

Утверждена  
Ученым советом ИФР РАН  
Протокол № 3 от «28» февраля 2012 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор ИФР РАН  
чл.-корр. РАН Вл.В. Кузнецов

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА РАН  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

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

Москва – 2012

## Клетка

- Структурная организация растительной клетки. Специфические особенности структуры и функций клетки растений, ее отличие от животных. Функциональное взаимодействие органоидов в растительной клетке.
- Строение и функции митохондрий.
- Строение и функции хлоропластов.
- Клеточная стенка. Химический состав, структура, биосинтез и функции. Клеточная стенка как особый метаболический компартмент растительной клетки.
- Вакуоль растительной клетки. Функции, формирование в процессе роста и развития растительной клетки.
- Мембраны растительной клетки и их роль в компартментации и регуляции метаболизма клетки.
- Деление растительных клеток. Регуляция клеточного цикла. Тотипотентность растительных клеток. Дифференцировка и дедифференцировка.
- Рецепция, трансдукция и реализация морфогенетических сигналов. Рецепторы. Вторичные мессенджеры. Транскрипционные факторы.

## Дыхание

- Особенности гликолиза и регуляция процесса у растений. Альтернативные реакции гликолиза.
- Обращение реакций гликолиза - глюконеогенез.
- Пируватдегидрогеназный комплекс и цикл Кребса.
- Пентозофосфатный цикл. Значение и локализация в растительной клетке.
- Конверсия жиров в углеводы при прорастании семян масличных растений. Глиоксилатный цикл.
- НАДН-дегидрогеназный комплекс (комплекс I). Строение и электронный транспорт в комплексе.
- Сукцинатдегидрогеназный комплекс (комплекс II). Строение и электронный транспорт в комплексе.
- Цитохром  $b/c_1$ -комплекс (комплекс III). Строение и электронный транспорт в комплексе. Q-цикл.
- Цитохромоксидаза (комплекс IV). Строение и электронный транспорт в комплексе.
- Образование электрохимического протонного градиента в процессе электронного транспорта в дыхательной цепи:  $\Delta \mu_{H^+}$  и его составляющие.
- Синтез АТФ на АТФ-синтазных комплексах. ( $H^+$ -АТФ-азах F-типа). Ротационный механизм действия фермента.
- Сопряженный и разобщенный электронный транспорт. Дыхательный контроль. Понятие о разобщителях. Механизм разобщения с помощью жирных кислот.
- Особенности электрон-транспортной цепи дыхания у растений. Альтернативные НАД(Ф)Н-дегидрогеназы.
- Особенности электрон-транспортной цепи дыхания у растений. Цианидрезистентное дыхание. Альтернативная оксидаза и физиологическое значение альтернативного пути переноса электронов.
- Особенности наружной и внутренней мембраны митохондрий. Транспортные системы митохондрий.
- Активные формы кислорода (АФК), их возникновение и нейтрализация в растительной клетке. Значение АФК в метаболизме растительной клетки.

## Фотосинтез

- Фотосинтез как сочетание световых и темновых химических реакций.
- Световые реакции фотосинтеза, их регуляция в растении.
- Пигменты фотосинтетического аппарата растений. Строение, спектральные характеристики и функции.
- Каротиноиды, химическое строение, спектральные свойства и функции в растении.
- Хлорофиллы. Строение, спектральные свойства. Участие хлорофиллов в поглощении и преобразовании энергии света при фотосинтезе.
- Первичные реакции фотосинтеза: электронное возбуждение хлорофилла, миграция энергии. Понятие о фотосинтетической единице.
- Окислительно-восстановительные реакции, протекающие с участием возбужденного хлорофилла. Организация и работа реакционных центров двух фотосистем хлоропластов.
- Организация фотосинтетических мембран. Взаимосвязь структуры и функции мембран хлоропластов. Биогенез фотосинтетических мембран и его регуляция.
- Организация ЭТЦ фотосинтеза и ее локализация в мембранах хлоропластов. Регуляция работы ЭТЦ.
- Функции фотосистемы 1 и фотосистемы 2 в растении. Основные компоненты ЭТЦ хлоропластов.
- Циклическое и нециклическое фотофосфорелирование. Механизм синтеза АТФ при фотосинтезе.
- Ассимиляция углерода при фотосинтезе. Цикл Кальвина.
- Фотодыхание, химизм и физиологическая роль.
- C-4 путь фотосинтеза. Анатомо-физиологические особенности C-4 растений. Адаптационное значение цикла Хэтча-Слэка.
- Фотосинтез по типу САМ.
- Влияние факторов внешней среды (интенсивность и качество света, концентрация  $CO_2$  и  $O_2$ , температуры и др.) на интенсивность фотосинтеза растений.
- Пути генерации АТФ при фотосинтезе и дыхании.
- Передвижение продуктов фотосинтеза по растению. Донорно-акцепторные отношения в растении.

