

ГМО: где скрывается истина?

В средствах массовой информации можно найти различные публикации, посвященные генетически модифицированным организмам (ГМО). В одних статьях ГМО сравнивают с «оружием незримого геноцида» и «откровенным фашизмом», утверждая при этом, что генетически модифицированные (ГМ) продукты «страшнее атомной бомбы». В других изданиях заявляют, что ГМ продукты «обладают чувством собственного достоинства», а «трансгенное будущее светло и прекрасно». Как разобраться, в каких утверждениях скрывается истина, а где сокрыты заблуждения? Обратимся к проверенным фактам, результатам научных исследований и попытаемся сформировать свою точку зрения.

Справка

В соответствии с нормами Европейского союза и положениями ВОЗ, термин «генетически модифицируемые организмы» используют для описания организмов, генетический материал которых претерпел такие модификации, возникновение которых не возможно в естественных условиях близкородственного скрещивания или естественной рекомбинации (М. Кверчи и соавт., 2009). Основной особенностью ГМО является их способность к размножению или к переносу генетического материала (как своих генов, так и генов других видов, которые были введены в геном реципиента при помощи генной инженерии), а также к синтезу новых, ГМ белков.

Благие намерения

История появления ГМО началась с хороших, даже благих намерений — желания накормить всех голодных и искоренить само понятие «голод» на нашей планете. Каким образом ученые решили достичь такой благородной цели? Было высказано предположение, что решение этой непростой задачи кроется в создании растений, обладающих максимально высокой урожайностью, добиться которой можно как за счет увеличения плодоношения, роста устойчивости к вредителям, болезням, холоду, так и посредством расширения площадей, предназначенных для выращивания зерновых. И вот в скором времени появились ГМ растения, урожайность которых значительно превосходила аналогичный показатель не-ГМ культур. Одни трансгенные растения приобрели такое замечательное свойство, как невосприимчивость к холоду и возбудителям различных заболеваний (вирусам, грибам, бактериям), благодаря чему эти культуры стали достаточно легко переносить низкие температуры и вредоносное воздействие фитопатогенов, которые, как правило, вызывают гибель обычных, не-ГМ растений. Другие трансгенные культуры обзавелись не менее чудесной способностью: они стали настолько малочувствительны к недостаточной влажности или высокому содержанию солей в почве, что превосходно адаптировались к произрастанию в местности, мало подходящей для выращивания зерновых. Часть ГМ растений наделили еще одним полезным качеством: устойчивостью к вредителям и пестицидам, что позволило фермерам существенно сократить затраты на приобретение этих химикатов и снизить вероятность загрязнения продуктов питания веществами, потенциально опасными для здоровья человека.

Получив первые урожаи от возделываемых ГМ культур, исследователи были приятно удивлены. Оказалось, что посредством генной инженерии можно добиться не только значительного увеличения урожайности, но и передать желаемую модификацию физическому, химическому составу ГМ растений.

! Этот факт открыл колоссальные перспективы перед учеными: коррекция исходных физико-химических свойств сельскохозяйственных культур повлечет за собой изменение физиологических характеристик конечных пищевых продуктов, а значит, при помощи генной инженерии можно создать такие трансгенные растения, из которых впоследствии будет произведена более здоровая пища (например, обогащенная ненасыщенными жирными кислотами или эссенциальными аминокислотами).

Самым ярким примером научных работ в этой области является работа по получению сорта риса, богатого провитамином А. Благой мотив предотвратить ежегодную гибель более миллиона детей от дефицита β-каротина побудил исследователей приступить к активным научным изысканиям. Найти решение этой проблемы ученые смогли, сравнив механизмы синтеза β-каротина у ярко-желтого нарцисса и обыкновенного белого риса. Оказалось, что нарцисс имеет несколько ферментов, которые позволяют этому цветку синтезировать β-каротин из различных молекул, тогда как рис, обладая исходными молекулами для синтеза β-каротина, лишен необходимых ферментов для его дальнейшего синтеза (Т. Netherwood et al., 2004). Внедрить в рис гены, ответственные за выработку необходимых ферментов, исследователям удалось при помощи почвенных бактерий рода *Agrobacterium*. Полученный новый сорт риса обладал очень характерным признаком — его зерна были окрашены в ярко-оранжевый цвет, благодаря чему ГМ рис получил весьма эффективное название: «золотой рис». По мнению ученых, ежедневное употребление 50 г «золотого» риса обеспечивает организм человека количеством витамина А, необходимым для поддержания адекватного уровня здоровья (Т. Netherwood et al., 2004).

