



(наличие нужных и отсутствие незапланированных изменений в геноме) можно оценить только после рождения детенышей. Кроме того, из-за проведения масштабных экспериментов этот метод очень затратный.

Внимание сотрудников нашего центра привлекла другая технология - пересадка ядер соматических (неполовых) клеток коров (соматическое клонирование). Если совсем просто - получение животных-клонов. Делается это так. Из яйцеклеток коров извлекают собственный генетический материал (рис. 1) и заменяют на генетический материал соматической клетки (рис. 2). Полученные реконструированные ооциты (рис. 3) культивируют шесть-семь дней и развившиеся из них клонированные эмбрионы (рис. 4) пересаживают коровам-реципиентам. Это позволяет создавать линии животных, обладающих многочисленными ценными качествами. Однако, подчеркну, мы не только придаем животным новые свойства, но и стараемся не потерять уже существующие, например, обеспечивающие высокий уровень надоев молока, мясную продуктивность. С помощью геномного анализа еще на уровне культуры клеток наши сотрудники могут оценить генетические достоинства будущего потомства. Такое мастерство позволяет отбирать для редактирования клеточные линии с высоким генетическим

почку прорывной технологии, работаем над повышением ее эффективности, однако со временем встанет вопрос о применении ее на практике. Уверены, что она будет востребована животноводческими предприятиями.

- Насколько она затратная? Трудно ли будет обычным хозяйствам ее освоить?

- Вся технологически сложную работу, как я уже говорила, будут вести лаборатории, что позволит избежать дорогостоящих экспериментов на животных. Трудность - в необходимости объединения на одной площадке высококвалифицированных ученых разного профиля: молекулярных генетиков, эмбриологов, клеточных инженеров, биотехнологов. Сельскохозяйственным предприятиям нужно лишь позаботиться о животных-реципиентах, которым будут пересажены клонированные эмбрионы.

- Извините, а воспроизведение высококачественного потомства естественным путем в наш век уже не оправдывает себя?

- У нас есть замечательный метод искусственного осеменения, но сегодня стоит задача наделять животных полезными признаками, и альтернативе геномному редактированию нет. Метод позволяет точно изменять последовательность ДНК. Например, мы поставили задачу снизить аллергенные свойства

Сегодня в мире лишь немногие лаборатории освоили прогрессивную технологию соматического клонирования.

Фондоотдача

Юрий ДРИЗЕ

Цветочек подрастает

Российские ученые осваивают мировой опыт клеточной инженерии



Наталья ЗИНОВЬЕВА, академик РАН, директор Федерального научного центра животноводства им. академика Л.К.Эрнста

► Эта симпатичная телочка попала в кадр, конечно, не случайно. Она появилась на свет благодаря современным методам клеточной инженерии. Впервые в стране технологию мирового уровня освоил Федеральный научный центр животноводства им. академика Л.К.Эрнста при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. О достижениях отечественных ученых «Поиску» рассказала директор центра академик РАН Наталья ЗИНОВЬЕВА.

- Для начала немного истории. Исследования в области биотех-

нологии сельскохозяйственных животных в нашей стране начались еще в середине 80-х годов прошлого века. Тогда мир стал использовать метод трансплантации эмбрионов коров. У нас его активно продвигал академик Лев Эрнст, в то время - вице-президент ВАСХНИЛ (Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук), - отметила Н.Зиновьева. - Он заложил фундамент развития современных биотехнологий в животноводстве России, организовал научную школу, работающую сегодня в центре, носящем его имя.

Сегодня наши исследования - часть Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий в РФ на 2019-2027 годы. Одна из ее задач в области сельского хозяйства - создать с помощью технологии геномного редактирования линии животных с улучшенными характеристиками и устойчивостью к заболеваниям.