- Место фотосинтеза и дыхания в метаболизме и в продукционном процессе растений.

### **Физиология водообмена растений**

- Особенности водного обмена у растений различных экологических групп.
- Роль воды в жизнедеятельности растений. Свойства воды в связи с ее физиологическими функциями.
- Явление осмоса и его роль в жизнедеятельности растений. Осмотическое давление. Тургорное давление. Матричное давление. Влияние концентрации растворенных веществ на осмотическое давление в клетке.
- Термодинамические показатели состояния воды в растении: химический потенциал воды, водный потенциал (определение и связь с химическим потенциалом воды), составляющие водного потенциала, единицы измерения водного потенциала. Основные закономерности поступления воды в клетку.
- Транспирация и ее роль в жизни растений. Роль устьиц в транспирации и газообмене растений. Регуляция работы устьиц. Роль углекислоты и фитогормонов в регуляции устьичных движений.
- Движение воды в корне. Радиальный ток воды в корне. Корневое давление.
- Регуляция транспорта воды в целом растении.

### **Физиология минерального питания**

- Рост и особенности строения корней как основа для поступления ионов; изменения морфологии, индуцируемые дефицитом элементов минерального питания.
- Поступление ионов в апопласт; значение этого этапа поглощения минеральных элементов.
- Пассивный и активный транспорт ионов через мембраны. Уравнение Нернста и его использование для оценки характера транспорта.
- Движущие силы транспорта ионов. Природа трансмембранной разности потенциалов (диффузионного и электрогенного).
- Системы переноса ионов на плазмалемме и тонопласте (помпы, каналы, портеры), их особенности.
- Радиальный транспорт ионов в корне: апопластный и симпластный пути.
- Дальний транспорт ионов: «загрузка» ксилемы, состав ксилемного сока, взаимосвязь с перемещением воды.
- Кинетика поглощения ионов интактным растением. Использование изменения кинетических параметров ( $K_{\text{ткаж}}$  и  $V_{\text{max}}$ ) в связи с приспособлением к условиям среды (концентрации ионов, водоснабжение, температура и т.д.).
- Регуляция процесса поглощения минеральных элементов у растений. Трехкомпарментная клеточная модель корня.
- Особенности минерального питания растений. Необходимые и полезные элементы, их функциональная классификация.
- Особенности поступления фосфора и его перемещения в растении. Основные фосфорсодержащие соединения в клетке.
- Метаболизм и функции фосфора.
- Поглощение и ассимиляторное восстановление сульфата у растений.
- Функции серы: сульфгидрильные группы белков, глутатиона, фитохелатинов.
- Источники азота для растений, транспортеры разных форм азота, роль корней и листьев в усвоении разных форм азота. Работы Д.А. Сабинина.
- Компарментация нитрата, его восстановление, характеристика ферментов (НР, НиР) и регуляция процесса редукции.
- Пути усвоения аммония: реакции и характеристика ферментов (ГДГ, ГС, ГОГАТ).
- Взаимодействие процессов усвоения азота и углерода в фотосинтезирующей клетке.
- Компарментация кальция в клетке, функции, которые он выполняет в клеточных структурах.
- Кальций как вторичный мессенджер, пути передачи информации, закодированной в  $\text{Ca}^{2+}$  сигнале.
- Механизм устьичных движений и его регуляция (роль систем транспорта  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Cl}^-$ ).
- Поступление и перемещение  $\text{K}^+$  у растений, его накопление в клетке, тканях, органах.
- Функции  $\text{K}^+$  у растений.
- Соединения  $\text{Mg}^{2+}$  и его функции у растений.
- Особенности поступления железа, комплексы железа в клетке, их участие в окислительно-восстановительных реакциях фотосинтеза, дыхания, азотного обмена.
- Микроэлементы – участники окислительно-восстановительных реакций фотосинтеза, дыхания и азотного обмена.
- Реутилизация элементов минерального питания в растении.

