

Бобоходжиев А.Ш.,

студент

6 курс, факультет «Лечебное дело»

РНИМУ им. Пирогова

Россия, г. Москва

Чотчаев Р.Х.,

студент

6 курс, факультет «Лечебное дело»

РНИМУ им. Пирогова

Россия, г. Москва

Шипилов И.С.,

студент

6 курс, факультет «Лечебное дело»

РНИМУ им. Пирогова

Россия, г. Москва

ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПРОДУКТЫ: БЕЗОПАСНОСТЬ, РИСКИ И ПРОБЛЕМЫ ОБЩЕСТВА

Аннотация: Технологии генетической модификации пищевых продуктов открывают огромные перспективы для решения некоторых областей, представляющих наибольшую проблему для 21-го века. Как и все новые технологии, они также сопряжены с определенными рисками, как известными, так и неизвестными. С этой новой технологией манипулирования генами, каковы риски “вмешательства в Мать-природу”, какие последствия это окажет на окружающую среду, о каких проблемах со здоровьем должны знать потребители и действительно ли рекомбинантная технология выгодна?

Ключевые слова: *Генетически модифицированные продукты, Генетически модифицированные продукты, Трансгенные продукты, Безопасность пищевых продуктов, Аллергенные продукты, Проблемы общества*

Abstract: *Food genetic modification technologies offer great promise for addressing some of the areas that pose the greatest challenge for the 21st century. Like all new technologies, they also involve certain risks, both known and unknown. With this new gene manipulation technology, what are the risks of "interfering with Mother Nature", what effects will it have on the environment, what health concerns should consumers be aware of, and whether recombinant technology is really beneficial?*

Key words: *Genetically modified foods, Genetically engineered foods, Transgenic foods, Food safety, Allergenic foods, Public concerns.*

Первое генетически модифицированное (ГМ) растение было выведено в 1983 году с использованием устойчивого к антибиотикам растения табака. Китай был первой страной, которая начала коммерциализацию трансгенной культуры в начале 1990-х годов, внедрив устойчивый к вирусам табак. В 1994 году трансгенный томат 'Сохраняющий вкус' был одобрен Управлением по контролю за продуктами и лекарствами (FDA) для продажи в США. Модификация позволила помидорам задержать созревание после сбора урожая.

В настоящее время существует несколько ГМ-культур, используемых в качестве источников питания. На данный момент нет ГМО-животных, одобренных для использования в пищу, но ГМО-лосось был предложен для одобрения FDA. В некоторых случаях продукт непосредственно потребляется в пищу, но в большинстве случаев генетически модифицированные культуры продаются как сырье, которое в дальнейшем перерабатывается в пищевые ингредиенты.

Прежде чем мы подумаем о том, чтобы употреблять ГМО-продукты, очень важно знать о их преимуществах и недостатках, особенно в том, что касается их безопасности. Эти продукты производятся путем вставки генов других видов в их ДНК. Хотя этот вид генетической модификации используется как у растений, так и у животных, он чаще встречается у первых, чем у вторых. Эксперты работают над разработкой продуктов, способных облегчить определенные расстройства и заболевания. Хотя исследователи и производители утверждают, что потребление этих продуктов имеет различные преимущества, значительная часть населения выступает категорически против них.

ГМО-продукты полезны для борьбы с возникновением определенных заболеваний. Изменяя систему ДНК этих продуктов, свойства, вызывающие аллергию, успешно устраняются. Эти продукты растут быстрее, чем продукты, которые выращиваются традиционно. Вероятно, из-за этого возросшая производительность обеспечивает население большим количеством продовольствия. Более того, эти продукты являются благом в местах, где часто бывают засухи, или там, где почва непригодна для сельского хозяйства. Иногда генетически модифицированные продовольственные культуры можно выращивать и в местах с неблагоприятными климатическими условиями. Нормальный урожай может вырасти только в определенный сезон или при определенных благоприятных климатических условиях. Хотя семена для таких продуктов питания довольно дороги, сообщается, что их себестоимость ниже, чем у традиционных культур, из-за естественной устойчивости к вредителям и насекомым. Это уменьшает необходимость подвергать ГМ-культуры воздействию вредных пестицидов и инсектицидов, делая эти продукты не содержащими химических веществ и экологически чистыми. Сообщается, что генетически модифицированные продукты богаты питательными веществами и содержат больше минералов и витаминов, чем те, которые содержатся в традиционно выращенных продуктах. Помимо этого,