Существуют две стратегии внесения изменений в геном животных. Первая предусматривает введение раствора генных конструкций в цитоплазму оплодотворенных яйцеклеток (микроинъекции), после чего их культивируют и пересаживают животным-реципиентам. Вроде бы все просто, но возникают проблемы: потомство с отредактированным геномом получается не всегда. К тому же точность генетического редактирования

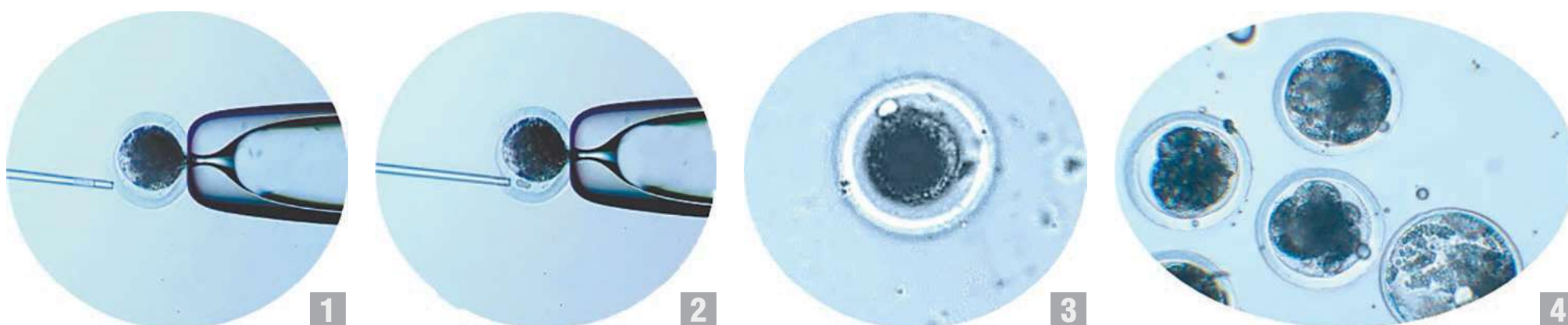
потенциалом и тем самым заранее быть уверенными в отличных характеристиках родившихся животных.

Сегодня в мире лишь немногие лаборатории освоили прогрессивную технологию соматического клонирования. (Кстати, отмечу, что за рубежом провели масштабные исследования и они показали: мясо и молоко клонированных животных совершенно безопасно.) Мы решили, что обладаем необходимым опытом и наработками, чтобы достичь передового уровня. Это подтверждает наша недавно родившаяся телочка, обладающая теми же соматическими клетками, которые мы использовали в эксперименте. Тем самым мы доказали способность российских ученых выращивать коров методами геномного редактирования.

Важное достоинство нашей технологии - возможность проводить все работы по геномному редактированию в культуре, отбирая для дальнейшего использования клетки, обладающие нужными нам модификациями, и исключить те, в которых произошли незапланированные изменения. Пока мы ведем исследования на экспериментальном уровне, воспроизводим всю це-

коровьего молока. Замечу, что от аллергии на него страдает множество детей. Установлены белки, которые ее вызывают. И вместе с нашими партнерами, биологами Московского государственного университета во главе с академиком Ольгой Донцовой, удалось создать линию соматических клеток с отключенным геном, ответственным за синтез одного из основных аллергенов в молоке животных. При клонировании это позволит получать коров, дающих низкоаллергенное молоко, и если не полностью исключить опасность для аллергиков, то значительно ее минимизировать. С помощью геномного редактирования можно повысить у животных устойчивость к заболеваниям. Правда, многого мы еще не знаем, например, какие гены ответственны за невосприимчивость к тем или иным болезням, каким образом их нужно модифицировать. Исследования в этом направлении в мире ведутся очень активно, и ответы будут, безусловно, найдены.

Есть еще и такой положительный момент. Сегодня мы завозим из-за рубежа племенной скот, селекционный материал, но сохранится ли такая возможность



завтра? Что если из-за карантина или по каким-то иным причинам закроют границы? Так что я убеждена: освоение передовой технологии мирового уровня обеспечивает нам импортонезависимость.

Велика роль Российского фонда фундаментальных исследований в успехе наших исследований и экспериментов. В

рамках реализации Программы развития генетических технологий в РФ в 2018 году Фонд провел междисциплинарный конкурс по теме «Фундаментальные основы процессов редактирования геномов для сельского хозяйства, биотехнологии и медицины». Из 92 поданных заявок 24 получили поддержку РФФИ, в том числе и наша, совместная с МГУ, на со-

вершенствование технологии редактирования генома домашней коровы с использованием CRISPR/Cas9 и соматического клонирования. Цель проекта - получение эмбрионов коров с измененными генетическими свойствами. Итог первого года реализации гранта - успешное соматическое клонирование, получение линии клеток-доноров с

измененным геномом с помощью генетического редактирования.

- А как здоровье телочки?

