
УДК 338.439.2:630*165.7

DOI: 10.31249/scis/2022.02.02

Егереv С.В.*

**ТОРМОЖЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ НА ПРИМЕРЕ ГМ-ТЕХНОЛОГИЙ**

Egerev S.V.

**THE SLOWDOWN OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENT BY THE EXAMPLE OF GM
TECHNOLOGIES**

Аннотация. В статье рассматриваются практики и механизмы торможения научно-технологического развития на примере ГМ-технологий в России. Разнообразные механизмы торможения новых технологий включают в себя наследие охранительного госзаказа советского периода, вторжение псевдонауки, дениализм, неолуддизм, гастрономическую тревожность и другие веяния. К концу 2010-х годов в России авторитетные профильные ученые, отрицающие ГМ-технологии, остались в меньшинстве, имеются признаки приближающегося научного консенсуса в пользу ГМ-технологий. Однако продолжается противостояние акторов – представителей власти, ученых, общественности, производителей. Официальные запреты ужесточились, площади нелегального выращивания ГМ-культур продолжают расширяться, а общественное мнение перешло к еще более агрессивному отрицанию ГМ-техно-

* *Егереv Сергей Викторович* – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, Центр научно-информационных исследований по науке, образованию и технологиям ИНИОН РАН, Москва, Россия (segerev@gmail.com).

Egerev Sergey V. – Dr. Sci (physics and mathematics), the Centre for academic research and informational studies on science, education and technologies, INION, RAS, Moscow, Russia (segerev@gmail.com).

логий по типу антивакцинаторских кампаний. Правовая система в отношении ГМ-технологий остается несбалансированной.

Ключевые слова: генно-модифицированные организмы (ГМО); противостояние акторов; дениализм; неолуддизм; гастрономическая тревожность.

Abstract. The paper considers slowdown practices and mechanisms for scientific and technological development by the example of GM technologies in Russia. The slowdown mechanisms for new technologies are varied and include the legacy of the protective state order of the Soviet period, the invasion of pseudoscience, denialism, neo-Luddism, gastronomic anxiety, and other trends. By the end of the 2010s, the experts denying GM technology are in the minority in Russia, and there are signs of approaching scientific consensus in favour of GM technology. However, the confrontation of actors – representatives of the government, scientists, the public and manufacturers – continues. Official bans have tightened, the area of illegal cultivation of GM crops continues to expand, and public opinion has moved to even more aggressive denial of GM technologies, similarly to anti-vaccination campaigns. The legal system regarding GM technology remains unbalanced.

Keywords: genetically modified organisms (GMOs); confrontation of actors; denialism; neo-Luddism; gastronomic anxiety.

Введение

Генетическая модификация (ГМ) – целенаправленное изменение генотипа живого биологического организма. В начале 1980-х годов были созданы первые генетически модифицированные растения, а в 1994–1996 гг. началось их промышленное производство. Интерес к этим технологиям поначалу проистекал из задачи обеспечения локальной или глобальной продовольственной безопасности. Казалось бы, широкое внедрение ГМ-технологий – решение проблемы. Однако на протяжении последних 30 лет даже страны, где проблема голода стоит очень остро, неоднократно вводили полный запрет на ввоз пищевых ГМ-семян и ГМ-продуктов.

Сегодня генная инженерия решает более разнообразные задачи, соответственно, разнообразны механизмы продвижения и

торможения ГМ-технологий. Злоключения ГМ-технологий являются хорошим модельным кейсом, раскрывающим общественные механизмы торможения научно-технологического развития той или иной страны. Динамика совокупности новых технологий (без оценки их полезности, которая со временем может меняться) и определяет благополучие такого развития. Данная статья ограничивается примерами только сельскохозяйственного применения ГМ-технологий. Подробное обсуждение агротехнических деталей и генно-инженерных выкладок не предполагается.

Следуя позиции уважаемых экспертов М. Гельфанда [Гельфанд, 2013], А. Панчина [Панчин, 2016], А. Казанцевой [Казанцева, 2016] и других авторов, полагаем, что ГМ-технологии доказали свою перспективность. Однако мы не собираемся ни агитировать противников ГМ, ни отнимать у них трибуну. В данном контексте российская история сельскохозяйственных ГМ-технологий – удобный инструмент, раскрывающий непростые траектории инновационного развития страны. В центре внимания статьи вопрос, как и почему социальные, политические и культурные факторы вызывают к жизни зачастую тупиковые стратегии технологического развития и тормозят инженерное внедрение в России перспективных технологий.

Власть и общество перед лицом ГМ-технологий. Опыт 2010-х годов

Февраль 2011 г. Этот год начался благоприятно для продвижения ГМ-технологий. Главный санитарный врач России предложил пересмотреть официальное отношение к этому вопросу. Роспотребнадзор рекомендовал ГД РФ внедрять генно-модифицированные культуры в сельском хозяйстве. Ведомство официально признало их «безопасными для здоровья человека». Со ссылкой на доклад Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 2005 г. было заявлено: «Разработка генно-модифицированных продуктов может непосредственно или косвенно способствовать укреплению здоровья человека, существующие генетически модифицированные продукты прошли оценку на наличие рисков и вряд ли представляют опасность для здоровья людей» [Роспотребнадзор, 2012].

В руководстве страны ненадолго (на два-три месяца) возник интерес к ГМ-технологиям.