Обыкновенный белый рис еще несколько раз оказывался в центре внимания ученых-генетиков. В зернах белого риса содержится очень небольшое количество железа, крайне необходимого для нормального внутриутробного развития плода и последующего роста ребенка. Стремясь избавить человечество от еще одного недуга, ученые снова прибегли к помощи генной инженерии. На этот раз в геном риса были внедрены уже три различных гена (ген гриба, ген другого сорта риса, ген зеленой фасоли), что привело к увеличению синтеза в ядре риса ферритина (белка, ответственного за депонирование железа), а также к повышению концентрации железа в зернах.

Не осталась без внимания ученых-генетиков и такая проблема общественного здоровья, как ожирение. Приняв во внимание тот факт, что большинство тучных людей любят полакомиться жареным картофелем и сладкими газированными напитками, исследователи попытались сделать эту «неправильную» пищу более здоровой. Оказывается, во время жарения растительное

масло вытесняет воду, содержащуюся в картофеле, но если картофель богат крахмалом, то масла он впитывает совсем немного. И чудо генной инженерии не заставило себя долго ждать: вскоре появился новый ГМ сорт картофеля, содержащий максимальное количество крахмала и не требующий добавления значительного количества растительного масла во время жарения. Газированные напитки, содержащие большое количество сахара, также подверглись генетической модификации. Вернее, биотрансформации подверглась только сахарная свекла, которая после трансгенеза стала синтезировать уже не сахарозу, а фруктан, который имеет привычный «сахарный» вкус, но не усваивается в организме человека, а значит, не приносит ненужные избыточные калории.

Новые перспективы в развитии медицинской биотехнологии растений открылись после публикации официального обращения ВОЗ. Эксперты ВОЗ, обеспокоенные несостоятельностью стран третьего мира в вопросах самостоятельного производства вакцин, доставки их в отдаленные регионы и обеспечения необходимого температурного режима хранения, обратились к ученым с просьбой о разработке максимально простого, безопасного и дешевого способа вакцинации детей. Работая над поставленной задачей, многие исследователи обратили внимание на растения, ведь некоторые из них в естественных условиях продуцируют различные субстанции, которые могут быть модифицированы для создания «съедобной» вакцины. Великая честь стать первой такой вакциной выпала на долю обыкновенного картофеля, так как именно это растение распространено во многих географических регионах, а его клубни достаточно хорошо хранятся и относительно легко переносят транспортировку. Именно в картофель ученые поместили гены той части вибриона холеры, которую может распознать иммунная система человеческого организма. Введенные в ядро растительной клетки бактериальные антигены сохраняли свою активность даже после термической обработки картофеля. Поэтому после употребления такого картофеля антигены холерного вибриона стимулировали иммунную систему организма человека, что проявлялось в виде продукции антител, обеспечивающих стабильный иммунный ответ к выбранной патологической микрофлоре (М. Kramkowska, 2013).

! В настоящее время в качестве «съедобных» вакцин используют не только картофель, но и трансгенные сорта риса, сои и кукурузы, способные продуцировать иммунизирующие антигены против различных инфекций, в т. ч. бактерии *Helicobacter pylori*, вируса гепатита В, а также токсинов *Escherichia coli* (М. Kramkowska, 2013).

Несмотря на разительные успехи в создании «съедобных» вакцин, ученые продолжают активно работать над решением

еще целого ряда проблем. Например, как поместить активные субстанции трансгенных вакцин в съедобные части овощей и фруктов? Или каким образом обеспечить одинаковую концентрацию вакцины в каждом кусочке съеденного фрукта или овоща?

