

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра биологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«22» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.О.8 Теоретические и прикладные аспекты современной
микробиологии

Направление подготовки/специальность: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль/направленность/специализация: Общая биотехнология

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2023

Тамбов, 2023

Автор программы:

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Скрипникова Елена Владимировна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология (уровень магистратуры) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «10» августа 2021 г. № 737).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биологии и биотехнологии «19» июня 2023 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «22» июня 2023 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистратуры.....	6
3. Объем и содержание дисциплины.....	6
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	14
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	20
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	21
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	22

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-1 Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области

ОПК-4 Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности

ОПК-5 Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 01 Образование и наука (в сферах: реализации образовательных программ профессионального образования, высшего образования и дополнительных профессиональных программ; научных исследований)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ОПК-1 Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области	Анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в сфере современной микробиологии. Формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач
	ОПК-4 Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности	Анализирует новые методы и технику исследований в сфере современной микробиологии. Формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач

	ОПК-5 Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные	Использует теоритические и практические знания современной микробиологии при планировании и проведении экспериментальных и расчетно-теоретических исследований
--	--	--

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-1 Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очно-заочная (семестр)		
		3	4	5
1	Научно-исследовательская работа		+	
2	Педагогическая практика	+		
3	Преддипломная практика			+

ОПК-4 Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения
		Очно-заочная (семестр)
		1
1	Культуры клеток и тканей	+

ОПК-5 Способен планировать и проводить комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по разработанной программе, критически анализировать, обобщать и интерпретировать полученные экспериментальные данные

№ п/п	Наименование дисциплин,	Форма обучения
----------	-------------------------	----------------

	определяющих междисциплинарные связи	Очно-заочн ая (семестр)		
		1	2	5
1	Основы производства биологических средств защиты растений		+	
2	Преддипломная практика			+
3	Цианобактерии: фундаментальное и прикладное значение	+		

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Теоретические и прикладные аспекты современной микробиологии» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология.

Дисциплина «Теоретические и прикладные аспекты современной микробиологии» изучается в 1 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 6 з.е.

Очно-заочная: 6 з.е.

Вид учебной работы	Очно-заочная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	216
Контактная работа	26
Лекции (Лекции)	10
Практические (Практ. раб.)	16
Самостоятельная работа (СР)	154
Экзамен	36

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О-3	О-3	О-3	
1 семестр					
1	Микробиология. История, разделы, методы.	2	2	24	Опрос; Выполнение практической работы; Тестирование
2	Морфология и функциональная структура бактериальной клетки.	2	4	26	Выполнение практической работы

3	Питание и рост микроорганизмов.	2	2	26	Выполнение практической работы; Тестирование
4	Энергетические и биосинтетические процессы.	-	4	26	Опрос; Контрольная работа
5	Разнообразие и систематика микроорганизмов.	2	-	26	Опрос; Тестирование
6	Действие факторов внешней среды на микроорганизмы. Экология микроорганизмов.	2	4	26	Опрос; Контрольная работа

Тема 1. Микробиология. История, разделы, методы. (ОПК-1)

Лекция.

Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микробиологии в народном хозяйстве и медицине. Этапы развития микробиологии. Основные направления развития современной микробиологии; общая микробиология, медицинская, промышленная, сельскохозяйственная, почвенная и др. Краткая характеристика их задач. Новые направления в микробиологии и перспективы развития.

Прокариоты – основной объект изучения современной микробиологии. Характеристика прокариотных организмов. Две ветви прокариот: археи и эубактерии.

Микроскопические методы исследования микроорганизмов.

Световой микроскоп и его разновидности: темнопольная, фазово-контрастная и люминесцентная микроскопия. Препараты клеток микроорганизмов. Простые и дифференцированные методы окраски клеток.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Организация микробиологической лаборатории и правила работы в ней. Стерилизация. Питательные среды.

План проведения занятия.

1. Стерилизация.
2. Питательные среды.
3. Культивирование микроорганизмов.
4. Лабораторная работа

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Какие методы стерилизации вы знаете?
- 2 Какие бывают культуры микроорганизмов?
- 3 Какие бывают питательные среды?
- 4 Как проводится культивирование аэробных микроорганизмов?
- 5 Как проводится культивирование анаэробных микроорганизмов?

Тема 2. Морфология и функциональная структура бактериальной клетки. (ОПК-1)

Лекция.

Морфология микроорганизмов. Строение и химический состав прокариотной клетки.

Размеры микроорганизмов. Одноклеточные и многоклеточные формы. Основные формы одноклеточных бактерий. Характерные объединения клеток. Морфологическая дифференцировка микроорганизмов.

Цитоплазма и клеточные включения прокариотной клетки.

Покоящиеся формы микроорганизмов. Эндоспоры. Их строение, физиологическое предназначение. Этапы формирования эндоспоры.

