

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шитикова Александра Васильевна
Должность: И.о. директора института агробиотехнологии
Дата подписания: 12.02.2026 11:20:34
Уникальный программный ключ:
fcd01ecb1fdf76898cc51f245892c347184658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агробиотехнологии
Кафедра микробиологии и иммунологии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института
Шитикова А.В.

“ 29 ” 08

2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.03 Метаболизм микроорганизмов

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 19.03.01 Биотехнология

Направленность: Агропромышленная биотехнология

Курс 3

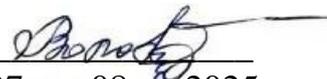
Семестр 6

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: Волобуева О.Г., доктор с.-х.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


«27» 08 2025г.

Рецензент¹: Киракосян Р.Н., кандидат биологических наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


«28» 08 2025г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО,
профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки
19.03.01 Биотехнология

Программа обсуждена на заседании кафедры микробиология и иммунология
протокол № 1 от «29» 08 2025г.

И.о. зав. кафедрой Волобуева О.Г., доктор с.-х.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

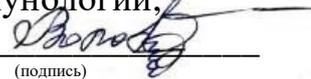

«29» 08 2025г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института агробиотехнологии
Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор


(подпись)
«29» 08 2025г.

И.о. зав. выпускающей кафедрой микробиологии и иммунологии,
Волобуева О.Г., доктор с.-х. н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)
«29» 08 2025г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


(подпись)

¹ Рецензент должен быть с другой профильной кафедры или организации

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	11
ПО СЕМЕСТРАМ	11
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ	15
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	20
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	21
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	21
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	37
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	38
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	38
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	38
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	38
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	38
9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	39
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	41
Виды и формы отработки пропущенных занятий	41
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	41

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б.1.В.01.03 «Метаболизм микроорганизмов» для подготовки бакалавра по направлению 19.03.01 «Биотехнология» направленности «Агропромышленная биотехнология»

Цель освоения дисциплины: приобретение студентами теоретических и практических знаний, умений и навыков в области современной микробиологии, необходимых для обеспечения условий роста и культивирования микроорганизмов, а также для осуществления различных метаболических процессов, осуществляемых разными группами микроорганизмов, овладение принципами и методами выделения и идентификации разных групп микроорганизмов.

Дисциплина «Метаболизм микроорганизмов» имеет также своей целью дать студенту целостные представления об особенностях роста и культивирования различных микроорганизмов, особенностях метаболизма, роли микроорганизмов в различных метаболических процессах, выявление роли микроорганизмов в круговороте углерода, азота, в различных отраслях промышленного и сельскохозяйственного производства.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПК_{ос} - 1.1; ПК_{ос} – 1.2; ПК_{ос}- 1.3; ПК_{ос}– 1.4; ПК_{ос}– 2.2 (табл.1).

Краткое содержание дисциплины: Дисциплина «Метаболизм микроорганизмов» дает целостные представления об особенностях роста и культивирования различных микроорганизмов, особенностях метаболизма, роли микроорганизмов в различных метаболических процессах, выявление роли микроорганизмов в круговороте углерода, азота, в различных отраслях промышленного и сельскохозяйственного производства.

Дисциплина «Метаболизм микроорганизмов» формирует научное мировоззрение бакалавра, способствует формированию общих представлений о метаболизме прокариот, развитию представлений о природе и эволюции биоэнергетических процессов, использованию различных способов культивирования микроорганизмов на практике, помогает выработать научный подход к экспериментам в области сельскохозяйственной микробиологии, дает возможность сопоставлять микробиологические процессы, моделируемые в лабораторных условиях с теми, которые происходят в природе, анализировать и творчески обсуждать собственные результаты исследований.

Особенностью дисциплины является изучение теоретических основ современной микробиологии и приобретение практических навыков работы с микроорганизмами в микробиологической лаборатории.

Общая трудоемкость дисциплины: составляет 108 ч. (3 зач.ед.)

Промежуточный контроль: экзамен

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Метаболизм микроорганизмов» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность использования студентами теоретических знаний, умений и навыков в области современной микробиологии, необходимых для обеспечения условий роста и культивирования микроорганизмов, а также для осуществления различных метаболических процессов, осуществляемых разными группами микроорганизмов, овладение принципами и методами выделения и идентификации разных групп микроорганизмов.

Дисциплина «Метаболизм микроорганизмов» имеет также своей целью дать студенту целостные представления об особенностях роста и культивирования различных микроорганизмов, особенностях метаболизма, роли микроорганизмов в различных метаболических процессах, выявление роли микроорганизмов в круговороте углерода, азота, в различных отраслях промышленного и сельскохозяйственного производства и использование в учебном процессе цифровых технологий и инструментов.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Метаболизм микроорганизмов» относится к элективной (по выбору) части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Б 1.В.01.03 учебного плана. Дисциплина «Метаболизм микроорганизмов» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 Биотехнология, направленность Агропромышленная биотехнология.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Метаболизм микроорганизмов» являются «Химия», «Органическая химия», «Неорганическая химия», «Микробиология», «Биоразнообразие микроорганизмов», «Физиология микроорганизмов», «Физиология растений», «Методы микробиологических исследований».

Дисциплина «Метаболизм микроорганизмов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Практические основы технологии микробиологических производств», «Современные проблемы биотехнологии», «Сельскохозяйственная микробиология», «Промышленная микробиология», «Санитарно-микробиологический контроль биотехнологических производств», «Микробная биотехнология окружающей среды», «Основы биотехнологии микробных биопрепаратов для АПК».

Особенностью дисциплины является изучение теоретических основ современной микробиологии и приобретение практических навыков работы с микроорганизмами в микробиологической лаборатории.

Рабочая программа дисциплины «Метаболизм микроорганизмов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине Б 1.В.01.03 Метаболизм микроорганизмов, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПК _{ос} -1.	Способен участвовать в проведении исследований в области агробιοтехнологии и экологической биотехнологии, использовать цифровые средства и технологии.	ПК _{ос} -1.1. Знает теоретические основы микробиологии, вирусологии, микологии, цитологии, клеточной и молекулярной биологической инженерии, современные методы исследования, в том числе цифровые средства и технологии.	Особенности метаболизма прокариот, конструктивный и энергетический метаболизм, способы получения энергии у микроорганизмов, аэробное дыхание и его модификации, бактериальную биолюминесценцию; бактериальный фотосинтез, развитие представлений о природе брожения, рост и культивирование микроорганизмов, методы математического анализа и моделирования для культивирования различных групп микроорганизмов, в том числе с применением современных цифровых инструментов Google Jamboard, Miro, Kahoot.	Приготавливать искусственные питательные среды для выращивания микроорганизмов; осуществлять посев и пересев; выявлять морфологические и культуральные признаки микроорганизмов осуществлять постановку опытов по различным видам брожения; создавать условия для культивирования различных групп микроорганизмов и их культивировать, используя при этом электронные ресурсы и официальные сайты.	Навыками работы с микроорганизмами, цитохимическими методами исследования микроорганизмов; навыками подготовки питательных сред для стерилизации; методами определения качественного состава микроорганизмов по культуральным и морфологическим признакам; методами микроскопирования бактерий, осуществляющих разные виды брожения, методами культивирования различных микроорганизмов; навыками обработки и интерпретации информации с помощью продуктов Excel, Word, Power

						Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
2.	ПК _{оc} -1.	Способен участвовать в проведении исследований в области агробиотехнологии и экологической биотехнологии, использовать цифровые средства и технологии.	ПК _{оc} -1.2 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении исследований и работок в области работки новых микробиологических удобрений и биологических средств защиты растений, препаратов для культивации рязненных и руженных почв и нтов.	Особенности культивирования микроорганизмов: проточное и непрерывное культивирование; особенности выращивания микроорганизмов на различных питательных средах. Особенности культивирования микроорганизмов из почвы, воздуха, воды, органических удобрений и сельскохозяйственной продукции по стандартным методикам, в том числе с применением современных цифровых инструментов Google Jamboard, Miro, Kahoot.	Определять условия для культивирования и роста микроорганизмов; определять микроорганизмы, выделенные из почвы, воздуха, воды, органических удобрений, сельскохозяйственной продукции, проводить их микробиологический анализ, оценивать их качество и безопасность, используя при этом электронные ресурсы и официальные сайты.	Навыками выделения микроорганизмов из почвы, воздуха, воды, органических удобрений, сельскохозяйственной продукции, анализировать и оценивать её качество и безопасность по стандартным методиками и с помощью Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
3.	ПК _{оc} -1	Способен участвовать в проведении исследований в области агробиотехнологии и экологической биотехнологии,	ПК _{оc} -1.3 Владеет методами фундаментальных и прикладных исследований в области агробиотехнологии.	Особенности микробиологических технологий в биотехнологиях, направленных на снижение загрязнения	Определять разные группы микроорганизмов, как индикаторов загрязнения окружающей среды.	Навыками выделения микроорганизмов ризосферы и ризопланы; навыками сравнения различных микроорганизмов при

