

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Биологический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»



Декан биологического факультета,
академик РАН

М.П. Кирпичников/

_____ 2022 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

(для осуществления приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре)

1.5.11. Микробиология

кафедра микробиологии биологического факультета МГУ

Программа рассмотрена и одобрена
Ученым советом факультета
(протокол № 6 от 26 мая 2022 г.)

Москва - 2022

I. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Настоящая программа предназначена для организации приема вступительного экзамена в аспирантуру по микробиологии и содержит основные темы и вопросы к экзамену, список основной и дополнительной литературы и критерии оценивания. (все темы и вопросы должны быть не выше ФГОС ВО магистратуры и специалитета)

II. ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ И ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микроорганизмов в природных процессах, в хозяйственной деятельности человека и здравоохранении.

Возникновение и развитие микробиологии

Открытие микроорганизмов А.ван Левенгуком. Роль Л.Пастера в формировании экспериментальной микробиологии. Значение работ Р.Коха, С.Н.Виноградского, Д.И.Ивановского, И.И.Мечникова, М.Бейеринка, А.Клюйвера, А.Флеминга.

Развитие отечественной микробиологии. Главные направления развития современной микробиологии. Основные методы микробиологических исследований.

Систематика микроорганизмов

Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы; сходство и основные различия. Вирусы, отличия от клеточных форм жизни. Принципы классификации прокариотных микроорганизмов. Правила номенклатуры и идентификации. Прокариоты: характеристика отдельных групп бактерий и архей. Эукариоты: краткая характеристика грибов, водорослей, простейших.

Морфология, строение и развитие

Микроскопические методы изучения микроорганизмов. Разновидности световой микроскопии. Исследования живых и фиксированных объектов. Использование электронной микроскопии. Одноклеточные прокариоты, размеры и морфология. Многоклеточные формы прокариот. Строение, химический состав и функции отдельных компонентов клеток. Слизистые слои, S-слои, капсулы и чехлы. Клеточные стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий; L-формы и микоплазмы. Жгутики, расположение, организация, механизм движения. Движения скользящих форм. Реакции таксиса. Пили, их значение. Клеточная мембрана и внутриклеточные мембранные структуры. Ядерный аппарат, состав, организация и репликация. Рибосомы. Газовые вакуоли и другие органеллы бактерий; их значение. Запасные вещества и другие внутриклеточные включения. Способы размножения. Дифференцировка. Эндоспоры и другие покоящиеся формы. Особенности состава и организации архей, наноархей. Эукариоты: морфология дрожжей, мицелиальных грибов, микроформ водорослей,

простейших. Химический состав и функции отдельных компонентов клетки. Циклы развития и размножение.

Культивирование и рост микроорганизмов

Культивирование: накопительные культуры и принцип селективности; чистые культуры микроорганизмов, методы получения и значение. Основные типы сред, используемые для культивирования микроорганизмов (по составу и физическому состоянию). Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов, техника Хангейта. Поверхностное и глубинное выращивание. Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Сбалансированный и несбалансированный рост: возможные причины несбалансированного роста. Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании: кривая роста, особенности отдельных фаз. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании: математическое выражение роста культур в непрерывных условиях. Значения непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и для их практического использования. Синхронные культуры, способы получения и значение.

Действие физических и химических факторов на микроорганизмы

Радиация, характер ее действия на микроорганизмы. Устойчивость микроорганизмов к ультрафиолетовым лучам и ионизирующему излучению. Фотореактивация и темновая репарация. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Психрофилы, мезофилы и термофилы: механизмы адаптации к экстремальным температурам. Влияние гидростатического давления: барофилы. Рост микроорганизмов в зависимости от активности воды (a_w). Устойчивость микроорганизмов к высушиванию. Лиофилизация. Осмотическое давление: особенности осмофилов. Галофилы. Способы осморегуляции у разных микроорганизмов, совместимые растворители (осмолитики). Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы (облигатные и факультативные); аэротолерантные анаэробы и микроаэрофилы. Возможные механизмы действия кислородного стресса на микроорганизмы. Значение pH среды для роста микроорганизмов: ацидофилы, нейтрофилы и алкалофилы. Понятия «питательные» и «антимикробные» вещества: природа антимикробных веществ и области их применения. Антибиотики. Мутагены, механизмы устойчивости к ним.

