

# Программа дисциплины «Микробиология»

**I. Название дисциплины** – Микробиология

**II. Шифр дисциплины** – присваивается Управлением академической политики и организации учебного процесса

**III. Цели и задачи дисциплины**

**Цель дисциплины** – познакомить студентов с уникальным миром прокариотических микроорганизмов – бактерий и археев.

Задачи дисциплины: - сформировать у студентов представление о :  
-цитологических и морфологических особенностях прокариотов,  
-о разнообразии метаболизма прокариотов,  
- об уникальных особенностях конструктивного метаболизма прокариотов – разнообразие форм фиксации углекислого газа, способность к фиксации молекулярного азота,  
- об уникальных особенностях энергетического метаболизма прокариотов – брожении, хемолитотрофии, анаэробном дыхании, аноксигенном фотосинтезе и т.д.  
- о распространении прокариотов в природе и роли этих организмов в глобальных физико-химических, климатических и экологических процессах,  
-об использовании микроорганизмов в практической деятельности человека - биотехнология,  
- о влиянии на здоровье человека его внутренней микробиоты и микробиоты окружающей человека среды.

**IV. Место дисциплины в структуре ООП**

**Информация об образовательном стандарте и учебном плане:**

- тип образовательного стандарта и вид учебного плана – ИБ (интегрированный магистр, учебный план бакалавриата)
- направление подготовки - биология

**Информация о месте дисциплины в образовательном стандарте и учебном плане:**

- базовая часть
- обязательный курс
- курс – 3
- семестр – 5, 6

Для освоения дисциплины необходимо освоение следующих дисциплин: цитологии, органической химии, биохимии, молекулярной биологии

Общая трудоемкость курса – 86 ак. часов, в том числе 26 ак. часов практических занятий

Форма промежуточной аттестации – экзамен

**V. Форма проведения дисциплины**

Форма проведения дисциплины – лекции, практические занятия

Форма текущего контроля – коллоквиум и контрольные работы.

**VI. Распределение трудоемкости по разделам и темам, а также формам проведения занятий с указанием форм текущего контроля и промежуточной аттестации**

		Трудоемкость (в ак. часах) по формам занятий (для дисциплин) и видам работ (для практик)			Самостоятельная работа	Форма контроля
		Аудиторная работа (с разбивкой по формам и видам)				
№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины/наименование разделов (этапов практики)	Лекции	Практические занятия (семинары) / полевые работы	Лабораторные работы / камеральная работа		
1.	История микробиологии, три домена живого, отличия архей от бактерий	2				
2.	Разделы микробиологии, современная микробиология	2				
3.	Морфология, строение и развитие микроорганизмов	2				
4.	Рост микроорганизмов, непрерывное культивирование Контроль роста	2				
5.	Влияние физико-химических факторов на рост микроорганизмов	2				
6.	Температура, рН, давление, активность воды, антибиотики	2				
7.	Метаболизм. Типы питания.	2				
8.	Метаболизм - брожения спиртовое, молочнокислое, пробиотики, пропионовое, ацетоно-бутиловое, смешанное	2				
9.	Метаболизм – анаэробные дыхания (нитрат, фумарат)	2				
10.	Метаболизм – анаэробные дыхания (сульфидогены – SO <sub>4</sub> и S)	2				
11.	Метаболизм – анаэробные дыхания (железное, МГЭ)	2				
12.	Метаболизм – анаэробные дыхания - ацетогены	2				
13.	Метаболизм – анаэробные дыхания - метаногены	2				
14.	Метаболизм – аэробные дыхания.	2				
15.	Метаболизм – аэробные дыхания. Светящиеся бактерии.	2				
16.	Метаболизм – аэробные дыхания (метилотрофы)	2				
17.	Аэробные дыхания (хемолитотрофы – нитрификаторы, железные)	2				
18.	Аэробные дыхания (хемолитотрофы - серные)	2				
19.	Аэробные дыхания	2				

	(хемолитотрофы – водородные и карбоксидобактерии)					
20.	Фототрофы - аноксигены	2				
21.	Фототрофы - цианобактерии	2				
22.	Биосинтетические процессы.	2				
23.	Глобальные циклы – углерод, азот, сера, фосфор...	2				
24.	Глобальные циклы (II) – углерод, азот, сера, фосфор...	2				
25.	Экология м/о	2				
26.	Биотехнология м/о	2				
27.	Коллоквиумы					8
28.	Микроскопия		6			
29.	Приготовление сред для культивирования микроорганизмов		3			
30.	Приготовление посуды к стерилизации		2			
31.	Получение и анализ накопительных культур		4			
32.	Выделение и физиолого-биохимический анализ чистых культур микроорганизмов		6			
33.	Количественный учет микроорганизмов		4			
34.	Контрольная работа					1