Стремление ученых помочь страдающим и избавиться их от тяжелых недугов лежит в основе дальнейшего развития медицинской биотехнологии и появления таких направлений, как разработка и внедрение новых диагностических систем (биосенсоров и биочипов), генная диагностика наследственных заболеваний и генная терапия. Одной из наиболее динамично развивающихся отраслей медицинской биотехнологии является производство генно-инженерных медикаментов (гормонов, ферментов, антител). Для получения генно-инженерных фармацевтических препаратов используют не только ГМ растения, микроорганизмы, но и культуры животных клеток. Несмотря на кажущуюся недоступность трансгенных лекарственных средств для жителей нашей страны, украинские врачи и пациенты уже на протяжении нескольких лет активно пользуются плодами трудов инженеров-генетиков. Эндокринологи одними из первых столкнулись с препаратами, полученными посредством генной инженерии, — это и инсулин, и гормон роста. В настоящее время врачи этой специальности уже вряд ли могут представить свою повседневную практическую деятельность без применения рекомбинантного инсулина, который также часто называют генно-инженерным, подчеркивая его способ получения, а произведенный при этом инсулин именуют человеческим, акцентируя внимание на его абсолютной идентичности гормону, вырабатываемому поджелудочной железой здорового человека. Другие трансгенные лекарства, такие как рекомбинантные эритропоэтины и факторы свертывания, прочно обосновались в фармацевтическом портфеле гематологов, а генно-инженерная урокиназа заняла место в арсенале кардиологов. Особое место среди современных биотехнологических препаратов занимают лекарственные средства, разработанные на основе генно-инженерных моноклональных антител. Сфера применения этих препаратов очень широка.

! Моноклональные антитела используются как для лечения онкологических заболеваний (трастузумаб, ритуксимаб, алемтузумаб, цетуксимаб, бевацизумаб), так и для терапии аутоиммунной патологии (инфликсимаб, адалимумаб, абатасепт, этанерцепт), лечения инфекционных и аллергических заболеваний (паливизумаб, ранибизумаб, омализумаб), подавления реакции отторжения трансплантата (Ж. Авдеева и соавт., 2011).

Все эти медикаменты, созданные при помощи различных биотехнологических достижений, действуют более целенаправленно и эффективно по сравнению с традиционными фармакологическими препаратами.

Есть или не есть? Вот в чем вопрос...

Одним из самых спорных и обсуждаемых вопросов, связанных с практическим применением ГМО, стала проблема потенциального влияния ГМ продуктов на состояние здоровья человека. Первые сообщения о токсичности трансгенных продуктов были сделаны британским ученым А. Pusztai. Исследователь провел серию экспериментов на лабораторных

животных (крысах), которые в качестве корма получали ГМ картофель, содержащий белок лектин. Потребление этого ГМ продукта не пошло на пользу крысам: у них выявили патологические изменения преимущественно пролиферативного характера в кишечнике, печени, почках и головном мозге (A. Pusztai, 2001). Через 1 год A. Pusztai опубликовал другую работу, в которой зафиксировал повышение активности печеночных ферментов у кроликов, находившихся на диете из ГМ сои. Употребление ГМ кукурузы и картофеля также негативно сказалось на состоянии печени у лабораторных крыс: в первом случае имело место увеличение уровня печеночных ферментов, во втором – частичная атрофия печени (A. Pusztai, 2002). Преимущественное поражение желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) A. Pusztai объяснял тем, что пищеварительный канал является первым и наиболее протяженным местом контакта организма с токсичной ГМ пищей. Это заявление произвело эффект разорвавшейся бомбы и мир разделился на противников и сторонников ГМ продуктов. Множество ученых попытались повторить опыты A. Pusztai. Одни специалисты не смогли воспроизвести эксперименты британского ученого, отметив при этом большое количество грубых методологических ошибок, допущенных A. Pusztai, отсутствие углубленного статистического анализа и неправильную интерпретацию полученных данных. Другие исследователи не только воссоздали работы британского ученого, но и получили подобные удручающие данные. Так, J.S. de Vendomois и соавт. (2009) зафиксировали патологические изменения со стороны печени, сердца, надпочечников, почек у крыс, в качестве корма получавших три различных сорта ГМ кукурузы. На основании этих данных ученые сделали вывод, что исследуемые сорта ГМ кукурузы (сорт NK603, устойчивый к гербициду глифосату, сорта MON810 и MON863, содержащие модифицированные белки Cry1Ab и Cry3Bb1 соответственно) обладают гепатотоксичностью. N. Fares и соавт. (1998) выявили опухолевое поражение желудка и тонкого кишечника у крыс, питавшихся ГМ картофелем. Oliveri и соавт. (2006) отметили изменения репродуктивных органов мышей и крыс, получавших ГМ сою: яички этих животных стали темно-синего цвета вместо розового. Исследователи также обратили внимание на состояние предимплантационных эмбрионов подопытных животных.

