



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В.Л. КОМАРОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

Приложение № 8

УТВЕРЖДЕНО
приказом БИН РАН
от 1 марта 2022 г.
№ 7/НОЦ

ПРОГРАММА

**Вступительного испытания по специальной дисциплине
для поступления на обучение
по образовательным программам высшего образования –
программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по группе научных специальностей
1.5. Биологические науки
(1.5.9. Ботаника, 1.5.15. Экология, 1.5.18. Микология,
1.5.21. Физиология и биохимия растений)**

Санкт-Петербург
2022

1. Общие положения

1.1. Вступительные испытания по специальной дисциплине (специальности) предполагают знание поступающими курса ботаники уровня специалитета или магистратуры.

1.2. Структура и содержание программы отвечают характеру и уровню знаний и навыков, необходимых будущему аспиранту для успешного обучения в аспирантуре и работе над диссертацией.

2. Процедура проведения вступительного испытания и критерии оценивания ответов

2.1. Каждому поступающему определяется дата и время прохождения вступительного испытания.

2.2. Время проведения вступительного испытания – 2 часа (1 час на подготовку и 1 час на ответ)

2.3. Вступительное испытание проводится в устной форме по экзаменационным билетам. В каждом билете – три вопроса. Первый вопрос относится к общей тематике группы научных специальностей, второй и третий вопросы – соответствуют научной специальности поступающего.

2.4. Оценка за вступительное испытание складывается из суммы оценок за каждый вопрос экзаменационного билета.

2.5. Максимальное количество баллов - 15 баллов, по 5 баллов за каждый вопрос.

2.6. Минимальное количество баллов, необходимое для прохождения вступительных испытаний - 9 баллов.

2.7. Критерии оценивания:

Оценка 5 баллов - «Отлично» ставится, если ответ поступающего содержит глубокое и систематическое знание материала; отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией; знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой; логически корректное и убедительное изложение ответа.

Оценка 4 балла - «Хорошо» ставится, если поступающий демонстрирует знание ключевых проблем и основного содержания материала; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом, владение научным языком и терминологией; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы; в целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

Оценка 3 балла - «Удовлетворительно» ставится, если поступающий освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильно трактует формулировки, нарушает последовательность в изложении материала и испытывает затруднения при ответе на уточняющие вопросы.

Оценка 2 балла - «Неудовлетворительно» ставится, если поступающий демонстрирует отсутствие знаний отдельных разделов программы вступительного испытания, не может правильно применять теоретические положения, не владеет необходимыми умениями и навыками. Ответы представлены очень поверхностно и с нарушением логики изложения; допущены существенные терминологические и фактические ошибки

3. Темы для подготовки к вступительным испытаниям

3.1. Общие вопросы

1. Основные этапы развития науки о растениях.
2. Растительный мир как фундаментальная часть биосферы. Роль растений в природе
3. Растительный мир как основа существования человечества. Рациональное использование и охрана растительного мира (общие сведения).
4. Растения, животные, грибы, бактерии. Сходство и различия. Положение в системе живых организмов. Основные разделы ботанической науки (основные направления в изучении растений и растительного покрова Земли).
5. Жизненные циклы растений и грибов.
6. Основные этапы развития микологии. Вклад отечественных ученых в развитие современных представлений о грибах. Микологическая номенклатура.
7. Положение грибов в системе живых организмов. Основные направления эволюции грибов. Значение ультраструктурных признаков и особенностей клеточной стенки грибов в обособлении крупных таксонов. Вопросы молекулярной филогении грибов и грибоподобных организмов.
8. Роль грибов в природе. Значение грибов как возбудителей болезней растений, животных и человека. Использование грибов в современной биотехнологии.
9. Прокариоты и эукариоты, отношение к ним различных отделов водорослей. Роль симбиогенеза в эволюции водорослей. Эволюция фотосинтеза в отделах водорослей. Возникновение полового процесса и его эволюция у водорослей.
10. Лишайники. Полибионтная природа лишайников. Взаимоотношения микобионтов и фотобионтов в талломе лишайника. Представления о мутуализме и эндопаразитосапрофитизме и их соотношении в жизни лишайников.
11. Экологические особенности лишайников. Взаимосвязь лишайников с субстратами и растительными сообществами. Особенности физиологии и анатомии лишайников и их способность существовать в экстремальных условиях. География лишайников, географические элементы. Роль лишайников в природе, лишайниковые синузии и сообщества.
12. Моховидные. Плауновидные. Папоротниковидные. Историческое и современное значение в формировании биосферы.
13. Клеточная организация тела растений. Специфика растительной клетки. Строение типичной растительной клетки. Многообразие типов растительной клетки.
14. Первичное и вторичное строение стебля у однодольных и двудольных растений. Особенности анатомического строения стебля древесных растений. Утолщение стеблей однодольных растений. Меристемы стебля. Функции стебля.
15. Функции корня. Зональное строение корня. Первичное и вторичное строение корня однодольных и двудольных растений. Регуляция развития корня. Формирование боковых корней. Экологические типы корней по отношению к субстрату. Метаморфозы корней.
16. Побег как основной орган высших растений. Типы ветвления побега и формирования побеговых систем. Метаморфозы побега. Вегетативные и генеративные побеги. Почка как зачаток побега. Регуляция заложения и развития вегетативных и генеративных почек.
17. Лист, его строение и функции. Простые и сложные листья. Морфогенез листа в апексе побега. Онтогенез листа: внутрипочечная, внепочечная фазы развития, старение листьев, отмирание. Листопад: механизм, значение. Гормональная

- регуляция онтогенеза листа у Покрытосеменных. Макрофильная и микрофильная линии эволюции наземных растений.
18. Происхождение цветка и основные направления его эволюции. Андроцей, гинецей. Биологическое значение завязи. Микро- и мегаспорогенез, развитие мужского и женского гаметофитов. Двойное оплодотворение и его биологическое значение.
 19. Симбиозы корней и их значение. Микориза, ее роль в эволюции высших растений. Азотфиксирующие симбиозы. Ризобийный симбиоз. Актиноризный симбиоз. Сигнальные каскады, инициирующие формирование симбиотических клубеньков. Структурные основы формирования клубеньков. Онтогенез симбиотического клубенька.
 20. Экологические факторы: свет, температура, осадки, элементный состав почвообразующей породы. Местообитание как комплекс взаимосвязанных экологических факторов (климат, рельеф, физико-химические характеристики почвы).
 21. Растения и климат. Климатические характеристики, обеспечивающие существование растений. Типы растений по отношению к температурному режиму. Морозостойкость и холодоустойчивость растений. Типы растений по отношению к водному режиму. Свет как фактор в жизни растений. Солнечная радиация. Типы растений по отношению к свету.
 22. Растения и почвы. Типы растений по отношению к почвенному богатству и кислотности. Гранулометрический состав почв. Типы растений по отношению к гранулометрическому составу почвы.
 23. Биотические факторы и экология растений. Типы биотических взаимоотношений между популяциями разных видов: конкуренция, комменсализм, аменсализм, мутуализм, хищничество (травоядность), паразитизм. Трофические уровни. Взаимоотношения растений и животных, грибов, бактерий.
 24. Понятие экосистема и биогеоценоз.
 25. Антропогенные и природные факторы нарушения экосистем и биогеоценозов.
 26. Приспособления растений к различным «экологическим» условиям. Жизненные формы растений по Раункиеру и Серебрякову
 27. Обмен веществ и энергии как основа жизнедеятельности растений. Типы обмена веществ у растений. Автотрофы и гетеротрофы. Сапрофиты, паразиты, насекомоядные растения.
 28. Водный обмен растений. Осмос. Транспирация и гутация. Расход воды в процессе жизнедеятельности растений. Типы растений с различным режимом водного обмена.
 29. Изменчивость и наследственность. Независимое наследование признаков (законы Менделя). Фенотип и генотип.
 30. Основные микроэволюционные процессы и их роль у растений. Мутации и их типы (генные, хромосомные, цитоплазматические). Диплоидия. Полиплоидия у растений. Отбор и генетический дрейф в популяциях. Типы отбора.
 31. Гибридизация у растений. Аллополиплоидия. Апомиксис. Значение межвидовой гибридизации в происхождении видов растений
 32. Роль изоляции в эволюции растительного мира. Биологическая, экологическая и географическая (пространственная) изоляция. Понятие о расе и расообразовании.
 33. Микроэволюция и макроэволюция. Понятие биологического вида
 34. Таксономия. Таксономические категории. «Международный кодекс номенклатуры водорослей, грибов и растений» и его принципы.
 35. Флористические царства и области Земли и Мирового океана.
 36. Методы исследования истории растительного мира. Палеоботанические и палеогеографические свидетельства эволюции растительного мира. Свидетельства филогенетической систематики растений и географии растений.

