письменные контрольные работы*, позволяющие оценить глубину понимания материала, умение грамотно, логично и последовательно излагать материал, сформировать навыки работы с информацией в процессе чтения и письма; *решение задач*, что позволит связать теоретические знания с практикой; *устный опрос и подготовку аналитических отчетов*, которые будут способствовать развитию коммуникативных и творческих способностей, аналитическому мышлению и умению применять полученные знания на практике.

Темы реферативных работ

1. Особенности биоэнергетики растительной клетки.
2. Взаимодействие митохондрий и хлоропластов: механизмы антероградной и ретроградной регуляции.
3. Фотосинтез как основа биологического круговорота энергии и веществ на Земле.
4. Белорусские исследователи процесса фотосинтеза и их вклад в раскрытие данного процесса.
5. Эволюция пигментных систем растений.

6. Сравнительный анализ пигментных систем фотосинтезирующих бактерий, водорослей и высших растений.
7. Механизмы генетической регуляции биосинтеза фотосинтетических пигментов.
8. Принципы организации, функционирование и эволюция реакционных центров различных групп фотосинтезирующих организмов.
9. Принципы регуляции работы электрон-транспортной цепи фотосинтеза.
10. Пути образования активных форм кислорода при функционировании ЭТЦ фотосинтеза. Механизмы инактивации АФК.
11. Механизмы регуляции восстановительного пентозофосфатного цикла (C_3 -цикла).
12. Эволюционные причины возникновения C_4 -метаболизма углерода в фотосинтезе и механизмы регуляции данного цикла.
13. Теория фотосинтетической продуктивности растений.
14. Фотосинтетическая продуктивность биосферы: глобальная первичная продуктивность и первичная продукция, используемая человеком.
15. Причины и последствия изменения содержания CO_2 в атмосфере.
16. Особенности процессов синтеза и распада органических соединений в растительном организме.
17. Зависимость дыхания растений от экзо- и эндогенных факторов.
18. Альтернативные пути переноса электронов в ЭТЦ дыхания.
19. Роль альтернативной цианид-резистентной оксидазы, ротенон-нечувствительных НАДН дегидрогеназ, разобщающих белков и АДФ/АТФ-антипортера в энергетике клетки.
20. Особенности ассимиляции элементов минерального питания растительными организмами.
21. Азотное питание растений: биохимическое усвоение и метаболизм азота, специфика азотного питания бобовых растений.
22. Молекулярные механизмы симбиоза бобовых растений и азотфиксирующих бактерий.
23. Фосфорное питание растений. История вопроса, биохимическое усвоение, функции в растении.
24. Сера, ее функции и метаболизм в растении.
25. Функциональная роль в растении металлов – макроэлементов: калия, кальция, магния.
26. Принципы составления питательных растворов для выращивания растений, признаки дефицита минеральных элементов в растении.
27. Особенности выращивания растений на искусственных питательных смесях.
28. Клеточная стенка и ее роль в поступлении минеральных элементов в растение.
29. Механизм формирования и роль электрохимического потенциала ионов в поступлении минеральных элементов в клетку.
30. Внутриклеточные системы регуляции стрессовых сигналов у растений.

31. Межклеточные системы регуляции стрессовых сигналов у растений.
32. Стрессовые белки и их функции в растениях.
33. Низкомолекулярные органические соединения как регуляторы осмотического давления.
34. Окислительный стресс как центральный процесс, сопровождающий любое стрессовое воздействие.
35. Молекулярные механизмы индукции неспецифической устойчивости растений к стрессовым воздействиям.
36. Роль бактериальных и растительных элиситоров в устойчивости растений к биотическим стрессорам.
37. Современные научно-обоснованные подходы повышения стрессоустойчивости и продуктивности растений.
38. Создание трансгенных растений как способ увеличения их устойчивости к различным стрессорам.
39. Гормональные регуляторы роста растений.
40. Негормональные регуляторы роста растений.
41. Синтетические регуляторы роста растений.
42. Гормональная теория цветения растений.
43. Гипотезы старения. Молекулярные и клеточные механизмы программируемой клеточной смерти.
44. Возможности метода культуры клеток и тканей в биотехнологии растений и для сохранения редких и исчезающих видов растений.
45. Флавоноиды растений: природа, распространение и функции.
46. Алкалоиды растений и их практическое использование.
47. Полимерные растительные изопреноиды, их биосинтез, накопление в растительных тканях и способы извлечения.
48. Растительные яды, возможности их использования в медицине и научной деятельности.
49. Наркотические вещества растительного происхождения, методы их обнаружения в биологических образцах.
50. Природа и биологическая активность эфирных масел растений.

