

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИБ КарНЦ РАН)



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИБ КарНЦ РАН

член-корр. РАН

Н.Н. Немова Н.Н. Немова

2012 г.

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ
по научной специальности 03.01.05 «Физиология и биохимия растений»

Принята Ученым советом ИБ КарНЦ РАН 27.06.2012 протокол № 6

Введение в физиологию

Предмет физиологии растений. Роль и место растения в живом мире. Специфика метаболизма растений по сравнению с животными (автотрофность, образование кислорода, минеральное питание и восстановление азота и серы, водный обмен, переживание неблагоприятных сезонов). Приспособление растений к прикрепленному образу жизни. Особенности морфологии растений, представление о роли удельной поверхности, специфика роста растений и его функциональное значение. Синтетические способности растений.

Физико-химический, экологический и эволюционный аспекты физиологии растений. Связь физиологии растений с другими биологическими науками – биохимией, биофизикой, молекулярной биологией, генетикой. Специфика задач физиологических исследований.

Задача физиологии растений – познание закономерностей жизнедеятельности растений, раскрытие молекулярных основ физиологических процессов и механизмов их регуляции в системе целого организма. Сочетание различных уровней исследования (субклеточный, клеточный, организменный, уровень биоценоза) как необходимое условие прогресса физиологии растений.

Этапы развития физиологии растений, их связь с общим развитием биологии и с практикой. Физиология растений – теоретическая основа земледелия и новых отраслей биотехнологии. Физиологические основы продуктивности растений.

Физиология растительной клетки

Клетка как организм и как элементарная структура многоклеточного организма зеленого растения. Специфические особенности клеток растений по сравнению с бактериями и клетками животных. Функциональная роль отдельных органоидов клетки.

Специфическая роль в метаболизме органоидов, типичных для растений (пластиды, вакуоль, клеточная стенка).

Симбиотическая теория происхождения пластид и митохондрий.

Межклеточные связи. Представление о симпласте, апопласте, эндопласте.

Клетка как целостная система (представление о необходимом наборе синтетических процессов для поддержания жизни клетки, значение структурной организации клетки и цитоскелет, представление о компартиментации метаболизма в клетке).

Физиологическая роль мембран и проницаемость клеток для разных соединений.

Уровни регуляции метаболизма клетки (генетический, мембранный, трофический). Представление о гомеостазе.

Реакция клеток на повреждение. Общее представление о стрессе. Системы репарации растительной клетки.

Фотосинтез

Фотосинтез как процесс питания растений. Уникальность этого процесса. Значение фотосинтеза в кругообороте углерода и кислорода на Земле, в жизни биосферы. Значение изучения механизма фотосинтеза для разработки методов солнечной энергетики в человеческом обществе. История открытия и изучения фотосинтеза. Значение работ К.А. Тимирязева в обосновании приложимости закона сохранения энергии к фотосинтезу.

Роль в фотосинтезе различных участков спектра видимого света. Пигментный аппарат фотосинтеза. Химические и оптические свойства хлорофиллов, фикобилинов, каротиноидов. Хроматическая адаптация растений к условиям освещения. Хлоропласты, их ультраструктура (граны, ламеллы, тилакоиды, строма, рибосомы).

Фотофизические процессы в фотосинтезе. Передача поглощенной энергии фотона между молекулами пигментов. Представление о фотосинтетической единице, светособирающем комплексе, реакционном центре и фотосистеме. Эффект Эммерсона и две фотосистемы. Фо-

тохимические процессы фотосинтеза, Z-схема. Фотосинтетическое фосфорилирование, циклической и нециклическое. Механизм фосфорилирования, теория П. Митчелла.

Образование кислорода. Доказательство водного происхождения кислорода при фотосинтезе. Квантовый выход фотосинтеза.

Темновая фаза фотосинтеза. Доказательства участия в фотосинтезе темновых реакций. Длительность световой и темновой фаз. Локализация их в структурах хлоропласта. Цикл Кальвина (восстановительный пентозофосфатный цикл, C₃-путь). Этапы цикла Кальвина (карбоксилирование, восстановление, регенерация).

Оксигеназная функция РБФ-карбоксилазы / оксигеназы (Рубиско). Фотодыхание (гликолатный цикл) у C₃ растений. Цикл Хэча-Слэка. Анатомическая структура листьев у C₄ растений, особенности хлоропластов из клеток мезофилла и обкладки. САМ-путь фотосинтеза. Пути подачи CO₂ в цикл Кальвина у C₃-, C₄- и САМ-растений. Адаптационная роль C₃-, C₄- и САМ-путей фотосинтеза, их представленность у растений в природе.