Ноябрь 2012 г. Это был тяжелый год с точки зрения градуса ГМ-обскурантизма. Был запущен сайт противников ГМО¹ (ныне закрыт). По контенту и стилистике текстов сайт был очень похож на ресурсы антивакцинаторов, созданные десятилетием позже. Четырнадцать регионов России отнесли к зонам, свободным от ГМО, в том числе Москву, Санкт-Петербург и Белгородскую область. Достигла пика популярность биолога Ирины Ермаковой², неугомимого гонителя ГМО. Опыты и доводы И. Ермаковой сразу же были подвергнуты критике (см., например: [Marshall, 2007]). В 2016 г. И. Ермакова удостоена звания академика Врунической академии лженаук (ВРАЛ).

Август 2013 г. В СМИ поддержали восторженные комментарии о создании ГМ-риса, который защищает от диареи. Ажиотаж был связан с тем, что от ротавируса в бедных странах умирают больше полумиллиона человек ежегодно. Сообщалось, что группа биологов и технологов из разных стран создала генетически модифицированный рис, который дает иммунитет к ротавирусу.

Сентябрь 2013 г. Вышло сенсационное постановление Правительства РФ, разрешающее официально регистрировать и производить генно-модифицированные культуры. До постановления № 839 в России официально ГМО можно было выращивать только на опытных участках, был разрешен ввоз отдельных сортов кукурузы, картофеля, сои, риса и сахарной свеклы. В постановлении были определены надзирающие ведомства: Минздрав России, Роспотребнадзор, Росздравнадзор и Россельхознадзор. Позитивно настроенные комментаторы предсказывали, что благодаря постановлению первые отечественные ГМ-продукты появятся через два-три года, а к 2020 г. три четверти сельскохозяйственных культур, выращиваемых в России, будут генно-модифицированными. Критически настроенные комментаторы, напротив, предрекали недолгую жизнь постановлению.

¹ Сайт противников ГМО – gmofree.ru

² Выступление И. Ермаковой, в котором она аргументирует в пользу инопланетного происхождения ГМ-технологий, доступно по ссылке: URL: <https://www.youtube.com/watch?v=TeFW85x7YFQ> (см. также комментарии к этому видео).

Февраль 2014 г. Скептики оказались правы. Уже через полгода на съезде Национального союза производителей молока вице-премьер Аркадий Дворкович заявил: «Никакого разрешения производить у нас продукцию с использованием ГМО не будет». Начало разгрому на съезде положил губернатор Ростовской области Василий Голубев: «У людей, конечно, вызывают беспокойство проблемы со здоровьем. Мы считаем, что необходимо принять меры по запрету ввоза продовольствия, сельхозсырья и семенного материала с ГМО и запретить посевы с использованием ГМО». «Выращивания допускать нельзя!» – подчеркнул А. Дворкович.

Март 2014 г. Как и ожидалось, вмешалась политическая обстановка. На встрече с Президентом РФ Владимиром Путиным председатель Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике сенатор Геннадий Горбунов вновь заговорил о запрете на ввоз генетически модифицированных продуктов, на этот раз в связи с тем, что патенты на технологии работы с ГМО принадлежат «врагу».

Однако уже в 2014 г. было ясно, чем сильнее закручивались гайки, тем меньше шансов было на то, что в России создадут собственные конкурентные технологии. Появился дальнейший стимул к расширению нелегальных ГМ-посадок, которые, по данным Зернового союза, на тот год составляли 400 тыс. гектаров.

Июнь 2015 г. В Казани прошел представительный диспут «ГМО: запретить нельзя поддерживать». Ученые, бизнесмены и политики обсудили плюсы, минусы и подводные камни ГМ-технологий, а также перспективы принятия закона, который запрещает выращивание генно-модифицированных культур в России, но разрешает их импорт [ГМО : запретить нельзя ... , 2018]. Диспут был приурочен к возможному выдвижению очередного законопроекта.

С позиции сторонников применения ГМ-технологий выступили: Михаил Гельфанд, доктор биологических наук, Олег Разин, директор департамента технического регулирования Российского зернового союза, Андрей Туманов, депутат Госдумы, журналист и телеведущий. Против выступили: депутат Госдумы и владелец «Эдельвейс групп» и «Красный Восток Агро» Айрат Хайруллин, Ирина Ермакова и Алексей Сахаров, председатель совета Союза органического земледелия и руководитель фермерского хозяйства

«Мелекшинское поле». Мероприятие вел опытный модератор Борис Долгин. Стенограмма заседания до сих пор доступна в Интернете. Участники заседания мало прислушивались друг к другу. Доводы были примерно такого характера: «Послушайте, зачем нам эти ГМО? У нас такие посевные площади, что мы и с обычной агротехникой получим рекордные урожаи». После трехчасовой дискуссии участники остались при своих мнениях. Академия наук и органы власти никак не отреагировали. Постепенно это яркое событие забылось. Важно, что даже эксперты не смогли прийти к консенсусу. Процесс достижения научного консенсуса¹ обычно занимает годы, если не десятилетия. Тем более не стоит ожидать быстрого согласия по сложным технологическим вопросам в широких слоях населения. Решительные изменения в общественном отношении к данным агротехнологиям, по-видимому, произойдут не в результате обмена словами, а в результате каких-то драматических событий, например продолжительного массового голода.