		использовать цифровые средства и технологии.		окружающей среды, технологии и производства важнейших производств промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии; основы производства земледобрительных препаратов для защиты и стимуляции роста растений, кормового белка, ферментов, витаминов, антибиотиков, с целью снижения загрязнения окружающей среды, в том числе с применением современных цифровых инструментов Google Jamboard, Miro, Kahoot.	Определять свободноживущие и симбиотические азотфиксирующие бактерии; выделять азотфиксирующие бактерии из клубеньков бобовых; выявлять численность ризосферных м/мов, эпифитной микробиоты растений; выявлять закономерности в строении, физиологии и метаболизма разных групп микроорганизмов с особенностями их обитания в определенных условиях окружающей среды, используя при этом электронные ресурсы и официальные сайты.	их микроскопировании; навыками культивирования симбиотических и эпифитных микроорганизмов; навыками анализа и систематизации экспериментальных данных и полученных результатов. Навыками различения микробиологических технологий, направленных на снижение загрязнения окружающей среды по стандартным методиками и с помощью продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.
4.	ПК _{ос} -1	Способен участвовать в проведении исследований в области агrobiотехнологии и экологической биотехнологии, использовать цифровые	ПК _{ос} -1.4 Владеет методами деления, идентификации, и размножения микроорганизмов, методами лекулярно-логического скрининга	Основные методы размножения микроорганизмов, методы стерилизации. Рост, размножение и фазы роста микроорганизмов.	Готовить питательные среды и проводить их стерилизацию, культивировать разные группы микроорганизмов, получать чистые	Навыками выделения культур микроорганизмов из разных сред, идентификации м/мов и определения культуральных

		средства и технологии.	культуры микроорганизмов и направленной селекции по хозяйственно ценным признакам.	Культивирование микроорганизмов. Периодическое и непрерывное культивирование. Методы молекулярно-биологического скрининга культур м/мов, селекцию м/мов.	культуры м/мов и смешанные, осуществлять хранение микробных культур; проводить идентификацию разных групп м/мов с помощью продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.	свойств, образуемых колоний м/мов; методами молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов и направленной селекции по хозяйственно ценным признакам с применением современных цифровых инструментов Google Jamboard, Miro, Kahoot.
5.	ПК _{оc} -2	Способен разрабатывать и применять микробиологические технологии в практике производства и переработки сельскохозяйственной продукции и биотехнологиях, направленных на снижение загрязнения окружающей среды.	ПК _{оc} -2.2 Знает теоретические основы микробиологии и микробиоты в поддержании экологического равновесия биосфере, основы природоохранных технологий.	Закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма, модели роста и образования продуктов, методы культивирования, процессы биосинтеза и биотрансформации микроорганизмов, хемосинтез и азотфиксацию; вторичные метаболиты, транспорт субстратов и продуктов; микробиологические биологически активные вещества бактерий,	Подбирать условия и проводить наблюдение, описание, идентификацию, классификацию и культивирование микроорганизмов - продуцентов биомассы, органических кислот, этанола, аминокислот, антибиотиков; осуществлять постановку опытов различных видов брожений; сопоставлять микробиологические процессы, моделируемые в лабораторных условиях,	Правилами безопасной работы с микроорганизмами; методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред, владеть методами определения биологической активности почв и почвенной диагностики по наличию соответствующих групп микроорганизмов; навыками проведения

				<p>биопрепараты в том числе с применением современных цифровых инструментов Google Jamboard, Miro, Kahoot.</p>	<p>с теми, которые происходят в природе; определять аммонифицирующие, нитрифицирующие и азотфиксирующие бактерии; анализировать и творчески обсуждать собственные результаты исследований, используя при этом электронные ресурсы и официальные сайты.</p>	<p>количественного учета микроорганизмов в почве, ризоплане и ризосфере растений, методами моделирования микробиологических процессов; навыками обработки и анализа экспериментальных данных с помощью продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom.</p>
--	--	--	--	--	--	--

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108
1. Контактная работа:	62,4
Аудиторная работа	62,4
<i>лекции (Л)</i>	20
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	40
<i>практическая подготовка</i>	4
<i>консультации перед экзаменом</i>	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	21
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПР	ПКР	
Раздел 1 «Особенности метаболизма прокариот»	28	8	12		8
Тема 1. Общая характеристика метаболизма прокариот. Развитие представлений о природе брожения.	6	2	2		2
Тема 2. Питание микроорганизмов. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания.	6	2	2		2
Тема 3. Рост и культивирование. Способы культивирования микроорганизмов.	10	2	6		2
Тема 4. Конструктивный и энергетический метаболизм. Регуляция клеточного метаболизма у прокариот.	6	2	2		2
Раздел 2. «Эволюция энергетических процессов у микроорганизмов».	34	6	18		10
Тема 5. Типы жизни, основанные на субстратном фосфорилировании. Различные виды брожения.	24	4	14		6
Тема 6. Типы жизни, основанные на фотофосфорилировании. Бактериальный фотосинтез и особенности разных групп фототрофных микроорганизмов.	10	2	4		4
Раздел 3. «Биосинтетические процессы у микроорганизмов».	19	6	10		3,0

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПР	ПКР	
Тема 7. Основные пути ассимиляции углерода. Ассимиляция азота, серы, фосфора и железа. Синтез сложных органических веществ и биополимеров. Вторичные метаболиты.	19	6	10		3,0
<i>Практическая подготовка</i>	4			4	
<i>КРА</i>	0,4			0,4	
<i>Консультации перед экзаменом</i>	2			2	
Всего за 6 семестр	108	20	40	2,4	21,0
Итого по дисциплине	108	20	40	2,4	21,0

Раздел 1. Особенности метаболизма прокариот.

Тема 1. Общая характеристика метаболизма прокариот. Развитие представлений о природе брожения.

Общая характеристика метаболизм прокариот. Конструктивный метаболизм (анаболизм), энергетический метаболизм (катаболизм). Ферменты микроорганизмов. Развитие представлений о природе процессов брожения и гниения. Работы Луи Пастера.

Тема 2. Питание микроорганизмов. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания.

Способы питания – голозойный, голофитный. Способы поступления питательных веществ в клетку бактерий. Активный и пассивный транспорт. Активный метаболический транспорт, перенос групп. Механизмы транспорта: унипорт, симпорт, антипорт. Пассивная и облегченная диффузия. Типы питания: фотолитоавтотрофия, фотолитогетеротрофия, фотоорганотрофия, фотоорганогетеротрофия, хемолитоавтотрофия, хемолитогетеротрофия, хемоорганотрофия, хемоорганогетеротрофия.

Тема 3. Рост и культивирование. Способы культивирования микроорганизмов.

Рост и размножение микроорганизмов. Питательные среды. Разнообразие питательных сред. Выявление КОЕ – колониеобразующих единиц. Особенности приготовления питательных сред. Методы стерилизации. Фламбирование, стерилизация сухим жаром, текучим паром, автоклавирование, пастеризация.

Методы культивирования. Накопительные и чистые культуры микроорганизмов. Периодическое культивирование. Рост культуры при периодическом культивировании. Непрерывное культивирование микроорганизмов. Выбор сред и условий культивирования для выделения различных групп микроорганизмов. Инкубация и инкубирование. Посев штрихом, посев уколом. Техника посева и пересева. Пассирование (субкультивирование). Способы хранения культур. Способы культивирования

аэробных и анаэробных микроорганизмов. Получение накопительных и чистых культур микроорганизмов. Выделение чистых культур микроорганизмов. Идентификация микроорганизмов. Ферментеры.

Тема 4. Конструктивный и энергетический метаболизм. Регуляция клеточного метаболизма у прокариот.

Конструктивный (анаболизм) и энергетический (катаболизм) метаболизм. Биосинтез углеводов. Биосинтез аминокислот. Биосинтез мононуклеотидов. Биосинтез белков. Биосинтез нуклеиновых кислот, полисахаридов и липидов. Классификация липидов. Гликолиз. Сходство и различие процессов брожения и дыхания. Цикл трикарбоновых кислот. Значение цикла Кребса. Дыхательная цепь. Перенос электронов по дыхательной цепи. Регуляция клеточного метаболизма у прокариот.

Раздел 2. Эволюция энергетических процессов у микроорганизмов.

Тема 5. Типы жизни, основанные на субстратном фосфорилировании. Различные виды брожения.

Получение энергии у микроорганизмов. Типы жизни, основанные на субстратном фосфорилировании. Аэробное дыхание и его модификации.

Общая характеристика аэробного дыхания. Молекулярный кислород как фактор эволюции. Механизмы взаимодействия прокариотных микроорганизмов с молекулярным кислородом. Формирование «оксидазного механизма» взаимодействия клетки с молекулярным кислородом. Модификация аэробного дыхания: бактериальная биолюминесценция. Особенности процесса. Характеристика отдельных видов брожений. Спиртовое брожение. Дрожжи – как основные возбудители спиртового брожения, низовые и верховые дрожжи, эффект Пастера. Значение спиртового брожения. Молочнокислое брожение: гомоферментативное, гетероферментативное, бифидоброжение, химизм процесса, конечные продукты, характеристика молочнокислых бактерий и практическое значение. Пропионовокислое брожение, характеристика пропионовокислых бактерий. Процессы брожения, вызываемые бактериями рода *Clostridium*. Окисление отдельных органических веществ: окисление углеводов. Окисление жиров и жирных кислот. Окисление этилового спирта до уксусной кислоты. Аэробное и анаэробное разложение целлюлозы, разложение гемицеллюлозы, лигнина и пектиновых веществ. Значение процессов в природе и жизни человека.