Особенности строения клеток прокариотов в сравнении с эукариотами. Поверхностные структуры прокариотов. Состав и строение клеточных стенок у прокариот. Клеточные стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий. Значение клеточных стенок.

Протопласты и сферопласты. L-формы и микоплазмы, возможные причины их возникновения. Слизистые слои и капсулы; химический состав и функции. Подвижность у бактерий. Жгутики: их число, состав и расположение у бактерий. Осевая нить спирохет. Аксиальные фибриллы. Механизм движения у бактерий.

Реакции таксиса у прокариотов (аэротаксис, хемотаксис, фототаксис).

Фимбрии и половые волоски (F-пили) у бактерий, их функции.

Мембранные структуры клетки прокариотов: ЦПМ, мезосомы, тилакоиды, хроматофоры, аэросомы и др. Цитозоль и рибосомы. Включения, их состав и значение у разных микроорганизмов.

Состав и особенности организации генетического аппарата (нуклеоида). Репликация ДНК. Генетический код и синтез белка. Внехромосомные элементы наследственности прокариотов.

Генетика микроорганизмов

Области практического использования мутантов микроорганизмов. Рекомбинация у прокариотов: трансформация, трансдукция, конъюгация.

Роль трансгенных микроорганизмов в развитии науки и производства в генной инженерии.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Микроскопические методы исследования микроорганизмов. Некоторые особенности строения прокариотной клетки.

План проведения занятия.

1. Микроскопия.
2. Приготовление микроскопических препаратов.
3. Строение клеточной стенки. Внутрицитоплазматические включения.
4. Цитохимические методы исследования микробной клетки.
5. Лабораторная работа.

Практическое занятие. Морфологические и культуральные признаки бактерий и микромицетов. (4 часа)

План проведения занятия.

1. Морфология микроорганизмов
2. Рост микроорганизмов на плотных питательных средах.
3. Микроскопические грибы.
4. Лабораторная работа.

Задания для самостоятельной работы

1. Какие формы имеют микроорганизмы?
2. От чего может зависеть размер и форма бактерий?
3. Какая структура клетки поддерживает форму бактерий?
4. Как располагаются клетки микроорганизмов после деления?
5. Что такое «сарцины»?
6. Какие микроорганизмы называют бациллами?
7. Чем отличаются спираллы от спирохет?
8. Как образуются нитчатые формы бактерий?
9. Как рассматривается современное систематическое положение грибов в мире живых существ?
10. Какие основные таксономические критерии используются для классификации грибов?
11. Что означают термины «гетерокариоз», «анаморфа», «телеоморфа»?
12. Какие способы размножения известны у грибов?
13. Какими признаками характеризуются роды *Penicillium* и *Aspergillus*?
14. В чем заключаются особенности морфологического строения дрожжевых грибов?

15. Какими способами осуществляется размножение у дрожжевых грибов?

Задания для самостоятельной работы.

1. Какие типы микроскопов используют в микробиологических исследованиях?
2. Из каких частей состоит микроскоп и каково их назначение?
3. Как проводится настройка освещения по Келеру?
4. Для чего используется иммерсионная микроскопия?
5. Какая посуда используется для выращивания микроорганизмов?
6. Какие свойства микроорганизмов исследуются на прижизненных и постоянных препаратах?
7. Как приготовить препарат «раздавленная капля»?
8. Какими методами проводится фиксация микроорганизмов на предметном стекле?
9. Какие красители используют для окраски микроорганизмов? Для каких целей используют сложные методы окраски?
10. В чем сущность метода окрашивания бактерий по Граму? Приготовьте препараты, окрасьте их.
11. Какие факторы оказывают влияние на результат окрашивания по Граму?
12. Какие существуют модификации метода окрашивания по Граму?
13. В чем отличия грамположительных и грамотрицательных бактерий?
14. Какой компонент клеточной стенки является обязательным для грамположительных и грамотрицательных бактерий?
16. Что значит «грамвариабельный»?
17. Проведите окраску спор бактерий.

Тема 3. Питание и рост микроорганизмов. (ОПК-4)

Лекция.

Способы существования микроорганизмов. Автотрофия и гетеротрофия. Фототрофия и хемотрофия. Прототрофы и ауксотрофы. Диффузия и активный транспорт. Потребность микроорганизмов различных элементах и факторах роста.

Органические и неорганические соединения углерода, используемые микроорганизмами, их роль в метаболизме. Участие микроорганизмов в круговороте углерода. Органические и минеральные соединения азота, используемые микроорганизмами, их роль в метаболизме клеток. Участие микроорганизмов в круговороте азота. Способность микроорганизмов использовать различные соединения серы и фосфора. Потребность в железе, магнии, кальции; калии, натрии, марганце, молибдене и других элементах. Их роль в метаболизме. Потребности микроорганизмов в готовых аминокислотах, витаминах и других факторах роста. Практическое применение ауксотрофных микроорганизмов. Способы размножения прокариотных и эукариотных микроорганизмов. Закономерности роста популяции микроорганизмов.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Питание и рост микроорганизмов.