### **Физиология роста и развития растений**

- Рост растений. Общее понятие. Критерии роста и большая кривая роста. Основные этапы кривой роста и их характеристика. Покой семян и выход их из состояния покоя. Процессы стратификации и скарификации.
- Особенности ростовых процессов: наличие специфических меристем; рост клеток растяжением; тотипотентность клеток и относительная обратимость их роста.

- Значение внешних факторов (света, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, температуры) для ростовых процессов.
- Физиология роста и развития вегетативных органов растений (корня, стебля, листа).
- Основные свойства ростовых процессов: суточные и сезонные ритмы; корреляции и апикальное доминирование; полярность и факторы, определяющие поляризацию клеток, тканей и органов; физиологическая и травматологическая регенерация.
- Размножение семенных растений: вегетативное и половое. Внешние и внутренние факторы, создающие условия для закладки цветочных почек.
- Фотопериодизм. Фотопериодические группы растений. Роль фитохрома в фотопериодической реакции. Гипотеза бикомпонентной природы флоригена (гипотеза М.Х. Чайлахяна). Многофакторный контроль перехода растений к цветению у различных фотопериодических групп. Эвокация цветения.
- Детерминация пола. Генетическое и фенотипическое определение пола.
- Гормональная система растений. Определение фитогормонов. Основные критерии гормонов. Общие черты действия фитогормонов.
- Ауксины. Природные и синтетические формы. Пути биосинтеза, транспорта и инактивации. Спектр биологического действия ауксина и молекулярный механизм действия.
- Цитокинины. Природные и синтетические формы. Пути биосинтеза, транспорта, инактивации. Спектр биологического действия. Участие цитокининов в синтезе нуклеиновых кислот и белков.
- Гиббереллины. Биосинтез, транспорт, физиологическая активность. Роль в системе целого растения и молекулярный механизм действия.
- Абсцизовая кислота (АБК). Биосинтез, транспорт, инактивация. Спектр биологического действия. Значение АБК в механизмах стресса. Абсцизины как аптитранспиранты.
- Этилен. Биосинтез, транспорт, инактивация. Спектр биологического действия. Этилен и стресс.
- Брассиностероиды и их физиологическое действие.
- Взаимодействие фитогормонов на уровне синтеза и участия их в процессах побего- и корнеобразования, репродуктивного развития растений и регуляции фотосинтеза.

#### **Устойчивость растений к неблагоприятным факторам**

- Специфические и неспецифические ответные реакции растений на стресс.
- Адаптивные защитно-приспособительные реакции. Стрессовые белки. Роль пролина, диаминов и полиаминов в устойчивости.
- Влияние высокой температуры и водного дефицита на растения (засухоустойчивость растений).
- Солеустойчивость. Классификация растений по отношению к засоленности почв. Механизм действия солей на растения.

#### **ОСНОВНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

- Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А.** Физиология растений. М. Абрис. 2011. Издание 3-е. 783 с.
- Алехина Н.Д. и др.** Физиология растений. Под ред. И.П.Ермакова. М. Академия. 2007. Издание 2-е. 640 с.
- Медведев С.С.** Физиология растений. СПб.: БХВ-Петербург. 2013. 512с.
- Якушкина Н.И., Бахтенко Е.Ю.** Физиология растений. М: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005 г., 463 с.