



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)**

Институт «Казанская академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана»
Кафедра микробиологии и биотехнологии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00861D77F7F654DB91BE53EB1C33DC7D39
Владелец: Дмитриев Андрей Владимирович
Действителен: с 16.07.2026 до 09.10.2027

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
доцент

_____ А.В. Дмитриев
«21» мая 2026 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ПРАКТИКЕ)
«Микробиология»
(Оценочные средства и методические материалы)**

приложение к рабочей программе дисциплины
(к рабочей программе практики)

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки
Биотехнология молока и молочных продуктов

Форма обучения
очная

Казань – 2026

Составитель:

Доцент, к.в.н.,

Должность, ученая степень, ученое звание

Ф.И.О.

Магдеева Э.А.

Оценочные средства обсуждены и одобрены на заседании кафедры микробиологии и биотехнологии «13» апреля 2026 года (протокол № 15)

Заведующий кафедрой:

к.б.н, доцент,

должность, ученая степень, ученое звание

Волков Р.А.

Ф.И.О.

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии Института «Казанская академия ветеринарной медицины «14» апреля 2026 года (протокол № 10)

Председатель методической комиссии:

профессор, д.б.н

Асрутдинова Р.А. Должность, ученая степень, ученое звание

Ф.И.О.

Согласовано:

Директора

Загидуллин Л.Р.

Ф.И.О.

Протокол Ученого совета института № 21 от 18.04.2026 года

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОПОП специалитета по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, по дисциплине «Микробиология», обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения:

Таблица 1.1 – Требования к результатам освоения дисциплины

Код компетенции	Индикатор достижения	Перечень планируемых результатов при освоении дисциплины
ОПК-1Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях		
ОПК-1.1	Изучает и анализирует биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	Знать:законы и закономерности естественнонаучных дисциплин, лежащие в основе строения и жизнедеятельности микроорганизмов. Уметь:анализировать микроорганизмы и микробиологические процессы с позиций системного подхода. Владеть:методами анализа биологических объектов и процессов на основе междисциплинарных связей.
ОПК-1.2	Использует биологические объекты и процессы для решения профессиональных задач в области биотехнологии	Знать:биологические объекты (бактерии, грибы, дрожжи, вирусы) и их метаболические процессы в биотехнологии. Уметь:использовать микроорганизмы для решения профессиональных биотехнологических задач. Владеть:навыками работы с микроорганизмами как биологическими объектами биотехнологии.
ОПК-7Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы		
ОПК-7.2	Применяет математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы при обработке и интерпретировании экспериментальных данных	Знать:микробиологические, химические, физико-химические методы обработки экспериментальных данных. Уметь:применять микробиологические методы при обработке и интерпретации результатов экспериментов. Владетьнавыками обработки экспериментальных данных с использованием микробиологических и других методов.

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Таблица 2.1 – Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций (интегрированная оценка уровня сформированности компетенций)

Код и наименование индикатора	Планируемые результаты	оценка уровня			
		не удовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ОПК-1.1 Изучает и анализирует биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	Знать:законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук, лежащие в основе строения и жизнедеятельности микроорганизмов	Обучающийся не знает или демонстрирует фрагментарные, искажённые знания базовых законов естественнонаучных дисциплин применительно к микробиологии. Допускает грубые ошибки в описании строения, физиологии и метаболизма микроорганизмов. Не способен объяснить взаимосвязь между биологическими процессами и физико-химическими законами.	Обучающийся демонстрирует минимально достаточные знания основных законов, но допускает неточности в их применении к анализу микробиологических объектов. Знает общие принципы строения и жизнедеятельности микроорганизмов, но затрудняется в установлении междисциплинарных связей.	Обучающийся демонстрирует хорошие знания законов и закономерностей, правильно анализирует биологические объекты и процессы. Допускает отдельные негрубые ошибки или неточности, которые может исправить при небольшой корректировке. Уверенно устанавливает связь между микробиологическими явлениями и фундаментальными науками.	Обучающийся демонстрирует глубокие, исчерпывающие знания законов и закономерностей естественных наук. Свободно, без ошибок анализирует любые микробиологические объекты и процессы с позиций междисциплинарного подхода. Аргументированно объясняет физико-химическую и биологическую сущность явлений.
	Уметь:анализировать биологические объекты (микроорганизмы) и	Не умеет анализировать микроорганизмы и	Демонстрирует умение проводить базовый анализ	Уверенно анализирует строение, физиологию и генетику	Безупречно анализирует любые микробиологические

	процессы с позиций системного подхода и междисциплинарных связей	микробиологические процессы. Не может применить знания из математики, физики, химии для объяснения биологических явлений. При выполнении аналитических задач допускает принципиальные ошибки.	микроорганизмов и их свойств по стандартным методикам, но затрудняется в установлении системных связей между разными уровнями организации (молекулярным, клеточным, популяционным). Требуется помощь преподавателя.	микроорганизмов с опорой на знания смежных дисциплин. Способен самостоятельно устанавливать причинно-следственные связи между условиями среды и микробными процессами. Допускает незначительные недочёты.	объекты и процессы, используя полный арсенал междисциплинарных знаний. Самостоятельно выявляет системные закономерности, прогнозирует поведение микроорганизмов в разных условиях. Демонстрирует творческий подход.
	Владеть:методами анализа биологических объектов и процессов на основе интеграции естественнонаучных знаний	Не владеет методами анализа. Не может провести даже элементарный микроскопический или культуральный анализ микроорганизмов. Навыки интеграции знаний отсутствуют полностью.	Владеет минимальным набором методов анализа (базовая микроскопия, простые методы окраски, оценка морфологии). Интеграция знаний носит фрагментарный характер. Методы выполняются по шаблону, без понимания физико-химической основы.	Владеет основными методами микроскопического, культурального, биохимического анализа микроорганизмов. Способен выбирать адекватные методы анализа в зависимости от поставленной задачи. Понимает физико-химические принципы методов.	В совершенстве владеет широким спектром методов анализа (включая современные: MALDI-TOF, ПЦР, цифровая микроскопия). Свободно интегрирует знания из разных наук для выбора оптимальной методики. Критически оценивает результаты.
ОПК-1.2 Использует биологические объекты и процессы для решения	Знать:биологические объекты (бактерии, грибы, дрожжи, вирусы) и их метаболические процессы, применяемые в	Не знает основных групп микроорганизмов-продуцентов. Не ориентируется в	Знает основные группы промышленно значимых микроорганизмов (дрожжи,	Хорошо знает разнообразие микроорганизмов-продуцентов и их метаболический	Демонстрирует глубокое знание таксономии, физиологии и метаболизма

профессиональных задач в области биотехнологии	биотехнологии	метаболических процессах, используемых в биотехнологии (брожение, синтез ферментов, антибиотиков, органических кислот и др.). Называет единичные примеры с грубыми ошибками.	молочнокислые бактерии, бациллы, актиномицеты). Имеет общее представление о ключевых метаболических процессах. Допускает неточности в деталях (условия культивирования, целевые продукты).	потенциал. Правильно соотносит микроорганизм с целевым продуктом (ферменты, аминокислоты, антибиотики, органические кислоты, витамины). Понимает принципы управления метаболизмом.	промышленно важных микроорганизмов. Свободно описывает метаболические пути, регуляцию, условия гиперпродукции. Знает современные объекты (генно-модифицированные штаммы, консорциумы).
	Уметь:использовать микроорганизмы и продукты их метаболизма для решения профессиональных задач в области биотехнологии	Не умеет подбирать микроорганизмы для решения биотехнологических задач. Не может предложить использование микробного метаболизма для получения целевого продукта. Практические навыки отсутствуют.	Под руководством преподавателя может подобрать микроорганизм для стандартной биотехнологической задачи (получение кисломолочного продукта, спиртовое брожение). Способен выполнить базовые технологические операции.	Самостоятельно подбирает микроорганизмы-продуценты для конкретных биотехнологических целей. Умеет организовать процесс культивирования (подбор среды, условий). Может оценить эффективность использования микробной системы.	Свободно и обоснованно выбирает оптимальный микроорганизм или микробную систему для любой биотехнологической задачи. Способен модифицировать условия культивирования для повышения выхода продукта. Предлагает инновационные решения.
	Владеть:навыками работы с биологическими объектами (микроорганизмами) для получения целевых продуктов	Навыки работы с микроорганизмами отсутствуют. Не соблюдает правила асептики. Не способен провести	Владеет минимальными навыками асептической работы. Может выполнить базовые операции	Уверенно владеет основными микробиологическими и биотехнологическими методами: приготовление сред,	В совершенстве владеет всеми этапами биотехнологического процесса с использованием