Выделение и культивирование. Накопительные культуры и принцип селективности. Чистые культуры микроорганизмов. Методы получения и значение.

Основные типы сред, используемых для культивирования микроорганизмов. Методы приготовления и стерилизации питательных сред.

Культивирование аэробных, анаэробных и фотосинтезирующих микроорганизмов. Поверхностное, глубинное и иммерсионное культивирование микроорганизмов.

Пути получения энергии, основанные на субстратном фосфорилировании.

Конструктивные (биосинтетические) и энергетические процессы у прокариотов. Их взаимосвязи у разных микроорганизмов (автотрофов, гетеротрофов). Способы получения микроорганизмами энергии. Эндогенные и экзогенные окисляемые субстраты. Органические и неорганические доноры и акцепторы электронов. Особенности электроннотранспортных систем различных микроорганизмов. Формы энергии, используемые микроорганизмами. Роль АТФ и способы ее образования (субстратное фосфорилирование, окислительное фосфорилирование при дыхании, фотофосфорилирование).

Брожение. Общая характеристика процесса. Определение понятия «брожение». Пути сбраживания углеводов (гексозодифосфатный и монофосфатные пути). Типы брожения.

Пути получения энергии, основанные на фотофосфорилировании.

Фототрофные микроорганизмы. Использование энергии света фототрофными микроорганизмами. Бактериальный фотосинтез. Пигменты. Окислительный и аноксигенный фотосинтез. Способы образования АТФ фотоавтотрофами.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Пути получения энергии, основанные на окислительном фосфорилировании.
- 2 Дыхательные процессы у прокариотов. Аэробное дыхание. Формы участия кислорода в окислении органических субстратов.
- 3 Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами.
- 4 Разложение высокомолекулярных соединений (белков, углеводов, нуклеиновых кислот, липидов).
- 5 Окисление углеводов, механизм конечного окисления органических соединений.
- 6 Цикл трикарбоновых кислот и пентозофосфатный окислительный цикл. Неполное окисление.
- 7 Хемосинтез у прокариот. Общее понятие. Типы хемосинтеза. Хемолитотрофные и хемоорганотрофные бактерии.
- 8 Группы хемолитоавтотрофных микроорганизмов. Основные свойства.
- 9 Нитрификация, фазы процесса, промежуточные и конечные продукты.
- 10 Соединения серы и железа, окисляемые микроорганизмами.
- 11 Пути окисления, конечные продукты. Значение этих процессов.
- 12 Электроннотранспортные системы различных хемолитотрофов. Конечные акцепторы электронов.
- 13 Дыхательные процессы у прокариотов. Дыхательная цепь. Анаэробное дыхание.
- 14 Сульфат и серовосстанавливающие бактерии.
- 15 Путь диссимиляционной сульфатредукции. Окисляемые субстраты.
- 16 Микроорганизмы, восстанавливающие нитраты.
- 17 Путь диссимиляционной нитратредукции. Окисляемые субстраты. Денитрификация.
- 18 Биосинтетические процессы
- 19 Основные мономеры конструктивного метаболизма (органические кислоты, аминокислоты, сахара, азотистые основания и др.).
- 20 Пути их образования и дальнейшего использования.
- 21 Ассимиляция углеродсодержащих соединений гетеротрофами и автотрофами.
- 22 Пути ассимиляции микроорганизмами формальдегида, рибулозомонофосфатный и сериновый циклы.
- 23 Роль микроорганизмов в круговороте азота: азотфиксация, нитрификация, денитрификация, аммонификация.
- 24 Характеристика микроорганизмов, вызывающих эти процессы.
- 25 Пути ассимиляции микроорганизмами органических и минеральных соединений азота.

Тема 4. Энергетические и биосинтетические процессы. (ОПК-4)

Лекция.

Принципы классификации прокариотов.

Современная систематика прокариотов. Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Положение среди других организмов. Классификация прокариотов. Номенклатура и диагностика. Значение морфологических, цитологических, культуральных, физиологических и биохимических признаков для систематики бактерий. Хемотаксономия. Серодиагностика. Нумерическая таксономия. Система классификации Определителя бактерий Берджи. Молекулярные основы систематики и филогении. Эволюция прокариотов.

Разнообразие мира прокариотов.

Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Особенности отделов грамотрицательных, грамположительных, микоплазм и архебактерий. Характеристика отделов грамотрицательных, грамположительных, микоплазм и архебактерий.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Метаболизм микробов. Брожение.

План проведения занятия.

1. Процесс брожения
2. Молочнокислое брожение
3. Пропионовокислое брожение
4. Спиртовое брожение
5. Маслянокислое брожение
6. Ацетонобутиловое брожение
7. Лабораторная работа

Практическое занятие. Метаболизм азота.

План проведения занятия.

