

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лужанин Владимир Геннадьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 27.08.2026 14:50:31
Уникальный программный ключ:
d56ba45a9b6e5c64a319e2c5ae3bb2c1db840af0

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Пермская государственная фармацевтическая академия»

Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра промышленной технологии лекарств с курсом биотехнологии
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН
решением кафедры
«___»___20___ г.,
протокол № ____

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.30 Промышленное культивирование микроорганизмов

(наименование дисциплины)

Уровень образования _____ высшее образование _____

Программа _____ бакалавриата _____

Направление подготовки _____ 19.03.01 Биотехнология _____

Квалификация выпускника _____ Бакалавр _____

Год начала подготовки – 2026

Пермь, 2026 г.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Контролиру емые компетенци и	Наименование оценочного средства / назначение оценочного средства (текущий контроль (ТК)/промежуточная аттестация (ПА))
1.	Организация работ по культивированию микроорганизмов.	ОПК-4 ОПК-5	Опрос
2.	Техническое оснащение для культивирования биологических объектов.		Опрос
3.	Защита окружающей среды от производственных биообъектов		Опрос
4.	Питательные среды для роста и размножения микроорганизмов		Опрос
5.	Характеристика и возможности прокариотических клеток в биотехнологии		Опрос
6.	Рост и размножение микроорганизмов.		Опрос
7.	Кривая роста микроорганизмов в периодических условиях.		Опрос
8.	Факторы влияния на рост и метаболизм микроорганизмов.		Опрос
9.	Формы межвидовых отношений в микробиоценозах.		Опрос
10.	Анаэробное культивирование микроорганизмов.		Опрос
11.	Рост и размножение микроскопических грибов.		Опрос
12.	Вирусы как биологические объекты. Культивирование бактериофагов.		Опрос
13.	Культивирование растительных клеток.		Опрос
14.	Культивирование животных клеток		Опрос
15.	Хранение микроорганизмов.		
16.	Промежуточная аттестация (экзамен)	ОПК-4, ОПК-5	Тест

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ
Оценочные средства: опрос
СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
ОПРОС

1. Характеристика оценочного средства.

Опрос – это средство контроля, проводимое с целью выявления уровня усвоения материала обучающимися по дисциплине.

Оценочное средство «Опрос» соответствует:

- Федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС) по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» (уровень бакалавриата), утверждённому приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 10 августа 2021 г. №736
- основной профессиональной образовательной программе по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология»;
- рабочей программе дисциплины Б1.О.30 Промышленное культивирование микроорганизмов, реализуемой по соответствующей основной профессиональной образовательной программе.

При помощи данного оценочного средства осуществляется контроль и управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений и владений, определенных ФГОС по соответствующему направлению подготовки в качестве результатов освоения учебной дисциплины.

2. Система оценивания результатов.

С целью текущего контроля и оценки результатов освоения тематических разделов дисциплины на практических занятиях применяется опрос обучающихся. Он реализуется в двух форматах:

В индивидуальном — вопросы задаются конкретному студенту, что позволяет выявить уровень его персональных достижений; при индивидуальном формате ответ оценивается по пятибальной шкале:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся при полном ответе на вопрос, правильном использовании терминологии, уверенных ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся при полном ответе на вопрос, наличии ошибок в терминологии, неуверенных ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся при неполном ответе на вопрос, наличии ошибок в терминологии, неуверенных ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся при отсутствии ответа.

В коллективном — вопросы адресуются всей учебной аудитории, что даёт возможность оперативно оценить общую динамику усвоения материала группой. При коллективном опросе оценивание ответа по пятибальной шкале не проводится.

3. Комплект оценочных средств.

Для каждой темы должны быть разработаны вопросы, дающие возможность опросить всех студентов.

КОМПЛЕКТ вопросов для ОПРОСА

по дисциплине Б1.О.30 Промышленное культивирование микроорганизмов

ВОПРОСЫ

1. Организация работ по культивированию микроорганизмов

1. Какие основные этапы включает организация работ по культивированию микроорганизмов?
2. В чём отличие периодического культивирования от непрерывного? Приведите примеры применения каждого.
3. Какие меры асептики обязательны при работе с культурами микроорганизмов?
4. Как выбирают тип биореактора/посуды для культивирования в зависимости от цели эксперимента?
5. Какие параметры среды (физико-химические, биологические) необходимо контролировать в процессе культивирования?
6. Как организуют масштабирование процесса от лабораторной к промышленной установке?
7. Какие документы и записи ведут при культивировании (журналы, протоколы)?

2. Техническое оснащение для культивирования биологических объектов

1. Перечислите основные типы оборудования для культивирования микроорганизмов и их назначение.
2. Чем отличаются инкубаторы для аэробных и анаэробных микроорганизмов?
3. Для чего нужны шейкеры и орбитальные шейкеры? Как скорость вращения влияет на рост культуры?
4. Какие конструктивные особенности биореакторов обеспечивают эффективное перемешивание и аэрацию?
5. Как стерилизуют оборудование перед использованием? Назовите методы и режимы.
6. Какие датчики и системы контроля устанавливают в биореакторах?
7. Как выбирают посуду (колбы, чашки Петри, пробирки) для разных типов культивирования?

3. Защита окружающей среды от производственных биообъектов

1. Какие законодательные акты регулируют биологическую безопасность при работе с микроорганизмами?
2. Перечислите основные инженерные решения для предотвращения выхода патогенов в окружающую среду.
3. Как обеспечивают физическую защиту потенциально опасных биообъектов?
4. Какие профилактические мероприятия проводят на биотехнологических производствах?
5. Что такое «зона ограничения» и как её организуют?
6. Как утилизируют отходы, содержащие живые микроорганизмы?
7. Какие системы мониторинга используют для контроля биозагрязнения воздуха и воды?

4. Питательные среды для роста и размножения микроорганизмов

1. Какие компоненты обязательно входят в состав питательных сред? Приведите примеры.
2. Как классифицируют среды по консистенции, составу и назначению?
3. Чем отличаются синтетические среды от натуральных? В каких случаях их применяют?
4. Почему важно регулировать pH среды? Как это делают?
5. Как проверяют стерильность сред перед использованием?

6. Что такое селективные и дифференциально-диагностические среды? Приведите примеры.

7. Как готовят плотные среды с агаром? От чего зависит концентрация агара?

5. Характеристика и возможности прокариотических клеток в биотехнологии

1. В чём ключевые отличия прокариотов от эукариотов с точки зрения биотехнологического применения?

2. Какие метаболические пути прокариотов используют в промышленности (не менее 4 примеров)?

3. Почему прокариоты подходят для генетической модификации? Приведите примеры рекомбинантных продуктов.

4. Как экстремофильные бактерии применяются в биотехнологии?

5. В каких процессах используют азотфиксирующие бактерии?

6. Какие прокариоты применяют для биоремедиации? Объясните механизм.

7. Каковы ограничения использования прокариотов для синтеза сложных белков?

6. Рост и размножение микроорганизмов

1. Опишите механизм бинарного деления бактерий.

2. Какие факторы влияют на скорость размножения микроорганизмов?

3. Чем отличается рост бактериальных клеток от роста грибных?

4. Что такое генерационное время? Как его определяют экспериментально?

5. Как контролируют численность клеток в культуре (методы подсчёта)?

6. Почему в промышленных условиях часто используют синхронные культуры?

