

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 12.09.2025 09:53:46
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb28f3b6cb77a486b9a8788b8322525



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Генно-модифицированные продукты. Проблемы и
решения» по направлению подготовки 06.04.01 «Биология» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 1

**Фонд оценочных средств
промежуточной аттестации
по дисциплине**

Генно-модифицированные продукты. Проблемы и решения

Направление подготовки (специальность)
06.04.01 Биология

Направленность (профили)
Медико-биологические науки, Микробиология и вирусология

Присваиваемая квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора: 2025

Челябинск, 2025

1.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: **06.04.01 Биология**

Направленность (профили): Медико-биологические науки, Микробиология и вирусология,

Дисциплина: **Генно-модифицированные продукты. Проблемы и решения**

Семестры изучения: 3

Форма промежуточной аттестации: зачет

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Генно-модифицированные продукты. Проблемы и решения» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Коды и содержание индикаторов	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2		4
ПК-1	Способен использовать знание нормативных документов, регламентирующих организацию проведения научно-исследовательских работ для руководства рабочим коллективом и обеспечения мер производственной безопасности	ПК-1.3 Планирует организацию и проведение научных исследований по актуальным биомедицинским проблемам	Знать: Для достижения ПК-1.3 знать: фундаментальные основы биологии и специальных дисциплин; Уметь: Для достижения ПК-1.3 уметь: составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты, составлять отчёты по лабораторным работам; Владеть: Для достижения ПК-1.3 владеть: теоретическими основами молекулярно-генетических методов в выбранной области биологии;
ПК-2	Способен применять методы культивирования, идентификации, геномики и протеомики микроорганизмов и использовать их в решении проблем в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры	ПК-2.1 Применяет методы бактериологического, молекулярно-генетического, биотехнологического исследования;	Знать: Для достижения ПК-2.1 знать: технологию получения модифицированных организмов, области практического использования модифицированных организмов, критерии, показатели и методы оценки ГМО, правовое регулирование генно-инженерной деятельности Уметь: Для достижения ПК-2.1 уметь: применять научные знания в области генетической инженерии и биобезопасности ГМО в учебной и профессиональной деятельности Владеть: Для достижения ПК-2.1 владеть: нормативной базой области использования ГМО; навыками планирования мероприятий по оценке влияния ГМО на природные биоценозы, методиками определения ГМО в пищевых продуктах

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№п/п	Код компетенции/планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации № задания
1	ПК-1 Знать: Для достижения ПК-1.3 знать: фундаментальные основы биологии и специальных дисциплин; Уметь: Для достижения ПК-1.3 уметь: составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты, составлять отчёты по лабораторным работам; Владеть: Для достижения ПК-1.3 владеть: теоретическими основами молекулярно-генетических методов в выбранной области биологии;	1. Введение. 2. Область использования ГМО и перспективы развития ГМО-технологий. 3. Понятие генно-модифицированные организмы (ГМО) и продукты. Этапы получения ГМО. 4. Проблемы развития ГМО-технологий: риски, связанные с использованием ГМО. 5. Экономические риски ГМО. 6. Методы определения ГМО.	доклад устный фронтальный опрос контрольная работа	Вопросы № 1-25

2	ПК-2 Знать: Для достижения ПК-2.1 знать: технологию получения модифицированных организмов, области практического использования модифицированных организмов, критерии, показатели и методы оценки ГМО, правовое регулирование генно-инженерной деятельности Уметь: Для достижения ПК-2.1 уметь: применять научные знания в области генетической инженерии и биобезопасности ГМО в учебной и профессиональной деятельности Владеть: Для достижения ПК-2.1 владеть: нормативной базой области использования ГМО; навыками планирования мероприятий по оценке влияния ГМО на природные биоценозы, методиками определения ГМО в пищевых продуктах	1. Введение. 2. Область использования ГМО и перспективы развития ГМО-технологий. 3. Понятие генномодифицированные организмы (ГМО) и продукты. Этапы получения ГМО. 4. Проблемы развития ГМО-технологий: риски, связанные с использованием ГМО. 5. Экономические риски ГМО. 6. Методы определения ГМО.	доклад устный фронтальный опрос контрольная работа	Вопросы №1-25
---	--	---	---	--------------------------

Примечание: типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

3.2 Содержание оценочных средств

Оценочные средства промежуточной аттестации по дисциплине «Генно-модифицированные продукты. Проблемы и решения» представлены перечнем вопросов для зачёта.

3.2.1 Вопросы для зачёта

1. История развития ГМО-технологий

План ответа:

Понятие ГМО. Достижения НТР – биотехнология и генная инженерия, история развития. Персоналии.

2. Ферменты генетической инженерии. Механизм действия.