1. Азотфиксация
2. Аммонификация
3. Нитрификация
4. Денитрификация
5. Лабораторная работа

Задания для самостоятельной работы.

1. Какие реакции лежат в основе гомо- и гетероферментативного молочнокислого брожения?
2. Какие продукты образуются в результате гетероферментативного молочнокислого брожения?
3. Какие бактерии осуществляют молочнокислое брожение?
4. Какие признаки характеризуют семейство *Lactobacillaceae*?
5. Какие виды молочнокислых кокков и палочек используют при производстве продуктов питания?
6. Какую функцию выполняют молочнокислые бактерии в пищеварительном тракте человека и животных?
7. Чем характеризуется пропионовокислое брожение?
8. Какие промышленно важные биологически активные вещества образуют дрожжи?
9. Какие реакции лежат в основе спиртового брожения?
10. Как дрожжи используются в хозяйственной деятельности человека?
11. Какие продукты могут образовываться в результате маслянокислого брожения? Какие реакции ведут к образованию масляной кислоты?
12. Какие микроорганизмы осуществляют маслянокислое брожение?
13. На основании каких признаков определяется принадлежность бактерий к роду *Clostridium*?
14. Какие свойства маслянокислых клостридий используют при получении накопительной культуры?
15. Чем характеризуется ацетонобутиловое брожение?
1. Как происходит процесс фиксации азота у бактерий? В чем заключается экологическое и практическое значение фиксации азота?
2. Какие представители относятся к свободноживущим азотфиксаторам?
3. Какими признаками характеризуется род *Azotobacter*?
4. Какие представители относятся к симбиотическим азотфиксаторам?

5. Как происходит образование корневых клубеньков? Что такое бактериоды?
6. Какое влияние оказывает кислород на процесс фиксации азота?
7. Как получают накопительные культуры азотфиксаторов?
8. Какие функции выполняют капсулы азотобактера? Какими методами можно выявить капсулы при микроскопировании?
9. Что собой представляет процесс аммонификации? Какие микроорганизмы участвуют в этом процессе?
10. Что собой представляет процесс нитрификации? Какие микроорганизмы участвуют в этом процессе?
11. Какую фазу нитрификации осуществляют бактерии рода *Nitrospira*?
12. Какую фазу нитрификации осуществляют бактерии рода *Nitrosococcus*?
13. Как можно получить накопительную культуру нитрифицирующих бактерий? Какие факторы используются для создания элективных условий?
14. Какие качественные реакции позволяют выявить наличие нитратов и нитритов в культуральной жидкости?
15. Что собой представляет процесс денитрификации? Какие микроорганизмы участвуют в этом процессе?

Тема 5. Разнообразие и систематика микроорганизмов. (ОПК-5)

Лекция.

Группы прокариотных организмов.

Практическое занятие.

Спирохеты.

Аэробные, подвижные спиралевидные или изогнутые граммотрицательные бактерии.

Извитые формы бактерий. Сапротрофные и паразитические представители, распространение и экология.

Неподвижные граммотрицательные изогнутые бактерии.

Грамотрицательные аэробные и микроаэрофильные палочки и кокки. Общая характеристика. Деление на семейства.

Семейство *Acetobacteriaceae*. Семейство *Azotobacteriaceae*. Семейство *Rhizobiaceae*. Семейство *Halobacteriaceae*. Семейство *Legionellaceae*. Семейство *Neisseriaceae*. Семейство *Methylococcaceae*. Семейство *Pseudomonadaceae*.

Факультативно анаэробные граммотрицательные палочки.

Грамотрицательные неспорообразующие палочки. Распространение и роль в почвенных и водных экосистемах.

Общая характеристика, отдельные представители. Деление на семейства. Семейство *Enterobacteriaceae*. Семейство *Pasteurellaceae*.

Анаэробные граммотрицательные прямые, изогнутые или спиралевидные палочки.

Бактерии, характеризующиеся диссимиляционным восстановлением серы или сульфата.

Особенности морфологии и физиологии. Экологическая роль в анаэробных экосистемах.

Анаэробные граммотрицательные кокки.

Риккетсии и хламидии – облигатные внутриклеточные паразиты. Особенности метаболизма.

Фотосинтезирующие бактерии.

Фототрофные бактерии, осуществляющие бескислородный фотосинтез. Фототрофные бактерии, осуществляющие кислородный фотосинтез.

Аэробные хемолитотрофные бактерии и близкие к ним организмы.

Бактерии, образующие слизистую оболочку.

Порядок *Cytophagales*.

Порядок *Beggiatoales* – нитчатые формы бактерий.

Характеристика стебельковых, почкующихся и скользящих бактерий. Скользящие бактерии, образующие плодовые тела. Порядок Мухобактерiales.

Грамположительные кокки. Особенности морфологии. Деление на подгруппы. Подгруппа аэробов (семейство Micrococcaceae).

Подгруппа факультативных анаэробов (семейство Streptococcaceae).

Спорообразующие бактерии. Типы спорообразования.

