

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)

1.5.22. Клеточная биология

кафедра биоинженерии биологического факультета МГУ

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

I. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Настоящая программа предназначена для организации приема вступительного экзамена в аспирантуру по клеточной биологии, цитологии, гистологии 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

1. ЦИТОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Предмет и задачи цитологии микроорганизмов. Объекты цитологии микроорганизмов – прокариоты (бактерии и археи), эукариотные микроорганизмы (микроводоросли, грибы простейшие).

2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЕТОК

Исследование клеток микроорганизмов на разных уровнях организации – от макромолекулярных комплексов до клеток, взаимодействующих между собой в составе популяций. Использование данных молекулярно-биологических, генетических, биохимических и физиологических исследований для интерпретации результатов, полученных методами микроскопии.

Прижизненное наблюдение клеток (исследование с помощью препаратов «раздавленная капля», метод тёмного поля, фазовоконтрастная микроскопия). Принципы прижизненного окрашивания.

Флюоресцентная микроскопия. Принципы действия и возможности использования конфокального сканирующего лазерного микроскопа и сканирующих микроскопов с остриями-зондами (туннельного и атомно-силового).

Изучение фиксированных клеток. Понятие о фиксации. Выбор адекватного метода фиксации. Методы окрашивания фиксированных объектов. Окраска по Граму.

Метод иммунофлуоресценции. Применение генноинженерных конструкций для индикации работы генов по флюоресцирующему продукту.

Методы электронной микроскопии с использованием микроскопов просвечивающего, сканирующего и атомно-силового типов, специфика их применения, преимущества и недостатки. Негативное контрастирование.

Методические принципы ультраструктурной цитохимии, иммуноцитохимии и автордиографии. Морфометрия. Конфокальная лазерная микроскопия.

3. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КЛЕТОК МИКРООРГАНИЗМОВ

Общие принципы и различия организации клеток прокариот и эукариот. Особенности организации клеточных органелл микроскопических эукариот; клеточные стенки грибов и одноклеточных водорослей; хлоропласты одноклеточных водорослей.

Размеры клеток прокариот. Принципиальные структурные различия грамположительных и грамотрицательных бактерий и архей.

Морфологическое разнообразие прокариот. Сравнительная морфология грамположительных и грамотрицательных бактерий, микоплазм и архей. Одноклеточные и многоклеточные формы.

Поверхностные структуры прокариот. Особенности химического состава и макромолекулярной организации. Липополисахариды и клеточная диссоциация в бактериальных популяциях. Роль наружной мембраны в межклеточных взаимодействиях.

Пептидогликановый слой. Его роль и значение как особого полифункционального компартмента бактериальной клетки.

Особенности организации клеточной стенки грамположительных бактерий. Пептидогликан грамположительных бактерий. Тейхоевые кислоты и их функциональное значение.

Слизистые поверхностные структуры: капсулы, чехлы. Химическая природа и связанные с ней свойства. Функции слизистых поверхностных структур. Экзополисахариды. Значение слизистых поверхностных структур во взаимодействии клеток прокариот между собой и с внешними факторами. Межклеточный матрикс.

Пили (фимбрии); типы, строение и разнообразие функций. Бактериальные лектины. Строение, локализация и функция жгутиков бактерий. Принципиальные различия в строении жгутиков бактерий и эукариот. Понятие о хемо-, фото- и магнитотаксисе.

Цитоплазматическая мембрана, особенности ее состава, структуры и функции у бактерий по сравнению с этой органеллой у эукариот; сравнение с наружной мембраной клеточной стенки грамотрицательных бактерий. Структурное взаимодействие между наружной и цитоплазматической мембраной. Мембраны архей.

Внутрицитоплазматические мембранные структуры бактерий. Сравнение организации тилакоидов цианобактерий и хлоропластов. Цитоплазма прокариотной клетки. Цитозоль. Рибосомы бактерий и архей. Различия рибосом про- и эукариот. Внутрицитоплазматические включения запасных веществ: полифосфаты, гликоген, поли- β -гидроксибутират, белковые кристаллы, элементарная сера, цианофициновые гранулы. Строение и

функции газовых вакуолей, магнитосом и карбоксисом. Нуклеоид. Гистоноподобные белки бактерий и архей. Связь нуклеоида с цитоплазматической мембраной.

Понятие о клеточной дифференцировке бактерий. Основные типы покоящихся клеток бактерий: эндоспоры, экзоспоры, цисты, акинеты. Гетероцисты цианобактерий.

4. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Традиционные микробиологические объекты – прокариоты и микроскопические эукариоты и нетрадиционные микробиологические объекты - культивируемые *in vitro* клетки растений и животных; значение исследования их биологии для определения межорганизменных взаимодействий.

