

ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Л.Н. Панфилова.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Статья раскрывает проблему использования человеком генетически-модифицированных организмов.

Ключевые слова: генетически модифицированный организм, мутагенез, генная инженерия, селекция, гибридизация, пестицидоустойчивость, гербицидоустойчивость

GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS

L.N. Panphilova.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article reveals the problem of using genetically modified organisms.

Keywords: genetically modified organism, mutagenesis, genetic engineering, breeding, hybridization, pesticideproducing, herbicidetolerant

Необходимость соблюдения экологически обоснованных пределов человеческой деятельности академик Н. Моисеев назвал экологическим императивом – совокупностью запретов и соблюдением непрременных ограничений потребления и использования природных ресурсов. Они касаются каждого и должны проявляться во всех сферах человеческой деятельности: и на производстве, и в потреблении, и в быту. Формированию экологической нравственности препятствует идеология потребительского общества, которая господствует в большинстве стран, в том числе и в России.

Необходимость доказательств безопасности генетически модифицированных продуктов (ГМ-продуктов) следует из несовершенства методов получения трансгенных организмов и неполноты наших фундаментальных знаний о «работе» генома высших организмов» [1]. Ситуация с отношением общества к генетически модифицированным организмам усугубляется низким уровнем знаний населения в области биологии: сокращение программы изучения биологии и дисциплин естественнонаучного цикла в школьной программе. Не остаются в стороне и средства массовой информации, то и дело подбрасывая испуганному населению научно недоказанные факты о генетически модифицированных организмах (ГМО). Слова «трансгенный» и «ГМО» вызывают страх. По этому поводу среди ученых-биотехнологов бытует анекдот: «Люди думают, что трансгенная пища вредна тем, что в ней есть гены, а в обычных продуктах никаких генов нет».

В чем преимущества технологий генной инженерии над селекцией? Стоит ли задействовать технологии генной инженерии для обеспечения продовольственной безопасности России? Данная статья посвящена этим вопросам.

Отвечая на первый вопрос, необходимо сказать, что в самом начале своего развития селекция была основана на явлении естественной генетической изменчивости. Позже люди научились искусственно создавать комбинативную изменчивость, то есть новую комбинацию генов в потомстве методом гибридизации. В последние же десятилетия используется мутационная изменчивость (мутагенез). Принцип селекции всегда оставался неизменным – отбор ценных генотипов. Результат известен – современные виды капусты совершенно не похожи на своих далеких предков, а початки кукурузы сегодня примерно

в 10 раз больше тех, что выращивались пять тысяч лет назад. Но, к сожалению, КПД селекции очень низок – из тысяч и десятков тысяч исходных растений селекционер выводит всего один–два сорта.

Что же касается генной инженерии, то она в сельском хозяйстве помогает получать новые сорта растений и породы животных с заранее заданными свойствами. В то время как традиционная селекция переносит всего один ген представителей одного и того же вида, технологии генной инженерии позволяют переносить целый набор различных генов организмов, относящихся к разным видам, а порой и к разным классам. Генетическая модификация отличается целенаправленным изменением генотипа организма в отличие от случайного, характерного для естественного и искусственного мутагенеза. В результате получают организмы (гибриды) с новыми признаками, которые нельзя получить путем скрещивания с близкородственными видами, и, кроме того, желаемый результат достигается гораздо быстрее, чем в селекции. При этом ни один новый ген человечеством еще не создан, генная инженерия оперирует лишь с генами, имеющимися в природе. Организмы, полученные таким путем, называют «генетически модифицированными организмами» или «ГМО».

ГМО называют живой организм, генотип которого был искусственно изменен при помощи методов генной инженерии: в него были перенесены гены из других организмов (их называют «трансгенами») [2]. Сегодня механизм переноса генов изучен подробно и популярно изложен в работах многих биологов мира [3–5]. Коротко этот процесс можно описать так:

1. Получение изолированного гена.
2. Введение гена в вектор для переноса в организм.
3. Перенос вектора с геном в модифицируемый организм.
4. Преобразование клеток организма.
5. Отбор генетически модифицированных организмов и устранение тех, которые не были успешно модифицированы.

