

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Факультет биологии и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета биологии и экологии

" ____ " _____ 2014 г.

**Программа вступительного экзамена
в аспирантуру
по направлению подготовки 06.06.01.Биологические науки
направленность (профиль) 03.01.05 – Физиология и биохимия растений**

Ярославль 2014

**Программа вступительного экзамена
в аспирантуру
по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений**

Рабочая программа составлена на основании паспорта научной специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Физиология и биохимия растений – наука об организации и координации функциональных систем зеленого растения. Задача физиологии растений – познание закономерностей жизнедеятельности растений, раскрытие молекулярных основ сложных функций и механизмов их регуляции в системе целого организма. Физико-химический, экологический и эволюционный аспекты физиологии растений.

Методологические основы фитофизиологии. Сочетание различных уровней исследования (субклеточный, клеточный, организменный, биоценотический) как необходимое условие прогресса физиологии растений. Специфические методы фитофизиологии как науки.

Объект физиологии растений – эукариотный организм, осуществляющий фотоавтотрофный образ жизни. Специфика зеленых растений по сравнению с другими объектами, характеризующимися фототрофным образом жизни. Космическая роль зеленого растения.

Этапы развития физиологии растений, и связь с общим развитием биологии и с практикой. Отечественные школы физиологов растений. Физиология растений – теоретическая основа растениеводства и новых отраслей биотехнологии, физиологические основы продуктивности растений. Главные проблемы современной фитофизиологии.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Структурная организация клетки – основа ее биохимической активности и функционирования как целостной живой системы. Эволюция клеточной организации на примере сравнения прокариотной и эукариотной клеток. Специфические особенности растительной и животной клеток. Основные структурные элементы эукариотной клетки.

Мембранные системы клетки и мембранный принцип ее организации. Структура и свойства биологических мембран, их роль в клетке (проницаемость, системы активного транспорта, биосинтезов). Модели структурно-функциональной организации мембран.

Плазмалемма. Эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, микротела (пероксисомы, глиоксисомы, лизосомы и др.), вакуоли, их строение и основные функции.

Ядро, его организация и функционирование. Пластиды и митохондрии, строение и функции.

Генетический аппарат растительной клетки. Взаимодействие ядерного, митохондриального и хлоропластного геномов.

Рибосомы растительной клетки, строение и функции.

Цитоскелет, особенности его строения в связи с биологическими функциями.

Строение клеточной стенки, ее химический состав и основные функции (защитная, опорная, функции в морфогенезе, транспорте и др.).

Физико-химические свойства протоплазмы и их регуляция в клетке.

Функциональные взаимодействия различных органоидов клетки.

Регуляторные системы клетки. Внутриклеточные факторы регуляции обмена – биохимические, генетические, мембранные. Регуляция с участием вторичных мессенджеров.

ФОТОСИНТЕЗ

Развитие учения о фотосинтезе. Историческое значение работ К.А.Тимирязева. Сущность и значение фотосинтеза. Общее уравнение фотосинтеза, его компоненты. Роль фотосинтеза в процессах энергетического и пластического обмена растительного организма. Фотосинтез как процесс трансформации энергии света в энергию химических связей. Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере.

Структурная организация фотосинтетического аппарата. Строение листа как органа фотосинтеза. Хлоропласты. Основные элементы структуры хлоропластов – двойная мембрана, матрикс, тилакоиды, граны. Онтогенез хлоропластов.

Пигментные системы фотосинтезирующих организмов. Хлорофиллы. Химическая структура, спектральные свойства. Отдельные представители группы хлорофиллов. Функции хлорофиллов. Основные этапы биосинтеза молекулы хлорофилла. Хлорофилл-белковые комплексы.

Фикобилины. Распространение, химическое строение, спектральные свойства. Роль в фотосинтезе.

Каротиноиды. Химическое строение, свойства. Спектры поглощения. Функции в фотосинтезе.

Экологическое значение спектрально-различных форм пигментов у фотосинтезирующих организмов.

Первичные процессы фотосинтеза. Электронно-возбужденные состояния пигментов (синглетное, триплетное). Типы дезактивации возбужденных состояний. Механизмы миграции энергии в системе фотосинтетических пигментов.

Представление о фотосинтетической единице. Антенные комплексы. Реакционные центры, модели их структурной организации. Преобразование энергии в реакционном центре. Окислительно-восстановительные превращения хлорофилла реакционного центра.

Электрон-транспортная цепь фотосинтеза, природа ее основных компонентов. Представление о совместном функционировании двух фотосистем. Эффекты Эмерсона. Основные функциональные комплексы электронтранспортной цепи – ФСІ, ФСІІ, цитохром b_6/f комплекс; их структура и функции. Системы фотоокисления воды и выделения кислорода при фотосинтезе. Участие хинонов, цитохромов, Cu- и Fe-протеидов в реакциях транспорта электронов. Циклические, нециклические и псевдоциклические потоки электронов, системы регуляции.

