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

Программа рассмотрена
на заседании Ученого совета
(протокол №1 от 15.01.2022 г.)

УТВЕРЖДАЮ
И.о.директора СИФИБР СО РАН, д.б.н.
_____ В.И. Воронин
«15» января 2022 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

в аспирантуру по научной специальности

1.5.21 «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. C- и N- конец полипептида). Фибриллярные и глобулярные белки. Элементы вторичной структуры белков - α-спираль и β-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, пирофосфотаза. 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. Настии. 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 на заседании Ученого совета СИФИБР СО РАН (протокол №1 от 15.01.2022 г.).

И.о.директора СИФИБР СО РАН,
д.б.н. В.И. Воронин