

УДК 631.523

Савина Ольга Васильевна

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

Академия ФСИН России

e-mail: savina-999@mail.ru

Торженова Татьяна Владимировна

кандидат экономических наук, доцент,

Рязанский государственный радиотехнический университет

имени В.Ф. Уткина

e-mail: tanyatorg@yandex.ru

Аннотация. В статье дается анализ понятия «генетически-модифицированные организмы», приводится схема их создания. Рассмотрено современное состояние производства генетически-модифицированных культур в мире. Проанализирован вопрос неоднозначного отношения к ГМО среди ученых и общественности в мире и в России. Показаны перспективы развития новых направлений биотехнологии в нашей стране, в том числе и технологии геномного редактирования. Дан анализ ряда правительственных документов, принятых в России в последние годы, направленных на развитие и государственную поддержку новейших направлений биотехнологии.

Ключевые слова: ГМО, трансгенные (генетически-модифицированные) растения, новейшие направления биотехнологии, геномное редактирование, продовольственная безопасность.

Savina Olga Vasilyevna

ScD (Agricultural Sciences), Professor

Academy of the Federal Penitentiary Service of Russia,

savina-999@mail.ru

Torzhenova Tatyana Vladimirovna

PhD (Economy), associate professor

Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin

tanyatorg@yandex.ru

Abstract. The article analyzes the concept of "genetically modified organisms" and provides a scheme for their creation. The current state of production of genetically modified crops in the world is considered. The issue of ambiguous attitudes towards GMOs among scientists and the public in the world and in Russia is analyzed. The prospects for the development of new areas of biotechnology in our country, including genomic editing technology, are shown. The analysis of a number of government documents adopted in Russia in recent years aimed at the development and state support of the latest areas of biotechnology is given.

Keywords: GMO, transgenic (genetically modified) plants, the latest trends in biotechnology, genomic editing, food security.

Генно-модифицированные организмы: угроза или путь к решению проблемы обеспечения продовольственной безопасности страны?

Genetically modified organisms: a threat or a way to solve the problem of ensuring the country's food security?

Производство генно-модифицированных организмов и использование их в пищевых продуктах вот уже более 30 лет, с момента начала их промышленного производства, будоражит умы миллионов людей во всем мире, вызывая самые разнообразные реакции – от похвальных од до полного отрицания. Причем большинство потребителей на вопрос «Хотели бы вы потреблять продукты с содержанием ГМО?» отвечают отрицательно, не подозревая при этом, что эти самые ГМО и ГМИ давно присутствуют в нашем питании, да и в других сторонах нашей жизни (корма для животных, лекарственные препараты, вакцины и пр.) [6] .

Термином «генно-модифицированные организмы» называют живые организмы, генотип которых был изменен с помощью методов генной инженерии. По определению Всемирной организации здравоохранения «ГМО — это организмы, чей геном был изменен, причем такие изменения были бы невозможны в Природе» [4, с. 83].

Генная инженерия, в свою очередь – это прикладная область биотехнологии, разрабатывающая приёмы, методы и технологии выделения генов из одного организма (донора) и введения их после осуществления определенных манипуляций в другие организмы (реципиенты). Цель этих приёмов - изменение наследственного генетического аппарата организма-реципиента для приобретения им желательных хозяйственно-полезных признаков. В результате таких манипуляций создаются измененные формы жизни, которых не было раньше (созданные таким образом организмы называют трансгенными).

Генная инженерия нашла широкое применение в самых разнообразных отраслях нашей жизни – в сельском хозяйстве, микробиологической, фармакологической, пищевой промышленности. Но, пожалуй, наиболее значимое направление по разнообразию и использованию технологий генной инженерии – это создание генетически-модифицированных растений.

Желание улучшать сорта сельскохозяйственных культур путем развития у них различных хозяйственно-полезных признаков – повышения урожайности, устойчивости к вредителям, болезням и пр., присутствовало у селекционеров всегда, собственно это и было целью традиционной селекции. Однако настоящий бум в этой области начался по мере накопления теоретических знаний в области генной инженерии и появления практических методик, с помощью которых стало возможным внедрение желательного признака в геном растительного организма.