Февраль 2016 г. Всеобщее внимание вызвало заявление о покупке Китаем одного из мировых лидеров по производству пестицидов и генетически модифицированных растений. Речь шла о швейцарской компании Syngenta. В Пекине рассчитывали таким образом повысить производительность сельского хозяйства и накормить растущее население. Среди жителей КНР довольно распространены опасения, связанные с ГМ-технологиями. Власти организовали кампанию в поддержку ГМО, а президент Си Цзиньпин призвал активно развивать такие технологии в самом Китае, чтобы «не допустить доминирования иностранных компаний на этом рынке». Расходы на эти исследования в КНР с 2006 по 2020 г. составили около 20 млрд юаней.

Апрель 2016 г. Общественное внимание было привлечено к алармистской тональности ежегодной апрельской конференции Высшей школы экономики, в ходе которой звучала тема драматического отставания российского агросектора. Сетовали на то, что идеологически ГМ-технологии в России – скользкая тема, а официальная наука судит о ней с явным предубеждением и исходя из

¹ Научный консенсус предполагает общее согласие в среде экспертов, но не обязательно единодушие, причем как в случае последующего принятия новой идеи сообществом, так и в случае ее отбрасывания.

собственных устаревших представлений. Мировые технологические прорывы 2012–2015 гг. явно прошли мимо нее. Критиковали гонителей ГМ-технологий, в том числе некоторых академиков сельскохозяйственных наук. Один из участников – Л. Гохберг – привел в пример опыт Канады. В 2013 г. там было разрешено промышленное производство генно-модифицированного лосося. А уже в 2015 г. пищевые продукты из него вышли на американский рынок. На конференции обсуждались вопросы взаимодействия науки, бизнеса и власти. Заявленные в качестве участников представители правительства на конференции так и не появились. В следующем месяце стало ясно, почему участники из правительства игнорировали конференцию.

Май 2016 г. Впервые стало отчетливо ясно, что Минсельхоз активно выступает против использования в России ГМ-технологий. Ведомство настаивает на ужесточении правил использования ГМО в животноводстве и на маркировке такой продукции. Очередной идейный поворот совершил Россельхознадзор, запретив поставки ГМ-кормов и кормовых добавок с европейских предприятий.

В этом же месяце прошло второе чтение проекта закона, запрещающего выращивать растения из семян, полученных с применением методов генной инженерии, и разводить генетически модифицированных животных. Результат проявился в следующем месяце.

Июль 2016 г. В последний день весенней сессии Госдумой РФ был принят Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 358-ФЗ, запрещающий выращивание генетически модифицированных растений и животных. Предполагалось, что в дальнейшем запрет распространится и на ввоз всех товаров с ГМО в Россию. Парадокс в том, что и до этого в России выращивание ГМО было под запретом. Однако к середине десятилетия стало очевидным дальнейшее неконтролируемое распространение ГМ-культур. Для России это, видимо, рапс, соя, кукуруза. По этому пути уже прошли страны Южной Америки, где правительства пытались игнорировать ГМО, а затем были вынуждены их признать.

По-видимому, закон отвечал необходимости расширения функций контролирующих органов и введения дополнительных штрафов. За нарушение закона предусмотрена административная

ответственность в виде штрафа от 10 до 50 тыс. руб. для должностных лиц и от 100 до 500 тыс. руб. для юридических лиц. В качестве объяснения жесткости закона приводилось соображение, что в развитии ГМО крайне не заинтересованы производители сельхозхимии, это прямая угроза их бизнесу.

Можно также предположить, что депутаты зарабатывали дополнительные очки в глазах избирателей, ведь общественное мнение в течение последнего десятилетия неуклонно скатывалось к тотальному отрицанию ГМ-технологий. Действительно, по данным регулярных в 2010-х годах опросов ВЦИОМ, в поддержку запрета ГМО выступают в среднем 83% опрошенных россиян. Почти все они считают, что ГМ-продукты вредят здоровью человека. 60% уверены, что употребление такой пищи приводит к бесплодию, и чуть больше – что она вызывает рак. В этом российские страхи по поводу продуктов вполне следуют международному тренду.

За несколько дней до того, как Президент России подписал закон о запрете на выращивание ГМО, авторитетные нобелевские лауреаты опубликовали призыв к «Гринпису» прислушаться к науке и прекратить кампанию против генной инженерии. Как это часто бывает, в последующие годы были приняты смягчающие поправки к этому закону.

Октябрь 2016 г. С некоторым опозданием российские СМИ отреагировали на два важных сентябрьских события. Во-первых, немецкая компания Bayer договорилась о слиянии с американским конкурентом Monsanto. Во-вторых, Monsanto получила лицензию на использование известной технологии редактирования генома CRISPR/Cas9. С помощью этой технологии можно менять малые фрагменты, задающие различия между сортами растений внутри одного вида. По сути, это сильно сжатая в сроках селекция¹.

Monsanto – компания знаменитая, она стала разработчиком многих прорывных биологических технологий. И все же, несмотря на новаторство, компанию ненавидят (рис. 1). В 2015 г. в рейтинге корпоративной репутации Monsanto оказалась на одном из послед-

¹ В последующие годы технология продемонстрировала впечатляющие результаты, а две ее разработчицы удостоены Нобелевской премии 2020 г. Отметим, что попытки применения этой технологии в медицине вызывают ожесточенные этические дискуссии.