эти продукты, как известно, вкуснее. Еще одна причина, по которой люди выбирают генетически модифицированные продукты, заключается в том, что у них увеличенный срок годности и, следовательно, меньше опасений, что продукты быстро испортятся.

Самая большая угроза, которую представляют ГМО-продукты, заключается в том, что они могут оказывать вредное воздействие на организм человека. Считается, что потребление этих генетически модифицированных продуктов может вызвать развитие заболеваний, невосприимчивых к антибиотикам. Кроме того, поскольку эти продукты являются новыми изобретениями, мало что известно об их долгосрочном воздействии на людей. Поскольку последствия для здоровья неизвестны, многие люди предпочитают держаться подальше от этих продуктов. Производители не упоминают на этикетке, что продукты разрабатываются путем генетических манипуляций, потому что считают, что это повлияет на их бизнес, что не является хорошей практикой. Многие религиозные и культурные сообщества выступают против таких продуктов, потому что считают их неестественным способом производства продуктов питания. Многим людям также не нравится идея переноса генов животных в растения и наоборот. Кроме того, этот метод перекрестного опыления может нанести ущерб другим организмам, которые процветают в окружающей среде. Эксперты также придерживаются мнения, что с увеличением потребления таких продуктов развивающиеся страны начнут больше зависеть от промышленно развитых стран, поскольку вполне вероятно, что в будущем производство продуктов питания будет контролироваться ими.

ГМ-помидоры были получены путем введения генов *kanr* в помидор "антисмысловым" ГМ-методом. Результаты показывают, что не было существенных изменений в общем содержании белка, витаминов и минералов, а также в токсичных гликоалкалоидах. Таким образом, ГМ и исходные помидоры считались "по существу эквивалентными". В исследованиях острой

токсичности с участием самцов /самок крыс, которых кормили из пробирки гомогенизированными ГМО-помидорами, сообщалось, что токсические эффекты отсутствовали. Исследование с ГМО - помидором, экспрессирующим V. тюрингский токсин CRYIA (b) был подтвержден иммуноцитохимической демонстрацией *in vitro* связывания токсина Vt со слепой / толстой кишкой у людей и макак-резусов [4].

Существуют споры вокруг ГМО-продуктов питания на нескольких уровнях, в том числе о том, безопасны ли продукты, произведенные с их использованием, должны ли они маркироваться, и если да, то как, нужны ли сельскохозяйственные биотехнологии для борьбы с голодом в мире сейчас или в будущем, и, более конкретно, в отношении интеллектуальной собственности и динамики рынка, воздействия на окружающую среду о ГМ-культурах и роли ГМ-культур в промышленном сельском хозяйстве в целом.

Много проблем, а именно. риски “вмешательства в Мать-природу”, проблемы со здоровьем, о которых должны знать потребители, и преимущества рекомбинантных технологий также возникают при выращивании устойчивых к вредителям и гербицидам растений. Еще одной проблемой является эволюция устойчивых вредителей и сорняков, называемых супербактериями и суперсорняками. Сопротивление может развиваться всякий раз, когда избирательное давление достаточно сильно. Если эти сорта будут выращиваться в коммерческих масштабах, в этой среде обитания возникнет сильное селективное давление, которое через несколько лет может вызвать эволюцию устойчивых насекомых и свести на нет воздействие трансгенных. Аналогичным образом, если опрыскивание гербицидами станет более регулярным из-за появления новых сортов, окружающие сорняки могут развить устойчивость к гербициду, переносимому культурой. Это может привести к увеличению дозы гербицида или изменению гербицида, а также к увеличению количества и типов гербицидов на культурных растениях. По иронии судьбы, химические компании, которые

продают средства для уничтожения сорняков, являются движущей силой этого исследования [6].