Питание

Основные биоэлементы и микроэлементы. Типы питания микроорганизмов: фототрофия и хемотрофия, автотрофия и гетеротрофия; литотрофия и органотрофия. Сапрофиты и паразиты, прототрофы и ауксотрофы. Ростовые вещества. Поглощение разных веществ клетками: диффузия и транспорт. Использование микроорганизмами высокомолекулярных соединений и веществ, нерастворимых в воде. Эндо- и экзоцитоз у эукариот. Соединения углерода и азота, используемые микроорганизмами. Азотфиксация. Способность микроорганизмов использовать разные соединения серы и фосфора. Потребность в железе, магнии и других элементах.

Метаболизм

Энергетические процессы. Способы обеспечения энергией: фотосинтез и хемосинтез. Экзогенные и эндогенные окисляемые субстраты. Переносчики электронов и электронтранспортные системы; их особенности у разных микроорганизмов. Роль АТФ и способы ее образования. Определение понятия "брожение". Пути сбраживания углеводов и других органических соединений. Молочнокислородное гомо- и гетероферментативное брожение, пропионовокислородное, маслянокислородное, ацетонобутиловое, спиртовое и другие брожения. Характеристика микроорганизмов, вызывающих разные брожения.

Формы участия молекулярного кислорода в окислении разных субстратов. Полное и неполные окисления. Роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла в метаболизме органических соединений.

Краткая характеристика важнейших микроорганизмов, участвующих в аэробном окислении белков (аммонификация), углеводов, углеводородов и других многоуглеродных веществ. Микроорганизмы-метилотрофы, окисляющие метан, метанол и другие одноуглеродные соединения. Светящиеся бактерии; механизм свечения.

Окисление неорганических соединений. Группы хемолитотрофных бактерий и осуществляемые ими процессы.

Определение понятия "анаэробное дыхание". Доноры и акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании. Микроорганизмы, восстанавливающие нитраты и другие соединения азота. Диссимиляционная нитратредукция и денитрификация. Сульфатвосстанавливающие и серовосстанавливающие бактерии. Диссимиляционная сульфатредукция. Метанообразующие бактерии; их особенности. Образование метана из углекислоты и других соединений. Ацетогенные бактерии, использующие углекислоту как акцептор электронов. Путь Вуда-Льюнга синтез ацетата.

Использование световой энергии (фотосинтез). Фототрофные прокариотные и эукариотные микроорганизмы. Состав, организация и функции их фотосинтезирующего аппарата. Фотосинтез с выделением и без выделения молекулярного кислорода. Использование световой энергии галобактериями.

Биосинтетические процессы: 5 путей ассимиляции углекислоты автотрофами, гетеротрофная фиксация CO_2 . Ассимиляция формальдегида метилотрофами. Использование C_1 соединений и других органических веществ. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта в биосинтетических процессах.

Усвоение соединений азота. Ассимиляционная нитратредукция. Фиксация молекулярного азота свободноживущими и симбиотическими азотфиксаторами. Пути ассимиляции аммония. Ассимиляционная сульфатредукция.

Синтез основных биополимеров: нуклеиновых кислот, белков, липидов, углеводов. Биосинтез порфириновых соединений и других важнейших компонентов клеток (общее представление). Вторичные метаболиты.

Биохимические основы и уровни регуляции метаболизма. Регуляция синтеза ферментов. Конститутивные и индуцибельные ферменты. Индукция и репрессия. Катаболическая репрессия, регуляция активности ферментов. Аллостерические ферменты и эффекторы. Ковалентная модификация ферментов. Аденилатный контроль и энергетический заряд клетки.

Наследственность и изменчивость

Наследственная и ненаследственная изменчивость. Мутационная природа изменчивости. Частота мутантов и типы мутаций. Спонтанный и индуцированный (радиационный и химический) мутагенез. Популяционная изменчивость. Селекция различных мутантов. Применение мутантов микроорганизмов в научных исследованиях и в практических целях. Рекомбинация у прокариот: трансформация, трансдукция, конъюгация. Рекомбинация и генетический анализ у фагов. Плазмиды. Понятие о транспозонах. Использование вирусов и плазмид в генетической инженерии. Рекомбинация у эукариот. Половой и парасексуальный процессы. Цитоплазматическая наследственность.