Оказалось, что в эмбрионах мышей, получавших ГМ сою, имело место временное изменение функции ДНК, которое проявлялось замедлением процессов транскрипции, в отличие от эмбрионов, родители которых питались не-ГМ соей.

Однако эти и многие другие исследования, свидетельствующие о негативном влиянии ГМ продуктов на состояние здоровья лабораторных животных, подверглись конструктивной критике со стороны сторонников ГМО. Как правило, среди многочисленных замечаний специалистов преобладают указания на малый объем выборки (недостаточное количество животных в основной, контрольной группах и группе сравнения), краткосрочность исследования (оптимальная длительность эксперимента по определению риска для здоровья ГМ растений – не более 3 мес), использование крыс линии Sprague

Dawley, изначально предрасположенных к неопластическим процессам, отсутствие информации о точном составе пищи (наличие таких примесей, как микотоксины). Нарекания вызывают также нетрадиционный статистический анализ, использованное экспериментальное оборудование, несостоятельность сделанных выводов. Мнения общественности, наблюдавшей за всеми перипетиями этих научных баталий, разделились на диаметрально противоположные. Одни обвиняют ученых в заговоре, организованном с целью сокрытия негативного влияния ГМО на здоровье животных и людей, другие не видят ничего протivoестественного в употреблении ГМ продуктов.

Несмотря на продолжающиеся волнения общественности, последствия употребления ГМО продолжают активно изучаться. В настоящее время исследования проводятся с использованием выборок большого размера, в которых с особой тщательностью изучаются токсикологические нюансы действия трансгенной пищи. Среди последних изысканий в этой области следует обратить внимание на результаты двух исследований. В работе, выполненной под руководством X. Tang (2012), 60 лабораторных крыс линии Sprague Dawley были поровну рандомизированы на три группы: одних животных на протяжении 90 дней кормили трансгенным рисом T1C-1, экспрессирующим белок Cry1C, другие получали обычный не-ГМ рис, третьи находились на обычной стандартной диете. На протяжении всего исследования ученые анализировали множество различных показателей: результаты анализа крови, уровни АЛТ и АСТ, общего белка и альбумина, щелочной фосфатазы и глюкозы, мочевины и креатинина, кальция и фосфора, общего холестерина и холестерина липопротеинов высокой/низкой плотности, а также фекальной микрофлоры. По завершении периода наблюдения для проведения гистологического исследования были отобраны образцы сердца, печени, почек, скелетной мускулатуры, селезенки, желудка, тонкого кишечника, щитовидной железы, тимуса, яичников и яичек. На протяжении всего эксперимента исследователи не зафиксировали никаких значимых межгрупповых различий в наборе веса или поведении лабораторных животных. X. Tang также не выявил отличий в гематологических и биохимических показателях. Сравнительные результаты по гендерному и групповому признакам, ученый отметил, что уровень общего белка у самок, получавших ГМ рис, был выше, чем у самок контрольной группы (соответственно $65,97 \pm 2,17$ vs $45,95 \pm 5,43$ г/л; $p < 0,05$). Концентрация креатинина у самок, употреблявших ГМ рис ($45,9 \pm 2,08$ мкмоль/л), значительно превосходила аналогичные показатели у самок, получавших не-ГМ рис ($36,8 \pm 3,35$ мкмоль/л) или стандартную диету ($35,9 \pm 3,78$ мкмоль/л; $p < 0,05$). Несмотря на наличие указанных межгрупповых различий, исследуемые показатели оставались в пределах нормальных значений для крыс соответствующей породы и возраста. Анализ фекальной микрофлоры и гистологическое исследование полученных биоптатов также не выявили никаких отличий между группами лабораторных животных. Получив приведенные данные, X. Tang пришел к выводу, что трансгенный рис T1C-1 не оказывает никакого токсического воздействия на крыс.

