

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»  
(ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Академии биологии  
и биотехнологии им. Д.И. Ивановского  
Казеев К.Ш.  
«29» сентября 2022 года



## **ПРОГРАММА-МИНИМУМ**

кандидатского экзамена по  
специальности

**1.5.11 Микробиология**

Ростов-на-Дону 2023

**Составитель:**

Полякова Анна Владимировна, к.б.н., доц.

Вечканов Е.М., к.б.н., доц.

Программа одобрена на заседании кафедры биохимии и микробиологии  
«29» августа 2022 г., протокол № 1

## **1. Возникновение и развитие микробиологии**

Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микроорганизмов в природных процессах, в народном хозяйстве и здравоохранении.

История микробиологии. Открытие микроорганизмов. Значение работ Л. Пастера, Р. Коха, С.Н. Виноградского, Д.И. Ивановского, М. Бейеринка, А. Клейвера, А. Флеминга. Развитие отечественной микробиологии. Главные направления развития современной микробиологии.

## **2. Основные методы микробиологических исследований.**

Спектрофотометрические методы. Красители и индикаторы. Микроскопические методы. Эпифлуоресцентная, лазерная интерференционная и конфокальная микроскопия. Электронная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Молекулярно-генетические методы. Олигонуклеотидные флуоресцентные зонды (FISH). Полимеразная цепная реакция. Физико-химические методы: инфракрасная микроскопия, масс-спектрометрический анализ – метод матрично-активированной лазерной десорбции/ионизации (MALDI).

## **3. Систематика микроорганизмов**

Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, сходство и основные различия. Принципы классификации прокариотных и эукариотных микроорганизмов. Правила номенклатуры. Методы классификации на основе определения последовательности 16S р РНК и ДНК-ДНК гибридизации. Применение нуклеиновых микрочипов для систематики микроорганизмов.

Положение бактерий в общей системе царств живой природы. Методология и основные направления систематики бактерий. Современные подходы (фенотипическая, молекулярно-биологическая, консенсусная). Таксономические категории. Основные домены и филумы прокариот. Филумы архей. Основные филумы бактерий. Некультивируемые формы. Определители и пособия для идентификации прокариот.

## **4. Морфология, строение и развитие**

Микроскопические методы изучения микроорганизмов. Исследования живых и фиксированных объектов. Прокариотные микроорганизмы. Одноклеточные, многоклеточные бактерии, размеры и морфология бактерий. Строение, химический состав и функции отдельных компонентов клеток. Слизистые слои, S-слои, капсулы и чехлы. Строение клеточных стенок грамположительных и грамотрицательных бактерий. L-формы и микоплазмы. Жгутики и пили, расположение, организация, механизм

действия. Движения скользящих форм. Реакции таксиса. Клеточная мембрана и внутриклеточные мембранные структуры. Ядерный аппарат, рибосомы. Газовые вакуоли, запасные вещества и другие внутриклеточные включения. Способы размножения, дифференцировка, эндоспоры и другие покоящиеся и некультивируемые формы. Ультрамелкие и фильтрующиеся формы бактерий и архей. Особенности состава и организация клеток архей.

## **5. Культивирование и рост**

Накопительные и чистые культуры. Основные типы сред. Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов, метод Хангейта. Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Сбалансированный и несбалансированный рост. Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Кривая роста. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Синхронные культуры, способы получения и значение.

## **6. Действие физических и химических факторов**

Радиация, характер ее действия на микроорганизмы. Фотореактивация и темновая репарация. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Психрофилы, мезофилы и термофилы. Механизмы, позволяющие микробам жить при экстремальных температурах. Барофилы.

Устойчивость микроорганизмов к высушиванию. Рост микроорганизмов в зависимости от активности воды ( $a_w$ ). Особенности осмофилов и галофилов. Механизмы устойчивости к осмотическому стрессу.

Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы. Причины ингибирующего действия кислородного стресса на микроорганизмы. Активные формы кислорода. Механизмы устойчивости микроорганизмов к окислительному стрессу.

Ацидофилы, нейтрофилы и алкалофилы. Механизмы устойчивости.

Природа антимикробных веществ и области их применения. Мутагены, механизмы их действия и устойчивости к ним.