Влияние внешних условий на фотосинтез. Световая кривая фотосинтеза. Различия световых кривых у светолюбивых и теневыносливых растений, у C₃- и C₄- растений. Влияние на фотосинтез концентрации CO₂. Углекислотный компенсационный пункт у C₃- и C₄- растений. Регуляция поступления CO₂ с помощью устьичного аппарата. Влияние температуры, водоснабжения и минерального питания на фотосинтез. Связь процессов фотосинтеза и дыхания. Фотосинтез и продуктивность растений.

Дыхание

Необходимость затрат энергии на поддержание жизни. Энергетический и конструктивный обмены. Принцип сопряжения и роль АТФ. Процессы окисления в энергетическом обмене. Анаэробный и аэробный типы энергетического обмена, брожение и дыхание. Генетическая связь брожения и дыхания, работы С.П. Костычева. Анаэробная и аэробная фазы дыхания. Гликолиз, цикл Кребса.

Окислительное фосфорилирование: субстратное и мембранное. Количество АТФ, образующейся в анаэробной и аэробной фазах дыхания. Механизм мембранного фосфорилирования. Теория П. Митчелла. Сходство мембранного фосфорилирования в хлоропластах и митохондриях. Пентозофосфатный путь дыхания. Локализация процессов дыхания в клетке. Митохондрии, их структура и функции.

Физиология темнового дыхания растений. Дыхательный коэффициент. Влияние факторов среды на интенсивность дыхания. Связь между дыханием и продуктивностью растений. Функциональные составляющие дыхания: на рост и поддержание. Различия между ними по физиологической роли.

Дыхание при неблагоприятных условиях.

Минеральное питание

История учения о минеральном питании растений. Элементарный состав растения. Зольные элементы. Необходимые растению макро- и микроэлементы. Понятие об автотрофности зеленого растения – автотрофность не только по углероду, но и по другим элементам.

Поглощение ионов растительной клеткой. Ионный гомеостаз. Антагонизм ионов. Пассивный и активный транспорт ионов через мембрану клетки. Роль Na⁺, K⁺-АТФазы и H⁺-АТФазы. Сопряженный транспорт различных ионов через мембрану.

Строение корневой системы и механизмы поглощения минеральных элементов корневой системой. Независимость поглощения ионов от поглощения воды. Соотношение активного и пассивного транспортов при поглощении анионов и катионов.

Корень как орган поглощения ионов и воды. Особенности роста корней. Роль разных тканей корня в поглощении минеральных ионов и их транспорте по растению. Влияние фотосинтеза и дыхания на поглотительную деятельность корней.

Азотный обмен растений. Его особенности, отличающие его от азотного обмена животных. Работы Д.Н. Прянишникова. Пути ассимиляции аммиака и нитратов в растениях. Роль глутаминовой кислоты и глутамина в биосинтезе аминокислот. Ассимиляция фосфора, серы, калия и других элементов минерального питания. Питание растений с помощью симбиотических организмов. Микориза, ее роль в питании растений. Физиологические основы применения удобрений.

Синтетическая функция корневой системы растения. Особенности синтеза аминокислот, амидов, фитогормонов и алкалоидов. Работы Д.А. Сабинаина.

Водный режим

Физические и химические свойства воды и ее значение в организации живой материи. Пойкилогидрические и гомойогидрические растения.

Поглощение воды клетками. Осмотические явления в клетках. Представление о водном потенциале клетки растения. Состояние воды в клетках, свободная и связанная вода.

Поглощение воды корнем. Корневое давление, плач, гуттация. Механизм создания корневого давления и активного транспорта воды.

Передвижение воды по стеблю. Присасывающее действие листьев. Явление адгезии и когезии. Нижний и верхний концевые двигатели водного тока, их величина, источники энергии.

Транспирация, ее значение для растения. Устьичная регуляция транспирации. Влияние внешних условий на транспирацию, ее суточные и сезонные изменения.

Водный режим растений разных экологических типов и разных жизненных форм. Засухоустойчивость растений. Работы Н.А. Максимова. Особенности обмена веществ у засухоустойчивых растений. Ксероморфная структура. Правило В.Р. Заленского. Изменения засухоустойчивости растений в онтогенезе, критические периоды. Влияние водного стресса на физиологические процессы у растений. Физиологические основы орошения.