## VII. Содержание дисциплины

## VII. Содержание дисциплины

**Раздел 1. Предмет, задачи история и перспективы развития микробиологии. Основные представления о микроорганизмах прокариотах и правилах работы с ними.**

### **Тема 1. История микробиологии, её место и роль в современной биологии**

Открытие микроорганизмов А.ван Левенгуком. Роль Пастера в формировании микробиологии. Значение работ Р.Коха, С.Н. Виноградского, Д.И. Ивановского, М. Бейеринка, А.Клюйвера, А.Флемминга. Развитие отечественной микробиологии. Главные направления развития современной микробиологии. Основные методы микробиологических исследований. Современное состояние развития микробиологии.

### **Тема 2. Три домена живого. Мир микроорганизмов. Прокариотические и эукариотические микроорганизмы.**

Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие; сходство и основные различия. Вирусы, отличия от клеточных форм жизни. Принципы классификации прокариотических микроорганизмов. Филогения микроорганизмов, основанная на изучении последовательностей 16S рРНК. Принципы номенклатуры и идентификации. Прокариоты. Характеристика отдельных групп бактерий и архей. Эукариоты. Краткая характеристика грибов, водорослей и простейших. Подробная характеристика морфологии и цитологии прокариотических микроорганизмов. Способы движения прокариот. Способы размножения. Эндоспоры и другие покоящиеся формы. Особенности архей.

### **Тема 3. Культивирование. Накопительные культуры и принцип селективности.**

#### **Чистые культуры микроорганизмов. Методы получения и значение.**

Основные типы сред, используемых для культивирования микроорганизмов (по составу и физическому состоянию). Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов, метод Хангейта. Поверхностное и глубинное выращивание. Рост микроорганизмов. 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, особенности отдельных фаз. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании.

Математическое выражение роста культур в периодических и непрерывных условиях.

Значение непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и для их практического использования. Синхронные культуры, способы получения и значение.

Возможности контроля роста микроорганизмов. Понятие о некультивируемых формах микроорганизмов.

### **Раздел 2. Физиология прокариотических микроорганизмов.**

#### **Тема 1. Действие физико-химических факторов на микроорганизмы.**

Радиация, характер её действия на микроорганизмы. Устойчивость микроорганизмов к ультрафиолетовым лучам и ионизирующему излучению. Фотореактивация. Устойчивость микроорганизмов к высушиванию. Лиофилизация. Осмотическое давление. Особенности осмофилов. Галофилы. Способы осморегуляции у разных микроорганизмов. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы (облигатные и факультативные); аэротолерантные анаэробы и микроаэрофилы. Возможные причины ингибирующего действия молекулярного кислорода на микроорганизмы.

Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Психрофилы, мезофилы и термофилы. Психротрофные микроорганизмы. Использование высоких температур для стерилизации. Действие низких температур на выживание микроорганизмов. Влияние гидростатического давления. Рост микроорганизмов в зависимости от активности воды ( $\alpha_w$ ). Значение pH среды для роста микроорганизмов. Ацидофилы, нейтрофилы и алкалофилы.

### **Раздел 3. Особенности метаболизма прокариотических микроорганизмов. Общие представления. Энергетический метаболизм.**

#### **Тема 1. Типы питания микроорганизмов.**

Основные макро- и микроэлементы. Фототрофия и хемотрофия, автотрофия и гетеротрофия; литотрофия и органотрофия. Сапрофиты и паразиты. Прототрофы и ауксотрофы. Факторы роста. Поглощение разных веществ клетками. Пассивный и активный транспорт. Использование микроорганизмами высокомолекулярных соединений и веществ, нерастворимых в воде. Эндо- и экзоцитоз у эукариот. Соединения углерода и азота, используемые микроорганизмами. Способность микроорганизмов использовать разные соединения серы и фосфора. Потребность в железе, магнии и других J элементах. Сидерофоры. 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.

#### **Тема 2. Брожения.**

Определение понятия "брожение". Пути сбраживания углеводов и других органических соединений. Спиртовое, молочнокислородное гомо- и гетероферментативное,

пропионовокислое, смешанное, маслянокислое и ацетонобутиловое брожения. Характеристика групп микроорганизмов, вызывающих разные брожения. Гомоацетогены. Путь Вуда-Льюнгдала синтеза ацетата.

### **Тема 3. Дыхание.**

Анаэробное дыхание и его виды. Определение понятия "анаэробное дыхание". Доноры и акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании.

Аэробное дыхание. Формы участия молекулярного кислорода в окислении разных субстратов. Доноры электронов при аэробном дыхании (многоуглеродные и одноуглеродные органические соединения, восстановленные неорганические соединения).

