Вопросы к вступительным экзаменам по специальности 03.02.03 -микробиологии

1. Предпосылки возникновения микробиологии: дискуссия о самозарождении жизни, традиционные микробиологические производства, развитие медицины и ветеринарии. Зарождение и первые шаги микробиологии.
2. Роль микробиологии в развитии общей биологии и биотехнологии. Основные разделы микробиологии: общая, сельскохозяйственная, почвенная, медицинская, водная, геологическая, техническая. Специфика сельскохозяйственной микробиологии, ее положение в системе микробиологических знаний и хозяйственное значение
3. Основные группы микроорганизмов – прокариоты, эукариоты, вирусы – и их эволюционные отношения (теория симбиогенного происхождения эукариот; гипотезы о возникновении вирусов).
4. Принципы и методы систематики микроорганизмов. Метод диагностических сред и его современные модификации, принципы нумерической таксономии. Таксономия, основанная на анализе ДНК: геносистематика, гомология генов рРНК. Различия в понятии вида у прокариот и эукариот.
5. Основные группы прокариот: эубактерии, цианобактерии, актиномицеты, археи: сравнительная характеристика и важнейшие представители. Грамположительные и грамотрицательные бактерии, их клеточные формы. Классификация грамотрицательных бактерий: основные представители α-, β- и γ-групп.
6. Поверхностные структуры бактерий: цитоплазматические мембраны, клеточная стенка, периплазма, жгутики, экзополисахариды, капсульные полисахариды, липополисахариды. Внутренняя организация клетки: цитоплазма, мембранные структуры, хромосома, плазмиды, рибосомы, запасные питательные вещества, гранулы и вакуоли. Способы деления клеток – равное и неравное (почкование). Клеточная дифференцировка у бактерий при адаптации к стрессам (споры, цисты), переходе к азотфиксации (бактероиды, гетероцисты), образовании многоклеточных форм (нитчатые цианобактерии, актиномицеты, миксобактерии).

7. Систематика и биология грибов. Одноклеточные, дрожжеподобные и мицелиальные грибы. Поверхностные структуры – мембраны, клеточная стенка. Половые процессы у грибов: гомо- и гетеро-талличность, типы спаривания, чередование гаплоидных и диплоидных фаз в жизненных циклах. Способы клеточного деления – митоз и мейоз. Парасексуальные процессы у дикарионов и гетерокарионов. Основные таксономические и экологические группы грибов, их сельскохозяйственное и биотехнологическое значение.

8. Питание и получение энергии. Поступление питательных веществ в микробную клетку. пассивная диффузия и активный транспорт, их молекулярные механизмы.

9. Основные типы брожения (спиртовое, уксуснокислое, молочнокислое, маслянокислое), их биохимия, энергетическая эффективность и биотехнологическое значение. Поль пирувата и ацетил-кофермента А в углеродном обмене.

10. Фотосинтез и фиксация CO_2 у бактерий и эукариот; темновая фиксация CO_2.

11. Метаболизм микробной клетки. Матричные и ступенчатые биосинтетические процессы. Первичный метаболизм микроорганизмов: синтез аминокислот, азотистых оснований и витаминов. Заменимые и незаменимые метаболиты. Вторичный метаболизм микроорганизмов: синтез антибиотиков, бактероицинов, токсинов, фитогормонов, их экологическое и биотехнологическое значение. Синтез и разложение полимерных органических веществ (целлюлоза, крахмал, хитин, липиды): участие цитоплазматических ферментов, экзоферментов и ферментов периплазмы, роль в клеточном метаболизме.

12. Изменчивость и наследственность у бактерий. Предмет и задачи генетики микроорганизмов, понятие об их изменчивости и наследственности. ДНК как носитель наследственной информации: модель двойной спирали. Наследственность, основанная на РНК. Репликация и репарация ДНК. Мутационная и рекомбинационная изменчивость.

13. Типы мутаций: точковые (замены пар оснований, сдвиги рамки считывания), транспозиции, хромосомные перестройки. Мобильные генетические элементы (транспозоны, инсерционные элементы), их использование для маркировки и идентификации генов. Способы гибридизации (конъюгация, трансдукция, трансформация) и механизмы рекомбинации (гомологичная, сайт-специфическая, незаконная) у бактерий. Принципы картирования генов при конъюгации, трансдукции и трансформации.

14. Геномика микроорганизмов. Геномы микроорганизмов как целостные системы, соотношение их стабильности и пластичности. Экспериментальные (секвенирование, ПЦР-анализ) и биоинформационные принципы и методы анализа структуры генома. Различия в организации геномов прокариот и эукариот. Геномика, транскриптомика, протеомика и метаболомика в изучении экспрессии генетического материала микроорганизмов.

15. Структурно-функциональная организация генома бактерий: его коровая часть (гены домашнего хозяйства) и дополнительные части. Хромосома и внехромосомные генетические элементы. Геномные острова и их роль в эволюции бактерий. Структурно-функциональное разнообразие плазмид. Мегаплазмиды и их роль во взаимодействиях бактерий с растениями и животными.