Фотофосфорилирование. Характеристика основных типов фотофосфорилирования – циклического, нециклического и псевдоциклического. Механизм сопряжения электронного транспорта и образования АТФ.

Темновая стадия фотосинтеза. Связь фотосинтетической ассимиляции CO_2 с фотохимическими реакциями. Природа первичного акцептора углекислоты. Химизм реакций цикла Кальвина, его ключевые ферменты. Первичные продукты фотосинтеза, их превращения. Регенерация акцепторов CO_2 .

Фотодыхание. Химизм, локализация в клетке, физиологическое значение.

Цикл Хэтча – Слэка – Карпилова. Адаптационная роль C_4 -пути фотосинтеза. Особенности C_3 - и C_4 -растений. САМ-тип метаболизма.

Потоки метаболитов в хлоропласт и из него.

Экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от внешних условий и состояния организма. Влияние на фотосинтез температуры, условий освещения, содержания углекислоты, условий минерального питания, водоснабжения. Компенсационная точка при фотосинтезе и ее зависимость от особенностей организма. Ассимиляционное число.

Фотосинтез и общая продуктивность растительных организмов и их сообществ. Теория фотосинтетической продуктивности. Эволюция фотосинтеза.

ДЫХАНИЕ

Биологическая роль дыхания. Специфика дыхания у растений.

Развитие представлений о природе механизмов и о путях окислительно-восстановительных превращений в клетке. Каталитические системы дыхания (дегидрогеназы, оксидазы, оксигеназы, карбоксилазы, трансферазы и др.). Механизмы активации водорода субстрата и молекулярного кислорода. Митохондрии. Их структура и функции.

Пути окисления органических веществ в клетке. Основные пути диссимиляции углеводов. Пентозомонофосфатный путь окисления глюкозы и его роль в конструктивном обмене клетки. Гликолиз. Цикл Кребса. Глиоксалатный цикл. Механизмы регуляции.

Электронтранспортная цепь митохондрии – структурная организация, основные компоненты, их окислительно-восстановительные потенциалы. Комплексы переносчиков электронов. Альтернативность путей переноса электронов на кислород в электронтранспортной цепи митохондрий растений.

Окислительное фосфорилирование. Фосфорилирование на уровне субстрата и фосфорилирование в дыхательной цепи. Механизм сопряжения процесса транспорта электронов с образованием АТФ. Энергетическая эффективность процесса.

Регуляция электронного транспорта и фосфорилирования в митохондриях.

Дыхание как центральное звено обмена веществ в клетке. Связь с другими функциями клетки. Дыхание роста и дыхание поддержания.

Количественные показатели газообмена – поглощение кислорода, выделение углекислоты, дыхательный коэффициент и др.

Регуляция дыхания. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов.

ФИЗИОЛОГИЯ ВОДООБМЕНА РАСТЕНИЙ

Значение воды в жизнедеятельности растений. Молекулярная структура и физические свойства воды. Состояние воды в клетке. Термодинамические показатели, определяющие поведение воды, активность воды, химический потенциал, водный потенциал. Составляющие водного потенциала – осмотический потенциал, матричный потенциал, потенциал давления.

Основные закономерности поглощения воды клеткой. Набухание биокolloидов, осмос – явления, лежащие в основе поступления воды в растение. Градиент водного потенциала как движущая сила поступления и передвижения воды в системе «почва – растение – атмосфера», в клетках, тканях и целом растении.

Механизм передвижения воды по растению. Пути ближнего и дальнего транспорта. Движущие силы восходящего тока воды в растении. Корневое давление, механизм его развития и значение в жизни растений. Натяжение воды в сосудах; значение сил молекулярного сцепления. Транспирация, ее физиологическое значение. Количественные показатели транспирации – интенсивность, продуктивность, транспирационный коэффициент. Устьичная и кутикулярная транспирация. Строение устьиц и механизмы регуляции устьичных движений. Влияние внешних факторов (света, температуры, влажности воздуха и почвы и др.) на интенсивность транспирации. Суточный ход транспирации.

Экология водообмена растений. Особенности водообмена у растений разных экологических групп (ксерофитов, мезофитов, гигрофитов, галофитов) и пути адаптации растений к водному дефициту.

ФИЗИОЛОГИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Роль растений в круговороте минеральных элементов в биосфере. Потребность растений в элементах минерального питания. Содержание и соотношения минеральных элементов в почве и в растениях и факторы, их определяющие. Классификация элементов необходимых для растений. Основные функции ионов в метаболизме – структурная и каталитическая.