На рис. 1 представлен путь создания новых сортов сельскохозяйственных растений с помощью методов традиционной селекции и генной инженерии.

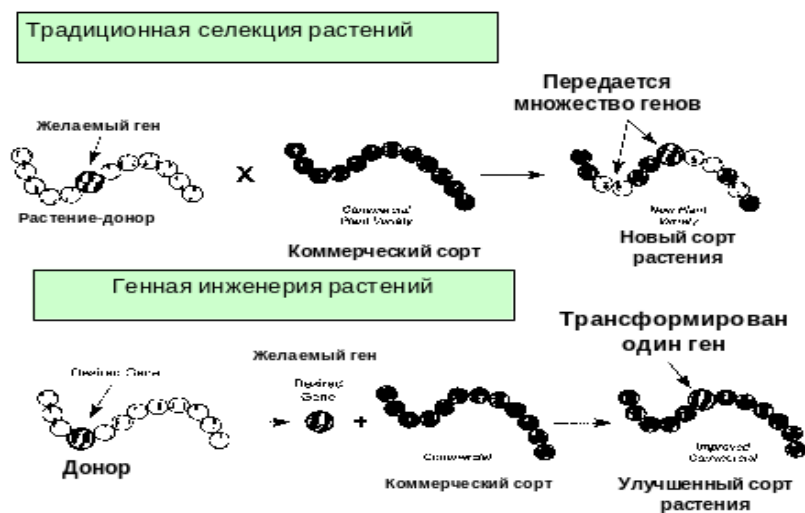


Рис. 1. Схема создания генно-модифицированных сортов растений [10]

Как видим, внедрение генов в ДНК растения-реципиента методами генной инженерии коренным образом отличается от комбинирования материнских и отцовских хромосом, происходящем при естественном скрещивании. Если в традиционной селекции путем скрещивания передается множество генов, то при генной инженерии передается только один желаемый ген, взятый у вида донора [10]. Однако, многие ученые считают, что искусственное добавление чужеродных генов сильно нарушает точно отрегулированный генетический контроль нормальной клетки [8].

В качестве донора желательных генов может выступать любой живой организм (от вируса до человека). Например, при создании морозоустойчивого сорта томата был использован ген глубоководной камбалы. Донором нужных генов при создании сортов сои и кукурузы, устойчивых к действию гербицидов, явился род грамотрицательных бактерий *Agrobacterium*. Использование гена колорадского жука позволило создать сорт картофеля, не повреждаемый этим насекомым. Путем внедрения гена яда скорпиона был создан сорт цветной капусты, устойчивый к повреждению гусеницами [5].

Генетическая трансформация растений ускоряет селекционный процесс, она позволяет прививать новые «полезные» для людей признаки, такие как большая урожайность, скорость роста, устойчивость к болезням, вредителям, стрессовым факторам и т.д., значительно быстрее, чем при традиционной селекции, что делает применение методов генной инженерии в селекции сельскохозяйственных культур весьма привлекательным.

Первые разработки в области создания генетически модифицированных растений начались еще в 80-х годах прошлого века в США. У истоков их стоит бывшая военная химическая компания Monsanto. На сегодняшний день эта крупнейшая в мире транснациональная компания является мировым лидером в агrobiотехнологии, и в частности в производстве генетически модифицированных семян.

В промышленном масштабе трансгенные растения впервые появились на рынке США в 1994 году, а уже в 1999 году такие растения были высажены на площади в 40 млн. га. По данным М.Н. Дудина, в 2018 году 70 стран мира, так или иначе, использовали генно-модифицированные продукты. Из них в 28 странах ГМ-растения производятся в промышленном масштабе, а в 44 – импортируются [5]. На рисунке 2 показано распространение генно-модифицированных культур в мире в 2018 год.