37. Правовые основы охраны растительного мира. Охрана растений в их природных местообитаниях. Охрана редких и исчезающих видов растений. «Красные книги». Охрана редких растительных сообществ, заповедники и ботанические заказники.

3.2. Специальные вопросы

3.2.1. Научная специальность 1.5.9. Ботаника

Основы морфологии и физиологии растений

1. Протоплазма. Основные компоненты цитоскелета и гиалоплазмы. Белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы, вода.
2. Общие сведения о мембранах. Мембранные системы растительной клетки. Плазмалемма, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи. Динамика мембран в клетке.
3. Органеллы растительной клетки (Ядро. Пластиды и митохондрии. Вакуоли). Оболочка растительной клетки, ее структура, биосинтез компонентов. Вторичные изменения оболочки растительной клетки. Плазмодесмы.
4. Специализация клеток и тканей многоклеточного растения. Типы тканей. Гистогены и гистогенез.
5. Тело многоклеточного растения как система побегов. Типы и функции различных побегов. Метаморфоз вегетативных органов высших растений.
6. Органы растений. Онтогенез растений. Происхождение листа. Вегетативное размножение цветковых растений.
7. Морфологическая эволюция проводящих клеток и тканей.
8. Ризоиды и корни. Морфологическая эволюция корневой системы. Симбиоз высших растений с бактериями и грибами. Микоризообразование и типы микориз.

Основы классификации растений

9. Диагностические и дифференциальные признаки растений. Аналогия и гомология. Гомологические ряды признаков и признаки радикалы. Филогения и классификация.
10. Систематика растений как синтезирующая наука. Признаки высокой и низкой специализации у покрытосеменных растений. Системы цветковых растений А.Л. Тахтаджяна и системы, разработанные «Группой филогении покрытосеменных» (Angiosperm Phylogeny Group, APG).

Морфология и систематика водорослей и лишайников.

11. Основы систематики водорослей. Основные отделы водорослей. Чередование полового и бесполого поколений в жизненном цикле у различных представителей водорослей. Гаплоидные и диплоидные стадии жизненного цикла.
12. Лишайники. Открытия А.С. Фаминцына и О.В. Баранецкого. Морфологическое разнообразие талломов лишайников. Типы размножения и структуры размножения. Вторичные метаболиты лишайников и их функции.
13. Разнообразие лишайников. Основы классификации лишайников. Сумчатые и Базидиальные лишайники. Основные классы и важнейшие семейства лишенизированных грибов.
14. Роль лишайников в хозяйстве человека. Лихеноиндикация и загрязнение окружающей среды. Лихенометрический метод анализа времени обнажения каменистых субстратов.

Систематика высших растений

15. Эволюция жизненного цикла высших растений. Типы спороношений.
16. Основы классификации высших растений (современные и ископаемые высшие растения).
17. Отдел Моховидные. Гаметофитная линия высших растений. Особенности строения тела, цикла развития и размножения Моховидных. Филогения Моховидных. Современная тенденция к разделению Моховидных на несколько отделов.
18. Основные отделы высших споровых растений, сохранившиеся в составе современных флор: Отдел Плауновидные. Особенности строения. Типы размножения. Циклы развития. Происхождение, эволюция и классификация Плауновидных.
19. Отдел Псилотовидные (Псилотовые). Особенности строения и цикла развития. Возможное происхождение Псилотовидных.
20. Отдел Хвощевидные. Особенности строения и циклы развития. Происхождение и классификация Хвощевидных.
21. Отдел Папоротниковидные. Особенности и типы строения. Циклы развития. Разнообразие жизненных форм Папоротниковидных. Основы классификации папоротников.
22. Отдел Голосеменные. Общая характеристика. Ископаемые и современные Голосеменные, их разнообразие. Развитие мужского и женского гаметофитов, опыление оплодотворение, строение семян.
23. Отдел Покрытосеменные (Цветковые). Особенности морфологии и морфогенеза. Цветок; части цветка, их строение и происхождение.
24. Половой процесс у цветковых растений. Развитие пыльника и пыльцы. Развитие завязи, ее строение. Семязачатки, их строение. Зародышевый мешок и типы зародышевого мешка. Опыление и его типы. Прорастание пыльцы. Оплодотворение у цветковых растений. Развитие эндосперма и зародыша.
25. Методы филогенетической систематики цветковых растений. Признаки высокой и низкой специализации у Покрытосеменных. Классификация Покрытосеменных.
26. Происхождение цветковых растений и развитие основных филумов современных Покрытосеменных.

Основы географии растений.

27. Учение об ареале. Способы изучения ареала. Типы ареалов (сплошные, дизъюнктивные). Изменение ареалов во времени. Преграды, расселение растений и границы ареала.
28. Понятие о флоре. Способы изучения флор. Анализ флоры (систематическая, экологическая, географическая структура флоры).
29. Районирование территорий по ботаническим признакам. Флористическое и ботанико-географическое районирование, их принципы. Единицы районирования.

3.2.2 Научная специальность 1.5.15. Экология

Основные понятия в экологии.

1. **Экология как наука.** Первоначальное (Геккель, Варминг) и современное определения экологии. Предмет и задачи экологии. Аутэкология (организмы и популяции) и синэкология (сообщества). Связь экологии с другими науками.
2. **Биосфера как специфическая оболочка Земли.** Границы биосферы в литосфере, гидросфере и атмосфере. Принцип структурно-функциональной организации

биосферы: понятие об экосистеме и биогеоценозе.

3. **Окружающая среда и экологические факторы.** Внешняя (воздушная, водная, почвенная) среда живых организмов и их сообществ. Понятие об экологических факторах. Классификация экологических факторов: абиотические и биотические, природные и антропогенные, витальные и сигнальные. Понятие о специфических и неспецифических реакциях растений на воздействие экологических факторов. Концепция лимитирующих факторов. Закон «минимума» Ю. Либиха и закон «максимума» В. Шелфорда. Диапазон толерантности. Экологическая амплитуда вида. Фундаментальная экологическая ниша вида.

Абиотические и биотические факторы

4. **Свет как экологический фактор.** Солнечная радиация и общегеографические закономерности ее распределения. Факторы перераспределения солнечной радиации: рельеф, состояние атмосферы, светоотражающие свойства субстрата, характеристики растительного покрова. Биологическое действие различных участков спектра. Фотосинтетически активная радиация. Сезонные и суточные изменения световых условий. Фотопериодизм. Экологические группы растений по отношению к свету.
5. **Температура как экологический фактор.** Общегеографические закономерности распределения тепла. Сумма эффективных температур как характеристика теплообеспеченности. Сезонные и суточные температурные изменения. Термопериодизм. Экологические типы растений по отношению к температуре (гомойотермные и пойкилотермные; эндотермы и эктотермы). Температурные пороги жизни. Зависимость обменных реакций от температуры. Акклимация и акклиматизация.
6. **Вода как экологический фактор.** Общегеографические закономерности распределения атмосферных осадков и испаряемости. Содержание влаги в воздухе (абсолютная и относительная влажность). Факторы перераспределения влаги. Сезонная динамика условий увлажнения. Значение воды и растворенных в ней солей для живых организмов. Тургор и осмотическое давление. Основные показатели водного режима растений: поглощение влаги, расход влаги, оводненность, водный дефицит. Роль транспирации в круговороте воды. Экологические группы растений по отношению к водному режиму.
7. **Воздух как экологический фактор.** Газовый состав атмосферного воздуха. Факторы, влияющие на концентрацию O_2 и CO_2 в воздухе. Основные характеристики CO_2 и O_2 -газообмена растений. Движение воздуха (ветер), местообитания с повышенной ветровой активностью. Влияние ветра на растения: ветровалы, ветроломы, снежная и песчаная коррозия. Анемохория.
8. **Эдафический фактор.** Экологическое значение физических и химических свойств почвообразующих пород и почв: плотность, порозность, влагоемкость, гранулометрический и минеральный состав, кислотность и содержание органических веществ. Роль растительности и почвенной биоты в формировании свойств почв и круговороте веществ. Экологические типы растений по отношению к физико-химическим свойствам почвообразующих пород.
9. **Биотические факторы.** Прямые и косвенные взаимодействия между особями. Типы биотических взаимодействий (по Ю. Одуму): аменсализм, комменсализм, мутуализм, протокооперация, паразитизм, конкуренция, хищничество. Аллелопатия. Типы жизненных стратегий Л.Г. Раменского и Грайма.