7. Как влияет плотность посева на динамику роста популяции?

7. Кривая роста микроорганизмов в периодических условиях

1. Перечислите фазы кривой роста и кратко опишите каждую.

2. Почему в лаг-фазе нет видимого увеличения биомассы?

3. Что ограничивает переход из экспоненциальной фазы в стационарную?

4. Как определяют удельную скорость роста (μ) в логарифмической фазе?

5. Почему в фазе отмирания число жизнеспособных клеток снижается?

6. Как влияют температура и pH на форму кривой роста?

7. Приведите пример, когда кривая роста отклоняется от классической модели (например, при лимитировании субстратом).

8. Факторы влияния на рост и метаболизм микроорганизмов

1. Как температура влияет на скорость ферментативных реакций в клетке?

2. Почему экстремальные значения pH подавляют рост микроорганизмов?

3. Как концентрация кислорода определяет тип метаболизма (аэробный/анаэробный)?

4. Что такое ингибирование субстратом? Приведите пример.

5. Как осмотическое давление среды влияет на клеточную мембрану?

6. Почему наличие тяжёлых металлов может быть токсичным для культур?

7. Как свет (для фототрофов) регулирует биосинтетические процессы?

9. Формы межвидовых отношений в микробиоценозах

1. Приведите 3 примера симбиотических отношений между микроорганизмами.

2. Что такое антибиоз? Назовите бактерии, продуцирующие антибиотики.

3. Как конкуренция за субстрат влияет на структуру микробного сообщества?

4. В чём польза метабиоза для биотехнологических процессов?

5. Приведите пример паразитизма среди бактерий (например, *Bdellovibrio*).

6. Как комменсализм используется в смешанных культурах?

7. Что такое кворум-сенсинг и как он регулирует межклеточные взаимодействия?

10. Анаэробное культивирование микроорганизмов

1. Какие группы микроорганизмов относят к облигатным анаэробам?

2. Перечислите методы создания бескислородной среды в лаборатории.

3. Почему среды для анаэробов кипятят перед посевом?

4. Что такое газогенераторные пакеты? Как они работают?

5. Какие индикаторы используют для контроля анаэробных условий?
6. Приведите пример промышленной установки для анаэробного сбраживания.
7. Как предотвращают окисление сред при хранении и использовании?

11. Рост и размножение микроскопических грибов

1. Чем вегетативное размножение грибов отличается от спорового?
2. Опишите образование конидий и спорангиев.
3. Как pH среды влияет на морфологию грибного мицелия?
4. Почему для культивирования грибов часто используют агаризованные среды?
5. Как регулируют аэрацию при глубинном выращивании мицелиальных грибов?
6. Что такое хламидоспоры и в каких условиях они образуются?
7. Приведите пример промышленного применения грибных культур (например, для ферментов).

12. Вирусы как биологические объекты. Культивирование бактериофагов

1. Почему вирусы не растут на питательных средах?
2. Как готовят бактериальные культуры для культивирования фагов?
3. Что такое бляшки на агаре? Как их подсчитывают?
4. В чём отличие литических и лизогенных фагов?
5. Как хранят коллекции бактериофагов?
6. Где применяют фаги в биотехнологии (не менее 2 примеров)?
7. Какие методы используют для очистки фаговых суспензий?

13. Культивирование растительных клеток

1. Какие гормоны добавляют в среды для каллусных культур?
2. Почему важно поддерживать стерильность при работе с растительными клетками?
3. Как освещённость влияет на морфогенез в культуре тканей?
4. Что такое суспензионные культуры? В чём их преимущество перед каллусами?
5. Как получают протопласты? Для чего их используют?
6. Приведите пример биотехнологического продукта, синтезируемого растительными клетками *in vitro*.
7. Как криоконсервируют растительные клеточные линии?

14. Культивирование животных клеток

1. Какие компоненты входят в состав сывороточных сред?
2. Почему используют CO₂-инкубаторы? Какой уровень CO₂ поддерживают?
3. Как проводят пассирование адгезивных клеток?
4. Что такое первичные культуры и immortalized линии? Приведите примеры.
5. Как контролируют контаминацию микоплазмами?
6. В каких биореакторах выращивают суспензионные клеточные культуры?
7. Как оценивают жизнеспособность клеток (методы)?

15. Хранение микроорганизмов

1. Перечислите 4 способа долгосрочного хранения культур.
2. Как готовят образцы для лиофилизации?
3. Почему замораживание в глицерине проводят при -70 °C, а не при -20 °C?
4. Как часто пересаживают культуры на свежую среду при хранении на агаре?
5. Что такое криопротекторы? Назовите 2–3 вещества.
6. Как проверяют жизнеспособность после разморозки?
7. Где хранят коллекции типовых штаммов (институты, базы данных)?

ОТВЕТЫ:

1. Организация работ по культивированию микроорганизмов

1. **Основные этапы культивирования:** подготовка сред и оборудования (стерилизация), инокуляция (внесение посевного материала), выращивание (контроль параметров), сбор биомассы/продукта, очистка и хранение.

2. Периодическое и непрерывное культивирование:

- *Периодическое*: вся среда засеивается, процесс идёт до истощения субстрата/накопления ингибиторов (пример — получение антибиотиков, вакцин).
- *Непрерывное*: подача свежей среды и отвод культуры в режиме реального времени (пример — производство биогаза, синтез этанола).

3. Обязательные меры асептики: стерилизация сред и оборудования, работа в ламинарном боксе, дезинфекция рук и поверхностей, использование стерильных инструментов, герметизация сосудов.

4. Выбор биореактора/посуды: зависит от цели (лабораторный скрининг — колбы/чашки; масштабирование — биореакторы), типа культуры (аэробная/анаэробная), объёма, необходимости контроля параметров (рН, DO, температура).

5. Контролируемые параметры: рН, температура, концентрация растворённого O₂, скорость перемешивания, оптическая плотность/биомасса, концентрация субстрата и продуктов, наличие контаминантов.

6. Масштабирование: от колб (50–500 мл) к лабораторным биореакторам (1–10 л), затем к пилотным (100–1000 л) и промышленным (10 000+ л); сохранение удельных скоростей массопереноса, энергозатрат, времени генерации.

7. Документация: журналы посевов и пассирований, протоколы стерилизации, отчёты по контролю качества сред, записи параметров культивирования, акты отбора проб и анализа продукта.

2. Техническое оснащение для культивирования биологических объектов

1. Основное оборудование: биореакторы (культивация), инкубаторы (термостатирование), шейкеры (аэрация), автоклавы (стерилизация), ламинарные шкафы (асептика), спектрофотометры (контроль биомассы), системы фильтрации.

2. Инкубаторы для аэробных/анаэробных: аэробные — с вентиляцией и контролем O₂; анаэробные — с газогенераторами/вакуумированием, индикаторами бескислородной среды.

3. Шейкеры и орбитальные шейкеры: обеспечивают аэрацию и равномерное распределение клеток; скорость вращения (100–300 об/мин) влияет на DO и скорость роста (слишком высокая — повреждение клеток).

4. Конструктивные особенности биореакторов: мешалки разных типов, барботёры, диффузоры, отражательные пластины, змеевики охлаждения, порты для отбора проб и дозирования.

5. Методы стерилизации оборудования: автоклавирование (121 °С, 1–1,5 атм, 20–30 мин), химическая (перекись, глутаральдегид), газовая (этиленоксид), фильтрация (для термолabile растворов).