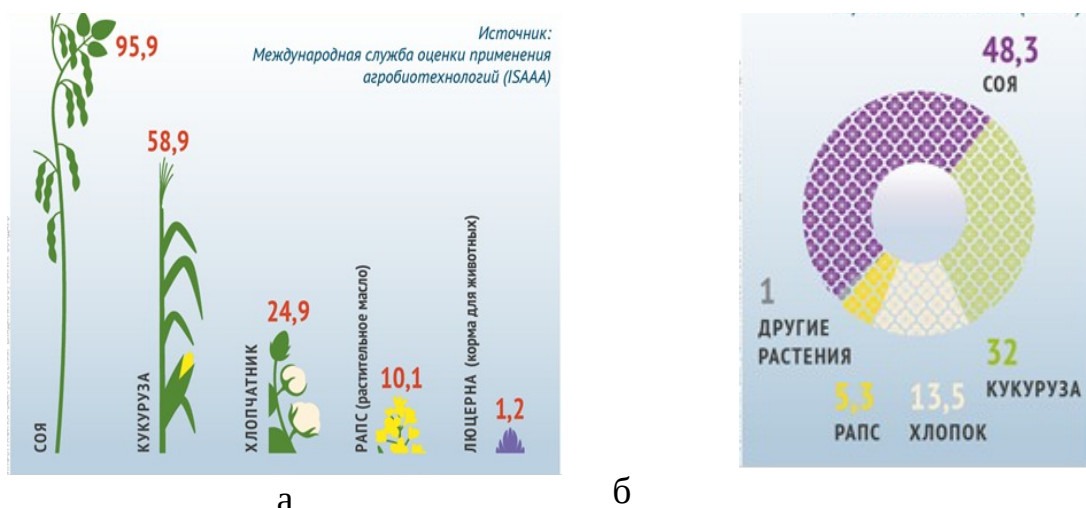


Рис. 2. Распространение ГМ-культур в мире, 2018 г.: а – площадь посевов под ГМ-культурами, млн.га; б – структура мирового производства ГМ-культур, % (данные Международной службы оценки применения агrobiотехнологий (ISAAA))

Как видим из представленных данных, общая площадь под ГМ-культурами составляет около 190 млн. га. Наибольшие объемы производства среди всех ГМО-культур принадлежат сое - 96 млн. гектаров или более 48 %. В 2018 году почти 78% всей выращенной в мире сои приходилось на генномодифицированную. Лидером по производству этой культуры является США, а первенство по экспорту принадлежит Бразилии.

После сои самой распространенной ГМО-культурой является кукуруза. Она занимает 59 млн. гектаров посевных площадей или 32 %. В 2018 году 30% всего мирового урожая кукурузы приходилось на генномодифицированную. Также велика доля среди ГМ-культур – хлопчатника, рапса и люцерны.

На сегодняшний день работы по созданию ГМ-растений продолжают расширяться, вовлекая в генные модификации все больше и больше сельскохозяйственных и декоративных культур. Как отмечается в работе З.Р. Вершининой с соавторами, по состоянию на март 2020 г. в мире насчитывалось уже свыше 500 производственных ГМ-линий, принадлежащих к 32 видам растений [4]. Однако, несмотря на столь широкое распространение ГМ-культур, отношение к ним среди ученых и общественности весьма неоднозначное: во всем мире до сих пор не утихают споры о пользе или вреде продуктов генной инженерии.

В первом десятилетии XXI века большинство ученых высказывали серьезные опасения в безопасности трансгенных растений для человека и окружающей среды. В мире известно более 1500 научных работ, показывающих опасность выращивания и использования в пищу трансгенных продуктов. Среди потенциальных угроз от потребления ГМ-продуктов в пищу указывается аллергенность, мутагенность таких продуктов, приобретение устойчивости к антибиотикам и изменение иммунного статуса человека. Риск для окружающей среды, по мнению ученых, заключается в нежелательном переопылении модифицированных растений с немодифицированными дикорастущими и культурными видами, в результате чего может, например, развиться устойчивость сорняков к гербицидам [8]. Поэтому производство и навязывание использования в пищу трансгенных растений расценивалось учеными-противниками ГМО как одна из серьезнейших угроз экологии и здоровью человека.