Рост и развитие

Понятия «рост» и «развитие» растений. Количественные закономерности роста. Абсолютная и относительная скорости роста. Сигмоидная кривая роста, ее биологическая универсальность. Своеобразие роста растений, отличающее их от животных.

Меристемы, их организация. Покоящийся центр корня и меристема ожидания побега. Фазы деления, растяжения и дифференцировки клетки. Фаза растяжения – специфическая особенность клеток растений. Соотношение деления и растяжения клеток при росте разных органов растений в связи с их функциями. Регуляция клеточных делений у многоклеточных организмов.

Фитогормоны. История формирования представлений о наличии фитогормональной регуляции в растениях. Сравнение фитогормонов и гормонов животных.

История открытия фитогормонов. Их химическая природа, физиологическое действие и практическое применение. Особенности фитогормональной регуляции роста и морфогенеза разных органов растения и процессов роста и развития. Передвижение фитогормонов по растению.

Механизм действия фитогормонов. Специфика действия отдельных фитогормонов. Общие особенности регуляторного действия фитогормонов, сравнение с другими веществами, участвующими в регуляции роста, развития и метаболизма растения (витамины, ингибиторы роста и другие). Представление о механизме действия фитогормонов на генетическом и мембранном уровнях. Значение и роль вторичных мессенджеров.

Практическое использование фитогормонов в растениеводстве. Гербициды.

Природные ингибиторы роста

Фитохромная система растений. Строение и локализация фитохрома. Специфика и меха-

низ действия фитохромной системы в регуляции разных процессов.

Периодичность роста. Состояние покоя у растений. Виды покоя: вынужденный и физиологический (глубокий). Условия выхода из состояния покоя. Адаптивная роль покоя, его значение для морозо-, жаро- и засухоустойчивости растений.

Движения растений. Тропизмы и настии, их физиологические механизмы и адаптивная роль.

Развитие растений. Типы онтогенеза: моно- и поликарпики. Деление онтогенеза на этапы. Регуляция перехода растений в генеративное состояние. Явление яровизации. Яровые и озимые формы. Адаптивная роль яровизации. Явление фотопериодизма. Группы растений с различной фотопериодической реакцией, ее адаптивное значение. Гормональная теория цветения М.Х. Чайлахяна. Роль фитохрома в фотопериодических реакциях растений.

Старение растений. Теории Н.П. Кренке.

Интеграция физиологических процессов в растении

Разделение функций между клетками и органами в многоклеточном организме растения. Передвижение веществ в растении. Ближний и дальний транспорт. Представление о нисходящем и восходящем токах веществ. Флоэмный транспорт. Механизм загрузки флоэмы.

Продукционный процесс растения и интеграция в нем разных функций: фотосинтез, дыхания, роста, минерального питания, водного режима. Донорно-акцепторные отношения и транспорт ассимилятов в растении. Взаимодействие органов растения, корреляция, корне-лиственная связь. Необходимость изучения растения как целостного организма для выработки методов повышения его продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды.

Физиология устойчивости растений

Представление о стрессах и стрессорах. Три фазы стрессовой реакции растений. Неспецифические и специфические механизмы устойчивости к повреждающим факторам внешней среды. Механизмы адаптации растений на клеточном, организменном и популяционном уровнях. Различные виды устойчивости: к засухе, перегреву, низким температурам, морозоустойчивость, солеустойчивость, газоустойчивость, устойчивость к недостатку кислорода, ксенобиотикам, радиоустойчивость. Устойчивость к инфекционным болезням и механизмы защиты от патогенов (механические, фитонциды и фитоалексины, реакция сверхчувствительности).

Оценка факторов окружающей среды с помощью тестов на растениях.

Физиология растительного покрова

Использование солнечной энергии растительностью. Индекс листовой поверхности. Продуктивность разных растительных сообществ и всего растительного покрова Земли. Круговорот углерода, кислорода, азота, других минеральных элементов в растительном покрове.

Водный обмен растительного покрова. Водный баланс фитоценозов.

Климатическая ритмика и ритмика вегетации растений. Роль растительного покрова в круговороте веществ и энергии в биосфере. Необходимость растительного покрова для обеспечения жизни на земле и роль человека в его сохранении.

Введение в биохимию

Биохимия как наука о веществах, входящих в состав живой природы, и их превращениях, лежащих в основе жизненных явлений. Роль и место биохимии в системе естественных наук. Значение биохимии для промышленности, сельского хозяйства и медицины. Биотехнология. Краткая история биохимии.

Биохимические основы важнейших биологических явлений. Обмен веществ как важнейшая особенность живой материи. Структура клетки и биохимическая характеристика отдельных субклеточных компонентов.

