



Софья Инкижинова

## Будем выращивать ГМО

Принятая на днях программа развития генетических технологий в России пока не разрешает использовать ГМО в промышленности, однако нацелена на то, чтобы сократить отставание отечественной науки от мировой

**И**сследованиям генно-модифицированных организмов (ГМО) дан зеленый свет: правительство утвердило Федеральную научно-технологическую программу развития генетических технологий на 2019–2027 годы. Это значит, что в ближайшее время ученым предстоит решить задачу ускоренного развития генетических технологий — и прежде всего показать свои успехи в генетическом редактировании.

Целевые индикаторы программы — не менее 20 генотерапевтических лекарственных препаратов и биомедицинских клеточных продуктов, содержащих клеточные линии с генетической модификацией и прошедших стадию доклинических исследований. Главным образом это препараты по онкологии, сердечно-сосудистой патологии и другим заболеваниям, в том числе передаваемых по наследственному признаку.

Программа ставит задачи создать научно-технологические заделы и в сельском хозяйстве: вывести не менее 30 линий растений и животных, включая аквакультуру, которые более устойчивы к болезням, климатическим изменениям и проч. Предусмотрено создание биоре-

сурсных центров, где будут храниться генетические базы данных.

По замыслу разработчиков программы, в дальнейшем инновационные достижения российских ученых станут востребованы в реальном секторе экономики, повысят конкурентоспособность отечественных производителей на мировом рынке и обеспечат национальную и биологическую биобезопасность страны. Суммарное финансирование новой программы за девять лет составит 125 млрд рублей.

### Отставание из прошлого

Сегодняшний мировой рынок технологий генетического редактирования оценивается почти в 3,5 млрд долларов. По прогнозам, к 2022 году он достигнет 6,28 млрд долларов (ежегодный рост — порядка 15%). Наиболее передовая страна в области генетики — США. За последние два-три года в американские компании (стартапы), занимающиеся редактированием генов, было инвестировано более миллиарда долларов. Среди европейских стран, инвестирующих в биотехнологическую отрасль, в основном выделяют Францию, Германию, Данию. Быстрорастущими биотехнологическими рынками являются также Китай и

Индия — предполагается, что в ближайшие пять лет они могут выйти на передовые позиции.

В России необходимость развития собственных генетических технологий назрела давно. По сравнению с другими государствами наша страна сильно отстает, о чем красноречиво говорят цифры. По данным Организации экономического сотрудничества и развития, из общего объема расходов стран на исследования и разработки доля расходов на биотехнологические компании, к примеру, в США составляет 12,3%, во Франции — 9%, а в России — лишь 0,5%.

Отечественные наработки в области генетических технологий крайне малы, поэтому большая часть необходимой продукции для различных отраслей импортируется. К примеру, доля российского импорта ряда аминокислот — триптофана, треонина, валина, которые используются при производстве кормов для сельскохозяйственных животных, достигает ста процентов, ферментов — более 70%.

Другая проблема — дороговизна генетических технологий. И если говорить о медицинских препаратах, то подавляющему большинству потенциальных пациентов они сейчас недоступны.

Так, розничные цены ежегодного курса лечения с помощью единственного российского препарата для генной терапии «Неоваскулген», предназначенного для лечения ишемии ног, доходят до четырех тысяч долларов.

Сложившаяся ситуация на рынке геномики, по мнению специалистов, — прямое следствие прошлой политики государства. «Еще в середине двадцатого века власть неправильно оценила будущий вклад генетических технологий в развитие человечества. Безусловный просчет советской страны в 1940–1950-е годы состоял в недооценке данного направления науки как с точки зрения гуманитарного вклада в развитие человеческого общества, которое неизбежно идет вперед и генерирует новое знание, так и в оценке роли генетики в развитии народного хозяйства и даже безопасности страны», — говорит заведующий лабораторией геномики и эпигеномики ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН Егор Прохорчук.