Первые трансгенные микроорганизмы были получены в начале 70-х гг., а первые трансгенные сельскохозяйственные растения и животные появились значительно позже – в середине 80-х гг. Трансгенные микроорганизмы, к примеру, широко используются в фармацевтической и пищевой промышленности. Такие препараты, как инсулин, интерферон, интерлейкин, в основном получают генно-инженерным способом. Сегодня с применением методов генной инженерии выпускается около 25 % всех лекарств в мире. Некоторые генетически модифицированные микроорганизмы эффективно перерабатывают промышленные отходы. Трансгенные животные чаще всего используются в качестве биореакторов – продуцентов нужных белков, в основном лекарственных препаратов или ферментов для пищевой промышленности. Например, в России выведена порода овец, вырабатывающих вместе с молоком и фермент, необходимый в производстве сыра. Создание таких животных довольно трудоемко и известно два основных способа их получения. Первый – инъекция чужеродной ДНК в зиготу (оплодотворенную яйцеклетку) с ее последующей пересадкой в организм самки. Второй – инъекция трансформированных эмбриональных стволовых клеток в эмбрион. Направления использования трансгенных животных весьма разнообразны. Одним из них является создание животных с улучшенными хозяйственными признаками: повышенной продуктивностью (например, усиление роста шерсти у овец), с измененными свойствами молока, с устойчивостью к болезням или повышенной плодовитостью. Другой – использование в качестве биофабрик по наработке различных медицинских препаратов (инсулина, интерферона, фактора свертываемости крови и гормонов), которые выделяются с молоком.

В ближайшей перспективе – использование трансгенных животных в качестве моделей для изучения наследственных заболеваний человека, а также в качестве источников органов и тканей для трансплантологии.

Но вернемся к трансгенным растениям. Современные гербициды значительно эффективнее и экологически безопаснее своих предшественников, но они действуют на всю растительность подряд, не разделяя на культурные растения и сорняки, поэтому их использовали до высадки растений или после уборки урожая. С появлением технологии генетической трансформации стало возможным встраивать в растения гены, которые делают их нечувствительными к таким гербицидам. Таким образом, после обработки гербицидом сорняки гибнут, а трансгенные культуры – нет.

Для придания устойчивости к вредителям чаще всего используется ген Bt-токсина, выделенный из бактерии *Bacillus thuringiensis*. Препараты этой бактерии уже около 50 лет применяются в сельском хозяйстве в качестве безопасного для людей и животных биоинсектицида, но они быстро теряют активность и поэтому их доля в мировом производстве инсектицидов составляет менее 2%. Токсин бактерии поражает кишечник вредителей, питающихся растениями, причем с очень высокой специфичностью. При встраивании гена растение начинает вырабатывать токсин самостоятельно. А, значит, отпадает необходимость обработки культур опасными химическими инсектицидами. То есть, если сейчас человечество откажется от использования ГМО, то ему придется вернуться к пестицидам, гербицидам. В 1939 г. немецкое правительство подписало указ, согласно которому все сельское хозяйство Германии должно было стать органическим, натуральным. Земледельцам было разрешено использовать только органические удобрения, дождевых червей и компост. Эксперимент, проведенный Третьим Рейхом, оказался крайне неудачным – через два года в Германии наступил голод, и этот указ пришлось отменить.

Но и применять трансгены нужно крайне осторожно. Все нежелательные риски, ожидаемые при потреблении и возделывании ГМ-культур, можно условно разбить на пищевые, экологические и агротехнические. По каждому из них сторонники ГМО приводят свои контрдоводы, но при этом нередко лукавят и недоговаривают.

Так, трансгенные растения в плане их роли в экологических системах являются агрессивными, способствующими нарушению целостности и адаптированности агроэкосистем. В этом мнения всех ученых сходятся [1]. Это связано с тем, что большинство из ГМ-растений (практически 85%) созданы как пестицидоустойчивые (устойчивые к сорнякам), а остальные – как инсектицидоустойчивые (устойчивые к насекомым-вредителям). По мнению многих ученых, как у нас в стране, так и за ее пределами, использование ГМ-растений может привести к таким последствиям, как гибель почвообразующих микроорганизмов и беспозвоночных животных в результате оставления на полях фрагментов трансгенных растений, несущих токсины; потере разнообразия генофонда диких сородичей культурных растений в генетических центрах их происхождения вследствие переопыления их с родственными трансгенными растениями; неконтролируемому переносу генетических конструкций, особенно определяющих различные типы устойчивости к пестицидам, вредителям и болезням растений вследствие переопыления с дикорастущими родственными и предковыми видами, в связи с чем происходит снижение биоразнообразия дикорастущих предковых форм культурных растений и формирование новых форм «суперсорняков»; существуют и риски отсроченного изменения свойств, которые проявляются через несколько поколений и связаны с адаптацией нового гена в геноме растения и, проявившееся как новое, непредсказанное плеiotропное свойство. Непредсказуемы и изменения нецелевых свойств и признаков модифицированных сортов, связанные с плеiotропным действием введенного гена, что снижает устойчивость к патогенам при хранении и к критическим температурам при вегетации у сортов, устойчивых к насекомым-вредителям. Так, в Мексике, стране – центре происхождения 60 сортов маиса, где сохранение исходных диких форм кукурузы является важнейшей задачей для всего мирового сообщества, в 2001 г. в аборигенном, диком виде

кукурузы, был обнаружен фрагмент искусственной генетической вставки, вирусный промотор 35S, используемый при создании ГМ-растений. Загрязнение дикой формы, как выяснилось, произошло в результате транспортировки в страну трансгенной кукурузы из США [6]. Примером «перепрофилирования» может служить ситуация в Канаде, где, переопылившись с дикими близкородственными видами, распространился ГМ-рапс. Будучи устойчивым к действию гербицидов, он превратился в «суперсорняк» [7]. У кукурузы, созданной устойчивой к засухе, после нескольких лет культивирования неожиданно проявился новый признак – растрескивание стебля, что привело к гибели всего урожая на полях.

