

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
Д. С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине

Биотехнология микроорганизмов

по направлению подготовки

06.04.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:
Генетика, геномика и синтетическая биология

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Г. Н. Артемов

Председатель УМК
А. Л. Борисенко

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры.

ОПК-5 Способен участвовать в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности и контроле их экологической безопасности с использованием живых объектов.

ПК-1 Способен обрабатывать и использовать научную и научно-техническую информацию при решении исследовательских задач в соответствии с профилем (направленностью) магистерской программы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание фундаментальных и прикладных представлений дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры

ИОПК-2.2 Демонстрирует понимание методологических основ дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры

ИОПК-2.3 Использует фундаментальные знания, практические наработки и методический базис специальных дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры, при планировании и реализации профессиональной деятельности

ИОПК-5.1 Понимает теоретические принципы и современный практический опыт использования биологических объектов в сфере профессиональной деятельности

ИПК-1.1 Применяет знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при решении отдельных исследовательских задач

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- реферат;
- контрольные вопросы.

Варианты тестовых заданий

1. Какое из перечисленных соединений не относится к первичным метаболитам? (ИОПК-2.1, ИОПК-5.1, ИПК-1.1)

1. Нуклеотид
2. Ферменты, разрушающие сложные органические субстраты
3. Лизин
4. Параспоральное включение

2. Какая культура не является стадией при глубинном периодическом культивировании? (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-5.1, ИПК-1.1)

1. Посевная культура
2. Инокулят
3. Музейная культура
4. Лиофилизированная культура

3. Какое из перечисленных соединений не относится к идиолитам? (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-5.1, ИПК-1.1)

1. Альфа-токсин

2. Пенициллин
3. Хитиназа
4. Дельта-эндотоксин

4. В каком виде культивирования агента биопрепарата отсутствует стадия «маточная культура»? (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3, ИОПК-5.1)

1. Культивирование вируса на клеточном пласте
2. Глубинное непрерывное
3. Поверхностное на жидких средах
4. Комбинированное на сыпучих средах

5. Использование микроорганизмов для очистки почв, загрязненных химическими соединениями (ИОПК-2.2, ИОПК-2.3, ИОПК-5.1, ИПК-1.1)

1. Требуется, чтобы бактерии были генетически модифицированными для потребления токсичных соединений или металлов
2. Требуется, чтобы бактерии и загрязненная почва были помещены в биореактор, где поддерживаются анаэробные условия и соответствующая влажность
3. Требуется, чтобы ферменты использовались снаружи клетки, т.к. опасные отходы убивают бактерии
4. Позволяет использовать существующие в природе микроорганизмы

6. Биоремедиация водоемов (ИОПК-2.2, ИОПК-5.1, ИПК-1.1)

1. Легче, чем биоремедиация почвы из-за водной среды
2. Легче, чем биоремедиация почвы, поскольку условия легко контролировать
3. Проводится с переменным успехом
4. Может привести к поступлению загрязняющих веществ в питьевую воду

7. Биореакторы должны (ИОПК-2.2, ИОПК-5.1)

1. снабжаться растворенным кислородом
2. снабжаться источниками азота
3. удалять побочные продукты
4. контролировать pH

8. Продукты вторичного метаболизма клеток получают в периодическом культивировании на стадии (ИОПК-2.1, ИОПК-5.1, ИПК-1.1)

1. Лаг-фазы
2. Стадии линейного роста
3. Стационарной фазе
4. Фазе отмирания

9. Факторами роста при культивировании микроорганизмов являются (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-5.1)

1. Витамины
2. Микроэлементы
3. Гормоны
4. Аминокислоты

10. Турбидостат является способом (ИОПК-2.2, ИОПК-5.1)

1. Непрерывного неуправляемого культивирования
2. Непрерывного управляемого культивирования
3. Периодического культивирования
4. Культивирования с подпиткой

11. Удельная скорость роста микроорганизмов описывает (ИОПК-2.2, ИОПК-2.3, ИОПК-5.1)

1. Период удвоения численности клеток
2. Прирост численности в единицу времени
3. Условия культивирования
4. Прирост численности в единицу времени в расчете на одну клетку

12. Непродуктивные траты субстрата возникают, когда (ИОПК-2.2, ИОПК-5.1)

