



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра микробиологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан биолого-почвенного факультета
А. Н. Матвеев

«21» марта 2025 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ
для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине:

Б1.О.29 «МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ»

Специальность: 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
():

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК биолого-почвенного
факультета
Протокол № 5 от «21» марта 20 25 г.

Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 7
От «10» марта 20 25 г.

Зав. кафедрой О. Ф. Вятчина

Иркутск 2025 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разработан для учебной дисциплины Б1.О.29 «МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ» 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», Специализация: «Биоинженерия и биоинформатика». Фонд оценочных материалов (ФОМ) включает оценочные материалы для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации в форме экзамена.

Оценочные материалы соотнесены с требуемыми результатами освоения образовательной программы 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», в соответствии с содержанием рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.29 «МИКРОБИОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ» с учетом ОПОП.

Нормативные документы, регламентирующие разработку ФОМ:

- статья 2, часть 9 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации», ФЗ-273, от 29.12.2012 г.;

- ФГОС ВО по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 12 августа 2020 г. № 973.

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины (2 курс, 3 семестр)

ОПК-1: способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных);

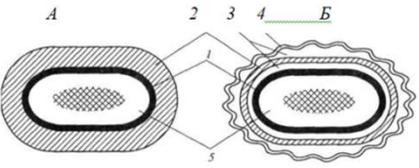
ОПК-3: способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований.

Компетенции	Индикаторы компетенций	Планируемые результаты обучения	Формы и методы контроля и оценки
ОПК-1 Способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных).	<i>ИДК ОПК-1.1</i> Демонстрирует знания в области наблюдения, описания, идентификации и научной классификации организмов.	Знать: структурно-функциональную организацию прокариотических и эукариотических микроорганизмов, метаболические процессы, обеспечивающие многообразие способов существования прокариот и их функций в природе, структурную организацию вирусов и прионов и механизмы их воспроизведения; современные подходы, используемые в систематике вирусов, прокариот, микромицетов. Уметь: использовать совокупность генотипических и фенотипических признаков для идентификации и классификации микроорганизмов. Владеть: приемами описания микроорганизмов и их классификации, правилами номенклатуры микроорганизмов.	Текущий контроль: - тестирование, - творческое задание, - коллоквиум, - ситуационные задачи, - письменная работа, - лабораторная работа, - контроль самостоятельной работы Промежуточная аттестация: экзамен
	<i>ИДК ОПК-1.2</i> Демонстрирует методологические навыки в области наблюдения, описания и идентификации организмов	Знать: принципы идентификации вирусов, прокариот, микромицетов; общую характеристику основных таксонов микроорганизмов. Уметь: проводить описание микроорганизмов, т.е. получать	Текущий контроль: - тестирование, - творческое задание, - коллоквиум, - ситуационные задачи, - письменная работа, - лабораторная работа,

		данные об их свойствах. Владеть: методологическими подходами, используемыми для определения специфических свойств микроорганизмов.	- контроль самостоятельной работы Промежуточная аттестация: экзамен
	<i>ИДК ОПК-1.3</i> Владеет навыками работы по наблюдению, описанию, идентификации и научной классификации живых организмов.	Знать: методы изучения диагностических признаков, принципы идентификации и классификации микроорганизмов. Уметь: проводить идентификацию и классификацию бактерий. Владеть: методами изучения морфологических, тинкториальных, культуральных и физиолого-биохимических свойств бактерий.	Текущий контроль: - тестирование, - творческое задание, - коллоквиум, - ситуационные задачи, - письменная работа, - лабораторная работа, - контроль самостоятельной работы Промежуточная аттестация: экзамен
ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований.	<i>ИДК ОПК-3.1</i> Проводит экспериментальную работу с организмами и клетками с использованием физико-химических методов исследования макромолекул.	Знать: правила и технику безопасности при работе в микробиологической лаборатории, принципы работы с культурами микроорганизмов, микроскопические методы изучения, способы и условия культивирования микроорганизмов, принципы составления питательных сред, методы количественного учета. Уметь: готовить «живые» и фиксированные препараты микроорганизмов, выбирать способы и условия культивирования микроорганизмов. Владеть: методами микроскопического исследования, количественного учета микроорганизмов, техникой посева.	Текущий контроль: - тестирование, - творческое задание, - коллоквиум, - ситуационные задачи, - письменная работа, - лабораторная работа, - контроль самостоятельной работы Промежуточная аттестация: экзамен

2. Оценочные материалы для проведения текущего контроля

2.1 Тестирование

Индекс и содержание формируемой компетенции	Индикаторы компетенций	Тип задания для промежуточной аттестации															
		Задание закрытого типа на установление соответствия	Задание закрытого типа на установление последовательности	Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и аргументацией выбора	Задание открытого типа с развернутым ответом												
	<p><i>ИДК ОПК-1.1</i> Демонстрирует знания в области наблюдения, описания, идентификации и научной классификации организмов.</p>	<p>Задание 1 Установите соответствие структур (цитоплазма, цитоплазматическая мембрана, пептидогликановый слой, периплазматическое пространство, наружная мембрана) грамположительных и грамотрицательных бактерий цифрам на рисунке:</p>  <p>Укажите цифру, соответствующую структуре:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Структура</th> <th>Цифра на рисунке</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Цитоплазма</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Цитоплазматическая мембрана</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Пептидогликановый слой</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Периплазматическое пространство</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Наружная мембрана</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Структура	Цифра на рисунке	Цитоплазма		Цитоплазматическая мембрана		Пептидогликановый слой		Периплазматическое пространство		Наружная мембрана		<p>Задание 2 Расположите в правильной последовательности стадии литического цикла развития ДНК-содержащего бактериофага: А) сборка внутриклеточного бактериофага Б) синтез вирусных белков и репликация ДНК В) адсорбция бактериофага на клетке Г) проникновение ДНК бактериофага в клетку Д) лизис клетки и высвобождение зрелых фаговых частиц</p> <p>Запишите соответствующую последовательность</p>	<p>Задание 3 Внимательно прочитайте задание и выберите один правильный вариант ответа, обоснуйте свой выбор: Как называется тип питания прокариот, которые используют энергию света и органические вещества: А) хемолитоавтотрофный Б) хемоорганогетеротрофный В) фотолитоавтотрофный Г) фотоорганогетеротрофный</p> <p>Ответ:</p> <p>Обоснование выбора ответа:</p> <p>Правильный ответ: Г</p> <p>Обоснование выбора ответа: Фотоорганогетеротрофный тип питания характерен для прокариот, которые в</p>	<p>Задание 4 Укажите, по каким основным особенностям клеточной организации археи (домен <i>Archaea</i>), отличаются от бактерий (домен <i>Bacteria</i>).</p> <p>Ответ:</p> <p>Эталонный ответ:</p> <ol style="list-style-type: none"> В клеточных стенках архей не содержится пептидогликан. Липиды мембран архей представлены фитаниловым диэфиром глицерина, бифитаниловым тетраэфиром диглицерина, кренархеолом. Для архей характерны как бислойные, так и монослойные цитоплазматические мембраны. Рибосомы 70S, но по составу ближе к эукариотическим
Структура	Цифра на рисунке																
Цитоплазма																	
Цитоплазматическая мембрана																	
Пептидогликановый слой																	
Периплазматическое пространство																	
Наружная мембрана																	