Другой проблемой является неопределенность в отношении того, могут ли характеристики устойчивости к вредителям этих культур передаваться их сорным родственникам, вызывая устойчивые и усиленные сорняки. Также возможно, что если растения, устойчивые к насекомым, вызывают повышенную гибель одного конкретного вредителя, это может снизить конкуренцию и привести к тому, что мелкие вредители станут серьезной проблемой. Кроме того, это может привести к тому, что популяция вредителя переместится на другую популяцию растений, которой когда-то ничто не угрожало. Эти эффекты могут распространяться гораздо дальше. Исследование Bt-культур показало, что “полезные насекомые, названные так потому, что они охотятся на вредителей сельскохозяйственных культур, также подвергались воздействию вредных количеств Bt”. Было заявлено, что воздействие может распространяться дальше по пищевой сети, воздействуя на растения и животных, потребляемых людьми. Кроме того, с токсикологической точки зрения требуется дальнейшее исследование, чтобы определить, могут ли остатки растений, устойчивых к гербицидам или вредителям, нанести вред ключевым группам организмов, обнаруженных в окружающей почве, таким как бактерии, грибы, нематоды и другие микроорганизмы.

Потенциальные риски, связанные с устойчивостью растений к болезням, связаны в основном с устойчивостью к вирусам. Вполне возможно, что вирусная резистентность может привести к образованию новых вирусов и, следовательно, новых заболеваний. Сообщалось, что встречающиеся в природе вирусы могут рекомбинировать с вирусными фрагментами, которые вводят для создания трансгенных растений, образуя новые вирусы. Кроме того, может существовать множество вариаций этого новообразованного вируса.

Риски для здоровья, связанные с ГМО-продуктами, связаны с токсинами, аллергенами или генетическими опасностями. Механизмы опасности пищевых продуктов делятся на три основные категории. Это встроенные гены и продукты их экспрессии, вторичные и плеiotропные эффекты экспрессии генов и вставочный мутагенез, возникающий в результате интеграции генов. Что касается первой категории, то риск для здоровья может представлять не сам переносимый ген. При этом должна учитываться экспрессия гена и влияние генного продукта. Могут быть синтезированы новые белки, которые могут вызывать непредсказуемые аллергические эффекты. Например, растения фасоли, которые были генетически модифицированы для увеличения содержания цистеина и метионина, были выброшены после обнаружения того, что экспрессируемый белок трансгена был высокоаллергенным. Должное внимание следует уделять продуктам, генетически модифицированным из продуктов, которые обычно вызывают аллергию, таких как молоко, яйца, орехи, пшеница, бобовые, рыба, моллюски и ракообразные. Однако, поскольку продукты трансгенного происхождения обычно предварительно идентифицируются, количество и воздействие продукта могут быть оценены до общественного потребления. Кроме того, любой потенциальный риск, иммунологический, аллергический, токсический или генетически опасный, может быть распознан и оценен, если возникнут проблемы со здоровьем.

Больше беспокойства вызывают вторичные и плеiotропные эффекты. Например, многие трансгены кодируют фермент, который изменяет биохимические пути. Это может привести к увеличению или уменьшению содержания определенных биохимических веществ. Кроме того, присутствие нового фермента может вызвать истощение ферментативного субстрата и последующее накопление ферментативного продукта. Кроме того, вновь экспрессируемые ферменты могут вызывать переход метаболитов с одного вторичного метаболического пути на другой. Эти изменения в метаболизме

могут привести к увеличению концентрации токсинов. Оценка токсинов является более сложной задачей из-за ограничений моделей на животных. Животные имеют большие различия между экспериментальными группами, и сложно достичь соответствующих доз трансгенных продуктов у животных, которые обеспечивали бы результаты, сравнимые с человеческими. Следовательно, биохимические и регуляторные пути в растениях плохо изучены.