Еще одна группа китайских ученых исследовала влияние ГМ риса T2A-1,

экспрессирующего ген Cry2A, на состояние ЖКТ у здоровых крыс линии Sprague Dawley (Y. Yuan et al., 2013). Животных, принявших участие в исследовании ($n=84$), рандомизировали для кормления трансгенным рисом, не-ГМ рисом или содержания на стандартной диете (AIN93G) на протяжении 90 дней. Проанализировав состояние кишечной микрофлоры, степень проницаемости базальной мембраны энтероцитов и структуру тонкого кишечника, содержание фекальных ферментов и уровень бактериальной активности, исследователи не выявили значимых межгрупповых различий у крыс, получавших ГМ и не-ГМ рис. Основываясь на полученных данных, Y. Yuan также считает, что ГМ рис T2A-1 не оказывает никакого токсического влияния на ЖКТ крыс.

Вроде бы все замечательно: если трансгенный рис не влияет на состояние здоровья крыс, то и человек может спокойно есть ГМ рис. Но и тут возникли разногласия: противников трансгенной пищи беспокоит потенциальная способность ГМО к горизонтальному переносу генов.

Справка

*Горизонтальный перенос генов – это процесс, в котором организм передает генетический материал другому организму, не являющемуся его потомком (В.З. Тарантул, 2009). Ярким примером природного горизонтального переноса генов является способность почвенной бактерии *Agrobacterium tumefaciens* встраивать часть своей ДНК (плазмиду) в ДНК растительной клетки, при этом бактериальная ДНК становится частью наследственного материала растения.*

J.M. Smith в своей знаменитой книге «Генетическая рулетка» утверждает, что ГМ материал, поступив в пищеварительный тракт, может проникнуть через кишечную стенку, а затем с током крови попасть в половые органы человека и интегрироваться в половые клетки (2009). Ученый также уверяет, что ГМ материал способен проникать через плаценту и встраиваться в организм плода, изменяя таким образом генетическую структуру будущих поколений. Сведения не очень обнадеживающие, однако, если обратиться к результатам научных исследований, то окажется, что все не так и плохо. Несколько десятилетий назад было установлено, что 95% всей ДНК, попавшей в пищеварительный тракт человека, распадается до отдельных мономеров – нуклеотидов (аденина, цитозина, гуанина, тимина), которые сами по себе не несут никакой генетической информации. В 5% случаев небольшие фрагменты ДНК (олигомеры длиной до 400 нуклеотидов) могут достигать тонкого кишечника, где возможно их проникновение в кровь. Эти «кусочки» ДНК, несмотря на относительно малые размеры, потенциально могут передать свой генетический материал организму хозяина. Поэтому были проведены многочисленные исследования, которые пытались определить вероятность горизонтального переноса генов при употреблении в пищу ГМ продуктов.

Интересная работа была выполнена U. Hohlweg и соавт. (2001). Первоначально ученые кормили мышей листьями сои, которые содержали ген Rubisco, кодирующий главный фермент рибулозобисфосфаткарбоксилазу, фиксирующий углекислый газ в процессе фотосинтеза. Именно ДНК этого гена ученые пытались обнаружить в тканях лабораторных животных. Несмотря на то что специфические продукты

исследуемого гена были выявлены в селезенке и печени мышей, исследователи не зафиксировали ни одного случая экспрессии гена Rubisco лабораторными животными. Впоследствии исследователи несколько усложнили эксперимент и стали скармливать мышам корм, содержащий ДНК гена зеленого флуоресцентного белка. Если бы имел место горизонтальный перенос генов, то лабораторные животные стали бы флуоресцировать зеленым светом. Ежедневно на протяжении целых восьми поколений мыши получали эту ДНК не только с пищей, но и с внутримышечной инъекцией. По завершении исследования ученые не зафиксировали ни одного случая встраивания ДНК гена зеленого флуоресцентного белка в геном мышей. Полученный факт U. Hohlweg и соавт. объяснили следующим образом: «Вероятно, организм элиминирует введенную чужеродную ДНК посредством пути печень – желчь – кишечник».

Впоследствии было проведено еще множество подобных исследований, но уже с использованием ГМ растений. Так, R.H. Phipps и соавт. (2002) не обнаружили трансгенной ДНК в молоке коров, ежедневно получавших 26,1% ГМ соевой муки. Исследуя влияние ГМ силоса, содержащего сразу два трансгена, на продукцию и состав коровьего молока, S. Calsamiglia и соавт. (2007) не выявили ни в одном образце молока трансгенной ДНК или белка Cry1Ab.