		<p>Правильный ответ</p> <table border="1"> <tr> <th>Структура</th> <th>Цифра</th> </tr> <tr> <td>Цитоплазма</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Цитоплазматическая мембрана</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Пептидогликановый слой</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Периплазматическое пространство</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Наружная мембрана</td> <td>4</td> </tr> </table>	Структура	Цифра	Цитоплазма	5	Цитоплазматическая мембрана	1	Пептидогликановый слой	2	Периплазматическое пространство	3	Наружная мембрана	4	<p>букв слева направо:</p> <table border="1"> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p>Правильный ответ</p> <table border="1"> <tr> <td>В</td> <td>Г</td> <td>Б</td> <td>А</td> <td>Д</td> </tr> </table>						В	Г	Б	А	Д	<p>качестве источника энергии используют солнечный свет, в качестве донора электронов и источника углерода используют органические вещества.</p>	<p>рибосомам.</p>						
Структура	Цифра																																
Цитоплазма	5																																
Цитоплазматическая мембрана	1																																
Пептидогликановый слой	2																																
Периплазматическое пространство	3																																
Наружная мембрана	4																																
В	Г	Б	А	Д																													
<p><i>ИДК ОПК-1.2</i> Демонстрирует методологические навыки в области наблюдения, описания и идентификации организмов.</p>		<p>Задание 5 Установите соответствие между термином и его правильной формулировкой: К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Термин</th> <th colspan="2">Формулировка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Вид бактерий</td> <td>А</td> <td>Группа штаммов, отличающихся от типового для данного вида штамма одним или несколькими стабильными существенными признаками</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Вариант бактерий</td> <td>Б</td> <td>Совокупность бактериальных особей одного вида или варианта, является результатом искусственной инокуляции среды последующей ее инкубации</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Штамм</td> <td>В</td> <td>Совокупность штаммов с высоким уровнем сходства последовательности ДНК и фенотипических признаков</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Чистая</td> <td>Г</td> <td>Идентифицированный</td> </tr> </tbody> </table>	Термин		Формулировка		1.	Вид бактерий	А	Группа штаммов, отличающихся от типового для данного вида штамма одним или несколькими стабильными существенными признаками	2.	Вариант бактерий	Б	Совокупность бактериальных особей одного вида или варианта, является результатом искусственной инокуляции среды последующей ее инкубации	3.	Штамм	В	Совокупность штаммов с высоким уровнем сходства последовательности ДНК и фенотипических признаков	4.	Чистая	Г	Идентифицированный	<p>Задание 6 Расположите в правильной последовательности фазы роста в периодической культуре: А) стационарная фаза Б) экспоненциальная фаза В) фаза отмирания Г) лаг-фаза</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</p> <table border="1"> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p>Правильный ответ</p> <table border="1"> <tr> <td>Г</td> <td>Б</td> <td>А</td> <td>В</td> </tr> </table>					Г	Б	А	В	<p>Задание 7 Внимательно прочитайте задание и выберите один правильный вариант ответа, обоснуйте свой выбор: К какой группе относится вирус герпеса (<i>Herpes labialis</i>) в соответствии с классификацией по Балтимору: А) (I) Вирусы, содержащие двухцепочечную ДНК Б) (II) Вирусы, содержащие двухцепочечную РНК В) (III) Вирусы, содержащие одноцепочечную молекулу ДНК Г) (IV) Вирусы, содержащие одноцепочечную молекулу РНК положительной полярности</p> <p>Ответ:</p>	<p>Задание 8 Какими особенностями обладают хемолитоавтотрофные бактерии?</p> <p>Ответ:</p> <p>Эталонный ответ: 1. Хемолитоавтотрофные бактерии – это прокариоты, которые используют в качестве единственного источника углерода углекислый газ, а энергию получают за счет окисления неорганических соединений. 2. Особенности функционирования электрон-транспортных дыхательных цепей (ЭТЦ) – 1) включение электронов в ЭТЦ происходит на уровне цитохромов, что приводит к более низкому выходу энергии; 2) система обратного переноса электронов для образования восстановителя НАД·Н₂.</p>
Термин		Формулировка																															
1.	Вид бактерий	А	Группа штаммов, отличающихся от типового для данного вида штамма одним или несколькими стабильными существенными признаками																														
2.	Вариант бактерий	Б	Совокупность бактериальных особей одного вида или варианта, является результатом искусственной инокуляции среды последующей ее инкубации																														
3.	Штамм	В	Совокупность штаммов с высоким уровнем сходства последовательности ДНК и фенотипических признаков																														
4.	Чистая	Г	Идентифицированный																														
Г	Б	А	В																														

		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>культура</td> <td>чистая культура какого-либо вида или подвида, выделенная из того или иного источника</td> <td></td> </tr> </table>		культура	чистая культура какого-либо вида или подвида, выделенная из того или иного источника			<p>Обоснование выбора ответа:</p> <p>Правильный ответ: А Обоснование выбора ответа: генетическая информация в вирионах присутствует в форме двухцепочечной ДНК; репликация вирусной ДНК происходит в ядре клетки.</p>																									
	культура	чистая культура какого-либо вида или подвида, выделенная из того или иного источника																															
	<p><i>ИДК опк-1.3</i> Владеет навыками работы по наблюдению, описанию, идентификации и научной классификации живых организмов.</p>	<p>Задание 9 Установите соответствие между морфологически дифференцированными клетками (МДК) бактерий и функциями, которые они выполняют: К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">МДК</th> <th colspan="2">Функции</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Эндоспоры бактерий</td> <td>А</td> <td>Служат для размножения</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Экзоспоры актиномицетов</td> <td>Б</td> <td>Связаны с процессом азотфиксации</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Гетероцисты цианобактерий</td> <td>В</td> <td>Являются покоящейся стадией и служат для размножения</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Гормогонии нитчатых цианобактерий</td> <td>Г</td> <td>Являются покоящейся стадией</td> </tr> </tbody> </table> <p>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:</p>	МДК		Функции		1.	Эндоспоры бактерий	А	Служат для размножения	2.	Экзоспоры актиномицетов	Б	Связаны с процессом азотфиксации	3.	Гетероцисты цианобактерий	В	Являются покоящейся стадией и служат для размножения	4.	Гормогонии нитчатых цианобактерий	Г	Являются покоящейся стадией	<p>Задание 10 Расположите группы термофильных микроорганизмов по увеличению устойчивости к высоким температурам: А) экстремальные термофилы Б) факультативные термофилы В) гипертермофилы Г) облигатные термофилы</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Правильный ответ</p> <table border="1"> <tr> <td>Б</td> <td>Г</td> <td>А</td> <td>В</td> </tr> </table>					Б	Г	А	В	<p>Задание 11 Внимательно прочитайте задание и выберите один правильный вариант ответа, обоснуйте свой выбор: В фиксированном окрашенном препарате Вы видите бактерии округлой формы, соединенные в неправильные скопления в виде «виноградной грозди». Как называется такой тип соединения клеток: А) микрококки Б) тетракокки В) сарцины Г) стафилококки</p> <p>Ответ:</p> <p>Обоснование выбора ответа:</p> <p>Правильный ответ: Г</p>	<p>Задание 12 Укажите признаки, которые используют для идентификации бактерий?</p> <p>Ответ:</p> <p>Эталонный ответ: Морфологические признаки; тинкториальные признаки; культуральные признаки; физиолого-биохимические признаки; серологические признаки; хемотаксономические признаки; геномные характеристики штаммов и видов.</p>
МДК		Функции																															
1.	Эндоспоры бактерий	А	Служат для размножения																														
2.	Экзоспоры актиномицетов	Б	Связаны с процессом азотфиксации																														
3.	Гетероцисты цианобактерий	В	Являются покоящейся стадией и служат для размножения																														
4.	Гормогонии нитчатых цианобактерий	Г	Являются покоящейся стадией																														
Б	Г	А	В																														

		<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Правильный ответ;</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Г</td> <td>В</td> <td>Б</td> <td>А</td> </tr> </table>	1	2	3	4					1	2	3	4	Г	В	Б	А		<p>Обоснование выбора ответа: Стафилококки – кокки, соединенные в неправильные скопления в виде «виноградной грозди».</p>																					
1	2	3	4																																						
1	2	3	4																																						
Г	В	Б	А																																						
<p>ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований.</p>	<p><i>ИДК опк-3.1</i> Проводит экспериментальную работу с организмами и клетками с использованием физико-химических методов исследования макромолекул.</p>	<p>Задание 13 Установите соответствие между типом питательной среды и ее назначением: К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Тип питательной среды</th> <th colspan="2">Назначение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Универсальные среды</td> <td>А</td> <td>Для выделения природных источников определенных групп микроорганизмов</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Дифференциально-диагностические среды</td> <td>Б</td> <td>Позволяют работать с микроорганизмами, которые не могут размножаться в универсальных средах</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Элективные среды</td> <td>В</td> <td>Служат для дифференциации отдельных видов групп микроорганизмов</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Специальные среды</td> <td>Г</td> <td>Позволяют культивировать многие микроорганизмы</td> </tr> </tbody> </table> <p>Запишите выбранные буквы под соответствующими цифрами:</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Тип питательной среды		Назначение		1.	Универсальные среды	А	Для выделения природных источников определенных групп микроорганизмов	2.	Дифференциально-диагностические среды	Б	Позволяют работать с микроорганизмами, которые не могут размножаться в универсальных средах	3.	Элективные среды	В	Служат для дифференциации отдельных видов групп микроорганизмов	4.	Специальные среды	Г	Позволяют культивировать многие микроорганизмы	1	2	3	4					<p>Задание 14 Расположите в правильной последовательности этапы приготовления окрашенного препарата: А) фиксация мазка Б) окрашивание мазка В) приготовление мазка Г) высушивание мазка</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо:</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Правильный ответ</p> <table border="1"> <tr> <td>В</td> <td>Г</td> <td>А</td> <td>Б</td> </tr> </table>					В	Г	А	Б	<p>Задание 15 Внимательно прочитайте задание и выберите все правильные варианты ответа, обоснуйте свой выбор: Какие методы используют для выделения чистой культуры аэробных бактерий: А) метод истощающего посева Б) метод посева сплошным газоном В) метод серийных разведений Г) метод вращающихся пробирок</p> <p>Ответ:</p> <p>Обоснование выбора ответа:</p> <p>Правильный ответ: А, В</p> <p>Обоснование выбора ответа: 1. Метод истощающего посева проводится при помощи бактериальной петли на плотной</p>	<p>Задание 16 Сравнить прямые и косвенные методы количественного учета микроорганизмов.</p> <p>Ответ:</p> <p>Элементы правильного ответа Прямые методы количественного учета микроорганизмов: метод Виноградского-Брида, использование камер Горяева-Тома. Преимущество: позволяют определить количество живых и мертвых клеток микроорганизмов. Косвенные методы количественного учета микроорганизмов: метод Коха (метод серийных разведений с последующим посевом на плотные среды в чашках Петри). Позволяет определить количество только жизнеспособных клеток.</p>
Тип питательной среды		Назначение																																							
1.	Универсальные среды	А	Для выделения природных источников определенных групп микроорганизмов																																						
2.	Дифференциально-диагностические среды	Б	Позволяют работать с микроорганизмами, которые не могут размножаться в универсальных средах																																						
3.	Элективные среды	В	Служат для дифференциации отдельных видов групп микроорганизмов																																						
4.	Специальные среды	Г	Позволяют культивировать многие микроорганизмы																																						
1	2	3	4																																						
В	Г	А	Б																																						