	биотехнологического производства	посев, культивирование, контроль биотехнологического процесса.	(посев на плотные и жидкие среды, термостатирование) под контролем преподавателя. Допускает нарушения техники безопасности.	посев, культивирование, пересев, хранение культур, контроль параметров процесса. Соблюдает асептику и безопасность.	микроорганизмов. Способен самостоятельно вести процесс от подбора штамма до получения продукта. Владеет методами масштабирования.
ОПК-7.2 Применяет математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы при обработке и интерпретировании экспериментальных данных	Знать:микробиологические, химические, физико-химические и биологические методы исследования, используемые для обработки экспериментальных данных	Не знает основных методов обработки экспериментальных данных в микробиологии. Не ориентируется в методах (титрование, спектрофотометрия, центрифугирование, хроматография, микроскопия с морфометрией). Названия методов и их назначение не соотносит.	Знает отдельные методы обработки экспериментальных данных (подсчёт КОЕ, титрование, определение pH, простейшие расчёты). Понимает общий смысл, но не всегда может выбрать адекватный метод для конкретной задачи.	Хорошо знает спектр методов количественной и качественной обработки микробиологических данных. Понимает принципы работы методов (спектрофотометрия, нефелометрия, планиметрия колоний, статистическая обработка). Может интерпретировать стандартные результаты.	Исчерпывающе знает все современные методы обработки экспериментальных данных, включая статистические пакеты, методы вариационной статистики, компьютерную морфометрию, анализ изображений. Понимает преимущества и ограничения каждого метода.
	Уметь:применять микробиологические и другие методы при обработке результатов экспериментов, интерпретировать полученные данные	Не умеет обрабатывать экспериментальные данные. Не может рассчитать микробное число, титр, индекс, провести элементарную статистическую	Под руководством преподавателя выполняет базовую обработку данных (пересчёт колоний, вычисление концентрации, простые средние значения). Интерпретация	Самостоятельно обрабатывает результаты микробиологических экспериментов (подсчёт КОЕ, определение индексов, построение графиков роста, расчёт параметров). Интерпретирует данные	Свободно применяет любые необходимые методы обработки (включая регрессионный анализ, ANOVA, непараметрические критерии). Глубоко интерпретирует данные, выявляет

		обработку. Интерпретация отсутствует или ошибочна.	шаблонная, без анализа возможных ошибок.	с учётом методических погрешностей.	закономерности, корректно формулирует выводы.
	Владеть:навыками обработки и интерпретации экспериментальных данных с использованием микробиологических, химических и физико- химических методов	Навыки обработки экспериментальных данных отсутствуют. Не может заполнить протокол исследования, провести расчёты, сделать обоснованное заключение. Грубые ошибки в вычислениях и выводах.	Владеет минимальными навыками: заполнение протоколов по образцу, простейшие расчёты по формулам, формулировка стандартного заключения. Требуется контроль и корректировка преподавателя.	Уверенно обрабатывает экспериментальные данные, использует расчётные формулы, строит графики, проводит сравнение с нормативами. Формулирует аргументированные заключения. Допускает незначительные погрешности.	В совершенстве владеет полным циклом обработки и интерпретации данных. Применяет современное ПО (Excel, GraphPad, специализированные программы). Самостоятельно разрабатывает схемы обработки. Выводы обоснованы, критичны, доказательны.

Описание шкалы оценивания

1. Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, не овладевшему ни одним из элементов компетенции, т.е. обнаружившему существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине (практике), допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

2. Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать», т.е. проявившему знания основного программного материала по дисциплине (практике) в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной рекомендованной литературой, допустившему неточности в ответе на экзамене, но в основном обладающему необходимыми знаниями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.

3. Оценка «хорошо» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать» и «уметь», проявившему полное знание программного материала по дисциплине (практике), освоившему основную рекомендованную литературу, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и способному к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности.

4. Оценка «отлично» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать», «уметь» и «владеть», проявившему всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине (практике), освоившему основную и дополнительную литературу, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний.

5. Оценка «зачтено» соответствует критериям оценок от «отлично» до «удовлетворительно».

6. Оценка «не зачтено» соответствует критерию оценки «неудовлетворительно».

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1.1 (Изучает и анализирует биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях)

3.1.1.1 Тестовые задания закрытого типа (25 вопросов)

1. Какая наука изучает систематику, морфологию, физиологию и генетику микроорганизмов?

- А) Биохимия
- Б) Микробиология +
- В) Цитология
- Г) Вирусология

2. Кто впервые увидел бактерии под микроскопом?

- А) Роберт Кох
- Б) Луи Пастер
- В) Антони ван Левенгук +
- Г) Илья Мечников

3. Какая структура отсутствует у прокариотической клетки?

- А) Рибосомы
- Б) Цитоплазматическая мембрана
- В) Оформленное ядро +
- Г) Клеточная стенка

4. Основной компонент клеточной стенки грамположительных бактерий:

- А) Липополисахарид

- Б) Пептидогликан (муреин) +
 - В) Хитин
 - Г) Целлюлоза
5. Какие бактерии окрашиваются по Граму в розовый/красный цвет?
- А) Грамположительные
 - Б) Грамотрицательные +
 - В) Все бактерии
 - Г) Только кокки
6. Какой метод стерилизации основан на действии насыщенного пара под давлением?
- А) Тиндализация
 - Б) Автоклавирование +
 - В) Пастеризация
 - Г) Фильтрация
7. При какой температуре обычно проводят автоклавирование?
- А) 100°C
 - Б) 121°C +
 - В) 80°C
 - Г) 160°C
8. Какие микроорганизмы способны образовывать споры?
- А) Кокки
 - Б) Бациллы и клостридии +
 - В) Спирохеты
 - Г) Риккетсии
9. Функция бактериальной капсулы:
- А) Синтез белка
 - Б) Защита от фагоцитоза +
 - В) Передача генетической информации
 - Г) Дыхание
10. Какой пигмент образуют синегнойные палочки?
- А) Стафилококковый
 - Б) Пиоцианин +
 - В) Каротин
 - Г) Хлорофилл
11. Какие бактерии относятся к анаэробам?
- А) Развивающиеся только в присутствии кислорода
 - Б) Развивающиеся только в отсутствие кислорода +
 - В) Развивающиеся при низкой температуре
 - Г) Развивающиеся при высокой температуре
12. Оптимальная температура для роста мезофильных бактерий:
- А) 0–10°C
 - Б) 20–40°C +
 - В) 50–60°C
 - Г) 80–100°C
13. Какой химический элемент входит в состав белков, но отсутствует в углеводах и липидах?
- А) Углерод
 - Б) Азот +
 - В) Кислород
 - Г) Водород
14. Какое уравнение описывает экспоненциальный рост бактериальной популяции?
- А) $N = N_0 + kt$
 - Б) $N = N_0 \times 2^n$ +
 - В) $N = N_0 / 2^n$
 - Г) $N = N_0 - kt$
15. Что такое поколение время (generation time) у бактерий?
- А) Время удвоения популяции +
 - Б) Время гибели клетки
 - В) Время споруляции