6. Датчики в биореакторах: рН-электрод, DO-датчик, термометр, датчик уровня пены, расходомеры, оптические датчики мутности.

7. Выбор посуды: колбы — для жидких культур с аэрацией; чашки Петри — для твёрдых сред и изолированных колоний; пробирки — для хранения и малых объёмов; биореакторы — для контролируемого масштабирования.

3. Защита окружающей среды от производственных биообъектов

1. Нормативная база: национальные законы о биологической безопасности, ГОСТы, ОСТы, СанПиН, директивы ЕС, рекомендации ВОЗ и OECD.

2. Инженерные решения: герметичные биореакторы, HEPA-фильтры на выхлопе, шлюзы, отрицательные давления в «заразных» зонах, стерилизация стоков и отработанного воздуха.

3. Физическая защита: зонирование (чистые/грязные зоны), доступ по пропускам, видеонаблюдение, сигнализация, сейфы для патогенов.

4. Профилактические мероприятия: регулярная дезинфекция, медосмотры персонала, обучение по биобезопасности, планы ликвидации аварий, контроль контаминации.

5. «Зона ограничения»: территория с особым режимом доступа вокруг производства; включает санитарные барьеры, контроль выбросов, буферные зелёные зоны.

6. **Утилизация отходов:** автоклавирование, химическая дезинфекция, сжигание в инсинераторах, захоронение на спецполигонах.

7. **Системы мониторинга:** НЕРА-фильтры с индикаторами, пробоотборники воздуха (импакторы, аспираторы), ПЦР-анализ стоков, биоиндикаторы.

4. Питательные среды для роста и размножения микроорганизмов

1. **Обязательные компоненты:** источники углерода (глюкоза, пептон), азота (соли аммония, аминокислоты), минеральные соли (P, K, Mg, Fe), буфер (фосфаты), вода; для твёрдых — агар (1,5–2 %).

2. Классификация сред:

- по консистенции — жидкие, полужидкие, плотные;
- по составу — синтетические (точные концентрации), натуральные (экстракты, гидролизаты), полусинтетические;
- по назначению — основные, селективные, дифференциально-диагностические, транспортные.

3. **Синтетические и натуральные:** синтетические — точно определены, воспроизводимы (изучение метаболизма); натуральные — богаты факторами роста, но переменны (массовое культивирование).

4. **Регуляция pH:** влияет на активность ферментов и транспорт веществ; корректируют кислотами/щелочами, используют буферы (фосфатный, трис).

5. **Проверка стерильности:** инкубация сред при 37 °C 24–48 ч, посев на индикаторные среды, микроскопия.

6. Селективные и дифференциальные среды:

- селективные — селекционируют по устойчивости (среда с антибиотиком);
- дифференциальные — различают виды по биохимии (среда Эндо — лактозопозитивные колонии красные).

7. **Плотные среды с агаром:** агар (0,8–2 %) плавится при 85–95 °C, застывает при 40–45 °C; концентрация зависит от желаемой твёрдости и температуры работы.

5. Характеристика и возможности прокариотических клеток в биотехнологии

1. Отличия прокариотов от эукариотов (биотехнологический аспект):

- отсутствие ядра и мембранных органелл (упрощает генетические манипуляции);
- быстрый рост и высокая плотность биомассы;
- простота регуляции экспрессии генов (опероны);
- способность расти на дешёвых субстратах (отходы, метанол, CO₂).

2. Метаболические пути прокариотов в промышленности:

- брожение (молочнокислородное, спиртовое, пропионовокислородное — получение кислот, этанола);
- азотфиксация (*Rhizobium*, *Azotobacter* — биоудобрения);
- окисление серы (*Acidithiobacillus* — выщелачивание металлов);
- биodeградация ксенобиотиков (*Pseudomonas* — очистка почв и вод).

3. Почему прокариоты подходят для генной инженерии:

- легко трансформируются (плазмиды, электропорация);
- короткий жизненный цикл (быстрый отбор клонов);
- хорошо изученные геномы и регуляция генов.

Примеры продуктов: инсулин (*E. coli*), человеческий гормон роста, ферменты для стиральных порошков (*Bacillus*).

4. Экстремофильные бактерии в биотехнологии:

- термофилы (*Thermus aquaticus*) — источник Taq-полимеразы для ПЦР;
- галофилы — синтез осмопротекторов и биополимеров;
- кислотоустойчивые (*Lactobacillus*) — производство пробиотиков.

5. Азотфиксирующие бактерии:

- симбиотические (*Rhizobium* с бобовыми) — снижение потребности в азотных удобрениях;
- свободноживущие (*Azotobacter*) — обогащение почвы азотом;
- применение в биоремедиации азотдефицитных почв.

6. Прокариоты для биоремедиации:

- *Pseudomonas* — разложение нефти, пестицидов;
 - *Deinococcus radiodurans* — устойчивость к радиации (очистка радиоактивных отходов);
 - механизм: ферментативное расщепление загрязнителей до CO₂ и H₂O.
- 7. Ограничения прокариотов для синтеза сложных белков:**
- отсутствие посттрансляционных модификаций (гликозилирование, фолдинг);
 - образование телец включения (трудности очистки);
 - токсичность некоторых эукариотических белков для бактериальных клеток.
- 6. Рост и размножение микроорганизмов**
- 1. Механизм бинарного деления:**
- репликация кольцевой хромосомы;
 - удлинение клетки и формирование перегородки;
 - разделение на две идентичные дочерние клетки.
- 2. Факторы, влияющие на скорость размножения:**
- температура (оптимум для мезофилов — 30–40 °C);
 - pH (6,5–7,5 для большинства бактерий);
 - концентрация субстрата и O₂;
 - наличие ингибиторов (антибиотики, токсины).
- 3. Рост бактериальных и грибных клеток:**
- бактерии — бинарное деление (экспоненциальный рост);
 - грибы — апикальный рост гиф и спорообразование (более медленный и неравномерный рост).
- 4. Генерационное время (время удвоения):**
- период, за который популяция удваивается;
 - определяют по наклону логарифмической фазы кривой роста ($\mu = \ln 2 / T_{\text{gen}}$).
- 5. Методы подсчёта клеток:**
- оптический (спектрофотометрия при 600 нм);
 - прямой микроскопический (камера Горяева);
 - посев на агаровые пластины (КОЕ/мл);
 - проточная цитометрия.
- 6. Синхронные культуры в промышленности:**
- все клетки находятся в одной фазе роста;
 - обеспечивают равномерное потребление субстрата и синтез продукта;
 - снижают риск автолиза.
- 7. Влияние плотности посева:**
- низкая плотность — длительная лаг-фаза (адаптация);
 - оптимальная — быстрый переход в экспоненциальную фазу;
 - избыточная — раннее истощение субстрата и накопление ингибиторов.
- 7. Кривая роста микроорганизмов в периодических условиях**
- 1. Фазы кривой роста:**
- **лаг-фаза** — адаптация, синтез ферментов;
 - **экспоненциальная** — максимальный рост ($\mu = \text{const}$);
 - **стационарная** — баланс рождения и гибели (лимитирование субстратом);
 - **отмирания** — гибель клеток из-за токсинов и дефицита питания.
- 2. Отсутствие роста в лаг-фазе:**
- клетки адаптируются к среде (синтез транспортных белков, ферментов);
 - восстановление повреждённых структур после пересева.
- 3. Переход в стационарную фазу ограничивает:**
- истощение ключевого субстрата (C, N, P);
 - накопление метаболитов (кислоты, спирты, NH₃);
 - снижение растворённого O₂.
- 4. Определение удельной скорости роста (μ):**
- $\mu = (\ln X_2 - \ln X_1) / (t_2 - t_1)$, где X — биомасса, t — время;