Белки

Общие свойства и биологическая роль белков: значение в построении живой материи и в процессах жизнедеятельности. Аминокислоты, их физико-химические свойства и классификация. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Простые и сложные белки. Методы изучения структуры белков. Физико-химические свойства белков. Принципы классификации белков. Методы выделения белков и установление их однородности.

Ферменты

Общие свойства, классификация и номенклатура ферментов. Химическая природа ферментов, их функциональные группы. Коферменты, простетические группы. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов. Специфичность действия ферментов.

Нуклеиновые кислоты

Роль нуклеиновых кислот в формировании и свойствах живой материи. Строение нуклеиновых кислот. Основные типы нуклеиновых кислот, их функции и локализация в клетке. Специфичность нуклеиновых кислот.

Углеводы

Биологическая роль, классификация и номенклатура углеводов. Структура, свойства и распространение в природе основных представителей моносахаридов и полисахаридов. Взаимопревращения углеводов в растительных организмах. Биологическая роль углеводов.

Липиды

Классификация и номенклатура липидов. Структура, свойства и распространение в природе. Жиры. Фосфолипиды. Пигменты, растворимые в жирах (хлорофиллы и каротиноиды). Стероиды. Обмен липидов.

Витамины

Классификация, свойства, распространение в природе. Водорастворимые и жирорастворимые витамины. Потребность растений в витаминах.

Растительные вещества вторичного происхождения и их обмен

Фенолы. Гликозиды. Эфирные масла и смолы. Каучук и гута. Биосинтез терпеноидов в растениях. Алкалоиды. Регуляторы роста растений и микроорганизмов. Гербициды.

Взаимосвязь процессов обмена веществ в организме

Связь между обменом белков, углеводов и липидов. Обмен веществ как единая система биохимических процессов. Регуляция обмена веществ. Определение понятий об обмене веществ, энергии и информации: метаболизм, катаболизм, анаболизм, рецепторные системы.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ:

1. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. Учебник. М.: Медицина, 1982. 750 с.
2. Кретович В. Л. Биохимия растений. М.: Высшая школа, 1980. 446 с.
3. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высш. шк., 2005
4. Ленинджер А. Биохимия: Молекулярные основы структуры и функций клетки. М.: Мир, 1974. 957 с.
5. Медведев С. С. Физиология растений. СПб.: СПбГУ, 2004. 335 с.
6. Полевой В.В. Физиология растений. М.: Высшая школа, 1989
7. Якушкина Н.И. Физиология растений. 2е изд. М.: Просвещение, 1993
8. Практикум по физиологии растений (под ред. Иванова В.Б.). М.: Академия, 2001

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

1. Беликов П.С., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: изд. Российского ун-та дружбы народов, 1992
2. Жолкевич В.Н. и др. Водный обмен растений. М.: Наука, 1989
3. Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растении. М.: Наука, 1976
4. Иванов В.Б. Клеточные основы роста растений. М.: Наука, 1974
5. Максимов Н.А. Краткий курс физиологии растений. М.: Сельхозгиз, 1958
6. Мокроносов А.Т., Гавриленко В.Ф. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М.: изд. МГУ, 1992
7. Полевой В.В., Саламатова Т.С. Физиология роста и развития растений. Л.: ЛГУ, 1991
8. Рубин Б.А. Курс физиологии растений. М. 1971
9. Сабинин Д.А. Физиологические основы питания растений. М.: изд. АН СССР, 1955
10. Сабинин Д.А. Физиология развития растений. М.: изд. АН СССР, 1963
11. Саламатова Т.С. Физиология растительной клетки. Л.: изд. ЛГУ, 1983
12. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран. М.: Наука, 1989
13. Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений. М.: Логос. 2001. 224 с.
14. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПбГУ 2002 240 с.
15. Албертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. Т. 1, 2, 3. М.: Мир, 1994
16. Грин Р., Стаут У., Тейлор Д. Биология, Т.1,2,3. М.: Мир, 1990
17. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. Т. 1, 2., М.: Мир, 1986
18. Гэлстон А., Девис П., Сэттер Р. Жизнь зеленого растения. М.: Мир, 1983
19. Дерфлинг К. Гормоны растений. Системный подход. М.: Мир, 1985
20. Лархер В. Экология растений. М.: Мир, 1978
21. Ленинджер А. Основы биохимии. В 3-х томах. М.: Мир, 1985
22. Хочачка, Дж. Сомеро. Биохимические адаптации. М.: Мир, 1988