- Г) Время лизиса
16. Какая фаза бактериального роста характеризуется максимальной скоростью деления?
- А) Лаг-фаза
 - Б) Логарифмическая (экспоненциальная) фаза +
 - В) Стационарная фаза
 - Г) Фаза отмирания
17. Какой физический метод используется для стерилизации термолабильных жидкостей (сыворотка, антибиотики)?
- А) Автоклавирование
 - Б) Фильтрация через мембранные фильтры +
 - В) Сухой жар
 - Г) Кипячение
18. Какие бактерии называются психрофильными?
- А) Растущие при высоких температурах (50–60°C)
 - Б) Растущие при низких температурах (0–20°C) +
 - В) Растущие при нейтральных температурах
 - Г) Растущие в кислой среде
19. Какой показатель pH является оптимальным для большинства патогенных бактерий?
- А) 3,0–4,0
 - Б) 6,5–7,5 +
 - В) 8,5–9,5
 - Г) 10,0–11,0
20. Что такое плазмолиз бактериальной клетки?
- А) Разрыв клеточной стенки в гипертоническом растворе
 - Б) Сморщивание протопласта в гипертоническом растворе +
 - В) Набухание клетки в гипотоническом растворе
 - Г) Полное растворение клетки
21. Какой метод окраски позволяет выявить кислотоустойчивые бактерии?
- А) Окраска по Граму
 - Б) Окраска по Цилю–Нильсену +
 - В) Окраска по Романовскому–Гимзе
 - Г) Окраска метиленовым синим
22. Каков химический механизм окраски по Граму?
- А) Разная проницаемость клеточной стенки для комплекса кристаллического фиолета с йодом +
 - Б) Разная чувствительность к нагреванию
 - В) Разная способность к фагоцитозу
 - Г) Разная подвижность бактерий
23. Какие микроорганизмы являются облигатными внутриклеточными паразитами?
- А) Бациллы
 - Б) Кокки
 - В) Риккетсии и хламидии +
 - Г) Спирохеты
24. Какой компонент клеточной стенки грамотрицательных бактерий обладает эндотоксической активностью?
- А) Пептидогликан
 - Б) Тейхоевые кислоты
 - В) Липополисахарид (ЛПС) +
 - Г) Белки наружной мембраны
25. Что такое сферопласты?
- А) Бактерии с частично разрушенной клеточной стенкой +
 - Б) Бактерии с полным отсутствием клеточной стенки
 - В) Споровые формы бактерий
 - Г) Бактерии с множественными жгутиками

3.1.1.2 Открытые вопросы (10 вопросов)

1. Объясните, почему для стерилизации питательных сред используется автоклавирование (насыщенный пар под давлением), а не просто кипячение. Какие физические законы лежат в основе этого метода?

Ответ: При повышении давления температура кипения воды возрастает (зависимость давления насыщенного пара от температуры – уравнение Клапейрона–Клаузиуса). В автоклаве при давлении 1 атм температура достигает 121°C, что обеспечивает гибель всех форм микроорганизмов, включая споры, за 15–30 минут (денатурация белков, коагуляция ферментов, повреждение ДНК). Кипячение при 100°C не убивает споры, так как их термоустойчивость требует более высокой температуры.

2. Опишите механизм окраски по Граму с позиции химического строения клеточной стенки бактерий.

Ответ: У грамположительных бактерий толстый многослойный пептидогликан (муреин) прочно удерживает комплекс кристаллического фиолета с йодом после обработки спиртом. У грамотрицательных бактерий тонкий слой пептидогликана и внешняя липопротеидная мембрана, содержащая ЛПС, не препятствуют выходу комплекса кристаллического фиолета с йодом под действием спирта, и они обесцвечиваются, затем докрашиваются дополнительным красителем (фуксином или сафранином).

3. Какие методы стерилизации вы знаете? Для каждого укажите физическую или химическую основу действия.

Ответ:

1. Термические методы: автоклавирование (насыщенный пар под давлением – денатурация белков), сухой жар (окисление органических компонентов), кипячение (денатурация, но не убивает споры), пастеризация (частичная стерилизация при 60–70°C).
2. Фильтрация (механическое задерживание микроорганизмов на мембранных фильтрах с порами 0,22–0,45 мкм).
3. Радиационная стерилизация (γ-излучение – повреждение ДНК).
4. Химическая стерилизация (оксид этилена, формальдегид – алкилирование белков и нуклеиновых кислот).

4. Почему для количественного учёта бактерий методом посева используют десятичные разведения? Какое математическое уравнение лежит в основе расчёта?

Ответ: Десятичные разведения удобны для расчётов, соответствуют логарифмической шкале, позволяют охватить широкий диапазон концентраций (от 10^0 до 10^{-10}). Формула расчёта: $N = (\text{Количество колоний} \times \text{Разведение}) / \text{Объём посева}$. Принцип основан на предположении, что каждая колония выросла из одной жизнеспособной клетки (КОЕ – колониеобразующая единица).

5. Какие факторы внешней среды влияют на рост и размножение микроорганизмов? Объясните механизм действия каждого.

Ответ:

1. Температура – влияет на скорость ферментативных реакций (правило Вант-Гоффа: увеличение скорости в 2–4 раза при повышении на 10°C в оптимальном диапазоне).
2. pH – влияет на активность ферментов, проницаемость мембран, диссоциацию питательных веществ.
3. Осмотическое давление – вызывает плазмолиз (сморщивание) в гипертонической среде или плазмолиз (разрыв) в гипотонической.
4. Кислород – для аэробов является акцептором электронов в цепи дыхания, для анаэробов – токсичен (образование активных форм кислорода: супероксид, пероксид водорода, гидроксильный радикал).
5. Излучение (УФ, ионизирующее) – вызывает повреждение ДНК (тимдинеры, разрывы цепей).

6. В чём разница между микроаэрофилами и факультативными анаэробами?

Ответ: Микроаэрофилы – микроорганизмы, которые растут только при пониженном содержании кислорода (2–10%) и не растут в атмосферных условиях (21% O₂) или в полном отсутствии кислорода. Факультативные анаэробы – микроорганизмы, способные расти как в присутствии, так

и в отсутствие кислорода, переключаясь с аэробного дыхания (более энергетически выгодного) на анаэробное дыхание или брожение.

7. Объясните, почему логарифмическая фаза роста бактерий называется экспоненциальной. Какой математической функцией она описывается?

Ответ: В логарифмической фазе бактерии делятся с постоянной максимальной скоростью, и численность популяции увеличивается в геометрической прогрессии. Она описывается экспоненциальной функцией: $N = N_0 \times 2^n$, где N – конечное число клеток, N_0 – начальное число клеток, n – число делений. В полулогарифмических координатах (логарифм числа клеток – время) эта фаза представляет собой прямую линию.

8. Что такое плазмиды? Какую роль они выполняют в бактериальной клетке?

Ответ: Плазмиды – внехромосомные кольцевые молекулы ДНК, способные к автономной репликации. Роли: передача генов антибиотикоустойчивости (R-плазмиды), синтез факторов патогенности (токсигенов, адгезинов), синтез бактериоцинов (Col-плазмиды), метаболизм редких субстратов, конъюгативная передача генетического материала (F-плазмиды).

9. Какие методы создания анаэробных условий вы знаете? Укажите химическую или физическую основу каждого.

Ответ:

1. Анаэроостат – герметичный контейнер с удалением воздуха.
2. Газгенераторные пакеты (например, GasPak) – химическое связывание O_2 с выделением CO_2 и H_2 (реакция: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$, катализируемая палладием).
3. Глубокая заливка среды (агаровые столбики) – ограничение диффузии кислорода.
4. Среда Китта–Тароцци – содержит редуцирующие вещества (глюкоза, кусочки печени, тиогликолят) для связывания растворённого O_2 .
5. Пирогаллол в щелочной среде ($3C_6H_3(OH)_3 + 2NaOH + O_2 \rightarrow$ продукты).

10. Опишите стадии споруляции у бацилл с позиции физико-химических изменений.

Ответ:

1. Инициация – дефицит питательных веществ, накопление регуляторного белка Spo0A.
2. Образование споры – неравное деление клетки на материнскую клетку и предспору.
3. Энгильмент – материнская клетка поглощает предспору (образование двухмембранной структуры).
4. Отложение кортекса – слой пептидогликана, специфичный для споры (содержит мурам-лактамы).
5. Образование оболочек – белковая (кериноподобные белки, богатые цистеином) и экзоспориум.
6. Созревание – дегидратация (до 15–30% воды), накопление Ca^{2+} и дипиколиновой кислоты (кальция дипиколинат, обеспечивает термоустойчивость).
7. Лизис материнской клетки и выход свободной споры.

