

Федеральное государственное учреждение науки  
**Лимнологический институт**  
**Сибирского отделения Российской академии наук**  
**(ЛИН СО РАН)**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ЛИН СО РАН,  
академик РАН

\_\_\_\_\_ М.А. Грачев  
« \_\_\_\_\_ » февраля 2013.

**ПРОГРАММА**  
**кандидатского экзамена**  
**по специальности 03.02.03 «Микробиология»**

(Основная программа и дополнительная программа)  
Код дисциплины по учебному плану **КЭ.А.03**

# **Часть 1. ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА ПРОГРАММА-МИНИМУМ**

кандидатского экзамена по специальности

**03.02.03 – «Микробиология»**

по биологическим и медицинским наукам

## **Введение**

Настоящая программа обобщает опыт мировой науки по изучению микроорганизмов из царств: протист, грибов, бактерий и вирусов, применительно к проблемам современной общей экологии, возобновляемых биологических ресурсов, сельскохозяйственного производства, животноводства и охраны здоровья человека.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии по биологическим наукам.

## **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. Основные методы микробиологических исследований.

## **2. Систематика микроорганизмов**

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

## **3. 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 Грам- положительных и Грам- отрицательных 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 формы. Особенности состава и организация клеток архей.

Эукариоты. Морфология дрожжей, мицелиальных грибов, микроформ водорослей, простейших. Химический состав и функции отдельных компонентов клетки. Циклы развития и размножение.

#### **4. 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. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Синхронные культуры, способы получения и значение.

#### **5. 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. Особенности осмофилов и галофилов. Механизмы устойчивости к осмотическому стрессу. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы. Возможные причины ингибирующего действия кислородного стресса на микроорганизмы. Ацидозы, нейтрофилы и алкалофилы. Природа антимикробных веществ и области их применения. Мутагены, механизмы их действия и устойчивости к ним.

#### **6. 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. 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.

#### **7. Метаболизм**

Энергетические процессы. Способы обеспечения энергией. Фотосинтез и хемосинтез. Переносчики электронов и электронтранспортные системы, их способности у разных микроорганизмов. Молочнокислое гомо- и гетероферментативное брожение, пропионовокислое, маслянокислое, ацетонбутиловое, спиртовое и другие брожения. Формы участия молекулярного кислорода в окислении разных субстратов. Полное и неполное окисление. Роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла. Краткая характеристика важнейших микроорганизмов, участвующих в аэробном окислении белков, углеводов, углеводородов и других многоуглеродных 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. Фотосинтез с выделением и без выделения молекулярного кислорода. Использование световой энергии галоархеями. Биосинтетические процессы, ассимиляция углекислоты. Рибулозобисфосфатный цикл, ассимиляция формальдегида метилтрофами. Значение цикла трикарбоновых 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.

## **8. Наследственность и изменчивость**

Наследственная и ненаследственная изменчивость, мутационная природа изменчивости. Частота мутантов и типы мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенезы. 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 у эукариот, половой и парасексуальный процессы, цитоплазматическая наследственность.

## **9. 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. Морская микробиология. Сообщества микроорганизмов, трофические связи в сообществах. Анаэробное сообщество как модель трофических связей, межвидовой перенос водорода и формиата, синтрофия. Первичные анаэробы и 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. 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 16 S рРНК, симбиогенез.

#### **10. 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.

#### **Основная литература**

- Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. – М.: Академия, 2003. – 464с.
- Стейниер Р., Эдельберг Э., Ингрэм Дж. Мир микробов. М.: Мир, 1979. т.1-3.
- Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1987 г., 563 с.
- Громов Б.Д., Павленко Г.В. Экология бактерий. Л.: ЛГУ, 1989 г., 246 с.
- Жизнь микробов в экстремальных условиях. Под ред. Брока Т. М.: Мир, 1982. 520с.
- Кондратьева Е.Н. Автотрофные прокариоты. М.: МГУ, 1996. 302с.
- Метаболизм микроорганизмов. Под ред. Егорова Н.С. М.: МГУ, 1986. 256с.
- Методы общей бактериологии. Под ред. Герхарда Ф. и др. М.: Мир, 1984 г., т.103.
- Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. М.: Мир, 1978. 331с.
- Промышленная микробиология. Под ред. Егорова Н.С. М.: Высшая школа, 1989. 686с.

