**Вопросы кандидатского экзамена по специальности 1.5.11 «Микробиология»**

1. Основные группы микроорганизмов (прокариоты, эукариоты, вирусы) и их эволюционные отношения. Принципы и методы систематики микроорганизмов. Различия в понятии вида у прокариот и эукариот.
2. Белок-синтезирующий аппарат микробной клетки, особенности его строения у прокариот и эукариот. Генетический код и его свойства – универсальность и вырожденность. Основные стадии процесса трансляции: инициация, элонгация, терминация. Неоднозначность процесса трансляции, методы ее изучения. Нерибосомный синтез олигопептидов.
3. Симбиотическая азотфиксация. Разнообразие азотфиксирующих симбиозов, образуемых микроорганизмами с растениями, животными и грибами. Клубеньковая, эндофитная и ризосферная азотфиксация. Азотфиксирующие органы растений. Симбиозы растений с цианобактериями (синцианозы) и актиноризные симбиозы.
4. Основные группы прокариот: сравнительная характеристика и важнейшие представители. Грамположительные и грамотрицательные бактерии, их клеточные формы. Классификация грамотрицательных бактерий; основные представители α-, β- и γ-групп.
5. Молекулярная филогения микроорганизмов, таксономически значимые гены и их использование в эволюционной генетике микроорганизмов. Гомология, ортология и паралогия генов. Теория “нейтральной эволюции” М. Кимуры: ее соотношение с теорией естественного отбора и использование в филогении (методика “молекулярных часов”).
6. Почва как среда обитания микроорганизмов. Понятие о микробном сообществе почвы, методы оценки его структуры и разнообразия. Взаимоотношения микроорганизмов в сообществах. Культивируемые и некультивируемые микроорганизмы. Понятие метагенома, его структура и адаптивный потенциал. Использованием методов метагеномики в филогенетическом и функциональном анализе почвенной микрофлоры.
7. Организация бактериальной клетки: поверхностные и внутриклеточные структуры, способы клеточного деления, цитодифференцировка при адаптации к стрессам, переходе к азотфиксации и развитии многоклеточных форм.
8. Понятие о популяции, особенности его применения в отношении микроорганизмов. Оценка разнообразия бактериальных популяций, их клональные и панмиктические структуры. Горизонтальный перенос генов в популяциях и сообществах микроорганизмов; роль конъюгации, трансдукции и трансформации в эволюции бактерий.
9. Микоризные симбиозы. Разнообразие микоризных грибов. Арбускулярная микориза (АМ): распространение, основные стадии развития, метаболизм и экологическое значение. Контроль развития АМ со стороны растения-хозяина. Роль АМ в фосфорном питании растений. Эктомикориза и ее роль в азотном питании растений. Орхидная микориза как пример эксплуатационного симбиоза. Роль микоризы в эволюции растений.
10. Поступление питательных веществ в микробную клетку: пассивная диффузия и активный транспорт, их молекулярные механизмы. Основные способы получения углерода, энергии и электронов. Катаболитная репрессия и ее роль в питании микроорганизмов. Роль пирувата и ацетил-кофермента А в углеродном обмене.