Справедливости ради следует сказать, что на сегодняшний день накоплена уже достаточно большая доказательная база научных публикаций, высказывающих противоположную точку зрения: во всем мире опубликовано около 2000 научных работ, показывающих безопасность и экономическую целесообразность использования ГМО в сельскохозяйственной практике [5]. Здесь следует упомянуть глубокий критический анализ проблемы производства и использования ГМ-культур, приведенный в статье с эпическим названием «ГМО запретить невозможно разрешить», в которой авторы на основании анализа 127 отечественных и зарубежных научных источников предоставляют достаточно убедительные, на наш взгляд, доказательства надуманности и необоснованности выдвигаемых против ГМО обвинений [4]. Статья подписана десятью авторами, которых трудно обвинить в некомпетентности и непрофессиональном подходе к изучаемому вопросу: все они являются сотрудниками Института биохимии и генетики Уфимского ФИЦ Российской академии наук.

Несмотря на консенсус, достигнутый к настоящему времени в научном сообществе по вопросу целесообразности использования ГМО для решения проблем продовольственной безопасности, в общественном мнении многих стран продолжает существовать негативное отношение к производству и потреблению в пищу генетически модифицированных организмов. Причем наблюдается такое отношение на самых разных уровнях - как на уровне государства, так и на уровне населения. В Европе, например, существует семь стран, входящих в ЕС, в которых законом полностью запрещено выращивание и использование ГМО, среди них - Австрия, Венгрия, Италия и ряд других. Аналогичный запрет существует и в Японии. Хотя стран, в которых нет запрета на ГМ-культуры, в мире все-таки большинство, и среди них лидирует США, на долю которых приходится более 39 % всех мировых посевов ГМ-культур [1].

Некоторые специалисты сельского хозяйства высказывают достаточно серьезные опасения, что применение ГМО дает быстрый экономический

эффект только в краткосрочной перспективе. Но в долгосрочной перспективе этот эффект может пропасть или даже стать отрицательным, так как широкое распространение мнения о полной безопасности технологий культивирования ГМО и связанных с ними ядохимикатов приводит к массовым нарушениям технологии выращивания таких культур. Например, при выращивании ГМ-сортов, устойчивых к гербицидам, может быть существенно превышено количество применяемых ядохимикатов, что приведет к накоплению этих опасных веществ в почве и продукции. В результате нарушений доз вносимых препаратов сорняки могут выработать устойчивость к ним, продукция – снизить показатели безопасности, а почва – потерять плодородные свойства [8]. Надо сказать, что такие опасения имеют под собой основание, но только относятся они скорее не к самим ГМ-культурам и технологии их создания, а к тем, кто их культивирует.

Что же касается отношения к ГМО в России, то оно на сегодняшний день довольно неоднозначное. Так, в июле 2016 года вступил в силу Федеральный закон №358, который предусматривает порядок использования генно-модифицированных растений и животных для производства продуктов питания [13]. Приведем здесь основные положения этого документа:

- использование ГМО дозволено сугубо в научно-исследовательских целях;
- запрещено возделывать трансгенные растения и разводить ГМ-животных на территории страны;
- в Россию не разрешается импортировать семена генно-модифицированных растений.

При этом закон не запрещает ввоз и реализацию на территорию РФ трансгенных продуктов, но оговаривает возможность наложения вето на импорт определенных товаров, для которых установлена определенная степень влияния на организм человека и окружающую среду. Кроме того, с 2007 года в России действует норма, согласно которой пищевые продукты, содержащие более 0,9% генетически модифицированных ингредиентов, подлежат обязательной маркировке с целью доведения этой информации до потребителя (Постановление №80 от 30.11.2007 «О надзоре за оборотом пищевых продуктов, содержащих ГМО»).