## **7. Питание микроорганизмов**

Основные биоэлементы и микроэлементы. Типы питания микроорганизмов. Фототрофия и хемотрофия, автотрофия и гетеротрофия. Сапротрофы и паразиты. Прототрофы и ауксотрофы. Ростовые вещества.

Диффузия и транспорт веществ в клетку. Использование микроорганизмами высокомолекулярных соединений и веществ, нерастворимых в воде. Эндо- и экзоцитоз у

эукариота. Соединения углерода и азота, используемые микроорганизмами. Азотфиксация. Способность микроорганизмов использовать разные соединения серы и фосфора. Потребность в железе, магнии и других элементах.

## **8. Метаболизм**

Энергетические процессы. Способы обеспечения энергией. Фотосинтез и хемосинтез. Переносчики электронов и электронтранспортные системы, их особенности у разных микроорганизмов. Молочнокислородное гомо- и гетеро- ферментативное брожение, пропионовокислородное, маслянокислородное, ацетонбутиловое, спиртовое и другие брожения. Формы участия молекулярного кислорода в окислении разных субстратов. Полное и неполное окисление. Роль цикла трикарбонных кислот и пентозофосфатного окислительного цикла. Краткая характеристика важнейших микроорганизмов, участвующих в аэробном окислении белков, углеводов, углеводородов и других углеродсодержащих веществ. Микроорганизмы - метилотрофы. Светящиеся бактерии. Окисление неорганических соединений: группы хемолитотрофных бактерий и осуществляемые ими процессы. Анаэробные дыхания. Доноры и акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании. Диссимиляционная нитратредукция и денитрификация. Сульфат- и сера-редукторы. Метаногены, их особенности. Ацетогены. Путь Вуда- Льюнгдала. Фототрофные прокариотные и эукариотные микроорганизмы. Состав, организация и функции их фотосинтезирующего аппарата. Кислородный и бескислородный фотосинтез. Использование световой энергии галоархеями. Биосинтетические процессы, ассимиляция углекислоты. Рибулозобисфосфатный цикл, ассимиляция формальдегида метилотрофами. Значение цикла трикарбонных кислот и глиоксилатного шунта. Ассимиляционная нитратредукция, фиксация молекулярного азота. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Пути ассимиляции аммония. Ассимиляционная сульфатредукция. Синтез основных биополимеров, биосинтез порфириновых соединений, вторичные метаболиты.

Биохимические основы и уровни регуляции метаболизма, регуляция синтеза ферментов. Индукция и репрессия. Регуляция активности ферментов, аллостерические ферменты и эффекторы, ковалентная модификация ферментов, аденилатный контроль и энергетический заряд клетки.

## **9. Наследственность и изменчивость**

Наследственная и ненаследственная изменчивость, мутационная природа изменчивости. Частота мутантов и типы мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Популяционная изменчивость, селекция различных мутантов. Применение

мутантов микроорганизмов. Трансформация, трансдукция, конъюгация, рекомбинация и генетический анализ у фагов. Плазмиды, транспозоны, использование вирусов и плазмид в генетической инженерии. Рекомбинация эукариот, половой и парасексуальный процессы.

## **10. Микроорганизмы в природе**

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 и циклом кислорода. Цикл азота, группы организмов, участвующие в нем. Цикл серы: серобактерии и сульфидогены. Цикл железа. Самоочищение водотоков. Очистные сооружения и микробные сообщества в них.

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. 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.

Микроорганизмы и растения. Микроорганизмы ризосферы и ризопланы. Эпифитные микроорганизмы. Симбиотические взаимоотношения между микроорганизмами и растениями (клубеньковые и бобовые растения, разные типы микоризы). Фитопатогенные микроорганизмы. Взаимодействия микроорганизмов и почвенных животных (пристеночное и транзитное сообщество). Понятие о биологической активности почвы. Принципы строения и функционирования комплекса почвенных микроорганизмов. Микроразнообразие распределения бактерий в почве. Биопленки. Коммуникации между микроорганизмами в биопленках. Палеомикробиология и эволюция биосферы в докембрии, реликтовые сообщества. Эволюция прокариотной биосферы.