Примерный перечень вопросов к итоговой аттестации

1. Особенности строения растительной клетки.
2. Физико-химические свойства протоплазмы. Регуляторные механизмы деятельности клетки.
3. Строение и функции клеточной стенки растений.
4. Строение и функции вакуоли в растениях.
5. Пластиды растений, особенности структуры и функции. Взаимопревращение пластид.
6. Цитоскелет, особенности строения в связи с биологической функцией.
7. Функциональное взаимодействие различных органоидов клетки.

8. Сущность и глобальное значение фотосинтеза. Общее уравнение процесса фотосинтеза.
9. Структурная организация фотосинтетического аппарата. Характеристика строения листа как органа фотосинтеза.
10. Хлоропласт – органелла фотосинтеза, строение, развитие структурных элементов на свету и в темноте.
11. Классификация фотосинтетических пигментов. Особенности поглощения света фотосинтетическими пигментами. Фотосинтетически активная радиация.
12. Хлорофиллы, химическая структура, спектральные свойства, функции.
13. Электронно-возбужденное состояние хлорофиллов и типы его дезактивации
14. Каротиноиды, химическое строение, свойства, функции в растении.
15. Фикобиллины: строение, физико-химические свойства, функции в растениях.
16. Функциональная организация пигментов в хлоропластах. Формирование пигмент-белковых комплексов. Структура светособирающей антенны.
17. Основные этапы световой стадии фотосинтеза, их характеристика.
18. Строение фотосистемы I. Характеристика основных компонентов.
19. Строение фотосистемы II. Характеристика основных компонентов.
20. Механизм окисления воды при фотосинтезе. Структура Mn-кластера.
21. Структурно-функциональная характеристика цитохромного b/f-комплекса. Функционирование Q-окисляющего сайта.
22. Структурно-функциональная организация ЭТЦ тилакоидной мембраны.
23. Механизм фотовосстановления НАДФ. Z-схема фотосинтеза.
24. Строение и механизм функционирования АТФ-синтазы тилакоидной мембраны.
25. Фотофосфорилирование и его типы. Механизм сопряжения транспорта электронов с синтезом АТФ.
26. Нециклический поток электронов в тилакоидной мембране, механизм формирования электрохимического потенциала на мембране.
27. Циклический транспорт электронов в ЭТЦ фотосинтеза. Функциональное значение альтернативных путей переноса электронов.
28. Особенности протекания темновых стадий фотосинтеза у растений разных экологических групп. Классификация растений по метаболизму углерода.
29. Цикл Кальвина: характеристика, основные стадии, энергетика цикла.
30. Цикл Слека Хэтча, основные реакции, энергетика цикла. Особенности строения листа растений, осуществляющих данный цикл.
31. Характеристика САМ цикла, основные этапы, особенности растений, осуществляющих данный цикл.
32. Фотодыхание: основные реакции цикла и его физиологическое значение.
33. Зависимость фотосинтеза от концентрации CO_2 и O_2 в атмосфере.

34. Влияние интенсивности и спектрального состава света на фотосинтез. Фотоингибирование. Образование и механизмы детоксикации активных форм кислорода в хлоропласте.
35. Зависимость фотосинтеза от температуры. Механизмы термоустойчивости растений.
36. Эволюция фотосинтеза.
37. Общие представления о дыхании. Теория Палладина. Особенности дыхания у растений.
38. Строение митохондрий в связи с выполняемой функцией.
39. Гликолиз, основные реакции цикла и физиологическая роль.
40. Цикл Кребса, характеристика основных реакций. Энергетика цикла и физиологическая роль.
41. Окислительный пентозофосфатный цикл, характеристика и физиологическая роль у растений.
42. Глиоксилатный цикл. Характеристика основных реакций, физиологическая роль. Взаимосвязь превращения дыхательных субстратов.
43. Структурно-функциональная организация электрон-транспортной цепи дыхания.
44. Окислительное фосфорилирование. Строение и механизм работы АТФ-синтазы.
45. Основные показатели дыхания, их характеристики. Влияние факторов среды на интенсивность дыхания растений.
46. Физико-химические свойства воды. Роль воды в жизнедеятельности растений.
47. Термодинамические показатели водообмена растений: активность воды, химический и водный потенциалы, осмотический потенциал.
48. Механизмы поступления воды в клетку. Осмос.
49. Особенности строения корня, как органа поглощения воды и минеральных элементов.
50. Пути радиального транспорта воды в корне растений.
51. Механизм работы нижнего концевой двигателя. Влияние внешних и внутренних факторов на этот процесс.
52. Дальний транспорт воды у высших растений. Характеристика структур, участвующих в дальнем транспорте.
53. Верхний концевой двигатель. Строение и механизм работы устьиц.
54. Виды транспирации, их характеристика. Показатели процесса транспирации.
55. Суточный ритм работы устьиц. Влияние внешних и внутренних факторов на интенсивность транспирации.
56. Влияние внешних и внутренних факторов на водообмен растений. Водный дефицит. Физиологическая засуха.
57. Понятие о макро- и микроэлементах. Особенности накопления элементов минерального питания в растениях.