Правильный ответ:

1	2	3	4
Г	В	А	Б

питательной среде в чашках Петри.
2. Метод серийных разведений: готовят ряд последовательных десятикратных разведений, из последних разведений (обычно 10^{-4} - 10^{-7}) производят посев на поверхность плотной питательной среды в чашках Петри. Выросшие изолированные колонии считаются результатом развития одной клетки, и являются чистой культурой.

Критерии оценки результатов тестирования

№	Тип задания	Критерии оценки	Результат оценивания
1	Задание закрытого типа на установление соответствия	Считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции одного столбца верно соотношены с позициями другого столбца)	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора	Считается верным, если правильно указана цифра (буква) правильного ответа и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких верных ответов из четырех предложенных и обоснованием выбора	Считается верным, если правильно указаны цифры (буквы) правильного ответа и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
5	Задание открытого типа с развернутым ответом	Считается верным, если ответ совпадает с эталонным ответом по содержанию и полноте	Полное соответствие эталонному ответу – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов

Процент результативности	Оцениваемые компетенции	Оценка	
		Балл (отметка)	Вербальный аналог
91 % - 100 %	ОПК-1, ОПК-3	5	отлично
71 % - 90 %		4	хорошо
51 % - 70 %		3	удовлетворительно
0 % - 50 %		2	неудовлетворительно

2.2 Ситуационные задачи

Решение ситуационных задач (кейсов) – это форма текущего контроля самостоятельной работы студента по систематизации информации в рамках постановки или решения конкретных проблем. Ситуационная задача представляет собой описание ситуации, которую надо решить, ответив на вопросы, носящие проблемный характер и (или) выполнив задания, которые демонстрируют сформированность умения решения практических заданий.

Каждая ситуационная задача имеет структуру:

- описание ситуации (описание проблемы), связанной с будущей профессиональной деятельностью;
- вопросы;
- экспертный лист оценки ситуационной задачи.

Такие задания могут представлять собой проект, памятку, инструкцию, другой презентуемый практический результат выполнения задания. Для ситуационных заданий обычно подбираются названия, которые отражают либо основное содержание ситуации, либо проблему, на решение

которой ситуация направлена.

Ситуационная задача «Использование принципа элективности для выделения микроорганизмов разных физиологических групп»

Для выполнения научно-исследовательской работы необходимо выделить из образца почвы следующие группы микроорганизмов:

1. Свободноживущие аэробные азотфиксирующие бактерии.
2. Углеводородокисляющие бактерии.
3. Спорообразующие бактерии рода *Bacillus*.

При выполнении задания следует указать:

- почему для выделения микроорганизмов указанной группы используют почву;
- какой принцип используется для выделения микроорганизмов различных физиологических групп;

- какую питательную среду необходимо использовать для выделения каждой из указанных групп микроорганизмов, и чем обусловлен выбор именно этой питательной среды;

- какие дополнительные манипуляции (если необходимы) нужно еще выполнить, чтобы выделить микроорганизмы той или иной из указанных групп.

Разработайте схему постановки опыта.

Задание выполняется в письменной форме.

Эталонный ответ: Для выделения микроорганизмов определенных физиологических групп используют принцип элективности, который был предложен отечественным микробиологом С. Н. Виноградским. Принцип элективности предусматривает использование элективных сред. Элективные среды – это среды, состав которых обеспечивает развитие микроорганизмов с определенными свойствами.

1. Для выделения **свободноживущих аэробных азотфиксирующих бактерий** используют образцы почвы, так как в почве обитают разнообразные азотфиксирующие бактерии, например, бактерии рода *Azotobacter*. Для выделения используют среду, содержащую источник углерода (глюкоза или сахароза), соли фосфора, но не добавляют источников азота (соли аммония, нитраты, белки, аминокислоты), так как источником азота для этих бактерий является молекулярный азот, который содержится в воздухе. В качестве элективной среды для выделения свободноживущих азотфиксирующих бактерий можно использовать безазотистую среду Эшби.

Схема постановки опыта:

- 1) готовят плотную питательную среду Эшби, отдают на стерилизацию;
- 2) стерильную среду разливают в чашки Петри;
- 3) образец почвы в количестве 1 г вносят в колбу со 100 мл стерильной воды, тщательно перемешивают, дают отстояться до осаждения почвенных частиц;
- 4) производят истощающий посев петлей на плотную среду Эшби в чашки Петри.

2 **Углеводородокисляющие микроорганизмы (УОМ)** выделяют из различных нефтезагрязненных субстратов (почва, вода), а также из нефти и нефтепродуктов (НП). Это факультативные микроорганизмы, в присутствии нефти и НП употребляют углеводороды (УВ) в качестве источника углерода и энергии. Также УОМ растут на белковых средах (РПА, МПА) и некоторых других средах. Для выделения УОМ используют метод накопительной культуры - образец засевают в жидкую элективную среду (например, среда Раймонда), в которой единственным источником углерода является УВ (например, гексадекан). Накопительные культуры используют, исходя из предположения, что в субстрате количество УОМ может быть невелико (прямым посевом их можно не выявить).

Схема постановки опыта:

- 1) готовят жидкую элективную среду для УОМ – среду Раймонда в колбах по 100 мл, отдают на стерилизацию;
- 2) в стерильную среду Раймонда в колбах вносят навеску почвы в количестве 1 г; засеянную колбу инкубируют в термостате при 30 °С до появления признаков роста УОМ;
- 3) из накопительной культуры выделяют чистую культуру УОМ путем истощающего посева на плотную элективную среду Раймонда в чашках Петри.

3. Выделение **аэробных спорообразующих бактерий**. Аэробные спорообразующие бактерии

относятся к р. *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. mesentericus* и др. виды). Бактерии этой группировки являются типично почвенными микроорганизмами и широко распространены в почвах, поэтому для их выделения можно использовать образцы почвы. Чтобы выделить чистую культуру почвенную суспензию пастеризуют при температуре 80 °С в течение 20 мин. При этом неспорообразующие бактерии погибают, остаются только споры, которые устойчивы к такой температурной обработке.

Схема постановки опыта:

1) Навеску почвы в количестве 1 г вносят в 100 мл стерильной воды в колбах, полученную почвенную суспензию пастеризуют при температуре 80 °С в течение 20 мин.

2) Затем суспензию высевают на белковую среду (РПА или МПА) – производят истощающий посев для получения изолированных колоний.

Критерии оценки решения ситуационной задачи

Критерий	Оцениваемые компетенции	Оценка	
		Балл	Отметка
Ситуационная задача выполнена правильно (совпадает с эталоном по содержанию и полноте). Выполнена с определением необходимых показателей по всем пунктам. Не допускаются несовпадения по содержанию и полноте с эталоном, не допускаются неточности в ответах на вопросы, определении показателей и расчетах	ОПК-1	10	отлично
Ситуационная задача выполнена правильно (практически совпадает с эталоном по содержанию и полноте) с определением необходимых показателей. Допускаются небольшие отклонения от эталона в ответах на вопросы к ситуационной задаче, неточности в определении 1-2 параметров в задании		9-8	хорошо
Ситуационная задача выполнена правильно (частично решение ситуационной задачи совпадает с эталоном). Допускаются неточности в ответах на вопросы к задаче, к оценке ситуации, в определении 2-3 параметров в задании, отклонения от эталона по полноте изложения или по содержанию		7-5	удовлетворительно
Решение ситуационной задачи не соответствует эталону, ответы отсутствуют или ситуационная задача по 3 и более параметрам выполнена неверно.		4 и меньше	неудовлетворительно

2.3 Творческое задание

Творческое задание по теме «Брожения»

Известно, что микроорганизмы используются в разных отраслях пищевой промышленности.