## **11. Микроорганизмы в хозяйственной деятельности 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 топлив.

### **Вопросы для кандидатского экзамена**

1. Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микроорганизмов в природных процессах, в народном хозяйстве и здравоохранении.
2. История микробиологии. Открытие микроорганизмов. Значение работ Л. Пастера, Р. Коха, М. Бейеринка, А. Клейбера, А. Флеминга.
3. Развитие отечественной микробиологии. Главные направления развития современной микробиологии. Основные методы микробиологических исследований.
4. Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, сходство и основные различия. Принципы классификации прокариотных и эукариотных микроорганизмов.
5. Правила номенклатуры и идентификации. Методы классификации на основе определения последовательности 16S р РНК и ДНК-ДНК гибридизации.
6. Микроскопические методы изучения микроорганизмов. Исследования живых и фиксированных объектов.
7. Прокариотные микроорганизмы. Одноклеточные бактерии, размеры и морфология бактерий.
8. Строение, химический состав и функции отдельных компонентов клеток. Слизистые слои, S-слои, капсулы и чехлы.
9. Строение клеточных стенок Грамположительных и Грамотрицательных бактерий. L-формы и микоплазмы.
10. Жгутики и пили, расположение, организация, механизм действия. Движения скользящих форм.
11. Реакции таксиса. Клеточная мембрана и внутриклеточные мембранные структуры.

12. Ядерный аппарат, рибосомы. Газовые вакуоли, запасные вещества и другие внутриклеточные включения.
13. Способы размножения, дифференцировка, эндоспоры и другие покоящиеся формы. Особенности состава и организация клеток архей.
14. Химический состав и функции отдельных компонентов клетки. Циклы развития и размножение.
15. Накопительные и чистые культуры. Основные типы сред. Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов, метод Хангейта.
16. Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Сбалансированный и несбалансированный рост.
17. Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент.
18. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Синхронные культуры, способы получения и значение.
19. Радиация, характер ее действия на микроорганизмы.
20. Фотореактивация и темновая репарация. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры.
21. Психрофилы, мезофилы и термофилы. Механизмы, позволяющие микробам жить при экстремальных температурах.
22. Барофилы. Устойчивость микроорганизмов к высушиванию. Рост микроорганизмов в зависимости от активности воды ( $a_w$ ). Особенности осмофилов и галофилов. Механизмы устойчивости к осмотическому стрессу.
23. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы. Возможные причины ингибирующего действия кислородного стресса на микроорганизмы.



24. Ацидозы, нейтрофилы и алкалифилы. Природа антимикробных веществ и области их применения.
25. Мутагены, механизмы их действия и устойчивости к ним.
26. Основные биоэлементы и микроэлементы, типы питания микроорганизмов.
27. Фототрофия и хемотрофия, автотрофия и гетеротрофия, литотрофия и органотрофия.
28. Сапрофиты и паразиты. Прототрофы и ауксотрофы. Ростовые вещества. Диффузия и транспорт.
29. Использование микроорганизмами высокомолекулярных соединений и веществ, нерастворимых в воде.
30. Эндо - и экзоцитоз у эукариот. Соединения углерода и азота, используемые микроорганизмами. Азотфиксация.
31. Способность микроорганизмов использовать разные соединения серы и фосфора. Потребность в железе, магнии и других элементах.
32. Энергетические процессы. Способы обеспечения энергией. Фотосинтез и хемосинтез.
33. Переносчики электронов и электронтранспортные системы, их способности у разных микроорганизмов.
34. Молочнокислое гомо - и гетероферментативное брожение, пропионовокислое, маслянокислое, ацетонбутиловое, спиртовое и другие брожения.
35. Формы участия молекулярного кислорода в окислении разных субстратов. Полное и неполное окисление.
36. Роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла. Краткая характеристика важнейших микроорганизмов, участвующих в аэробном окислении белков, углеводов, углеводородов и других многоуглеродных веществ.