План ответа: классификация ферментов. Ферменты, с помощью которых получают фрагменты ДНК (рестриктазы), механизм действия. Ферменты, синтезирующие ДНК на матрице ДНК (полимеразы) или РНК (обратные транскриптазы), механизм действия. Ферменты, соединяющие фрагменты ДНК (лигазы), механизм действия. Ферменты, позволяющие осуществлять изменение структуры концов фрагментов ДНК, механизм действия.

3. Этапы генной инженерии. Клонирование

План ответа:

Этапы получения ГМО: поиск целевого гена, извлечение ДНК, рестрикция, лигирование с вектором, введение конструкции в клетку-хозяина, клонирование клеток, идентификация и отбор генно-модифицированных клеток.

4. Генетическая инженерия растений. Трансформация растений с помощью агробактерий. Векторы на основе Ti- и Ri- плазмид.

План ответа:

Генетическая трансформация растений с помощью методов генетической инженерии может быть осуществлена *векторным способом* (с использованием агробактерий и вирусов) и путем *прямого переноса генов*.

Наиболее изученным примером работы плазмидных векторов служит введение чужеродных генов в геном растений с помощью Ti- и Ri-плазмид почвенных бактерий рода *Agrobacterium*. С помощью этих плазмид бактерии могут интегрировать свой генетический материал в клетки двудольных растений.

Ti-плазида (от англ. tumor inducing — индуцирующая опухоль) обнаружена в клетках некоторых штаммов *Agrobacterium tumefaciens*. Выделенная в чистой культуре, эта бактерия может приводить к образованию опухолей у двудольных растений, что, по существу, может рассматриваться как *природная генно-инженерная система*.

Ri-плазида (от англ. root inducing — индуцирующая корни) присутствует в штаммах *Agrobacterium rhizogenes*.

В 1970-х гг. Дж. Шелл с сотрудниками выявил, что причиной опухолеобразования являются Ti-плазмиды, обнаруженные в клетках некоторых штаммов *A. tumefaciens*. Ti-плазида проникает из клетки бактерии в растение, и часть ее, называемая Т-ДНК (от англ. transferred DNA — переносимая), ковалентно встраивается в хромосомы инфицируемого растения. В природе этот фрагмент переносит гены, которые

способствуют размножению агробактерий и дают им возможность паразитировать на пораженном растении.

Гены, входящие в состав Т-ДНК, функционируют лишь после их переноса в растительную клетку. Будучи интегрированной с хромосомой, Т-ДНК индуцирует вместе заражения образование опухоли (корончатых галлов, напоминающих раковые клетки животных), гиперпродукцию фитогормонов — цитокининов и ауксина, а также синтез ряда производных аминокислот, опинов — веществ, которых нет в здоровых клетках ни у одного растения.

Опухоль возникает вследствие нарушения баланса фитогормонов, т. е. как результат функционирования онкогенов, продуктами которых являются ауксины и цитокинины. Опины, выделяемые клетками опухоли, бактерия использует в качестве источников углерода и азота для своего роста и размножения. Сама бактерия в клетку не проникает, а остается в межклеточном пространстве и использует клетку со встроенной Т-ДНК как «фабрику», продуцирующую опины. Такие отношения *A. tumefaciens* и растения Дж.Шелл назвал **генетической колонизацией**, которая представляет собой эксперимент по генетической инженерии, поставленный самой природой.

5. Методы переноса генов в растения. Улучшения качества и повышение продуктивности растений методами генной инженерии (трансгенные растения, устойчивые к стрессу, насекомым, инфекциям, гербицидам и т.д.)

План ответа: Генетическая трансформация растений с помощью векторного способа (с использованием агробактерий и вирусов) и путем прямого переноса генов. Ti и Ri-плазмидам *Agrobacterium tumefaciens*. Структура нопалиновой и октопиновой агробактериальных плазмид, устройство области Т-ДНК, характеристика агробактериальные онкогены, область вирулентности, гены конъюгативного переноса, область репликации. Примеры трансгенных растений, устойчивых к стрессу, насекомым, инфекциям, гербицидам. Изменение качества плодов. Решение проблемы усвоения азота.

6. Культивирование изолированных клеток и тканей растений. Питательные среды и условия культивирования. Клональное размножение растений.

План ответа: Культура каллусных клеток. Культура опухолевых клеток. Дедифференцировка и каллусогенез. Техника получения каллусной ткани. Среда Мурасиге и Скуга. Среда Гамборга и Эвелега. Среда Уайта. Среда Као и Михайлюка. Требования к физико-химическим условиям (рН среды, температура, свет, фотопериод, состав газов, действие электрического тока). Клональное микроразмножение растений: понятие, преимущества, этапы, области применения.

7. Биотехнология в животноводстве. Трансгенные животные.