### Километры кожи из клеток

Медицинские работники подтверждают, что сегодня работа отечественной геномики напрямую зависит от стоимости импорта. «Наши медико-биологические эксперименты получаются довольно дорогими, так как вся приборная база и расходные материалы зарубежные. В конечном счете у нас и информационная зависимость, потому что все приборы работают через облачные технологии. Не хочу нагнетать страсти, но большая страна должна иметь не только свои самолеты, но и приборы по секвенированию генома нового поколения», — уверен профессор, член правления Российского общества клинической онкологии (RUSSCO) Евгений Имянитов.

Вместе с тем в новой программе тема создания отечественного оборудования для секвенирования ДНК выделена в отдельный блок, что не может не радовать ученых. «Создание отечественной системы для секвенирования — уже просто перезревшая проблема. В “мирной” жизни секвенаторы точно будут востребованы медицинской диагностикой, ведь мир не стоит на месте, и привычная нам полимеразная цепная реакция завтра будет заменена дешевыми диагностическими на основе секвенирования. Нам не нужны “роллс-ройсы” от секвенаторов, нам вполне подойдут “жигули”, простой и надежный прибор с отечественным программным обеспечением и реагентикой», — рассуждает Егор Прохорчук.

В целом же генетические технологии в области медицины и здоровья человека условно разделяют на два направления: диагностика и лечение заболеваний. В

первом случае проводится работа, связанная непосредственно с исследованием генома человека, иногда — с геномом бактерий, которые населяют его организм. Второе направление, касающееся лечения, менее изучено в нашей стране. Здесь речь идет прежде всего о разработках биофармацевтических компаний. К примеру, в нашей стране большие успехи есть по такой нозологии, как муковисцидоз, — пациентов с таким генетическим заболеванием поддерживают генотерапевтическими препаратами.

Сегодня биомедицинские компании, занимающиеся персонализированной медициной, самостоятельно проводят тестирование генома человека. «Геном — это некий сценарий, по которому живет биологический организм. Изучив конкретный геном, мы рассказываем, какие у человека имеются возможности по здоровью. Наши тесты не панацея, но это определенный процент хорошо описанных научных связей между различными генетическими вариантами и заболеваниями», — рассказывает медицинский директор Atlas Biomed Group Андрей Перфильев. В дальнейшем его компания намерена расширять свои направления по диагностике и скринингу. Главным образом это увеличение набора тестирования, отбор базы данных, работа с технологиями машинного обучения, чтобы сделать генетические предсказания максимально точными.

Новая федеральная программа развития генетических технологий уделяет большое внимание вопросам редактирования генома. «Если говорить о мировом прорыве для всех отраслей медицины и биологии, то это разработка метода CRISPR, который позволяет редактировать геном высших организмов, в том числе вносить точные изменения в геном уже сформировавшихся организмов. Однако в научной среде не утихают споры о безопасности такой терапии для пациентов: первые исследования клинического применения CRISPR показывали довольно высокую вероятность ошибок редактирования. Кроме того, есть серьезные основания полагать, что невозможно удалить все копии вируса из организма, а даже небольшое количество оставшихся копий позволит болезни вернуться», — рассказывает врач-биофизик, член Американской ассоциации исследований рака и Европейского общества медицинской онкологии Марья Козина. Тем не менее важность нового метода очевидна: раньше раковые опухоли и клетки невозможно было культивировать, сейчас же значительная доля исследований по поиску новых лекарств проводится на клеточных моделях, искусственно полученных с помощью CRISPR.

Вместе с тем существующие законы ограничивают работу практикующих специалистов. «Генетические технологии могут дать такой прорыв, о котором многие и не мечтали — это излечение от онкологических заболеваний, ВИЧ-инфекции, продление качества жизни; люди смогут жить как минимум вдвое дольше. На какое направление ни помотришь — везде бесконечный космос возможностей. Однако на практике уровень нашей современной российской медицины оставляет желать лучшего. К примеру, в нашем ожоговом центре нам приходится лечить пациентов тем, что мы ищем здоровую кожу на теле человека и переносим ее на видные места. Тогда как сегодня в реальности мы можем сантиметр кожи превратить в километр, как это делается в научных лабораториях. Но применять подобное в клинической практике запрещается», — говорит главный врач, пластический хирург и косметолог собственной клиники Денис Гинзбург.