11. Матричные и ступенчатые биосинтетические процессы. Неоднозначность матричных процессов, ее эволюционное и адаптивное значение. Геномика, транскриптомика, протеомика и метаболомика в изучении реализации наследственной информации. Особенности генетических исследований в “постгеномную эру”.
12. Защитные симбиозы. Биоконтроль патогенов и животных-фитофагов, его экологические основы и биохимические механизмы (прямое и непрямое подавление вредителей). Ризосферные псевдомонады – антагонисты корневых патогенов. Эндофитные грибы сем. спорыньевых: биоконтроль животных-фитофагов.
13. Энергетика микроорганизмов. Катаболизм углеводов: гликолиз, пентозофосфатный путь, цикл Кребса. Аэробное дыхание и цитохромные цепи, анаэробное (нитратное, сульфатное) дыхание. Синтез АТФ и типы фосфорилирования. Фотосинтез и фиксация СО2 у бактерий и эукариот; темновая фиксация СО2.
14. Соотношение генотипа и фенотипа, теория “один ген – один полипептид”. Центральная догма молекулярной биологии и ее современные модификации. Продукты действия генов (РНК и белки) и их функции. Выявление генов путем классического генанализа и с помощью продуктов действия генов (“обратная генетика”).
15. Роль микроорганизмов в формировании азотного пула почвы: азотфиксации, аммонификация, нитрификация (автотрофная и гетеротрофная), денитрификация, разложение белков, иммобилизация азота. Олигонитрофильные бактерии, их роль в азотном балансе почвы.
16. Определение брожения и его основные типы (спиртовое, уксуснокислое, молочнокислое, маслянокислое). Бактерии и грибы – возбудители брожения. Биохимия, энергетическая эффективность и биотехнологическое значение процессов брожения.
17. Ген как единица наследственности и наследования, кодирующие и регуляторные области генов. Транскрипция генов и РНК-полимераза. Регуляция бактериальных генов на уровне транскрипции. Структурно-функциональная организация генов эукариот: особенности их строения, экспрессии и регуляции. Создание клонотек генов и библиотек к-ДНК.
18. Прикорневая зона растений как среда обитания микроорганизмов. Ризосферные рост-стимулирующие бактерии: разнообразие, функции, роль в питании растений и их защите от вредителей. Роль генотипа растения в формировании микрофлоры ризосферы.
19. Плазмиды бактерий, их разнообразие. Конъюгативный перенос плазмид и мобилизация хромосомы с помощью F-факторов. Мегаплазмиды и их роль во взаимодействиях бактерий с растениями. Адаптивные функции плазмид и их роль в эволюции бактерий.
20. Взаимодействия микроорганизмов с животными.Роль микроорганизмов в усвоении животными растительной пищи. Структура и функции микробиоты рубца. Концепция микробиома, его таксономическая структура и адаптивный потенциал. Микроорганизмы – симбионты и антагонисты насекомых и позвоночных животных. Разнообразие энтомоцидных и родентоциднах бактерий и грибов, их экологический и биотехнологический потенциал.
21. Типы мутантов, их прямой и непрямой отбор. Мутации спонтанные и

