

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Д.С. Гуц / Д.С. Гуц /
«10» марта 2023 г.

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена по научной специальности
1.5.11 Микробиология

Красноярск 2023

Программа составлена в соответствии с паспортом научной специальности – 1.5.11. Микробиология (отрасли науки – биологические, медицинские, сельскохозяйственные, ветеринарные) по номенклатуре научных специальностей утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 24.02.2021 № 118.

Программу разработали:

Волова Т. Г., д-р биол. наук, профессор,
заведующая базовой кафедрой биотехнологии
ИФБиТ СФУ



Прудникова С. В., д-р биол. наук,
профессор базовой кафедры биотехнологии
ИФБиТ СФУ



1. Морфология и структурно-функциональная организация клеток микроорганизмов

Строение клеток прокариотных микроорганизмов (бактерий и архей). Особенности морфологических типов клеток. Клеточная стенка. Строение, химический состав и функции. Образование S-, R-, L-форм бактерий, протопластов и сферопластов. Капсулы и фимбрии (пили). Химический состав, структура и функции. Жгутики, подвижность бактерий. Строение и химический состав жгутиков. Периплазматические жгутики спирохет; строение и функции. Хемо-, фото-, и магнитотаксисы. Периплазматическое пространство у грамотрицательных бактерий; структура и функции.

Мембраны прокариотической клетки, структура и функции: цитоплазматическая мембрана; внутрицитоплазматические мембранные структуры; фотосинтезирующий мембранный аппарат; мембранные структуры метилотрофных, нитрифицирующих и других бактерий; мезосомы; наружная мембрана грамотрицательных бактерий.

Химический состав, физико-химические показатели и структура цитоплазмы. Включения: полифосфаты (волютин), гликоген, гранулеза, гранулы поли-β-гидрооксимасляной кислоты, белковые кристаллы, элементарная сера, карбоксисомы, магнитосомы. Рибосомы. Состав, строение и функции. Различия рибосом бактерий, архей и эукариот. Различия в аппарате трансляции у грамположительных и грамотрицательных бактерий и архей. Газовые вакуоли - уникальные структуры прокариотной клетки.

Ядерный аппарат - нуклеоид. Состав и структура. Бактериальная хромосома. Репликация ДНК и сегрегация нуклеоидов при делении клеток. Связь нуклеоида с мембранными структурами клетки. Особенности ядерного аппарата архей.

Структурно-функциональные перестройки клеток бактерий в цикле развития и под влиянием факторов окружающей среды. Клеточный цикл и клеточная дифференциация в процессе онтогенетического развития бактерий, способы размножения бактерий. Покоящиеся, некультивируемые формы. Эндоспоры, экзоспоры, цисты, микоспоры, акинеты и гетероцисты; особенности их строения, образования, прорастания, рекультивации.

Эукариоты. Морфология дрожжей, мицелиальных грибов, микроформ водорослей, простейших. Химический состав и функции отдельных компонентов клетки. Жизненный и клеточный циклы. Размножение. Клеточная дифференциация. Спорообразование у дрожжей и мицелиальных грибов. Инцистирование простейших.

2. Систематика и филогения микроорганизмов

Принципы классификации прокариотных и эукариотных микроорганизмов. Правила номенклатуры. Методы классификации на основе

определения последовательности 16S рРНК и ДНК-ДНК гибридизации. Применение нуклеиновых микрочипов для систематики микроорганизмов.

Положение бактерий и архей в общей системе царств живой природы. Методология и основные направления систематики прокариот. Современные подходы (фенотипическая, молекулярно-биологическая, консенсусная). Таксономические категории. Использование фенотипических, генотипических и филогенетических показателей для идентификации и типирования прокариот. Определители и пособия для идентификации прокариот.

Основные домены и филумы прокариот. Основные филумы бактерий. Филумы архей. Некультивируемые формы. Современные представления об эволюции микроорганизмов.

Эукариоты. Краткая характеристика отдельных групп эукариотных микроорганизмов: грибов, водорослей, простейших. Вопросы таксономии и классификации. Современные подходы к классификации грибов, водорослей, простейших.

Современные представления о положении грибов и грибоподобных организмов в общей системе живого мира. Таксоны неясного положения. Плеоморфизм у грибов.

Вирусы. Положение в биологическом мире. Современная классификация вирусов. Вирусы животных, растений, грибов, бактерий, архей.

3. Биологическое разнообразие микроорганизмов, включая разнообразие типов энергетического обмена и источников углерода

Энергетическая основа клеточного метаболизма. Субстратное фосфорилирование. Брожение, типы и механизм. Фосфорилирование, механизм и разновидности. Окислительное фосфорилирование, механизмы. Анаэробное дыхание, механизмы. АТФ и трансмембранный потенциал как энергетический резерв клетки. Разобщение окисления и фосфорилирования.