Инсерционный мутагенез может нарушить или изменить экспрессию существующих генов в растении-хозяине. Случайная вставка может привести к инактивации эндогенных генов, продуцирующих мутантные растения. Более того, слитые белки могут быть получены из растительной ДНК и вставленной ДНК. Многие из этих генов создают бессмысленные продукты или устраняются при отборе культур из-за неправильного внешнего вида. Однако наибольшую озабоченность вызывает активация или повышающая регуляция молчащих или низкоэкспрессируемых генов. Это связано с тем, что можно активировать “гены, которые кодируют ферменты в биохимических путях, ведущих к образованию токсичных вторичных соединений”. Это становится более серьезной проблемой, когда новый белок или токсичное соединение экспрессируется в съедобной части растения, так что пища больше не является по существу равной своему традиционному аналогу.

Существует много неизвестного, когда речь заходит о рисках, связанных с ГМО-продуктами. Один критик заявил, что “чужеродные белки, которых никогда не было в пищевой цепи человека, скоро будут потребляться в больших количествах”. Нам потребовалось много лет, чтобы понять, что ДДТ может обладать эстрогенной активностью и воздействовать на людей, “но теперь нас просят поверить, что с ГМО-продуктами все в порядке, потому что мы еще не видели никаких трупов”. В результате растущего общественного беспокойства по поводу ГМО-продуктов национальные правительства работают над регулированием производства и торговли ГМО-продуктами.

В отчетах говорится, что ГМО-культуры выращиваются на площади более 160 миллионов гектаров в 29 странах и импортируются странами (включая европейские), которые их не выращивают. Почти 300 миллионов американцев, 1350 миллионов китайцев, 280 миллионов бразильцев и миллионы других людей регулярно употребляют ГМО-продукты, прямо или косвенно. Хотя европейцы высказывают серьезные опасения по поводу ГМО-продуктов, они разрешают выращивать ГМО-кукурузу. Она импортирует ГМО-соевый шрот и кукурузу в качестве корма для животных. Миллионы европейцев посещают США и Южную Америку и едят ГМО-продукты.

Около трех миллионов индийцев стали гражданами США, и еще миллионы едут в США для туризма и бизнеса, и они будут есть ГМО-продукты в США. Индийские активисты утверждают, что ГМО-продукты изначально опасны и их нельзя выращивать в Индии. Активисты решительно выступали против Bt-хлопка в Индии и публиковали отчеты, в которых утверждалось, что урожай на поле был неурожайным. В то же время фермеры вскоре на собственном опыте убедились, что Bt-хлопок очень выгоден, и 30 миллионов поспешили его перенять. В результате производство хлопка в Индии удвоилось, а экспорт увеличился, даже при использовании гораздо меньшего количества пестицидов. Фермеры Пенджаба арендуют землю по цене 30 000 рупий за акр для выращивания хлопка Bt.

В конце 1980-х годов возникли серьезные разногласия, связанные с ГМО-продуктами, даже когда ГМО не было на рынке. Но промышленное применение генной технологии было доведено до уровня производства и маркетинга. После этих слов Европейская комиссия согласовала национальные правила по всей Европе. Обеспокоенность со стороны сообщества по поводу ГМО, в частности, по поводу его разрешения, имеет место с 1990-х годов, и работа над нормативно-правовой базой по маркетинговым аспектам подверглась уточнению. Вопросы, конкретно касающиеся использования ГМО для потребления человеком, были введены в

1997 году в Регламенте о новых пищевых ингредиентах (258/97 / ЕС от 27 января 1997 года). Этот Регламент касается правил авторизации и маркировки новых пищевых продуктов, включая продукты питания, изготовленные из ГМО, и впервые признает право потребителя на информацию и маркировку как инструмент для принятия обоснованного выбора. Маркировка сортов ГМ-кукурузы и ГМ-сои, которые не подпадают под действие настоящего Регламента, подпадает под действие Регламента (ЕС 1139/98). Дальнейшие законодательные инициативы касаются отслеживания и маркировки ГМО, а также разрешения на использование ГМО в продуктах питания и кормах.