3.1.1.3 Задания на установление соответствия (4 задания)

Задание на соответствие 1. Установите соответствие между методом стерилизации и его физико-химической основой:

Метод стерилизации	Физико-химическая основа
1. Автоклавирование	А. Окисление органических компонентов при 160–180°C
2. Сухожаровой шкаф	Б. Денатурация белков насыщенным паром под давлением при 121°C
3. Фильтрация	В. Образование тимидинов и разрывов ДНК
4. УФ-облучение	Г. Механическое задерживание бактерий на фильтрах с

Метод стерилизации	Физико-химическая основа
	порами 0,22 мкм
5. Ионизирующее излучение	Д. Повреждение ДНК (одно- и двуцепочечные разрывы)

Ответ: 1–Б, 2–А, 3–Г, 4–В, 5–Д

Задание на соответствие 2. Установите соответствие между бактериальной структурой и её химическим составом:

Структура	Химический состав
1. Пептидогликан	А. Фосфолипиды + белки + липополисахарид
2. Нуклеоид	Б. N-ацетилглюкозамин + N-ацетилмурамовая кислота + пептидные мостики
3. Цитоплазматическая мембрана	В. Двухцепочечная кольцевая ДНК + белки гисто-подобные
4. Капсула	Г. Полимеры: гиалуроновая кислота, полипептиды (γ -D-глутаминовая кислота), полисахариды
5. Жгутик	Д. Белок флагеллин

Ответ: 1–Б, 2–В, 3–А, 4–Г, 5–Д

Задание на соответствие 3. Установите соответствие между температурным классом микроорганизмов и оптимальной температурой роста:

Класс микроорганизмов	Оптимальная температура
1. Психрофилы	А. 50–60°C
2. Мезофилы	Б. 0–20°C
3. Термофилы	В. 20–40°C
4. Гипертермофилы	Г. 80–100°C

Ответ: 1–Б, 2–В, 3–А, 4–Г

Задание на соответствие 4. Установите соответствие между типом метаболизма по отношению к O₂ и примерами микроорганизмов:

Тип метаболизма	Пример микроорганизма
1. Облигатные аэробы	А. <i>Clostridium tetani</i>
2. Облигатные анаэробы	Б. <i>Lactobacillus acidophilus</i>
3. Факультативные анаэробы	В. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
4. Микроаэрофилы	Г. <i>Campylobacter jejuni</i>

Тип метаболизма	Пример микроорганизма
5. Аэротолерантные анаэробы	Д. <i>Escherichia coli</i>

Ответ: 1–В, 2–А, 3–Д, 4–Г, 5–Б

ОПК-1.2 (Использует биологические объекты и процессы для решения профессиональных задач в области биотехнологии)

3.1.2.1 Тестовые задания закрытого типа (25 вопросов)

1. Какие микроорганизмы традиционно используются в качестве заквасок при производстве йогурта?

- А) *Bacillus subtilis* и *E. coli*
- Б) *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* +
- В) *Saccharomyces cerevisiae* и *Candida albicans*
- Г) *Aspergillus niger* и *Penicillium roqueforti*

2. Какой микроорганизм является продуцентом пенициллина?

- А) *Streptomyces griseus*
- Б) *Penicillium chrysogenum* +
- В) *Bacillus licheniformis*
- Г) *Escherichia coli*

3. Какой процесс используется для получения этилового спирта в промышленной биотехнологии?

- А) Молочнокислое брожение
- Б) Спиртовое брожение +
- В) Пропионовокислое брожение
- Г) Маслянокислое брожение

4. Какие бактерии используются для получения кефира?

- А) Только молочнокислые бактерии
- Б) Симбиоз молочнокислых бактерий и дрожжей (кефирные грибки) +
- В) Только дрожжи
- Г) Только уксуснокислые бактерии

5. Какой микроорганизм является традиционным продуцентом фермента амилазы?

- А) *Bacillus subtilis* +
- Б) *Lactococcus lactis*
- В) *Clostridium botulinum*
- Г) *Treponema pallidum*

6. Для какого продукта используется плесень *Penicillium roqueforti*?

- А) Творог
- Б) Рокфор (голубой сыр) +
- В) Йогурт
- Г) Кефир

7. Какие микроорганизмы используются в очистке сточных вод (активный ил)?

- А) Только бактерии
- Б) Комплекс: бактерии, простейшие, грибы, колловратки +
- В) Только грибы
- Г) Только водоросли

8. Какой процесс лежит в основе производства квашеной капусты?

- А) Спиртовое брожение
- Б) Молочнокислое брожение +
- В) Пропионовокислое брожение
- Г) Маслянокислое брожение

9. Какой микроорганизм используется для получения инсулина методом генной инженерии?

- А) *Escherichia coli* +
- Б) *Saccharomyces cerevisiae* (также используется)
- В) *Bacillus thuringiensis*
- Г) *Clostridium acetobutylicum*

10. Какие микроорганизмы являются продуцентами антибиотика стрептомицина?

- А) *Penicillium spp.*

- Б) *Streptomyces griseus* +
 - В) *Bacillus polymyxa*
 - Г) *Aspergillus flavus*
11. Для производства какого продукта используется *Acetobacter aceti*?
- А) Спирт
 - Б) Уксусная кислота +
 - В) Молочная кислота
 - Г) Лимонная кислота
12. Какие бактерии используются в качестве пробиотиков для нормализации микрофлоры кишечника?
- А) *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* +
 - Б) *Salmonella* и *Shigella*
 - В) *Clostridium* и *Bacillus*
 - Г) *Pseudomonas* и *Proteus*
13. Какой микроорганизм продуцирует витамин В₁₂ в промышленном масштабе?
- А) *Lactobacillus plantarum*
 - Б) *Propionibacterium freudenreichii* +
 - В) *Escherichia coli*
 - Г) *Saccharomyces cerevisiae*
14. Какой фермент, продуцируемый микроорганизмами, используется для осветления фруктовых соков?
- А) Протеаза
 - Б) Пектиназа +
 - В) Липаза
 - Г) Целлюлаза
15. Какие микроорганизмы используются для биоремедиации нефтезагрязнённых почв?
- А) *Lactobacillus* spp.
 - Б) Нефтеоокисляющие бактерии (*Pseudomonas*, *Rhodococcus*) +
 - В) *Streptococcus* spp.
 - Г) *Clostridium* spp.
16. Какой микроорганизм используется для получения лимонной кислоты промышленным способом?
- А) *Aspergillus niger* +
 - Б) *Saccharomyces cerevisiae*
 - В) *Bacillus subtilis*
 - Г) *Lactobacillus delbrueckii*
17. Для производства какого продукта используется *Streptococcus lactis*?
- А) Спирт
 - Б) Кисломолочные продукты (простокваша, сметана) +
 - В) Уксус
 - Г) Антибиотики
18. Какие микроорганизмы вызывают молочнокислое брожение?
- А) Дрожжи
 - Б) Молочнокислые бактерии (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*) +
 - В) Уксуснокислые бактерии
 - Г) Маслянокислые бактерии
19. Какой микроорганизм используется для получения фермента реннина (сычужного фермента) методом микробного синтеза?
- А) *Escherichia coli*
 - Б) *Kluyveromyces lactis* +
 - В) *Bacillus subtilis*
 - Г) *Aspergillus oryzae*
20. Какой продукт получают при ферментации соевых бобов с помощью *Aspergillus oryzae*?
- А) Тофу
 - Б) Мисо и соевый соус +
 - В) Темпе
 - Г) Натто

21. Какие микроорганизмы являются продуцентами биогаза (метана)?
- А) Аэробные бактерии
 - Б) Метаногенные археи +
 - В) Фотосинтезирующие бактерии
 - Г) Дрожжи
22. Какой микроорганизм используется для производства биопестицида Bt (Бациллус тулингиенсис)?
- А) *Bacillus thuringiensis* +
 - Б) *Bacillus subtilis*
 - В) *Bacillus cereus*
 - Г) *Bacillus megaterium*
23. Какие микроорганизмы используются для силосования кормов?
- А) Грибы
 - Б) Молочнокислые бактерии +
 - В) Уксуснокислые бактерии
 - Г) Дрожжи
24. Какой фермент, продуцируемый микроорганизмами, используется в стиральных порошках для удаления белковых загрязнений?
- А) Амилаза
 - Б) Протеаза +
 - В) Липаза
 - Г) Целлюлаза
25. Какой микроорганизм является продуцентом ксантамовой камеди (загуститель в пищевой промышленности)?
- А) *Xanthomonas campestris* +
 - Б) *Pseudomonas aeruginosa*
 - В) *Bacillus subtilis*
 - Г) *Escherichia coli*

3.1.2.2 Открытые вопросы (10 вопросов)

1. Опишите технологическую схему производства йогурта, укажите используемые микроорганизмы и их роль.