### Прорыв в ГМО

В настоящее время в России использование генно-модифицированных организмов (ГМО) в промышленности, в первую очередь в сельском хозяйстве, запрещено. Специалисты считают, что новый закон пока негласно, но предполагает в дальнейшем использование ГМО-растений, так как в программе бизнесу предлагается использовать полученные ноу-хау российских ученых на практике. Все будет зависеть от дальнейших подзаконных актов и востребованности научных открытий на практике. И, скорее всего, о наиболее спорных методах геномного редактирования, когда происходит скрещивание межвидовых организмов, речи пока не идет.

Условно говоря, ГМО (в широком смысле этого понятия) можно получать тремя способами. В первом варианте, по словам руководителя практики АПК в консалтинговой компании «НЭО Центр» Владимира Шафоростова, если рассматривать растения и животных, мы говорим о классическом варианте селекции для получения новых видов. Второй вариант предполагает генетическое редактирование, когда целенаправленно меняется структура генома организма в рамках одного вида. И третий — генная модификация с использованием материалов сторонних организмов. К примеру, в США вывели новый вид лососевых, добавив к классической породе рыб ДНК угря. Получившиеся особи стали обладать сверхпризнаками: они растут быстрее своих сородичей, но при этом потребляют меньше корма.

В нашей стране ГМО как интеграцию чужеродного, не из того вида генети-

ческого материала, вряд ли разрешат — слишком уж дискуссионна эта тема, как и этичность редактирования генома человека. «Но если ученые будут менять одну букву генетического текста в рамках кросс-видового скрещивания, то это приравнивается к случайному генезу, который может происходить с живыми организмами в природе. В этом плане я вижу прорыв в ГМО. В первую очередь это касается растений, появляется возможность создавать новые интересные сорта. Так же и в животноводстве, можно вывести породы коров, устойчивых к лейкозу, свиней, устойчивых к африканской чуме и прочему», — говорят эксперты.

Между тем Егор Прохорчук уверен, что достичь уникальных показателей в генетических технологиях, чтобы они были действительно полезны производителям, можно лишь финансируя не академиков, а конкретные проекты. «Пока что финансирование госпрограммы вызывает больше вопросов: в ценах 2019 года это два миллиарда долларов. Грубо говоря, по 222 миллиона долларов в год через все инструменты финансирования (гранты, ФЦП, госзадания и прочее).

Для сравнения: только одна европейская лаборатория по молекулярной биологии в Германии в городе Гейдельберге имела бюджет 2017 года, равный 237 миллионам евро, что сопоставимо с годовым финансированием всей нашей программы», — говорит он. «Практическую пользу от реализации программ по генетическим технологиям мы увидим, когда поймем, как будут перераспределены в ней финансовые средства. Есть крупные федеральные НИИ, есть небольшие коммерческие компании — все заинтересованы в проведении разных экспериментов. Наш прогресс целиком зависит от финансирования. Чем больше возможностей материально-технических, тем быстрее мы будем двигаться вперед», — отмечает генетик медицинского холдинга «Медика» Елена Шабанова.

Эксперты, работающие в сельском хозяйстве, отмечают, что генетика в нашей стране сильно отстала от передового мирового уровня. «В России есть целый ряд НИИ и ученых, которые могут заниматься генетической модификацией. Даже технологии CRISPR-редактирования стали более доступными: если пять лет назад комплект оборудования для геномной селекции стоил около миллиона долларов, то сейчас лишь несколько де-

сятков тысяч долларов. Другое дело, что понимание успешности той или иной генетической линии упирается в обработку big data. На сегодняшнем этапе важно не просто создать что-либо, а посмотреть, как в дальнейшем будет проходить эта генерация: в разных странах мира, в разных компаниях, с разными способами содержания, кормления и прочее. Именно в этом заключается сила крупных генетических компаний, с которыми нам будет очень сложно конкурировать», — говорит президент консалтинговой компании Agrifood Strategies Альберт Давлеев.