1. В ферментере возникают контаминанты
2. Присутствуют ингибиторы роста
3. Клетки подстраивают под субстрат свою ферментную систему

13. Экономический коэффициент (ИОПК-2.3, ИОПК-5.1)

1. Характеризует поведение популяции клеток
2. Всегда больше единицы
3. Всегда меньше нуля
4. Показывает эффективность усвоения субстрата клетками

14. Если Вы добавили кислород в ферментер при проведении анаэробного культивирования, то это сделали для того, чтобы (ИОПК-2.2, ИОПК-5.1)

1. Остановить культивирование
2. Увеличить образование продуктов
3. Стимулировать рост клеток
4. Остановить рост клеток

15. Bt-белок изучается широко, потому что (ИОПК-2.1, ИОПК-5.1, ИПК-1.1)

1. Он не является природным и представляет опасность для человека
2. Повсеместно используется и может вызвать устойчивость к нему насекомых
3. Он опасен для бабочек, питающихся нектаром
4. Он опасен для птиц, питающихся насекомыми

16. Масштабирование ферментеров – это (ИОПК-2.2, ИОПК-2.3, ИОПК-5.1)

1. Подбор ферментерной линии под производственное помещение
2. Способ моделирования процесса культивирования в микробиологической промышленности
3. Метод расчета состава питательных сред
4. Метод, применяемый при хемостатном культивировании

17. Наибольшие объемы биотехнологического производства наблюдаются (ИОПК-2.1, ИОПК-5.1)

1. В получении белка одноклеточных
2. В производстве ГМО
3. В получении антибиотиков
4. В пищевой биотехнологии

Примерный перечень рефератов (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3, ИОПК-5.1, ИПК-1.1)

1. Промышленная микробиология, место в экономики Российской Федерации.
2. Генетическая инженерия и перспективы применения в сельском хозяйстве.
3. Биотехнология в медицине, перспективы развития.

4. Биотехнологическое производство, структура подразделений.
5. Технологическая карта и этапы ее проектирования.
6. Нанобиотехнологии
7. Очистные сооружения и проблемы, возникающие при их функционировании.
8. Биогеотехнология.
9. Биотопливо, как современное направление биотехнологии.
10. Рынок белков, получаемых с помощью рДНК-технологий.
11. Белок одноклеточных.
12. Законодательные аспекты регистрации и применения биотехнологической продукции на территории РФ.
13. Государственное и международное регулирование биобезопасности.

Оценка задания проводится путем защиты реферата. Оценка «зачтено» ставится в случае, если отвечающий раскрыл тему реферата, привел убедительные, официальные источники литературы, оформил по ранее обговоренным требованиям презентацию и письменный вариант работы, ответы на вопросы аргументированы, изложение логично. Если тема реферата не раскрыта, оформление презентации письменного реферата не соответствует требованиям, ответы на вопросы сформулированы нечетко, приводимые аргументы не опираются на литературные данные, не используется адекватная терминология реферат считается не выполненным.

Вопросы по темам дисциплины (ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3, ИОПК-5.1, ИПК-1.1)

Тема 1. Технологические основы биотехнологических производств

1. Что такое биотехнологический процесс? Назовите основные схемы реализации биотехнологического процесса.
2. Перечислите и охарактеризуйте основные стадии биотехнологического процесса.
3. Обозначьте основные принципы и способы составления питательных сред для микроорганизмов.
4. Каким образом может быть организована ферментационная стадия в биотехнологическом производстве?
5. Как влияет тип питательной среды на организацию стадии ферментации?
6. Что такое автоселекция? Какими уравнениями описываются автоселекционные приёмы?
7. Назовите и охарактеризуйте основные стадии роста культуры клеток в глубинном периодическом культивировании?
8. Нарисуйте кривые образования и накопления в среде первичных продуктов, назовите и охарактеризуйте этапы.
9. Нарисуйте кривые образования и накопления в среде идиолинов, назовите и охарактеризуйте этапы.
10. Перечислите основные виды сырья для биотехнологического производства.
11. Из чего складываются основные затраты при производстве бактериальных и вирусных инсектицидов?
12. Перечислите и охарактеризуйте основные этапы проектирования биотехнологических производств.
13. В чем заключается принцип масштабирования на биотехнологическом производстве?
14. Назовите способы классификации продуктов биотехнологических процессов и виды продуктов, согласно данной классификации. Приведите примеры.
15. Что такое удельная скорость роста продуцента и в чем она измеряется?