- измеряют в экспоненциальной фазе по данным оптической плотности или КОЕ.
- 5. Снижение числа клеток в фазе отмирания:**
- автолиз (активация гидролаз);
 - истощение питательных веществ;
 - токсическое действие продуктов метаболизма.
- 6. Влияние температуры и pH на кривую роста:**
- отклонение от оптимума удлиняет лаг-фазу и снижает μ ;
 - экстремальные значения вызывают ранний переход в стационарную/фазу отмирания.
- 7. Отклонение от классической модели:**
- лимитирование двумя субстратами (например, C и Fe) — двухфазный рост;
 - добавление субстрата в середине процесса (полупериодический режим) — продление экспоненциальной фазы;
 - присутствие ингибитора — замедление роста или «плато» в экспоненциальной фазе.
- 8. Факторы влияния на рост и метаболизм микроорганизмов**
- 1. Влияние температуры на ферментативные реакции:**
- при повышении температуры до оптимума скорость реакций растёт (удвоение каждые 10 °C по правилу Вант-Гоффа);
 - выше оптимума — денатурация ферментов, снижение активности;
 - ниже оптимума — замедление метаболизма (риск кристаллизации внутриклеточной воды).
- 2. Подавление роста при экстремальных pH:**
- нарушение градиента H^+ через мембрану (сбой энергогенерации);
 - денатурация белков и нуклеиновых кислот;
 - изменение заряда субстратов и транспортных белков (снижение усвоения питательных веществ).
- 3. Кислород и тип метаболизма:**
- **аэробный:** O_2 — конечный акцептор электронов (высокий выход АТФ);
 - **анаэробный:** брожение или использование альтернативных акцепторов (NO_3^- , SO_4^{2-});
 - микроаэрофилы — рост при пониженной концентрации O_2 (1–5 %).
- 4. Ингибирование субстратом:**
- избыток субстрата блокирует транспортные системы или ферменты;
 - пример: высокая концентрация глюкозы подавляет усвоение лактозы у *E. coli* (эффект катаболитной репрессии).
- 5. Осмотическое давление и клеточная мембрана:**
- гипертоническая среда — плазмолиз (выход воды, сжатие цитоплазмы);
 - гипотоническая — осмотический шок (разрыв мембраны);
 - осмофилы синтезируют совместимые растворители (пролин, бетаин) для защиты.
- 6. Токсичность тяжёлых металлов:**
- связывание с SH-группами ферментов (инактивация);
 - генерация активных форм кислорода (АФК);
 - конкуренция с эссенциальными ионами (Zn^{2+} , Mg^{2+}).
- 7. Свет и фототрофы:**
- регулирует синтез фотосинтетических пигментов (хлорофилл, каротиноиды);
 - определяет скорость фиксации CO_2 и образования биомассы;
 - у цианобактерий — влияние на азотфиксацию (фотозащита нитрогеназы).
- 9. Формы межвидовых отношений в микробиоценозах**
- 1. Примеры симбиоза:**
- лишайники (гриб + водоросль/цианобактерия);
 - кишечный микробиом человека (бактерии синтезируют витамины, хозяин предоставляет субстраты);
 - клубеньковые бактерии (*Rhizobium*) и бобовые (обмен азотом и углеводами).
- 2. Антибиоз:**
- выделение антибиотиков для подавления конкурентов;

- примеры продуцентов: *Streptomyces* (стрептомицин), *Penicillium* (пенициллин), *Bacillus* (полимиксин).

3. Конкуренция за субстрат:

- доминирование видов с более высоким сродством к субстрату (низкий K_s);
- сдвиг состава сообщества при изменении доступности ресурсов (например, C:N соотношение).

4. Польза метабиоза:

- последовательная деградация сложных субстратов (целлюлоза → глюкоза → этанол);
- утилизация токсичных промежуточных продуктов (например, H_2S окисляется до S^0).

5. Паразитизм (пример *Bdellovibrio*):

- проникает в клетку грамотрицательных бактерий, размножается внутри, лизует хозяина;
- используется для биоконтроля патогенов.

6. Комменсализм в смешанных культурах:

- один вид потребляет продукты метаболизма другого без вреда (например, уксуснокислые бактерии используют спирт, произведённый дрожжами);
- повышает общую эффективность биodeградации.

7. Кворум-сенсинг:

- регуляция экспрессии генов через сигнальные молекулы (ацил-гомосеринлактоны у грамотрицательных);
- контролирует биофильм-образование, вирулентность, синтез антибиотиков;
- позволяет координировать поведение популяции при достижении критической плотности.

10. Анаэробное культивирование микроорганизмов

1. Облигатные анаэробы:

- *Clostridium* spp., *Bacteroides* spp., *Methanobacterium*;
- погибают при контакте с O_2 из-за отсутствия каталазы и супероксиддисмутазы.

2. Методы создания бескислородной среды:

- анаэробные камеры с газогенераторами ($H_2 + CO_2$ + катализатор Pd);
- среды с восстановителями (тиогликолят, цистеин);
- кипячение сред с последующим быстрым охлаждением под инертным газом (N_2 , Ar).

3. Кипячение сред перед посевом:

- удаляет растворенный O_2 ;
- стерилизует среду;
- после охлаждения добавляют восстановители для поддержания анаэриоза.

4. Газогенераторные пакеты:

- содержат реагенты (цитрат аммония, бикарбонат натрия, борогидрид натрия);
- при активации выделяют H_2 и CO_2 , катализатор Pd связывает $O_2 \rightarrow H_2O$;
- создают атмосферу с $<0,1\%$ O_2 .

5. Индикаторы анаэриоза:

- резазурин (розовый при O_2 , бесцветный без O_2);
- метиленовый синий (синий при O_2 , бесцветный без O_2).

6. Промышленная установка для анаэробного сбраживания:

- метантенк (реактор с мешалкой, подогревом до 35–55 °C, системой отвода биогаза);
- применяется для переработки навоза, пищевых отходов, сточных вод.

7. Предотвращение окисления сред:

- хранение под инертным газом (N_2);
- добавление восстановителей (сульфид натрия, аскорбат);
- герметичная упаковка с кислород-поглотителями.

11. Рост и размножение микроскопических грибов

1. Вегетативное и споровое размножение:

- вегетативное — фрагментация гиф, почкование (дрожжи);
- споровое — образование конидий (экзоспоры) или спорангиоспор (эндоспоры в спорангии).