Первоначальным результатом реализации первой европейской директивы, по-видимому, стало урегулирование конфликтов по поводу технологий, связанных с применением генов. К 1996 году возник второй спор международного уровня по поводу генной технологии, который привел к появлению ГМ-соевых бобов в европейских портах. ГМО-соевые бобы Monsanto, устойчивые к гербициду, стали первым крупномасштабным маркетингом ГМО-продуктов в Европе. Такие события, как коммерциализация ГМ-кукурузы и других ГМ-модифицированных продуктов, привлекли внимание общественности к новым биологическим наукам, а также к другим применениям генной технологии, таким как клонирование животных и человека. Общественные дебаты по вопросам, связанным с ГМО-продуктами, привели к созданию многих неправительственных организаций, проявляющих явный интерес. В то же время существует большой спрос на участие общественности в вопросах регулирования и научной стратегии, которая выражает одобрение или неприятие ГМО-продуктов посредством принятия решений о покупке или бойкота потребителей.

Большая часть исследований была посвящена оценке отношения людей к ГМО-продуктам как к технологии. Многочисленные опросы типа “опроса общественного мнения” были проведены на национальном и

международном уровнях. Также важны этические соображения, что конкретная технология каким-то образом “вмешивается в природу” или что непреднамеренные эффекты непредсказуемы и, следовательно, неизвестны науке.

Принятие потребителями обусловлено риском, который они воспринимают, вводя в свои потребительские привычки продукты питания, обработанные с помощью технологии, которую они едва понимают. В исследовании, проведенном в Испании, основной вывод состоял в том, что внедрение ГМО-продуктов питания на агропродовольственные рынки должно сопровождаться адекватной политикой, гарантирующей безопасность потребителей. Эти действия позволили бы снизить воспринимаемый потребителями риск, уделяя особое внимание предоставляемой информации, конкретно касающейся здоровья. Ведь наиболее влиятельным фактором в восприятии потребителями риска, связанного с этими продуктами, является забота о здоровье.

Цурджианнис провели исследование, направленное на выявление факторов, влияющих на покупательское поведение потребителей в отношении продуктов питания, не содержащих ГМО (GM Free), в европейском регионе, а точнее в префектуре Драма-Кавала-Ксанти. Полевые опросы, проведенные в случайно выбранной выборке, включали 337 потребителей в городах Драма, Кавала, Ксанти в 2009 году. Анализ основных компонентов (РСА) был проведен с целью выявления факторов, влияющих на то, что люди предпочитают употреблять продукты, не содержащие ГМО. Факторами, которые влияют на людей в исследуемой области покупать продукты, не содержащие ГМО, являются: (а) сертификация продуктов как не содержащих ГМО или органических продуктов, (б) интерес к защите окружающей среды и пищевой ценности, (в) маркетинговые вопросы и (г) цена и качество. Кроме того, кластерный и дискриминантный анализ выявил две группы потребителей: (а) те, на кого влияют цена, качество и маркетинговые аспекты

продукта, и (б) те, кто заинтересован в сертификации продукта и охране окружающей среды.

Изучено 12 долгосрочных исследований (продолжительностью более 90 дней, продолжительностью до 2 лет) и 12 исследований с участием нескольких поколений (от 2 до 5 поколений) о влиянии рационов, содержащих ГМО-кукурузу, картофель, сою, рис или тритикале, на здоровье животных. Они ссылались на 90-дневные исследования ГМО-кормов, для которых были доступны данные долгосрочных исследований или исследований нескольких поколений. Многие параметры были исследованы с помощью биохимических анализов, гистологического исследования конкретных органов, гематологии и обнаружения трансгенной ДНК. Результаты всех 24 исследований не предполагают каких-либо опасностей для здоровья, и, в целом, статистически значимых различий в наблюдаемых параметрах не было. Они наблюдали некоторые небольшие различия, хотя они находились в пределах нормального диапазона вариаций рассматриваемого параметра и, следовательно, не имели биологического или токсикологического значения. В рассмотренных исследованиях представлены доказательства того, что ГМО-растения по питательным свойствам эквивалентны своим не ГМО-аналогам и могут быть безопасно использованы в качестве продуктов питания и кормов.