### **Тема 4. Полное и неполное окисление органических субстратов**

Полное и неполное окисление органических субстратов. Роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла в метаболизме органических соединений. Краткая характеристика важнейших микроорганизмов, участвующих в аэробном окислении белков (аммонификации), углеводов, углеводородов и других многоуглеродных веществ. Светящиеся бактерии; механизм свечения.

Микроорганизмы, окисляющие метан, метанол и другие одноуглеродные соединения (метилотрофы).

### **Тема 5. Окисление неорганических соединений – хемолитотрофия.**

Группы хемолитотрофных микроорганизмов и осуществляемые ими процессы.

Хемолитотрофы –нитрификаторы, железоокисляющие микроорганизмы.

Группа хемолитотрофных серных микроорганизмов. Места их обитания и геохимическая роль. Серные хемолитотрофы как первичные продуценты в океанических экосистемах.

Группа хемолитотрофных бактерий - водородные и карбокисдобактерии. Синтрофные микроорганизмы.

### **Тема 6. Особенности фотосинтеза у прокариот.**

Аноксигенный фотосинтез и осуществляющие его прокариоты.

Оксигенный фотосинтез. Вода как донор электронов при фотосинтезе. Цианобактерии.

Особенности их физиологии, биохимии и экологии. Фотосинтез у архей.

## **Раздел 4. Особенности метаболизма у прокариот. Конструктивный метаболизм.**

### **Тема 1 Метаболизм углерода.**

Ассимиляция углекислоты автотрофами и гетеротрофами. Рибулозобисфосфатный цикл и другие пути усвоения углекислоты автотрофами. Ассимиляция формальдегида метилотрофами. Использование  $C_1$  и других органических веществ. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта в биосинтетических процессах. Усвоение соединений азота.

### **Тема 2. Метаболизм азота.**

Азотфиксация. Свободноживущие и симбиотические фиксаторы. Ассимиляционная нитратредукция Пути ассимиляции аммония. Ассимиляционная сульфатредукция.

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

### **Тема 3. Роль микроорганизмов в круговороте элементов**

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. Превращение микроорганизмами соединений фосфора.

## **Раздел 5. Экология микроорганизмов и особенности ее методов**

### **Тема 1. Микроорганизмы – в природных местообитаниях. Общие представления и термины.**

Роль микроорганизмов в природных местообитаниях.

Сообщества микроорганизмов. Трофические связи в сообществах. Анаэробное сообщество как модель трофических связей. Межвидовой перенос водорода. Синтрофия. Первичные анаэробы. Вторичные анаэробы. Взаимодействие микроорганизмов с другими организмами. Симбиозы.

### **Тема 2. 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.

### **Тема 3. Водная микробиология.**

Озеро как модель водной экосистемы. Самоочищение водотоков. Формирование состава атмосферы. Парниковые газы. Метаногенез. Бактериальный газовый фильтр.

### **Тема 3. Геологическая микробиология.**

Роль микроорганизмов в выщелачивании пород и формировании коры выветривания. Роль микроорганизмов в формировании состава природных вод. Цикл кальция и карбонатов. Рудообразование. Эволюция биосферы. Реликтовые сообщества. Теории симбиогенеза и панспермии.

## **Раздел 6. Микробная биотехнология.**

### **Тема 1. Традиционные производства, основанные на использовании микроорганизмов.**

Использование микроорганизмов для получения молочнокислых продуктов, сыров, в виноделии и винокурении.

### **Тема 2. Применение микроорганизмов в сельском хозяйстве, медицине, получении топлив, очистке стоков.**

### **Тема 3. Использование генномодифицированных микроорганизмов в решении глобальных проблем человечества.**

## **VIII. Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины**

- уметь объяснить биохимическое разнообразие метаболических путей живых организмов через стратегии использования ими источников углерода и энергии,
- уметь объяснить возможности существования прокариотов в разных условиях и их глобальную экологическую роль,
- уметь анализировать процессы, протекающие с участием микроорганизмов в природных экспериментальных условиях,
- уметь использовать знания, полученные о микроорганизмах для использования их при организации биотехнологических процессов,
- уметь работать с микроорганизмами, в частности, решать задачи по поддержанию культур бактерий в лабораторных условиях, владеть техникой микробиологического эксперимента, осуществлять отбор бактерий, устойчивых к антибиотикам.

## **IX. Используемые образовательные, научно-исследовательские и научно-производственные технологии:**

В преподавании дисциплины используются демонстрационные компьютерные технологии.