них мест – даже ниже, чем Halliburton и BP, которых не любят за разлив нефти в Мексиканском заливе. Высказывается мнение, что компании не могут простить изобретение «онкологически опасного» гербицида глифосата. Представляется, что глифосат тут ни при чем. Патент на молекулу глифосата закончился в 2000 г., и сегодня этот самый распространенный гербицид в мире выпускают другие компании. Со временем эксперты высокого уровня пришли к выводу об отсутствии связи гербицида с онкологией [Joint, 2016]. Также недостаточно аргументированными оказались и другие обвинения, среди них – обвинение в самоубийстве 200 тыс. индийских фермеров, не переживших сотрудничества с Monsanto. Повидимому, реальная причина «монсантофобии» крылась в агрессивном продвижении инновационных продуктов, упразднивших традиционные фермерские технологии и разрушивших консервативный фермерский быт.



Рис. 1. Шутливый плакат из рекламной кампании фирмы Monsanto. «Смотрите! Генетически модифицированный фрукт укусил меня в ответ!»

Источник Le Nouvel Observateur. – 2012. – 19.09.

Слияние Monsanto с немецким гигантом Bayer образовало мощный консорциум, контролирующий более 30% мирового рынка продовольствия. Bayer / Monsanto стала крупнейшей компанией

на мировом рынке семян. Сделка была закончена в первой половине 2018 г., в связи с чем произведен делистинг с Нью-Йоркской фондовой биржи.

Сегодня фирменные материалы Monsanto можно встретить разве что в недрах сайта корпорации Bayer. Любопытный прецедент: по итогам инновационного развития новаторской фирме иногда приходится маскироваться и проводить ребрендинг.

Апрель 2019 г. И вот новый поворот. В России утверждена Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019–2027 гг. Основные цели программы – комплексное решение задач ускоренного развития генетических технологий, в том числе технологий генетического редактирования, создание научно-технологических заделов для медицины, сельского хозяйства и промышленности, совершенствование системы предупреждения чрезвычайных ситуаций биологического характера и контроля в этой области [Федеральная научно-техническая программа ... , 2019]. Получается, что генная модификация наказуема (особенно в коммерческих целях), а генное редактирование, наоборот, приветствуется.

Итоги десятилетия

Как промежуточный итог развития исследований, к концу 2010-х годов в России авторитетные действующие профильные ученые, поддерживающие ГМ-технологии, оказались в устойчивом большинстве. Можно сделать осторожную оценку, что научный консенсус в экспертной среде в пользу принятия ГМ-технологий вполне достижим. В юридической области ситуация иная.

Юристы отмечают, что правовая система, регулирующая развитие ГМ-технологий, оказалась несбалансированной. Она создает нежелательные последствия для экономической безопасности РФ, отпугивая инвесторов. Вкладывать деньги в исследования, сопровождающиеся большими правовыми рисками, мало кто захочет. Действительно, выращивание ГМО в России запрещено, однако ответственность за нарушение запрета на такое выращивание в законе не установлена. При этом разрешено выращивать растения, которые получены с применением технологии редактирования генома CRISPR / Cas9. Таким образом, нелегко оценивать, какие растения следует относить к ГМО (и применять соответствующие запреты), а какие – не следует. Возможно, будут

внесены ужесточающие (но и уточняющие) изменения в ст. 6.3.1 КоАП РФ, предусматривающую ответственность за нарушение законодательства в области генно-инженерной деятельности. Запутанная нормативная ситуация является результатом многолетнего перетягивания каната различными акторами [Медведкина, 2016 ; Богатырева, 2021].

Лидерство в отрицании ГМ-технологий перешло к ученым гуманитарного профиля. Официальные запреты ужесточились, площади нелегальных посевов ГМ-культур продолжали расширяться, а общественное мнение перешло к еще более агрессивному отрицанию ГМ-технологий по типу антивакцинаторских кампаний.

Механизмы отрицания новых технологий

«Разрешающее» постановление Правительства 2013 г. было обречено. Аналитики указывали, что «оно шло совершенно вразрез с реакционно-охранительной риторикой Кремля. Мало того, что тут нет ни капли традиционного, так это еще и напрямую подрывает имидж России как последнего оплота истинного православия, который противопоставляется западному естественно-научному нигилизму. Генная модификация растений и животных – это ведь не просто “игра в бога”, от нее один шаг до евгеники и клонирования». Охранительный правительственный заказ существовал и во времена СССР. Не приветствовались обсуждения снежного человека, телекинеза и прочего сверхъестественного. Этим, например, объясняется истерическая реакция советского руководства на фильм «Человек ниоткуда». Однако иногда сложившаяся матрица давала сбой. Многим памятна осень 1976 г. В СССР случился большой сбой продаж продовольственных и промышленных товаров. Особенно плохо дело обстояло с луком. Народ роптал, эмоции проявлялись даже в общественном транспорте. И вдруг на экранах ТВ появилась запретная еще вчера тематика. В передаче «Очевидное – невероятное» С.П. Капица провел беседу на тему «Бермудского треугольника». Страна прильнула к экранам. На этой же неделе на экране ТВ можно было видеть легендарного уфолога В.Г. Ажажу с серией передач об НЛО. О луке на время забыли¹. Получается, что для преодоления охранительных мотивов нужны

¹ События той осени отражены в юмористической песне В. Высоцкого «Письмо с Канатчиковой дачи».

потрясения? Это эмпирическое наблюдение нашло подтверждение в недавней статье С.Д. Хайтуна о катастрофизме эволюции [Хайтун, 2022].