План ответа:

Способы генной модификации животных: 1. Метод микроинъекции в пронуклеус зиготы. 2. Метод использования липосом и ретровирусов в качестве векторов. 3. Метод прокалывания и высокоскоростной механической инфекции. 4. Метод использования сперматозоидов (самопроизвольное поглощение экзогенной ДНК, введение ДНК в сперматозоиды, введение в семенные каналцы взрослых животных). 5. Метод использования трансформированных эмбриональных стволовых клеток. Стадии получения трансгенных животных. Трансгенные животные в животноводстве, перспективы использования.

8. Биотехнология микробиологических систем, перспективы развития.

План ответа:

Генно-инженерное конструирование микроорганизмов. Коллекции микроорганизмов. Перспективы развития биотехнологии микробиологических систем.

9. Биотехнология получения первичных метаболитов. Получение аминокислот, витаминов, органических кислот.

План ответа:

Аминокислоты, принципы получения. Микроорганизмы — продуценты аминокислот. Применение витаминов. Способы получения витамина В₁₂, В₂, А, D₂. Получение уксусной кислоты, лимонной кислоты.

10. Синтез биологически активных соединений в культуре клеток растений и каллусных тканей растений.

План ответа:

Растения с высокой биологической активностью. Промышленное производство БАС: получение высокопродуктивных продуцентов, разработка оптимальных условий культивирования продуцента БАС с максимальным биосинтезом целевого продукта, разработка и внедрение в практику соответствующих методов и условий выделения и очистки БАС, создание готовых препаратов и контроль качества.

11. Создание новых высокопродуктивных штаммов методами генной инженерии. Микробиологическое и химико-энзиматическое получение органических кислот, витаминов и др.

План ответа: Высокоэффективные вакцинные штаммы микроорганизмов со стабильно сниженной вирулентностью. Высокопродуктивные промышленные штаммы микроорганизмов — продуценты антибиотиков, ферментов, витаминов и других биологически активных веществ. Высокопродуктивный штамм *Escherichia coli* по синтезу треонина. Микробиологическое и химико-энзиматическое получение органических кислот, витаминов.

12. Биотехнология получения вторичных метаболитов. Производство антибиотиков, вакцин, стероидов, полисахаридов и др.

План ответа: Особенности производства антибиотиков. Производство пенициллина. Особенности получения вакцин — продуктов метаболизма патогенных бактерий. Особенности производства стероидов. Особенности производства полисахаридов.

13. Генная терапия. Использование достижений генетической инженерии в медицине.

План ответа: Применение генной инженерии в терапии с целью получения рекомбинантных препаратов, таких как инсулин, соматотропин, интерферон и вакцин, которые дорого и затруднительно получить "естественным" путем. Гибридная технология получения моноклональных антител. Получение необходимых антигенов путем выращивания рекомбинантных штаммов *E. coli* или дрожжей для создания диагностических тест-систем.

14. Биотехнологические процессы в пищевой промышленности. Получение молочнокислых продуктов, пищевых кислот, алкогольных напитков и др.

План ответа:

Микроорганизмы, используемые в пищевой промышленности: Бактерии; Актиномицеты; Дрожжи; Плесени. Виды заквасок для приготовления кисломолочных продуктов. Функциональная роль бактерий, используемых при переработке молока. Сырье для получения пищевых кислот, алкогольных напитков. Основные штаммы дрожжей для производства спирта, вина, пива и др. Продуценты кислот.

15. Аграрные риски использования ГМО

План ответа:

Появление резистентных к антибиотикам, гербицидам, Bt-энмотоксину форм организмов (суперсорняков, суперпаразитов, суперпатогенов). Медицинские риски. Создание ГМ-микроорганизмов, продуцентов БАВ, антибиотиков, ферментов, аминок-

кислот для медицинских, косметических и тех-нических целей и биобезопасность. Неконтролируемое распространение вакцин в продуктах растительного происхождения.

16. Экологические риски при создании и использовании ГМО.

План ответа: Неконтролируемое распространение потенциально опасных ГМО. Возникновение мутантных организмов с непредсказуемыми свойствами. Неэффективность трансгенной устойчивости ГМ-растений. Поражение нецелевых растений, насекомых и других животных, бактерий продуктами экспрессии трансгена, избытком пестицидов. Утрата и уменьшение разнообразия генофонда диких растений, животных и микроорганизмов. Сукцессия биоты

17. ГМО и здоровье человека

План ответа: Понятие риск. Факторы риска. Научная неопределенность и риски. Трансгенные технологии – преодоление природных генетических барьеров. Несовершенство технологий получения ГМО и недостаточность фундаментальных знаний. Непредсказуемость встраивания

ГМ-ДНК. Нарушение стабильности генома. Плейотропный эффект трансгена.

«Технологический мусор». Нестабильность трансгена. Сайленсинг (замолкание)

трансгена. Непредвиденные свойства ГМ-белков. Изменение метаболизма ГМО.