Корень как орган поглощения минеральных элементов и воды, а также место специфических синтезов. Система взаимодействия «корень – почва». Рост корня как основа поступления минеральных элементов.

Ближний транспорт ионов в тканях корня. Симпластический и апопластический пути. Дальний транспорт. Восходящее передвижение веществ по растению – пути и механизмы. Механизм поглощения ионов. Роль процессов диффузии и адсорбции, их характеристика. Понятия водного свободного пространства и Доннановского свободного пространства.

Транспорт ионов через плазматическую мембрану. Пассивный перенос. Активный транспорт ионов (первичный и вторичный активный транспорт). Уравнение Нернста. Движущие силы транспорта ионов и формы потребляемой энергии. Механизмы транспорта ионов через мембраны – АТФазы, редокс-цепи, ионные каналы, портерные системы (симпорт, антипорт, унипорт).

Кинетика процессов поглощения. Участие мембранных структур клетки в компартментации ионов.

Взаимосвязь процессов поглощения веществ корнем с другими функциями растения – дыханием, фотосинтезом, водообменом, биосинтезами, ростом и др. Основные элементы минерального питания (азот, фосфор, сера, калий, кальций, магний, микроэлементы), форма поступления в растение, пути включения в обмен, биохимическая и физиологическая роль в растении.

Азот и его значение в жизни растений. Круговорот азота в природе. Источники азота для растений. Симбиотическая фиксация молекулярного азота. Структурная и функциональная характеристика нитрогеназы. Минеральные формы азота, используемые растением. Ферментные системы, участвующие в усвоении нитратов, регуляция их синтеза и активности. Биохимические пути ассимиляции аммиака в растении. Синтез аминокислот, реакции переаминирования. Запасные и транспортные формы минерального и органического азота, накопление нитратов в тканях. Круговорот азота по растению. Азотный обмен и дыхание. Азотный обмен и фотосинтез – взаимодействие азотного и углеродного потоков; роль первичных реакций фотосинтеза в усвоении окисленного азота. Водная, песчаная и почвенная культуры, их применение в физиологии растений. Питательные смеси. Физиологически кислые и физиологически основные соли. Взаимодействие ионов – антагонизм, синергизм, аддитивность. Физиологические основы применения удобрений. Гидропоника. Значение работ Д.Н.Прянишникова, Д.А.Сабина в создании теории минерального питания.

Корневое питание как важнейший фактор управления продуктивностью и качеством урожая.

ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИИ

Понятие о восходящем и нисходящем токах веществ в растении. Передвижение органических веществ. Ближний и дальний (флоэмный) транспорт ассимилятов.

Транспортные формы веществ. Возможный механизм и регуляция флоэмного транспорта. Зависимость транспорта веществ от температуры, водного режима, минерального питания. Донорно-акцепторные взаимодействия и роль транспортных систем в интеграции физиологических функций целого растения.

ПРЕВРАЩЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ У РАСТЕНИЙ

Углеводы и углеводный обмен у растений. Моносахариды, сахароза, олигосахариды, полисахариды. Биосинтез, распад, их механизмы и регуляция.

Азотный обмен. Источники азота для растений. Круговорот азота в природе. Ассимиляция нитратного и аммонийного азота. Аминокислоты, амиды и уреиды, их роль в азотном обмене растений. Реакция переаминирования. Незаменимые аминокислоты и их биосинтез. Симбиотическая фиксация молекулярного азота у бобовых и небобовых растений.

Белки, их общие свойства. Химический состав. Физико-химические свойства белков. Ферменты, их общие свойства, особенности структуры, классификация. Роль металлов в ферментативном катализе. Молекулярные механизмы ферментативного катализа. Изоферменты. Принципы регуляции ферментативной активности.

Нуклеиновые кислоты и биосинтез белка. ДНК как носитель генетической информации. Информационная РНК. Информосомы, рибосомы, полисомы, их роль в синтезе белка. Транспортные РНК. Процесс трансляции. Активизация аминокислот. Аппарат белкового синтеза хлоропластов и митохондрий.

Витамины как кофакторы ферментных систем. Их строение, свойства, классификация, практическое значение.

Вторичный метаболизм растений. Образование разнообразных вторичных соединений, как характерная особенность метаболизма высших растений. Взаимосвязь «вторичного» и первичного обмена. Роль вторичного метаболизма в процессах клеточной дифференциации. Фенольные соединения и их распределение в растениях. Классификация фенольных соединений. Полимерные фенольные соединения – лигнины, дубильные вещества. Фенольные соединения и иммунитет растений.