Антропогенная деятельность как особый экологический фактор

10. **Прямое воздействие человека на живую природу.** Виды прямых воздействий: рубки, выпас, сенокосение, рекреация, добыча полезных ископаемых,

строительство и др. Изменение характеристик экотопа, состава и структуры растительных сообществ и параметров биотопа под воздействием разных видов антропогенной деятельности.

11. **Косвенное воздействие человека на живую природу.** Загрязнение окружающей среды как специфический экологический фактор. Источники загрязнения (промышленность, автотранспорт, сельское хозяйство и др.). Типы загрязняющих веществ.
12. **Загрязнение воздушной среды.** Виды атмосферных загрязнителей (твердые, жидкие и газообразные). Механизмы воздействия загрязняющих веществ на растения. Ответные реакции растений на атмосферное загрязнение. Устойчивость и чувствительность растений к загрязнению воздушной среды.
13. **Загрязнение водной среды.** Виды загрязнителей (твердые, жидкие и газообразные). Механизм воздействия загрязняющих веществ на растения. Ответные реакции растений на загрязнение водной среды. Устойчивость и чувствительность водных и прибрежно-водных растений к загрязнению водной среды.
14. **Загрязнение почвы.** Виды загрязнителей (твердые, жидкие и газообразные). Изменение морфологии и физико-химических свойств почв. Накопление загрязняющих веществ в почве и растениях. Ответные реакции растений на загрязнение почвы. Устойчивость и чувствительность растений к почвенному загрязнению.
15. **Экологический мониторинг.** Виды мониторинга: контроль содержания загрязнителей в воздушной, водной и почвенной среде, биологический мониторинг. Виды-индикаторы загрязнения окружающей среды. Биоиндикация.

Приспособление растений к разным экологическим условиям

16. **Понятие об адаптации.** Типы адаптаций. Различные приспособительные реакции. Два типа приспособления к внешним факторам – пассивный и активный путь адаптации. Общий адаптационный синдром. Стресс-реакция и гомеостаз.
17. **Жизненные формы растений.** Жизненная форма как морфологическая и экологическая категория. Принципы выделения жизненных форм растений. Система жизненных форм Раункиера. Эколого-морфологическая классификация жизненных форм И.Г. Серебрякова. Влияние экологических условий на спектр жизненных форм растений.

Популяционная экология растений

18. **Понятие популяции и ценопопуляции.** Определение понятия «популяция». Фитоценотическая популяция (ценопопуляция) вида. Ценопопуляция как подсистема фитоценоза и биоценоза. Численность и плотность ценопопуляций, счетная единица при определении численности. Абсолютная и относительная рождаемость и смертность особей. Уравнение численности особей в популяции (ценопопуляции). Биотический потенциал. Основные модели изменения численности популяций (ценопопуляций): экспоненциальная и логистическая. Понятие о поддерживающей емкости среды. Внутренние и внешние механизмы регулирования численности ценопопуляций. К- и r-стратегии поддержания ценопопуляций.
19. **Структура ценопопуляций.** Размерное разнообразие особей в составе ценопопуляций и его причины. Размерная структура ценопопуляций. Возрастные различия особей в ценопопуляциях многолетних видов. Методы определения календарного возраста древесных растений (деревьев, кустарников, кустарничков). Возрастная структура ценопопуляций многолетних видов. Качественная нетождественность особей в составе ценопопуляций (по половой принадлежности,

- стадии развития, уровню жизненности). Онтогенез и его периодизация у растений. Онтогенетическая структура ценопопуляций. Инвазионные, нормальные и регрессивные ценопопуляции. Жизненное состояние (виталитет) особи и способы его оценки. Виталитетная структура ценопопуляций. Основные типы пространственного распределения особей вида по площади. Примеры и факторы группового, случайного и равномерного пространственного распределения особей.
20. **Динамика ценопопуляций.** Внутрипопуляционные и внутриценотические факторы изменения численности и структуры ценопопуляций растений. Внешние (природные и антропогенные) факторы динамики ценопопуляций. Флуктуационная (ненаправленная) динамика ценопопуляций. Направленная динамика (восстановление) ценопопуляций процессе первичных и вторичных сукцессий. Направленная динамика (деградация) ценопопуляций под действием хронически действующих факторов нарушения. Характерные черты динамически устойчивого (стационарного, дефинитивного) состояния ценопопуляции.

Экология сообществ

21. **Основные компоненты биогеоценоза: биоценоз и экотоп.** Влияние биоценоза на экотоп: формирование биотопа. Средообразующая значимость видов в растительном сообществе: эдификаторы и ассектаторы. Взаимное влияние компонентов фитоценоза (особей, ценопопуляций видов, ярусов). Конкуренция между особями, ценопопуляциями и ярусами за свет, влагу и элементы питания. Реализованные экологические ниши видов как результат взаимодействия компонентов биоценоза. Синэкологический оптимум вида.
22. **Влияние животных, грибов и микроорганизмов на растительное сообщество.** Доля потребления фитомассы животными в различных сообществах. Роль животных в опылении и распространении зачатков растений. Роль животных в формировании микронарушений растительного покрова. Роль грибов и микроорганизмов в разложении растительной мортмассы.
23. **Динамика экосистем.** Сукцессии как процесс изменения характеристик биотопа и последовательная смена экологических и фитоценотических комплексов видов. Основные типы сукцессий: эндогенные (автогенные) и экзогенные (аллогенные); первичные и вторичные; прогрессивные (восстановительные) и регрессивные. Экзогенные разовые природные (пожары, массовые ветровалы, вулканические извержения, землетрясения) и антропогенные (рубки, пожары) макронарушения биогеоценозов. Восстановительные сукцессии после разовых природных и антропогенных нарушений. Постоянно действующие экзогенные природные (разлив рек, морские приливы, перемещение песков под действием ветра) и хронические антропогенные (промышленное загрязнение, рекреация) нарушения. Регрессивные сукцессии как результат хронических экзогенных нарушений. Серийные (производные), субклимаксовые и климаксовые биогеоценозы. Кратковременные и долговременно производные сообщества. Рецидивный и диаспорический субклимакс.
24. **Понятие о климаксовом (стационарном) сообществе.** Климаксовое сообщество как заключительная стадия сукцессии в определенных климатических и эдафических условиях. Сбалансированность (динамическое равновесие) как основной признак климаксового сообщества. Особая средообразующая и средостабилизирующая роль климаксовых сообществ. Эндогенные микронарушения (деятельность животных, вывал и слом деревьев), восстановительные микросукцессии и их роль в климаксовых сообществах.
25. **Зональные экологические системы – биомы.** Широтная зональность и высотная поясность растительности как отражение климатических пределов распространения конкретных типов климаксовых сообществ. Интразональные

сообщества и роль эдафических факторов в их формировании.