16. В чем измеряется и как вычисляются непродуктивные и удельные затраты?
17. Как осуществляется контроль и управление на биотехнологических производствах?

Тема 2. Микроорганизмы в генной и клеточной инженерии. Использование селекции и мутагенеза в биотехнологии микроорганизмов

1. Что случается при неправильном фолдинге белков?
2. Как осуществляется хранение генов?
3. Какие белки подвергаются рефолдингу?
4. В чем суть альтернативного сплайсинга?
5. Перечислите основные методы традиционной селекции микроорганизмов.
6. Суть и этапы искусственного мутагенеза прокариот.
7. Продуценты ферментов и векторов для генной инженерии.

Тема 3. Микроорганизмы в агробиотехнологии

1. Чем интересен *Bt*-белок?
2. Как связана устойчивость растений к абиотическим факторам с оксидазами растений, и какую роль играют в этом ризобактерии?
3. В чем суть вакцинации растений?
4. Как можно использовать вирусы растений в генной инженерии?
5. Строение и функции плазмид бактерий *Agrobacterium tumefaciens*.
6. Назовите основные группы биопестицидов и основы их классификации.
7. Назовите основные способы применения и особенности использования биопрепаратов.
8. Назовите основные группы микроорганизмов, являющихся основой биопрепаратов.

Тема 4. Микроорганизмы в промышленности и пищевой биотехнологии

1. Гомоферментативные молочнокислые бактерии, гетероферментативные, бифидоброжение.
2. Спиртовое брожение.
3. Возбудители спиртового брожения и их особенности.
4. Химизм процесса. Эффект Пастера.
5. Роль спиртового брожения в природе и жизни человека.
6. Предупреждение болезней вина.
7. Устойчивость микроорганизмов при термическом консервировании.
8. Микрофлора охлажденных и замороженных плодов и овощей.
9. Микроорганизмы сушеных плодов и овощей.
10. Консервирование на основе молочнокислого брожения.
11. Получение лимонной кислоты.
12. Получение молочной кислоты.
13. Роль ферментов в пищевой промышленности.
14. Какие виды микроорганизмов нашли свое применение в получении ферментов для пищевой и промышленной микробиологии?

Тема 5. Микроорганизмы в экологии

1. Вовлечения каких дополнительных действий и затрат требует микробиологическая очистка почвы от химических веществ?
2. Что такое биоремедиация? В чем суть этого процесса?
3. Какие основные пути получения экологически чистой энергии Вы знаете?
4. Микробы-продуценты препаратов для активной биodeградации пестицидов.
5. Биологические пути разрушения пестицидов в агроценозах.

6. Какие группы микроорганизмов играют наиболее важную роль в стабилизации и поддержании устойчивости биосфероподобных искусственных экосистем?
7. Микробиологический круговорот азота в замкнутых экосистемах.
8. Роль микроорганизмов в поддержании концентрации фосфора в замкнутых экосистемах.

Тема 6. Микроорганизмы в медицине и фармакологии

1. Какие антибиотики, производимые с помощью микроорганизмов, Вы знаете?
2. Охарактеризуйте вакцина и способы их получения в зависимости от поколения.
3. Методы получения генно-инженерно модифицированных белков медицинского назначения.
4. Микробиологическое получение токсинов, гормонов, аминокислот и витаминов.
5. Молочная кислота и ее применение в медицине и фармакологии.
6. Основные отличия симбиотиков, пребиотиков и пробиотиков.

Тема 7. Нормативные документы в биотехнологии

1. Какие основные нормативные документы биотехнологических производств Вы знаете?
2. Назовите основные этапы разработки технологического регламента. Охарактеризуйте их.
3. Каким законом РФ регулируются вопросы генной инженерии?
4. Назовите наиболее значимые, на Ваш взгляд, проблемы, связанные с недостатками правового регулирования в области генных технологий.
5. Содержание паспорта продуцента.

Оценка задания проводится путем собеседования. Оценка «зачтено» ставится в случае, если отвечающий формулирует ответ, опираясь на источники литературы, используя адекватную терминологию, логично выстраивает ответ. Если ответ не сформулирован четко, приводимые аргументы не опираются на литературные данные, не используется адекватная терминология ответ не засчитывается.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса.