16. Строение и функции генов. Ген как единица наследственности и наследования. Соотношение “ген-признак” и преобразования наследственной информации в клетке. Центральная догма молекулярной биологии и ее современные модификации. Продукты действия генов – РНК и белки. Создание клонотек генов и библиотек к-ДНК. Выявление генов путем классического генанализа (мутационный и рекомбинационный анализ) и с использованием продуктов действия генов – РНК и белков (“обратная генетика”).

17. Кодирующие и регуляторные участки гена. Транскрипция генов и РНК-полимераза. Регуляция бактериальных генов на уровне транскрипции: одно и двух-компонентные регуляторы, промоторы, опероны и регулоны. Структурно-функциональная организация генов эукариот: интрон-экзонная структура и сплайсинг, особенности экспрессии и регуляции.

18. Основы популяционной генетики. Понятие о популяции, особенности его применения в отношении микроорганизмов. Оценка разнообразия бактериальных популяций, их клональные и панмиктические структуры. Горизонтальный перенос генов в микробных сообществах, роль конъюгации, трансдукции и трансформации в эволюции бактерий. Плазмиды, их конъюгативный перенос и мобилизация хромосомы с помощью F-факторов. Перенос генов с помощью вирусов и бактериофагов, вирулентные и умеренные фаги, общая и специфическая трансдукция.

19. Синтез белка. Теория “один ген – один полипептид”. Белок-синтезирующий аппарат клетки (информационные РНК, рибосомы, транспортные РНК, амино-ацил-тРНК-синтетазы), особенности их строения и функционирования у прокариот и эукариот. Генетический код и его основные свойства – универсальность и вырожденность. Ключевые стадии процесса трансляции: инициация, элонгация, терминация.

20. Ферменты и их функции. Строение белка: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Основные функциональные группы ферментов (оксидазы, гидролазы, лигазы, синтетазы, трансферазы, киназы), конститутивные и индуцибельные ферменты. Строение ферментов (апопротины и кофакторы, мономерные и мультимерные ферменты), их локализация в клетке. Активный центр фермента и кинетика

ферментативной реакции. Ферменты для передачи и восприятия сигналов, их рецепторные и эффекторные домены.

21. Метаболизм микробной клетки. Матричные и ступенчатые биосинтетические процессы. Первичный метаболизм микроорганизмов: синтез аминокислот, азотистых оснований и витаминов. Заменимые и незаменимые метаболиты. Вторичный метаболизм микроорганизмов, синтез антибиотиков, бактероицинов, токсинов, фитогормонов, их экологическое и биотехнологическое значение. Синтез и разложение полимерных органических веществ (целлюлоза, крахмал, хитин, липиды).

22. Распространение в природе и экологические функции микроорганизмов. Основные экологические группы микроорганизмов. Микроорганизмы в экстремальных условиях (термофилы, галофилы, психрофилы, ацидофилы, алкалофилы), механизмы адаптации к стрессам (недостатку питания и влаги, засолению, экстремальным температурам, кислотности, загрязнению ксенобиотиками и тяжелыми металлами). Роль микроорганизмов в круговороте биогенных элементов – углерода, азота, фосфора, серы, железа.

23. Основы почвенной микробиологии. Почва как среда обитания микроорганизмов. Понятие о микробном сообществе почвы, традиционные и современные методы его изучения. Автохтонная и зимогенная микрофлора. Взаимоотношения микроорганизмов в сообществах: синтрофия, антибиоз, конкуренция, хищничество; метабиоз и сукцессии почвенных сообществ. Культивируемые и некультивируемые микроорганизмы. Использование методов метагеномики в изучении почвенной микрофлоры.

24. Роль микроорганизмов в формировании азотного пула почвы: азотфиксация, аммонификация, нитрификация, денитрификация, разложение белков, иммобилизация азота. Олигонитрофильные бактерии, их роль в азотном балансе почвы. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Структура и каталитические функции нитрогеназы. Нитрогеназная реакция: субстраты, продукты, энергетика. Организация и регуляция *nif*-генов у свободноживущих (*Klebsiella pneumoniae*) и симбиотических (ризобии) азотфиксаторов.

25. Микробно-растительные симбиозы. Определение симбиоза, его основные экологические и морфологические формы. Мутуализм и антагонизм как взаимосвязанные формы симбиоза. Факультативные, экологически облигатные и генетически облигатные симбиозы. Основные симбиотические процессы – сигнальное взаимодействие партнеров, развитие новых структур, метаболическая интеграция партнеров. Симбиоз как адаптивная стратегия организмов и как надорганизменная генетическая система. Основные функциональные группы симбиозов – трофические и защитные.

26. Прикорневая зона растений как среда обитания микроорганизмов. Рост-стимулирующие ризосферные бактерии (PGPR): разнообразие, функции (азотфиксация, мобилизация питательных веществ из почвы, синтез фитогормонов), роль в питании растений и их защите от патогенов и вредителей. Роль генотипа растения в формировании микрофлоры ризосферы и ризопланы.