## **Часть 2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

### **Молекулярная экология микроорганизмов**

- Генная инженерия (понятие, ферменты, используемые в генной инженерии, использование бактерий для генно-инженерных исследований).
- Теоретические основы полимеразной цепной реакции.
- Молекулярно-биологические методы в изучении состава микробных сообществ.
- Основные этапы работы по изучению генетического разнообразия микроорганизмов из микробных сообществ.
- Сравнительный и филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей.

### **Бактериальная метанотрофия**

- Распространение метанотрофов и таксономический состав метанооксиляющих сообществ.
- Роль метанотрофов в цикле метана.
- Таксономия метанотрофов (таксономические признаки, колонии и пигменты, ультратонкое строение клеток).
- Чистые культуры метанотрофов (выделение культур, поддержание и хранение).
- Метанотрофы как объект биотехнологии.

### **Санитарная микробиология**

- Методы санитарной микробиологии.
- Санитарно-показательные микроорганизмы.
- Санитарно-микробиологические исследования воды.
- Санитарно-микробиологические исследования донных осадков
- Антибактериальные вещества, образуемые микроорганизмами.

### **Микробиологические технологии в процессах ремедиации природных и техногенных объектов**

- Нефтяное загрязнение водных бассейнов.
- Механизмы деградации нефти.
- Разнообразие углеводородоксиляющих микроорганизмов.
- Выделение и идентификация углеводородоксиляющих микроорганизмов.
- Биологические поверхностно-активные вещества, продуцируемые микроорганизмами (скрининг микроорганизмов, культивирование, выделение и идентификация биоПАВ).

### **Разнообразие микроорганизмов в различных экологических условиях**

- Особенности формирования микробного сообщества в биопленках.
- Биоразнообразие микробного сообщества районов залегания газовых гидратов.
- Микробное сообщество донных осадков.
- Цианобактериальные сообщества водных экосистем.

- Разнообразие микроорганизмов в водных экосистемах.

### Дополнительная литература

- Белькова Н.Л., Андреева А.М. Введение в молекулярную экологию микроорганизмов. – Ярославль: Изд-во ООО «Принтхаус», 2009 – 91с.
- Гальченко В.Ф. Метанотрофные бактерии. – М.: ГЕОС, 2001. – 500с.
- Ильичев А.А., Ильичева Т.Н., Романовская А.А., Щербакова Н.С. Выделение и идентификация микроорганизмов-нефтедеструкторов. Титрование нитчатых бактериофагов методом агаровых слоев по Грациа. – Н.: Редакционно-издательский центр НГУ, 2009. – 41с.
- Картавцев Ю.Ф. Молекулярная эволюция и популяционная генетика. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2005. – 234с.
- Леин А.Ю., Иванов М.В. Биогеохимический цикл метана в океане. – М.: Наука, 2009. – 576с.
- Маниатис Е., Фрич Э., Самбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. – М.: Мир, 1984. – 480с.
- Медицинская микробиология. – М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1999. – 1200с.
- Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. Под ред. Хоулта Дж., Крига Н., Снита П., Стейли Дж., Уилльямса С. – М.: Мир, 1997.
- Практикум по микробиологии. Под ред. Нетрусова А.И. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 608с.
- Пиневиц А.В. Биология прокариотов. В 3 т. – СПб.: Изд-во С.-Перерб. ун-та, 2007.
- Рис. Э., Стернберг М. Введение в молекулярную биологию: От клеток к атомам. – М.: Мир, 2002. – 142с.
- Современная микробиология. Прокариоты. В 2 томах. Под редакцией Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля – М.: Мир, 2009.

Дополнительную программу составили  
в.н.с. отдела микробиологии ЛИН СО РАН  
д.б.н

\_\_\_\_\_ Земская Т.И.

с.н.с. отдела микробиологии ЛИН СО РАН  
к.б.н.

\_\_\_\_\_ Павлова О.Н.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании Ученого совета ЛИН СО РАН  
(протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » февраля 2013 г.).

И.о. ученого секретаря ЛИН СО РАН  
к.г.н.

\_\_\_\_\_ Троицкая Е.С.