Пластохиноны и убихиноны как компоненты электротранспортных цепей. Терпеноиды. Их образование. Роль как компонентов мембран. Эфирные масла, стероиды, каротиноиды. Практическое использование. Другие вторичные соединения – алкалоиды, гликозиды, ацетиленовые производные. Их физиологическая роль.

ФИЗИОЛОГИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Определение понятий «рост» и «развитие» растений. Общие закономерности роста, типы роста у растений. Организация меристем корня и стебля. Рост и деятельность меристем. Кинетика ростовых процессов и их свойства. Ритмика, биологические часы. Корреляции. Полярность. Регенерация.

Клеточные основы роста. Фазы роста клеток и их характеристики. Изменения морфологии и метаболизма при прохождении каждой фазы. Дифференцировка клеток и тканей – компетенция и детерминация. Дифференциальная экспрессия генома как фактор реализации генетических программ развития. Тотипотентность растительной клетки.

Системы регуляции функций целого растения – трофическая, гормональная, электрическая.

Фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, brassinosteroids), их строение, биосинтез, транспорт, физиологическое действие. Молекулярные основы действия гормонов ингибиторов роста растений. Взаимодействие между различными гормонами. Синтетические регуляторы и ингибиторы роста (гербициды, ретарданты, морфактины), их практическое применение.

Ростовые и тургорные движения растений. Тропизмы (фото-, гео-, электро-, термотропизмы) и настии.

Влияние света на процессы роста и развития растений. Фитохромная и криптохромная системы регуляции.

Жизненный цикл высших растений. Основные этапы онтогенеза (эмбриональный, ювенильный, репродуктивный, зрелости, старения), их морфологические, физиологические и метаболические особенности. Состояние покоя у растений. Типы покоя и их значение для жизнедеятельности растений.

Внутренние и внешние факторы, определяющие переход растений от вегетативного развития к генеративному. Индукция цветения. Яровизация. Фотопериодизм. Роль фитохромной системы в фотопериодических реакциях. Типы фотопериодической реакции. Природа флорального стимула. Гипотезы о бикомпонентной природе флоригена, о многокомпонентном контроле цветения.

Культура изолированных зародышей, органов, тканей, клеток, протопластов как модель для изучения процессов роста и развития. Использование метода культуры клеток для изучения биологии клетки и понимания взаимоотношений части и целого при функционировании клеток в растительном организме.

Пути практического использования культуры растительных клеток (освобождение от вирусных инфекций, массовое размножение, сохранение генофонда редких видов, получение биомассы клеток-продуцентов практически важных веществ).

УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ

Устойчивость как приспособление растений к условиям существования. Ответные реакции растений на действие неблагоприятных факторов. Общие принципы адаптивных реакций растений на экологический стресс (изменение экспрессии генов и включение синтеза стрессовых, мембранных, структурных белков; перестройки мембранных систем и физиологических процессов; синтез протекторных соединений и др.). Пути повышения устойчивости растений.

Реакция растений на температуру. Влияние низких положительных температур (холодоустойчивость растений), низких отрицательных температур (морозоустойчивость растений) и почвенно-климатических факторов (зимостойкость растений), высоких положительных температур (жароустойчивость растений). Закаливание растений. Реакция растений на водный дефицит (засухоустойчивость растений). Приспособление различных ксерофитных форм и мезофитных растений к низкому водному потенциалу и гигрофитов к гипоксии. Пути адаптации растений к гипоксии и аноксии.

Реакция растений на высокое содержание солей в почве (солеустойчивость растений). Механизмы адаптации галофитных организмов к солям. Особенности загрязнения почв тяжелыми металлами. Токсичность их для высших растений.

Радиоустойчивость растений и ее механизмы.

Загрязнение атмосферы сернистым газом, оксидами азота и углерода, соединениями фтора и др. Токсичность их действия на растения. Формирование устойчивости к газам.

Физиологические и биохимические основы устойчивости высших растений к патогенным микроорганизмам и другим биотическим факторам.

Основная литература

Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. Физиология растений. М.: Академия, 2005. 640 с.

Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высшая школа, 2005. 736 с.

Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. 336 с.

Дополнительная литература

Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н. и др. Генетика развития растений. СПб.: Наука, 2000, 539 с.

- Мокронос А.Т., Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Фотосинтез: физиолого-экологические и биохимические аспекты. М.: Академия, 2006. 448 с.
- Полевой В.В. Физиология растений. М.: Высшая школа, 1989. 464 с.
- Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Под ред. Н.Н. Третьякова, Е.И. Кошкина, Н.М. Макрушина и др. М.: Колос, 2000. 640 с.
- Частная физиология полевых культур. М.: КолосС, 2005. 343 с.
- Якушкина Н.И., Бахтенко Е.Ю. Физиология растений. М.: Владос, 2005. 463 с.