Ответ:

1. Приёмка и очистка молока.
2. Нормализация (доведение жирности до стандарта).
3. Гомогенизация (измельчение жировых шариков).
4. Пастеризация (90–95°C, 5–10 мин) – уничтожение посторонней микрофлоры.
5. Охлаждение до 40–45°C.
6. Внесение закваски (*Lactobacillus bulgaricus* + *Streptococcus thermophilus* в соотношении 1:1) – 2–5%.
7. Сбраживание (3–6 часов) до pH 4,4–4,6: стрептококки продуцируют кислоту и CO₂, лактобациллы придают вязкость и аромат.
8. Охлаждение до 4–6°C для остановки брожения.
9. Фасовка, упаковка, хранение.

2. Перечислите не менее 5 видов микробных метаболических процессов, используемых в промышленной биотехнологии. Для каждого укажите продукт и микроорганизм-продуцент.

Ответ:

Процесс	Продукт	Микроорганизм-продуцент
Молочнокислородное брожение	Молочная кислота	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>
Спиртовое брожение	Этанол	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Синтез антибиотиков	Пенициллин	<i>Penicillium chrysogenum</i>

Процесс	Продукт	Микроорганизм-продуцент
Синтез ферментов	Протеаза	<i>Bacillus subtilis</i>
Окисление этанола	Уксусная кислота	<i>Acetobacter aceti</i>
Синтез аминокислот	Глутаминовая кислота	<i>Corynebacterium glutamicum</i>
Синтез витаминов	B ₁₂	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>

3. В чём заключается роль кефирных грибов в производстве кефира? Какие биологические объекты входят в их состав?

Ответ: Кефирные грибки – сложный симбиотический комплекс микроорганизмов, формирующий полисахаридную матрицу (кефиран). Состав: молочнокислые бактерии (*Lactococcus lactis*, *Lactobacillus kefir*, *Leuconostoc*), уксуснокислые бактерии, дрожжи (*Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida kefir*). Роль: молочнокислые бактерии вызывают свёртывание молока, дрожжи обеспечивают спиртовое брожение (образование CO₂, этанола, ароматических соединений), уксуснокислые бактерии придают острый вкус.

4. Предложите микроорганизм-продуцент для промышленного получения фермента лактазы (β-галактозидазы). Обоснуйте выбор.

Ответ: Продуценты: *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces marxianus* (дрожжи), *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae* (плесневые грибы). Обоснование выбора *Kluyveromyces lactis*: GRAS-статус (безопасен), использование молочной сыворотки как субстрата (утилизация отходов), высокая активность фермента при pH 6,5–7,0 (оптимальном для молочных продуктов), термостабильность.

5. Опишите схему биотехнологического процесса получения твёрдого сыра. Какие заквасочные культуры используются и на каких этапах?

Ответ:

1. Подготовка молока: пастеризация (72°C, 15–20 с), охлаждение до 30–35°C.
2. Внесение закваски (мезофильные *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* и *cremoris*) для кислотообразования.
3. Внесение сычужного фермента (микробный реннин из *Kluyveromyces lactis*) – свёртывание казеина.
4. Обработка сгустка: резка, перемешивание, нагревание (второе нагревание до 40–55°C) – отделение сыворотки.
5. Формование, прессование.
6. Посолка.
7. Созревание (от 1 месяца до 1 года) – добавляются термофильные *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus* (протеолиз, липолиз, формирование вкуса и аромата).
8. Упаковка.

6. Какие микроорганизмы используются в биотехнологии для получения аминокислот? Приведите примеры.

Ответ: Основной продуцент – *Corynebacterium glutamicum* (используется для получения L-глутаминовой кислоты – около 2 млн тонн/год). Другие: *Brevibacterium flavum*, *Escherichia coli* (рекомбинантные штаммы). Метод: мутантные штаммы с нарушением регуляции метаболизма (десенсibilизация к обратной связи) или метаболическая инженерия. Продукты: L-глутамат (усилитель вкуса), L-лизин (кормовая добавка), L-треонин, L-триптофан.

7. В чём разница между гомоферментативным и гетероферментативным молочнокислым брожением? Какие продукты образуются в каждом случае?

Ответ:

- Гомоферментативное брожение: из 1 молекулы глюкозы образуется 2 молекулы молочной кислоты (выход $\approx 90\%$). Характерно для *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii*. Уравнение: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CH_3CH(OH)COOH$.
- Гетероферментативное брожение: из 1 молекулы глюкозы образуется 1 молекула молочной кислоты + 1 молекула этанола (или уксусной кислоты) + CO_2 . Характерно для *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*. Уравнение: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3CH(OH)COOH + C_2H_5OH + CO_2$.

8. Какие факторы необходимо учитывать при подборе микроорганизма-продуцента для промышленного биотехнологического процесса?

Ответ:

1. Безопасность (GRAS-статус, непатогенность, отсутствие токсинообразования).
2. Высокая скорость роста и продуктивность (удельная скорость роста μ , выход продукта Y_p/s).
3. Способность утилизировать дешёвые субстраты (меласса, сыворотка, гидролизаты).
4. Генетическая стабильность (сохранение продуктивности в промышленных условиях).
5. Устойчивость к фагам и контаминации.
6. Лёгкость культивирования и сбора биомассы.
7. Наличие методов генетической модификации (если требуется).
8. Патентоспособность и отсутствие ограничений на использование.

9. Опишите применение иммобилизованных микроорганизмов в биотехнологии. Приведите примеры.

Ответ: Иммобилизация – фиксация микроорганизмов на твёрдом носителе (альгинат, агароза, полиакриламид, целлюлоза, керамика). Преимущества: высокая плотность клеток, многократное использование, непрерывность процесса, устойчивость к стрессам, облегчение выделения продукта. Примеры:

1. Иммобилизованные дрожжи для непрерывного спиртового брожения.
2. Иммобилизованные *Lactobacillus* для производства молочной кислоты.
3. Иммобилизованные *E. coli* для синтеза L-аспарагиновой кислоты (используют в производстве аспартама).
4. Очистка сточных вод (биоплёнка на загрузке биофильтров).

10. Какой микроорганизм используется для получения фермента реннина (химозина) и в чём преимущество микробного реннина по сравнению с животным?

Ответ: Микроорганизм-продуцент – *Kluyveromyces lactis* (генно-модифицированные штаммы), реже *Aspergillus niger* или *E. coli*. Преимущества микробного реннина перед животным (из сычуга телят):

1. Экономическая эффективность (дешёвый субстрат, высокая продуктивность).
2. Этичность (не требуется забоя телят).
3. Стабильность состава и активности (нет вариаций от животного к животному).
4. Возможность крупномасштабного производства.
5. Подходит для вегетарианских сыров.
6. Технологическая воспроизводимость.

3.1.2.3 Задания на установление соответствия (4 задания)

Задание на соответствие 1. Установите соответствие между микроорганизмом-продуцентом и целевым продуктом:

Микроорганизм	Продукт
1. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	А. Пенициллин
2. <i>Penicillium chrysogenum</i>	Б. Этанол
3. <i>Streptomyces griseus</i>	В. Лимонная кислота

Микроорганизм	Продукт
4. <i>Aspergillus niger</i>	Г. Стрептомицин
5. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Д. Йогурт

Ответ: 1–Б, 2–А, 3–Г, 4–В, 5–Д

Задание на соответствие 2. Установите соответствие между типом брожения и его продуктами:

Тип брожения	Продукты
1. Спиртовое брожение	А. Молочная кислота (2 молекулы из глюкозы)
2. Молочнокислое гомоферментативное	Б. Молочная кислота + этанол + CO ₂
3. Молочнокислое гетероферментативное	В. Этанол + CO ₂
4. Маслянокислое брожение	Г. Бутират + бутанол + ацетон + CO ₂ + H ₂
5. Пропионовокислое брожение	Д. Пропионовая кислота + уксусная кислота + CO ₂

Ответ: 1–В, 2–А, 3–Б, 4–Г, 5–Д

Задание на соответствие 3. Установите соответствие между биотехнологическим продуктом и областью применения:

Продукт	Область применения
1. Ксантовая камедь	А. Пищевая промышленность (загуститель, стабилизатор)
2. Лактаза (β-галактозидаза)	Б. Производство безлактозных молочных продуктов
3. Биогаз (метан)	В. Энергетика (альтернативное топливо)
4. Инсулин	Г. Медицина (лечение сахарного диабета)
5. Протеаза	Д. Детергенты (стиральные порошки)

Ответ: 1–А, 2–Б, 3–В, 4–Г, 5–Д

Задание на соответствие 4. Установите соответствие между микроорганизмом и типом его метаболизма, используемого в биотехнологии:

Микроорганизм	Тип метаболизма
1. <i>Acetobacter aceti</i>	А. Молочнокислое брожение
2. <i>Lactococcus lactis</i>	Б. Спиртовое брожение
3. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	В. Окисление этанола до уксусной кислоты
4. <i>Clostridium acetobutylicum</i>	Г. Маслянокислое/ацето-бутиловое брожение

Микроорганизм	Тип метаболизма
5. <i>Propionibacterium freudenreichii</i>	Д. Пропионовокислое брожение

Ответ: 1–В, 2–А, 3–Б, 4–Г, 5–Д

ОПК-7.2 (Применяет математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы при обработке и интерпретировании экспериментальных данных)

3.1.3.1 Тестовые задания закрытого типа (25 вопросов)

1. Каким методом определяют концентрацию бактериальных клеток по мутности суспензии?