Задача: изучить микробиологические процессы, лежащие в основе производства кисломолочных продуктов; бактерии, используемые для этого; указать пользу кисломолочных продуктов для человека.

Для выполнения задания каждый студент покупает любимый кисломолочный продукт, например, йогурт, кефир, ряженку и т.д. и выполняет задачу, руководствуясь следующим планом:

1. Указать наименование продукта.
2. Указать производителя данного продукта.
3. Указать количество молочнокислых бактерий в продукте (КОЕ/мл).
4. Изучить видовой состав закваски исследуемого кисломолочного продукта.
5. Определить, какие виды молочнокислых бактерий, присутствующие в закваске, относятся к гомоферментативным, а какие к гетероферментативным.
6. Указать, какие виды молочнокислого брожения были использованы для производства данного кисломолочного продукта (гомоферментативное или гетероферментативное).
7. Ответить на следующий вопрос: почему кисломолочные продукты считаются полезными для человека? Обоснуйте свой ответ: _____

После этого результаты проведенного исследования представить следующим образом:

1. Наименование продукта: _____

2. Производитель: _____
3. Количество молочнокислых бактерий в каждом продукте (КОЕ/мл): _____
4. Видовой состав закваски исследуемого кисломолочного продукта: _____

5. Определяете, какие виды молочнокислых бактерий, входящие в состав закваски, относятся к гомоферментативным или гетероферментативным, данные внести в следующую таблицу:

Название кисломолочного продукта: _____	
Гомоферментативные молочнокислые бактерии	Гетероферментативные молочнокислые бактерии

6. На основании анализа закваски и выяснения, какие молочнокислые бактерии входят в ее состав, делаете вывод, какой / какие виды молочнокислого брожения были использованы для производства данного кисломолочного продукта (ответ обосновать): _____

7. Почему кисломолочные продукты считаются полезными для человека? Ответ обосновать:

Эталонный ответ:

1. Наименование продукта: Йогурт Лактовит черничный с хитозаном
2. Производитель: ООО «Лактовит» (г. Ангарск, Россия)
3. Количество молочнокислых бактерий в продукте (КОЕ/мл): не менее 10^7 КОЕ/мл
4. Видовой состав закваски: болгарская палочка (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), термофильный стрептококк (*Streptococcus thermophilus*), ацидофильная палочка (*Lactobacillus acidophilus*), бифидобактерии (р. *Bifidobacterium* – видовой состав бифидобактерий не указан)
5. Гомоферментативные и гетероферментативные молочнокислые бактерии, входящие в состав закваски:

Название кисломолочного продукта: Йогурт Лактовит черничный с хитозаном	
Гомоферментативные молочнокислые бактерии	Гетероферментативные молочнокислые бактерии
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	-
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	-
<i>Streptococcus thermophilus</i>	-

6. Для производства кисломолочного продукта «Йогурт Лактовит черничный с хитозаном» было использовано гомоферментативное молочнокислое брожение, так как в состав закваски входят только гомоферментативные молочнокислые бактерии.

7. Молочнокислые бактерии (МКБ), входящие в состав кисломолочных продуктов, обладают антагонистическими свойствами по отношению к гнилостной микрофлоре кишечника, а также по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам. МКБ образуют молочную кислоту, которая закисляет среду, что неблагоприятно для многих бактерий. Кроме того, МКБ могут образовывать антибиотикоподобные вещества – бактериоцины, например, ацидофилин,

вырабатываемый штаммами *Lactobacillus acidophilus*. МКБ косвенно способствуют более эффективному усвоению кальция, он усваивается в форме лактата. МКБ оказывают иммуномодулирующее действие. Под действием лизоцима, вырабатываемого клетками Панета слизистой оболочки кишечника, разрушаются клеточные стенки молочнокислых бактерий, при этом из нее высвобождается пептидогликан и низкомолекулярные компоненты – мурамилдипептиды. Последние способны стимулировать макрофаги и выход из них интерлейкина-1, который в свою очередь активирует Т-лимфоциты, а также НК-клетки (натуральные киллеры), продуцирующие гамма-интерферон. Показано снижение уровня холестерина в сыворотке крови при регулярном употреблении кисломолочных продуктов

Критерии оценки выполнения творческого задания

Критерий	Оцениваемые компетенции	Оценка	
		Балл	Отметка
Творческое задание выполнено правильно (совпадает с эталоном по содержанию и полноте). Выполнено с определением необходимых показателей по всем пунктам. Не допускаются несовпадения по содержанию и полноте с эталоном, не допускаются неточности в ответах на вопросы, определении показателей и расчетах.	ОПК-1	10	отлично
Творческое задание выполнено правильно (практически совпадает с эталоном по содержанию и полноте) с определением необходимых показателей. Допускаются небольшие отклонения от эталона, неточности в определении 1-2 параметров в задании.		9-8	хорошо
Творческое задание выполнено правильно (частично совпадает с эталоном). Допускаются неточности, отклонения от эталона по полноте изложения или по содержанию.		7-5	удовлетворительно
Творческое задание не соответствует эталону, ответы отсутствуют или даны неверные ответы.		4 и меньше	неудовлетворительно

2.4 Лабораторные работы

Лабораторное занятие проводится в составе академической группы с разделением на подгруппы. В водной части занятия проводится знакомство студентов с содержанием предстоящей работы, показ способов выполнения отдельных операций, напоминание отдельных положений по технике безопасности. Основная часть лабораторного занятия заключается в проведении студентом лабораторной работы. Заключительная часть предусматривает подведение итогов выполненной лабораторной работы. По определенным темам лабораторных работ письменный отчет выполняется студентами как самостоятельная работа.

В рамках дисциплины «Микробиология и вирусология» проводятся следующие лабораторные работы:

1. Правила и техника безопасности при работе в микробиологической лаборатории,
2. Микроскопия. Методы микроскопического исследования микроорганизмов,
3. Простые методы приготовления и окраски микроскопических препаратов,
4. Морфология прокариот,
5. Строение прокариотной клетки,
6. Морфологически дифференцированные клетки прокариот,
7. Микроскопические грибы,
8. Методы стерилизации,
9. Принципы приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов. Условия культивирования,
10. Количественный учет микроорганизмов,
11. Идентификация бактерий.

Критерии оценки выполнения лабораторных работ (№ 1 – № 10)

Критерий	Оцениваемые компетенции	Лабораторная работа зачтена / лабораторная работа не зачтена
Лабораторная работа выполнена в полном объеме, студент правильно использовал все методики, справился с поставленными задачами, результаты внесены в лабораторный журнал (тетрадь).	ОПК-1 ОПК-2	Лабораторная работа зачтена
При выполнении лабораторной работы студент допускал методические неточности, что не позволило ему справиться с поставленными задачами.		Лабораторная работа не зачтена

***Критерии оценки выполнения лабораторной работы № 11 «Идентификация бактерий»**

Показатели	Критерий	Оцениваемые компетенции	Оценка
			отлично
<p>Выполнение лабораторных исследований:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Изучение морфологических и тинкториальных признаков - Изучение культуральных признаков - Изучение физиолого-биохимических признаков <p>Техника микроскопических исследований Техника посева Работа с определителем бактерий Заполнение паспорта штамма микроорганизма</p>	Студент справился с поставленными задачами, при выполнении лабораторных исследований правильно использовал все методики, владеет техникой микроскопических исследований, техникой посева, умеет работать с определителем бактерий, правильно составил паспорт штамма микроорганизма*.	ОПК-1 ОПК-3	хорошо
	Студент выполнил лабораторную работу, в целом правильно использовал методики, однако при выполнении работы допускал неточности. Владеет техникой микроскопических исследований, техникой посева, умеет работать с определителем бактерий, Паспорт штамма микроорганизма* заполнен.		удовлетворительно
	Студент в целом справился с лабораторной работой, но при этом допускал неточности при использовании методик, что приводило к повторению отдельных экспериментов, имеются неточности в оформлении паспорта на штамм микроорганизма*.		неудовлетворительно
	Студент не справился с поставленными задачами, плохо владеет техникой микроскопических исследований и техникой посева, не смог самостоятельно провести идентификацию микроорганизма при помощи определителя, не заполнил паспорт на штамм микроорганизма*.		