27. Симбиотическая азотфиксация. Разнообразие азотфиксирующих растительно-микробных симбиозов. Принципы организации клубеньковых симбиозов двудольных растений с ризобиями и актиномицетами. Ризосферная и эндофитная азотфиксция (на примере *Azospirillum* и *Azoarcus*). Симбиозы растений с цианобактериями (синцианозы).

28. 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 клубеньковых бактерий: контроль вирулентности, азотфиксирующей активности, симбиотической эффективности, специфичности и конкурентоспособности.

29. Метаболическая интеграция растений и микроорганизмов, формирование объединенных систем азотного и углеродного обмена в клубеньках. Системная регуляция развития симбиоза.

30. Микоризные симбиозы. Разнообразие микоризных грибов. Арбускулярная микориза (АМ): распространение, возбудители, основные стадии и молекулярные механизмы развития и метаболизма. 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. Экологическое значение микоризы. Роль микоризы в эволюции растений.

31. Защитные симбиозы. Биоконтроль патогенов и животных-фитофагов, его экологические основы и биохимические механизмы (прямое подавление патогенов, индукция защитных реакций растения).

32. Эпифитные микроорганизмы – антагонисты патогенов и вредных насекомых. Эндофитные грибы сем. спорыньевых: биоконтроль животных-фитофагов.

33. Взаимодействия микроорганизмов с животными. Роль микроорганизмов в усвоении животными растительной пищи. Структура и функции микрофлоры рубца: разложение целлюлозы, рециклизация азота, синтез белка. Концепция микробиома, его таксономическая структура и адаптивный потенциал. Микроорганизмы – симбионты и антагонисты насекомых и позвоночных животных. Экологический и биотехнологический потенциал энтомоцидных и родентоцидных микроорганизмов. Использование микроорганизмов в силосовании кормов.

34. Экологически устойчивое агропроизводство. Экологические последствия “зеленой революции” и химизации земледелия и растениеводства. Утрата симбиотического потенциала растений при окультуривании и селекции – ее причины и последствия. Понятие об экологически устойчивых системах земледелия и растениеводства. Адаптивный потенциал микробно-растительных взаимодействий, принципы селекции растений и микроорганизмов на повышение эффективности симбиоза.

35. Получение и культивирование полезных микроорганизмов. Генетические ресурсы сельскохозяйственно-ценных микроорганизмов, использование центров происхождения культурных растений для их сбора и изучения. Аналитические и генетические методы в селекции симбиотических микроорганизмов. Использование мутагенеза, гибридизации и генно-инженерных методов для направленного получения хозяйственно-ценных штаммов. Генетическая стабильность производственных штаммов. Рост микроорганизмов в стационарной культуре, хемостате, турбидостате. Традиционные и современные способы хранения микробиологических коллекций.

36. Использование микроорганизмов в растениеводстве. Причины и формы экологической зависимости растений от микроорганизмов. Препараты клубеньковых бактерий (ризобий): история применения, экологическая эффективность в зависимости от генотипа растений и почвенно-климатических условий.

37. Связь экологической эффективности и специфичности симбиоза. Экономическая эффективность, препаративные формы ризобий (торфяные, жидкие, гелевые, пелетирование семян). Конкуренция производственных и местных штаммов за инокуляцию растений, прямые и косвенные методы оценки конкурентоспособности ризобий, пути ее повышения. Препараты ризосферных бактерий.

Рекомендуемая литература

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.

7. Пиневич А.В. Микробиология. Биология прокариотов (в 3 томах). Изд-во СПбГУ, 2007-2009.

8. Инге-Вечтомов С.Г. Введение в молекулярную генетику. М. Высшая школа. 1983.

9. Захаров И.А. Курс генетики микроорганизмов. Минск. Высшая школа. 1978.

10. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов. Молекулярная генетика агросистем будущего. Изд-во СПбГУ. 2009.

11. Ермилова Е.В. Молекулярные механизмы адаптации прокариот. Изд-во СПбГУ. 2007.

12. Дьяков Ю.Т. Шнырева А.В., Сергеев А.Ю. Введение в генетику грибов. 2005. Издательский центр "Академия".

13. Современная микробиология. Прокариоты. Под ред. Ленгелера Й., Древса Г., Шлегеля Г. (в 2 томах). М. Мир. 2005.

14. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Общая микробиология. Издательский центр "Академия". 2007.

15. Фробишер М. Основы микробиологии. М. Мир. 1965.

16. Биопрепараты в сельском хозяйстве (под ред. И.А.Тихоновича, Ю.В. Круглова). М. Россельхозакадемия, 2005.

17. Возняковская Ю.М. Микрофлора растений и урожай. Л.: Колос, 1969. 240 с.

18. Доросинский Л.М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. Л.: Колос, 1970.191 с.

19. 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.

20. 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.