Грамположительные палочки и кокки, образующие эндоспоры. Морфология и физиология. Типы спорообразования. Род Clostridium. Род Bacillus. Bacillus subtilis: характеристика, особенности онтогенеза, получение элективной культуры.

Грамположительные, не образующие спор палочки правильной формы. Род Lactobacillus.

Молочнокислые бактерии. Гомоферментативные и гетероферментативные молочнокислые палочки.

Грамположительные, не образующие спор палочки неправильной формы. Общая характеристика группы. Разнообразие представителей. Род Actinomyces. Род Arthrobacter. Плеоморфизм. Род Bifidobacterium.

Сапротрофные и патогенные коринебактерии. Род Propionibacterium.

Микобактерии. Сапротрофные и патогенные микобактерии. Возбудители туберкулеза и проказы.

Актиномицеты и родственные организмы. Общая характеристика, особенности морфологии и размножения. Распространение, экология и практическое значение. Класс Thallobacteria.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Микоплазмы. Отдел Tenericutes, класс Mollicutes, порядок Mycoplasmatales.
- 2 Свойства микоплазм, обусловленные отсутствием клеточной стенки.
- 3 Распространение и места обитания.
- 4 Распространение и места обитания.
- 5 Сапротрофные и патогенные микоплазмы.
- 6 Архебактерии. Отдел Mendosicutes.
- 7 Общая характеристика. Особенности морфологии и физиологии.
- 8 Экстремальные археи. Распространение, места обитания и роль в природе.
- 9 Разнообразие архебактерий.
- 10 Микроскопические грибы.
- 11 Морфология и физиология грибной клетки. Способы питания и размножения.
- 12 Экологические группы грибов и их практическое значение.
- 13 Особенности систематики дрожжевых грибов.

Тема 6. Действие факторов внешней среды на микроорганизмы. Экология микроорганизмов. (ОПК-5)

Лекция.

Действие факторов внешней среды на микроорганизмы.

Физические, химические и биологические факторы, их влияние на микроорганизмы. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Особенности психрофилов, мезофилов, термофилов. Причины психрофилии и термофилии. Термоустойчивость вегетативных клеток различных микроорганизмов, эндоспор бактерий и других покоящихся форм.

Влияние гидростатического давления. Осмотическое давление. Особенности осмофилов и галофилов.

Излучения и их действие на микроорганизмы. Устойчивость микроорганизмов к ультрафиолетовым лучам и ионизирующим излучениям. Фотореактивация.

Рост микроорганизмов в зависимости от влажности. Устойчивость к высушиванию. Лиофилизация.

Значение pH среды. Щелочеустойчивые, кислотоустойчивые и ацидофильные микроорганизмы.

Отношение микроорганизмов к кислороду. Аэробы, факультативные и облигатные анаэробы, микроаэрофильные и микроаэротолерантные формы. Возможные причины ингибиторного действия кислорода на строгие анаэробы. Рост различных аэробов в зависимости от содержания кислорода.

Действие биологических факторов на микроорганизмы. Формы симбиотических и антагонистических взаимоотношений между микроорганизмами. Типы взаимодействий микроорганизмов с растениями, животными и человеком.

Понятие «питательные и антимикробные вещества». Природа и происхождение (антибиотическое и биотическое) антимикробных веществ. Специфичность и механизм действия. Микробостатический и микробоцидный эффект. Применение антибиотиков и меры безопасности.

Взаимоотношения микроорганизмов между собой и с другими организмами. Симбиоз и антибиоз. Формы симбиотических взаимоотношений между организмами. Различные формы антагонизма, фактическое использование антагонизма в медицине и сельском хозяйстве.

Микроорганизмы и растения. Ризосферная и эпифитная микрофлора. Симбиотические взаимоотношения между микроорганизмами и растениями (клубеньковые бактерии и бобовые растения, микоризы и др.). Фитопатогенные микроорганизмы.

Нормальная микрофлора человека и животных. Симбиотические взаимоотношения микроорганизмов и животных.

Паразитизм и патогенные микроорганизмы. Факторы, обуславливающие патогенность и вирулентность. Единицы измерения вирулентности. Условно патогенные микроорганизмы. Образование микроорганизмами токсинов. Понятие об иммунитете. Условно-патогенные микроорганизмы. Возбудители опасных заболеваний.

Экология микроорганизмов.

Биосфера и распространение микроорганизмов. Экологические ниши и экосистемы. Численность и разнообразие микроорганизмов в экосистемах: в почве, водоемах и атмосфере.

Микрофлора почв. Основные группы почвенных микроорганизмов. Роль микроорганизмов в почвообразовательных процессах и плодородии почв. Участие микроорганизмов почвы в биodeградации загрязнений.

Микрофлора воды. Значение микроорганизмов в первичной продукции водоема и минерализации органических веществ. Биологические методы очистки сточных вод.