Системы отслеживания документируют историю продукта и могут служить целям как маркетинга, так и охраны здоровья. В этих рамках системы сегрегации и сохранения идентичности позволяют разделять ГМО- и не-ГМО-продукты по принципу “от фермы до вилки”. Внедрение этих систем сопряжено с конкретными техническими требованиями для каждого конкретного этапа цепочки переработки пищевых продуктов. Кроме того, возможность создания систем отслеживания зависит от ряда факторов, включая уникальные идентификаторы для каждого ГМО-продукта, методы обнаружения, допустимые уровни загрязнения и финансовые затраты. Был достигнут прогресс в области отбора проб, обнаружения и отслеживания

генетически модифицированных продуктов, в то время как некоторые проблемы еще предстоит решить. Успех во многом будет зависеть от порогового уровня случайного загрязнения, установленного законодательством.

Вопросы, связанные с обнаружением и отслеживанием ГМО, вызывают все больший интерес во всем мире из-за глобального распространения и связанных с этим социально-экономических последствий. Одновременно возрос и интерес научного сообщества к аспектам прослеживаемости. Решающими факторами при отборе проб и методологиях обнаружения являются количество используемых ГМО и международное соглашение об отслеживаемости. Наличие надежных стратегий отслеживания очень важно, и это может повысить доверие общественности к прозрачности в вопросах, связанных с ГМО.

Методы тепловой обработки, такие как автоклавирование и микроволновое нагревание, могут повредить ДНК и снизить уровень обнаруживаемой ДНК. Методы, основанные на ПЦР, были стандартизированы для обнаружения такой ДНК в ГМ - сое и кукурузе. Молекулярные методы, такие как методы мультиплексной и ПЦР в реальном времени, были разработаны для обнаружения даже 20 мкг геномной ДНК в генетически модифицированном EE-1 brinjal.

Методы, основанные на ДНК и белках, были приняты для обнаружения и идентификации ГМО, что является относительно новой областью диагностики. Также разрабатываются новые диагностические методологии, а именно: методы, основанные на микрочипах, которые позволяют одновременно идентифицировать растущее количество ГМО на мировом рынке в одном образце. Некоторые из этих методов также обсуждались для выявления непреднамеренных эффектов генетической модификации. Внедрение адекватных систем отслеживания требует большего, чем просто технические средства, и строго связано с ограничениями на маркировку. Чем

более строгие требования к маркировке, тем более дорогостоящими и сложными являются соответствующие стратегии отслеживания для удовлетворения этих требований.

Как маркировка, так и прослеживаемость ГМО являются актуальными вопросами, которые рассматриваются в сфере торговли и регулирования. В настоящее время законодательство ЕС требует маркировки ГМО-продуктов, содержащих обнаруживаемый трансгенный материал. Предлагаемый пакет законодательных актов распространил бы эту маркировку на продукты без каких-либо следов трансгенных веществ. Эти новые законодательные акты также будут предусматривать маркировку и систему отслеживания, основанную на документации, во всей системе производства продуктов питания и кормов. Нормативные вопросы анализа рисков и маркировки в настоящее время согласованы Кодексом Алиментариус. Внедрение и поддержание правил требует протоколов отбора проб и аналитических методологий, которые позволяют точно определять содержание ГМО-организмов в образцах продуктов питания и кормов. Современные методологии анализа ГМО сосредоточены либо на одной из двух целей, либо на введенной трансгенной ДНК, либо на новых белках, экспрессируемых в ГМО-продукте. Для большинства методов обнаружения, основанных на ДНК, используется полимеразная цепная реакция. Вопросы, которые необходимо учитывать при использовании методов обнаружения на основе ДНК, включают специфичность, чувствительность, матричные эффекты, внутреннюю эталонную ДНК, доступность внешних эталонных материалов, гемизиготность против гомозиготности, дополнительную хромосомную ДНК и международную гармонизацию.

