

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
СИБИРСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(СИФИБР СО РАН)



Утверждена  
Ученым советом СИФИБР СО РАН  
(протокол №4 от 25.05.2018 г.)  
председатель Ученого совета, профессор  
В.К. Войников

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

в аспирантуру по профилю (направленности)

«Физиология и биохимия растений»

г. Иркутск

# СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## 1. Общие вопросы

Объекты биохимии и физиологии растений - эукариотические фототрофные организмы. Уникальные особенности растительного организма: фото- и автотрофность. Автотрофность в отношении усвоения минеральных элементов. Специфика обмена зеленых растений по сравнению с другими организмами. Космическая роль зеленого растения. Значение фотоавтотрофов в создании и поддержании газового состава атмосферы, водного, почвенного и климатического режима на планете.

## 2. Основные компоненты растительного организма и их функции

Углеводы. Особенности состава и метаболизма углеводов растений. Моносахариды, их структура и взаимопревращения, основные представители. Моносахара, как субстраты для синтеза других веществ. Олигосахариды, их состав, структура, основные представители. Полисахариды: состав, типы связей, ветвление. Полисахариды запасные и структурные.

Липиды. Общие свойства липидов, классификация, номенклатура. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты: классификация, синтез, катаболизм и функции. Редкие жирные кислоты. Триглицериды и их функции. Полярные липиды: фосфо- и гликолипиды, их роль в обмене. Стероиды. Особенности растительных стероидов, фитостерины.

Аминокислоты и белки. Структура и ионные свойства аминокислот. Протеиногенные аминокислоты. Первичная структура молекулы полипептида (пептидная связь. С- и N- конец полипептида). Фибриллярные и глобулярные белки. Элементы вторичной структуры белков -  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -структура. Третичная и четвертичная структура белков. Дисульфидные и водородные связи, ионные и гидрофобные взаимодействия. Роль отдельных аминокислот в образовании и поддержании пространственной структуры белковой молекулы. Белковые комплексы. Понятие субъединицы. Функциональная классификация белков.

Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды: структура, синтез, функции. Нуклеозидполифосфаты. Циклические нуклеотиды и их роль. Нуклеиновые кислоты: первичная структура, нуклеотидный состав. Вторичная и третичная структура ДНК. Структура РНК. Типы РНК (информационная, транспортная, рибосомальная).

Характеристика ферментов как высокоспециализированных белковых катализаторов. Алифатическая и простетическая части фермента. Кофакторы ферментной реакции. Энергетическая основа катализа: активный центр фермента. Специфичность действия ферментов. Ингибирование ферментов. Действие pH и температуры на скорость ферментной реакции. Конкурентное, неконкурентное и необратимое ингибирование. Механизмы регуляции ферментной активности. Регуляция по принципу обратной связи: активация и ингибирование. Аллостерическая регуляция.

### **3. Растительная клетка**

Особенности строения растительной клетки. Ядро. Пластидная система. Рибосомы. Митохондрии. Эндоплазматический ретикулум. Аппарат Гольджи. Вакуоль. Пероксисомы, глиоксисомы, олеосомы. Цитоскелет. Клеточная стенка. Онтогенез клетки растения.

### **4. Биоэнергетика растительного организма**

Фотосинтез. Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата. Строение и физико-химические свойства хлорофилла. Механизм поглощения и испускания света молекулой; спектры поглощения. Электронно-возбужденные состояния хлорофиллов, пути их дезактивации. Роль каротиноидов в фотосинтезе. Общее уравнение фотосинтеза. Световая фаза фотосинтеза: локализация, фотофизический, фотохимический и энзиматический этапы. Антенный (светособирающий) комплекс, реакционный центр. Электронтранспортная цепь фотосинтеза. Представления о совместном функционировании двух фотосистем. Компоненты ЭТЦ и последовательность переноса электрона по цепи (Z-схема). Циклический, нециклический и псевдоциклический электронный транспорт. Пространственная организация ЭТЦ в тилакоидной мембране: основные функциональные комплексы ЭТЦ (ФС-1, ФС-2,), их структура и функции. Система фотолиза воды и образования кислорода при фотосинтезе. Образование трансмембранного протонного градиента в процессе электронного транспорта. Основные типы фотосинтетического фотофосфорилирования. Пути связывания углекислоты (темновые реакции фотосинтеза). С3-путь фотосинтеза (цикл Кальвина). С4-путь фотосинтеза (цикл Хэтча-Слэка-Карпилова). Фотосинтез по типу толстянковых (САМ-метаболизм). Фотодыхание. Синтез крахмала и сахарозы. Транспорт ассимилятов.

Дыхание растений. Клеточное дыхание. История представлений о клеточном дыхании. Гликолиз. Брожение. Окислительное декарбоксилирование, структура пируватдегидрогеназного комплекса. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Глиоксилатный цикл. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы. Строение электронтранспортной цепи митохондрий. Особенности ЭТЦ растений. Окислительное фосфорилирование. Механизм работы АТФ-синтазного комплекса митохондрий.

### **5. Водообмен**

Водный режим растений. Функции воды в растении. Структура и свойства воды. Формы воды в растительных клетках. Водный потенциал. Осмос.