Микрофлора воздуха. Роль микроорганизмов в круговороте газов атмосферы. Методы бактериологического и санитарно-микробиологического анализа микрофлоры почвы, воды, воздуха.

Практическое занятие.

Микрофлора объектов внешней среды.

План проведения занятия.

- 1 Микрофлора почвы
- 2 Микрофлора воды
- 3 Микрофлора воздуха
- 4 Микробиологическое загрязнение биологического сырья
- 5 Идентификация микроорганизмов

Задания для самостоятельной работы.

1. Какие факторы среды влияют на распространение микроорганизмов в природе?
2. Чем объясняется широкое распространение микроорганизмов в природе?
3. Какова роль микроорганизмов в почве, воде и воздухе?
4. Что представляет собой микрофлора воздуха открытых мест и закрытых помещений? Какие существуют критерии чистоты воздуха?
5. Какие микроорганизмы могут присутствовать в воздухе? Как определить их количество?

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

Балльно-рейтинговые мероприятия не предусмотрены

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Выполнение практической работы

Тема 1. Микробиология. История, разделы, методы.

Задание 1. Подготовить сообщения о многообразии микроорганизмов, их роли в природе и жизни человека.

Задание 2. Познакомиться с краткой историей микробиологии и составить таблицу «Хронология микробиологических открытий».

Задание 3. Заполните следующую таблицу: Таблица 1. Температурный режим при различных способах термической стерилизации

Тема 2. Морфология и функциональная структура бактериальной клетки.

Задание 1. Дайте развернутые ответы на следующие вопросы:

1. Каковы пределы дифференциации у прокариот?
2. Как коррелирует морфология с химической функцией у бактерий?
3. Что должно присутствовать в среде, чтобы культура росла?

Задание 2. Заполните следующие таблицы:

Отвечая на вопросы табл. 1, в соответствующих графах поставьте знаки (+) или (-).

Таблица 1. Характеристика клеточной организации микробов

Тема 3. Питание и рост микроорганизмов.

Задание 1. Дайте развернутые ответы на следующие вопросы:

1. В чем отличие энергетики фототрофных и хемотрофных организмов?
2. Может ли хемотрофный организм развиваться в поле термодинамической устойчивости субстрата реакции?
3. Какие фототрофные организмы развиваются в поле термодинамической устойчивости субстрата реакции?
4. Возможно ли использование клеткой энергии не связанной с переносом электрона (протона)?
5. Какова зависимость энергетики клетки от концентрации вещества в среде?
6. Как поддерживаются в клетке условия, обеспечивающие ее жизнедеятельность?
7. Возможно ли нарушение целостности мембраны у прокариотного организма?
8. Какие реакции связывают цитозоль цитоплазмы с мембранным аппаратом? С рибосомами?
9. Каково значение запасных веществ для фототрофов? Для хемотрофов?
10. Какое значение имеют комбинаторные процессы в генетике микроорганизмов?

Задание 2. Охарактеризуйте различные типы брожений.

1. Охарактеризуйте по следующей схеме пропионовокислое брожение
 - исходный субстрат(ы)
 - последовательность биохимических реакций
 - условия протекания процесса, варианты развития процесса при изменении условий
 - суммарный энергетический выход
 - микроорганизмы, вызывающие данный процесс
 - практическое значение этого брожения
2. Охарактеризуйте по следующей схеме гетероферментативное молочнокислое брожение
 - исходный субстрат(ы)
 - последовательность биохимических реакций
 - условия протекания процесса, варианты развития процесса при изменении условий
 - суммарный энергетический выход
 - микроорганизмы, вызывающие данный процесс
 - практическое значение этого брожения
3. Охарактеризуйте по следующей схеме спиртовое брожение
 - исходный субстрат(ы)

- последовательность биохимических реакций
- условия протекания процесса, варианты развития процесса при изменении условий
- суммарный энергетический выход
- микроорганизмы, вызывающие данный процесс
- практическое значение этого брожения

4. Охарактеризуйте по следующей схеме маслянокислое брожение

- исходный субстрат(ы)
- последовательность биохимических реакций
- условия протекания процесса, варианты развития процесса при изменении условий
- суммарный энергетический выход
- микроорганизмы, вызывающие данный процесс
- практическое значение этого брожения

Задание 3. Заполняя таблицу 1, приведите в ней конкретные примеры. Таблица 1. Способы получения энергии микроорганизмами.

Контрольная работа

Тема 4. Энергетические и биосинтетические процессы.

- 1 Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микробиологии в народном хозяйстве и медицине.
- 2 Этапы развития микробиологии. Роль отечественных ученых в развитии науки о микроорганизмах.
- 3 Основные направления развития современной микробиологии. Новые направления в микробиологии и перспективы развития.
- 4 Микроскопические методы исследования микроорганизмов и их применение.
- 5 Прокариоты – основной объект изучения современной микробиологии. Характеристика прокариотных организмов. Две ветви прокариот: археи и эубактерии.