Запрет на ввоз и выращивание в промышленных масштабах генетически модифицированных организмов (как растительных, так и животных) подтвержден и в новой редакции «Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», утвержденной Указом Президента РФ от 21 января 2020 г. №20. Среди основополагающих национальных интересов государства в сфере продовольственной безопасности выделено «недопущение ввоза на территорию Российской Федерации генно-инженерно-модифицированных организмов с целью их посева, выращивания и разведения, а также их оборота; запрещение выращивания и разведения животных, генетическая программа которых изменена методами генной инженерии или которые содержат генетический материал искусственного происхождения, а также контроль за ввозом и оборотом продовольственной

продукции, полученной с использованием генно-инженерно модифицированных организмов (за исключением ввоза и посева генно-инженерно-модифицированных организмов, выращивания растений и разведения животных при проведении экспертиз и научно-исследовательских работ)» (11, гл. 2, п. 7-3).

Тем не менее, практика показывает, что, несмотря на законодательный запрет, ГМ-растения в России выращиваются, и не только в научных целях. Так, в 2020 году инспекторы Россельхознадзора пресекли выращивание в промышленных посевах генетически модифицированного рапса в Нижегородской области и ГМ-сои в Волгоградской области. В 2020 году экспертами ВГНКИ проведено 6,7 тысяч исследований проб зерна, кормов и кормовых добавок. В 5,1 % проб обнаружены ГМО (342 пробы). Из 1,2 тысячи исследованных образцов продукции, произведенной в России, ГМО были выявлены в 49 пробах [3].

Тут можно согласиться с мнением З.Р. Вершининой с соавторами, приведенным в уже упомянутой статье, что невозможно уже остановить или запретить распространение по планете генетически модифицированных растений [4]. Формирование политики инновационного развития сельского хозяйства без использования современных достижений биотехнологии сегодня практически невозможно. В противном случае возникает риск технологического отставания нашей страны в такой жизненно важной отрасли экономики с точки зрения обеспечения продовольственной безопасности как агропромышленный сектор.

Однако, несогласованность российского законодательства делает чрезвычайно затруднительным широкомасштабное использование технологий генной инженерии в сельском хозяйстве. Безусловно, действующий в стране запрет на выращивание на отечественных полях ГМ-культур, созданных в других странах, имеет смысл. Ведь в нашей стране есть свой научный потенциал, способный создавать собственные улучшенные сорта с использованием методов генной инженерии. И работы в этом направлении ведутся, они не запрещены. Но при этом складывается весьма неоднозначная ситуация. С одной стороны, ученым разрешают вести подобные работы, и даже проводить испытания созданных ГМ-культур, а с другой стороны, практический выход результатов научных исследований российских ученых в промышленные масштабы практически невозможен из-за наличия законодательных запретов. И разрешить эту дилемму может только изменение действующего законодательства, в том числе и в области действующей терминологии, которая, по мнению многих ученых, уже устарела [2].

Мировые тенденции в развитии генной инженерии сегодня привели к появлению новых направлений в сельскохозяйственной биотехнологии, среди которых следует отметить, прежде всего, создание растений с применением геномного редактирования. Как отмечают исследователи, работающие в этом направлении, растения с редактированными геномами несут не чужеродные гены, а точечные замены одиночных нуклеотидов в

каком-то участке собственного гена на другие. В определенном смысле такие растения уже не являются трансгенными культурами, а представляют собой новый этап направленного улучшения сельскохозяйственных растений, лишенных некоторых недостатков ГМО [7].

В последнее время в РФ появился ряд правительственных документов, направленных на развитие и государственную поддержку новейших направлений биотехнологии в нашей стране. Так, в «Стратегии национальной безопасности», утвержденной Указом президента № 400 от 02.07.2021 г., к числу важнейших задач по обеспечению национальной безопасности страны отнесено развитие перспективных высоких технологий, в том числе генной инженерии. О необходимости развития российских генетических технологий говорится и в «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 [12].