- А) Нефелометрия +
- Б) Хроматография
- В) Электрофорез
- Г) Спектроскопия ЯМР

2. Какой метод используется для идентификации бактерий по спектру жирных кислот?

- А) ПЦР
- Б) Газожидкостная хроматография +
- В) Иммуноферментный анализ
- Г) Микроскопия

3. Что такое коли-индекс?

- А) Количество бактерий в 1 м³ воздуха
- Б) Количество бактерий группы кишечной палочки в 1 литре воды +
- В) Общее микробное число
- Г) Титрование антител

4. Как рассчитывается коли-титр?

- А) Минимальный объём воды, в котором обнаружена одна кишечная палочка +
- Б) Количество кишечных палочек в 1 мл воды
- В) Общее количество бактерий в 1 мл воды
- Г) Отношение коли-индекса к общему микробному числу

5. Какое разведение обычно используют для посева воды при определении ОМЧ?

- А) 10⁻¹
- Б) 10⁻²
- В) 10⁻⁵
- Г) 0,1 мл неразведённой пробы на чашку Петри +

6. Какой метод используется для определения чувствительности бактерий к антибиотикам?

- А) Диффузионный метод (диски) +
- Б) Окраска по Граму
- В) Определение подвижности
- Г) Посев на среду Гисса

7. Что означает зона задержки роста 25 мм при определении антибиотикочувствительности методом дисков (диск 6 мм)?

- А) Устойчивость
- Б) Чувствительность +
- В) Промежуточная чувствительность
- Г) Результат невалидный

8. Какой метод используется для количественного определения вирусов?

- А) Титр по Тациевскому (БОЕ – бляшкообразующие единицы) +
- Б) Метод Коха
- В) Метод Пастера
- Г) Посев на МПА

9. Что такое оптическая плотность (OD) бактериальной суспензии?

- А) Концентрация белка
- Б) Степень поглощения света суспензией (пропорциональна концентрации клеток) +
- В) РН среды

- Г) Температура культивирования
10. Какой метод используется для определения ферментативной активности бактерий (каталаза, уреазы, оксидазы)?
- А) Микроскопия
 - Б) Биохимические тесты (индикаторные системы) +
 - В) Центрифугирование
 - Г) Электрофорез
11. Какой прибор используется для измерения pH бактериальных культур?
- А) Спектрофотометр
 - Б) pH-метр (потенциометр) +
 - В) Центрифуга
 - Г) Автоклав
12. Каким методом определяют белок в микробных экстрактах по Лоури или Брэдфорд?
- А) Титриметрическим
 - Б) Колориметрическим (фотометрическим) +
 - В) Гравиметрическим
 - Г) Рефрактометрическим
13. Что такое планшетный ридер (микропланшетный фотометр)?
- А) Прибор для считывания результатов ИФА +
 - Б) Микроскоп
 - В) Термостат
 - Г) Центрифуга
14. Какой метод используется для подсчёта колоний на чашке Петри?
- А) Визуальный подсчёт (КОЕ) +
 - Б) Нефелометрия
 - В) pH-метрия
 - Г) Титрование
15. Какой статистический параметр характеризует разброс данных в микробиологическом эксперименте?
- А) Среднее арифметическое
 - Б) Стандартное отклонение +
 - В) Медиана
 - Г) Мода
16. Какое минимальное количество повторных посевов рекомендуется для статистически достоверного результата?
- А) 1
 - Б) 2–3 параллельные чашки +
 - В) 10
 - Г) 100
17. Какой метод используется для обнаружения ДНК микроорганизмов в пробе?
- А) ИФА
 - Б) ПЦР (полимеразная цепная реакция) +
 - В) Окраска по Граму
 - Г) Посев на МПА
18. Что такое пороговая циклов (Ct) в ПЦР в реальном времени?
- А) Количество циклов, при котором флуоресценция превышает фоновый уровень (обратно пропорционально исходному количеству ДНК) +
 - Б) Температура отжига праймеров
 - В) Время реакции
 - Г) Концентрация магния
19. Какой метод используется для определения токсичности бактериальных культур на лабораторных животных?
- А) Биологическая проба (определение LD₅₀) +
 - Б) Хроматография
 - В) Спектрофотометрия
 - Г) Электронная микроскопия
20. Какой метод стерилизации является методом выбора для термолабильных сред?

- А) Автоклавирование
 - Б) Фильтрация через мембранные фильтры (0,22 мкм) +
 - В) Сухожаровой шкаф
 - Г) Кипячение
21. Каким методом определяют количество жизнеспособных бактерий в пробе?
- А) Подсчёт в камере Горяева (общее количество)
 - Б) Посев на плотные питательные среды (КОЕ – жизнеспособные) +
 - В) Нефелометрия (общее количество)
 - Г) Взвешивание
22. Что такое камера Горяева?
- А) Термостат
 - Б) Устройство для подсчёта количества клеток под микроскопом +
 - В) Центрифуга
 - Г) Фильтр
23. Какой метод используется для идентификации микроорганизмов по массе рибосомальных белков?
- А) MALDI-TOF масс-спектрометрия +
 - Б) Окраска по Граму
 - В) Посев на среду Эндо
 - Г) Определение подвижности
24. Какой показатель рассчитывается по формуле: (количество колоний × разведение) / объём посева?
- А) Коли-индекс
 - Б) Концентрация КОЕ/мл +
 - В) Оптическая плотность
 - Г) pH
25. Какой метод используется для определения продукции токсинов бактериями (например, дифтерийного токсина)?
- А) Реакция преципитации в геле (метод Оухтерлони) +
 - Б) Посев на кровяной агар
 - В) Определение подвижности
 - Г) Окраска по Нейссеру

3.1.3.2 Открытые вопросы (10 вопросов)

1. При санитарно-бактериологическом анализе воды получены результаты: общее микробное число (ОМЧ) – 250 КОЕ/мл, коли-титр – 50 мл, коли-индекс – 20. Нормативы для питьевой воды: $ОМЧ \leq 50$ КОЕ/мл, коли-индекс ≤ 3 . Дайте санитарную оценку воды. О чём свидетельствует высокий коли-индекс?

Ответ: Вода не соответствует нормативам (ОМЧ превышает норму в 5 раз, коли-индекс превышает норму в 6,7 раза). Высокий коли-индекс свидетельствует о фекальном загрязнении воды и возможном присутствии патогенных энтеробактерий (сальмонелл, шигелл, эшерихий патогенных серотипов, а также возбудителей брюшного тифа, паратифов, холеры). Вода непригодна для питья без обеззараживания (хлорирования, УФ-облучения, кипячения).

2. В ходе эксперимента по определению антибиотикочувствительности методом дисков вы получили следующие зоны задержки роста (мм): пенициллин – 28, ампициллин – 26, тетрациклин – 14, гентамицин – 20. Диаметр диска – 6 мм. Критерии EUCAST: ≤ 14 – устойчив (R), 15–20 – промежуточно (I), ≥ 21 – чувствителен (S). Дайте интерпретацию для каждого антибиотика. Какой антибиотик наиболее эффективен?