Однако если автор «сверхъестественной» идеи придавал ей внешние признаки «научности», оформлял для нее марксистское или патриотическое звучание либо привлекал внимание военных, то, как правило, мог праздновать успех, хотя бы и временно. Например, такой успех в течение нескольких лет сопутствовал безумной теории О.Б. Лепешинской о внеклеточной природе живого вещества. В этом и многих других случаях охранительный потенциал оказывался беззащитным. Постепенно накопился большой массив псевдонаучных исследований на различных стадиях завершения. Комиссия по борьбе с лженаукой РАН обратила внимание на то, что лженауки, обслуживающие спрос на почвенническую идеологию, успешно «втерлись» в доверие к власти. Идеологический заказ стимулировал псевдонаучные исследования, которые теперь продвигают как «уникальные отечественно-патриотические разработки». Комиссия РАН включает в соответствующий список торсионные поля, дерматоглифику, гомеопатию, волновой геном, память воды, эффекты «сверхмалых доз», холодный термоядерный синтез, тотальное экономическое планирование, конвергентные технологии и другие маргинальные идеи¹. В условиях идеологизации политики псевдопатриотическая риторика позволяет носителям маргинальных идей «подняться значительно выше уровня своей некомпетентности» [Сергеев, 2016]. Негативных эффектов тут, пожалуй, два. Во-первых, в этом «мусоре» тонут реальные многообещающие технологии. Во-вторых, снижается авторитет реальных научных исследований вплоть до отторжения новых технологий российским обществом. В самом деле, если рядовой россиянин становится свидетелем разоблачения фильтров Петрика, то он имеет полное право проникнуться недоверием и к не менее непонятным ГМ-технологиям. Таким образом, традиции современного российского отрицания уходят корнями в советское прошлое.

Но существуют и общемировые традиции общественного противодействия новым технологиям. Так, мощным механизмом является дениализм. Дениалисты отрицают факты, которые проти-

¹ За рубежом распространение получили не менее одиозные направления лженауки: лучи, полимерная вода и др.

воречат их убеждениям. Как ни удивительно, дениализм сегодня широко распространен. Почему же люди так азартно отрицают общепризнанное? Зачастую неприятие новых идей – это способ справиться со страхом. Мотивацией бывает и личный интерес: производители сигарет не согласны с тем, что курение вредно, нефтяные корпорации конфликтуют с экологами и климатологами. И, наконец, дениалисты атакуют ученых с противоположной точкой зрения потому, что они якобы участвуют в сложном мондиалистском заговоре [Rosenau, 2012 ; Hansson, 2017].

Не могли пройти мимо ГМ-технологий и так называемые неолуддиты. Неолуддиты проявляют технофобские наклонности и – с общих позиций – критикуют влияние научно-технического прогресса на человека и общество. Неолуддизм соседствует с антиглобализмом, анархопримитивизмом и другими автаркическими тенденциями. Лидером неолуддитских атак на ГМ-технологии является профессор Вандана Шива, индийский философ, активистка-эколог, антиглобалистка и экофеминистка. Несмотря на критику научной общественности, профессор В. Шива весьма активна и имеет многочисленных последователей. Это ей принадлежит тезис о 200 тыс. фермеров, погибших по вине компании Monsanto.

Применительно к отрицанию ГМО отметим еще и так называемую гастрономическую тревожность – пристальное внимание и недоверие к продуктам, выставленным в универсаме. Однако этот тип тревожности – лишь одно из объяснений активного общественного противодействия ГМ-технологиям. В отдельную группу отрицателей выделяются прагматично заинтересованные лица. Это, например, некоторые производители удобрений предыдущего поколения. Со слов маркетологов также хорошо известно, что лейбл «Не содержит ГМО» дает товару определенные преимущества.

Некоторые современные направления ГМ-технологий

Для того чтобы придать предметность этому краткому обсуждению, приведем несколько примеров современных направлений ГМ-технологий в растениеводстве (табл.).

Таблица

**Перспективные успешные направления развития
ГМ-технологий**

№	Цель	Признак	Культура	Полезные аспекты	Потенциальные риски
1	2	3	4	5	6
1	Выведение культур, устойчивых к гербицидам	Устойчивые к гербицидам культуры способны противостоять определенным химическим веществам. Теперь гербициды убивают только сорняки, не причиняя вреда посевам. Культуры разрабатываются для противостояния определенным гербицидам, таким как глифосат и глюфосинат	Хлопок, рапс, соя, кукуруза, сахарная свекла, люцерна, канола	Фермеры смогли замеснить более токсичные гербициды глифосатом и глюфосина- том. Глифосат и глюфосинат более экономичны и безопасны для окружающей среды. Обеспечена эффективная борьба с сорняками, повышающая урожайность. Фермеры теперь не вспахивают землю перед посевом, что снижает выбросы углекислого газа. Отсутствие ручной прополки снижает затраты труда и времени	Сорняки могут стать устойчивыми к гербициду (засоренность экосистемы). Культуры могут зарастить сорняками и стать инвазивными. Поток генов от культур, устойчивых к гербицидам, к диким родственникам или не ГМ-сортам может привести к тому, что дикие культуры приобретут этот признак. Возможны аллергены в продуктах питания и токсичность