индуцированные, основные типы мутагенов. Типы мутаций: точковые, транспозиции, хромосомные перестройки. Мутации, изменяющие генетический код (нонсенс, миссенс, сдвиги рамки считывания). Транспозоны и инсерционные элементы, их использование для маркировки и идентификации генов.

1. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Нитрогеназа: структура, каталитические функции и разнообразие (молибден-содержащие и безмолибденовые формы). Нитрогеназная реакция: субстраты, продукты, энергетика. Методы измерения азотфиксации – ацетиленовой, балансовый и изотопный. Организация и регуляция *nif*-генов у свободноживущих и симбиотических азотфиксаторов.
2. Способы переноса генов у бактерий и молекулярные механизмы рекомбинации (гомологичная, сайт-специфическая, незаконная). Принципы картирования бактериальных генов при конъюгации, трансдукции и трансформации. Картирование генов у грибов; тетрадный анализ.
3. Микробиологические препараты, применяемые в растениеводстве. Определение микробиологического препарата, однокомпонентные и многокомпонентные препараты. Препараты эндосимбиотических и ассоциативных микроорганизмов, их состав и механизмы действия на продуктивность растений и плодородие почв.
4. Поступление питательных веществ в микробную клетку: пассивная диффузия и активный транспорт, их молекулярные механизмы. Основные способы получения углерода, энергии и электронов. Катаболитная репрессия и ее роль в питании микроорганизмов. Роль пирувата и ацетил-кофермента А в углеродном обмене.
5. Структурно-функциональная организация генома бактерий: его коровая часть (гены домашнего хозяйства) и дополнительные части. Хромосома и внехромосомные элементы. Основные формы генома бактерий (колийный, многокомпонентный, редуцированный) и их эволюционные отношения. Геномные острова и их роль в эволюции бактерий. Основные методы экспериментального и биоинформационного анализа генома. Различия в организации геномов прокариот и эукариот.
6. Симбиоз как способ существования микроорганизмов. Определение симбиоза, его основные формы (мутуализм, антагонизм, комменсализм). Факультативная, экологически облигатная и генетически облигатная зависимость микросимбионтов от хозяина. Понятие об эксплуатационном симбиозе. Основные симбиотические процессы – сигнальное взаимодействие партнеров, развитие новых структур, метаболическая интеграция партнеров. Основные понятия симбиогенетики.
7. Наследственная и модификационная изменчивость у микроорганизмов. Мутационная и рекомбинационная изменчивость, их эволюционное значение. Соотношение “ген-признак” и преобразования наследственной информации в клетке. Понятие об эпигенетическом наследовании, прионизация белков дрожжей.
8. Бобово-ризобиальный симбиоз: узнавание и сигнальное взаимодействие растений и бактерий, синтез и рецепция Nod-факторов. Развитие клубенька, “симбиотические” гены растений: их выявление, основные группы и функции. Генетическая система симбиоза у ризобий: контроль вирулентности, азотфиксирующей активности, симбиотической эффективности, специфичности и конкурентоспособности.
9. Предмет, задачи и методы генетики микроорганизмов. Понятие об изменчивости и наследственности, особенности их проявления у прокариотических и эукариотических микроорганизмов. ДНК как носитель наследственной информации: модель двойной спирали, репликация и репарация. Наследственность, основная на РНК.
10. Препараты клубеньковых бактерий: история применения, экологическая эффективность в зависимости от генотипа растений и почвенно-климатических условий, экономическая эффективность, препаративные формы. Конкуренция производственных и местных штаммов за инокуляцию растений, прямые и косвенные методы оценки конкурентоспособности ризобий и пути ее повышения.
11. Систематика и биология грибов. Морфологические типы грибов, особенности строения клеток и клеточных стенок. Способы клеточного деления и жизненные циклы. Половые и парасексуальные процессы у грибов. Основные таксономические и экологические группы грибов, их сельскохозяйственное и биотехнологическое значение.
12. Строение белковой молекулы: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Основные функциональные группы ферментов; конститутивные и индуцибельные ферменты. Активный центр фермента и кинетика ферментативной реакции. Ферменты для восприятия сигналов, их рецепторные и эффекторные домены. Небелковые катализаторы – рибозимы.
13. Экологически устойчивое агропроизводство.Последствия “зеленой революции” и химизации земледелия и растениеводства. Утрата симбиотического потенциала растений при их окультуривании и селекции: причины и следствия. Понятие об экологически устойчивых системах земледелия и растениеводства. Адаптивный потенциал микробно-растительных симбиозов, принципы селекции на повышение их эффективности.