Микроорганизмы в природе (экофизиологическая микробиология)

Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах. Взаимосвязь циклов. Роль физиологических групп микроорганизмов в катализе этапов циклов. Ведущая роль цикла углерода. Продукция и деструкция в цикле органического углерода. Связь с циклом неорганического углерода. Связь с циклом кислорода. Цикл азота и специфические группы организмов, участвующие в нем. Цикл серы: серобактерии и сульфидогены. Цикл железа. Самоочищение водотоков. Очистные сооружения и микробные сообщества в них. Морская микробиология. Сообщества микроорганизмов. Трофические связи в сообществах. Анаэробное сообщество как модель трофических связей. Межвидовой перенос водорода. Синтрофия. Первичные анаэробы. Вторичные анаэробы. Экология микроорганизмов. Формирование состава атмосферы. Парниковые газы. Метаногенез. Бактериальный газовый фильтр. Водная микробиология. Озеро как модель водной экосистемы. Циклы веществ в водоемах. Геологическая микробиология. Роль микроорганизмов в выщелачивании пород и формировании коры выветривания. Роль микроорганизмов в формировании состава природных вод. Цикл кальция и карбонатов. Рудообразование. Почвенная микробиология. Структура почвы и характерные условия обитания микроорганизмов в почве. Влажность и почвенный воздух. Связь микроорганизмов с растениями. Ризосфера. Роль мицелиальных организмов в почве. Микориза. Гумусообразование. Роль микроорганизмов в формировании характерных типов почв. Самоочищение почвы. Палеобактериология и эволюция биосферы в докембрии. Реликтовые сообщества. Филогения микроорганизмов, основанная на изучении последовательностей 16S рРНК. Симбиогенез.

Микроорганизмы в хозяйственной деятельности человека и медицине

Использование микроорганизмов для получения пищевых и кормовых продуктов, химических реактивов и лекарственных препаратов. Применение в сельском хозяйстве, при выщелачивании металлов из руд, очистке стоков и получении возобновляемых топлив.

III. РЕФЕРАТ ПО ИЗБРАННОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПОДГОТОВКИ

Реферат по избранной специальности подготовки представляет собой обзор литературы по теме будущего научного исследования и позволяет понять основные задачи и перспективы развития темы будущей диссертационной работы. Реферат включает титульный лист, содержательную часть, выводы и список литературных источников. Объем реферата 10-15 страниц машинописного текста. В отзыве к реферату предполагаемый научный руководитель дает характеристику работы и рекомендуемую оценку, входящую в общий экзаменационный балл.

IV. ПРИМЕРЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ

Билет №1

Вопрос 1. Клеточные стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий; L-формы и микоплазмы. Жгутики, расположение, организация, механизм движения. Движения скользящих форм.

Вопрос 2. Окисление неорганических соединений. Группы хемолитотрофных бактерий и осуществляемые ими процессы.

Вопрос 3. Содержание реферата по теме диссертационного исследования (с приложением реферата и отзыва на реферат с отметкой предполагаемого научного руководителя).

Билет №2

Вопрос 1. Пути сбраживания углеводов и других органических соединений. Молочнокислое гомо- и гетероферментативное брожение, пропионовокислое, маслянокислое, ацетонобутиловое, спиртовое и другие брожения. Характеристика микроорганизмов, вызывающих разные брожения.

Вопрос 2. Роль физиологических групп микроорганизмов в катализе этапов циклов. Ведущая роль цикла углерода. Продукция и деструкция в цикле органического углерода. Связь с циклом неорганического углерода. Связь с циклом кислорода.

Вопрос 3. Содержание реферата по теме диссертационного исследования (с приложением реферата и отзыва на реферат с отметкой предполагаемого научного руководителя).

V. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ОСНОВНАЯ

Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. В 2 ч., М.: издательство Юрайт, 2019.

Ленгелер Й. и др. (ред). Современная микробиология, в 2-х т. М., «Мир», 2005.

2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках. М., изд-во Моск. ун-та, 2004.

Нетрусов А.И. (ред.). Практикум по микробиологии. М., «Академия», 2005.

Нетрусов А.И. (ред.). Экология микроорганизмов. М., издательство Юрайт, 2017.

V. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень знаний поступающих в аспирантуру МГУ оценивается по десятибалльной шкале. При отсутствии поступающего на вступительном экзамене в качестве оценки проставляется неявка. Результаты сдачи вступительных экзаменов сообщаются поступающим в течение трех дней со дня экзамена путем их размещения на сайте и информационном стенде структурного подразделения. Вступительное испытание считается пройденным, если абитуриент получил семь баллов и выше.

VI. АВТОРЫ

1. Нетрусов Александр Иванович, д.б.н., профессор кафедры микробиологии