1	2	3	4	5	6
2	Выведение культур, устойчивых к насекомым	Повышение содержания бактериального гена (Bt), который вырабатывает белок, токсичный для вредителей	Хлопок, соя, кукуруза, баклажан, сахарный тростник	Сокращение использования пестицидов. Повышение урожайности и доходов фермеров. Снижение затрат на производство. Сокращение выбросов CO ₂ за счет меньшего количества опрыскиваний. Снижение потребности в рабочей силе и времени	Выработка устойчивости у вредителей-мишеней. Перекрестное опыление между ГМ-культурой и родственными видами растений. Возможно нежелательное воздействие на нецелевые виды. Возможны аллергены в продуктах питания и токсичность
3	Выведение люцерны с пониженным содержанием лигнина	В модифицированной люцерне уровень лигнина снижается путем уменьшения экспрессии генов, отвечающих за производство лигнина	Люцерна	Улучшается усвояемость для скота, повышается производство молока. Уборка урожая может быть отложена без ухудшения качества. Это снижает затраты. Нечастая уборка снижает ущерб, наносимый почве и другим культурам. Увеличиваются запасы углеводов в корнях	Перекрестное опыление с не-ГМ-сортами. (Этот риск снижается, так как фермеры собирают урожай до того, как распускаются цветы, и семена не распыляются. Зрелые культуры также производят токсины в почве, который препятствует прорастанию новых семян. Это предот-

**Торможение научно-технологического развития на примере
ГМ-технологий**

					вращает про- растание се- мян при пе- рекрестном опылении.)
1	2	3	4	5	6
4	Яблоки, со- храняющие белизну при срезе	Способность плодов противостоять по- темнению после разрезания. Эти ГМ-яблоки были получены за счет снижения актив- ности полифено- локсидазы, фер- мента, вызывающего по- темнение	Ябло- ня	Вкус и питатель- ная ценность яблок надолго защищены. Меньше отходов, так как плоды дольше остают- ся свежими. Продукты, приго- товленные из яблок, такие как йогурт, моро- женое и смузи, не требуют ста- билизаторов, останавливаю- щих окисле- ние, которое может приве- сти к сверты- ванию молока	ГМ-культуры становятся инвазивны- ми. ГМ-культуры перекрестно опыляют дикие сорта. Возможны аллергены в продуктах питания и токсичность
5	Выведение культур с высоким содержани- ем олеино- вой кисло- ты	Соя с высоким со- держанием олеи- новой кислоты и пониженным со- держанием лино- левой кислоты вы- ведена путем подавления актив- ности фермента, который произво- дит линолевую кислоту	Соя, сафл ор	Увеличивается срок хранения масла. Снижается необ- ходимость гид- рогенизации. Соответственно, подавляется об- разование трансжирных кислот, несущих угрозу здоровью	ГМ-культуры становятся инвазивны- ми. ГМ-культуры перекрестно опыляют дикие сорта. Возможны аллергены в продуктах питания и токсичность

1	2	3	4	5	6
6	Выведение культур с низким уровнем акриламида	Картофель разработан с пониженным содержанием акриламида. А также – устойчивость к позднему фитофторозу, наиболее распространенному заболеванию картофеля. Получено пониженное содержание крахмала, что повышает срок хранения картофеля	Картофель	Акриламид является известным канцерогеном и образуется при жарке картофеля во фритюре. Снижение содержания акриламида полезно для здоровья. Уменьшение количества пятен снижает потери при хранении. Сокращение использования химикатов для подавления прорастания во время хранения	ГМ-культуры становятся инвазивными. ГМ-культуры перекрестно опыляют дикие сорта. Возможны аллергены в продуктах питания и токсичность
7	Выведение культур, устойчивых к вирусам	Папайя, устойчивая к вирусу кольцевой пятнистости. Сквош, устойчивый к вирусам мозаики и желтой мозаики	Папайя, сквош	Сокращение использования химических пестицидов. Снижение затрат на производство. Экономическая эффективность: меньшее воздействие на окружающую среду благодаря сокращению использования химикатов	ГМ-культуры становятся инвазивными. ГМ-культуры перекрестно опыляют дикие сорта. Возможны аллергены в продуктах питания и токсичность

**Торможение научно-технологического развития на примере
ГМ-технологий**

1	2	3	4	5	6
8	Выведение культур с высоким содержанием ликопина	Производит больше ликопина, который имеет красный цвет, и более полезен, чем обычный желтый бета-каротин	Ананас	Ликопин является антиоксидантом, который может предотвратить рак	Возможны аллергены в продуктах питания и токсичность
9	Выведение засухоустойчивых культур	Культуры, которые могут хорошо расти при очень малом количестве воды / дождей / орошения	Сахарный тростник, кукуруза	Меньшее использование воды и ирригации. Засушливые почвы теперь могут использоваться для сельского хозяйства. Экономическая эффективность для фермеров	ГМ-культуры становятся инвазивными. Возможны аллергены в продуктах питания и токсичность

Таблица составлена по различным источникам, связанным с продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН.

Данные таблицы показывают, что приведенные девять направлений разработок относятся и к пищевым, и к техническим культурам. Таким образом, рассматриваемая проблема шире, чем просто обеспечение продовольственной безопасности страны. Речь идет о широком пласте экономической жизни.

В таблице честно показаны и естественные риски культивации ГМ-растений (например, опасность взаимного опыления дикорастущих и ГМ-культур), которые должны купироваться без ажиотажа научными методами, подобно тому как решаются проблемы авиа- и автобезопасности. В отношении ГМ-технологий уже развернуты рациональные процедуры оценки технологий, как это было сделано в отношении искусственного интеллекта или новых фармацевтических средств. Напомним, оценка технологии

отвечает на вопросы о разнообразных краткосрочных и долгосрочных последствиях ее применения.

В рамках оценочных процедур публикуются статьи, в которых предлагаются изучение необходимости внедрения ГМО в продовольственную сферу, оценка рисков, проведение опытов по употреблению в пищу ГМ-продуктов и оценка последствий для здоровья человека (см., например: [Гузырь, 2015]).