**Основная литература, необходимая для освоения дисциплины**

1. Пиневич А.В. Микробиология, биология прокариотов. СПб.: Изд-во С.- Петерб. ун-та. T.1. 2006, Т.2. 2007, Т.3. 2009. 351+330+456с.
2. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика: Учеб.пособие – 3-е издание. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во. 2006. – 478 с. 1.
3. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. М.: Высш. шк., 2010. – 740
4. Коничев А. С. Молекулярная биология. М.: Академия, 2008.
5. Лутова Л.А., Ежова Т.А., Додуева И.Е., Осипова М.А. Генетика развития растений: для биологических специальностей университетов. 2-е изд. перераб. и доп.СПб.: «Изд-во Н-Л», 2010. 432 с.
6. Льюин Б. Гены. М.: БИНОМ, 2011.
7. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2008.
8. Ленгелер И., Древс Г., Шлегель Г. Современная микробиология. Прокариоты (в 2 томах). М. Мир. 2008.
9. Квитко К.В., Захаров И.А. Генетика микроорганизмов. Изд. Дом СПбГУ, 2012. 269 с.
10. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего. Изд-во СПбГУ, СанктПетербург, 2009. 210 с.
11. Проворов Н.А., Воробьев Н.И. Генетические основы эволюции растительно-микробного симбиоза. Под ред. И.А. Тихоновича. ИнформНавигатор, С.-Петербург, 2012. 400 с. 13
12. Багирова С.Ф., Джавахия В.Г., Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Проворов Н.А., Тихонович И.А., Щербакова Л.А. Фундаментальная фитопатология. М.: Красанд. 2012. 512 с.
13. Шевелуха В.С. (ред.). Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия. М.: ЛЕНАНД, 2015. 550 с.
14. Metagenomics: Theory, Methods and Applications. (D. Marco, Ed.), Caister Academic Press, 2010.
15. Брюханов А.Л., Рыбак К.В., Нетрусов А.И. Молекулярная микробиология. М.: изд-во МГУ, 2012. — 474 с.
16. Molecular Microbial Ecology of the Rhizosphere: Volume 1 & 2. (F.J. de Bruijn, Ed.), Wiley-Blackwell, 2013.
17. Ребриков Д.В. NGS: высокопроизводительное секвенирование БИНОМ 2014, 232 c.
18. Лукашов Д.В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ БИНОМ. 2009, 256 c.

**Дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины.**

1. 1 Шлегель Г. Общая микробиология. М. Мир. 1987.
2. Громов Б.В., Павленко Г.В. Экология бактерий. Изд-во ЛГУ. Л. 1989.
3. Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Джавахия В.Г., Багирова С.Ф. Общая и молекулярная фитопатология. М. Общество фитопатологов, 2001.
4. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. Изд-во МГУ. М., 1978.
5. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. 8-е издание. Издательский центр "Академия”. 2008. 6. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. М. Колос. 1978.
6. Пиневич А.В. Микробиология. Биология прокариотов (в 3 томах). Изд-во СПбГУ, 2007-2009.
7. Инге-Вечтомов С.Г. Введение в молекулярную генетику. М. Высшая школа. 1983.
8. Захаров И.А. Курс генетики микроорганизмов. Минск. Высшая школа. 1978.
9. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов. Молекулярная генетика агросистем будущего. Изд-во СПбГУ. 2009.
10. Ермилова Е.В. Молекулярные механизмы адаптации прокариот. Изд-во СПбГУ. 2007.
11. Дьяков Ю.Т. Шнырева А.В., Сергеев А.Ю. Введение в генетику грибов. 2005. Издательский центр "Академия”.

1. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Общая микробиология. Издательский центр "Академия”. 2007.
2. Фробишер М. Основы микробиологии. М. Мир. 1965.
3. Биопрепараты в сельском хозяйстве (под ред. И.А.Тихоновича, Ю.В. Круглова). М. Россельхозакадемия, 2005.
4. Возняковская Ю.М. Микрофлора растений и урожай. Л.: Колос, 1969. 240 с.
5. Доросинский Л.М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. Л.: Колос, 1970.191 с.
6. Rhizobiaceae. Молекулярная биология бактерий, взаимодействующих с растениями. Под ред. Г. Спайнка, А. Кондороши и П. Хукаса (перевод под ред. Тихоновича И.А., Проворова Н.А.). Спб: Бионт, 2002. 567 с.
7. Сафронова В.И., Оследкин Ю.С., Свиридова О.В., Воробьев Н.И. Методы консервации коллекционных культур микроорганизмов. Методические рекомендации. СПб.: ГНУ ВНИИСХМ. 2007, 32 с.