3.2.3 Научная специальность 1.5.18. Микология

1. Роль грибов в природе. Значение грибов как возбудителей болезней растений, животных и человека. Использование грибов в современной биотехнологии. Методы изучения грибов (методы флористических и эколого-ценотических исследований, методы морфологического изучения грибов, методы культуральных исследований, биохимические и молекулярные методы, способы хранения информации, статистическая обработка данных).
2. Основные этапы развития микологии. Вклад отечественных ученых в развитие современных представлений о грибах. Микологическая номенклатура.
3. Положение грибов в системе живых организмов. Основные направления эволюции грибов. Значение ультраструктурных признаков и особенностей клеточной стенки грибов в обособлении крупных таксонов. Вопросы молекулярной филогении грибов и грибоподобных организмов.

Морфология грибов

4. Строение грибной клетки. Клеточная стенка и ее состав в разных группах грибов. Строение мицелиальных септ у представителей различных эволюционных линий. Цитоскелет: микротрубочки и микрофиламенты, их локализация в вегетативных клетках и монадах; понятие центра организации микротрубочек (ЦОМТ). Ядро, особенности его деления в разных группах грибов. Митохондрии. Запасные питательные вещества грибной клетки.
5. Строение грибного таллома, его эволюция. Строение репродуктивных элементов в различных группах грибов; спорангии низших грибов, сумки, базидии, конидиогенные структуры анаморф. Плеоморфизм. Гимений сумчатых и базидиальных грибов, разнообразие стерильных элементов гимения. Строение плодовых тел сумчатых и базидиальных грибов. Типы гифальной системы базидиом.

Размножение грибов

6. Вегетативное и бесполое размножение. Основные типы в разных группах грибов. Эволюция бесполого размножения и его связь с экологией грибов. Споры экзогенные и эндогенные. Конидиогенез; номенклатура конидий.
7. Половое размножение. Типы полового процесса в разных группах грибов и его генетическая регуляция (гомо-, гетеро- и псевдогомомоталлизм). Строение плодовых тел. Экологические функции спор (споры пропативные и покоящиеся). Освобождение и распространение спор.

Основы физиологии и биохимии грибов

8. Химический состав грибной клетки и его специфичность.
9. Грибы как гетеротрофы: питание, метаболизм. Ферменты грибов. Роль ферментов в питании грибов.
10. Источники углерода в питании грибов и углеводный обмен. Гликолиз. Пентозофосфатный цикл. Цикл Кребса. Спиртовое брожение. Источники азота в питании грибов. Азотный обмен. Особенности синтеза аминокислот в различных группах грибов. Минеральное питание грибов. Липиды грибов. Жировой обмен. Витамины и факторы роста.
11. Вторичный метаболизм. Биологически активные вещества грибов (антибиотики, токсины и др.). Пигменты грибов, их биологическое значение.

12. Рост грибов. Факторы, влияющие на рост и морфогенез. Физиология паразитизма, микоризного и лишайникового симбиоза.

Экология и география грибов

13. Экологические факторы, влияющие на распространение грибов. Приуроченность грибов к субстрату. Эколого-трофические группы и жизненные формы грибов. Функциональная роль грибов различных эколого-трофических групп в биогеоценозах. Группировки грибов в биоценозах. Понятие о сукцессиях грибов. Экологическая роль лишайников.

14. Связь экологии и географии грибов. Ареалы грибов и географические элементы микобиоты: различные подходы.

Систематика грибов

15. Макросистематика грибов в широком смысле (включая грибоподобные организмы). Полифилия объектов изучения в микологии. Представления об их месте в системе органического мира (Whittaker, 1969; Кусакин, Дроздов, 1994, 1997; Cavalier-Smith, 1998, 2003; Adl et al., 2005 и др.; Tedersoo et al, 2018; Leontyev et al., 2019; Wijayaawardene et al., 2020), разнообразие и нестабильность систем, существующих в настоящее время. Современные подходы к систематике и критерии выделения макротаксонов (ультраструктурные, биохимические и молекулярные признаки).

16. Супергруппа Амебозоя (Amoebozoa). Discosea, Evosea, протостелиевые (Protosteliomycetes = Protostelia). Общая характеристика. Настоящие слизевики (Мухомycota=Eumycetozoa). Происхождение и положение в системе. Принципы классификации. Классы: Диктиостелиевые (Dityosteliomycetes), Церациомиксовые (Ceratiomycetes), Миксогастровые или Миксомицеты (Мухомycetes = Мухогастрея). характеристика классов. Деление на порядки. Основные представители и их циклы развития.

17. Супергруппа Ризария (Rhizaria). Царство Церкозоа (Cercozoa). Отдел Плазмодиофоровые (Plasmodiophoromycota). Класс Плазмодиофоровые (Plasmodiophoromycetes). Особенности строения, размножение, экология. Паразитные слизевики – возбудители болезней растений: килы крестоцветных, порошистой парши картофеля. Исследования М. С. Воронина, С. Г. Навашина, Д. Инграм и др. по изучению цикла развития возбудителя килы крестоцветных.

18. Супергруппа Хромальвеолаты (Chromalveolata). Царство Страменопилы (Stramenopila, Straminipila), или Chromista, или Heterokonta. Общие признаки линии Страменопил, обуславливающие выделение этой группы: ультраструктурные и цитологические особенности. Черты сходства с истинными грибами и отличия от них. Отдел Лабиринтуловые (Labyrinthulomycota). Отдел Гифохитриевые (Hyphochytriumycota).

19. Отдел Оомицеты (Oomycota). Подкласс Сапролегниевые (Saprolegniomycetidae). Строение таллома, экология, цикл развития, дипланетизм зооспор. Практическое значение представителей. Подкласс Пероноспоровые (Peronosporomycetidae). Строение таллома, половое и бесполое размножение. Экология. Основные семейства: Альбуговые (Albuginaceae), Лагенидиевые (Lagenidiaceae), Пероноспоровые (Peronosporaceae), Питиевые (Pythiaceae), Фитофторовые (Phytophthoraceae). Возбудители важнейших заболеваний сельскохозяйственных растений.

20. Супергруппа Опистоконта (Opisthokonta). Царство Настоящие грибы (Fungi, Mycota, Mycotalia). Общие признаки линии Настоящих грибов, обуславливающие выделение этой группы как самостоятельного таксона: ультраструктурные и цитологические особенности. Черты сходства с грибоподобными организмами из группы Страменопилы и отличия от них. Основные отделы.