Заключение

Достижение научного консенсуса в пользу ГМ-технологий уже просматривается на горизонте. Предвестником его является уже упомянутая весьма разумная Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019–2027 гг. История науки знает немало идей, достигших признания либо консенсуса с запозданием [Егерев, 2022]. Это, например, модель адсорбции атомов или молекул у поверхности раздела фаз, новый взгляд на роль и возможные применения наночастиц золота в коллоидных растворах, модель графенов, теория дрейфа материков, теория симбиогенеза и др. После достижения научного консенсуса возможна вторая стадия – более продуктивный диалог с обществом в интересах ускорения разрешительных процедур. Завершение второй стадии, как правило, означает компромисс в различных формах. Например, предупреждающие надписи на товарах все еще сохраняются, но легальное выращивание некоторых ГМ-культур уже возможно.

В некоторых странах обе стадии успешно пройдены. Количество стран, официально разрешивших возделывание той или иной культуры, постоянно возрастает, и к 2022 г. оно составило 29 (рис. 2). Светлый тон на карте не означает, что та или иная страна полностью отдала свои площади под ГМ-культуры, он означает, что в этих странах уже имеет место диверсификация агротехнологий. Некоторые страны сосредоточились на выведении одной-двух культур. Например, в Испании выводят устойчивую к насекомым сою, в Аргентине выводят люцерну с пониженным содержанием лигнина, в Индонезии сосредоточились на выведении засухоустойчивого хлопка. Успех монокультурной стратегии открывает возможность расширения спектра ГМ-культур.

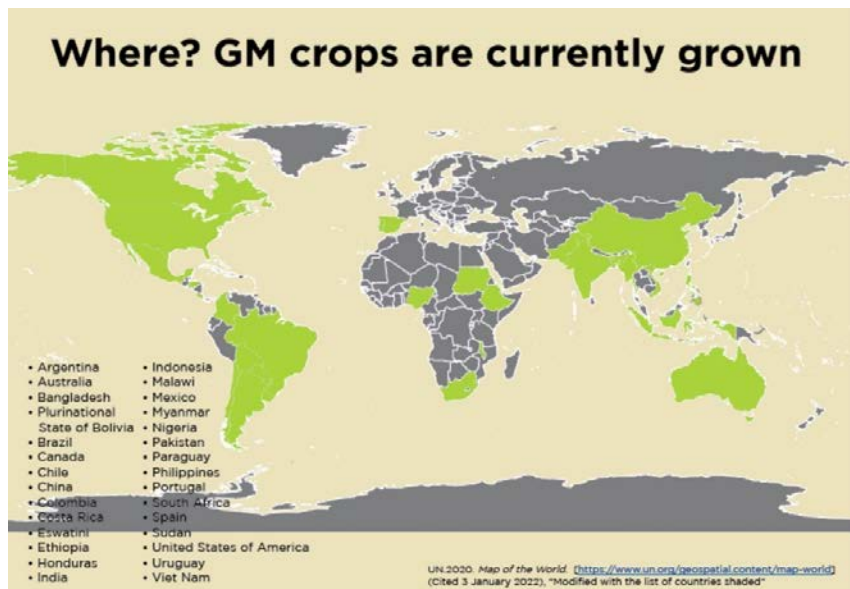


Рис. 2. Страны, официально возделывающие ГМ-культуры

Источник: Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/3/cb8375en/cb8375en.pdf>

Карта также показывает, что Россия наряду с большинством европейских стран пока не перевела значимые усилия по развитию ГМ-технологий в легальное русло. Развивающиеся страны, еще не отмеченные светлым тоном, имеют свои индивидуальные траектории модернизации агротехнологий и проблемы ГМ-внедрения. Эти страны, даже под угрозой голода, не только стремятся обезопасить себя от генетического заражения, мутации чистых биологических видов, но и преследуют политические цели. Они стараются сохранить независимость от транснациональных корпораций, ведущих крайне агрессивную политику по внедрению ГМ-технологий. Эта осторожность – возможно, чрезмерная – право развивающихся стран.

В России мы, по-видимому, приближаемся ко второй стадии, которая может затянуться. Даже после достижения научного консенсуса, вероятно, будет иметь место длительное противостояние

акторов – представителей власти, ученых, общественности, производителей. Пока же в результате этого противостояния мы имеем «возвратно-поступательную» динамику нормотворчества, а также неконтролируемое и не признаваемое официально выращивание ГМ-культур в России. И потом государство вынуждено будет их признать уже по факту.

Список литературы

Богатырева Н.В., Николайченко Н.В. Проблема применения административной ответственности за нарушение запрета коммерческого выращивания ГМО в России // *Аграрный научный журнал*. – 2021. – № 1. – С. 4–7.

Гельфанд М.С., Жуков Б. Со страхом и упреком : беседа // *Отечественные записки*. – 2013. – № 1. – С. 95–102.

ГМО : запретить нельзя поддерживать [Электронный ресурс] // Портал «Знание – сила». – 2018. – 10.06. – URL: <https://znanie-sila.ru/themes/sobstvennoe-mnenie/gmo-zapretit-nelzya-podderzhivat> (дата обращения: 15.09.22)

Гузырь В.В., Горюнова Н.Н. Генетическая модификация организмов и продовольственная безопасность в современном мире // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2015. – № 6-1. – С. 99–102.

Егеров С.В. Спящие красавицы: кто они? // *Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 8: Науковедение*. – 2022. – № 3. – С. 113–123.