Общность алгоритма экспериментального изучения биологии микроорганизмов и культивируемых *in vitro* клеток растений и животных. Особенности питательных сред для культивирования клеток высших растений и животных, методы асептики эксплантов, физические факторы культивирования.

Сходство и различия в культивировании растительных клеток и культур микроорганизмов. Чистые, совместные и смешанные культуры. Ограничения метода чистой культуры в изоляции микроорганизмов из природных сред и их идентификации. Проблемы контаминации культур клеток растений и животных микоплазмами и вирусами. Методы выявления микоплазм в культурах клеток растений и животных.

Основные фазы роста популяций микроскопических объектов в жидкой питательной среде. Количественные характеристики роста. Влияние факторов культивирования на ростовые характеристики. Режимы культивирования. Коллекции культур.

Различия в физиологии микро – и макроорганизмов. Развитие представлений о трофии микроорганизмов. Ассимиляционная сила как материальная основа физиологических процессов. Получение и использование ассимиляционной силы. Пространственная организация структур, осуществляющих эти процессы.

5. КЛЕТОЧНАЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВКА БАКТЕРИЙ

Клеточная дифференцировка: определение и применимость понятия к одноклеточным и квазимногоклеточным прокариотам.

Тотипотентность, полипотентность. Перманентный, транзитный и терминальный типы клеток; примеры и краткая характеристика, возможность редифференцировки.

6. ПОПУЛЯЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ МИКРООРГАНИЗМОВ

Прокариотный тип клеточной организации – ограничение к формированию истинно многоклеточных организмов.

Сравнение структуры и закономерностей развития бактериальных популяций и многоклеточных организмов животных и растений. Изучение свойств развивающихся популяций микроорганизмов как структурно и функционально целостных, саморегулирующихся систем. Популяция как форма существования вида; горизонтальный перенос генов - фактор, расширяющий возможности существования вида.

Клеточная гетерогенность как свойство развивающейся популяции микроорганизмов. Генетическая гетерогенность клеток в популяции микроорганизмов и культивируемых клеток растений и животных. Клеточная диссоциация. Понятие о фенотипической пластичности прокариот. Соотношение понятий «фенотипическая пластичность» и «адаптивные модификации». Уровни проявления фенотипической пластичности; пластичность метаболизма; ультраструктурная пластичность.

Структура популяций микроорганизмов. Основные типы специализированных клеток бактерий. Клеточный гетероморфизм (в том числе клеточная дифференцировка и L-трансформация) как механизм адаптации бактериальных популяций. Межклеточной сигнализации в бактериальных популяциях; авторегуляторные факторы; quorum-sensing регуляция. Роль двухкомпонентных регуляторных систем в адаптивных реакциях бактерий.

Развитие представлений о сообществах микроорганизмов и их разнообразии. Соотношение понятий сообщество, консорциум, ассоциация, смешанная культура. Физиологическая полифункциональность микроорганизмов в сообществах. Роль кооперативной деятельности сообществ микроорганизмов различных функциональных групп в становлении современной биосферы. Типы бактериальных сообществ. Представление о гомологичных и гетерологичных сообществах микроорганизмов.

Коммуникация как общебиологический феномен. Различие между коммуникацией и управляющим воздействием. Quorum sensing регуляция. Примеры процессов, регулируемых по механизму quorum sensing. Quorum sensing у грамположительных бактерий: пептидные феромоны. Взаимодействие quorum sensing-систем бактерий с эукариотическими организмами: эффекты quorum sensing-феромонов на эукариоты, выработка эукариотами факторов, стимулирующих или ингибирующих quorum sensing-системы бактерий.

7. ФОТОБИОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Основы представлений о взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Возбужденные состояния молекул, пути их образования и дезактивации, кинетика фотохимических реакций. Поглощение света, флуоресценция, фосфоресценция и методы их измерения. Фотометрия, актинометрия и единицы измерений световых потоков. Понятие о квантовом выходе фотопроцессов.

Типы фотобиологических процессов и реакций. Функционально-физиологические реакции: энергетические (фотосинтез), информационные (фототаксис, фототропизм, фотокинез, фотопериодизм) и биосинтетические. Деструктивно-модифицирующие реакции (летальные и патофизиологические эффекты, мутагенез). Фотопецепторы.

Основы и особенности действия излучений в ультрафиолетовой (УФ), видимой и инфракрасной областях спектра на организмы. Дозиметрия УФ излучения, актинометрия. Спектр солнечного излучения.