*При выполнении лабораторной работы «Идентификация бактерий» предусмотрен письменный отчет в виде заполнения паспорта штамма микроорганизма, идентификацию которого проводил студент.

П А С П О Р Т
штамма микроорганизма

1. Видовое название штамма:
 2. Номер и наименование штамма:
 3. Морфо-культуральные особенности штамма:
- Морфология клеток:
Окраска по Граму:

Подвижность:

Наличие спор (форма спор, расположение в клетке):

Тип спорообразования:

Морфология колоний (на РПА):

Рост по штриху (на РПА):

Рост в МПБ:

4. Физиолого-биохимические свойства штамма:

Протеолитическая активность:

разжижение желатины _____

пептонизация молока _____

Образование продуктов обмена:

сероводород _____

аммиак _____

Восстановление нитратов:

Использование сахаров:

Отношение к кислороду:

Определение родовой принадлежности исследуемого штамма: _____

Дата заполнения:

Ф. И. О. студента _____

Группа _____

Письменные работы

Письменная работа «Черты сходства и отличия клеточной организации прокариот и эукариот»

Задание: ознакомиться с теоретическим материалом по указанной тематике (использовать материалы лекций (ЭИОС ИГУ - <https://educa.isu.ru>), литературу (см. РПД по дисциплине «Микробиология и вирусология», п. 4.2) и составить таблицу «Черты сходства и отличия клеточной организации прокариот и эукариот».

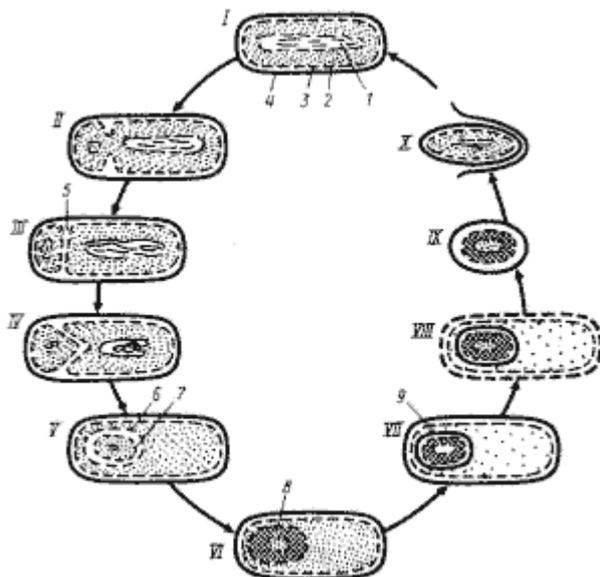
Эталонный ответ:

Признак	Прокариотная клетка	Эукариотная клетка
Организация генетического материала	Нуклеоид (ДНК не отделена от цитоплазмы мембраной)	Ядро (ДНК отделена от цитоплазмы ядерной оболочкой), содержит больше одной хромосомы, деление ядра путем митоза
Локализация ДНК	В нуклеоиде и плазмидах	В ядре и некоторых органеллах
Цитоплазматические органеллы	Отсутствуют	Имеются
Рибосомы в цитоплазме	70-S-типа	80-S-типа
Движение цитоплазмы	Отсутствует	Часто обнаруживается
Клеточная стенка (если имеется)	У бактерий содержат пептидогликан; у архей клеточные стенки трех основных типов: белковые, псевдомуреиновые, гетерополисахаридные	Пептидогликан отсутствует
Жгутики	Нить жгутика построена из спирально уложенных белковых субъединиц	Каждый жгутик содержит набор микротрубочек, собранных в группы: $(2 \times 9) + 2$

Письменная работа «Схема образования эндоспоры у спорообразующих бактерий»

Задание: ознакомиться с теоретическим материалом по указанной тематике (использовать материалы лекций (ЭИОС ИГУ - <https://educa.isu.ru>), литературу (см. РПД по дисциплине «Микробиология и вирусология», п. 4.2) и зарисовать схему образования эндоспор у спорообразующих бактерий.

Эталонный ответ:



Формирование эндоспоры спорообразующими бактериями:

I — вегетативная клетка; II — инвагинация ЦПМ; III — образование споровой перегородки (септы); IV — формирование двойной мембранной системы образующейся проспоры; V — сформированная проспора; VI — формирование кортекса; VII — формирование покровов споры; VIII — лизис материнской клетки; IX — свободная зрелая спора, X — прорастание споры; 1 — нуклеоид; 2 — цитоплазма; 3 — ЦПМ; 4 — клеточная стенка; 5 — споровая перегородка; 6 — наружная мембрана споры; 7 — внутренняя мембрана споры; 8 — кортекс; 9 — покровы споры

Критерии оценивания письменной работы

Критерий	Оцениваемые компетенции	Оценка
Выполненная работа соответствует эталонному ответу, также студент приводит дополнительные данные.	ОПК-1	отлично
Выполненная работа в целом соответствует эталонному ответу, студент указал все отличия, однако имеются отдельные неточности.		хорошо
Студент указал большинство, но не все отличия в соответствии с эталонным ответом.		удовлетворительно
Студент указал только некоторые отличия.		неудовлетворительно

3. Оценочные материалы, используемые при проведении промежуточной аттестации (экзамен)

Примерный список вопросов для подготовки к экзамену

- Предмет и задачи микробиологии. Объекты микробиологии. Основные направления развития современной микробиологии: общая, медицинская, санитарная, ветеринарная, промышленная, почвенная, водная, космическая, геологическая, генетика микроорганизмов, экология микроорганизмов.
- История возникновения и развития микробиологии. Открытие микроорганизмов А. Левенгуком. Морфологический период развития микробиологии. Физиологический период развития микробиологии. Научная деятельность Л. Пастера. Исследования Р. Коха в области медицинской микробиологии. Вклад И. И. Мечникова, Н. Ф. Гамалеи, С. Н. Виноградского и других ученых в развитие микробиологии.

3. Современный период развития микробиологии. Использование микроорганизмов в биотехнологии, биогидрометаллургии, биоремедиации. Микробиологические препараты для защиты растений на основе *Bacillus thuringiensis*. Биоудобрения на основе азотфиксирующих бактерий. Микробная утилизация ТБО и других отходов. Получение биотоплива.
4. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, основные различия.
5. Морфология прокариот.
6. Строение, химический состав и функции компонентов прокариотной клетки. Цитоплазма. Рибосомы. Внутрицитоплазматические включения: хлоросомы, фикобилисомы, карбоксисомы, аэросомы, магнетосомы, запасные вещества, белковые включения у *Bacillus thuringiensis*. Внутрицитоплазматические мембраны (фотосинтетические мембраны и др.).
7. Генетический аппарат прокариот. Нуклеоид. Плазмиды. Мигрирующие генетические элементы (транспозоны, IS-элементы).
8. Цитоплазматическая мембрана (ЦПМ) прокариот, химический состав, структура, функции. Особенности ЦПМ архей. Механизмы мембранного транспорта.
9. Клеточная стенка прокариот. Химический состав и структура клеточной стенки бактерий. Грамположительные и грамотрицательные бактерии. Особенности клеточных стенок архей. Функции клеточной стенки прокариот.
10. Капсулы, слизистые слои и чехлы. Химический состав, структура, функции.
11. Жгутиковый аппарат бактерий. Строение, химический состав, расположение жгутиков. Механизм движения. Микроворсинки: обыкновенные пили, F-пили. Химический состав, строение, функции.
12. Основные типы движения прокариот (плавание, «роение», скольжение, подтягивающее движение и др.). Таксисы у прокариот.
13. Морфологически дифференцированные клетки прокариот. Эндоспоры, цисты, акинеты, экзоспоры. Гормогонии, бaeоцисты, гетероцисты, бактериоды.
14. Эндоспоры грамположительных бактерий, образование, химический состав, строение, свойства.
15. Размножение прокариот. Способы размножения. Бинарное деление. Фазы amitоза. Почкование. Множественное деление.
16. Рост клеток и рост популяции бактерий. Параметры микробного роста: время генерации, удельная скорость роста. Рост бактерий в периодической культуре. Кривая экспоненциального роста. Непрерывное культивирование. Рост бактерий в хемостате. Уравнение Моно; кривая насыщения.
17. Отношение прокариот к O₂ (облигатные аэробы, микроаэрофилы, факультативные анаэробы, облигатные анаэробы, аэротолерантные анаэробы).
18. Влияние температуры на жизнедеятельность микроорганизмов. Температурный диапазон. Психрофилы, мезофилы, термофилы и их распространение в природе. Механизмы психро- и термофилии. Использование высоких температур для инактивации микроорганизмов. Использование низких температур для хранения микроорганизмов.
19. Влияние pH среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Ацидофилы, нейтрофилы, алкалофилы, их распространение в природе. Механизмы pH-гомеостаза.
20. Химический состав прокариотной клетки. Пищевые потребности прокариот. Источники углерода. Автотрофы и гетеротрофы. Сапрофиты и паразиты. Олиготрофы и копиотрофы. Источники азота, серы, фосфора. Необходимость ионов металлов. Потребности в факторах роста. Ауксотрофы и прототрофы. Гидролитики, группы гидролитиков. Газотрофы.
21. Разнообразие способов существования и типов жизни у прокариот. Фототрофия и хемотрофия. Литотрофия и органотрофия. Автотрофия и гетеротрофия. Способы существования прокариот (8 типов). Облигатный и факультативный тип метаболизма.
22. Принцип приготовления питательных сред. Типы сред, используемые для культивирования микроорганизмов. Условия культивирования микроорганизмов.
23. Общая характеристика брожений. Определение понятия «брожение». Брожение как энергетический процесс. Определение понятия «субстратное фосфорилирование». Сбраживаемые и несбраживаемые соединения. Продукты брожений, виды брожений. Черты примитивности брожений.

