



Ведущий: Антон Перушин

ЗА МЕСЯЦ ПРОЧИТАЛ:

Тим Скоренко «Изобретено в России»

Новая книга писателя и журналиста Тима Скоренко посвящена проблеме первенства изобретений. Автор показывает, что некоторые приоритеты, традиционно приписываемые нашим соотечественникам, надуманны, но при этом у нас хватает подлинных открытий, которые были по каким-то причинам забыты.

МАШИНА ВРЕМЕНИ

Сегодня невозможно установить, когда точно открыли основные принципы селекции домашних животных, способствующие улучшению их физических качеств. Методология подробно описана в Ветхом Завете, но ясно, что появилась она намного раньше. В то же время хорошо известно, что до селекции людей первыми додумались спартанцы. По легенде, если у родившегося ребёнка были явные отклонения от условной «нормы», жители Спарты сбрасывали его в пропасть. Сегодня легенду оспаривают историки, считая её мифом. Тем не менее некоторые античные мыслители, включая Платона, всерьёз утверждали, что путь к идеальному государству лежит через отказ от воспитания «неполноценных» детей и поощрение временных сексуальных связей между «лучшими» представителями общества с целью получения совершенного потомства.

Научно обосновать идею совершенствования человечества селекцией впервые попытались в XIX веке. Основателем евгеники (от древнегреческого слова «благородный») стал английский психолог Фрэнсис Гальтон, который в 1883 году сформулировал принципы улучшения наследственности. В те времена считалось, что умственные способности, одарённость и крепкое здоровье зависят исключительно от генов, а значит, если спланировать семью с учётом родословной молодой пары, в следующем поколении можно получить «качественных» детей.

Евгеники XXI века

В XX веке евгеника очень быстро набрала популярность в Европе и США, причём ею увлекались не только учёные, но и политики. В ряде американских штатов были приняты соответствующие государственные программы. При этом практическая евгеника почти сразу начала приобретать уродливые формы: чиновники занимались не столько планированием семьи (как предполагали авторы затеи), сколько стерилизацией граждан, признанных «вредными для общества»: бродяг, алкоголиков и «половых извращенцев». Самая жестокая программа действовала в Северной Каролине: там стерилизацию предписывали всем гражданам, чей IQ был ниже 70.

Наибольшего расцвета евгеника достигла в Третьем рейхе. Нацисты много внимания уделяли институтам планирования семьи и внесемейного воспитания детей, зачатых от «истинных арийцев» (программа Лебенсборн). При этом они активно продвигали программы по массовой стерилизации «неполноценных» народов и уничтожению части собственного нетрудоспособного населения (программа T-4). После краха

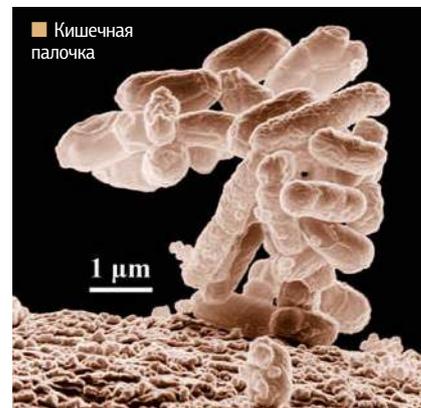
нацистской Германии евгеническая практика была признана преступной, и в цивилизованных странах от неё отказались.

Ныне евгеника признана лженаукой, поскольку, как показали исследования, передача «пороков» от поколения к поколению связана не с генами, а с социальным окружением. Что касается генетических заболеваний, то они могут незаметно передаваться даже в «благородных» семьях, проявляясь в самый неожиданный момент.

В то же время, отказавшись от евгеники, наука получила новые возможности по изменению наследственности. Начиная с 1970-х годов учёные добились немалых успехов в получении генетически модифицированных организмов (ГМО), за считанные годы сделав больше, чем селекционеры за тысячи лет. Наибольшее распространение новые технологии получили в сельском хозяйстве: модифицированные сорта сои, кукурузы, риса, хлопка, картофеля, свёклы успешно противостоят вредителям, дают более высокую урожайность и способны расти в неблагоприятных условиях.