Основные биологически важные хромофоры и флуорофоры (азотистые основания, нуклеиновые кислоты, циклические аминокислоты, белки, полиены, фенолы, флавины и т.д.) пигменты, их строение и особенности спектроскопии. Пигменты, участвующие в поглощении фотосинтетически активной радиации и фотосинтезе, и их особенности у различных групп микроорганизмов и высших растений. Связь с особенностями среды обитания. Адаптация пигментного аппарата к действию излучений в видимой и УФ частях спектра. Хроматические адаптации.

Особенности действия различных диапазонов УФ излучения, повреждающие эффекты, фотоинактивация. Действие УФ на нуклеиновые кислоты и белки. Фоторепарация повреждений. Прямая и непрямая фотореактивация; темновая репарация. Фотолиазы.

Влияние света на развитие, свет как фактор морфогенеза. Фитохромы. Фототаксис, фототропизм и фотокинез; примеры. Фоторецепторы и механизмы трансдукции сигналов.

Фотодинамическое действие и его типы. Примеры фотосенсибилизаторов у микроорганизмов; их роль как фототоксинов.

Молекулярные механизмы адаптации фотосинтезирующих организмов к фотоокислительному стрессу. Механизмы детоксикации кислородных радикалов и синглетного кислорода. Пигменты растений и микроорганизмов, осуществляющие фотозащиту. Принципы защиты фотосинтетического аппарата от фотоокислительных повреждений. Фотоингибирование и роль виолаксантинового цикла в диссипации поглощенной энергии.

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. Традиционные микробиологические объекты – прокариоты и микроскопические эукариоты и нетрадиционные микробиологические объекты - культивируемые *in vitro* клетки растений и животных; значение исследования их биологии для определения межорганизменных взаимодействий.

Вопрос 2. Основные биологически важные хромофоры и флуорофоры (азотистые основания, нуклеиновые кислоты, циклические аминокислоты, белки, полиены, фенолы, флавины и т.д.) пигменты, их строение и особенности спектроскопии.

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

Билет №2

Вопрос 1. Поверхностные структуры прокариот. Особенности её химического состава и макромолекулярной организации. Функциональное значение уникальных компонентов наружной мембраны – липополисахарида и липопротеина. О-антигены.

Вопрос 2. Влияние света на развитие, свет как фактор морфогенеза. Фитохромы. Фототаксис, фототропизм и фотокинез; примеры.

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

1. Гусев М.В., Минеева Л.А. **Микробиология**. 4-8 издание. М.: Изд-во Моск. Ун-та. 2003-2008 гг..
2. Ленгелер Й., Древис Г., Шлегель Г. (ред.) **Современная микробиология. Прокариоты**. В 2-х томах. М.: Мир. 2005.
3. Пиневиц А.В. **Микробиология. Биология прокариотов: Учебник**. В 3 т. Т. 1. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та. 2006. 352 с.
4. Владимиров Ю.А., Потапенко А.Я. **Физико-химические основы фотобиологических процессов**. М.: «Дрофа». 2006. 288 с.
5. Бухарин О.В., Гинцбург А.Л., Романова Ю.М., Эль-Регистан Г.И. **Механизмы выживания бактерий**. М.: Медицина. 2005. 367 с.
6. Иванов В.Н., Угодчиков Г.А. **Клеточный цикл микроорганизмов и гетерогенность их популяций**. Киев. Наук. думка. 1984. 280 с.
7. Добровольская Т.Г. **Структура бактериальных сообществ почв**. М.: ИКЦ «Академкнига». 2002. 282 с.
8. **Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями**. (Отв.ред. В.В. Игнатов) Ин-т биохимии и физиологии растений и микроорганизмов. М.: Наука. 2005. 262 с.
9. **Биотехнология. Учеб. пособие для вузов**. В 8 кн. (Под ред. Н.С.Егорова, В.Д. Самуилова). Кн. 3: **Клеточная инженерия**. Р.Г. Бутенко, М.В. Гусев, А.Ф. Киркин, Т.Г. Корженевская, Е.Н. Маркарова. М: Высш. шк. 1987. 127 с.
10. Бутенко Р. Г. **Биология клеток высших растений in vitro и биотехнологии на их основе**. М.: Товарищество «МКМ». 1999.
11. Ермилова Е.В.. **Молекулярные адаптации прокариот**. Химиздат:СПб. 2012. 342 с.

2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Прозоровский С.В., Кац Л.Н., Каган Г.Я. **L-формы бактерий (механизм образования, структура, роль в патологии)**. М.: Медицина. 1981. 240 с.
2. Рошупкин Д.И., Артюхов В.Г. **Основы фотобиофизики**. Воронеж.: ВГУ. 1997

VI. 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.

VII. АВТОРЫ

1. Лобакова Елена Сергеевна, д.б.н., профессор кафедры биоинженерии;
2. Соловченко Алексей Евгеньевич, д.б.н., профессор кафедры биоинженерии.