21. Отдел Хитридиевые (*Chytridiomycota*). Современные представления о принципах построения системы отдела. Класс Хитридиомицеты (*Chytridiomycetes*). Класс Моноблефаридомицеты (*Monoblepharidomycetes*). Типы талломов. Бесполое размножение. Особенности полового размножения и строения половых органов. Цикл развития и смена ядерных фаз. Экология.
22. Отдел Бластокладиевые (*Blastocladiomycota*). Класс Бластокладиомицеты (*Blastocladiomycetes*). Строение таллома. Половое и бесполое размножение. Цикл развития и смена ядерных фаз. Экология. Деление на семейства. Основные представители.
23. Отдел Зигомицеты (*Zygomycota*). Современные подходы к систематике, различия имеющихся систем и их нестабильность (напр., White et al., 2006; Hibbett et al., 2007; Kirk et al., 2008). Общие особенности строения и полового и бесполого размножения в пределах группы. Подотдел Мукоровые (*Mucoromycotina*). Подотдел Энтомофторовые (*Entomophthoromycotina*). Подотдел Зоопаговые (*Zooperomycotina*). Подотдел Кикскелловые (*Kickxellomycotina*). Разнообразие в экологии и занимаемых местообитаниях.
24. Отдел Гломеромицеты (*Glomeromycota*). Класс Гломеромицеты (*Glomeromycetes*). Порядок Гломовые (*Glomerales*). Особенности экологии и размножения. Значение арбускулярной микоризы для выхода растений на сушу и иррадиации сосудистых растений, а также в современных фито- и агроценозах.
25. Надотдел Дикарии (*Dikarya*), или Дикариомикотера (*Dicaryomycotera*). Общая характеристика. Объем. Отдел Аскомицеты (*Ascomycota*). Общая характеристика. Объем отдела. Деление на подотделы. Морфологические и морфогенетические критерии в систематике группы. Данные по нуклеотидным последовательностям ДНК и современная система отдела *Ascomycota*.
26. Подотдел Сахаромицеты или Гемиаскомицеты (*Saccharomycotina* или *Hemiascomycotina*). Общая характеристика. Подотдел Пезизомицеты или Эуаскомицеты (*Pezizomycotina*, или *Euascumycotina*). Общая характеристика. Настоящие плодовые тела (аскомы) и аскостромы. Их развитие. Апикальный аппарат сумок. Класс Сордариомицеты (*Sordariomycetes*). Порядки Офиостомовые (*Ophiostomatales*), Сордариевые (*Sordariales*), Ксилляриевые (*Xylariales*), Гипокрейнные (*Hypocreales*). Характеристика, важнейшие представители. Роль анаморф в цикле развития. Плеоморфизм.
27. Порядки Эризифовые (*Erysiphales*), Телеболовые (*Thelebolales*), Ритисмовые (*Rhizismatales*). Порядок Пезизовые (*Pezizales*). Характеристика и основные представители семейств.
28. Отдел Базидиомицеты (*Basidiomycota*). Общая характеристика. Типы базидий. Строение септ мицелия. Способы прорастания базидиоспор. Молекулярная филогения и система базидиомицетов (Swann, Taylor и др. авторы).
29. Подотдел Пукциниомицеты (*Pucciniomycotina*) (=класс Телиомицеты или Урединиомицеты (*Teliomycetes* или *Urediniomycetes*)). Общая характеристика и важнейшие представители. Циклы развития.
30. Подотдел Устилагиномицеты *Ustilaginomycotina* (= класс Устомицеты, или Устилагиномицеты (*Ustomycetes*, или *Ustilaginomycetes*)). Общая характеристика. Класс Устилагиномицеты (*Ustilaginomycetes*). Класс Экзобазидиомицеты (*Exobasidiomycetes*).
31. Подотдел Агарикомицеты (*Agaricomycotina*). Общая характеристика. Молекулярная филогения группы. Классы Тремелломицеты (*Tremellomycetes*) и Дакримицеты (*Dacrymycetes*), их положение в системе, общая характеристика и основные представители.
32. Класс Агарикомицеты (*Agaricomycetes*) и его объем. Основные клады и попытки оформления общей системы группы. Гимениальный и гастеральный типы плодовых тел. Агарикоидные, афиллофороидные и гастероидные базидиомицеты. Характеристика, важнейшие роды и их представители.

3.2.4 Научная специальность 1.5.21. Физиология и биохимия растений

Физиология и биохимия растительной клетки

1. Общие свойства липидов и их классификация. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты: классификация, биосинтез, метаболизм, функции. Биосинтез и катаболизм триглицеридов. Стерины. Мембранные липиды, их строение и функции. Липиды пластид и митохондрий. Внеклеточные липиды: кутин, суберин, воска.

2. Состав и свойства биологических мембран. Жидкостно-мозаичная модель структурно-функциональной организации мембран. Плазматическая мембрана. Эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, микротела (пероксисомы, глиоксисомы, автофагосомы, лизосомы и др.), вакуоли, их строение и основные функции. Эндоцитоз и экзоцитоз.

3. Законы осмоса, тургор и сосущая сила, их значение для растений. Поглощение воды растительными клетками. Клеточная оболочка, ее функции в растительной клетке. Состав клеточной оболочки: целлюлоза, гемицеллюлозы, пектины, структурные белки. Биосинтез целлюлозы. Архитектура первичной клеточной оболочки. Биосинтез и сборка клеточной оболочки. Роль клеточной оболочки в росте клеток. Вторичная и третичная клеточная оболочка. Значение целлюлозы для хозяйственной деятельности человека.

4. Хранение и наследственной информации на молекулярном уровне: репликация, репарация и рекомбинация ядерной ДНК. Типы и функции РНК в растительной клетке. Биосинтез белка. Структура и организация геномов растений, ее особенности. Хроматин и эпигенетическая регуляция активности генома. Взаимодействие ядерного, митохондриального и хлоропластного геномов.

5. Деление ядра и клетки, митоз и мейоз. Место мейоза в органогенезе растений и его биологическое значение. Клеточный цикл. Механизмы регуляции и контроля клеточного цикла. Циклин-зависимые киназы. Цитоскелет, особенности его строения в связи с биологическими функциями.

6. Структура и ионные свойства аминокислот. Ассимиляция неорганического азота растением. Транспортные формы азота в растениях. Биосинтез аспарагиновой кислоты и ее производных. Биосинтез глутаминовой кислоты и ее производных. Биосинтез ароматических аминокислот. Биосинтез разветвленных аминокислот. Биосинтез гистидина.

7. Общие свойства белков. Химическое строение белков. Биосинтез белков в цитоплазме, пластидах и митохондриях растительной клетки. Строение рибосом. Этапы биосинтеза белка. Фолдинг и посттрансляционные модификации белков. Дegradация белков в растительной клетке.

8. Растительные вещества вторичного происхождения, их биосинтез и функции. Фенольные соединения (фенолоскислоты, фенилпропаноиды, флавоноиды и изофлавоноиды, полимерные фенольные соединения). Изопреноиды (моно-, сескви-, ди-, три- и тетрапреноиды, полимерные изопреноиды). Гликозиды. Алкалоиды.

9. Ферменты. Классификация ферментов. Реакции, катализируемые основными классами ферментов в растительной клетке.

Фотосинтез

10. История открытия фотосинтеза (Пристли, Шееле, Ингенгуз, Сенебье, Соссюр, Буссенго, Сакс, Энгельманн). Общее уравнение фотосинтеза. Происхождение кислорода, выделяемого при фотосинтезе. Структура и функции хлоропластов. Структура фотосинтетического аппарата цианобактерий. Гипотеза об эндосимбиотическом происхождении хлоропластов (А.С. Фаминцын и др.). Эволюция структуры фотосинтетического аппарата (аноксигенные фототрофные бактерии, цианобактерии, фотосинтезирующие эукариоты).

11. Значение работ М.С. Цвета. Хлорофиллы, их химическая структура и спектральные свойства. Биосинтез хлорофиллов. Распространение хлорофиллов среди различных групп организмов. Функции хлорофиллов. Хлорофилл-белковые комплексы светособирающей антенны наземных растений. Каротиноиды, их классификация и структура, физико-химические свойства. Биосинтез каротиноидов. Роль каротиноидов в фотосинтезе. Фикобилины, строение и физико-химические свойства. Строение антенны цианобактерий. Явление хроматической комплементарной адаптации у водорослей.

12. Строение и функционирование фотосистем (ФС) ФС2 и ФС1. Электронно-возбужденные состояния хлорофиллов (синглетное, триплетное). Типы дезактивации возбужденных состояний пигментов. Флуоресценция. Механизмы миграции энергии в светособирающей антенне. Преобразования энергии в реакционном центре фотосистем. Окислительно-восстановительные превращения хлорофиллов реакционного центра.

13. Электрон-транспортная цепь фотосинтеза, ее основные компоненты - ФС1, ФС2, цитохромный b6/f комплекс; их структура и функции. Представление о двух пигментных системах (эффект усиления Эмерсона). Представление о совместном функционировании двух фотосистем (Z-схема). Образование соединений с высоким восстановительным потенциалом. Q-цикл. Комплекс фотоокисления воды и выделения кислорода при фотосинтезе. Линейный и циклический электронный транспорт.

14. Механизм сопряжения электронного транспорта и образования АТФ. Хемиосмотическая теория П. Митчелла. Протондвижущая сила, ее компоненты. Строение АТФ-синтазы тилакоидных мембран. Нециклическое и циклическое фотофосфорилирование.

15. Цикл Кальвина-Бенсона, его ферменты и катализируемые реакции. Регуляция цикла светом. Строение рибулозо-1,5-бисфосфаткарбоксилазы/оксигеназы (Рубиско). Регуляция активности Рубиско. Фотодыхание. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова. Особенности C₃- и C₄- растений и САМ-тип метаболизма.