В материалах просветительского сайта academicsreview.org (созданного ведущими учеными, которые дают научную оценку каждому постулату из книги J.M. Smith), указывается, что «появление фрагмента растительного гена в кишечной бактерии является обычным и не представляет собой новой угрозы для здоровья человека, учитывая то, что захват новой ДНК является частью нормального образа жизни бактерий, населяющих кишечник». Создатели сайта обращают внимание читателей на еще один факт: обычные, нетрансгенные продукты также являются источником чужеродной ДНК. Пища растительного и животного происхождения содержит РНК, ДНК, нуклеотиды и свободные нуклеиновые основания, общее количество которых в продуктах питания зависит от плотности нуклеиновых кислот в клетках. Максимальная концентрация ДНК содержится в бактериях, дрожжах и грибах, высокая – в мышечной ткани, низкая – в зерновых и картофеле (D.A. Jonas et al., 2001).

Основная масса ДНК в нашем рационе представлена фрагментами генетического материала от обычных продуктов по сравнению с небольшим количеством трансгенной ДНК, присутствующей в ГМ пище. Получается, что в естественных условиях вероятность горизонтального переноса генов от обычной, нетрансгенной пищи гораздо выше, чем от ГМ продуктов (academicsreview.org). Однако на протяжении многовековой эволюции человека геном *Homo sapiens* так и не получил признаков, характерных для бактерий, растений или вирусов.

Среди противников ГМО еще одним поводом для беспокойства является возможность переноса гена устойчивости к антибиотикам, которым искусственно наделяют некоторые ГМ растения. Выказываются опасения, что бактерии, населяющие ЖКТ, могут захватить этот ген и стать нечувствительными к воздействию антибактериальных препаратов,

Продолжение на стр. 14.

ГМО: где скрывается истина?

Продолжение. Начало на стр. 12.

что повлечет за собой увеличение количества инфекционных заболеваний, вызванных антибиотикоустойчивыми бактериями (J.M. Smith, 2009).

Справка

Ген резистентности к антибиотикам — ген, экспрессия которого обеспечивает устойчивость ГМО к определенному антибиотику. Является геном-маркером, по деятельности которого судят об успешности трансгенеза (на одной из стадий трансгенеза опытные клетки помещают в среду с антибиотиками, при этом обычные клетки гибнут, тогда как трансгенные, получившие ген устойчивости к антибиотику, выживают) (В.К. Шумный, 2001). Наиболее часто используются гены устойчивости к канамицину и ампициллину.

Оппонируя противникам ГМО, ученые-генетики вновь подчеркивают маловероятность горизонтального переноса генов и отмечают: «Пролиферация в кишечнике бактерий, обладающих такими маркерными генами, потребовала бы, во-первых, захвата кишечными бактериями гена функциональной резистентности, а затем создания селективного преимущества этим бактериям для выживания и размножения» (academicsreview.org). Стараясь придать данному утверждению точный математический смысл, D.A. Jopas и соавт. (2001) экспериментально считали, что вероятность передачи гена устойчивости к антибиотику кишечным бактериям чрезвычайно мала и составляет 10-13 на один ген.

К числу наиболее потенциальных рисков, обусловленных употреблением ГМ продуктов, относят вероятность развития пищевой аллергии. Оппоненты ГМО, как правило, приводят в качестве примера случай, получивший большой общественный резонанс: возникновение аллергических реакций при приеме ГМ сои (J.M. Smith, 2009).

Справка

Пищевая аллергия — сверхчувствительность иммунной системы организма, проявляющаяся при повторном употреблении пищевого аллергена на ранее сенсибилизированный этим антигеном организм.