Опрос

Тема 1. Микробиология. История, разделы, методы.

1. Какие факторы оказывают влияние на численность микроорганизмов в водоемах?
2. Перечислите показатели санитарно-гигиенической оценки воды.
3. Как проводится санитарно-микробиологический анализ воды?
4. Какие микроорганизмы относятся к санитарно-показательным? Что они характеризуют?
5. Какие показатели характеризуют чистоту водоемов и питьевой воды?
6. Какие факторы оказывают влияние на развитие микроорганизмов в почве?
7. Какие виды загрязнений почвы и воды относятся к наиболее опасным? Как происходит самоочищение почвы и воды?
8. Как можно определить численность микроорганизмов в почве?

Тестирование

Тема 1. Микробиология. История, разделы, методы.

1. Как называются процессы перехода сложных азотистых веществ в соединение аммиака?
Нитрификацией
Аммонификацией
Брожением
Денитрификацией

2. Нитрификация – это...

Процесс окисления аммиака до нитратов и нитритов

Процесс окисления жира в глицерин и жирные кислоты

Процесс окисления глюкозы в лимонную кислоту

Процесс окисления этилового спирта в углекислую кислоту

3. Микроорганизмы спиртового брожения – это...

Вирусы

Актиномицеты

Бактериофаги

Дрожжи

4. Какие микроорганизмы являются автотрофными?

азотобактер

хемосинтезирующие и фотосинтезирующие бактерии

дрожжи, молочнокислые бактерии

хламидии

5. Автотрофы при использовании минерального азота переводят его в форму:

нитритов

нитратов

аммиака

аминокислот.

6. Какие микроорганизмы участвуют в фиксации атмосферного азота?

псевдомонас, нитробактер

азотобактер, ризобиум, цианобактерии

бациллиус, хлорококк, фаги

кишечная палочка, дрожжи, мукор

7. Цикл трикарбоновых кислот относится к процессу:

дыхания

брожения

фотосинтеза

гликолиза

8. В основе гомоферментативного молочнокислого брожения лежит:

фотосинтез

анаболизм

гликолиз

катаболизм

9. Способ получения энергии, при котором АТФ образуется в процессе анаэробного окисления органических субстратов в реакциях субстратного фосфорилирования.

1) фотосинтез

2) дыхание

3) брожение

4) паразитизм

10. Анаэробное превращение сахара под действием молочнокислых бактерий с образованием молочной кислоты – это...

Молочнокислое брожение

Пропионовокислое брожение

Маслянокислое брожение

Ацетонобутиловое брожение

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

Типовые вопросы экзамена (ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5)

- 1 Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микробиологии в народном хозяйстве и медицине.
- 2 Этапы развития микробиологии. Роль отечественных ученых в развитии науки о микроорганизмах.
- 3 Основные направления развития современной микробиологии. Новые направления в микробиологии и перспективы развития.
- 4 Микроскопические методы исследования микроорганизмов и их применение.
- 5 Прокариоты – основной объект изучения современной микробиологии. Характеристика прокариотных организмов. Две ветви прокариот: археи и эубактерии.
- 6 Размеры микроорганизмов. Морфология микроорганизмов.
- 7 Покоящиеся формы. Эндоспоры. Их строение, физиологическое предназначение. Этапы формирования эндоспоры.
- 8 Строение прокариотной клетки.
- 9 Состав и строение клеточных стенок у прокариот. Клеточные стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий.
- 10 Сферопласты, протопласты и L-формы бактерий.
- 11 Подвижность у бактерий. Жгутики, аксиальные фибриллы. Механизм движения у бактерий.
- 12 Состав и особенности организации генетического аппарата бактерий. Внехромосомные элементы наследственности прокариотов.
- 13 Мембранные структуры клетки.
- 14 Цитоплазма и клеточные включения прокариотной клетки.
- 15 Классификация микроорганизмов, номенклатура и диагностика.
- 16 Значение морфологических, цитологических, культуральных, физиологических и биохимических признаков для систематики бактерий.
- 17 Характеристика отделов грамотрицательных, грамположительных, микоплазм и архебактерий.
- 18 Извитые формы бактерий. Сапротрофные и паразитические представители, распространение и экология.
- 19 Грамотрицательные непорообразующие палочки. Распространение и роль в почвенных и водных экосистемах.
- 20 Облигатные внутриклеточные паразиты. Особенности метаболизма.

Типовые задания для экзамена (ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5)

- 1 Сравните кривые роста микроорганизмов при получении первичных и вторичных метаболитов в биотехнологическом производстве.
- 2 Как известно, производство витамина B12 относится к чисто биотехнологическому способу его получения, когда в качестве продуцента данного витамина используются пропионовые бактерии. Предложите оптимальный метод ферментации и условий ее проведения.