16. Биосинтез сахарозы и крахмала. Суточная регуляция биосинтеза и деградации крахмала. Структура крахмального зерна. Взаимосвязь фотосинтеза и процессов усвоения азота. Потoki метаболитов в хлоропласт и из него.

17. Значение зеленых растений для биосферы. Зависимость продуктивности фотосинтеза от различных факторов внешней среды (интенсивности и спектрального состава света, концентрации углекислоты, температуры, содержания воды, минерального питания). Суточный ход фотосинтеза. Методы изучения фотосинтеза.

Дыхание растений

18. Гликолиз: значение фосфорилирования гексозы, I и II субстратное фосфорилирование, энергетический выход гликолиза. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Глиоксилатный цикл. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы. Энергетический выход цикла Кребса и пентозофосфатного пути, использование промежуточных продуктов.

19. Структура и функции митохондрий. Дыхательная электрон-транспортная цепь. Природа фосфатной макроэргической связи АТФ. Хемиосмотическая гипотеза окислительного фосфорилирования Митчелла. Разобщение электрон-транспортной цепи и фосфорилирования.

20. Альтернативный путь дыхания. Разнообразие путей переноса электронов и протонов у растений как приспособление к условиям существования.

Минеральное питание растений

21. Содержание различных форм азота в атмосфере и почве. Группы азотфиксирующих организмов. Открытия С.Н. Виноградского и М. Байеринка. Клубеньковые бактерии и другие симбионты. Структура активного центра нитрогеназы. Симбиотическая азотфиксация в корневых клубеньках бобовых. Экспорт продуктов

ассимиляции азота из клубеньков. Системы поглощения и транспорта почвенного аммония. Включение аммиачного азота в обмен веществ.

22. Системы поглощения и транспорта почвенного нитрата. Пути редукции нитратов у растений. Структура активного центра нитратредуктазы. Регуляция нитратредуктазы. Сигнальная роль нитрата. Значение работ Д.Н. Прянишникова об усвоении растениями нитратных и аммиачных удобрений и о роли амидов. Переаминирование, превращение азотистых веществ при прорастании семян. Роль глутамин в обезвреживании аммиака.

23. Сера и ее значение для растений. Формы серы, доступные для растений. Механизмы ассимиляции серы растениями. Транспорт серы в растениях. Восстановление сульфата и сульфита. Биосинтез цистеина. Синтез и функции глутатиона в растительной клетке. Фитохелатины. Детоксификация ксенобиотиков.

24. Роль фосфора в питании растений. Доступные формы фосфорных соединений. Поглощение фосфора корнями. Транспорт фосфора. Участие фосфора в обмене веществ. Роль микоризных корневых симбиозов в обеспечении фосфором.

25. Представление о физиологически кислых и щелочных солях. Физиологическая роль калия, кальция, магния. Влияние катионов на коллоидные свойства цитоплазмы и структуру ферментов. Представление об антагонизме ионов. Участие катионов в генерации биопотенциалов. Пассивное и активное поступление веществ в клетку растения. Ионные каналы. Активный мембранный транспорт. Протондвижущая сила. Механизмы транспорта калия в растении. Мембранный транспорт калия.

26. Участие железа в обмене веществ. Стратегии поглощения почвенного железа корнями. Транспорт и запасание железа в растениях. Роль микроэлементов в жизни растений (молибден, марганец, медь, цинк, бор). Переходные металлы и продукция активных форм кислорода в растениях. Токсичность алюминия: проблема «кислых почв». Отношение растений к металлам: «гипераккумуляторы» и «исключатели». Фиторемедиация почв.

Транспорт веществ в растении

27. Симпласт и апопласт. Плазмодесмы, их строение, особенности образования и функции. Ближний и дальний (флоэмный) транспорт ассимилятов. Структурные элементы флоэмы. Транспортные формы веществ. Симпластная и апопластная загрузка флоэмы ассимилятами. Возможный механизм и регуляция флоэмного транспорта. Разгрузка флоэмы. Донорно-акцепторные взаимодействия и роль транспортных систем в интеграции физиологических функций целого растения

28. Ксилемный транспорт веществ. Структурные элементы ксилемы. Движущие силы ксилемного транспорта. Разгрузка ксилемы в листьях. Зависимость ксилемного транспорта веществ от температуры, водного режима, минерального питания. Кавитация и эмболия. Общее представление о нижнем и верхнем концевых двигателях поглощения воды растениями. Корневое давление (плач растений, гуттация, предполагаемый осмотический механизм). Передвижение воды по тканям и сосудам. Состояние воды в сосудах. Функции клеток эндодермы. Транспирация. Устьичная и кутикулярная транспирация. Законы Дальтона и Стефана о диффузии паров воды. Физиология движения устьиц.

Системы регуляции роста, развития и стрессовых ответов растений

29. Общие закономерности роста, типы роста у растений: апикальный, интеркалярный, радиальный, базальный, равномерный. Организация и функционирование меристем корня и стебля. Полярность. Клеточные основы роста. Фазы клеточного цикла и его регуляция. Рост клеток в меристеме. Рост клеток растяжением. Тотипотентность растительной клетки. Регенерация.

30. Системы регуляции функций целого растения: трофическая, гормональная, электрическая. Фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, жасмонаты, брассиностероиды, салициловая кислота, стриголактоны), их биосинтез, транспорт, физиологическое действие. Синтетические регуляторы и ингибиторы роста, их практическое применение

31. Ростовые и тургорные движения растений. Тропизмы (фото-, гео-, электро-, термотропизмы) и настии. Влияние света на процессы роста и развития растений. Фотоморфогенез и скотоморфогенез. Фоторецепторы растений. Фитохромная и криптохромная системы регуляции. Трансдукция гиббереллинового сигнала, связь с фитохромной системой. Фототропины. Фотопериодизм. Типы фотопериодической реакции. Ритмика, биологические часы. Суточная и сезонная периодичность роста.

32. Перцепция, трансдукция и интеграция сигналов в растениях. Плазматическая мембрана как место рецепции. G-белки и связанные с ними рецепторы. Ионные каналы как рецепторы. Вторичные мессенджеры: циклические нуклеотиды, кальций. MAP-киназные сигнальные каскады. Трансдукция сигнала этилена. Трансдукция сигнала цитокинина. Интеграция транспорта ауксина и его сигнальной роли.

33. Внутренние и внешние факторы, определяющие переход растений от вегетативного развития к генеративному. Индукция цветения. «Флориген». Автономный путь индукции цветения. Молекулярная регуляция развития цветка. ABC-модель. Микроспорогенез, микрогаметогенез. Развитие семязачатка. Мегаспорогенез и мегагаметогенез. Опыление, рост пыльцевой трубки, оплодотворение. Самонесовместимость.

34. Молекулярные детерминанты формирования и развития зародыша. Развитие семян. Гормональная регуляция созревания, покоя и прорастания семян. Физиология покоя: глубокий и вынужденный покой. Старение растений: структурные и метаболические перестройки на уровне клеток и органов. Программированная клеточная смерть на разных стадиях онтогенеза растений. Старение и программированная клеточная смерть как ответ растений на стресс.

35. Пути адаптации растений к водному дефициту. Классификация растений по их устойчивости к засухе. Водный потенциал и относительное содержание воды. Регуляция осмотического потенциала. Аквапорины. Пролин и полиолы как важнейшие протекторы белков. Полиамины - протекторы нуклеиновых кислот. Бетаины и их защитные функции. Протекторные белки. Регуляция устьиц: интеграция сигналов АБК, жасмонатов, света и CO₂. C₄- и САМ-типы метаболизма как системы экономии влаги у засухоустойчивых растений. Особенности водного обмена у различных экологических групп растений (гигрофиты, мезофиты, ксерофиты). Физиологические основы орошаемого земледелия.