К числу таких технологий отнесено, прежде всего, создание новых сортов сельскохозяйственных культур с применением геномного редактирования. В стране уже начато финансирование работ в этом направлении.

Постановлением Правительства РФ от 22 апреля 2019 года № 479 утверждена «Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019 - 2030 годы» (последние изменения в документ внесены 15 октября 2024). Основной целью Программы является «комплексное решение задач ускоренного развития генетических технологий, в том числе технологий генетического редактирования». В Программе приведены количественные индикаторы - сколько сортов сельскохозяйственных растений с отредактированными геномами должно быть создано российскими учеными к 2030 году. Намечены источники и объемы финансирования работ в данном направлении [9].

Таким образом, реализация указанных правительственных документов позволит изменить существующее отрицательное отношение к ГМО на государственном уровне, создать и внедрить в промышленных масштабах отечественные передовые технологии генной инженерии, являющиеся основой конкурентоспособности нашего государства и реализации стратегических национальных приоритетов в сфере достижения продовольственной безопасности нашей страны.

Литература

1. Анисимов А. П., Милина Н. В. Актуальные проблемы обеспечения продовольственной безопасности в России в контексте глобальных вызовов современности //Аграрное и земельное право. 2019. №. 9. С. 34-38.
2. Богатырева Н.В. Применение геномных технологий в растениеводстве как объект административно-правового регулирования // Материалы межвузовской научной конференции на базе кафедры административного и финансового права Юридического института

Российского университета дружбы народов. Российский университет дружбы народов. 2019. С. 83-90.

3. В России изменят законодательство в отношении генно-модифицированных организмов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vetandlife.ru/sobytiya/v-rossii-izmenyat-zakonodatelstvo-v-otnoshenii-genno-modificirovannyh-organizmov/>

4. ГМО запретить невозможно разрешить!/ Вершинина З.Р., Кулуев Б.Р., Максимов И.В. и др. // Биомика. 2020. Т.12(1). С. 80-120. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2020-6

5. Дудин М. Н. Трансгенные организмы (ГМО) в сельском хозяйстве: объективная необходимость в целях обеспечения глобальной продовольственной безопасности или способ увеличения прибыли ТНК АПК // Продовольственная политика и безопасность. 2020. Т. 7, № 2. С. 107-120. DOI 10.18334/ppib.7.2.100666

6. Криштафович Д. В., Криштафович В. И. Исследование отношения потребителей московского региона к проблеме использования генно-модифицированных организмов при производстве пищевых продуктов // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2018. № 1. С. 101-107.

7. Мирошниченко Д.Н., Шульга О.А., Тимербаев В.Р., Долгов С.В. Достижения, проблемы и перспективы получения нетрансгенных растений с отредактированным геномом. // Биотехнология. 2019. Т.35(1). С. 3-26. DOI: 10.21519/0234-2758-2019-35-1-3-26.

8. О вреде ГМО и биооружия [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://realnoevremya.ru/articles/55968-uchenyy-biolog-irina-ermakova-o-vrede-gmo-i-biooruzhii>

9. Постановление Правительства РФ от 22 апреля 2019 г. N 479 "Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019 - 2030 годы" (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201904230021>

10. Родионова А.Е. Потенциальные опасности, связанные с использованием генетически модифицированных организмов в пищу человека //Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 11. С. 708-714.

11. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 "Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации". [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/>

12. Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 "О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации"[Электронный ресурс]. - URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353/>

13. Федеральный закон "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности"

от 03.07.2016 N 358-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200732/

14. Актуальные проблемы обеспечения продовольственной безопасности в условиях санкций недружественных государств : монография / [А.В. Суглобов, В.А. Седых, А.В. Родионов, О.В. Савина] ; под ред. А.Е. Суглобова. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2024. – 248 с