Тема 6. Типы жизни, основанные на фотофосфорилировании. Бактериальный фотосинтез и особенности разных групп фототрофных микроорганизмов.

Проблема первых фоторецепторов. Пигменты фотосинтезирующих прокариотов. Фотофизические процессы, лежащие в основе фотосинтеза. Фотохимические процессы фотосинтеза. Проблема образования восстановителя у фотосинтезирующих бактерий. Природа экзогенных доноров электронов в бактериальном фотосинтезе. Цианобактерии и возникновение второй

фотосистемы. Пути использования CO_2 фотосинтезирующими микроорганизмами. Группы фотосинтезирующих прокариотов, их особенности. Происхождение фотосинтеза. Отличие бактериального фотосинтеза от фотосинтеза у растений.

Раздел 3. Биосинтетические процессы у микроорганизмов.

Тема 7. Основные пути ассимиляции углерода. Ассимиляция азота, серы, фосфора и железа. Синтез сложных органических веществ и биополимеров. Вторичные метаболиты.

Общая характеристика биосинтетических процессов у микроорганизмов. Основные пути ассимиляции углерода. Ассимиляция азота. Общая характеристика круговорота азота. Минерализация или аммонификация азота. Разложение нуклеиновых кислот, мочевины, мочевой и гиппуровой кислот. Нитрификация. Нитрифицирующие бактерии 1 и 2 фаз нитрификации. Гетеротрофная нитрификация. Имобилизация азота. Денитрификация. Биохимия процессов аммонификации, нитрификации, денитрификации. Азотфиксация свободноживущими микроорганизмами. Ассоциативная азотфиксация. Симбиотическая азотфиксация. Биохимия азотфиксации. Биологический цикл соединений серы. Окисление соединений серы. Восстановление неорганических соединений серы. Превращения органических соединений фосфора. Превращения неорганических соединений фосфора. Превращения соединений железа. Минерализация органических соединений, содержащих железо. Окисление восстановленных соединений железа. Восстановление окисленных соединений железа. Характеристика и особенности микроорганизмов, участвующих в превращениях серы, фосфора, железа. Значения процессов в природе и жизни человека. Синтез сложных органических веществ и биополимеров. Вторичные метаболиты. Трофофаза, идиофаза, оптическая плотность суспензии продуцента, концентрация вторичного метаболита. Развитие культуры и синтез вторичного метаболита. Антибиотики, токсины, иммунодепрессанты и стимуляторы, кумарины, эпоксиды, нерибосомальные пептиды, полиены, пирролы, терпеноиды, тетрациклины, стероиды, гиббереллины, фитоалексины и другие. Физиологическая роль вторичных метаболитов. Применение в сельском хозяйстве продуктов микробного синтеза, микробов-антагонистов и микробных метаболитов.

4.3 Лекции /лабораторные/ занятия

Таблица 4

Содержание лекций /практических работ/ и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
1.	Раздел 1. Особенности метаболизма прокариот		ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -1.4 ПК _{ос} -2.2		20
	Тема 1. Общая характеристика метаболизма прокариот. Развитие представлений о природе брожения.	Лекция № 1. Общая характеристика метаболизма прокариот. Развитие представлений о природе брожения.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.4 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -2.2		2
	представлений о природе брожения.	Практическая работа № 1. Особенности и правила безопасной работы в микробиологической лаборатории. Принципы выделения и изучения микроорганизмов.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -2.2	Защита работы, опрос	2
	Тема 2. Питание микроорганизмов. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания.	Лекция № 2. Питание микроорганизмов. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -2.2		2
	поступления питательных веществ в клетку. Типы питания.	Практическая работа № 2. Типы питательных сред для культивирования микроорганизмов. Приготовление питательных сред.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -1.4	Защита работы, опрос, контрольная работа	4
	Тема 3. Рост и культивирование. Способы культивирования микроорганизмов.	Лекция № 3. Рост и культивирование микроорганизмов. Способы культивирования микроорганизмов.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -2.2		2
	культивирования микроорганизмов.	Практическая работа №3. Посев. Результаты посева.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.3	Проверка микроскопиро	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
	змов	Культуральные свойства. Выделение и анализ чистой культуры микроорганизмов, окраска по Граму. Получение накопительной культуры	ПК _{ос} -2.2 ПК _{ос} -1.4	ванных препаратов, Защита работы, опрос	
	Тема 4. Конструктивный и энергетический метаболизм. Регуляция клеточного метаболизма у прокариот.	Лекция №4. Конструктивный и энергетический метаболизм. Регуляция клеточного метаболизма у прокариот.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -2.2		2
		Практическая работа №4. Определение антибиотической активности. Контрольная работа «Культивирование микроорганизмов. Методы стерилизации и приготовления питательных сред».	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -1.4 ПК _{ос} -2.2	Защита работы, опрос. Тест. Коллоквиум.	4
2.	Раздел 2. Эволюция энергетических процессов у микроорганизмов.		ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -1.4 ПК _{ос} -2.2		24
	Тема 5. Типы жизни, основанные на субстратном фосфорилировании. Различные виды брожения.	Лекция №5. Типы жизни, основанные на субстратном фосфорилировании. Различные виды брожения.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -2.2		4
		Практическая работа №5. Постановка опытов: «Брожение пектиновых веществ», «Окисление жира»	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -1.4	Защита работы, опрос	2
		Практическая работа №6. Анализ брожения пектиновых веществ и окисления жира. Выделение и культивирование соответствующих групп микроорганизмов.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -1.4 ПК _{ос} -2.2	Проверка микроскопированных препаратов Защита работы	4
		Практическая работа №7. Анализ культивированных микроорганизмов. Постановка опыта по изучению уксуснокислых бактерий.	ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -2.2 ПК _{ос} -1.4	Проверка микроскопированных препаратов Защита работы	4
		Практическая работа №8. Результаты опыта по изучению уксуснокислых бактерий и процессов,	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -2.2 ПК _{ос} -1.4	Проверка микроскопированных препаратов	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
		осуществляемых ими.		Защита работы, тест, коллоквиум.	
	Тема 6. Типы жизни, основанные на фотофосфорилировании. Бактериальный фотосинтез и особенности разных групп фототрофных микроорганизмов.	Лекция №6. Типы жизни, основанные на фотофосфорилировании. Бактериальный фотосинтез и особенности разных групп фототрофных микроорганизмов.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.4		2
		Практическая работа №9. Изучение фототрофных микроорганизмов.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -1.4 ПК _{ос} -2.2	Проверка микроскопированных препаратов. Защита работы. Опрос.	4
3.	Раздел 3. Биосинтетические процессы у микроорганизмов.		ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -1.4 ПК _{ос} -2.2		16
	Тема 7. Основные пути ассимиляции углерода. Ассимиляция азота, серы, фосфора и железа. Синтез сложных органических веществ и биополимеров. Вторичные метаболиты.	Лекция №7. Биосинтетические процессы у микроорганизмов. Основные пути ассимиляции углерода. Ассимиляция азота, серы, фосфора и железа. Синтез сложных органических веществ и биополимеров. Вторичные метаболиты.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -2.2		6
		Практическая работа №10. Использование соединений углерода. Посев.	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.3 ПК _{ос} -1.4 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -2.2	Защита работы	2
		Практическая работа №11. Результаты посева. Определение численности различных групп микроорганизмов и их культивирование. Постановка опыта на	ПК _{ос} -1.1 ПК _{ос} -1.2 ПК _{ос} -1.4	Проверка микроскопированных препаратов, идентификация микроорганизмов	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
		амилолитическую активность.		мов, защита работы.	
		Практическая работа №12. Результаты опыта на амилолитическую активность. Использование органических азотсодержащих веществ. Постановка опыта.	ПК _{ос-1.2} ПК _{ос-2.2}	Опрос, защита работы.	2
		Практическая работа №13. Результаты опыта. Культивирование отдельных групп микроорганизмов.	ПК _{ос-1.1} ПК _{ос-1.2} ПК _{ос-1.3} ПК _{ос-1.4} ПК _{ос-2.2}	Проверка микроскопированных препаратов, защита работы, коллоквиум.	4

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Особенности метаболизма прокариот.		
1.	Тема 1. Общая характеристика метаболизма прокариот. Развитие представлений о природе брожения.	История развития представлений о метаболизме микроорганизмов. Развитие представлений о природе процессов брожения и гниения. Работы Луи Пастера: основные направления деятельности. Энергия и энтропия в биосфере. Организмы как хемодинамические машины. Динамическое состояние организмов. Классы биоэнергетических процессов (ПК _{ос-1.1} ; ПК _{ос-1.2} ; ПК _{ос-1.3})
2.	Тема 2. Питание микроорганизмов. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания.	Классификация микроорганизмов по отношению к количеству и качеству питательных веществ. Требования микроорганизмов к питательным веществам. Макро- микро- ультра- микроэлементы. Понятие о миксотрофии. Типы питательных сред, их состав и приготовление. Особенности питательных сред для культивирования отдельных групп микроорганизмов (ПК _{ос-1.1} ПК _{ос-1.4} ; ПК _{ос-2.2});).
3.	Тема 3. Рост и культивирование. Способы культивирования микроорганизмов.	Поиск и выделение культур-продуцентов. Выделение одноклеточных бактерий-продуцентов. Выделение актиномицетов-продуцентов. Выделение грибов-продуцентов. Выделение грибов-продуцентов из почвы. Выделение грибов-продуцентов из растительного материала. Периодическое и непрерывное культивирование микроорганизмов. Культивирование микроорганизмов в суспензионных культурах. Твердофазное культивирование. Применение иммобилизованных клеток и ферментов. Различные ферментеры в промышленности. Принципы аэрирования ферментеров и проблемы пенообразования. Развитие методов