37. Микроорганизмы - метилотрофы. Светящиеся бактерии. Окисление неорганических соединений: группы хемолитотрофных бактерий и осуществляемые ими процессы.
38. Анаэробные дыхания. Доноры и акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании.
39. Диссимиляционная нитратредукция и денитрификация. Сульфат - и серу-редукторы.
40. Метаногены, их особенности. Ацетогены. Путь Вуда-Льюнгдала.
41. Фототрофные прокариотные и эукариотные микроорганизмы. Состав, организация и функции их фотосинтезирующего аппарата. Фотосинтез с выделением и без выделения молекулярного кислорода.
42. Использование световой энергии галоархеями. Биосинтетические процессы, ассимиляция углекислоты.
43. Рибулозобисфосфатный цикл, ассимиляция формальдегида метилтрофами. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта.
44. Ассимиляционная нитратредукция, фиксация молекулярного азота. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Пути ассимиляции аммония. Ассимиляционная сульфатредукция.
45. Синтез основных биополимеров, биосинтез порфириновых соединений, вторичные метаболиты.
46. Биохимические основы и уровни регуляции метаболизма, регуляция синтеза ферментов.
47. Индукция и репрессия. Регуляция активности ферментов, аллостерические ферменты и эффекторы, ковалентная модификация ферментов, аденилатный контроль и энергетический заряд клетки.
48. Наследственная и ненаследственная изменчивость, мутационная природа изменчивости. Частота мутантов и типы мутаций.

49. Спонтанный и индуцированный мутагенезы. Популяционная изменчивость, селекция различных мутантов.
50. Применение мутантов микроорганизмов. Трансформация, трансдукция, конъюгация, рекомбинация и генетический анализ у фагов.
51. Плазмиды, транспозоны, использование вирусов и плазмид в генетической инженерии.
52. Рекомбинация у эукариот, половой и парасексуальный процессы, цитоплазматическая наследственность.
53. 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 и циклом кислорода.
54. Цикл азота, группы организмов, участвующие в нем.
55. Цикл серы: серобактерии и сульфидогены.
56. Цикл железа. Самоочищение водотоков. Очистные сооружения и микробные сообщества в них.
57. Анаэробное сообщество как модель трофических связей, межвидовой перенос водорода и формиата, синтрофия. Первичные анаэробы и вторичные анаэробы.
58. Экология микроорганизмов, формирование состава атмосферы. Парниковые газы, метаногенез, бактериальный газовый фильтр.
59. Водная микробиология, озеро как модель водной экосистемы. Циклы веществ в водоемах.
60. 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 топлив.

#### **Основная литература**

1. Современная микробиология. Прокариоты. (Том 1 и 2). Ленгеллер Й., Древис Г. и Шлегель Г. М. М.: Мир, 2005.
2. Пиневиц А.В. Микробиология. Биология прокариотов. Т. I. СПб: Изд-во СПбГУ, 2007. Т. II. СПб: Изд-во СПбГУ, 2008. Т. III. СПб: Изд-во СПбГУ, 2009.
3. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология. М.: ИЦ «Академия». 2006.
4. Брюханов А.Л., Рыбак К.В., Нетрусов А.И. Молекулярная микробиология. М.: Изд-во МГУ, 2011. 480 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Заварзин Г.А.. Лекции по природоведческой микробиологии. М: Изд-во «Наука», 2003.
2. Заварзин Г.А. Эволюция прокариотной биосферы. «Микробы в круговороте жизни». 120 лет спустя. Чтение им. С.Н. Виноградского. М.: МАКС Пресс. 2011. 144 с..
3. Каттер Э. и Сулаквелидзе А. (ред.) Бактериофаги. Биология и практическое применение. М. Научный мир, 2012.
4. Ботаника. Курс альгологии и микологии / Под ред. Ю.Т. Дьякова. М.: Изд-во МГУ, 2007. – 559 с.
5. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Изд-во МГУ, 2005. 445 с.
6. Нетрусов А.И., Бонч-Осмоловская Е.А., Горленко В.М. Экология микро-организмов. М.: «Академия», 2004. 272 с.
7. Умаров М.М., Кураков А.В., Степанов А.Л. Микробиологическая транс-формация азота в почвах. М.: Геос. 2007.
8. Чернов И.Ю. Дрожжи в природе. М.: ТНИ КМК. 2013. 336 с.
9. Бызов Б.А. Зоомикробные взаимодействия в почве. М.; Геос. 2005.
10. Степанов А.Л. Микробная трансформация парниковых газов в почвах. М.: Геос, 2011.- 287 с.
10. Почвы в биосфере и жизни человека: монография. Москва: ФГБОУ ВПО МГУЛ. 2012. – 584 с.