36. Пути адаптации растений к высокой концентрации солей. Галофиты и гликофиты. Сигнальный каскад SOS. Осморегуляторная и протекторная функции осмолитов. Протекторные белки, синтезирующиеся в условиях солевого стресса. Системы ионного гомеостатирования клеток. Компартиментализация ионов, роль вакуоли. Роль плазмалеммы и тонопласта в поддержании низких концентраций ионов натрия в цитоплазме. Роль калия и кальция в устойчивости растений к солевому стрессу.

37. Пути адаптации растений к экстремальным температурам. Изменения содержания и изоферментного состава ферментов. Структурные перестройки клеточных мембран. Изменение вязкости липидов и регуляция активности локализованных в мембранах ферментов. Белки теплового шока, их классификация и функции.

38. Пути адаптации растений к недостатку кислорода. Анатомические особенности растений, устойчивых к аноксии и гипоксии. Роль гликолиза в адаптации растений к недостатку кислорода. Белки, образующиеся в растениях в ходе адаптации к недостатку кислорода. Роль активных форм кислорода и азота в гипоксии и аноксии.

39. Окислительный стресс. Типы активных форм кислорода (АФК), места их продукции в клетке растений. Повреждения, вызываемые АФК в клетках. Ферментативные и неферментативные антиоксидантные системы растений. Аскорбат-глутатионовый цикл. Роль реакции Мелера и альтернативной оксидазы. Сигнальная роль АФК в восприятии растениями различных стрессов.

40. Врожденный неспецифический иммунитет растений. Паттерны, ассоциированные с патогенами. Рецепторные и рецептор-подобные киназы. Врожденный специфический иммунитет растений. Модель «ген на ген». Временная приобретенная устойчивость. Локальная и системная устойчивость. Механизм РНК-интерференции. Конститутивные и индуцибельные факторы устойчивости к патогенам: антибиотические вещества, механические барьеры. Реакция сверхчувствительности. Роль НАДФН-оксидазы плазматической мембраны в развитии реакции сверхчувствительности. Жасмонаты и салицилаты как регуляторы фитоиммунитета. Основные группы патогенов растений, их классификация, особенности вызываемых ими иммунных ответов.

4. Литература для подготовки к вступительному испытанию

4.1. Общая литература

1. Алексеев Е.Б., Тихомиров В.Н., Губанов И.А. Ботаническая номенклатура. М. Изд. МГУ. 1989.
2. Афанасьева Н.Б., Березина Н.А. Введение в экологию растений. М.: Изд-во Московского ун-та, 2011. 800с.
3. Жизнь растений. Т.т. 1-6 М., «Просвещение». 1975–1982.
4. Лархер В. Экология растений. М. «Мир». 1978.
5. Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: БХВ-Петебург. 2012 г., 512 с.

4.2. Специальная литература

4.2.1. Научная специальность 1.5.9. Ботаника

6. Ботаника. Курс альгологии и микологии. Под ред. Ю.Т. Дьякова. М. Изд. Московского университета. 2007. 554 с.
7. Ботаника : в 4 т. / Тимонин А. К., Филин В. Р. Том 4, Систематика высших растений, Книга 1. М., Изд. центр «Академия», 2009. 320 с
8. Ботаника : в 4 томах, Том 4, Систематика высших растений / Тимонин А. К., Соколов Д. Д., Шипунов А. Б. Книга 2. М., Изд. центр «Академия», 2009. 352 с.
9. Вальтер Г. Общая геоботаника. М. «Мир». 1982.
10. Грант В. Эволюция организмов. М. «Мир». 1980.
11. Игнатьева И.П., Андреева И.И. Метаморфозы вегетативных органов покрытосеменных. М.: КолосС, 2008.- 348с.
12. Камелин Р.В. Флора Земли: флористическое районирование суши Баранул, 2017. 130 с.
13. Камелин Р.В. Флора севера европейской России (в сравнении с близлежащими территориями): учебное пособие. СПб.: Изд-во ВВМ, 2017. 241 с.
14. Камелин Р.В. География растений: учебное пособие. СПб.: Изд-во ВВМ, 2018. 306 с.
15. Каратыгин И.В. Коэволюция грибов и растений. С-Пб. Гидрометеиздат. 1993. 116с.
16. Лотова Л. И.. Морфология и анатомия высших растений. М: Эдиториал УРСС, 2001. 528 с.
17. Мейен С.В. Основы палеоботаники. М. «Недра». 1987.
18. Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. Изд. ЛГУ. 1987.
19. Одум Ю. Экология. М. «Мир». 1986.

20. Работнов Г.А. Фитоценология. М. Изд. МГУ. 1983.
21. Рациональное использование природных ресурсов и охрана природы: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В.М. Константинов, В.М. Галушин, И.А. Жигарев, Ю.Б. Челидзе; под ред. В.М. Константинова. М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 272 с.
22. Тахтаджян А.Л. Высшие растения. Т. 1. М.-Л. «Наука». 1957.
23. Тахтаджян А.Л. Система и филогения цветковых растений. Л. «Наука». 1966.
24. Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Л. «Наука». 1987.
25. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л. «Наука». 1978.
26. Толмачев А.И. Введение в географию растений. Л. Изд. ЛГУ. 1974.
27. Яковлев Г. П., Челомбитько В. А., Дорофеев В.И. Ботаника. СПб, 2008. 687 с.

4.2.2. Научная специальность 1.5.15. Экология

1. Безель В.С. Химическое загрязнение среды: проблемы экологического нормирования. Екатеринбург, 2006.
2. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. М.: Мир, 1989. Т. 1, 667 с.; Т. 2, 477с.
3. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. М., 1988. 350с.
4. Бязров Л.Г., Криволицкий Д.А. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Научный мир, 2002. 336 с.
5. Воронов А.Г., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А., Мяло Е.Г. Биогеография с основами экологии. Москва, 2003.
6. Горышина Т.К. Экология растений. М.: Высшая школа, 1979. 368с.
7. Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М.: Мир, 1967. 359с.
8. Дроздов Н.Н., Мяло Е.Г. Экосистемы мира. М.: 1997, 340с.
9. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М. : Мир, 1989. 439 с.
10. Миркин Б.М. Введение в прикладную экологию. Уфа, 2005.
11. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Проблемы, понятия и термины современной экологии. Уфа, 2010.
12. Миркин Б.М, Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности. М., Логос, 2001. 264 с.
13. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. М.: Наука, 1983. 135 с.
14. Наумова Л.Г., Миркин Б.М. Основы общей экологии. М., 2008.
15. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т.1, 325 с.; Т.2, 373 с.
16. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнения. СПб.: СПбГУ, 2004. 266 с.
17. Реймерс Н.Ф. Популярный биологический словарь. М. Наука, 1990. 544 с.
18. Сиделев С.И. Математические методы в биологии и экологии: введение в элементарную биометрию. Ярославль, 2012.

4.2.3. Научная специальность 1.5.18. Микология

1. Беккер З. Э. Физиология и биохимия грибов. М.: Изд-во МГУ, 1988. 230 с.
2. Бондарцева М. А. Царство грибов и его положение в системе органического мира // Ботан. журн. 1989. Т. С.1084—1090.
3. Бондарцева М. А. Жизненные формы базидиальных макромицетов // Новости система-тики низших растений. 1974. Т. 11. С. 29—40.
4. Бурова Л. Г. Экология грибов макромицетов. М.: Наука, 1986. 222 с.
5. Васильев А. Е. Структура и функции цитоскелета грибов // Успехи соврем, биологии. 1996. Т. 116. С. 346—359.