24. Гомоферментативное молочнокислое брожение. Биохимия процесса. Характеристика гомоферментативных молочнокислых бактерий, распространение и роль в природе, использование в пищевой промышленности.
25. Гетероферментативное молочнокислое брожение. Биохимия процесса. Окислительный пентозофосфатный путь. Гетероферментативные молочнокислые бактерии, распространение и роль в природе, использование в пищевой промышленности.
26. Спиртовое брожение. Образование этанола дрожжами. Отношение дрожжей к O₂. Эффект Пастера. Эффект Кребтри. Характеристика дрожжей, промышленное использование. Образование этанола бактериями.
27. Маслянокислое брожение. Биохимия процесса. Характеристика бактерий рода *Clostridium*. Сахаролитические, протеолитические, пуринолитические клостридии. Распространение и значение клостридий в природе. Практическое использование.
28. Бактериальный фотосинтез. Оксигенные и аноксигенные фототрофные бактерии. Пигменты аноксигенных фототрофных бактерий. Фотосинтетический аппарат аноксигенных фототрофных бактерий. Механизм аноксигенного фотосинтеза. Определение понятия «фотофосфорилирование». Характеристика аноксигенных фототрофных бактерий, их распространение и роль в природе. Бесхлорофилльный фотосинтез галобактерий.
29. Аэробное дыхание прокариот. Состав и функционирование дыхательных цепей у прокариот. Определение понятия «окислительное фосфорилирование».
30. Группы аэробных хемоорганотрофных бактерий: метанотрофы и метилотрофы, аммонифицирующие и целлюлозоразрушающие бактерии.
31. Хемосинтез. Особенности дыхательных цепей хемолитотрофных прокариот. Группы хемолитотрофных прокариот: нитрифицирующие, тионовые, водородные бактерии, железобактерии, карбоксидобактерии.
32. Анаэробное дыхание. Определение понятия «анаэробное дыхание». Нитратное, сульфатное, серное, карбонатное, «железное» дыхание.
33. Систематика прокариот. Номенклатура и классификация прокариот. Концепция вида у прокариот. Понятия «штамм», «клон», «культура», «вариант». Геносистематика и феносистематика. Археи и бактерии. Отличия и черты сходства архей с бактериями и эукариотами. Хемотаксономические особенности архей.
34. Идентификация бактерий. Морфологические, тинкториальные, культуральные, физиолого-биохимические, серологические признаки. Систематика бактерий на основе генетического родства. 16Sр-РНК–система идентификации прокариот. Использование хемотаксономических признаков для идентификации. Идентификация некультивируемых микроорганизмов.
35. Определители бактерий. Принцип распределения материала в определителе бактерий Берджи (1991). Филогенетическая система классификации прокариот в «Руководстве Берджи по систематической бактериологии (2001–2015 гг.)».
36. Систематика архей. Домен Archaea. Царство Nanobdellati, филум Nanobdellota: общая характеристика. *Nanoarchaeum equitans* – как представитель наноархей. Царство Methanobacteriati: общая характеристика. Метаногены и облигатные экстремальные галофилы. Царство Promethearchaeati, филум Promethearchaeota (Asgardarchaeota) – ближайшие прокариотические родственники эукариот. Царство Thermoproteati, филум Thermoproteota: общая характеристика, представители.
37. Систематика бактерий. Домен Bacteria. Филум Actinomycetota. Морфология актинобактерий, метаболизм, распространение в природе. Важнейшие представители. Актинобактерии – продуценты антибиотиков. Механизм действия антибиотиков. Патогенные актинобактерии.
38. Филум Chlamydiaota. Морфология, цикл развития, метаболизм. Заболевания, вызываемые хламидиями.
39. Филум Chlorobiota. Морфология, метаболизм, распространение в природе.
40. Филум Chloroflexota. Морфология, метаболизм, распространение в природе.
41. Филум Cyanobacteriota. Морфология, метаболизм, распространение в природе. Значение цианобактерий.

42. Филум Bacillota. Характеристика классов Bacilli и Clostridia: морфология, метаболизм, распространение в природе, значение. Важнейшие представители – сапрофитные и патогенные виды.
43. Филум Pseudomonadota. Краткая характеристика класса Alphaproteobacteria. Порядок Rhizobiales. Характеристика клубеньковых бактерий р. *Rhizobium*. Механизм азотфиксации. Характеристика бактерий порядка Rickettsiales.
44. Филум Pseudomonadota. Краткая характеристика класса Betaproteobacteria. Порядок Neisseriales: морфология, метаболизм, представители. Порядок Nitrosomonadales (нитрификаторы первой фазы).
45. Филум Pseudomonadota. Краткая характеристика класса Gammaproteobacteria. Порядок Enterobacteriales, семейство Enterobacteriaceae – морфология, метаболизм, распространение, значение. Типовой род семейства – род *Escherchia*. Характеристика *Escherchia coli*. *E. coli* как санитарно-показательный микроорганизм. Коли-титр, коли-индекс. Патогенные представители сем. Enterobacteriaceae: р. *Shigella*, р. *Salmonella*. Семейство Yersiniaceae: характеристика *Yersinia pestis* – возбудителя чумы. Порядок Pseudomonadales, семейство Pseudomonadaceae. Характеристика типового рода *Pseudomonas*. Порядок Vibrionales. Характеристика типового рода *Vibrio*.
46. Филум Spirochaetota. Морфология, метаболизм, места обитания. Патогенные для человека спирохеты.
47. Филум Mycoplasmatota. Морфология, метаболизм, распространение в природе. Патогенные для человека микоплазмы.
48. Прионы. История изучения прионных болезней. Структура прионов. Репликация прионов. Наследственная и инфекционная формы прионовых болезней. Пути заражения прионами.
49. Вирусы: определение, природа. Особенности вирусов, как живых организмов. Происхождение вирусов. Значение вирусов.
50. Форма, размеры, структурная организация и химический состав вирусов.
51. Типы взаимодействия вируса и клетки.Abortивная, продуктивная, интегративная инфекции. Репликативный цикл вирусов (при литическом взаимодействии вируса с клеткой).
52. Бактериофаги. Морфология и структура бактериофагов. Взаимодействие фагов с бактериями. Вирулентные и умеренные фаги. Литический цикл. Лизогенный цикл. Бактериальный иммунитет. Выделение и выявление бактериофагов. Роль бактериофагов в биосфере. Применение бактериофагов.
53. Принципы систематики и классификации вирусов. Классификация Международного комитета по таксономии вирусов. Критерии классификации вирусов. Таксономия вирусов. Определение понятия «вид» у вирусов. Номенклатура вирусов. Классификация вирусов по Балтимору. Принципы классификации вирусов по Балтимору.
- Краткая характеристика отдельных групп вирусов:
54. (I) Вирусы, содержащие двуцепочечную ДНК и не имеющие РНК-стадии: семейство *Herpesviridae* (герпесвирусы, вирус Эпштейна-Барра); семейство *Papovaviridae* (папилломавирусы); семейство *Adenoviridae*; семейство *Poxviridae* (вирус натуральной оспы, вирусы оспы насекомых); семейство *Baculoviridae* – особенности бакуловирусов.
55. (IV) Вирусы, содержащие одноцепочечную молекулу РНК положительной полярности: семейство *Picornaviridae* (вирус полиомиелита, возбудитель вирусного гепатита А); семейство *Flaviviridae* (вирус клещевого энцефалита); семейство *Coronaviridae*.
56. (V) Вирусы, содержащие одноцепочечную молекулу РНК негативной или двойной полярности: семейство *Orthomyxoviridae* (Род *Influenzavirus*); семейство *Filoviridae* (вирусы Марбург и Эбола).