2. Образование конидий и спорангиоспор:

- конидии — на кончиках специализированных гиф (конидиеносцах), устойчивы к высыханию;
 - спорангиоспоры — внутри спорангия на спорангиеносце (характерно для *Mucor*, *Rhizopus*).
- 3. Влияние pH на морфологию мицелия:**
- кислый pH (4–5) — стимулирует ветвление и образование хламидоспор;
 - нейтральный pH — способствует линейному росту гиф.
- 4. Агаризованные среды для грибов:**
- агар обеспечивает твёрдую поверхность для роста гиф;
 - позволяет изолировать колонии и изучать морфологию.
- 5. Аэрация при глубинном выращивании:**
- барботирование воздухом через перфорированные трубы;
 - перемешивание турбинными мешалками (скорость 150–300 об/мин);
 - контроль DO (не ниже 20 % насыщения).
- 6. Хламидоспоры:**
- толстостенные покоящиеся клетки, образующиеся при стрессе (дефицит N, высокая температура);
 - служат для выживания и распространения.
- 7. Промышленное применение грибных культур:**
- *Aspergillus niger* — производство лимонной кислоты;
 - *Trichoderma reesei* — синтез целлюлаз для биоэтанола;
 - *Penicillium chrysogenum* — получение пенициллина.
- 12. Вирусы как биологические объекты. Культивирование бактериофагов**
- 1. Вирусы не растут на средах:**
- лишены рибосом и метаболизма;
 - реплицируются только внутри клеток-хозяев, используя их ферменты и ресурсы.
- 2. Подготовка бактериальных культур:**
- выращивание в жидкой среде до логарифмической фазы ($OD_{600} \approx 0,4–0,6$);
 - стандартизация концентрации клеток (например, 10^8 КОЕ/мл).
- 3. Бляшки на агаре:**
- зоны лизиса бактерий, образованные потомством одного фага;
 - подсчитывают для определения титра фага (БОЕ/мл);
 - размер бляшки зависит от скорости репликации фага и диффузии.
- 4. Литические и лизогенные фаги:**
- *Литические* (вирулентные) — сразу запускают цикл репликации, приводят к лизису клетки и высвобождению новых вирионов.
 - *Лизогенные* (умеренные) — интегрируют геном в хромосому хозяина (профаг), реплицируются пассивно; могут перейти в литический цикл при стрессе.
- 5. Хранение коллекций бактериофагов:**
- в жидкой среде с хозяином при 4 °C (короткие сроки);
 - в глицерине (20–30 %) при –20 ... –80 °C;
 - лиофилизация с защитными средами (лактоза, желатин).
- 6. Применение фагов в биотехнологии:**
- биоконтроль патогенов в пищевой промышленности (например, *Listeria* на мясных продуктах);
 - фаготерапия антибиотикорезистентных инфекций;
 - инструменты геной инженерии (фаговые векторы, библиотека клонов).
- 7. Методы очистки фаговых суспензий:**
- фильтрация через мембранные фильтры (0,2–0,45 мкм) для удаления бактерий;
 - ультрацентрифугирование (разделение по плотности);
 - хроматография (ионообменная, эксклюзионная);
 - осаждение полиэтиленгликолем (ПЭГ).
- 13. Культивирование растительных клеток**

1. Гормоны для каллусных культур:

- ауксины (2,4-Д, ИУК) — стимулируют деление клеток и образование каллуса;
- цитокинины (кинетин, БАП) — индуцируют морфогенез и органогенез;
- соотношение ауксинов/цитокининов определяет тип дифференцировки (корни/побеги).

2. Стерильность в работе с растительными клетками:

- предотвращает контаминацию грибами и бактериями, которые:
 - конкурируют за питательные вещества;
 - выделяют токсины;
 - нарушают гормональный баланс среды.

3. Освещённость и морфогенез:

- синий свет (400–500 нм) — стимулирует прорастание и фотоморфогенез;
- красный свет (600–700 нм) — регулирует цветение и удлинение стеблей;
- низкая освещённость — способствует образованию каллуса, высокая — дифференцировке органов.

4. Суспензионные культуры и каллусы:

- суспензионные — однородные популяции клеток в жидкой среде, легко масштабируются, подходят для биореакторов;
- каллусы — неорганизованная масса клеток на агаре, требуют ручного пассирования, сложнее контролировать рост.

5. Получение протопластов:

- обработка тканей ферментами (целлюлаза, пектиназа) для удаления клеточной стенки;
- использование осмотических стабилизаторов (маннит, сорбит);
- применение: соматическая гибридизация, трансформация, изучение клеточных мембран.

6. Биотехнологические продукты растительных клеток *in vitro*:

- вторичные метаболиты (алкалоиды, терпеноиды, флавоноиды);
- рекомбинантные белки (вакцины, антитела);
- растительные биостимуляторы (экдистероиды).

7. Криоконсервация растительных клеточных линий:

- замораживание в жидком азоте ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- использование криопротекторов (ДМСО, глицерин, сахароза);
- медленное охлаждение ($1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$) для предотвращения кристаллизации;
- восстановление: быстрое оттаивание и отмывка от криопротекторов.

14. Культивирование животных клеток

1. Компоненты сывороточных сред:

- базальная среда (DMEM, RPMI-1640) — источники аминокислот, витаминов, солей;
- сыворотка (обычно 5–10 % фетальной бычьей сыворотки, FBS) — факторы роста, гормоны, белки;
- антибиотики (пенициллин/стрептомицин) — профилактика контаминации;
- L-глутамин — источник энергии и азота.

2. CO₂-инкубаторы:

- поддерживают 5–7 % CO₂ для стабилизации pH среды (бикарбонатная буферная система);
- температура 37 °C, влажность >95 %.

3. Пассирование адгезивных клеток:

- удаление старой среды;
- промывка буфером (PBS);
- диссоциация трипсином/ЭДТА;
- подсчёт клеток и посев в новые сосуды с полной средой.

4. Первичные культуры и иммortalизованные линии:

- первичные — получены непосредственно из ткани, ограниченный срок жизни (5–10 пассажей);
- иммortalизованные (например, HEK293, HeLa) — бесконечно делятся благодаря онкогенам или теломеразе;

- примеры: первичные гепатоциты, иммортализованные клетки CHO (синтез белков).

5. **Контроль контаминации микоплазмами:**

- ПЦР-диагностика (специфические праймеры к рРНК микоплазм);
- окрашивание ДНК-связывающими красителями (DAPI);
- культуральные тесты на селективных средах.

6. **Биореакторы для суспензионных культур:**

- орбитальные шейкеры (100–150 об/мин);
- волновые биореакторы (WAVE bioreactor);
- струйные реакторы с мягким перемешиванием;
- системы с микроносителями для адгезивных клеток.

7. **Оценка жизнеспособности клеток:**

- тест с трипановым синим (не окрашенные клетки — живые);
- МТТ-тест (восстановление тетразолия живыми клетками);
- проточная цитометрия с красителями (пропидий йодид, аннексин V);
- измерение метаболической активности (потребление глюкозы, выделение лактата).

15. **Хранение микроорганизмов**

1. **Способы долгосрочного хранения:**

- лиофилизация (сушка под вакуумом из замороженного состояния);
- замораживание при $-70 \dots -80$ °C в криопротекторах;
- хранение в жидком азоте (-196 °C);
- периодические пересевы на агаровые скосы (каждые 3–6 мес).

2. **Подготовка к лиофилизации:**

- выращивание до логарифмической фазы;
- суспендирование в защитной среде (желатин, сахароза, молоко);
- расфасовка в ампулы;
- замораживание при $-40 \dots -70$ °C перед сушкой.

3. **Замораживание при -7 Newton °C и -20 °C:**

- при -20 °C образуются крупные кристаллы льда, повреждающие клетки;
- при -70 °C — меньшие кристаллы, ниже риск лизиса;
- добавление криопротекторов (глицерин, ДМСО) снижает точку замерзания.