Ученые-генетики подтверждают факт развития пищевой аллергии, но объясняют сложившуюся ситуацию совсем иначе. Оказывается, обычная, нетрансгенная соя сравнительно бедна аминокислотой метионином, поэтому исследователи, стремясь увеличить питательные свойства соевых бобов, встроили в генном сое ген растения бертолетии высокой (второе название — «бразильский орех»), богатой метионином. В естественных условиях этот белок бразильского ореха сам по себе является сильным аллергеном, и, синтезируемый в ГМ сое, он также вызвал аллергические реакции у чувствительных к нему людей. По мнению сторонников ГМО, причиной является именно белок бразильского ореха, обладающий огромным аллергическим потенциалом, но никак не сам процесс трансгенеза или его продукт (ГМ соя). Однако инженеры-генетики сделали правильные выводы из сложившейся ситуации и разработали надежные методики идентификации пищевых аллергенов в ГМ продуктах. В настоящее время ученые могут точно определить последовательность нового

трансгенного белка, чтобы установить, напоминает ли она какой-либо известный аллерген. В случае если белок получен из растения, вызывающего аллергические реакции, или белок по своему строению похож на аллерген, исследователи проверяют наличие специфических антител в сыворотке больных, у которых употребление этого белка уже спровоцировало развитие аллергической реакции (academicsreview.org). Если появляются подозрения, что переданный белок является потенциальным аллергеном, то научные разработки в этом направлении останавливаются, а синтезированный ГМ продукт уничтожается. Кроме того, обязательным этапом проверки любого трансгенного продукта на пищевую пригодность является испытание его на лабораторных животных. Дополнительной мерой профилактики пищевой аллергии можно считать рекомендацию ученых «на упаковках с ГМ продуктами указывать, какие белки в них содержатся, чтобы потребители-аллергики заранее знали белковый состав приобретаемой пищи».

Так есть или не есть ГМ продукты? Заведующий лабораторией генетически модифицированных организмов ВНИИ СБ РАСХН Я.И. Алексеев (2011) так ответил на этот вопрос: «Откровенно говоря, я убежден, что по сравнению с едой, содержащей консерванты, ароматизаторы и красители, пища с ГМО вообще безвредна. Да, я буду есть такую пищу ... если найду ее! Ведь все чаще встречаются надписи: «Без ГМО!»».

Испытавший — опасается

Испытав немало неприятных моментов при первом поступлении ГМО на потребительские рынки, ученые и общественность опасаются появления токсичных ГМ продуктов. Поэтому вопрос безопасности трансгенов изучается особенно тщательно. В настоящее время тестирование безопасности ГМ продуктов базируется на принципе «фактической эквивалентности». Суть его состоит в том, что «если может быть доказано, что ГМ продукты «фактически» такие же, как не-ГМ продукты, то ГМО являются безопасными» (S. Bhattacharya et al., 2013).

Справка

Оценка безопасности ГМО предусматривает следующие мероприятия:

- молекулярную характеристику генов организма донора и реципиента;
- оценку стабильности встраиваемой рекомбинантной ДНК;
- определение потенциального профиля токсичности и аллергенности экспрессируемых новых белков;
- выявление специфических компонентов, признано обладающих токсичными свойствами;
- определение питательных свойств ГМ продуктов;
- изучение влияния термической обработки на свойства ГМ продуктов;
- выявление любых непреднамеренных эффектов, которые могут быть результатом генной модификации (S. Bhattacharya et al., 2013).

В соответствии с указанным принципом ученые сравнивают разнообразные свойства ГМО и обычных продуктов питания, полученных традиционным путем (агрономические, морфологические, генетические, структурные), и устанавливают степень эквивалентности между

трансгенными и не-ГМ продуктами. Предусматривается также проведение токсикологического, аналитического и нутриционного анализа. Однако далеко не все исследователи считают указанный принцип оценки безопасности ГМО абсолютно идеальным, поскольку до сих пор не определено, какой уровень сходства между ГМ и не-ГМ продуктами можно считать эквивалентным (S. Bhattacharya et al., 2013).

Несмотря на некоторые недостатки в существующей методике оценки безопасности ГМО, многие авторитетные организации считают употребление ГМ продуктов абсолютно безопасным. В 2002 г. ВОЗ опубликовала Программу по безопасности пищевых продуктов, в рамках которой выпустила брошюру «20 вопросов о ГМ пищевых продуктах». В этой брошюре особое внимание уделено безопасности ГМО: «Разные ГМО содержат разные гены, вводимые различными путями. Это означает, что оценку безопасности ГМ продуктов следует проводить на индивидуальной основе; нельзя делать общие заявления о безопасности всех ГМ пищевых продуктов. ГМ пищевые продукты, поступающие в настоящее время на международный рынок, подверглись тщательной оценке риска и вряд ли представляют угрозу для здоровья человека».