Принципы использования органических соединений. Основные пути утилизации углеводов - гексоз и пентоз (гликолиз, путь Энтнера-Дудорова, пентозофосфатный путь). Основные пути использования ароматических соединений и углеводов. Центральный метаболизм; основные циклы (цикл трикарбоновых кислот, пентозофосфатный цикл, глиоксалазный шунт).

Биосинтетические реакции у микроорганизмов. Ассимиляция углерода углекислоты микроорганизмами. Биосинтез аминокислот, пуриновых и пиримидиновых оснований, витаминов. Биосинтез белка, жирных кислот и липидов, углеводов и полисахаридов. Биосинтез РНК и ДНК. Биосинтез пигментов, антибиотиков и др. вторичных метаболитов. Биохимия ассимиляции азотсодержащих соединений.

Ферментный аппарат микроорганизмов. Эндо- и экзоферменты. Конститутивные и индуцибельные ферменты. Регуляция синтеза и активности ферментов.

Регуляция ферментативных реакций; константы, влияние различных факторов. Роль аллостерических белков. Генетическая регуляция синтеза ферментов; механизмы. Опероны и регулоны, Катаболитная репрессия и катаболитное торможение. Роль циклического АМФ, субклеточных структур и полиферментных комплексов в регуляции метаболизма. Роль изоферментов. Регуляция синтеза ДНК и РНК, полисахаридов, полифосфатов, липидов.

Практическое использование микробных ферментов.

4. Физиология и метаболизм микроорганизмов, параметры роста микроорганизмов

Фото- и хемо-, ауто- и гетеро-, лито- и органотрофы. Метилотрофы. Аэробные литотрофные бактерии: водородные бактерии, нитрифицирующие бактерии, серные бактерии, железобактерии и др. Аэробы, микроаэрофилы, капнофилы. факультативные анаэробы, облигатные анаэробы. Аммонифицирующие, денитрифицирующие, сульфатредуцирующие, метанообразующие и др. бактерии. Микроорганизмы - деструкторы. Прототрофы, ауксотрофы, паразиты, патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, сапрофиты.

Питательные среды: элективные, дифференциально-диагностические, специальные, обогатительные, органические, неорганические, синтетические и др. Принципы и методы стерилизации посуды, сред, оборудования. Методы определения числа бактерий и их биомассы. Накопительные культуры. Чистые и смешанные культуры.

Особенности культивирования аэробов, анаэробов, психрофилов, мезофилов, термофилов, гемофилов, галофилов и других групп микроорганизмов.

Рост микроорганизмов. Периодические культуры и периодическое культивирование; фазы роста, методы культивирования. Параметры роста: скорость, время генерации и др. Проточное культивирование. Принципы работы хемостата, турбодостата. Синхронизированные культуры. Понятие сбалансированного роста. Лимитирующие факторы. Торможение роста.

5. Генетика микроорганизмов

Геномы микроорганизмов. Генетический код и синтез белка. Типы мутаций у микроорганизмов. Молекулярные механизмы генных мутаций. Системы генетической коррекции и репарации. Вицы изменчивости. Модификационная и генотипическая изменчивость.

Генетические рекомбинации у прокариот. Конъюгация, трансформация, трансдукция. Методы локализации генов. Транспозоны, IS-элементы. Свойства плазмид. Рестрикция и модификация чужеродной ДНК. Методы генной инженерии.

Генетическая рекомбинация у эукариотических микроорганизмов. Методы селекции микроорганизмов. Применение молекулярно-генетических методов для индикации микробов и диагностики инфекций (ПЦР, методы гибридизации нуклеиновых кислот, зонды и др.). Достижения и перспективы генной инженерии.

6. Экология и биогеохимия микроорганизмов

Геохимическая деятельность микроорганизмов. Роль микроорганизмов в формировании и развитии биосферы, участие в биогеохимических циклах химических элементов, синтезе и трансформации веществ, поддержании планетарного баланса. Микробиологические аспекты охраны окружающей среды.

Биосферная микробиология, в том числе почвенная микробиология, микробиология водных экосистем, подземной биосферы, горных пород, атмосферы. Экстремофильные микроорганизмы (термо-, гало-, ацидо-, алкалофильные). Экзобиология.

Микробиоценозы. Симбиоз, комменсализм, нейтрализм, конкуренция, паразитизм, хищничество. Межмикробные взаимодействия, синтрофные ассоциации. Эндо- и эктосимбионты растений и животных. Микробно-растительные взаимодействия. Лишайники. Микориза. Структура микробных сообществ. Геномный и метагеномный анализ микроорганизмов и их сообществ.

Симбиотические микробные сообщества, микробиота человека и животных. Функции микробиоты, колонизационная резистентность микробиоты человека. Дисбиоз. Понятия о пробиотиках, пребиотиках и симбиотиках. Болезни человека, животных, растений, вызываемые микроорганизмами. Факторы патогенности микроорганизмов, токсины.