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		анаэробного культивирования микроорганизмов. Методология работы с анаэробами. Промышленно важные анаэробные микроорганизмы (ПК _{оc-1.1} ; ПК _{оc-2.2} ; ПК _{оc-1.4}).
4.	Тема 4. Конструктивный и энергетический метаболизм. Регуляция клеточного метаболизма у прокариот.	Особенности и некоторые термодинамические закономерности конструктивного и энергетического метаболизма прокариот. Образование АТФ. Роль АТФ в биосинтезе. Соединения с богатыми энергией связями. Роль пиридиновых нуклеотидов в метаболизме. Пути метаболизма, приводящие к образованию АФ. Пентозофосфатный путь, путь Энтнера-Дудорова. Биохимия образования АТФ у гетеротрофов. Роль глиоксилатного цикла в окислении уксусной кислоты. Специфические начальные реакции метаболизма органических соединений у микроорганизмов. Синтез компонентов клеточной стенки. Взаимосвязь путей катаболизма и биосинтеза. Отдельные гипотезы, не рассматриваемые на лекции, касающиеся регуляция клеточного метаболизма у микроорганизмов (ПК _{оc-1.1} ; ПК _{оc-1.2} ; ПК _{оc-1.3} ; ПК _{оc-2.2} ; ПК _{оc-1.4}).
Раздел 2. Эволюция энергетических процессов у микроорганизмов		
5.	Тема 5. Типы жизни, основанные на субстратном фосфорилировании. Различные виды брожения.	Особенности эволюции субстратного фосфорилирования у микроорганизмов. Альтернативные пути сбраживания углеводов. Гомоферментативное молочнокислое брожение и особенности гомоферментативных молочнокислых бактерий. Ацетонобутиловое брожение и смешанное кислое бутандиоловое брожение. Окисление отдельных органических и неорганических соединений. Разложение гемицеллюлозы, лигнина и пектиновых веществ. Водная и росяная мочка лубоволокнистых растений. Аэробное дыхание и его модификации. Окисление ароматических соединений путем образования β-кетoadипиновой кислоты. Молекулярный кислород как фактор эволюции. Проблема «молекулярный кислород – клетка». Механизмы взаимодействия прокариотных микроорганизмов с молекулярным кислородом. Формирование «оксидазного механизма» взаимодействия клетки с молекулярным кислородом». Особенности механизма биолюминесценции у бактерий (ПК _{оc-1.1} ; ПК _{оc-1.2} ; ПК _{оc-1.3} ; ПК _{оc-1.4} ; ПК _{оc-2.2}).
6.	Тема 6. Типы жизни, основанные на фотофосфорилировании. Бактериальный фотосинтез и особенности разных групп фототрофных микроорганизмов.	Функциональные свойства фотосинтезирующих прокариот. Спектральные свойства очищенных хлорофиллов в эфире. Каротиноиды фотосинтезирующих прокариот. Фикобилипротеиды. Липиды фотосинтезирующего аппарата. Ферредоксины. Спектры поглощения клеток фотосинтезирующих прокариот. Цвет фотосинтезирующих прокариот. Регуляция синтеза пигментов. Физиологические группы пурпурных бактерий. Зеленые несерные бактерии группы <i>Chloroflexus</i> . Экологические ограничения аноксигенного фотосинтеза. Эволюция фотосинтеза. Галобактерии и действие на них света. Краткая характеристика некоторых эритробактерий. Сравнительная характеристика групп фототрофных микроорганизмов и хлоропластов (ПК _{оc-1.1} ; ПК _{оc-1.2} ; ПК _{оc-1.3} ; ПК _{оc-1.4})
Раздел 3. Биосинтетические процессы у микроорганизмов.		

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
7.	Тема 7. Основные пути ассимиляции углерода. Ассимиляция азота, серы, фосфора и железа. Синтез сложных органических веществ и биополимеров. Вторичные метаболиты.	Сравнение круговоротов углерода и кислорода. Процессы минерализации: образование двуокси углерода и восстановления кислорода. Эффективность некоторых азотфиксирующих систем. Использование фиксированного азота фотосинтезирующими организмами. Ассимиляция сульфата. Превращения органических соединений серы и образование сероводорода. Прямое образование сероводорода из сульфата. Окисление сероводорода и серы. Круговорот веществ в анаэробных условиях. Круговорот веществ на протяжении геологической истории Земли. Влияние человека на круговорот веществ. Очистка сточных вод. Распространение синтетических органических веществ. Использование продуктов микробного синтеза в медицине и в сельском хозяйстве. Микробы-антагонисты и их применение для защиты растений. Применение антибиотиков для защиты растений. Синтез кормового белка и аминокислот. Синтез витаминов и ферментов микроорганизмами. Использование пробиотиков в сельском хозяйстве (ПК _{ос} -1.1; ПК _{ос} -1.2; ПК _{ос} -1.3; ПК _{ос} -1.4 ПК _{ос} -2.2).

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Типы питательных сред для культивирования микроорганизмов. Условия культивирования для определённых групп микроорганизмов. Методы стерилизации. Приготовление питательных сред	ПЗ Творческое задание – создать оптимальные условия для определенной группы микроорганизмов и приготовить соответствующую питательную среду, работа в малых группах. Деловая игра: «Твой результат», разбор конкретной ситуации.
2.	Результаты посева. Культуральные свойства микроорганизмов. Выделение чистых культур м/мов. Получение накопительной	ПЗ Работа в малых группах, микроскопирование препаратов и их определение, обсуждение результатов и анализ конкретной ситуации.

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	культуры.		
3.	Постановка отдельных видов брожения	ПЗ	Интерактивный метод – ролевая игра «Твой интеллектуальный результат», групповое обсуждение.
4.	Результаты и анализ процессов брожения и микроорганизмов, их вызывающих	ПЗ	Творческое задание, деловая игра: «Твой результат», работа в малых группах, разбор конкретной ситуации, микроскопирование и проверка результатов, оформление результатов, их сравнение и выбор лучшего.
5.	Биосинтетические процессы у микроорганизмов.	Л	Проведение проблемной лекции, основанной на вопросах студентов.

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся

Тест к теме 4. «Конструктивный и энергетический метаболизм. Регуляция клеточного метаболизма у прокариот».

Назовите правильные ответы:

1. Регуляторные механизмы:

1. Не дают микробной клетке возможности вносить качественные преобразования в работу метаболического аппарата в ответ на изменения в окружающей среде.
2. Осуществляют регуляцию синтеза и активности ферментов.
3. Действуют при участии аллостерических белков.
4. Это целесообразные и экономичные механизмы, позволяющие клеткам синтезировать только ферменты, необходимые для метаболизма в данных физиологических условиях.

5. Не позволяют клетке управлять скоростями отдельных реакций каждого метаболического пути и общими скоростями различных путей.
2. Аллостерические белки:
 1. Это белки, свойства которых не меняются при связывании специфических малых молекул – эффекторов.
 2. Определяют скорость протекания реакций центральных метаболических путей.
 3. Могут обладать каталитической активностью (аллостерические ферменты), могут обладать только регуляторными функциями (регуляторные аллостерические белки).
 4. Это олигомеры, всегда состоящие из двух идентичных субъединиц.
3. Экзоферменты:
 1. Синтезируются внутри клетки бактерий.
 2. Являются гидролазами.
 3. В отсутствие специфического субстрата не синтезируются даже в незначительных количествах.
 4. Характерны только для грамотрицательных бактерий.
 5. Подвергаются катаболитной репрессии.
4. Переплазматические ферменты:
 1. Характерны только для грамположительных бактерий.
 2. Большею частью представлены фосфатазами.
 3. Выполняют функции расщепления субстрата.
 4. Характерны только для грамотрицательных бактерий.
 5. Являются конститутивными.
5. Какие ферменты являются конститутивными:
 1. Амилаза.
 2. Липаза.
 3. Пептидаза.
 4. Пируватдегидрогеназа.
 5. Фосфоенолпируват-карбоксилаза.
6. Регуляция синтеза ферментов:
 1. Происходит под действием каталитических аллостерических белков.
 2. Осуществляется белками репрессорами.
 3. Происходит при связывании аллостерических эффекторов (индукторов) с репрессором, блокирующим транскрипцию.
 4. Процесс субстрат-зависимого синтеза ферментов.
 5. Может быть координированной и последовательной.
7. Катаболитная репрессия:
 1. Зависит от активности фермента аденилатциклазы.