Пока что целевые показатели в целом, которые правительство ставит перед российскими учеными, довольно низкие. К примеру, задача на 2025 год — создать отечественный кросс по курице. Однако его эффективность будет ниже, чем

в мире всего пять-шесть мировых генетических компаний-грандов, хотя еще недавно их было два десятка. Уровень конкуренции между этими компаниями очень жесткий. Достаточно сказать, что каждая из этих компаний вынуждена тратить порядка 20 миллионов долларов в год только на R&D. Пока что ни одна отечественная свиноводческая компания не может себе позволить таких расходов. Мы пошли примерно тем же путем, что и автомобилестроители. Практически все генетические компании так или иначе локализовали свое производство в нашей стране, поэтому свиноводы закупают у них продукцию. Многие работают по стратегическим договорам, платят роялти, за что получают все необходимые знания, генетические данные», — рассказывает гендиректор Национального союза свиноводов Юрий

Ковалев.

На данном этапе отношение к генетическим ноу-хау у большинства производителей противоречивое. «Конечно, мы привлекаемся к разработкам ученых, например, в своей компании дошли до уровня in vitro — размноже-



Кукуруза — один из основных продуктов в мировом сельском хозяйстве, которые были активно подвергнуты ГМО-редактированию

у зарубежных конкурентов. Сегодня такой показатель, как конверсия корма, то есть перевод корма на килограмм живого веса, в среднем по России на импортных кроссах составляет 1,6—1,7 кг на килограмм привеса. В целевом параметре также стоит 1,7—1,8 на килограмм привеса. Но если через пять лет весь мир будет работать уже с конверсией корма 1,45–1,55 кг на килограмм привеса, то отечественный кросс на промышленных площадках только подойдет к желаемому показателю 1,8.

По мнению участников рынка, сейчас наша страна в большей степени находится в процессе накопления компетенций, которые терялись начиная с конца 1980-х. К примеру, недавно компания «Мираторг» объявила о запуске инновационного центра геномной селекции с бюджетом 4,4 млрд рублей. Амбициозные планы хоть и объявлены, но пока что это лишь начало пути — лаборатории, разработка методов и проч. Результаты по оценке геномов и генотипированию сельскохозяйственных животных удасться получить далеко не сразу.

В свою очередь, свиноводы рассказывают, что уже добились критической импортнезависимости не только по мясу, но и по производству гибридов. «Сегодня

не посадочного материала в лабораторных условиях. У нас множество задумок. Я видел на выставках в Европе яблоки с синеватым оттенком, красной мякотью, вкусом персика и прочее. Но прежде, чем вступить на подобный путь генетики, мы должны решить более насущные проблемы. Во-первых, нам необходимо изменить и упростить процедуру регистрации новых сортов в России, сегодня этот процесс забюрократизирован и занимает от пяти до двенадцати лет, да и стоимость регистрации одного сорта составляет около миллиона рублей. К тому же вложения необходимо внести на старте. Но даже если зарегистрируешь новый сорт, то не факт, что завтра он принесет денег. Во-вторых, необходимо сблизить науку и производство. Мы работаем как с российскими, так и с зарубежными институтами и правообладателями. Но, к сожалению, отечественная наука в основном предлагает те сорта, которыми производственные компании не хотят заниматься, потому что они не востребованы на рынке. Генетика, геномное редактирование и прочее — это следующий этап, когда мы наведем порядок с вышеперечисленным», — рассуждает глава центра питомниководства «Сады Ставрополя» Айдын Ширинов. ■