Для большинства методов на основе белка используются иммуноферментные анализы с антителами, связывающими новый белок. Следует обратить внимание на выбор антигена, связанного антителом, точность, валидацию и матричные эффекты. В настоящее время проводится

валидация методов обнаружения для анализа ГМО. В дополнение к использованию микрочипов, масс-спектрометрии и поверхностного плазмонного резонанса разрабатываются новые методологии. Проблемы, связанные с обнаружением ГМО, включают обнаружение трансгенного материала в материалах с различным числом хромосом. Существующие и предлагаемые нормативные требования ЕС к отслеживаемости ГМО-продуктов соответствуют более широкой тенденции к отслеживаемости пищевых продуктов в целом и, в коммерческих целях, к продуктам, которые можно отличить друг от друга.

По состоянию на январь 2009 года было проведено только одно исследование питания людей, посвященное воздействию ГМО-продуктов. В исследовании приняли участие семь человек-добровольцев, которым ранее удаляли толстый кишечник по медицинским показаниям. Этим добровольцам давали в пищу ГМО-сою, чтобы посмотреть, передается ли ДНК ГМО-сои бактериям, которые естественным образом живут в кишечнике человека. Исследователи установили, что у трех из семи добровольцев трансгены из ГМ-сои были перенесены в бактерии, живущие в их кишечнике, до начала эксперимента по кормлению. Поскольку этот низкочастотный перенос не увеличивался после потребления ГМО-сои, исследователи пришли к выводу, что перенос генов не происходил во время эксперимента. У добровольцев с полным пищеварительным трактом трансген не выживал при прохождении через неповрежденный желудочно-кишечный тракт. Другие исследования обнаружили ДНК вируса M13, GFP и даже гены рибулозо-1,5-бисфосфаткарбоксилазы (Rubisco) в крови и тканях животных, употреблявших пищу [7].

Два исследования, посвященные возможному воздействию ГМО-кормов на животных, показали, что не было существенных различий в безопасности и питательной ценности кормов, содержащих материал, полученный из ГМО-растений [9]. В частности, в исследованиях отмечалось,

что ни в каких образцах органов или тканей, полученных от животных, которых кормили ГМ-растениями (Nordlee), не было обнаружено остатков рекомбинантной ДНК или новых белков.

Будущее также предусматривает, что применение ГМО будет разнообразным и включает в себя лекарственные препараты в пищевых продуктах, бананы, которые производят вакцины для людей против инфекционных заболеваний, таких как гепатит В [10], метаболически модифицированная рыба, которая созревает быстрее, фруктовые и ореховые деревья, которые дают урожай на несколько лет раньше, продукты, которые больше не содержат свойств, связанных с распространенной непереносимостью, и растения, которые производят новые биоразлагаемые пластмассы с уникальными свойствами [12]. Хотя их практичность или эффективность в коммерческом производстве еще предстоит полностью проверить, в следующем десятилетии может наблюдаться экспоненциальный рост разработки ГМ-продуктов, поскольку исследователи получают все больший доступ к геномным ресурсам, которые применимы к организмам, выходящим за рамки отдельных проектов.

Нужно согласиться, что существует много мнений о скудных данных о потенциальных рисках для здоровья, связанных с генетически модифицированными продовольственными культурами, хотя они должны были быть проверены и устранены до их внедрения. Хотя утверждается, что небольшие различия между ГМО- и не-ГМО-культурами имеют мало биологического значения, считается, что большинство ГМО- и родительских линий культур не соответствуют определению существенной эквивалентности. В любом случае, нам нужны новые методы и концепции для изучения различий в составе, питании, токсикологии и метаболизме между ГМ и обычными культурами, а также безопасности генетических методов, используемых при выращивании ГМ-культур, если мы хотим поставить эту технологию на надлежащую научную основу и развеять опасения широкой

общественности. Необходимо направить значительные усилия на то, чтобы понять отношение людей к этой генной технологии. В то же время крайне важно отметить отсутствие доверия к институтам и институциональной деятельности в отношении ГИО, и общественность считает, что учреждения не приняли во внимание реальные проблемы общественности в рамках своей деятельности по управлению рисками.