2. Вызываемая каким-либо источником углерода и энергии, зависит от его химической структуры.
3. Связанная с расщеплением определенного органического субстрата, по эффективности одинакова для всех хемогетеротрофов.
4. Находится в прямопропорциональной зависимости от внутриклеточного содержания циклического АМФ.
5. Это явление, когда субстраты, которые легко могут быть использованы клеткой, способны подавлять индукцию ферментов других путей катаболизма.

8. Репрессия конечным продуктом:

1. Это репрессия индуцибельных метаболических путей.
2. Происходит на генетическом уровне, когда конечный продукт подавляет транскрипцию оперона.
3. Это подавление синтеза ферментов анаболических путей конечными продуктами этих путей.
4. Наиболее эффективно у всех микроорганизмов протекает при действии глюкозы и фруктозы.
5. Возможна только в случае неразветвленных путей анаболизма.

9. Регуляция активности ферментов:

1. Это явление, когда конечный продукт реакции при накоплении в клетке ингибирует активность фермента, катализирующего первую стадию его образования.
2. Достигается по типу ингибирования обратной связи.
3. Возможна только для неразветвленных метаболических путей.
4. Осуществляется ингибиторами, которые по своей химической структуре не отличаются от субстратов соответствующих ферментов.
5. Достигается при ковалентной модификации их структуры.

10. Какие микроорганизмы относят к облигатным внутриклеточным паразитам:

1. *Rhizobiales*
2. *Rickettsiales*
3. *Chlamydiales*
4. *Pseudomonades*

11. Бактерии *Chlamydia* вызывают болезнь:

1. Коксикоз
2. Пситтакоз
3. Токсикоз
4. Псориаз

12. Формы, способные расти при создании подходящих условий вне клетки-хозяина, называют:

1. Облигатными паразитами.

2. Сапротрофами.
3. Факультативными паразитами.
4. Факультативными сапротрофами.

13. К бактериями сапротрофам относят:

1. Бактерии гниения.
2. Азотфиксирующие бактерии.
3. Бактерии брожения.
4. Почвенные бактерии.

14. У микроорганизмов функцию переносчиков гликозильных групп выполняют:

1. АДФ
2. ГДФ
3. АТФ
4. ЦДФ
5. УДФ

15. К липидам относятся:

1. Сложные эфиры глицерина и жирных кислот.
2. Карболовые кислоты.
3. Воска.
4. Каротиноиды.
5. Витамины.

Дополните:

16. Гетеротрофные организмы, которые непосредственно от других организмов не зависят, но нуждаются в готовых органических соединениях называются

17. Образование полисахаридов происходит путем присоединения сахарного остатка от нуклеозиддифосфат сахара к акцепторной молекуле по схеме:.....
.....

18. Общим свойством липидов является их

19. Синтез жирных кислот с четным числом углеродных атомов происходит в результате последовательного присоединения к молекуле.....

20. В результате конденсации бутирил-АПБ с новой молекулой-АПБ и последующего восстановления продукта реакции образуется молекула

21. Основную часть органических веществ микробной клетки составляют макромолекулы, относящиеся к четырем классам
.....
22. В строении мононуклеотида прокариот входит.....
23. Центральное место в биосинтезе мононуклеотидов занимает синтез
.....
24. Регуляция клеточного метаболизма у микроорганизмов осуществляется на двух уровнях
.....
25. Катаболитная репрессия лежит в основе так называемой
.....
26. Ферменты, занимающие ключевые позиции в биосинтетических путях являются
27. Аллостерические центры – это
28. Примером аллостерического фермента является

Тест к теме 5. «Типы жизни, основанные на субстратном фосфорилировании. Различные виды брожения».

Напишите номер правильного ответа:

1. Биосинтез включает процессы:
 - 1) распада веществ
 - 2) синтеза макромолекул клетки
 - 3) окисление веществ
2. Ферменты – это:
 - 1) нейтральные соединения
 - 2) кислоты
 - 3) биологические катализаторы
3. К оксидоредуктазам относят:
 - 1) эстеразы
 - 2) ФАД
 - 3) лигазы
4. Процессы брожения открыты:
 - 1) И.И.Мечниковым
 - 2) С.Н.Виноградским
 - 3) Л.Пастером
5. Возбудитель спиртового брожения относится к роду:

- 1) *Saccharomyces*
 - 2) *Rhizobium*
 - 3) *Clostridium*
6. Дрожжи по отношению к кислороду:
- 1) анаэробы
 - 2) аэробы
 - 3) факультативные анаэробы
7. Дрожжи используют в качестве источника углерода:
- 1) крахмал
 - 2) сахарозу
 - 3) целлюлозу
8. Бактерии рода *Clostridium* имеют форму:
- 1) шаровидную
 - 2) извитую
 - 3) палочковидную
9. Дрожжи верхового брожения применяют в производстве при температуре:
- 1) 0°
 - 2) 6-10 °С
 - 3) 14-25 °С
10. Дрожжи низового брожения применяют в производстве при температуре:
- 1) 14-25 °С
 - 2) 6-10 °С
 - 3) 0°
11. Молочнокислые бактерии сбраживают:
- 1) крахмал
 - 2) лактозу
 - 3) жир
12. Молочнокислые бактерии при кипячении:
- 1) погибают
 - 2) не погибают
13. В аэробных условиях целлюлозу разлагают:
- 1) *Clostridium*
 - 2) *Cytophage*
 - 3) *Pseudomonas*
14. В анаэробных условиях целлюлозу разлагают:
- 1) *Cytophage*
 - 2) *Sorangium*
 - 3) *Clostridium*
15. Жир окисляют:
- 1) *Pseudomonas*
 - 2) *Cytophage*
 - 3) *Lactobacillus*

Дополните:

16. Аэробный окислительно-восстановительный процесс, идущий с образованием АТФ, при котором роль доноров водорода играют органические или неорганические соединения, называется _____

17. Анаэробный окислительно-восстановительный процесс, при котором роль донора и акцептора водорода играют органические соединения, называется _____

18. Тип молочнокислого брожения, при котором образуется только молочная кислота, называется _____

19. Тип молочнокислого брожения, при котором, кроме молочной кислоты, образуются другие продукты, называется _____

20. Маслянокислые бактерии гидролизуют крахмал под действием фермента _____

21. Молочнокислое брожение в сельском хозяйстве используется при приготовлении _____

Установите соответствие:

22. Процесс:

1. брожение
2. окисление

Выход энергии:

- А. 2АТФ
- Б. 8АТФ
- В. 36АТФ
- Г. 38АТФ

23. Бактерии:

1. молочнокислые
2. маслянокислые

Форма клетки:

- А. кокковидная
- Б. палочковидная
- В. извитая

24. Брожение:

1. спиртовое
2. молочнокислое

Элективные условия:

- А. анаэробные условия
- Б. наличие крахмала
- В. наличие сахара
- Г. среда кислая
- Д. пастеризация
- Е. среда нейтральная

25. Брожение:

1. спиртовое
2. глицериновое

рН:

- А. 4,0-5,0
- Б. 8,0
- В. 5,0-7,0
- Г. 3,0-4,0

26. Микроорганизмы:

1. *Saccharomyces cerevisiae*
2. *Clostridium butyricum*

Запасные вещества в клетке:

- А. жир
- Б. гранулеза
- В. гликоген

27. Брожение:

1. спиртовое
2. маслянокислое

Конечные продукты:

- А. C_2H_5OH
- Б. H_2

- В. CO_2
- Г. CH_3COOH
- Д. $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$
- Е. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

28. Микроорганизмы:

- 1. маслянокислые бактерии
- 2. молочнокислые бактерии
- 3. дрожжи

Процессы:

- А. молочнокислое брожение
- Б. брожение пектиновых веществ
- В. спиртовое брожение
- Г. брожение крахмала
- Д. маслянокислое брожение
- Е. брожение клетчатки
- Ж. окисление клетчатки

29. Разложение целлюлозы:

- 1. аэробное
- 2. анаэробное

Конечные продукты:

- А. этиловый спирт
- Б. вода
- В. углекислый газ
- Г. органические кислоты
- Д. водород

30. Разложение целлюлозы:

- 1. аэробное
- 2. анаэробное

Микроорганизмы:

- А. грибы микроскопические
- Б. бактерии
- В. актиномицеты
- Г. дрожжи

31. Брожение:

- 1. маслянокислое
- 2. молочнокислое

Применение:

- А. маслоделие
- Б. силосование
- В. производство сыра
- Г. мочка лубоволокнистых растений
- Д. производство масляной кислоты

Установите правильную последовательность:

32. Ферменты электронтранспортной цепи аэробных бактерий:

- 1 – цитохром *a*
- 2 – ФАД
- 3 – цитохром *b*
- 4 – НАД
- 5 – цитохром *a₃*
- 6 – цитохром *c*

33. Пути катаболизма у аэробных бактерий:
- 1 – электронтранспортная цепь
 - 2 – цикл Кребса
 - 3 – путь Эмбдена – Мейергофа – Парнаса
34. Соединения, образующиеся в процессе спиртового брожения:
- 1 – этиловый спирт
 - 2 – пировиноградная кислота
 - 3 – уксусный альдегид
35. Этапы аэробного разложения клетчатки:
- 1 – гидролиз
 - 2 – окисление
36. Этапы разложения крахмала маслянокислыми бактериями:
- 1 – брожении
 - 2 – гидролиз
37. Группы бактерий различной кислотоустойчивости:
- 1 – молочнокислые
 - 2 – гнилостные
 - 3 – маслянокислые
38. Процессы катаболизма с различным выходом энергии:
- 1 – спиртовое брожение
 - 2 – окисление целлюлозы
 - 3 – нитратное дыхание
39. Соединения, образующиеся в процессе брожения целлюлозы:
- 1 – глюкоза
 - 2 – масляная кислота
 - 3 – пировиноградная кислота
 - 4 - целлобиоза

**Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям
(текущий контроль)**

Тема 1. Общая характеристика метаболизма прокариот. Развитие представлений о природе брожения.