58. Азот и его роль в процессе жизнедеятельности растений. Особенности азотного питания бобовых растений.
59. Фосфор, его роль в процессе жизнедеятельности растений.
60. Физиологическая роль калия в растениях.
61. Роль кальция и магния в жизнедеятельности растений.
62. Роль серы в жизнедеятельности растений.
63. Роль микроэлементов в жизнедеятельности растений.
64. Поступление минеральных элементов в растение. Механизмы транспорта ионов через мембраны. Пассивный и активный транспорт.
65. Диффузия ионов и ее виды. Строение ионных каналов.
66. Активный транспорт минеральных элементов. Строение и принцип функционирования АТФазной помпы.
67. Дальний транспорт ионов по растению. Восходящий и нисходящий ток минеральных элементов и веществ в растении.
68. Основные понятия о росте и развитии растений. Кривая роста. Типы роста.
69. Клеточные основы роста и развития.
70. Локализация роста у растений. Ростовые корреляции. Полярность. Тотипотентность.
71. Онтогенез растений. Основные этапы онтогенеза, их характеристика.
72. Механизм гормональной регуляции роста и развития у растений.
73. Ауксины, их роль в процессах регуляции роста растений.
74. Цитокинины, их роль в процессе роста растений.
75. Гиббереллины, их роль в процессах регуляции роста растений.
76. Абсцизовая кислота, роль в процессах регуляции роста растений.
77. Этилен, структура и роль в процессе роста растений.
78. Характеристика новых классов гормональных соединений: брассиностероиды, простаноиды, жасмоновая и салициловая кислоты.
79. Синтетические регуляторы роста: гербициды, ретарданты, дефолианты и др., их природа и использование в народном хозяйстве.
80. Регуляция роста светом. Фотопериодизм. Роль фитохрома в фотоморфогенезе.
81. Покой растений, его адаптивные функции. Виды покоя, прерывание покоя.
82. Движение растений, тропизмы, настии. Механизм быстрых движений.
83. Общая характеристика стресса, его особенности у растений. «Триада Селье».
84. Виды стрессоров. Характеристика основных стрессовых факторов для растений.
85. Молекулярные и клеточные механизмы восприятия стрессовых сигналов. Компоненты сигнальной трансдукции.
86. Оксидативный стресс, механизмы детоксикации АФК у растений.
87. Температурный стресс. Понятие о холодо- и морозоустойчивости растений. Механизмы адаптации растений к пониженным температурам.
88. Действие высоких температур на растения. Механизмы устойчивости растений к повышенным температурам.

89. Характеристика экологических групп растений в зависимости от водообеспеченности. Механизмы устойчивости растений к засухе.
90. Газоустойчивость растений, ее типы.
91. Засоление. Механизмы устойчивости растений к солевому стрессу.
92. Физиолого-биохимические основы устойчивости растений и фитопатогенам.
93. Вторичные метаболиты растений. Распространение в растительном мире, локализация и функции в растениях. Возможности использования вторичных метаболитов.
94. Классификация фенольных соединений растений. Особенности их химического строения. Функции фенольных соединений в растениях.
95. Классификация флавоноидов растений. Функции флавоноидов в растительном организме.
96. Биосинтез фенольных соединений. Шикиматный и ацетатно-малонатный пути биосинтеза растительных фенолов.
97. Алкалоидов растений: химическая природа, локализация и биологические функции.
98. Природа и распространение растительных терпенов. Принципы их классификации. Функции различных групп терпенов в растениях.
99. Пути и основные этапы биосинтеза терпеноидов в растениях.
100. Природа и распространение растительных гликозидов. Тиольные, цианогенные, фенольные и кардиотонические гликозиды. Роль гликозидов в жизни растений и в промышленности.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Функциональная биохимия	Биохимии	Изменений не требуется	Утвердить согласование Протокол № 3 от 13 сентября 2019 г.)
Генетика	Генетики	Изменений не требуется	Утвердить согласование Протокол № 3 от 13 сентября 2019 г.)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