- 3 Для эффективного проведения биотехнологического процесса большое значение имеет питательная среда, в которой микроорганизмы-продуценты БАВ используют в качестве источника азота различные азотсодержащие соединения, содержащие аминный азот или ионы аммония. Какие условия проведения ферментации по источнику азота при получении антибиотиков будут являться оптимальными?
- 4 В процессе биосинтеза антибиотиков большое значение имеет содержание углерода, азота и фосфора в питательной среде. Как влияет изменение содержания этих веществ на процесс биосинтеза вторичных метаболитов, и на процесс ферментации в целом?
- 5 При получении генно-инженерного инсулина какие микроорганизмы используются в качестве продуцентов?

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично»	ОПК-1	Имеет представление об актуальных проблемах, основных открытиях в области современной микробиологии. Анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в сфере современной микробиологии. Свободно формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач
	ОПК-4	Имеет представление об актуальных проблемах, основных открытиях в области современной микробиологии. Свободно формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач
	ОПК-5	Имеет высокий уровень знаний по предмету, прослеживает междисциплинарные связи. Владеет методами планирования и проведения экспериментальных и расчетно-теоретических исследований.
«хорошо»	ОПК-1	Анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в сфере современной микробиологии. Формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач
	ОПК-4	Анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в сфере современной микробиологии. Формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач
	ОПК-5	Имеет хороший уровень знаний по предмету, прослеживает междисциплинарные связи. Владеет методами планирования и проведения экспериментальных и расчетно-теоретических исследований
«удовлетворительно»	ОПК-1	Анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в сфере современной микробиологии
	ОПК-4	Анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в сфере современной микробиологии.
	ОПК-5	Имеет базовый уровень знаний по предмету. Владеет методами планирования и проведения экспериментальных и расчетно-теоретических исследований
	ОПК-1	Не анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в сфере современной микробиологии. Не способен формулировать инновационные предложения для решения нестандартных задач

«неудовлетворительно»	ОПК-4	Не анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в сфере современной микробиологии. Не способен формулировать инновационные предложения для решения нестандартных задач
	ОПК-5	Имеет низкий уровень знаний по предмету. Не владеет методами планирования и проведения экспериментальных и расчетно-теоретических исследований

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Сбойчаков В.Б., Карапац М.М. Микробиология, вирусология и иммунология: руководство к лабораторным занятиям : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 320 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435755.html>

2. Сбойчаков В.Б., Карапац М.М. Микробиология, вирусология и иммунология: руководство к лабораторным занятиям : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 320 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970430668.html>
3. Зверев В.В., Бойченко М.Н. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. Том 1. : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 448 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970436417.html>
4. Зверев В.В., Бойченко М.Н. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. Том 2. : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 480 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429150.html>

6.2 Дополнительная литература:

1. Джей Дж.М., Лёсснер М.Дж., Гольден Д.А. Современная пищевая микробиология : учебное пособие. - Москва: Лаборатория знаний, 2014. - 886 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313006.html>
2. Куранова Н. Г. Микробиология : учебное пособие, 2. Метаболизм прокариот. - Москва: Прометей, 2017. - 100 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483200>
3. Зверев В.В., Бойченко М.Н. Микробиология, вирусология: руководство к практическим занятиям : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 360 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970440063.html>
4. Алешина Е. С., Дроздова Е. А., Романенко Н. А. Культивирование микроорганизмов как основа биотехнологического процесса : учебное пособие. - Оренбург: Университет, 2017. - 192 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481743>
5. Нетрусов А. И., Котова И. Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 315 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450147>
6. Нетрусов А. И., Котова И. Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 332 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451769>
7. Емцев В. Т., Мишустин Е. Н. Сельскохозяйственная микробиология : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 197 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/452968>
8. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Сельскохозяйственная микробиология : практическое пособие. - Москва: Юрайт, 2019. - 204, [1] с.
9. Ксенофонтов Б.С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии : учебное пособие. - Москва: ИД "ФОРУМ", ИНФРА-М, 2018. - 220 с.

6.3 Иные источники:

1. Микробиолог.ру - <http://micro-biolog.ru>
2. The American Society for Microbiolog - <http://asm.org>
3. Русский медицинский сервер - <http://www.rusmedserv.com>
4. Молбио.ру - <http://molbiol.ru/>
5. Микробиология - <http://microbiology.ucoz.org>
6. Медунивер - <http://meduniver.com>
7. The Microbiology Society - <http://www.microbiologyonline.org.uk>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Операционная система Microsoft Windows 10

7-Zip 9.20

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
3. Springer Open (ресурсы Springer открытого доступа): база данных. – URL: <https://www.springeropen.com>
4. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
5. Архив научных журналов зарубежных издательств. – URL: <https://arch.neicon.ru>
6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
8. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
9. Платформа Nature . – URL: <https://www.nature.com/siteindex>
10. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
11. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
12. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
13. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
14. Федеральный портал «Российское образование». – URL: <https://www.edu.ru>
15. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
16. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
17. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
18. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.