Ответ:

- Пенициллин: $28 \geq 21 \rightarrow$ чувствителен (S).
- Ампициллин: $26 \geq 21 \rightarrow$ чувствителен (S).
- Тетрациклин: $14 \leq 14 \rightarrow$ устойчив (R).
- Гентамицин: 20 (диапазон 15–20) $\rightarrow$ промежуточно чувствителен (I).

Наиболее эффективен пенициллин (максимальная зона – 28 мм).

3. Как проводится статистическая обработка результатов микробиологического посева? Напишите формулы для расчёта среднего арифметического и стандартного отклонения.

Ответ:

1. Из каждой пробы делают 2–3 параллельных посева.
2. Подсчитывают количество КОЕ на каждой чашке.
3. Если количество колоний на чашке 30–300, результат учитывают.
4. Рассчитывают среднее арифметическое: $\bar{x} = (\sum x_i) / n$, где x_i – количество КОЕ на i -й чашке, n – число чашек.
5. Рассчитывают стандартное отклонение: $s = \sqrt{[\sum (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)]}$.
6. Коэффициент вариации: $CV = (s / \bar{x}) \times 100\%$ (допустимо $\leq 10\%$).
7. Доверительный интервал: $\bar{x} \pm t \times s / \sqrt{n}$ (t – коэффициент Стьюдента).

4. Какие методы используются для определения количества бактерий в пробе? Опишите принципы двух из них.

Ответ:

1. Метод посева на плотные среды (КОЕ) – принцип: каждая жизнеспособная клетка формирует изолированную колонию на питательной среде. После инкубации подсчитывают колонии и пересчитывают на КОЕ/мл. Позволяет определить только жизнеспособные клетки, но занимает 24–48 часов.
2. Нефелометрия (спектрофотометрия) – принцип: бактериальная суспензия рассеивает и поглощает свет при длине волны 600 нм (OD_{600}). Оптическая плотность пропорциональна концентрации клеток (закон Бэра–Ламберта). Быстрый метод, но определяет общее количество (живые + мёртвые клетки).
3. Подсчёт в камере Горяева – принцип: подсчёт клеток под микроскопом в известном объёме (0,9 мкл). Определяет общее количество клеток.
4. Метод мембранных фильтров – для воды: фильтрация через мембрану, затем перенос на питательную среду.

5. В лаборатории провели ИФА для обнаружения антител к бруцелллёзу. Оптическая плотность (ОП) в контрольной пробе (отрицательной) – 0,120, в положительном контроле – 1,450. В исследуемой пробе – 0,850. Критерий положительности: $ОП \geq 0,200$. Дайте интерпретацию. Что означает величина ОП?

Ответ: Интерпретация: ОП исследуемой пробы (0,850) превышает пороговое значение (0,200) и составляет более 70% от положительного контроля ($0,850 / 1,450 \approx 0,59 = 59\%$). Результат – положительный (в пробе обнаружены антитела к бруцелллёзу). Величина ОП прямо пропорциональна концентрации антител в пробе (чем выше титр антител, тем выше ОП). Чувствительность метода позволяет выявить даже низкие титры антител.

6. Что такое метод титрования по Мореру? Где он применяется?

Ответ: Метод титрования по Мореру (метод предельных разведений) – микробиологический метод количественного определения микроорганизмов в пробах с низкой концентрацией (вода, почва, пищевые продукты). Принцип: серия десятичных разведений пробы высевается в жидкие питательные среды. По наличию роста (мутность, газообразование) в каждой пробирке по статистическим таблицам (Мак-Креди) определяют наиболее вероятное число (НВЧ) микроорганизмов в 1 мл (г) пробы. Применяется для определения коли-титра воды, молока, оценки обсеменённости пищевых продуктов.

7. Какие методы контроля стерилизации используются в микробиологической практике? Опишите биологический метод.

Ответ:

1. Физические методы: контроль температуры (термометры, термоиндикаторы), давления (манометры).
2. Химические методы: термоиндикаторные ленты, бумага, меняющие цвет при достижении определённой температуры.
3. Биологический метод: использование тест-культур (биоиндикаторов) с известной термоустойчивостью. Наиболее распространены споры *Geobacillus stearothermophilus* (для автоклавирования, 121°C) и *Bacillus atrophaeus* (для сухого жара, 160–180°C). Биоиндикатор

помещают в автоклав, после стерилизации культивируют в питательной среде. Отсутствие роста свидетельствует об эффективной стерилизации.

8. Как интерпретировать результаты ПЦР в реальном времени? Что такое Ct (пороговый цикл)?
Ответ: В ПЦР в реальном времени флуоресценция измеряется после каждого цикла. Ct (threshold cycle) – номер цикла, в котором флуоресценция превышает фоновый уровень (порог). Чем выше исходное количество ДНК в пробе, тем меньше Ct (раньше происходит превышение порога). Стандартная кривая строится по серии разведений стандартного образца (Ct – log концентрации).

Интерпретация:

- Ct < 30 – высокая концентрация ДНК.
- Ct 30–35 – умеренная концентрация.
- Ct 35–40 – низкая концентрация (пограничный результат, требует подтверждения).
- Ct > 40 – ДНК не обнаружена (отрицательный результат).

9. Какие физико-химические методы используются для анализа метаболитов микроорганизмов?

Приведите 3 примера.

Ответ:

1. Газожидкостная хроматография (ГЖХ) – для определения летучих жирных кислот (уксусная, пропионовая, масляная), продуктов брожения, жирнокислотного состава клеточных стенок (FAME-анализ для идентификации бактерий).
2. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) – для определения органических кислот, аминокислот, витаминов, антибиотиков, токсинов.
3. Масс-спектрометрия (МС, MALDI-TOF) – для идентификации микроорганизмов по спектру белков, для анализа метаболитов (метаболомика).
4. Спектрофотометрия (УФ-видимая) – для определения концентрации метаболитов (пигменты, коферменты, нуклеотиды).
5. Капиллярный электрофорез – для разделения и количественного определения аминокислот, органических кислот, ионов.

10. В пробе молока определили количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) – $2,5 \times 10^6$ КОЕ/мл. Норматив для молока высшего сорта – $\leq 1 \times 10^5$ КОЕ/мл, для первого сорта – $\leq 5 \times 10^5$ КОЕ/мл. Соответствует ли молоко требованиям? Какой вывод можно сделать о качестве молока?

Ответ: Молоко не соответствует требованиям ни для высшего, ни для первого сорта ($2,5 \times 10^6 > 5 \times 10^5$). Вывод: в молоке повышенное содержание микроорганизмов (в 5 раз выше норматива для первого сорта, в 25 раз выше для высшего). Это свидетельствует о нарушении санитарно-гигиенических условий получения, хранения или транспортировки молока (несоблюдение режимов охлаждения, загрязнение оборудования, мастит у животных). Такое молоко не может быть использовано для питья без термической обработки и непригодно для производства кисломолочных продуктов без пастеризации (может вызвать порчу – прокисание, гнилостные процессы).

3.1.3.3 Задания на установление соответствия (4 задания)

Задание на соответствие 1. Установите соответствие между методом исследования и его применением в микробиологии:

Метод исследования	Применение
1. Нефелометрия	А. Определение нуклеотидной последовательности ДНК
2. Секвенирование 16S рРНК	Б. Оценка концентрации бактериальных клеток в жидкой среде
3. ПЦР в реальном времени	В. Таксономическая идентификация бактерий

Метод исследования	Применение
4. MALDI-TOF масс-спектрометрия	Г. Количественное определение специфической ДНК
5. Иммуноферментный анализ (ИФА)	Д. Идентификация микроорганизмов по белковому спектру
	Е. Обнаружение антигенов или антител

Ответ: 1–Б, 2–В, 3–Г, 4–Д, 5–Е

Задание на соответствие 2. Установите соответствие между методом стерилизации и областью его применения:

Метод стерилизации	Область применения
1. Автоклавирование	А. Стерилизация термолabileльных растворов антибиотиков
2. Сухожаровой шкаф	Б. Стерилизация питательных сред, лабораторной посуды
3. Мембранная фильтрация	В. Стерилизация медицинских инструментов, стеклянной посуды
4. УФ-облучение	Г. Обеззараживание воздуха в боксах и ламинарных шкафах
5. Ионизирующее излучение	Д. Стерилизация одноразовых пластиковых изделий (шприцы, чашки Петри)