Казанцева А. В интернете кто-то неправ! Научные исследования спорных вопросов. – Москва : Corpus (ACT), 2016. – 376 с.

Медведкина Д.А. Противоречия формирования правовой политики Российской Федерации в области геномной инженерии // *Экологическая генетика*. – 2016. – № 1. – С. 34–48.

Панчин А. Сумма биотехнологий. Руководство по борьбе с мифами о генетической модификации растений, животных и людей. – Москва : Corpus (ACT), 2016. – 214 с.

Роспотребнадзор предложил использовать ГМО в сельском хозяйстве : это укрепляет здоровье [Электронный ресурс] // *gazeta.ru*. – 2012. – 07.06. – URL: https://www.gazeta.ru/business/news/2012/06/07/n_2378677.shtml (дата обращения: 15.09.22)

Сергеев А. Актуальные лженаучные тренды в России [Электронный ресурс] // Комиссия по борьбе с лженаукой при Президиуме Российской академии наук. – 2016. – URL: <http://klnran.ru/2016/09/trends/> (дата обращения: 15.09.22)

Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019–2027 годы. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <https://old.minobrnauki.gov.ru/ru/activity/fntp/fntpgen/index.php> (дата обращения: 15.09.22).

Хайтун С.Д. Угроза гибели цивилизации по вине ученых останется с человечеством навсегда [Электронный ресурс] // НГ-Наука. – 2022. – 13.09. – URL: https://www.ng.ru/science/2022-09-13/9_8538_sociopaths.html (дата обращения: 15.09.22).

Joint FAO/WHO Meeting on pesticide residues. Summary Report. – Geneva : FAO/WHO, 2016. – 9–13 May. – 6 p.

Hansson S.O. Science denial as a form of pseudoscience // Studies in history and philosophy of science. Part A. – 2017. – Vol. 63. – P. 39–47.

Marshall A. GM soybeans and health safety – a controversy reexamined // Nature biotechnology. – 2007. – Vol. 25, N 9. – P. 981–987.

Rosenau J. Science denial : a guide for scientists // Trends in microbiology. – 2012. – Vol. 20, N 12. – P. 567–569.

References

Bogatyreva N.V., Nikolaychenko N.V. Problem of application of administrative responsibility for violation of prohibition of commercial GMO cultivation in Russia // Agrarian scientific journal. – 2021. – N 1. – P. 4–7. (in Russ.).

Egerev S.V. Sleeping beauties : who are they? // Social sciences and humanities. Domestic and foreign literature. Series 8 : Studies of science. – 2022. – N 3. – P. 113–123 (in Russ.).

Federal scientific and technical program for the development of genetic technologies for 2019–2027 [Electronic resource] // Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation. – URL: <https://old.minobrnauki.gov.ru/ru/activity/fntp/fntpgen/index.php> (date of access: 15.09.22) (in Russ.).

Gelfand M.S., Zhukov B. With fear and reproach. Talk // Otechestvennye zapiski. – 2013. – N 1. – P. 95–102 (in Russ.).

GMO : banning cannot be supported [Electronic resource] // «Knowledge – power». – 10.06.2018. – URL: <https://znanie-sila.ru/themes/sobstvennoe-mnenie/gmo-zapretit-nelzya-podderzhivat> (date of access: 15.09.22) (in Russ.).

Guzyr V.V., Goryunova N.N. Genetic modification of organisms and food security in the modern world // International journal of applied and fundamental research. – 2015. – N (6-1). – P. 99–102 (in Russ.).

Joint FAO/WHO Meeting on pesticide residues. Summary Report. – Geneva : FAO/WHO, 2016. – 9–13 May. – 6 p.

Haitun S.D. The threat of the death of civilization through the fault of scientists will remain with the humanity forever. [Electronic resource] // NG-Nauka. – 13.09.2022. – URL: https://www.ng.ru/science/2022-09-13/9_8538_sociopaths.html (date of access: 15.09.22) (in Russ.).

Hansson S.O. Science denial as a form of pseudoscience // Studies in history and philosophy of science. Part A. – 2017. – Vol. 63. – P. 39–47.

Kazantseva A. Somebody is wrong on the Internet! Scientific research of controversial issues. – Moscow : Corpus (AST), 2016. – 376 p. (in Russ.).

Medvedkina D.A. Contradictions in the formation of the legal policy of the Russian Federation in the field of genetic engineering // *Ecological genetics*. – 2016. – N 1. – P. 34–48.

Marshall A. GM soybeans and health safety – a controversy reexamined // *Nature biotechnology*. – 2007. – Vol. 25, N 9. – P. 981–987.

Panchin A. The sum of biotechnology. A guide to the myths of genetic modification of plants, animals and humans. – Moscow : Corpus (AST), 2016. – 214 p. (in Russ.).

Rospotrebnadzor suggested using GMOs in agriculture : it strengthens health [Electronic resource] // *gazeta.ru*. – 07.06.2012. – URL: https://www.gazeta.ru/business/news/2012/06/07/n_2378677.shtml (date of access: 15.09.22) (in Russ.).

Rosenau J. Science denial : a guide for scientists // *Trends in microbiology*. – 2012. – Vol. 20, N 12. – P. 567–569.

Sergeev A. Actual pseudoscientific trends in Russia. [Electronic resource] // Commission to combat pseudoscience at the Presidium of the Russian Academy of Sciences, 2016. – URL: <http://klnran.ru/2016/09/trends/> (date of access: 15.09.22).