Пищевые и медицинские риски использования ГМО.

18. Экономические риски при создании и использовании ГМО.

План ответа:

Риски отсроченного изменения свойств. Патент на ГМ-культуры. Незаконное выращивание ГМ-культур и судебные процессы. Эффективность ГМ-культур, заявленная производителем и реальные показатели. Разорение фермерских хозяйств.

19. Масштабы использования ГМО в мире. Зоны, свободные от ГМО

План ответа:

Темпы роста использования ГМО в мире. Причины формирования и принципы существования зон, свободных от ГМО. Страны, полностью свободные от ГМО.

20. ГМО и генетическое оружие.

План ответа: Биотерроризм - ГМО как генетическое оружие. Расовая, возрастная, половая, генная избирательность действия на человека.

21. Контроль за использованием и распространением ГМО.

План ответа:

Идентификация ГМИ в пищевых продуктах.

Стандарты. Методы исследования. Порядок государственной регистрации пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников. Методики медико-гигиенической, медико - биологической оценки и клинических испытаний новых видов пищевой продукции.

22. Правовое регулирование создания и использования ГМО.

План ответа:

Международная и государственная безопасность. Конвенция о биологическом биоразнообразии и Картахенский протокол по биобезопасности. Государственное регулирование в области генной инженерии и биобезопасности. Законодательные акты, национальные программы по вопросам регуляции и контроля. Основные направления развития, реализации и совершенствования нормативно-правовой базы в области генно-инженерной деятельности, регулирования и контроля за безопасностью контроля и использования ГМИ. Законодательство РФ о биобезопасности использования ГМО.

23. Методы идентификации ГМИ в пищевых продуктах.

План ответа: Тесты на ДНК. Полимеразная цепная реакция, секвенирование. Иммуноферментный анализ. Микрочипы. Стандарты ИСО

21568, 21571, 21569. ГОСТ Р 52174-2003 «Биологическая безопасность.

Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации ГМИ растительного происхождения с использованием биологического микрочипа.

24. Стандарты для использования ГМО

План ответа: Федеральный закон от 3 июля 2016 г. N 358-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности". 12 декабря 2007 г. поправки к Федеральному закону «О защите прав потребителей» об обязательной маркировке продуктов питания, содержащих генетически модифицированные организмы, в соответствии с которыми потребитель имеет право получить необходимую и достоверную информацию о составе продуктов питания.

25. Перспективы ГМО технологий.

План ответа:

использование ГМО для создания «зеленых» вакцин, лечения инфекционных и генетических заболеваний, применение ГМО в селекции, переработке отходов, биомелиорации и биоремедиации. Использование ГМО в качестве моделей для фундаментальных биологических исследований

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Зачет проводится на последнем занятии по вопросам, представленным в данном фонде оценочных средств. Каждый студент готовит письменно развернутый ответ на два вопроса. Время на подготовку – 40 минут.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

4.2.1. Критерии оценивания вопроса зачёта

Зачтено: студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, решает задачи, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер, но содержание ответа имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора.

Не зачтено: студент имеет разрозненные, бессистемные знания; не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий,

формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Критерием успешности освоения учебного материала **по окончании учебного семестра** (промежуточная аттестация) является экспертная оценка преподавателя, учитывающая текущую успеваемость студента в течение семестра. Экспертная оценка преподавателя может основываться на регулярности посещения обязательных учебных занятий, успешности выполнения установленных на данный семестр объемов рабочей программы, успешности сдачи заданий- текущего контроля.

Зачтено: студент глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, решает задачи, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер, но содержание ответа имеет отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов экзаменатора.

Не зачтено: студент имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

Уровни сформированности компетенций:

«1 уровень» - ознакомление (иметь общее представление, узнавать);

«2 уровень» - понимание учебного материала, излагаемого в учебнике, методической разработке или преподавателем;

«3 уровень» - умение логично, последовательно, достаточно полно и точно излагать изученный материал;

«4 уровень» - творчески использовать полученные знания (в частности, для написания курсовой работы, диплома, научно-исследовательской самостоятельной работы).

Для удовлетворительной (положительной) оценки знаний требуется минимум 3-й уровень усвоения учебного материала.

**06.04.01 Биология, ОПОП Медико-биологические науки,
Микробиология и вирусология, ФОС РПД Генно-модифицированные
продукты. Проблемы и решения, год набора 2025, форма обучения
очная**

Проректор по учебной работе утверждено 24.02.2025 А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 6 от 21.02.2025

Председатель Ученого совета

биологического факультета согласовано Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии

Протокол заседания № 6 от 21.02.2025

Заведующий кафедрой согласовано А. Л. Бурмистрова

Автор (составитель) Д.С. Сташкевич

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ
ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**