Транспорт воды по растению. Корень как основной орган поглощения воды. Механизм радиального транспорта воды в корне. Роль ризодермы и эндодермы в этом процессе.

Характеристика «нижнего» и «верхнего» двигателей водного тока. Корневое давление. Транспирация и ее роль в жизни растений. Устьичная и кутикулярная транспирация.

Экология водообмена растений. Особенности водообмена у растений разных экологических групп (ксерофитов, мезофитов, гигрофитов, галофитов).

## **6. Минеральное питание**

Минеральное питание растений. Элементный состав растений. Макроэлементы. Азот. Фосфор. Калий. Кальций. Сера. Магний. Микроэлементы. Нарушения в метаболизме растений при недостатке микроэлементов.

Мембранный транспорт ионов в растениях. Пассивный и активный транспорт ионов. Особенности транспортных систем мембран вакуоли и ЭПР. Н-АТФаза V-типа, пиррофосфатаза. Ионные каналы растений. Модели поступления ионов в корень, транспорт минеральных веществ в ксилему. Апопластный и симпластный путь. Роль плазмодесм и ЭПР. Синтетическая функция корня.

Особенности азотного обмена растений. Источники азота для растений. Минеральные формы азота, используемые растениями. Физиологические особенности поступления и включения в обмен аммиачного и нитратного азота. Характеристика систем транспорта нитрата и аммония. Видовая специфика усвоения разных форм азота. Симбиотическая фиксация молекулярного азота: механизмы восстановления, источники энергии и восстановители. Характеристика и функционирование нитрогеназы. Восстановление нитратов растениями. Нитрат- и нитритредуктаза: структура ферментов, локализация, регуляция активности и синтеза. Альтернативные пути усвоения аммонийного азота; локализация реакций в клетке и характеристика ферментов (глутаматдегидрогеназы, глутаминсинтетазы, глутаматсинтазы).

Микориза. Удобрения. Выращивание растений без почвы.

## **7. Дальний транспорт и круговорот веществ в растении**

Транслокация веществ из листьев в другие органы: флоэмные ситовидные элементы. Состав транслоцируемых веществ (сахара, аминокислоты, гормоны, неорганические ионы и др.). Передвижение фотоассимилятов из мезофилла к сосудам флоэмы по апопласту и симпласту. Механизмы загрузки флоэмы из апопласта и симпласта. Роль сопровождающих клеток. Тип загрузки флоэмы у растений различных систематических групп и ее зависимость от климатических условий. Механизм передвижения веществ по флоэме. Модель потока воды под давлением. Поры ситовидной пластинки как открытые каналы. Скорость передвижения веществ по флоэме; их выгрузка из ситовидных элементов. Восходящий транспорт веществ по ксилеме. Состав ксилемного эксудата. Взаимосвязь транспорта воды и растворенных веществ по ксилеме. Скорости транспорта воды и отдельных веществ. Взаимодействие флоэмных и ксилемных потоков азотистых веществ и ионов. Круговорот и реутилизация минеральных веществ в растении. Функциональная роль этих физиологических процессов.

## **8. Рост и развитие растений**

Физиология роста и развития растений. Определение понятия роста и развития, онтогенеза и морфогенеза, дифференцировки и возрастного состояния растений. Общие закономерности роста. Показатели роста, S-образный характер кривой роста, его фазы. Типы роста у растений. Ростовые корреляции. Периодичность роста. Состояние покоя у растений. Типы покоя.

Рост и развитие растительной клетки. Дифференцировка клеток и тканей. Этапы онтогенеза растения.

Рост и развитие вегетативных органов. Морфогенез корня. Морфогенез побега. Развитие листа. Дифференциация сосудов.

Размножение растений. Половое размножение высших растений. Эвокация цветения. Развитие органов цветка. Формирование семян и плодов. Вегетативное размножение растений.

Организация меристем корня и стебля. Рост и деятельность меристем.

Гормональная система растений. Понятие фитогормона. Ауксины. Цитокинины. Гиббереллины. Абсцизовая кислота. Этилен. Брассиностероиды. Жасмоновая кислота. Салициловая кислота.

Фоторегуляция у растений. Фотопериодизм. Фитохром и криптохром. Фитохромная система. Яровизация.

Индукция и эвокация цветения. Детерминация пола у растений.

Ростовые движения. Тропизмы. Нاستии. Нутации. Тургорные обратимые движения.

### **9. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам**

Физиология стресса. Засухоустойчивость растений. Устойчивость растений к низким температурам. Холодостойкость. Белки холодового шока. Морозоустойчивость. Закаливание. Тепловой стресс. Белки теплового шока. Адаптация растений к повышенной концентрации солей в почве и недостатку кислорода. Газоустойчивость и радиоустойчивость растений. Противостояние растений инфекционным заболеваниям. Характеристика патогенов. Генетическая детерминированность взаимоотношений хозяина и паразита. Механизмы защиты от патогенов: конститутивные и индуцибельные. Системы сигнализации, передачи сигналов о внедрении патогена, ответная реакция. Возникновение системной приобретенной устойчивости к патогенам.