Использованные источники:

1. Allison S, Palma PM. Commercialization of transgenic plants: potential ecological risks. *BioScience*. 1997;47:86–96. doi: 10.2307/1313019.
2. Beagle JM, Apgar GA, Jones KL, Griswold KE, Radcliffe JS, Qiu X, Lightfoot DA, Iqbal MJ. The digestive fate of *Escherichia coli* glutamate dehydrogenase deoxyribonucleic acid from transgenic corn in diets fed to weanling pigs. *J Anim Sci*. 2006;84(3):597–607.
3. Berberich SA, Ream JE, Jackson TL, Wood R, Stipanovic R, Harvey P, Patzer S, Fuchs RL. The composition of insect-protected cottonseed is equivalent to that of conventional cottonseed. *J Agric Food Chem*. 1996;44:365–371. doi: 10.1021/jf950304i.
4. Bernstein IL, Bernstein JA, Miller M, Tierzieva S, Bernstein DI, Lummus Z, Selgrade MK, Doerfler DL, Seligy VL. Immune responses in farm workers after exposure to *Bacillus thuringiensis* pesticides. *Environ Health Perspect*. 1999;107:575–582. doi: 10.1289/ehp.99107575.
5. Brake J, Vlachos D. Evaluation of transgenic Event 176 “Bt” corn in broiler chicken. *Poult Sci*. 1998;77:648–653.
6. Brigulla M, Wackernagel W. Molecular aspects of gene transfer and foreign DNA acquisition in prokaryotes with regard to safety issues. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2010;86(4):1027–1041. doi: 10.1007/s00253-010-2489-3.

7. Burks AW, Fuchs RL. Assessment of the endogenous allergens in glyphosate-tolerant and commercial soybean varieties. *J Allergy Clin Immunol.* 1995;96:1008–1010. doi: 10.1016/S0091-6749(95)70243-1.
8. Butler T, Reichhardt T. Long-term effect of GM crops serves up food for thought. *Nature.* 1999;398(6729):651–653. doi: 10.1038/19348.
9. Cellini F, Chesson A, Colquhoun I, Constable A, Davies HV, Engel KH, Gatehouse AMR, Karenlampi S, Kok EJ, Leguay JJ, Lehasranta S, Noteborn HPJM, Pedersen J, Smith M. Unintended effects and their detection in genetically modified crops. *Food Chem Toxicol.* 2004;42:1089–1125. doi: 10.1016/j.fct.2004.02.003.
10. Chapman MD. Allergen nomenclature. In: Lockey RF, Dennis Ledford K, editors. *Allergens and allergen immunotherapy.* 4. New York: Informa Healthcare; 2008. pp. 47–58.
11. Conner AJ, Jacobs JME. Genetic engineering of crops as potential source of genetic hazard in the human diet. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen.* 1999;443:223–234. doi: 10.1016/S1383-5742(99)00020-4.
12. Crevel RWR, Lerkhof MAT, Koning MMG. Allergenicity of refined vegetable oils. *Food Chem Toxicol.* 2000;38(4):385–393. doi: 10.1016/S0278-6915(99)00158-1.
13. Deisingh AK, Badrie N. Detection approaches for genetically modified organisms in foods. *Food Res Int.* 2005;38:639–649. doi: 10.1016/j.foodres.2005.01.003.
14. Domingo JL. Health risks of genetically modified foods: many opinions but few data. *Science.* 2000;288:1748–1749. doi: 10.1126/science.288.5472.1748.
15. Ewen SWB, Pusztai A. Effects of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. *Lancet.* 1999;354:1353–1354. doi: 10.1016/S0140-6736(98)05860-7.