Устный опрос, вопросы к защите ЛР

1. Что называется метаболизмом?
2. Из каких этапов состоит метаболизм?

3. Что представляет собой АТФ?
4. Назовите два основных механизма синтеза АТФ?
5. Какова потребность бактерий в факторах роста?
6. Каков химический состав бактериальной клетки?
7. Каковы основные механизмы поступления питательных веществ в клетку бактерий?
8. Отличительные особенности процессов брожения и дыхания.
9. В чем особенности гликолиза?
10. Как происходит образование энергии в ЦТК?
11. Как происходит синтез полимеров у прокариот?
12. В чем особенности синтеза углеводов у бактерий?
13. Особенности синтеза липидов и белков у прокариот.
14. Как происходит регуляция метаболизма у бактерий?
15. В чем особенности синтеза ферментов путем индукции и репрессии?
16. Как происходит синтез ферментов центральных метаболических путей?
17. Особенности регуляции активности ферментов.
18. Как происходит ингибирование по типу обратной связи?
19. Кем и когда были открыты процессы брожения?
20. Какие основные направления деятельности Луи Пастера?

Тема 2. Питание микроорганизмов. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания.

Устный опрос, вопросы к защите ЛР.

1. Какие основные требования микроорганизмов к питательным веществам?
2. Какие элементы называют макро- микро- и ультра- микроэлементами? Приведите примеры.
3. Какие основные способы питания микроорганизмов?
4. Назовите основные способы поступления питательных веществ в бактериальную клетку?
5. Что такое активный транспорт и его примеры.
6. Чем пассивная диффузия отличается от облегченной диффузии?
7. В чем особенности механизма транспорта – унипорт, симпорт и антипорт?
8. Какие типы питания существуют у бактерий?
9. Что такое фотолитоавтотрофия и для каких бактерий она характерна?

10. Охарактеризуйте типы питания: фотолитогетеротрофия, фотоорганавтотрофия, фотоорганогетеротрофия?
11. Кто и когда открыл процесс хемосинтеза?
12. В чем особенности хемолитоавтотрофного типа питания?
13. Охарактеризуйте хемоорганогетеротрофный тип питания бактерий.
14. Какие типы питательных сред существуют?
15. Что такое миксотрофия?

Вопросы к контрольной работе (Тема 2).

1. Питательные среды. Типы питательных сред. Их характеристика.
2. Культивирование. Непрерывное и периодическое культивирование.
3. Стерилизация. Основные методы стерилизации.

Тема 3. Рост и культивирование. Способы культивирования микроорганизмов.

Устный опрос, вопросы к защите ЛР.

1. Что такое рост?
2. Какие фазы роста вы знаете?
3. Что такое культивирование?
4. Какая культура называется чистой или аксенической, какая смешанной?
5. Какой химический состав бактериальной клетки?
6. Какие элементы называют макроэлементами? Назовите их.
7. Какое значение имеют различные макроэлементы в жизнедеятельности микробной клетки?
8. Какие элементы называют микроэлементами? Приведите примеры.
9. Какое значение микроэлементы имеют в жизнедеятельности бактерий?
10. Каковы основные способы питания микроорганизмов?
11. Назовите механизмы поступления питательных веществ в бактериальную клетку. Чем отличается облегченная диффузия от пассивной? Каковы основные механизмы активного транспорта?
12. Каковы основные принципы классификации прокариот по типу питания?
13. Перечислите основные типы питания прокариот. В чем особенности фотолитоавтотрофии у бактерий?
14. Кто и когда открыл хемосинтез у бактерий? В чем особенности хемолитоавтотрофных бактерий?
15. Чем отличается фотоорганогетеротрофия от хемоорганогетеротрофии?

16. Как делятся питательные среды по составу, назначению и физическому состоянию? Назовите разнообразные питательные среды.
17. Что такое стерилизация? Какие методы стерилизации вы знаете?
18. Назовите основные методы культивирования микроорганизмов.
19. Какие способы отбора проб воздуха, воды и почвы существуют для выделения культур-продуцентов?
20. Какие условия хранения отобранных проб позволяют выделить продуцентов, наиболее приближенных к условиям существования в природной экониче?
21. Что такое периодическое культивирование? Как размножаются бактерии?
22. В чем отличие чистой культуры от накопительной?
23. Что такое посев? Какие виды посева существуют? Каковы способы хранения культур микроорганизмов?
24. Как происходит рост культуры при периодическом культивировании?
25. В чем заключается непрерывное культивирование микроорганизмов?
26. Какие способы проведения непрерывного процесса существуют? Какие из них наиболее надежные по управлению?
27. В чем заключаются особенности культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов?
28. В чем особенности твердофазного культивирования?
29. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.

Тема 4. Конструктивный и энергетический метаболизм. Регуляция клеточного метаболизма у прокариот.

Устный опрос, вопросы к защите ЛР.

1. Что такое ферменты? Какими свойствами они обладают?
Дайте классификацию ферментов микроорганизмов.
2. В чем сходство и различие процессов брожения и дыхания?
3. Дайте характеристику гликолиза: химизм, особенности процесса и его значение.
4. Охарактеризуйте процессы дыхания. Каково значение цикла Кребса?
5. Как происходит образование АТФ в ЭТЦ?
6. Дайте характеристику спиртового брожения: возбудители, химизм процесса и его значение.
7. Молочнокислое брожение. Химизм процесса и его значение. Характеристика молочнокислых бактерий.
8. Пропионовокислое брожение: химизм, возбудители и значение в природе и жизни человека.

9. Брожения, вызываемые бактериями рода *Clostridium*. Особенности процессов, характеристика возбудителей и значение в природе и жизни человека.
10. Окисление углеводов, значение и характеристика микроорганизмов, осуществляющих этот процесс.
11. Окисление жиров и высокомолекулярных кислот жирного ряда микроорганизмами, значение процесса.
12. Окисление этилового спирта до уксусной кислоты микроорганизмами, значение процесса.
13. Аэробное и анаэробное разложение целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина микроорганизмами, значение процессов в природе.
14. Разложение пектиновых веществ микроорганизмами, значение процесса при технической обработке волокнистых растений.

Вопросы к коллоквиуму (Тема 4):

1. Основные способы питания микроорганизмов.
2. Способы поступления питательных веществ в клетку.
3. Основные типы питания микроорганизмов.
4. Сходство и различие процессов брожения и дыхания.
5. Гликолиз. Общая характеристика, химизм.
6. Дыхание. Общая характеристика, химизм.
7. Цикл Кребса, общая характеристика. Значение.
8. Электронно-транспортная цепь. Значение в получении энергии.
9. Как складывается энергетический баланс при дыхании.
10. Основные энергетические пути метаболизма прокариот.

Тема 5. Типы жизни, основанные на субстратном фосфорилировании. Различные виды брожения.

Вопросы к коллоквиуму, опросу и защите ЛР.

1. Назовите типы жизни, основанные на субстратном фосфорилировании.
2. Как протекает гликолиз у прокариот?
3. Кто и когда открыл процессы брожения?
4. Каково значение гликолиза в природе и жизни человека?
5. В чем особенности спиртового брожения?
6. Какие микроорганизмы вызывают спиртовое брожение?
7. Какие дрожжи называют низовыми, какие верховыми?
8. В чем заключается эффект Пастера? Приведите примеры.
9. Какое брожение называют гомоферментативным молочнокислым брожением? Назовите возбудителей этого процесса.
10. Какое брожение называют гетероферментативным и какие микроорганизмы вызывают этот процесс.
11. В чем особенности бифидоброжения, возбудители процесса и практическое значение.
12. Какое брожение называют пропионовокислым? Дайте характеристику пропионовокилых бактерий.
13. Назовите брожения, вызываемые бактериями рода *Clostridium*.

14. Какие микроорганизмы вызывают окисление отдельных органических веществ: окисление углеводов, окисление жиров и жирных кислот.
15. В чем особенности окисления этилового спирта до уксусной кислоты и какие микроорганизмы вызывают этот процесс.
16. Охарактеризуйте микроорганизмы, вызывающие аэробное и анаэробное разложение целлюлозы, разложение гемицеллюлозы, лигнина и пектиновых веществ. Каково значение этих процессов в природе и жизни человека.
17. Дайте общую характеристику аэробного дыхания.
18. В чем особенности цикла Кребса у прокариот и каково его значение.
19. Каково значение кислорода в бактериальном энергетическом метаболизме?
20. Почему молекулярный кислород является фактором эволюции?
21. Как происходит перенос электронов в ЭТЦ?
22. Каков механизм формирования взаимодействия клетки с молекулярным кислородом.
23. Какие вы знаете модификации аэробного дыхания?
24. В чем особенности бактериальной биолюминесценции?
25. Какие микроорганизмы осуществляют этот процесс?
26. Каково значение бактериальной биолюминесценции в природе?