57. (VI) Вирусы, содержащие одноцепочечную молекулу РНК и имеющие в своем жизненном цикле стадию синтеза ДНК на матрице РНК: семейство *Retroviridae* (онковирусы, вирус иммунодефицита человека).
58. Вироиды.
59. Микроскопические грибы. Мицелиарные и дрожжевые формы грибов. Морфология. Способы размножения. Тип питания. Классификация. Краткая характеристика отдельных групп микроскопических грибов. Распространение, роль в природе, практическое использование.
60. Участие микроорганизмов в круговороте углерода, азота и серы.
61. Взаимоотношения микроорганизмов между собой и с другими организмами (симбиозы, мутуализм, комменсализм, метабиоз, паразитизм и др.)
62. Накопительные культуры и принцип селективности. Чистые культуры, методы получения, значение.
63. Понятия «стерилизация», «дезинфекция». Методы стерилизации, используемые в микробиологической практике.

Критерии оценок, выставляемых за экзамен

К экзамену допускаются студенты, которые успешно выполнили все лабораторные работы.

Критерий	Оцениваемые компетенции	Оценка
Студент дает полные, развернутые ответы, соответствующие элементам эталонного ответа. Свободно владеет материалом, демонстрирует знания структурно-функциональной организации, метаболизма, принципов систематики и идентификации микроорганизмов, основных методов, используемых для изучения микроорганизмов, умения описания, идентификации и классификации, владение методологическими подходами, используемыми для определения специфических свойств микроорганизмов. Отвечает на дополнительные вопросы.	ОПК-1 ОПК-3	отлично
Студент дает полные ответы, в целом соответствующие элементам эталонного ответа. Демонстрирует базовые знания структурно-функциональной организации, метаболизма, принципов систематики и идентификации микроорганизмов, основных методов, используемых для изучения микроорганизмов, умения описания, идентификации и классификации, владение методологическими подходами, используемыми для определения специфических свойств микроорганизмов. Однако допускает небольшие неточности.		хорошо
Студент дает неполные ответы, не вполне соответствующие элементам эталонного ответа, допускает неточности.		удовлетворительно
Студент очень слабо владеет материалами, ответы его не соответствуют элементам эталонного ответа, допускает ошибки и неточности.		неудовлетворительно

Демонстрационный вариант эталонного ответа на вопросы экзаменационного билета.

БИЛЕТ № 9

1. Клеточная стенка прокариот. Химический состав и структура клеточной стенки бактерий. Грамположительные и грамотрицательные бактерии. Особенности клеточных стенок архей. Функции клеточной стенки прокариот.

2. Гетероферментативное молочнокислое брожение. Биохимия процесса. Окислительный пентозофосфатный путь. Гетероферментативные молочнокислые бактерии, распространение и роль в природе, использование в пищевой промышленности.

3. Филум *Chloroflexota*. Морфология, метаболизм, распространение в природе.

Эталонный ответ:

1. Клеточная стенка прокариот. Химический состав и структура клеточной стенки бактерий. Грамположительные и грамотрицательные бактерии. Особенности клеточных стенок архей. Функции клеточной стенки прокариот.

Клеточная стенка (КС) – обязательный структурный элемент, имеющийся у большинства прокариот. КС придает клеткам определенную форму. КС отсутствует, например, у микоплазм, а также L-форм. При воздействии лизоцима можно получить: протопласты – у них отсутствует КС (у грамположительных бактерий) и сферопласты – у них частично разрушенная КС (у грамотрицательных бактерий).

Прокариоты в зависимости от структуры и химического состава клеточной стенки делят на две группы: грамположительные и грамотрицательные. Дифференциальная окраска бактерий предложена датским ученым Грамом в 1884 г. Окраска по Граму – признак видоспецифичный, используется для определения вида бактерий. Окрашивают только односуточные культуры.

Химический состав и структура клеточной стенки грамположительных бактерий

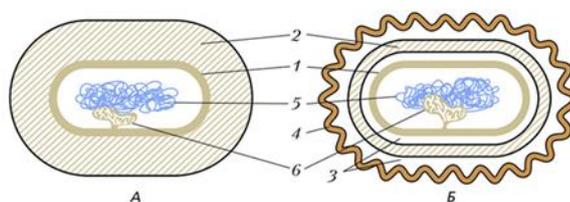
Химический состав. В состав КС бактерий входит пептидогликан (муреин). Это специфический гетерополимер КС бактерий, отсутствует у архей и эукариот. Пептидогликан построен из чередующихся остатков N-ацетилглюкозамина и N-ацетилмурамовой кислоты, которые соединены между собой β -1,4-гликозидными связями. К N-ацетилмурамовой кислоте присоединен пептидный хвост, состоящий из 4-5 аминокислот (D-глутаминовая, глицин, D-аланин и др.). Пептидогликан – линейный полимер, его молекулы образуют сеть из параллельно расположенных полисахаридных цепей, соединенных пептидными хвостами. Этот полимер обладает прочностью и упругостью.

У грамположительных бактерий содержание пептидогликана составляет 40-90 %. Кроме этого в состав их КС входят:

- тейхоевые кислоты (полимеры из 8-50 остатков глицерина или рибита),
- тейхуроновые кислоты,
- липотейхоевые кислоты,
- полисахариды, белки, липиды (в небольших количествах).

Структура клеточной стенки грамположительных бактерий (студенты схематично рисуют КС грамположительных и грамотрицательных бактерий):

Строение клеточной стенки грам(+) и грам(-) бактерий



Схематическое строение клеточной стенки грам(+) (А) и грам(-) (Б) бактерий: 1 – ЦПМ; 2 – пептидогликан; 3 – периплазматическое пространство; 4 – наружная мембрана; 5 – нуклеоид

Толщина КС грамположительных бактерий составляет 20-80 нм, что соответствует ~40 молекул пептидогликана. КС плотно прилегает к ЦПМ, имеет поры диаметром 1-6 нм. Тейхоевые кислоты пронизывают пептидогликановый слой, достигают поверхности КС и являются важнейшими антигенами грамположительных бактерий. Белки располагаются на поверхности островками или формируют монослой (S-слой).

Примеры грамположительных бактерий:

р. *Bacillus* – *B. anthracis* (возбудитель сибирской язвы), *B. thuringiensis* (поражает насекомых), *B. mesentericus* (картофельная палочка, сапрофит) и др.

p. Clostridium – *C. tetani* (возбудитель столбняка), *C. botulinum* (возбудитель ботулизма) и др.
Staphylococcus aureus (золотистый стафилококк)
Streptococcus pyogenes (возбудитель тонзилита) и др.

Химический состав и структура клеточной стенки грамотрицательных бактерий

Химический состав. Содержание пептидогликана составляет от 1 до 10 %, также в состав КС грамотрицательных бактерий входят: липополисахариды, фосфолипиды, белки, полисахариды, липопротеины.

Структура. В КС грамотрицательных бактерий имеется наружная мембрана (НМ). Между ЦПМ и НМ находится периплазматическое пространство, в котором локализован пептидогликановый слой. НМ по структуре и химическому составу аналогична элементарным мембранам. На поверхности НМ находятся липополисахариды, являющиеся антигенами грамотрицательных бактерий. Также в НМ имеются белки-порины, которые образуют каналы для переноса малых молекул, белки-переносчики и белки-рецепторы. В периплазматическом пространстве - транспортные белки и ферменты-гидролазы (протеазы, липазы и др.).

Примеры грамотрицательных бактерий:

Escherichia coli

Pseudomonas aeruginosa – синегнойная палочка

Neisseria gonorrhoeae - возбудитель гонореи

Neisseria meningitidis – возбудитель менингита

Vibrio cholerae – холерный вибрион и др.

Клеточные стенки архей

У архей в КС не содержится пептидогликан. У них КС трех типов:

- Состоящие из псевдомуреина - грам (+).
- Состоящие из гетерополисахарида - грам (+).
- Белковые клеточные стенки – грам(-).

Функции клеточной стенки прокариот:

1. Придает клеткам определенную форму.
2. Механическая.
3. Осмотическая.
4. Транспортная.
5. На поверхности КС – рецепторы для бактериофагов, антигены.