С животными генные инженеры пока осторожничают — модификация мышей, кошек, обезьян происходит на уровне отдельных лабораторных экспериментов. Исключением стала только одна разновидность фермерских свиней, получившая благодаря небольшим изменениям в геноме устойчивость к африканской свиной чуме.

Сегодня наиболее популярным и многообещающим методом генной инженерии считается прямое



редактирование генома. Самая передовая технология в этой области — CRISPR, Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats, что в переводе означает «короткие палиндромные повторы, регулярно расположенные группами». Такие повторяющиеся последовательности ДНК были обнаружены при расшифровке генома кишечной палочки (*Escherichia coli*) в 1987 году, и долгое время было непонятно, какую роль они играют. Кропотливые исследования помогли установить, что CRISPR отвечает за нейтрализацию инфекций. Когда вирус пытается внедрить свою генную информацию в ДНК клетки, палиндромные повторы «разрезают» внедряемые последовательности на фрагменты и таким образом нейтрализуют их, превращая в бессмысленный набор генетических «букв». При этом сам фрагмент становится идентификатором вируса и помогает защитной системе CRISPR в дальнейшем правильно реагировать на аналогичную инфекцию.

В начале 2013 года несколько групп учёных показали, что системы CRISPR работают одинаково хорошо и в бактериях, и в клетках высших организмов. Таким об-



разом, сама природа дала специалистам инструмент для редактирования ДНК, который можно использовать не для превращения вируса в генетический мусор, а для аккуратного разрезания последовательностей генома и внедрения в него осмысленной информации.

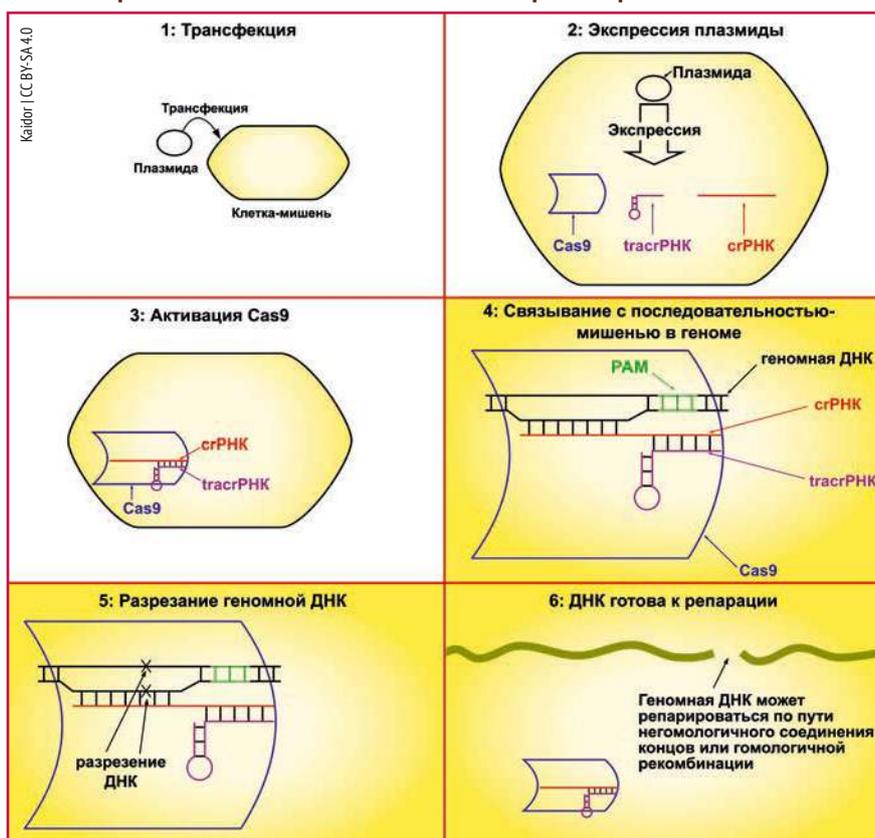
Интересно, что заявку на патент, описывающий технологию CRISPR-редактирования, практически одновременно подали группы исследователей из Университета Беркли и Массачусетского технологического института. С тех пор между двумя научными заведениями идёт война за признание приоритета.