Тема 6. Типы жизни, основанные на фотофосфорилировании. Бактериальный фотосинтез и особенности разных групп фототрофных микроорганизмов.

Устный опрос, вопросы к защите ЛР.

1. Каково происхождение бактериального фотосинтеза?
2. В чем заключается общая роль фототрофии?
3. Назовите пигменты фотосинтезирующих прокариотов?
4. Какие микроорганизмы осуществляют бактериальный фотосинтез?
5. Назовите фотофизические процессы, которые лежат в основе фотосинтеза.
6. В чем особенности фотохимических процессов фотосинтеза.
7. Назовите причину проблем образования восстановителя у фотосинтезирующих бактерий.
8. Какова природа экзогенных доноров электронов в бактериальном фотосинтезе?
9. В чем особенности фотолитоавтотрофии у бактерий?
10. Дайте характеристику цианобактерий.
11. Как происходит формирование второй фотосистемы?
12. Назовите пути использования CO_2 фотосинтезирующими микроорганизмами.
13. Перечислите группы фотосинтезирующих прокариотов. В чем заключаются их особенности.
14. В чем отличие бактериального фотосинтеза от фотосинтеза у растений.

Тема 7. Основные пути ассимиляции углерода. Ассимиляция азота, серы, фосфора и железа. Синтез сложных органических веществ и биополимеров. Вторичные метаболиты.

Вопросы к коллоквиуму, защите ЛР и опросу на занятиях.

1. Дайте общую характеристику биосинтетических процессов у микроорганизмов.
2. Назовите основные пути ассимиляции углерода.
3. Дайте общую характеристику круговорота азота и роль микроорганизмов в этом процессе.
4. Каково значение фиксации молекулярного азота для растений?
5. На какие этапы можно подразделить процесс минерализации азота микроорганизмами?
6. В чем особенности аммонифицирующих бактерий?
7. Объясните отличие 1 фазы нитрификации от 2 фазы. Особенности гетеротрофной нитрификации. Дайте характеристику нитрифицирующих бактерий.
8. В чем сущность процесса денитрификации? Какие микроорганизмы осуществляют этот процесс и при каких условиях?
9. Приведите примеры процессов, при которых азот переходит в соединения, недоступные для растений.
10. Каково значение свободноживущих и симбиотических азотфиксирующих микроорганизмов? Приведите примеры свободноживущих микроорганизмов, усваивающих азот.
11. В чем особенности ассоциативной азотфиксации и какие микроорганизмы ее осуществляют?
12. Какие растения вступают в симбиотические отношения с азотфиксирующими бактериями?
13. Какими свойствами обладают клубеньковые бактерии?
14. В чем особенности биохимии азотфиксации? На какие стадии можно разделить процесс восстановления молекулярного азота до аммиака?
15. Какие группы микроорганизмов существуют за счет энергии, выделяющейся при окислении неорганических соединений серы?
16. Назовите основные направления трансформации соединений серы в почве.
17. В каких формах фосфор может находиться в почве?
18. Какие виды бактерий участвуют в трансформации соединений железа в почве? Охарактеризуйте эти бактерии.
19. Каково значение процессов превращения соединений фосфора, серы, железа в природе и жизни человека.
20. Как происходит синтез сложных органических веществ и биополимеров?
21. Что такое вторичные метаболиты? Приведите примеры.
22. Как происходит развитие культуры и синтез вторичного метаболита?
23. В чем заключается физиологическая роль вторичных метаболитов?
24. Каково значение в сельском хозяйстве продуктов микробного синтеза, микробов-антагонистов и микробных метаболитов.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Развитие представлений о природе процессов брожения и гниения.
2. Общая характеристика метаболизма прокариот. Конструктивный (анаболизм) и энергетический (катаболизм) метаболизм. Биосинтетические способности микроорганизмов.
3. Основные пути ассимиляции углерода. Биосинтез углеводов у микроорганизмов.
4. Биосинтез липидов. Роль микроорганизмов в этом процессе.
5. Биосинтез аминокислот и мононуклеотидов микроорганизмами.
6. Регуляция клеточного метаболизма у микроорганизмов.
7. Рост и размножение микроорганизмов. Питательные среды. Разнообразие питательных сред.
8. Способы питания микроорганизмов. Основные типы питания, их характеристика.
9. Хемосинтез у бактерий. Значение хемолитотрофных и хемоорганотрофных микроорганизмов.
10. Питание микроорганизмов. Пищевые потребности бактерий. Способы поступления питательных веществ в бактериальную клетку.
11. Ферменты микроорганизмов. Свойства ферментов. Основные классы ферментов и их характеристика.
12. Сходство и различия процессов брожения и дыхания.
13. Гликолиз: химизм, особенности процесса и его значение.
14. Цикл Кребса, химизм процесса и значение.
15. Общая характеристика энергетического метаболизма, особенности процесса и его значение. Дыхательная цепь переноса электронов. Получение энергии в ЭТЦ.
16. Методы стерилизации: фламбирование, стерилизация сухим жаром, текучим паром, автоклавирование, пастеризация.
17. Культивирование микроорганизмов. Методы культивирования. Накопительные и чистые культуры микроорганизмов. Периодическое культивирование. Рост культуры при периодическом культивировании.
18. Непрерывное культивирование микроорганизмов. Выбор сред и условий культивирования для выделения различных групп микроорганизмов. Инкубация и инкубирование.
19. Способы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов. Ферментеры.
20. Роль микроорганизмов в превращениях соединений углерода. Спиртовое брожение. Характеристика дрожжей – как основных возбудителей спиртового брожения, низовые и верховые дрожжи, эффект Пастера. Значение спиртового брожения.
21. Молочнокислое брожение. Химизм процесса и его значение. Характеристика молочнокислых бактерий.
22. Пропионовокислое брожение: химизм процесса, конечные продукты, характеристика пропионовокислых бактерий и практическое значение.

23. Брожения, вызываемые бактериями рода *Clostridium*. Особенности процессов, характеристика возбудителей и значение в природе и жизни человека.
24. Маслянокислое брожение, химизм процесса. Характеристика маслянокислых бактерий. Значение маслянокислого брожения.
25. Окисление углеводов, значение и характеристика микроорганизмов, осуществляющих этот процесс.
26. Окисление углеводов до лимонной и других органических кислот. Значение микроорганизмов в этом процессе.
27. Яблочно-молочнокислое брожение. Микроорганизмы, осуществляющие этот процесс, значение.
28. Ацетонобутиловое брожение, Возбудители и значение.
29. Окисление жиров и высокомолекулярных кислот жирного ряда микроорганизмами, значение процесса.
30. Окисление этилового спирта до уксусной кислоты микроорганизмами, значение процесса. Характеристика уксуснокислых бактерий.
31. Аэробное и анаэробное разложение целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина микроорганизмами, значение процессов в природе.
32. Разложение пектиновых веществ микроорганизмами, значение процесса при технической обработке волокнистых растений.
33. Бактериальный фотосинтез. Общая характеристика. Фотофизические и фотохимические процессы бактериального фотосинтеза и его значение.
34. Характеристика фотосинтезирующих бактерий: пурпурные серобактерии, несерные пурпурные бактерии, зеленые серобактерии, цианобактерии. Пигменты фотосинтезирующих прокариот.
35. Люминесценция бактерий – как способ получения энергии. История вопроса и общие представления.
36. Химизм бактериального свечения. Физиология светящихся бактерий.
37. Ассимиляция азота. Общая характеристика метаболизма азота. Роль микроорганизмов в этом процессе.
38. Аммонификация белков. Разложение нуклеиновых кислот, мочевины, мочевой и гиппуровой кислот. Биохимия процессов и характеристика микроорганизмов, осуществляющих этот процесс.
39. Нитрификация. Нитрифицирующие бактерии 1 и 2 фаз нитрификации. Гетеротрофная нитрификация. Значение процессов в природе и жизни человека.
40. Денитрификация. Биохимия процесса. Характеристика микроорганизмов, осуществляющих этот процесс, значение в природе.
41. Азотфиксация. Характеристика микроорганизмов, осуществляющих этот процесс. Биохимия азотфиксации. Значение в природе и жизни человека.
42. Ассимиляция серы, фосфора и железа. Роль микроорганизмов в этих процессах. Значение.
43. Полное и неполное аэробное окисление органических и неорганических субстратов. Значение микроорганизмов в этих процессах.

44. Вторичные метаболиты. Физиологическая роль вторичных метаболитов. Применение в сельском хозяйстве продуктов микробного синтеза, микробов-антагонистов и микробных метаболитов.