Перечень теоретических вопросов промежуточной аттестации:

1. Достижения биотехнологии в различных областях народного хозяйства и медицины. Структура и направления современной биотехнологии.
2. Схемы реализации биотехнологического процесса.
3. Предферментационная стадия. Операции, осуществляемые на ней.
4. Режимы культивирования микроорганизмов, стадии роста культуры клеток при периодическом режиме культивирования, образование продуктов.
5. Биологические агенты, их особенности и классификация.
6. Субстраты и среды в биотехнологии.
7. Современные аппараты для биотехнологических производств, классификация ферментеров.
8. Масштабирование ферментеров.
9. Продукты: классификация и способы получения. Выделение и очистка продуктов.
10. Критерии оценки эффективности биотехнологических производств.
11. Контроль и управление биотехнологическими производствами.
12. Получение экологически чистой энергии.

13. Экологическая инженерия.
14. Нормативно-правовые документы биотехнологических производств
15. Правовые аспекты деятельности в сфере генно-инженерных биотехнологий.
16. Генетическая и клеточные инженерии как инструмент биотехнологии.
17. Генетическая колонизация растений бактериями рода *Agrobacterium*. Классификация и характеристика Ti-плазмид.
18. Использование метода микроорганизмов для синтеза вторичных метаболитов. Внутриклеточная локализация синтеза и накопление вторичных метаболитов.
19. Удельная скорость размножения микроорганизмов. Период удвоения и время генерации. Зависимость удельной скорости роста от концентрации субстрата.
20. Ингибирование размножения. Зависимость роста культуры от абиотических факторов.
21. Ресурсный параметр. Траты на поддержание. Метаболический коэффициент.
22. Критерии оценки биологического агента. Понятие технологичности штамма-продуцента.
23. Критерии оценки эффективности микробиологических биотехнологических производств: продуктивность процесса, удельные энергозатраты, непродуктивные затраты.
24. Традиционная селекция микроорганизмов. Скрининг, отбор и искусственный мутагенез; цели, методы и достижения.
25. Новые микроорганизмы как продукт генной инженерии.
26. Использование прокариот и эукариотических микроорганизмов, неклеточных организмов (вирусы, вироиды и вирусоиды) как продуцентов ферментов и векторов для генной инженерии.
27. Микроорганизмы в минеральном питании, стимуляции роста и повышении устойчивости растений к стрессовым воздействиям.
28. Микроорганизмы в защите растений от болезней, сорняков и вредителей.
29. Прокариоты как источники генов для улучшения потребительских свойств сельскохозяйственных культур, а также повышения устойчивости растений к биотическим, абиотическим и антропогенным факторам методами генной инженерии.
30. Микроорганизмы как альтернативный источник белка. Кормовые аминокислоты, антибиотики и витамины для сельскохозяйственных животных на основе микробиологического производства
31. Традиционные микроорганизмы для процессов брожения в пищевой биотехнологии. Поиск и скрининг новых штаммов.
32. Микроорганизмы как источники ферментов для пищевой и промышленной микробиологии.
33. Получение органических кислот, ПАВ, эмульгаторов, антиокислителей, биополимеров и других соединений для различных отраслей народного хозяйства.
34. Микробиологическое очищение почвы и водоемов от нефтяных загрязнений.
35. Микробиологическая деградация пестицидов и других ксенобиотиков.
36. Биосорбция и снижение токсичности ионов тяжелых металлов.
37. Микробные процессы и их роль с стабилизации и поддержании устойчивости биосфероподобных искусственных экосистем.
38. Производство антибиотиков.
39. Производство вакцин.
40. Производство продуктов микробного синтеза (гормоны, витамины, аминокислоты и т.д.).
41. Симбиотики, пребиотики и пробиотики.
42. Стандарты GCP, GLP и cGMP.

Промежуточная аттестация в форме устного зачета проводится в первом семестре на основе устного ответа студентов по экзаменационному билету при учете оценки за самостоятельную работу (текущий контроль). По каждому из видов заданий текущего контроля выставляется оценка «зачтено», если учащийся выполнил или отразил в работе не менее 60 % от планируемого объема материала. Планируемый объем оглашается заранее и выражается в 100 % (максимально возможное количество правильных ответов (вопросы и тест)), выполнение критериев, предъявляемым к реферату.