Ответ: 1–Б, 2–В, 3–А, 4–Г, 5–Д

Задание на соответствие 3. Установите соответствие между показателем санитарной микробиологии и его определением:

Показатель	Определение
1. Общее микробное число (ОМЧ)	А. Количество бактерий группы кишечной палочки в 1 литре воды
2. Коли-индекс	Б. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 1 мл (г) продукта
3. Коли-титр	В. Наименьший объём (масса) продукта, в котором обнаружена 1 бактерия группы кишечной палочки
4. Титр золотистого стафилококка	Г. Наименьший объём (масса) продукта, в котором обнаружен 1 золотистый стафилококк
5. КМАФАнМ	Д. Общее количество бактерий в 1 мл (г) продукта

Ответ: 1–Д, 2–А, 3–В, 4–Г, 5–Б

Задание на соответствие 4. Установите соответствие между методом количественного учёта микроорганизмов и его характеристикой:

Метод	Характеристика
1. Метод Коха (чашечный)	А. Подсчёт клеток под микроскопом в камере с известным объёмом
2. Метод предельных разведений (Морер)	Б. Определение КОЕ путём посева на плотные среды
3. Подсчёт в камере Горяева	В. Используется для проб с низкой концентрацией микроорганизмов (вода, почва)
4. Нефелометрия	Г. Определение общей концентрации клеток (живые + мёртвые) по мутности
5. Мембранная фильтрация	Д. Фильтрация объёма воды через мембрану, затем перенос мембраны на среду

Ответ: 1–Б, 2–В, 3–А, 4–Г, 5–Д

3.2 Вопросы для экзамена (зачета)(60 вопросов)

Раздел 1. Общая микробиология (ОПК-1.1) – 20 вопросов

1. В чём отличие клетки прокариот от клетки эукариот? Приведите не менее 5 отличий.
2. Какие таксономические категории используют при классификации микроорганизмов?
3. Какую номенклатуру используют для обозначения видов микроорганизмов?
4. Что такое штамм и клон? В чём их отличие?
5. Что такое чистая культура микроорганизмов? Какие методы её получения существуют?
6. Каковы особенности строения прокариотной клетки? Перечислите основные структуры.
7. Перечислите основные морфологические формы бактерий. Приведите примеры.
8. Что такое протопласты, сферопласты и L-формы бактерий? Как они образуются?
9. Каковы особенности строения актиномицетов? Где они используются?
10. Каковы морфологические особенности риккетсий, хламидий и микоплазм?
11. Опишите строение микроскопических грибов и дрожжей. В чём их отличие от бактерий?
12. Кто первым заглянул в мир микробов и кто разработал методы окрашивания бактерий?
13. Какое значение имеет окраска по Граму в систематике бактерий? Опишите механизм.
14. Какие требования предъявляются к питательным средам при их изготовлении?
15. Какие признаки изучают при определении вида бактерий? Назовите не менее 5.
16. Какие минеральные вещества и ферменты входят в состав бактериальной клетки?
17. Назовите типы питания микроорганизмов (по источнику углерода и энергии).
18. На чём основана классификация микроорганизмов по типу дыхания? Приведите примеры.
19. Что такое стерилизация, асептика, антисептика, дезинфекция, пастеризация?
20. В чём суть феномена бактериофагии? Опишите жизненный цикл фага.

Раздел 2. Инфекция и иммунитет (ОПК-1.1, ОПК-1.2) – 10 вопросов

21. Дайте понятие об инфекции, инфекционной болезни и инфекционном процессе.
22. Из каких периодов состоит инфекционный процесс? Охарактеризуйте каждый.
23. Дайте определение патогенности и вирулентности микроорганизмов.
24. Что такое LD₅₀? Как её определяют и для чего используют?
25. Что означают термины «реинфекция», «суперинфекция», «смешанная инфекция»?
26. Какие факторы патогенности микроорганизмов вы знаете? Охарактеризуйте.
27. Что такое иммунитет? Какие виды иммунитета существуют?
28. Какие клетки и органы входят в иммунную систему человека и животных?
29. Что такое антигены и антитела? Охарактеризуйте их структуру и функции.

30. Что такое аллергия? В чём разница между гиперчувствительностью немедленного и замедленного типа?

Раздел 3. Биотехнологическое использование микроорганизмов (ОПК-1.2) – 15 вопросов

31. Какие микроорганизмы используются в производстве кисломолочных продуктов?

32. Опишите технологическую схему производства йогурта или кефира.

33. Какие микроорганизмы являются продуцентами антибиотиков? Приведите примеры.

34. Как получают этиловый спирт с помощью микроорганизмов?

35. Какие микроорганизмы используются для получения органических кислот (молочная, лимонная, уксусная)?

36. Что такое пробиотики? Какие микроорганизмы входят в их состав?

37. Какие микроорганизмы используются для биоремедиации окружающей среды?

38. Как получают микробные ферменты? Приведите примеры промышленных ферментов.

39. Что такое иммобилизованные микроорганизмы? Где их применяют?

40. Какие микроорганизмы используются для получения биогаза?

41. В чём преимущества микробного синтеза аминокислот перед химическим?

42. Как получают витамины с помощью микроорганизмов? Примеры.

43. Что такое биопестициды? Какие микроорганизмы их продуцируют?

44. Какие микроорганизмы используются в пищевой промышленности как закваски?

45. Как микроорганизмы используются для очистки сточных вод (активный ил)?

Раздел 4. Методы микробиологических исследований (ОПК-7.2) – 15 вопросов

46. Как проводится бактериологическая диагностика инфекционных болезней? Опишите этапы.

47. Какие правила отбора, консервации и транспортировки патологического материала?

48. Устройство микроскопа и правила работы с ним. Виды микроскопии.

49. Техника приготовления и фиксации мазков. Простые и сложные методы окраски.

50. Какие питательные среды используются в микробиологии? Классификация.

51. Какие методы стерилизации существуют? Укажите режимы для разных объектов.

52. Как проводят посев бактерий на питательные среды? Методы посева.

53. Как выделяют чистую культуру бактерий? Опишите полную схему.

54. Как определяют культуральные и биохимические свойства бактерий?

55. Какие методы создания анаэробных условий вы знаете?

56. Как определяют количество бактерий в пробе (методы КОЕ, камера Горяева, нефелометрия)?

57. Как проводят санитарно-микробиологическое исследование воды, воздуха, почвы?

58. Какие серологические реакции используют для диагностики инфекционных болезней?

59. Как определяют чувствительность бактерий к антибиотикам? Интерпретация результатов.

60. Какие современные методы идентификации микроорганизмов существуют (ПЦР, MALDI-TOF, секвенирование)?

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Лекции оцениваются по посещаемости, активности, умению выделить главную мысль.

Лабораторные и практические занятия оцениваются по самостоятельности выполнения работы, грамотности в оформлении, правильности выполнения.

Самостоятельная работа оценивается по качеству и количеству выполненных домашних работ, грамотности в оформлении, правильности выполнения.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Критерии оценки в тестовой форме: количество баллов или удовлетворительно, хорошо, отлично. Для получения соответствующей оценки на зачете по курсу используется накопительная система балльно-рейтинговой работы студентов. Итоговая оценка складывается из суммы баллов или оценок, полученных по всем разделам курса и суммы баллов полученной на экзамене.

Критерии оценки уровня знаний студентов с использованием теста на экзамене по учебной дисциплине.

Оценка	Характеристики ответа студента
Отлично	86-100 % правильных ответов
Хорошо	71-85 %
Удовлетворительно	51- 70%
Неудовлетворительно	Менее 51 %

Количество баллов и оценка неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично определяются программными средствами по количеству правильных ответов к количеству случайно выбранных вопросов.

Критерии оценивания компетенций следующие:

1. Ответы имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует об уверенных знаниях обучающегося и о его умении решать профессиональные задачи, оценивается в 5 баллов (отлично);

2. Более 75 % ответов имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует о достаточных знаниях обучающегося и его умении решать профессиональные задачи – 4 балла (хорошо);

3. Не менее 50 % ответов имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует об удовлетворительных знаниях обучающегося и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации – 3 балла (удовлетворительно);

4. Менее 50 % ответов имеют решения с правильным ответом. Их содержание свидетельствует о слабых знаниях обучающегося и его неумении решать профессиональные задачи – 2 балла (неудовлетворительно).