



ФЛОРИСТ

СУДЬБА ПРИРОДЫ – ТВОЯ СУДЬБА



№ 9 (125) – март 2026 г.
Основана в марте 2014 года. Выходит один раз в месяц

Использование трансгенных животных в биотехнологии

Аннотация. Развитие методов генной инженерии, в частности, технологии редактирования генома CRISPR-Cas9, предоставило в распоряжение науки инструменты для целенаправленной модификации геномов высших организмов. Трансгенные животные, несущие в своем



геноме стабильно экспрессируемые гены иных биологических видов, перестали быть исключительно объектом фундаментальных исследований, превратившись в ключевой элемент прикладной биотехнологии. В данной работе представлен многоаспектный анализ применения данных

организмов в медицине, сельском хозяйстве и промышленности, а также рассмотрены сопутствующие этические, экологические и регуляторные вызовы.

Методологический фундамент: от микроинъекций к прецизионному редактированию

Создание трансгенных организмов эволюционировало от методик случайной интеграции чужеродной ДНК посредством микроинъекций в пронуклеус зиготы к современным технологиям сайт-специфического модифицирования генома.

- CRISPR-Cas9 система: Данная технология представляет собой молекулярный комплекс, обеспечивающий высокоточное внесение двунитевых разрывов в заданные локусы ДНК. В процессе последующей репарации клетка использует предоставленную исследователем матрицу (donor DNA), что позволяет осуществлять либо нокаут (инактивацию) целевых генов, либо кинок (вставку) новых нуклеотидных последовательностей.

- Эпигенетические барьеры и безопасность: несмотря на высокую эффективность, ключевой проблемой остается контроль над уровнем и стабильностью экспрессии трансгена, на который влияют хроматиновое окружение и другие эпигенетические факторы. Современные исследования сфокусированы на использовании сайт-специфических рекомбиназ (Cre, Flp) и разработке инсуляторов, обеспечивающих предсказуемую и независимую от локуса интеграции экспрессию.

Прикладные аспекты: от «живых биореакторов» до моделей патогенеза

Фармацевтическое производство («Биофарминг»)

Наиболее коммерчески успешным направлением является использование трансгенных животных в качестве продуцентов терапевтических белков. Лактирующая молочная железа млекопитающих представляет собой

идеальную биофабрику, обеспечивающую сложный посттрансляционный модифицинг белков, недостижимый в прокариотических системах.



- *Пример:* Линия трансгенных коз, продуцирующая в молоке рекомбинантный человеческий антитромбин III (АТ-III), одобренный для клинического применения (торговое название Atryn). Это демонстрирует рентабельность и масштабируемость подхода.



Ксенотрансплантология

Проблема тотального дефицита донорских органов стимулировала разработку свиней как источника ксеногенных трансплантатов. Основной барьер - гиперострое

отторжение, опосредованное взаимодействием антител реципиента с галактозил- α -1,3-галактозным эпитопом (α -gal), экспрессируемым на клетках свиней.

- *Решение:* Методы генного инжиниринга позволили создать свиней с двойным нокаутом (GGTA1 и CMAH), что минимизирует иммуногенность органов. Дополнительная трансгенная экспрессия человеческих регуляторных белков (например, CD46, TFPI)

подавляет комплемент-опосредованный цитолиз и коагулопатию. Успешные эксперименты по трансплантации почек и сердца таким реципиентам знаменуют переход от теоретической возможности к клинической реализации.

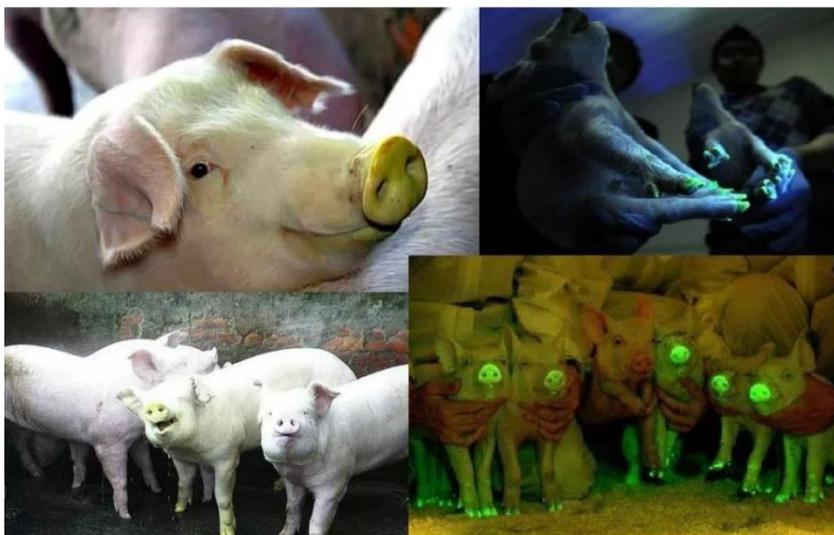
Моделирование патологий человека in vivo

Трансгенные животные, в особенности грызуны с целенаправленно измененными генами-мишенями, являются незаменимым инструментом в биомедицине. Они позволяют:

- Изучать функциональные последствия специфических мутаций in vivo.
- Исследовать полигенные и мультифакториальные заболевания (атеросклероз, нейродегенеративные расстройства, онкопатологии).
- Проводить доклинический скрининг и валидацию новых терапевтических стратегий.

Проблемное поле: междисциплинарный анализ рисков

Биоэтическая дилемма
Модификация генома животных порождает серьезные этические вопросы, касающиеся пределов вмешательства человека в живую природу (принцип «sapiens dominabitur»).
Ключевые аспекты:



- Благополучие животных: Риск возникновения непреднамеренных фенотипических проявлений (плейотропных эффектов), снижающих качество жизни организма.
- Моральный статус: Дискуссия о допустимости присвоения животным функций «биотехнологических платформ».

Экологическая безопасность

Потенциальное проникновение трансгенных организмов в естественные экосистемы представляет собой значительный риск. Горизонтальный перенос генов или скрещивание с дикими популяциями может привести к:

- Нарушению биологического разнообразия.

- Непредсказуемым изменениям в трофических цепях.
- Закреплению искусственных генетических конструкций в генофонде вида.



Регуляторные и экономические вызовы

Глобальная нормативно-правовая база остается крайне гетерогенной. Если в США доминирует принцип «science-based regulation» (анализ конечного продукта), то в ЕС действует более строгий «precautionary principle». Это создает барьеры для международной коммерциализации и удорожает вывод продуктов на рынок, концентрируя технологии в руках крупных корпораций.

Заключение и перспективы

Трансгенные животные представляют собой мощный инструмент, способный решить ряд критически важных задач современности - от обеспечения лекарственной безопасности до преодоления продовольственного кризиса. Однако их использование сопряжено с комплексом междисциплинарных проблем, требующих сбалансированного подхода.

Дальнейшее развитие области лежит в плоскости повышения точности и предсказуемости генетических модификаций, углубленного изучения эпигенетики, а также формирования открытого международного диалога для выработки консенсусных этических и правовых норм. Устойчивое и ответственное использование этого потенциала будет определять облик биотехнологии в XXI веке.

<p>Авторы напечатанных материалов по полной программе отвечают за подбор и точность приведенных фактов. Точка зрения авторов – на их совести и не всегда совпадает с мнением редакции.</p>	<p>Учредитель: студенческий актив кафедры биологии при поддержке деканата биологического факультета.</p>	<p>Редколлегия: Адашкевич А., Марченко Д.</p>	<p>Наш адрес: 246019, г. Гомель, ул. Советская, 108, к. 3-25</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------