### **ЛИТЕРАТУРА**

#### **Основная литература:**

1. Березов Т. Т. Биологическая химия : учебник / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1990. – 544 с.
2. Биологическая химия : учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; рец. Г. А. Толстиков, В. В. Власов ; Рос. акад. наук Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биологии и фундамент. медицины, Мин-во образования и науки РФ, Новосибирский гос. ун-т. – 4-е изд., доп. и перераб. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2012. – 455 с.
3. Грин Н. Биология / Н. Грин, У. Стаут. В 3-х томах. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013.
4. Гудвин Т. Введение в биохимию растений. В 2-х т. / Т. Гудвин, Э. Мерсер. – М.: Мир, 1986.
5. Ивановский Д. И. Физиология растений / Д. И. Ивановский. – М. : Либроком, 2012. – 552 с.
6. Комов В. П. Биохимия. Ч.1.: учебник для академ. бакалавриата / В. П. Комов, В. Н. Шведова. – М. : Юрайт, 2016. – 333 с.
7. Комов В. П. Биохимия. Ч.2.: учебник для академ. бакалавриата / В. П. Комов, В. Н. Шведова. – М. : Юрайт, 2016. – 315 с.
8. Кузнецов В. В. Физиология растений : учебник для ВУЗов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М. : Высшая школа, 2005. – 736 с.

9. Кузнецов В. В. Физиология растений : учебник для академ. бакалавриата / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М. : Юрайт, 2016. – 437 с.
10. Ленинджер А. Основы биохимии. В 3-х т. / А. Ленинджер. – М.: Мир, 1985.
11. Медведев С. С. Физиология растений : учебник / С. С. Медведев. – Спб. : БХВ-Петербург, 2012. – 512 с.
12. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера / Д. Нельсон, М. Кокс. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 640 с.
13. Рогожин В. В. Биохимия растений : учебник / В. В. Рогожин. – СПб. : ГИОРД, 2012. – 432 с.
14. Скопичев В. Г. Физиология растений и животных / В. Г. Скопичев. – СПб : Проспект науки, 2013. – 368 с.
15. Уилсон К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / К. Уилсон, Дж. Уолкер. – М., 2013. – 848 с.
16. Усманов И. Ю. Экологическая физиология растений : учебник для студ. вузов / И. Ю. Усманов, З. Ф. Рахманкулова, А. Ю. Кулагин. – М. : Логос, 2001. – 223 с.
17. Хелдт Г.-В. Биохимия растений. Пер. с англ. / Г.-В. Хелдт; Под ред. А. М. Носова, В. В. Чуба. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 471 с.
18. Якушкина Н. И. Физиология растений / Н. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. – М. : Владос, 2005. – 463 с.
19. Юсуфов А. Г. Лекции по эволюционной физиологии растений : учебное пособие / А. Г. Юсуфов. – М. : Высшая школа, 2009.

#### **Дополнительная литература:**

1. Беляева О. Б. Светозависимый биосинтез хлорофилла / О. Б. Беляева. – М. : Бином, 2011.
2. Биотехнология высших растений : учебник / Л. А. Лутова ; Санкт-Петербург. гос. ун-т. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : [б. и.], 2010.
3. Биохимия усвоения азота воздуха растениями / В. Л. Кретович; Рос. акад. наук. Ин-т биохимии им. А.Н. Баха, Науч. совет по пробл. «Биол. Азот». – М. : Наука, 1994. – 169 с.
4. Битюцкий Н. П. Микроэлементы высших растений / Н. П. Битюцкий. – СПб. : Изд-во СПбГУ, 2011.
5. Гудвин Т. Введение в биохимию растений. В 2-х т. / Т. Гудвин, Э. Мерсер. – М.: Мир, 1986.
6. Кольман Я. Наглядная биохимия : монография / Я. Кольман, К.-Г. Рем ; пер. с нем. Л. В. Козлова [и др.] ; под ред. П. Д. Решетова, Т. И. Соркиной. – 3-е изд. – Москва : Мир, 2009. – 469 с.
7. Мокроносов А. Г. Фотосинтез: Физиолого-экологические и биохимические аспекты : учебник / А. Г. Мокроносов, В. Ф. Гавриленко. – М. : Изд-во МГУ, 1992. – 319 с.
8. Молекулярная биология клетки. В 3-х т. / Б. Албертс [и др.]. – М. : Мир, 1994.
9. С/х биотехнология : учебник / Под ред. В. С. Шевелухи. – М. : Высшая школа, 2008.
10. Фотосинтез : в 2 т. / Говинджи, Д. Р. Орт, Д. Уитмарш и др.; под ред. Говинджи, А. А. Красновского, Ф. Ф. Литвина ; пер. с англ. А. О. Ганаго и др. – Т. 1, 1987. – 727 с.

Программу составил:

Зам. директора по научной работе СИФИБР СО РАН,  
д.б.н., профессор



Г.Б. Боровский

Программа рассмотрена и утверждена на заседании Ученого совета СИФИБР СО  
РАН (протокол №4 от 25.05.2018 г.).

Председатель Ученого совета,  
д.б.н., профессор



В.К. Войников