- Ее, как и биологическую мать, зовут Цветочек. Она родилась 10 апреля. Правда, с родами возникли сложности: клонированные животные, как правило, очень крупные. Если обычные телята весят 25-45 кг, то клонированные - намного больше. Вес Цветочки

оказался 63 кг. Но мы подготовились: установили круглосуточное дежурство, и когда в пять часов утра начались роды, все специалисты были на местах. С большим трудом четверо крепких мужчин помогли телочке появиться на свет. Она здорова, выпивает за день больше 10 литров молока. Не беспокоимся мы и за мать. Так что все идет нормально. ■



пляры были напечатаны без изменений с помощью аддитивных технологий и переданы сотрудникам СибГМУ. Их тестирование выявило ряд серьезных недостатков, устранением которых и занялись политехники.

- Во-первых, доступные схемы защитных очков предназначены для печати жестким, негнущимся пластиком. Это неудобно для продолжительной носки. Во-вторых, нужны разные размеры. В-третьих, были проблемы с прилеганием очков к лицу. Все эти нюансы мы постарались учесть после полученных замечаний. Мы изменили конструкцию, отработали технологию печати из

будет дорабатываться и дальше. Обратная связь, объективная критика дают нам ценную информацию для улучшения изделий, - считает участник проекта, профессор Исследовательской школы химических и биомедицинских технологий Константин Бразовский.

Наименьшим изменениям подверглись защитные маски, так как политехники изначально использовали дизайн, рекомендованный для применения в медучреждениях. Однако разработчики расширили размерный ряд, добились уменьшения количества дефектов на поверхности, адаптировали схемы под

Технические решения политехников существенно удешевили изделия.

Опыты

Очки - к лицу

Томские политехники усовершенствовали индивидуальные средства защиты медиков

Пресс-служба Томского политехнического университета

► Специалисты Томского политехнического университета улучшили конструкцию защитных очков и экранов, которые медики используют при работе с пациентами. Изменения были внесены после тестирования изделий в клиниках Сибирского государственного медицинского университета.

- В ситуации распространения коронавирусной инфекции многие научно-технические разработки переориентируются для использования в медицинских целях, - рассказал проректор СибГМУ по научной работе и последиplomной подготовке Евгений Куликов. - Одним из главных направлений стали индивидуальные средства защиты медицинского персонала. В клиниках СибГМУ значи-

тельно увеличилось количество дежурств по скорой помощи, вырос входящий поток пациентов, поэтому обеспечение безопасности стало приоритетной задачей. Политехники передали нам первую партию защитных экранов улучшенной конфигурации. Их тестирование будет проводиться сотрудниками приемного отделения.

Над проектом в ТПУ работает междисциплинарная команда, включающая представителей Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности, Исследовательской школы химических и биомедицинских технологий, Инженерной школы новых производственных технологий: это инженеры-конструкторы, специалисты по новым материалам, 3D-печати.

Политехники использовали готовые схемы индивидуальных средств защиты: первые экзем-

пляр мягкого пластика, сделали два типа размеров, сейчас готовим третий. Так что полученный дизайн защитных очков уникален, - говорит один из разработчиков, и. о. руководителя отделения электронной инженерии Павел Баранов.

Кроме того, в ТПУ усовершенствовали конструкцию защитных экранов из ПЭТ-пластика с ободками, напечатанными на 3D-принтере, и мягких защитных масок с НЕРА-фильтрами.

- Защитные экраны - это тоже наш оригинальный дизайн. Медики используют подобные средства защиты давно, знают их преимущества и недостатки. Некоторые нюансы невозможно учесть только в лаборатории. Например, врачи сказали нам, что круглая форма экрана вызывает искажения и блики, и мы постарались минимизировать эту проблему. Возможно, конструкция

использование отечественного пластика. Кроме того, технические решения политехников существенно удешевили изделия. Себестоимость одной маски, экрана, очков составляет порядка 260-300 рублей, а при масштабировании производства они могут быть еще дешевле.

- Мы изготовили несколько экземпляров защитных экранов, очков и масок из мягкого пластика. Но ТПУ - это не производственная компания, поставлять изделия в большом объеме мы не можем. Мы готовы разработать прототип, описать технологию, поделить конструкторскими решениями, вводными файлами, корректировками и передать все промышленному партнеру, имеющему подходящие производственные мощности, - подчеркивают разработчики. ■