4. **Пересев на агаре:**

- каждые 3–6 месяцев для поддержания жизнеспособности;
- проверка чистоты культуры перед пересевом.

5. **Криопротекторы:**

- глицерин (10–20 %);
- ДМСО (5–10 %);
- сахароза, трегалоза (5–15 %).

6. **Проверка жизнеспособности после разморозки:**

- посев на богатую среду и подсчёт КОЕ;
- микроскопия (подвижность, морфология);
- тестирование биохимических свойств (ферментация, продукция метаболита).

7. **Хранение типовых штаммов:**

- национальные коллекции (ATCC, DSMZ, ВКПМ);
- университетские и отраслевые банки микроорганизмов;
- базы данных с генетическими паспортами (NCBI GenBank, EMBL-EBI).

Составители:

д-р. фармацевт. наук, заведующий кафедрой промышленной технологии лекарств с курсом биотехнологии, профессор Орлова Е.В.

канд. фармацевт. наук, доцент кафедры промышленной технологии лекарств с курсом биотехнологии Мальгина Д.Ю.

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Оценочные средства: тест

СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА

1. Характеристика оценочного средства.

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Оценочное средство «Тест» соответствует:

- Федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС) по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» (уровень бакалавриата), утверждённому приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 10 августа 2021 г. №736

- основной профессиональной образовательной программе по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология»;

- рабочей программе дисциплины Б1.О.30 Промышленное культивирование микроорганизмов, реализуемой по соответствующей основной профессиональной образовательной программе.

При помощи данного оценочного средства осуществляется контроль и управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений и владений, определенных ФГОС по соответствующему направлению подготовки в качестве результатов освоения учебной дисциплины

2. Система оценивания результатов

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в письменной форме в виде теста. Время, отводимое обучающемуся на выполнение теста - 60 минут.

Критерии и шкала оценивания:

Тестовые задания:

дифференцированная оценка:

90 -100 % баллов – оценка «отлично»,

75 - 89 % баллов – оценка «хорошо»,

60- 74 % баллов – оценка «удовлетворительно»,

0 – 59 % баллов – оценка «неудовлетворительно».

3. Комплект вопросов для экзамена

КОМПЛЕКТ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ для экзамена

по дисциплине Б1.О.30 Промышленное культивирование микроорганизмов

1. К микроорганизмам 1 группы патогенности относятся:
А) клещи домашней пыли – возбудители аллергии.
В) стафилококк – возбудитель пневмонии.
С) вирус Эбола – возбудитель геморрагической лихорадки.
D) грибы рода кандида – возбудители кандидозов.
2. Расшифровка аббревиатуры ПБА с т.зр. работы с микроорганизмами:
А) патогенная биологическая ассоциация
В) патогенный биологический агент
С) проба биологического аэрозоля
D) приобретенная биологическая аллергия
3. Перепад давления в помещении для работы с микроорганизмами 1-2 гр. патогенности по отношению к окружающим его помещениям должен быть:
А) положительным
В) отрицательным
С) должен отсутствовать
D) запрещено монтировать вентиляцию в таких помещениях.
4. Батарея хемостатов это:
А) устройство для подогрева поступающей питательной среды
В) два и более хемостатов, соединенных друг с другом
С) оборудование для непрерывного культивирования, предусматривающего безотходную технологию
D) реактор в реакторе, не требующий поступления свежей питательной среды
5. Импактор – это:
А) измерительный прибор для подсчета колоний бактерий и грибов
В) специальная чашка Петри с питательной средой.
С) прибор для отбора проб биологических аэрозолей на жидкие питательные среды.
D) прибор для отбора проб биологических аэрозолей на агаризованные питательные среды.
6. По консистенции питательные среды не делят на:
А) жидкие
В) сухие
С) полужидкие
D) плотные
7. Стерилизация – это:
А) очищение
В) обеспложивание
С) обеззараживание
D) дезинфекция
8. Правильная последовательность стадий роста микроорганизмов при периодическом культивировании:
А) лаг-фаза; фаза ускорения роста; фаза экспоненциального роста; фаза замедления роста;

стационарная фаза; фаза отмирания культуры.

В) лаг-фаза; фаза экспоненциального роста; фаза ускорения роста; фаза замедления роста; стационарная фаза; фаза отмирания культуры.

С) лаг-фаза; фаза ускорения роста; фаза экспоненциального роста; стационарная фаза; фаза замедления роста; фаза отмирания культуры.

Д) нет правильного ответа

9. Лаг-фаза - это:

А) фаза внесения инокулята в реактор.

В) фаза, на которой разрушается клеточная стенка микроорганизмов.

С) фаза, на которой отсутствует видимый рост микроорганизмов.

Д) фаза неконтролируемого роста микроорганизмов.

10. Изменение концентрации биомассы в соответствии с логарифмическим законом характерно:

А) для стационарной фазы

В) для фазы ускоренного роста

С) для лаг-фазы

Д) для экспоненциальной фазы

11. В непрерывной культуре длительность экспоненциальной фазы увеличивается, если происходит:

А) аккумуляция токсичного продукта

В) постоянное добавление свежей питательной среды

С) удаление микроорганизмов

Д) истощение питательных веществ

12. Метод Фортнера применяется при накоплении:

А) аэробных микроорганизмов.

В) анаэробных микроорганизмов.

С) вирусов.

Д) бактериофагов.

13. Технология сыра Камамбер предполагает использование:

А) плесневых грибов рода *Penicillium*

В) грибов рода *Candida*

С) культуры сине-зеленых водорослей

Д) только лактобактерий

14. Форма симбиоза, при которой одна популяция извлекает пользу от взаимоотношений, а другая не получает ни пользы, ни вреда - это:

А) мутуализм

В) комменсализм

С) синергизм

Д) саттелитизм

15. Бактериофаги – это:

А) вирусы, избирательно поражающие бактерии.

В) вирусы 1 группы патогенности.

С) полезные бактерии.

Д) бактериальные клетки с отростками фагов.

16. Капсомер – это:

А) субъединица капсида вируса

В) единица измерения размера вирусной частицы

С) геном вируса

Д) мономер клеточной стенки бактерий

17. Заболевания, которое не вызывают вирусы:

А) гепатит

В) грипп

С) туберкулез

- D) полиомиелит
18. Название Бактериофаг ввел ученый:
- A) Илья Мечников
- B) Феликс д'Эррель**
- C) Эрнест Ханкин
- D) Джозеф Мэйсин
19. Средние размеры бактериофага:
- A) от 20 до 200 нм**
- B) от 20 до 200 мкм
- C) от 20 до 200 мм
20. Укажите первый этап взаимодействия бактериофагов с бактериальными клетками включает:
- A) Репродукция бактериофага
- B) Проникновение нуклеиновой кислоты фага в бактериальную клетку. Разрушение участка клеточной стенки бактериальной клетки с помощью ферментов, впрыскивание нуклеиновой кислоты
- C) Адсорбция фага на бактериальной клетке.**
- D) Выход фаговых частиц (для вирулентных фагов) или лизогения (для умеренных фагов)
21. Куриный эмбрион используется для культивирования:
- A) вирусов**
- B) бактериофагов
- C) грибов
- D) простейших
22. Источниками (субстратами), содержащими бактериофаги, не являются:
- A) отделяемое гнойных ран
- B) сточные воды
- C) воздушные выбросы**
- D) старые бактериальные культуры
23. При культивировании бактериофагов наступление полного фаголизиса определяют:
- A) визуально по отсутствию видимого бактериального роста (просветление среды)**
- B) путем отбора пробы и измерения pH
- C) путем отбора пробы и подсчета бактериальных КОЕ
- D) путем отбора пробы и подсчета фаговых КОЕ
24. Поливалентный препарат, содержащий бактериофаги:
- A) пентафаг
- B) секстафаг**
- C) октафаг
- D) гексафаг
25. Питательная среда для культивирования грибов в при оценке стерильности лекарственного средства:
- A) Сабуро**
- B) Агар
- C) Мясо-пептонный бульон
- D) Трипказо-соевый бульон
26. Продуцентом пенициллина являются:
- A) плесневые грибы рода *Penicillium***
- B) бактерии рода *Penicillium*
- C) вирусы рода *Penicillium*
- D) бактериофаги рода *Penicillium*
27. Плесневый гриб *Aspergillus niger* используется для промышленного получения:
- A) лимонной кислоты**
- B) яблочной кислоты
- C) уксусной кислоты

D) соляной кислоты

28. Основным типом культивируемых растительных клеток является:

A) клетка каллуса

B) протопласты

C) фибробласты

D) эксплант

29. Выберите верный ответ

Для получения культивируемых каллусных клеток *in vitro* фрагменты тканей разных органов высших растений помещают:

A) в раствор ферментов

B) на питательную среду

C) под УФ-лампу

D) в образец почвы (грунта)

30. К характеристикам каллусной ткани не относится:

A) Возникает в травмированном месте растения в результате деления каллусных клеток

B) Возникает в результате пролиферации внутренних тканей растения без связи с поверхностью среза (раневой поверхностью)

C) Накапливает питательные вещества для анатомической регенерации или генерации утраченного органа

D) Не способна к дифференцировке

31. Требуется ли асептические условия для получения первичного каллуса на экспланте растения:

A) да

B) нет

C) требуются в исключительных случаях

D) только для раувольфии змеиной

32. Субкультивирование каллуса это -

A) культивирование при переносе первичного каллуса на свежую питательную среду

B) образование первичного каллуса на экспланте растения через 4-6 недель

C) образование вторичного каллуса на экспланте растения через 6-8 недель

D) образование третичного каллуса на экспланте растения через 8-10 недель

33. Основными компонентами питательных сред для культуры клеток и тканей растений являются:

A) минеральные соли (макро- и микроэлементы)

B) источник углеродного питания

C) витамины, регуляторы роста.

D) все ответы верные

34. Примером ауксина в составе питательной среды для культивирования каллуса является:

A) индолил-3-уксусная кислота

B) зеатин

C) CaCl_2

D) Пиридоксин (витамин B_6)

35. Культура каллусных тканей не может быть выращена поверхностным способом:

A) на полужидкой агаризованной среде (концентрация агара – 0,6–1 %),

B) на среде с применением других желирующих полимеров

C) на мостиках из фильтровальной бумаги или дисках из пенополиуретана, погруженных в жидкую питательную среду

D) на суспензии почвы (грунта)

36. Стадия суспензионного культивирования растительной ткани возможна:

A) сразу после стадии получения первичного каллуса на поверхности экспланта на полужидкой агаризованной среде

B) сразу после стадии получения экспланта растения

C) после образования вторичного каллуса на экспланте растения через 6-8 недель

D) после образования третичного каллуса на экспланте растения через 8-10 недель

37. Для чего применяют разделение первичной суспензии каллусных клеток перед субкультивированием:

A) для выделения отдельных клеток каллуса

B) для получения стерильной суспензии

C) для отделения дисперсионной среды (жидкой фазы) и дисперсной фазы (клеток, агрегатов и балласта (экспланта))

D) для выделения метаболитов

38. Для глубинного культивирования растительных клеток используют закрытые или открытые системы в периодическом или непрерывном (проточном) режиме.

A) Проточный режим культивирования обычно организован по принципу турбидостата.

B) Проточный режим культивирования обычно организован по принципу хемостата.

C) Проточный режим культивирования обычно организован по принципу термостата.

D) Проточный режим культивирования обычно организован по принципу pH-стата.

39. Наиболее изученным и распространенным режимом глубинного культивирования клеточных суспензий является:

A) закрытая периодическая система

B) открытая периодическая система

C) непрерывное культивирование в режиме турбидостата

D) непрерывное культивирование в режиме хемостата

40. Мацерация растительной ткани (экспланта) преимущественно осуществляется путем:

A) термической обработки

B) УФ-облучения

C) обработки ферментами

D) механического измельчения

41. Протопласты растений это –

A) различные органоиды

B) ткани растения, состоящие из интенсивно делящихся и сохраняющих физиологическую активность на протяжении всей жизни клеток, обеспечивающих непрерывное нарастание массы растения и предоставляющих материал для образования различных специализированных тканей.

C) ткань, состоящая из рыхло расположенных более или менее шарообразных клеток.

D) содержимое растительной клетки, за исключением внешней клеточной оболочки (клеточной стенки), ограниченные мембраной цитоплазматические образования, несущие внутриклеточные органоиды.

42. Метод получения изолированных растительных протопластов, при котором для удаления клеточной стенки используют ферменты, называется:

A) осмотический

B) энзиматический

C) механический

D) химический

43. Недостатком метода агаровой культуры при культивировании протопластов является:

A) риск повреждения изолированных протопластов при смешивании с теплой агаризованной питательной средой

B) необходимость поддержания асептических условий культивирования протопластов

C) необходимость внесения свежей питательной среды дважды в сутки

D) длительность процесса (4-6 лет)

44. Для культивирования протопластов не применяют методы:

A) метод субкультивирования

B) метод жидких капель

C) метод микроизоляции (культивирование в микрокаплях)

D) метод агаровой культуры

45. Для индукции деления протопластов, особенно для культур с низкой плотностью, в питательную среду эффективно вносить:
- A) ауксины
 - B) цитокинины**
 - C) витамины
 - D) минеральные соли
46. Способ стерилизации экспланта растения на подготовительной стадии перед культивированием каллуса:
- A) термический (автоклавирование)
 - B) химический (обработка раствором сулемы, хлорамина, перекиси водорода, спирта и др.)**
 - C) энзиматический
 - D) выдерживание в пламени спиртовки.
47. Выберите неверное утверждение:
- A) Растительные и животные клетки содержат ядро и относятся к эукариотическим клеткам
 - B) Растительные клетки имеют клеточную стенку, состав которой преимущественно представлен целлюлозой, гемицеллюлозой, пектином или лигнином.
 - C) Животные клетки имеют клеточную стенку, состоящую преимущественно из хитина, пептидогликана (муреина).**
 - D) Животные клетки покрыты только клеточной мембраной, состоящей преимущественно из двойного слоя липидов, а также белков.
48. Эпителиальная ткань – это:
- A) единичный, плотно упакованный слой клеток на поверхности носителя.
 - B) ткань, покрывающая поверхность тела и выстилающая слизистые и серозные оболочки его внутренних органов (покровный эпителий), а также образующая паренхиму большинства желез (железистый эпителий).**
 - C) ткань, состоящая из рыхло расположенных более или менее шарообразных клеток
 - D) ткань, состоящая преимущественно из фибробластов, синтезирующих внеклеточный матрикс (основа соединительной ткани организма) и коллаген.
49. Соединительная ткань – это:
- A) единичный, плотно упакованный слой клеток на поверхности носителя.
 - B) ткань, покрывающая поверхность тела и выстилающая слизистые и серозные оболочки его внутренних органов (покровный эпителий), а также образующая паренхиму большинства желез (железистый эпителий).
 - C) ткань, состоящая из рыхло расположенных более или менее шарообразных клеток
 - D) ткань, состоящая преимущественно из фибробластов, синтезирующих внеклеточный матрикс (основа соединительной ткани организма) и коллаген.**
50. Клетки соединительной ткани, синтезирующие внеклеточный матрикс и коллаген, способные к делению, а также наиболее изученные клетки при культивировании *in vitro* – это:
- A) Фибробласты**
 - B) Фиброкласты
 - C) Макрофаги
 - D) Меланоциты
51. Первичная культура клеток –это
- A) культура, полностью адаптированная к существованию вне организма, перевиваемая десятками лет
 - B) культура, получаемая из эмбриональных тканей и сохраняющая диплоидный набор хромосом до 50 пересевов, затем трансформируется в постоянную культуру
 - C) культура, получаемая практически из любого органа и существующая лишь до первого посева**
 - D) первая единственная клетка
52. Диплоидная культура клеток –это:

- А) культура, полностью адаптированная к существованию вне организма, перевиваемая десятками лет
- В) культура, получаемая из эмбриональных тканей и сохраняющая диплоидный набор хромосом до 50 пересевов, затем трансформируется в постоянную культуру**
- С) культура, получаемая практически из любого органа и существующая лишь до первого посева
53. Перевиваемая культура клеток –это:
- А) культура, полностью адаптированная к существованию вне организма, перевиваемая десятками лет**
- В) культура, получаемая из эмбриональных тканей и сохраняющая диплоидный набор хромосом до 50 пересевов, затем трансформируется в постоянную культуру
- С) культура, получаемая практически из любого органа и существующая лишь до первого посева
- Д) клон первой единственной клетки
54. Первичные культуры клеток получают путем:
- А) выделения фрагмента животной ткани в асептических условиях и ее механической или ферментативной дезагрегации**
- В) экстракции клеток органическими растворителями из фрагмента животной ткани
- С) термической обработки
- Д) УФ-обработки
55. Ферментативная дезагрегация фрагмента животной ткани происходит под действием:
- А) растворов щелочей
- В) растворов кислот
- С) в буферных растворах
- Д) в растворах трипсина или коллагеназы**
56. Буферный раствор HEPES как компонент питательной среды для культивирования животных клеток –
- А) используется для поддержания pH в процессе культивирования**
- В) способствует прикреплению клеток к субстрату (подложке)
- С) препятствует помутнению культуральной жидкости
- Д) используется редко ввиду высокой цитотоксичности
57. Большинство нетрансформированных клеток животных могут расти только в виде:
- А) монослоя**
- В) бислоя
- С) тройного слоя
- Д) в виде глобулы
58. Разрастание ткани путём размножения клеток делением – это:
- А) пассаж (пассирование)
- В) субкультивирование
- С) пролиферация**
- Д) мацерация
59. Микробиологическая операция, осуществляемая с клетками и клеточными линиями при посеве их на субстрат для дальнейшей культивации.
- А) пассаж (пассирование)**
- В) субкультивирование
- С) пролиферация
- Д) мацерация
60. К основным группам микроносителей не относятся:
- А) декстрановые микроносители,
- В) микроносители, покрытые коллагеном или желатином
- С) стеклянные микроносители
- Д) носители на основе наноструктурных материалов**

61. РЕШИТЕ ЗАДАЧУ. Рост периодической культуры микроорганизмов на глюкозе описывается параметрами модели Моно: константа насыщения $K_s=0,1$ г/л, максимальная удельная скорость роста $\mu_{\max}=0,5$ ч^{-A}) Исходная концентрация субстрата $S_0=1,8$ г/л. Вычислить удельную скорость роста микроорганизмов при исчерпании субстрата на 50%. .

- A) 0,45 ч⁻¹
- B) 0,45 г/л
- C) 0,25 ч⁻¹
- D) 0,25 г/л

62. РЕШИТЕ ЗАДАЧУ. Вычислите экономический коэффициент процесса культивирования дрожжей на модифицированной питательной среде, если урожай биомассы дрожжей составил 0,4 г/л, а исходная концентрация лимитирующего субстрата глюкозы составляла 0,5 г/л. Остаточным количеством глюкозы в среде пренебречь..

- A) 80%
- B) 125%
- C) 20%
- D) 60%

63. РЕШИТЕ ЗАДАЧУ. Культивирование микроорганизмов организовано в режиме турбидостата, достигнут установившийся режим. Вычислить производительность G_x такого процесса по биомассе, если концентрация биомассы в выходящем потоке равна $X=0,9$ г/л, а скорость разбавления $D=0,2$ ч^{-A}).

- A) 0,18 г/(л*ч)
- B) 4,5 г/(л*ч)
- C) 0,7 ч⁻¹
- D) 1,1 г/л

Составители:

д-р. фармацевт. наук, заведующий кафедрой промышленной технологии лекарств с курсом биотехнологии, профессор Орлова Е.В.

канд. фармацевт. наук, доцент кафедры промышленной технологии лекарств с курсом биотехнологии Мальгина Д.Ю.

Примерный перечень оценочных средств

Деловая и/или ролевая игра – совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путём игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

Доклад – публичное сообщение, представляющее собой развёрнутое изложение определённой темы.

Кейс-задача – проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.

Коллоквиум – средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определённого типа по теме или разделу

Круглый стол, дискуссия – оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.

Опрос – это средство контроля, проводимое с целью выявления уровня усвоения материала обучающимися по дисциплине.

Портфолио – целевая подборка работ обучающегося, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения по дисциплине.

Презентация – продукт самостоятельной работы обучающегося, позволяющий оценить умение раскрыть, оформить и наглядно представить содержание определенного вопроса, темы или результатов самостоятельного исследования с использованием технических средств.

Проект – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Рабочая тетрадь – дидактический комплекс, предназначенный для самостоятельной работы обучающегося и позволяющий оценивать уровень усвоения им учебного материала.

Разноуровневые задачи и задания – различают задачи и задания:

а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;

в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Расчётно-графическая работа – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Реферат – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Ситуационная задача – это оценочное средство, включающее совокупность условий, направленных на решение практически значимой ситуации с целью проверки сформированности компетенций обучающихся.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объёма знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Сообщение – это небольшое по объёму устное сообщение, в краткой форме передающее ясную и четкую суть информации.

Творческое задание – частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Тренажер – техническое средство, которое может быть использовано для контроля приобретённых обучающимся профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом.

Учебно-исследовательская работа – задания, позволяющие оценивать умение обучающихся применять на практике полученные знания и навыки для проведения самостоятельного исследования, формулировать выводы и аргументировать собственную точку зрения.

Эссе – это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем соответствующей дисциплины или самостоятельно избранная обучающимся по проблематике читаемого курса. Цель написания эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого подхода к пониманию и осмыслению проблем научного знания, возможности его прикладного использования, а также навыков письменного изложения собственных мыслей и отношения к различным явлениям.