Из других примеров хотелось бы обратить внимание на культивирование трансгенного хлопка, приведшее к возникновению более серьезных экологических проблем. Так в США сорняки, устойчивые к пестициду «Раундап», создали ряд серьезных проблем для фермеров, выращивающих сою и хлопчатник. Чтобы бороться с сорняками на полях, фермеры вынуждены из года в год делать все большие закупки этого химического реагента и использовать его все в увеличивающихся дозах, тем самым увеличивая химическую нагрузку на агроэкосистему, или в ряде случаев перейти на применение более токсичных пестицидов. Надо не забывать, что при этом варианте развития событий происходит накопление токсических веществ в зерне и плодах, что впоследствии приносит значительные проблемы для здоровья человека [8].

Как теперь становится очевидным, растения, созданные как устойчивые к насекомым-вредителям, не оправдали возлагаемые на них надежды. Через несколько лет массового использования данных сортов трансгенных растений их культивирование оказалось неэффективным и бессмысленным, поскольку появляются формы, устойчивые к трансгенным токсинам у насекомых-фитофагов и других вредителей. Так, по данным американских, российских и китайских ученых, уже через несколько поколений появляются устойчивые формы к используемым трансгенным токсинам у колорадского жука, других насекомых-фитофагов.

Еще одна проблема связана с заменой в экологической нише основного вредителя, против которого введен целевой токсин. Колорадский жук, уничтоженный в результате выращивания ГМ-картофеля, заменяется совкой, а в некоторых агроценозах – тлей. Данные недавнего исследования Корнельского университета (США) подтверждают факт финансовых потерь фермеров, выращивающих Bt-хлопчатник в Китае, из-за нашествия именно вторичных вредителей [9].

Особое место в этом негативе занимает гибель нецелевых насекомых-опылителей и медосборов. В Азербайджане и США произошла массовая гибель пчел в результате высева трансгенной кукурузы и картофеля в некоторых районах. Происходит не только уничтожение нецелевых насекомых, но и других живых организмов. Сорты с внедренным геном устойчивости к вредителям могут оказаться опасными не только для самих вредителей, но и для других живых существ [8]. Божьи коровки, которые питались тлями, жившими на ГМ-картофеле, становились бесплодными.

Другая проблема – сокращение биологического разнообразия на полях выращивания трансгенных культур. Так в проведенных экспериментах в Англии было показано, что биологическое разнообразие на таких полях падает в три раза. Причем резкое его снижение характерно как для почвенных организмов, так и для насекомых, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих.

Экономическая выгода применения ГМО была поставлена под сомнение еще в 2000 г. Тогда было опубликовано «Мировое заявление ученых», в котором говорилось об опасности генной инженерии, а затем и «Открытое письмо ученых» правительствам всех стран относительно безопасности и целесообразности использования ГМО, которое подписали 828 специалистов из 84 стран. В 2008 г. в результате трехлетней работы около 400 ученых, правительств, представителей гражданского общества и частного сектора ООН был представлен доклад, в котором сообщалось, что ГМО не помогут спасти мир от голода

и сельскохозяйственного кризиса. По мнению экспертов, необходимо уделять больше внимания традиционной селекции и экологически чистому сельскохозяйственному производству [10].

«Роль ГМО в спасении развивающихся стран от голода сильно преувеличена. Такой подход не учитывает то, что истинная причина голода в этих странах заключается не в отсутствии продуктов питания и витаминов, а в трудном доступе к ним и в бедности населения. В 2002 г. в Индии было уничтожено 60 млн т зерна, так как население не имело средств к его приобретению, а в Замбии в 2003 г. по той же причине на складах сгнило 300 тыс. т маниоки. Решение проблемы и обеспечение безопасности продуктов питания заключается в преодолении социальных и экономических барьеров, которые ограничивают покупательную способность бедных людей в области продуктов питания. Дорогостоящие технологии, такие как геновая инженерия, принадлежащие крупным корпорациям, только увеличивают эти барьеры, приводя малообеспеченные семьи к еще большей бедности» [10].