6. Гарибова Л. В. Обзор и анализ современных систем грибов. Петрозаводск: КНЦ РАН, 1999. 28 с.
7. Горовой Л.Ф. Морфогенез пластинчатых грибов. Киев: Наук, думка, 1990. 168 с.
8. Жизнь растений. Т. 3. Водоросли, лишайники. М.: Просвещение, 1977. 488 с.
9. Зеров Д. К. Очерк филогении бессосудистых растений. Киев: Наук, думка, 1972. 315с.
10. Змитрович И.В. К вопросу о происхождении высших грибов: флоридейная гипотеза // Журнал общей биологии. 2001. Т. 62, № 4. С. 296—314.
11. Змитрович И.В. О филогении эукариот: вариант эвгленозойного предка // Альгология. 2003. Т. 13, № 2. С. 227—265.
12. Каратыгин И. В. Козволюция грибов и растений. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 118с.
13. Каратыгин И. В. Проблемы макросистематики грибов // Микология и фитопатология. 1999. Т. 33. С. 150—165.
14. Каратыгин И. В. Порядок Taphrinales: положение в системе грибов и ключ для определения видов рода *Taphrina* // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37, вып. 5. С. 26—36.
15. Карпов С.А. Система протистов. 3-е изд. СПб.: Изд. Пед. Ун-та., 2000. 215 с.
16. Карпов С.А. Строение клетки протистов. СПб.: ТЕССА, 2001. 384 с.
17. Курсанов Л. И. Микология. М.: Сельхозгиз, 1933. 436 с.
18. Курс низших растений / под ред. М. В. Горленко. М.: Просвещение, 1981. 520 с.
19. Кусакин О. Г., Дроздов А. Л. Филема органического мира. Ч. 1. Прологомены к построению филемы. СПб.: Наука, 1994. 272 с.
20. Кусакин О.Г., Дроздов А.Л. Филема органического мира. Ч. 2. СПб.: Наука, 1997. 381 с.
21. Лилли В., Барнетт Г. Физиология грибов. М.: Изд-во иностранной литературы, 1953. 531 с.
22. Маргелис Л. Роль симбиоза в эволюции клетки: Пер. с англ. М.: Мир, 1983. 352 с.
23. Международный кодекс ботанической номенклатуры (Сент-Луисский кодекс), принятый XVI Международным ботаническим конгрессом Сент-Луис, Миссури, июль-август 1999 г. СПб: Изд. СПГХФА, 2001. 212 с.
24. Микология и криптогамная ботаника в России: традиции и современность / Тр. Междунар. конф., посвященной 100-летию организации исследований по микологии и криптогамной ботанике в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург, 24–28 апреля 2000 г.). СПб.: Изд-во Санкт-Петербургской государственной химико-фармацевтической академии, 2000. 559 с.
25. Мир растений. Т. 2. Грибы. М.: Просвещение, 1991. 475 с.
26. Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Наука, 1993. 231 с.
27. Мюллер Э., Леффлер В. Микология. М.: Мир, 1995. 343 с.
28. Протисты: Руководство по зоологии. Ч. 1. СПб.: Наука, 2000. 679 с.
29. Сидорова И. И., Тарасов К. Л. Эволюционные связи сумчатых грибов и их положение в системе // Микология и фитопатология. 1977. Т. 5. С. 398—403.
30. Степанова А.А., Васильев А.Е. Ультраструктурные основы морфогенеза шляпочных грибов. Ашхабад: Ылым, 1994. 264 с.
31. Томилин Б. А. Морфогенез аскомицетов и некоторые вопросы их эволюции // Новости сист. низш. раст. 1981. Т. 18. С. 114—130.
32. Эволюция и систематика грибов / Под ред. Н. С. Новотельновой. Л.: Наука, 1984. 198 с.
33. Ячевский А.А. Основы микологии. М.—Л. 1933. 1037 с.
34. Cavalier-Smith T. A revised six-kingdom system of life // Biol. Rev. 1998. V. 73. P. 203—266.

35. Eriksson O. E., Winka K. Supraordinal taxa of Ascomycota // *Myconet*. 1997. Vol. 1, Pt. 1. P. 1—16.
36. Fungi in vegetation science / edited by W. Winterhoff. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1992. 258 p. - Handbook of vegetation science. V. 19/1.
37. Hawksworth D. L., Kirk P. M., Sutton B. C., Pegler D. N. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. Eighth Edition. Cambridge: CAB International, 1995. 616 p.
38. Kirk P.M., Cannon P.F., David J.C., Stalpers J.A. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. Ninth Edition. Cambridge: CAB International, 2001. 655 p.
39. Leontyev, D.V., Schnittler, M., Stephenson, S.L., Novozhilov, Y.K., Shchepin, O.N., 2019. Towards a phylogenetic classification of the Myxomycetes. *Phytotaxa* 399, 209–238.
40. Linder D. H. Evolution of the Basidiomycetes and its relation to the terminology of the basidium // *Mycologia*. 1940. V. 32. P. 419—447.
41. Read N. D., Beckett A. Ascus and ascospore morphogenesis // *Mycol. Res*. 1996. V. 100. P.1281—1314.
42. Savile D. B. O. Coevolution of the rust fungi and their hosts // *Q. Rev. Biol*. 1971. V. 46. P. 211—218.
43. Swann E. C., Taylor J. W. Phylogenetic perspectives on basidiomycete systematics: evidence from the 18S rRNA gene // *Can. J. Bot. Suppl.* 1. 1995. V. 73. P. 862—868.
44. Tedersoo, L., Sánchez-Ramírez, S., Kõljalg, U., Bahram, M., Döring, M., Schigel, D., May, T., Ryberg, M., Abarenkov, K., 2018. High-level classification of the Fungi and a tool for evolutionary ecological analyses. *Fungal Diversity* 90, 135-159.
45. The biology of free-living heterotrophic flagellates: The proceedings of the second international symposium. St. Petersburg, 14—20 August 1994 // *Цитология* // (Cytology). 1995. Т. 37, № 11. С. 951—1094.
46. Walker W. F. 5S and 5.8S ribosomal RNA sequences and protist phylogenetics // *BioSystems*. 1985. V. 18. P. 269—278.
47. Wijayawardene, N.N. et al., 2020. Outline of Fungi and fungus-like taxa. *Mycosphere* 11, 1060–1456.

4.2.4. Научная специальность 1.5.21. Физиология и биохимия растений

1. Альбертс Б., Брэй Д., Льюис Дж. и др. Молекулярная биология клетки. В 3 томах. Издание 5-е (англ.; 2008), перевод. Изд.-во Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика»: 2013 г.
2. Вахрушева О.А., Недоспасов С.А. Система врожденного иммунитета у растений. Молекулярная биология, 2011, том 45, № 1, с. 20–29
3. Гамалей Ю.В. Флоэма листа. Л, 1990. 144 с.
4. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н. и др. Генетика развития растений. СПб.: «Издательство Н-Л», 2010 г., 432 с.
5. Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: БХВ-Петербург. 2012 г., 512 с.
6. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера. В 3-х томах. Лаборатория знаний: 2017 г.
7. Пиневич А.В., Аверина С.Г. Кислородная фототрофия. Руководство по эволюционной клеточной биологии // Издательство Санкт-Петербургского университета, 2002, 234 с.
8. Хелдт Г.-В. Биохимия растений. Изд.-во Бином: 2011 г., 472 с.
9. Чекунова Е.М. Генетика биосинтеза хлорофилла: темновой и светозависимый пути. Экологическая генетика. 2010. Т.8.№ 3. с.38-51.
10. Buchanan B.B., Griseb W., Jones P.L., ed, *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. 2nd Edition, Rockville, Maryland, American Society of Plant Physiologists, 2015, 1222 p.

11. Evert, R. F. Esau's Plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development /Ray F. Evert.—3rd ed. 2006. 624 p.
12. Gould N., Thorpe M.R., Koroleva O., Minchin P.E.H. Phloem hydrostatic pressure relates to solute loading rate: a direct test of the Münch hypothesis. 2005. *Functional Plant Biology* 32(11) 1019–1026.
13. Halliwell B., Gutteridge J.M.C. Free radicals in biology and medicine. Fifth Edition. Oxford University Press, 2015. 905 p.
15. Taiz L., Zeiger E. Plant Physiology, 5th Edition, Sunderland-Massachusetts, Sinauer Associates Inc, 2010, 778 p.
16. Voznesenskaya E.V., Franceschi V.R., Kiirats O., Freitag H. and Edwards G.E.. Kranz anatomy is not essential for terrestrial C4 plant photosynthesis. *Nature*. 2001. Vol 414. № 29. P.543-546.
17. <http://www.arabidopsisbook.org/> Продолжающаяся серия рецензируемых публикаций Американского общества биологов растений