## **Х. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов, оценочные средства контроля успеваемости и промежуточной аттестации:**

Примерный список вопросов для проведения текущей и промежуточной аттестации (коллоквиума):

1. История развития микробиологии.
2. Предмет и задачи микробиологии.
3. Принципы систематики микроорганизмов.
4. Сравнительная характеристика про- и эукариотных микроорганизмов.
5. Краткая характеристика отдельных групп бактерий, архей, эукариот.
6. Цитологические особенности прокариот.
7. Морфология микроорганизмов-прокариот.
8. Эндоспоры прокариот.
9. Микроорганизмы – эукариоты.
10. Особенности архей.
11. Культивирование и рост микроорганизмов.
12. Накопительные и чистые культуры микроорганизмов.
13. Влияние физико-химических факторов на микроорганизмы.
14. Рекомбинация у прокариот.
15. Внехромосомные элементы у прокариот.
16. Роль АТФ и способы ее образования у микроорганизмов.
17. Пути использования сахаров у микроорганизмов.
18. Общая схема метаболизма у микроорганизмов.
19. Типы питания микроорганизмов.
20. Брожения и микроорганизмы их вызывающие.
21. Бактерии кишечной группы и процесс смешанного брожения.
22. Спиртовое брожение у микроорганизмов.
23. Пропионовокислое брожение и пропионовокислые бактерии.
24. Брожения, осуществляемые клостридиями.
25. Молочнокислые брожения и микроорганизмы их вызывающие.
26. Аэробное и анаэробное дыхание у прокариот.
27. Роль цикла трикарбоновых кислот и окислительного пентозофосфатного цикла в метаболизме микроорганизмов.
28. Электронтранспортные системы у микроорганизмов.
29. Характеристика микроорганизмов, способных к анаэробному дыханию.
30. Ассимиляционная и диссимиляционная сульфатредукция.
31. Ассимиляционная и диссимиляционная нитратредукция и денитрификация.
32. Метилотрофы.
33. Метаногенные археи.
34. Гомоацетогенные бактерии.
35. Светящиеся бактерии.
36. Галоархеи.
37. Особенности метаболизма у хемолитотрофов.
38. Хемолитотрофные микроорганизмы.
39. Фототрофные микроорганизмы.
40. Окосигенный и аноксигенный фотосинтез у микроорганизмов.
41. Фотосинтез у архей.
42. Ассимиляция углекислоты автотрофами и гетеротрофами.
43. Фиксация азота свободноживущими и симбиотическими микроорганизмами.
44. Глобальный цикл углерода и участие микроорганизмов в нем.
45. Глобальный цикл азота и участие микроорганизмов в нем.

46. Глобальный цикл серы и участие микроорганизмов в нем.
47. Распространение прокариот в природе.
48. Анаэробное сообщество как модель трофических связей.
49. Роль микроорганизмов в самоочищении водотоков и почв.
50. Образование антибиотиков микроорганизмами.
51. Природа антимикробных веществ и области их применения
52. Вторичные метаболиты микроорганизмов.
53. Использование микроорганизмов в качестве моделей и инструментов научных исследований.
54. Пути совершенствования микробиологических производств.
55. Производство микробного пищевого и кормового белка.
56. Микробиологическое производство продуктов питания.
57. Микробная коррозия промышленных и бытовых объектов и материалов.
58. Микробное выщелачивание металлов из руд.
59. Роль микроорганизмов в сельском хозяйстве.
60. Палеомикробиология и эволюции биосферы.

## **XI. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### Основная литература

№ п/п	Автор	Название книги (статьи)	Отв. Редактор (для коллективных работ)	Место издания	Издательство	Год издания	Название журнала (сборника)	Том (выпуск) журнала / сборника	Номер журнала
1.	А.И.Нетрусов, И.Б.Котова.	Микробиология. Университетский курс.		Москва	Изд. Центр «Академия»	2012			
2.		Современная микробиология. Прокариоты. В 2-х т.	Под ред. Ленгелер Дж. и др	Москва	Изд-во. «Мир»	2005			
3.		Экология микроорганизмов	Под ред. А.И.Нетрусова	Москва	Изд. «Юрайт»	2013			
4.	Кондратьева Е.Н.	Автотрофные прокариоты.		Москва	МГУ-Наука	1996			
5.	Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н.	Введение в природоведческую микробиологию		Москва	Книжный дом «Университет»	2001			
6.	Егоров Н.С.	Основы учения об антибиотиках. 6 изд.		Москва	МГУ-Наука	2004			
7.		Промышленная микробиология	Под ред. Н.С.Егорова	Москва	«Высшая школа»	1989			

## **XII. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекции проводятся в аудитории, оснащенной проектором для показа презентаций.

**Автор программы** – д.б.н. профессор А.И. Нетрусов (Биологический факультет МГУ), Доц.Котова И.Б.