45. Общая характеристика биосинтетических процессов у микроорганизмов.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости

Оценочные средства текущего контроля успеваемости и сформированности компетенций

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Госманов Р.Г., Галиуллин А.К., Волков А.Х., Ибрагимова А.И. Микробиология: учебное пособие для вузов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 496. – ISBN 978-5-8114-8107-
<https://e.lanbook.com/book/171851>

2. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология: учебник для вузов. – 8-е изд., испр. и доп. – Москва: Изд-во Юрайт, 2022. – 428. – (Высшее образование). – ISBN 987-5-534-06081-2. – Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/488886>

7.2 Дополнительная литература

1. Козлов А.В. Методы почвенной микробиологии и энзимологии в экосистемных исследованиях. Учебно-методическое пособие. – М.: Плодородие, 2023. – 152с.

2. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 315 с. – (Высшее образование)). – ISBN 978-5-534-03805-7. – Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489076>

3. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 332 с. – (Высшее образование)). – ISBN 978-5-534-03805-4. – Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490704>

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Волобуева О.Г. Тестовые задания по микробиологии. Учебное пособие. – М., 2023. – 111с.

2. Словарь терминов, используемых в микробиологии. – М.: Изд-во МСХА. – 2001.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.aw-bc.com/brock> (2011) (открытый доступ).
2. <http://www.spring-erlink.com/content/q5m6bn/#section=419195&page=1> (открытый доступ).
3. meduniver.com/Medical/Biology/281.html (открытый доступ).
4. www.twirpx.com>Файлы> Биологические дисциплины (открытый доступ).
5. www.pushgu.ru/microbio.html (открытый доступ).
6. <http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам (открытый доступ).
7. <http://www.informika.ru/text/index.html> ФГУ "Государственный НИИ информационных технологий и телекоммуникаций" (открытый доступ).
8. www.consultant.ru Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (открытый доступ).
9. Справочная правовая система «Гарант» (открытый доступ).

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Метаболизм микроорганизмов»

Практические занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных спецоборудованием. Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной средствами мультимедиа и настенным экраном.

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями,
кабинетами, лабораториями**

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (9 учебного корпуса, №228, 229, 231 аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Корп. № 9, ауд. 228	<p>1. Микроскоп ЛОМО 4 шт. (Инв. № 553890/16, Инв. № 553890/17, Инв. № 553890/18, Инв. № 553890/19).</p> <p>2. Микроскоп «Аквелон» 15 шт. (Инв. № 558457/29, Инв. № 558457/30, Инв. № 558457/31, Инв. № 558457/32, Инв. № 558457/33, Инв. № 558457/34, Инв. № 558457/35, Инв. № 558457/36, Инв. № 558457/37, Инв. № 558457/38, Инв. № 558457/39, Инв. № 558457/40, Инв. № 558457/41, Инв. № 558457/42, Инв. № 558457/43).</p> <p>3. Термостат биологический ВД 115 2 шт. (Инв. № 558444/4, Инв. № 558444/5).</p> <p>4. Весы технические электронные SPU 401 ОНАУС 1 шт. (Инв. № 35078/3).</p> <p>5. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (558453/1).</p> <p>6. Вытяжной шкаф 1 шт. (Инв. № 558626/2).</p> <p>7. Ламинарный бокс ВЛ-22-600 1 шт. (Инв. № 558459/1).</p> <p>8. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/4).</p> <p>9. Стулья 13 шт.</p> <p>10. Столы 15 шт.</p>
Корп. № 9, ауд. 229	<p>1. Микроскоп ЛОМО 10 шт. (Инв. № 553890/5, Инв. № 553890/6, Инв. № 553890/7, Инв. № 553890/8, Инв. № 553890/9, Инв. № 553890/10, Инв. № 553890/11, Инв. № 553890/12, Инв. № 553890/13, Инв. № 553890/14, Инв. № 553890/15).</p> <p>2. Микроскоп «Аквелон» 14 шт. (Инв. № 558457/15, Инв. № 558457/16, Инв. № 558457/17, Инв. № 558457/18, Инв. № 558457/19, Инв. № 558457/20, Инв. № 558457/21, Инв. № 558457/22, Инв. № 558457/23, Инв. № 558457/24, Инв. № 558457/25, Инв. № 558457/26, Инв. № 558457/27, Инв. № 558457/28).</p> <p>3. Термостат биологический ВД 115 3 шт. (Инв. № 558444/1, Инв. № 558444/2, Инв. № 558444/3).</p> <p>4. Весы технические электронные SPU 401 ОНАУС 1 шт. (Инв. № 35078/2).</p> <p>5. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (Инв. № 558453/2).</p> <p>6. Инфракрасная горелка Bacteria safe 1 шт. (Инв. № 558456).</p> <p>7. Прибор вакуумного фильтрования для анализа воды (вакуумная станция) ПВФ 35/3Б 1 шт. (Инв. № 558454).</p>

	8. Ламинарный бокс ВЛ-22-1200 1 шт. (Инв. № 558451/2). 9. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/2-3). 10. Стулья 13 шт.
Корп. № 9, ауд. 231	1. Микроскоп ЛОМО 4 шт. (Инв. № 553890/1, Инв. № 553890/2, Инв. № 553890/3, Инв. № 553890/4). 2. Микроскоп «Аквелон» 14 шт. (Инв. № 558457/1, Инв. № 558457/2, Инв. № 558457/3, Инв. № 558457/4, Инв. № 558457/5, Инв. № 558457/6, Инв. № 558457/7, Инв. № 558457/8, Инв. № 558457/9, Инв. № 558457/10, Инв. № 558457/11, Инв. № Инв. № Инв. № 558457/12, Инв. № 558457/13, Инв. № 558457/14). 3. Термостат биологический ВД 115 1 шт. (Инв. № 558444/4). 4. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (Инв. № 558453/1). 5. Весы технические электронные SPU401 ОНАУС 1 шт. (Инв. № 35078/1). 6. Вытяжной шкаф 1 шт. (Инв. № 558626). 7. Шкаф вандалоустойчивый 1 шт. 8. Мультимедийный проектор 1 шт. 9. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/1). 10. Стулья 13 шт. 11. Столы– 17 шт.
Библиотека имени Железнова, читальный зал	
Общежитие, комната для самоподготовки	

10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем микробиологии, раздела «Метаболизм прокариот» последних достижений науки. Отдельные темы студент должен прорабатывать самостоятельно, используя ресурсы библиотечного фонда. По вопросам, которые вызывают трудности в понимании, студент всегда может проконсультироваться у преподавателя, получить необходимую информацию.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия, обязан в течение двух недель во внеурочное время отработать пропущенное занятие. На кафедре еженедельно выделяется день отработки пропущенных занятий с дежурством преподавателя до 18.00. Дежурный преподаватель подписывает выполнение

экспериментальной части, защищать работу необходимо на следующем занятии по расписанию практикума. Материал пропущенных коллоквиумов необходимо сдавать преподавателю по предварительной договоренности во внеурочное время. Материал пропущенных лекций необходимо проработать самостоятельно. Рабочей программой предусмотрены консультации в течение семестра, которыми необходимо активно пользоваться.

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии оценки результатов, группового способа обучения на практических занятиях, разбора конкретных ситуаций и интерактивного обсуждения результатов исследовательских учебных работ. Реализация компетентностного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий в процессе обучения. Посещение научных лабораторий и исследовательских центров, мастер-классы специалистов позволят повысить интерес к изучению дисциплины.

Текущий контроль успеваемости студентов целесообразно проводить путем тестирования и коллоквиумов. Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем сельскохозяйственной микробиологии, последних достижений науки и возможности их использования на практике.

Программу разработала:

Волобуева О.Г., д.с.-х.н, доцент



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Метаболизм микроорганизмов» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – Биотехнология, направленность Агропромышленная биотехнология (квалификация выпускника – бакалавр)

Киракосян Римой Нориковной, доцентом кафедры биотехнологии, кандидатом биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Метаболизм микроорганизмов» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «Агропромышленная биотехнология», разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре микробиологии и иммунологии (разработчик – Волобуева Ольга Гавриловна, профессор кафедры микробиологии и иммунологии, доктор сельскохозяйственных наук).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Метаболизм микроорганизмов» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного цикла – Б1.В.01.03.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления шифр 19.03.01 – «Биотехнология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Метаболизм микроорганизмов» закреплены 5 профессиональных ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; ПКос-2.2; компетенций. Дисциплина «Метаболизм микроорганизмов» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Метаболизм микроорганизмов» составляет 3 зачётных единицы (108 часов/из них практическая подготовка 40 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Метаболизм микроорганизмов» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 – Биотехнология и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Метаболизм микроорганизмов» предполагает 5 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.03.01 – Биотехнология.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, диспутах и ролевых играх, участие в тестировании, коллоквиумах и аудиторных заданиях) соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как

дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В.01.03 ФГОС ВО направления 19.03.01 - Биотехнология.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 3 наименования. Интернет-ресурсы – 9 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 19.03.01 - Биотехнология.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Метаболизм микроорганизмов» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Метаболизм микроорганизмов».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Метаболизм микроорганизмов» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 - Биотехнология, направленность «Агропромышленная биотехнология» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Волобуевой Ольгой Гавриловной, профессором кафедры микробиологии и иммунологии, доктором сельскохозяйственных наук, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Киракосян Рима Нориковна, доцент кафедры биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, кандидат биологических наук

«28» 08 2025 г.

(подпись)