Страсти подогревает и тот факт, что технология даёт возможность бороться с такими генетическими заболеваниями, как гемофилия, муковисцидоз и лейкемия. Допустим, человек болен лейкемией (белокровием). Чтобы устранить болезнь, врачи его облучают, ищут подходящего донора, от которого пересаживают костный мозг, — процедура длительная, болезненная, очень дорогостоящая и, главное, не дающая стопроцентной гарантии излечения. Используя систему CRISPR и получив образец костного мозга пациента, можно вылечить его собственные кровяные стволовые клетки, изменив неправильную «букву» в последовательности генома. Затем пациента всё же придётся облучить, чтобы убить поражённые кровяные клетки костного мозга, но вместо донорских вводятся его же собственные, хотя и «отредактированные», клетки, которые полностью совместимы с его организмом. Они начнут делиться и производить здоровую кровь — и пациент излечится!

Хотя технология CRISPR-редактирования имеет прежде всего медицинское значение, эксперты сразу предположили, что в отдалённой перспективе с её помощью можно будет изменять геном человеческого потомства. Например, учёные уже знают, какие гены «отвечают» за цвет волос и глаз, за цвет кожи, за предрасположенность к ожирению или алкоголизму. Рано или поздно возникнет соблазн «делать детей под заказ», то есть редактировать геном человеческих эмбрионов с конкретной целью.

Памятуя негативный опыт евгеники, современные политики не торопятся давать учёным разрешение на эксперименты с CRISPR-редактированием зародышевых и половых клеток. В 2005 году Совет Европы подписал Конвенцию о биомедицине и правах человека, несколько статей которой прямо запрещают эксперименты, направленные на изменение генома будущих поколений.

Принцип использования CRISPR-cas для редактирования генома



Впрочем, мир европейскими странами не ограничивается. Китайские учёные предприняли попытку «исправить» оплодотворённые человеческие яйцеклетки с геном, приводящим к болезни крови бета-талассемии. Им удалось добиться успеха в 10% случаев, однако при этом появились искусственные мутации там, где не предполагалось. Получается, что технология CRISPR-редактирования ещё очень далека от совершенства. Не приведёт ли её внедрение к появлению уродств и заболеваний, которые мы сегодня даже не можем вообразить?

Генные инженеры говорят, что альтернатива есть. Недавно появилась новая методика изменения генома, использующая «редактирование оснований» (base editing). Речь идёт об азотистых основаниях — органических соединениях, которые служат строительными блоками ДНК: аденине (А), гуанине (G), цитозине (С) и тимине (Т). Используя природный фермент цитидиндезаминазу, можно заменять комплементарную пару оснований С•G на Т•А. Но обратную замену (Т•А на С•G) без разрыва последовательности до сих пор делать не умели, а ведь именно такая замена необходима для исправления 48% известных генетических патологий. Проблему решили специалисты по «редактированию оснований» из Гарвардского университета (США). Не найдя нужный фермент в природе, они решили создать его посредством искусственной эволюции! Для этого

они вывели модифицированные кишечные палочки с дефектными генами устойчивости к антибиотикам. В них были внесены точечные мутации, исправить которые можно только заменой Т•А на С•G, и внедрён фермент-редактор аденозиндезаминаза. После этого бактерии подверглись воздействию антибиотика. Идея была в том, что клетки, в которых редактор работает, выживут, а прочие погибнут. Изучение выживших даст понимание, какие мутации позволяют ферменту редактировать основания. В итоге всё получилось — эксперимент показал, что новая методика позволяет без внесения разрывов осуществлять любые замены внутри ДНК.

Понятно, что технология ещё будет совершенствоваться и дешеветь, и в какой-то момент опять встанет вопрос о выведении «идеальной» породы людей. Что ждёт цивилизацию, если учёные — например, китайские — проигнорируют запреты и начнут модифицировать человека? Ответить пока могут только фантасты...