Санитарная микробиология. Микробиологические показатели качества почвы, воды, воздуха, объектов внешней среды.

7. Микробная биотехнология

Биотехнология как междисциплинарная область научно-технического прогресса. Роль микроорганизмов в виноделии, хлебопечении, производстве молочных продуктов. Продукция биологически активных веществ микроорганизмами. Микробиологическое получение этанола, глицерина, ацетона, бутанола, органических кислот, полисахаридов, аминокислот, гормонов, вакцин, антибиотиков, инсулина, иммуномодуляторов, энтомопатогенных препаратов и др. Методы получения и контроля штаммов-продуцентов биологически активных веществ. Методы очистки продуктов.

Иммобилизованные биокатализаторы. Промышленные и лабораторные биореакторы. Основные виды сырья.

Биогеотехнология. Роль микроорганизмов в получении металлов, повышении нефтеотдачи пластов, снижении метаноопасности угольных пластов. Микробная биоремедиация. Микробиологическая трансформация нефти и нефтепродуктов. Углевородородокисляющие микроорганизмы и их значение для рекультивации нефтезагрязненных почв и водоемов. Биodeградация пестицидов. Антропогенные микробные сообщества, микрофлора очистных сооружений и биореакторов.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Брюханов, А. Л. Молекулярная микробиология: учебник для вузов / А. Л. Брюханов, К. В. Рыбак, А. И. Нетрусов. - М.: Издательство Московского университета, 2012. - 477 с.
2. Гордеева, Л. А. Методы получения промышленных штаммов микроорганизмов: учебное пособие / Гордеева Л. А., Милентьева И. С., Величкович Н. С. - Кемерово: КемГУ, 2020. - 90 с.
3. Емцев, В.Т. Микробиология: учебник для бакалавров / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. - М.: Юрайт, 2012. - 445 с.
4. Кисленко, В. Н. Микробиология : учебник / В. Н. Кисленко, М. Ш. Азаев. - М.: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. - 272 с.
5. Ксенофонтов, Б. С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии: учебное пособие. - М.: Издательский Дом "ФОРУМ", 2022. - 221 с.
6. Мудрецова-Висс, К. А. Основы микробиологии: учебник / К. А. Мудрецова-Висс, В. П. Дедюхина. - 5, испр. и доп. - Москва: Издательский Дом "ФОРУМ", 2020. - 384 с.
7. Нетрусов, А. И. Микробиология: учебник для студ. вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М.: Академия, 2012. - 379 с.
8. Нетрусов, А. И. Введение в биотехнологию : учебник для студентов вузов. - Москва : Академия, 2014. - 281 с.
9. Прудникова, С. В. Микробиология : учебное пособие / С. В. Прудникова, Е. Н. Афанасова, Н. И. Сарматова. - Красноярск : СФУ, 2021. - 120 с.
10. Рубина, Е. А. Микробиология, физиология питания, санитария : учебное пособие. - 2, испр. и доп. - М.: Издательство "ФОРУМ", 2020. - 240 с.

Дополнительная литература

1. Алешукина А. В. Медицинская микробиология: учебное пособие / А. В. Алешукина. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. - 473 с.
2. Борисов Л. Б. Медицинская микробиология, вирусология, иммунология: учебник для вузов / Л. Б. Борисов. - 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Медицинское информационное агентство, 2005. - 734 с.

3. Воробьев А. А. Медицинская и санитарная микробиология: учебное пособие / А. А. Воробьев, Ю. С. Кривошеин, В. П. Ширококов . – М.: Академия, 2003 . - 462 с.
4. Воробьева, Л. И. Археи: учебное пособие для вузов. - Москва: Академкнига, 2007. - 447 с.
5. Гусев, М. В. Микробиология: учебник для студентов вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М.: Академия, 2010. - 462 с.
6. Дерябин Д. Г. Функциональная морфология клетки: учебное пособие: / Д. Г. Дерябин. – М.: Книжный дом "Университет", 2005 . - 317 с.
7. Заварзин Г. А. Лекции по природоведческой микробиологии. – М.: Наука, 2003 . - 348 с.
8. Заварзин Г. А. Введение в природоведческую микробиологию: учебное пособие / Г. А. Заварзин, Н. Н. Колотилова. – М.: Книжный дом "Университет", 2001 . - 255 с
9. Поздеев О. К. Медицинская микробиология: учебник для медицинских вузов / О. К. Поздеев; под ред. В. И. Покровский. – М.: Гэотар-Медиа, 2002 . - 765 с.
10. Поздеев, О.К. Медицинская микробиология: учебное пособие / О. К. Поздеев; под ред. В. И. Покровский. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 765 с.