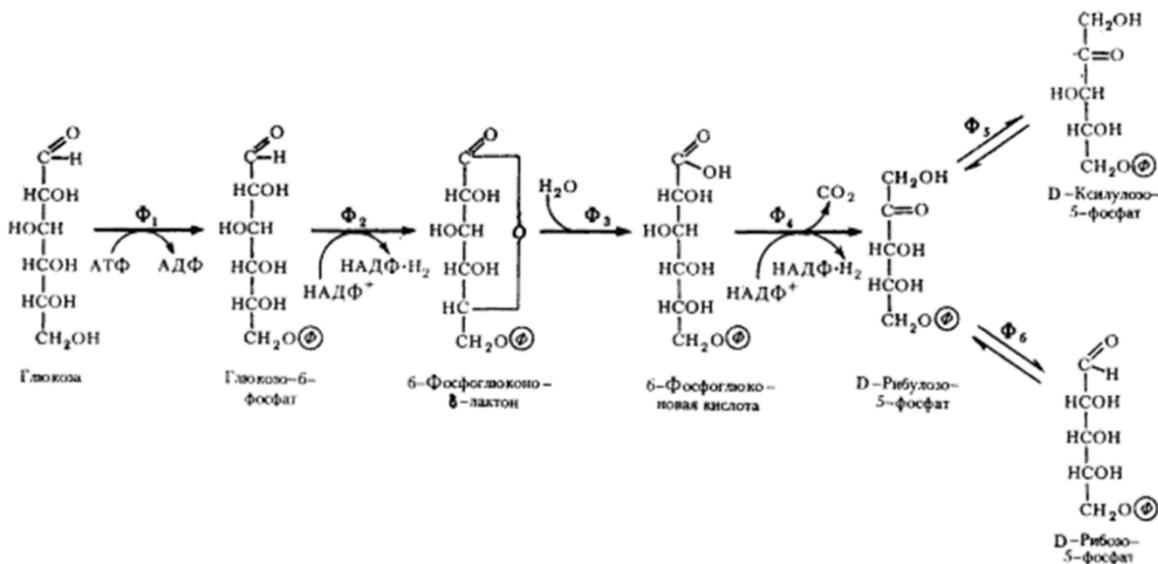
2. Гетероферментативное молочнокислое брожение. Биохимия процесса. Окислительный пентозофосфатный путь. Гетероферментативные молочнокислые бактерии, распространение и роль в природе, использование в пищевой промышленности.

Субстраты для брожения: пентозы или гексозы (глюкоза и др.).

В этом брожении начальные превращения глюкозы идут через окислительный пентозофосфатный путь (путь Варбурга-Диккенса-Хореккера) (ОПП).

Студенты пишут схему:

Окислительный пентозофосфатный путь (начальные этапы):



Ферменты:

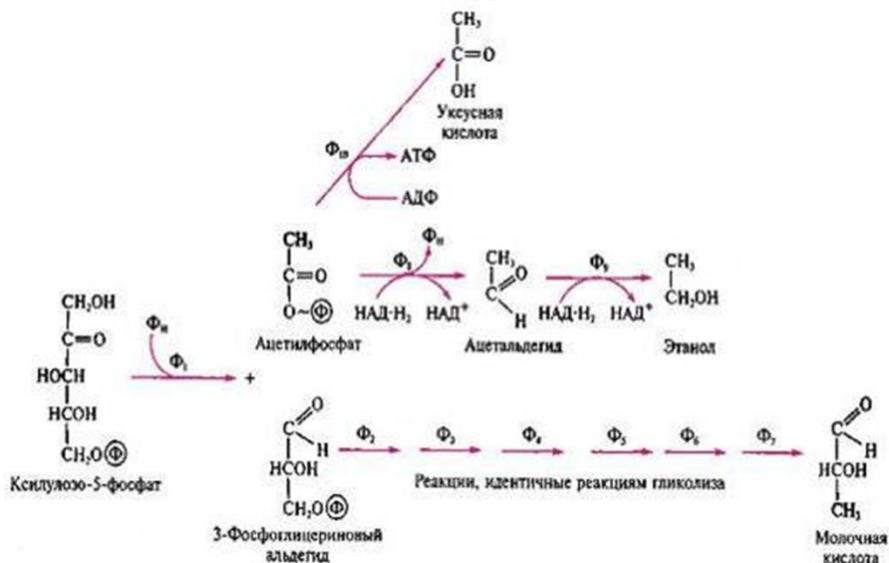
Ф1 - гексокиназа; Ф2 - глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа; Ф3 - лактоназа; Ф4 - фосфоглюконатдегидрогеназа (декарбоксилирующая); Ф5 - фосфопентозоэпимераза; Ф6 - фосфопентозоизомераза

Глюкоза активируется, превращается в глюкозо-6-фосфат, которая окисляется до 6-фосфоглюконона-δ-лактона. Это вещество спонтанно или под действием лактоназы гидролизуется до 6-фосфоглюкононовой кислоты, которая далее подвергается окислительному декарбоксилированию (выделяется CO₂) и превращается в D-рибулозо-5-фосфат, который изомеризуется до D-рибозо-5-фосфат и ксилулозо-5-фосфат.

Суммарное уравнение:



ОПП возник для обеспечения клетки пентозами. АТФ на этом этапе не образуется. Рибозо-5-фосфат используется для синтеза нуклеотидов и нуклеиновых кислот. Но затем этот путь получил дальнейшее развитие как энергетический процесс. Ксилулозо-5-фосфат используется для получения энергии гетероферментативными молочнокислыми бактериями:



Ферменты:

Ф1 — пентозофосфокетолаза; Ф2 — 3-ФГА-дегидрогеназа; Ф3 — фосфоглицераткиназа; Ф4 — фосфоглицеромутаза; Ф5 — енолаза; Ф6 — пируваткиназа; Ф7 — лактатдегидрогеназа; Ф8 — ацетальдегиддегидрогеназа; Ф9 — алкогольдегидрогеназа; Ф10 — ацетаткиназа.

Конечные продукты гетероферментативного молочнокислого брожения:

- обязательные продукты - молочная кислота, CO₂;
- некоторые виды образуют и этанол, и уксусную кислоту, другие – только уксусную кислоту, или только этанол.

В связи с тем, что образуется несколько разных продуктов, это вид брожения называется гетероферментативным молочнокислым брожением.

Энергетический выход может быть различным (дополнительным источником образования АТФ является образование уксусной кислоты):

- глюкоза + Ф_H + АДФ → лактат + АТФ + этанол + СО₂
- глюкоза + 2Ф_H + 2АДФ + НАД⁺ → лактат + 2 АТФ + ацетат + СО₂ + НАД·Н₂

Гетероферментативные молочнокислые бактерии:

р. *Leuconostoc* (*L. lactis*, *L. mesenteroides*) – грам(+) бактерии сферической, овальной или палочковидной формы, одиночные, в парах, коротких цепочках. Неподвижные, неспорообразующие. На растениях, в молочных и других пищевых продуктах.

р. *Lactobacillus* (*L. brevis*, *L. fermentum*) и др. обитают на слизистой ротовой полости, кишечника человека, защищают от патогенов, колонизируя слизистые, выделяя молочную кислоту и лизоцим.

Факультативные виды (*Lacticaseibacillus casei*, *Lactiplantibacillus plantarum*): гексозы сбраживают по гликолитическому пути, пентозы по ОПП.

Практическое использование молочнокислых бактерий:

- Спонтанное молочнокислое брожение, например, квашение овощей (капуста, огурцы и т.д.) - возбудители брожения: *Lactiplantibacillus plantarum* и др. молочнокислые бактерии.
- Применение молочнокислых бактерий в молочной промышленности.
- Использование в качестве пробиотков для лечения дисбактериозов.
- Использование как продуцентов молочной кислоты.

3. Филум *Chloroflexota*. Морфология, метаболизм, распространение в природе.

Относится к домену *Bacteria*.

Типичными представителями филума являются зеленые нитчатые аноксигенные фототрофные бактерии, которые объединяются в класс *Chloroflexia*.

Морфология. Грам(-) палочки, образуют трихомы – нити длиной 100-300 мкм; у некоторых видов трихомы окружены слизистым чехлом; передвигаются путем скольжения.

Способы размножения: бинарное деление и фрагментами трихома.

Метаболизм

Факультативные анаэробы, осуществляют аноксигенный фотосинтез. Тяготеют к фотоорганогетеротрофии. Используют углеводы, спирты, органические кислоты, аминокислоты. Не способны к фиксации N₂.

Способны использовать в качестве источника углерода СО₂. Ассимиляция СО₂ у *Chloroflexus aurantiacus* происходит в цикле Кальвина. Метаболизм органических соединений осуществляется в результате функционирования полного цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного цикла.

Распространение в природе

Встречаются:

- в различных водоемах (пресноводные, соленые, гиперсоленые водоемы; морские) – в водной толще, в илах;
- в бескислородных зонах увлажненных почв (рисовые поля, временно затопляемые почвы).

Разработчик:

_____ доцент О. Ф. Вятчина