Оценка за текущий контроль максимально может достигать 60 баллов (20 баллов за собеседование по контрольным вопросам, 20 баллов защита реферата, 20 баллов тестирование).

При формировании устного ответа во время сдачи зачета обучающимся необходимо продемонстрировать знания, полученные как во время лекционной части курса, так и во время семинарских занятий и при самостоятельном проработке тем курса, представленных в ответах на вопросы текущего контроля.

Критерии и шкалы оценивания устного ответа

Критерий	Описание	Шкала оценивания
1. Знание теоретической части курса.	В процессе ответа студент демонстрирует теоретические знания по теме билета.	Да – 10 баллов. Частично – 1–9 баллов. Нет – 0 баллов.
2. Владение основными понятиями.	Студент грамотно использует в своей речи основные определения и термины, изученные в курсе.	Да – 10 баллов. Частично – 1–9 баллов. Нет – 0 баллов.
3. Демонстрация знания современного состояния науки и путей ее развития.	Студент демонстрирует знание современного состояния вопросов и проблем в биотехнологии, приводит примеры и рассуждает на тему возможных последствий достижений или путей дальнейшего развития.	Да – 10 баллов. Частично – 1–9 баллов. Нет – 0 баллов.
4. Владение практическими методами.	Студент связывает теоретические знания с практическими во время ответа, подкрепляет ответ знаниями и умениями, полученные во время лабораторных занятий.	Да – 10 баллов. Частично – 1–9 баллов. Нет – 0 баллов.

Оценку «зачтено» получают студенты, успешно сдавшие все задания текущей аттестации и набравшие 60–100 баллов при ответе на вопросы билета, студенты, получившие менее 60 баллов, получают «не зачтено».

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест

1. Какое из перечисленных соединений относится к идиолитам? (ИОПК-2.1)
 - а) Альфа-токсин
 - б) Лизин
 - в) ДНК-полимераза
 - г) Протеаза
 ответ: а
2. Какое из перечисленных соединений относится не кодируется на плаزمиде бактерий? (ИОПК-2.1)

- а) Альфа-токсин
 - б) Дельта-токсин
 - в) ДНК-полимераза
 - г) Формальдегиддегидрогеназа
- ответ: в

3. В каком типе культивирования присутствует стадия «маточная культура»? (ИОПК-2.2)
- а) Глубинное непрерывное
 - б) Микроклональное размножение на плотных средах
 - в) Нарботка на живом хозяине
 - г) Культивирование вируса на клеточном пласте
- ответ: а

4. Какой способ наработки биомассы конидий микромицетов будет предпочтительнее? (ИОПК-2.2)
- а) Глубинное непрерывное
 - б) Глубинное непрерывное
 - в) Нарботка на живом хозяине
 - г) Поверхностное на плотных или сыпучих средах
- ответ: г

5. В качестве фактора роста в составе питательных сред можно использовать (ИОПК-2.3)
- а) Глицерин
 - б) Маннит
 - в) Нитрат калия
 - г) Солодовый экстракт
- ответ: г

6. В качестве источника азота в составе питательных сред можно использовать (ИОПК-2.3)
- а) Глицерин
 - б) Аденин
 - в) Пептон
 - г) Глюкозу
- ответ: в

7. Источниками генов для создания растений, устойчивых к насекомым-вредителям являются (ИОПК-5.1)
- а) Reoviridae
 - б) *Bacillus thuringiensis*
 - в) *Beauveria bassiana*
 - г) Steinernematidae
- ответ: б

8. Источниками получения антибиотиков медицинского назначения не являются (ИОПК-5.1)
- а) растительные клетки
 - б) бактерии
 - в) микромицеты
 - г) животные ткани
- ответ: а

9. Для создания новых сортов ГМ-растений методами плазмидной трансформации не используют каллусные клетки (ИПК-1.1)

а) фасоли

б) томата

в) хлопчатника

г) пшеницы

ответ: г

10. Первый ГМ-организм с полностью искусственным геномом был использован для (ИПК-1.1)

а) биоремедиации

б) медицины

в) растениеводства

г) получения ферментов

ответ: а

Информация о разработчиках

Минаева Оксана Модестовна, канд. биол. наук, доцент, кафедра сельскохозяйственной биологии БИ ТГУ, доцент.