Основные риски использования ГМ-продуктов питания кроются не столько в трансгенном белке, сколько в непрогнозируемом изменении клеточного метаболизма растения в процессе его трансформации, то есть встраивания трансгена в растительный геном. Растения в норме синтезируют десятки тысяч различных веществ, а с учетом того, что, в отличие от всех других живых организмов, растения имеют так называемый вторичный метаболизм, – сотни тысяч. И невозможно предугадать, какие именно характеристики могут измениться в результате произошедшего трансформационного события [1]. Однако говорить о том, опасны или безопасны все ГМО, неправильно. В каждом конкретном случае необходимо доказать безопасность вполне конкретного ГМ-растения или полученного из него продукта. При отсутствии доказательств безопасности данный конкретный ГМО или полученный из него продукт рассматриваются как потенциально опасные. Именно по этой причине требуется маркировка ГМ-продуктов питания. Маркировка ГМ-продуктов предупреждает потребителя о том, что пока не получены окончательные доказательства безопасности данного конкретного продукта, и, следовательно, на данный конкретный момент времени производитель и продавец не дают гарантий полной безопасности продаваемого товара [4].

Прошло слишком мало времени для того, чтобы убедительно доказать безвредность ГМО. Ученые еще не накопили достаточно реального опыта, и консенсус в научном сообществе не достигнут. Однако любое новое явление в науке – это риск, и в настоящее время существуют риски как применения, так и не применения трансгенов.

В связи с поступлением на продовольственный рынок Российской Федерации пищевой продукции, содержащей ГМО, была создана законодательная, нормативная и методическая база, регулирующая производство в РФ, ввоз из-за рубежа и оборот пищевой продукции из ГМО.

С 1 января 2008 г. Минздрав России ввел обязательную маркировку продуктов с содержанием ГМО более 0,9 %. Редкий производитель ставит этот знак на свой товар. Однако, согласно Конституции Российской Федерации, потребитель имеет право на достоверную информацию.

Дмитрий Медведев подписал постановление, разрешающее посев ГМ-растений по всей России: с 1 июля 2014 г., – Постановление Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2013 г. № 839 (в ред. от 16 июня 2014 г.) «О государственной регистрации генно-инженерно-модифицированных организмов, предназначенных для выпуска в окружающую среду, а также продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы» разрешает сеять генно-модифицированные зерновые в России, следовательно, первый урожай генно-модифицированной сои может быть собран в 2016–2017 гг. Мнения экспертов о данном нововведении разделились: одни считают его шагом к развитию сельского хозяйства, другие убеждены, что выращивание ГМО-продуктов в России – «скрытый геноцид». Однако, согласно п. 9 ст. № 7 Технического регламента

Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», при производстве пищевой продукции из сырья, полученного из ГМО растительного, животного или микробного происхождения, должны использоваться линии ГМО, прошедшие государственную регистрацию [11].

Доказательства безопасности трансгенных продуктов должны опережать их коммерческое использование.

Литература

1. Кузнецов В.В., Баранов А.С., Лебедев В.Г. Генетически-модифицированные организмы // Наука и жизнь. 2008. № 6. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/14128/> (дата обращения: 02.02.2015).

2. Генетически модифицированный организм // Википедия. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/ГМО#cite_ref-23 (дата обращения: 11.02.2015).

3. Лебедев В. Миф о трансгенной угрозе // Наука и жизнь. 2003. № 11. № 12. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/3642/>; <http://www.nkj.ru/archive/articles/3754/>; http://www.scepsis.ru/library/id_474.html (дата обращения: 11.02.2015).

4. Кузнецов В.В., Куликов А.М. Генетически модифицированные организмы и полученные из них продукты: реальные и потенциальные риски // Российский химический журнал. 2005. Т. XLIX. № 4. URL: <http://www.chem.msu.su/rus/jvho/2005-4/70.pdf> (дата обращения: 22.02.2015).

5. Ермакова И.В. Генетически модифицированные организмы (ГМО): борьба миров. Из серии: Ученые предупреждают! М.: Белые Альвы, 2010. 48 с.

6. Quist D., Chapela I. Transgenic DNA Introgressed into Traditional Maize Landraces in Oaxaca, Mexico // Nature 414, 686. 2001. November 29.

7. Beckie H.J., Hall L.M., Warwick S.I. Impact of herbicide Resistant crops as weeds in Canada, proceedings Brighton Crop Protection Council – Weeds. 2001. P. 135H14.

8. Monsanto Company // Википедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Монсанто> (дата обращения: 10.02.2015).

9. Медико-биологические исследования трансгенного картофеля, устойчивого к колорадскому жуку (по соглашению с фирмой «Монсанто»): отчет Института питания РАМН. М.: Институт питания РАМН, 1998.

10. Если ГМО продвигают, значит это кому-нибудь нужно: аналит. обзор // Генетически модифицированные организмы. URL: <http://www.gmo.ru/sections/32> (дата обращения: 15.02.2015).

11. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) (изм. № 2). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».