Более актуальные сведения о свойствах ГМО были представлены в 2010 г. в рамках «Декады исследования ГМО», которая прошла на территории Европейского союза. Здесь были представлены результаты более 130 научно-исследовательских проектов, выполненных на протяжении 10 лет и проведенных с участием более чем 500 независимых исследовательских групп. На форуме рассматривались фундаментальные аспекты создания ГМО и их влияния на окружающую среду, безопасность употребления ГМ продуктов и оценка риска трансгенов, а также освещены новые технологии использования ГМО для получения биоматериалов и биотоплива. Большое внимание было уделено безопасности пищевых продуктов, содержащих ГМО. Ученые рассказали о новых методах оценки безопасности трансгенной пищи, раскрыли суть новых методик, предназначенных для изучения потенциальных непреднамеренных эффектов ГМ продуктов, представили результаты новых исследований, свидетельствующие о невозможности горизонтального переноса генов при употреблении ГМО, сообщили о биомаркерах, при помощи которых проводится пост-маркетинговый мониторинг кратко- и долгосрочного влияния ГМО. Один из основных выводов, сделанных Генеральным директором Европейской комиссии по науке и информации, таков: «Биотехнологии, в частности ГМО, не более опасны, чем традиционные технологии селекции растений» (2010).

Законодательная поддержка

Жесткая полемика между сторонниками и противниками ГМО, а также необходимость в международном масштабе регулировать деятельность, связанную с современной биотехнологией, побудила членов ООН принять и подписать Конвенцию о биологическом разнообразии, направленную на обеспечение устойчивого развития и сохранения различных природных экосистем. Несколько позже в дополнение к

Конвенции был принят Картахенский протокол по биобезопасности.

Справка

Картахенский протокол принят 29 января 2000 г., вступил в силу 11 сентября 2003 г. Украина ратифицировала этот документ 12 сентября 2002 г.

Это первое юридически обязательное международное соглашение, целью которого является сохранение биоразнообразия и безопасности человечества при использовании продуктов современной биотехнологии, в т. ч. ГМО. Особое внимание в Протоколе уделяется соблюдению мер безопасности при перемещении ГМО через национальные границы. Страны, подписавшие Протокол, обязаны гарантировать, что получение живых измененных организмов, а также их обработка, упаковка, транспортировка, использование осуществляются таким образом, чтобы не допустить или снизить риск для здоровья человека или биологического разнообразия. В Протоколе предусмотрен «Принцип принятия мер предосторожности»; он используется в том случае, если страна хочет отказаться от импорта ГМО, опасаясь негативных последствий для своей нации и окружающей среды.

В Европейском союзе выращивание, использование и импорт ГМ продуктов жестко регламентируются. Основным законодательным актом в этой области является Директива Совета 2001/18/ЕС Европейского парламента и Совета о намеренном выпуске в окружающую среду ГМО (М. Кверчи и соавт., 2009). Этот документ ужесточает требования к выпуску ГМО, вводит правила оценки экологических рисков, делает обязательными послепродажное маркетинговое исследование и предоставление информации населению, внедряет обязательную маркировку и возможность прослеживания ГМО на всех этапах размещения их на рынке. Директива также обязывает производителей пищевых продуктов маркировать товары с долей ГМО в 0,9%.

В нашей стране существует несколько законодательных актов, регламентирующих особенности использования ГМО, основные из них — это Законы Украины «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» (2007) и «Про безпечність та якість харчових продуктів» (2011). В 2012 г. в текст этих законодательных актов были внесены некоторые изменения, благодаря которым украинские потребители уже не увидят на продуктах питания маркировку «Без ГМО». Теперь товары, в которых нет ГМО или доля трансгенов в которых <0,9%, освобождаются от специальной маркировки; надпись «С ГМО» должна присутствовать в том случае, если доля трансгенов в продукте превышает 0,9%.

Ознакомившись с вышеприведенными фактами, может быть, вы уже можете сделать свой выбор между двумя выражениями: «ГМО — это зерно раздора» и «ГМО — это оливковая ветвь мира». В каком из этих утверждений скрывается истина? В трансгенном будущем, в котором не будет генетических заболеваний, или в обыденном завтра, свободном от ГМ продуктов? Думайте сами, решайте сами, ведь истина где-то рядом...

Подготовила **Лада Матвеева**