

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВПО
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра технологии хранения и переработки растениеводческой продукции

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению самостоятельной работы

**по дисциплине «Технология функциональных продуктов
питания»**

**на тему: «Биобезопасность генетически модифицированных
организмов»**

**для обучающихся по направлению подготовки научно-
педагогических кадров в аспирантуре**

19.06.01 Промышленная экология и биотехнология

Краснодар 2014



Методические указания подготовлены преподавателями кафедры хранения и переработки растениеводческой продукции д-р техн. наук Н. В. Сокол, к.т.н. Н.В. Кенийз

Одобрены на заседании методической комиссии факультета перерабатывающих технологий

Протокол № 2 от 16 октября 2014 г.

Рецензент: Л.В. Донченко, д-р техн. наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Кубанского ГАУ

СОДЕРЖАНИЕ

1	ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	4
1.1	Генная инженерия и проблемы безопасности	4
1.1.2	Общая характеристика	5
1.1.3	Получение генетически модифицированных организмов	7
1.1.4	Преимущества ГМИ пищи	10
1.1.5	Недостатки использования ГМИ пищи	12
1.2	Мировое производство генно-инженерно-модифицированных культур	12
1.3	Пищевая токсиколого-гигиеническая оценка трансгенных культур	15
1.3.1	Методы определения и оценка ГМИ	20
2	ОТЧЕТ О САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ	28
	СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

На всех этапах развития общества создание продовольственной базы было залогом выживания человека, поэтому для достижения данной цели использовались самые прогрессивные подходы. Растения и животные, являющиеся в настоящее время классическими объектами сельского хозяйства, были получены в результате многовековой селекции, направленной на увеличение урожайности и плодовитости, приобретение устойчивости к влиянию неблагоприятных факторов окружающей среды, повышение пищевой ценности, улучшение вкуса, внешнего вида и др. По мере накопления знаний человек все более активно воздействовал на геном объекта селекции, пытаясь добиться появления искомого признака в кратчайшие сроки. Однако возможности традиционных методов всегда были ограничены геномом вида, в рамках которого проводилась селекционная работа, поэтому приобретение свойств, не характерных для определенного вида живых организмов, стало осуществимо лишь после преодоления межвидовых барьеров с помощью генетической инженерии. В сущности, генетическая инженерия продолжает направление традиционной селекции по улучшению генотипа хозяйственно ценных культур, действуя при этом более тонкими и точными методами и значительно сокращая процесс получения растения с заданными признаками.

1.1 Генная инженерия и проблемы безопасности

Достижения генной инженерии совсем недавно казались фантастикой, но реальные воплощения ее результатов в практическую деятельность человека превзошли все ожидания. Очевидные результаты использования генно - инженерных решений в медицине, сельском хозяйстве и в пищевой промышленности доказали огромные возможности улучшения,

преобразования и создания новых объектов человеческой деятельности, но еще больше они открыли перспектив для реализации этой деятельности.

Первоначально к генетической инженерии относили работы только с отдельными молекулами ДНК или генами. В настоящее время понятие «генетическая инженерия» расширено и в ней выделено два раздела: генная инженерия и геномная инженерия.

Генная инженерия (или трансгеноз) методами *in vivo* и *in vitro* решает задачи введения в геном реципиентной клетки одного или нескольких чужеродных генов либо создания в геноме новых типов регуляторных связей. При этом видовая принадлежность реципиентных организмов не меняется, но появляются не свойственные им признаки.

Геномная инженерия связана со всей генетической программой организма, и перед ней стоят задачи более глубокого вмешательства в геном, вплоть до создания новых видов организмов.

1.1.2 Общая характеристика

За XX в. численность населения Земли увеличилась с 1,5 до 6 млрд. человек. Предполагается, что к 2020 г. она вырастет до 8 млрд. При этом производство сельскохозяйственной продукции за последние 40 лет выросло в среднем в 2,5 раза, и дальнейший его рост традиционными методами представляется маловероятным.

Решение проблемы увеличения производства продуктов питания старым методом уже невозможно. Традиционные сельскохозяйственные технологии исчерпали себя: в последние 20 лет человечеством потеряно свыше 15% плодородного почвенного слоя, а большая часть пригодных к возделыванию почв уже вовлечена в хозяйственный оборот.

Создание в 1983 г. первого трансгенного растения, а затем и, проведенные в 1986 г. первые успешные полевые испытания, открыли широкие перспективы использования генной инженерии в сельском хозяйстве для изменения агротехнических характеристик культур с целью

увеличения их урожайности, а также улучшения пищевой и кормовой ценности продукции. Вследствие этого с каждым годом появляется все больше генетически модифицированных организмов (ГМО), которые используют в качестве продуктов питания (картофель, кукуруза, помидоры, рыба и др.) или включают ГМ-компоненты (например, крахмал, соевая мука, томатная паста и др.).

Против генетически модифицированных источников существуют различные мнения.

Первое, замена одних генов на другие в живых организмах нарушает систему гомеостаза – ослабляет их жизненные силы. Считается, что конечным результатом может быть создание лишь курьезных домашних животных и растений, не жизнеспособных в природе, т.е. трансгенные виды могут не дать потомства или же обладать свойствами, которые приведут к гибели этих животных или растений. А те полезные свойства, ради которых и разрабатывались эти культуры, через несколько поколений практически исчезнут.

Второе, биологическая наука не дает ответа на вопрос: насколько высока возможность генно-инженерных культур стать инвазивными (инвазия – нашествие), вытесняющими традиционные сорта сельхозрастений. Спустя десятилетия последние могут исчезнуть на Земле, поскольку урожайность трансгенных выше на 10–20% и они провоцируют возникновение инфекционных заболеваний у обычных растений – ржавчина или головня хлебных злаков, поражение грибом картофеля. Кроме того, ученые, перенося ген с одного организма на другой в надежде, что с ним перейдет некое полезное свойство, не учитывают, что переходят и вредные свойства.

Третье, в результате все более масштабного производства трансгенных растений, происходит сужение генетической базы семеноводства и монополизация четырьмя-пятью транснациональными компаниями производства и рынка всего мирового семенного фонда.

Четвертое, многие ученые сходятся на том, что трансгенные растения могут наносить вред здоровью человека.

И так, что же это за продукты, как их получают и чем они опасны.

Генетически модифицированный организм (ГМО) – организм или несколько организмов, любое неклеточное, одноклеточное или многоклеточное образование, способные к воспроизводству или передаче наследственного генетического материала, отличные от природных организмов, полученные с применением методов генной инженерии и содержащие генно-инженерный материал, в том числе гены, их фрагменты или комбинации генов.

Генетически модифицированные источники пищи (ГМИ) – пищевые продукты или компоненты пищевых продуктов, полученные из генетически модифицированных организмов, и используемые человеком в пищу в натуральном или переработанном виде.

1.1.3 Получение генетически модифицированных организмов

Получение генетически модифицированных организмов связано со «встраиванием» целевого гена в ДНК других растений или животных (производят транспортировку гена, т.е. трансгенизацию) с целью изучения свойств или параметров последних.

Несовершенство «встраивания» гена в геном другого организма является одной из причин опасности ГМО. В настоящее время наиболее распространенными являются два способа введения гена (рисунок 1): агробактериальный и биобаллистический. При применении первого способа используют плазмиды (кольцевые ДНК) почвенных бактерий (*Agrobacterium tumefaciens* и *Agrobacterium rhizogenes*), с помощью которых и «встраивают» нужный ген в геном клетки. При биобаллистическом способе в специальной вакуумной камере производят «обстрел» растительных клеток микроскопическими вольфрамовыми или золотыми частицами с

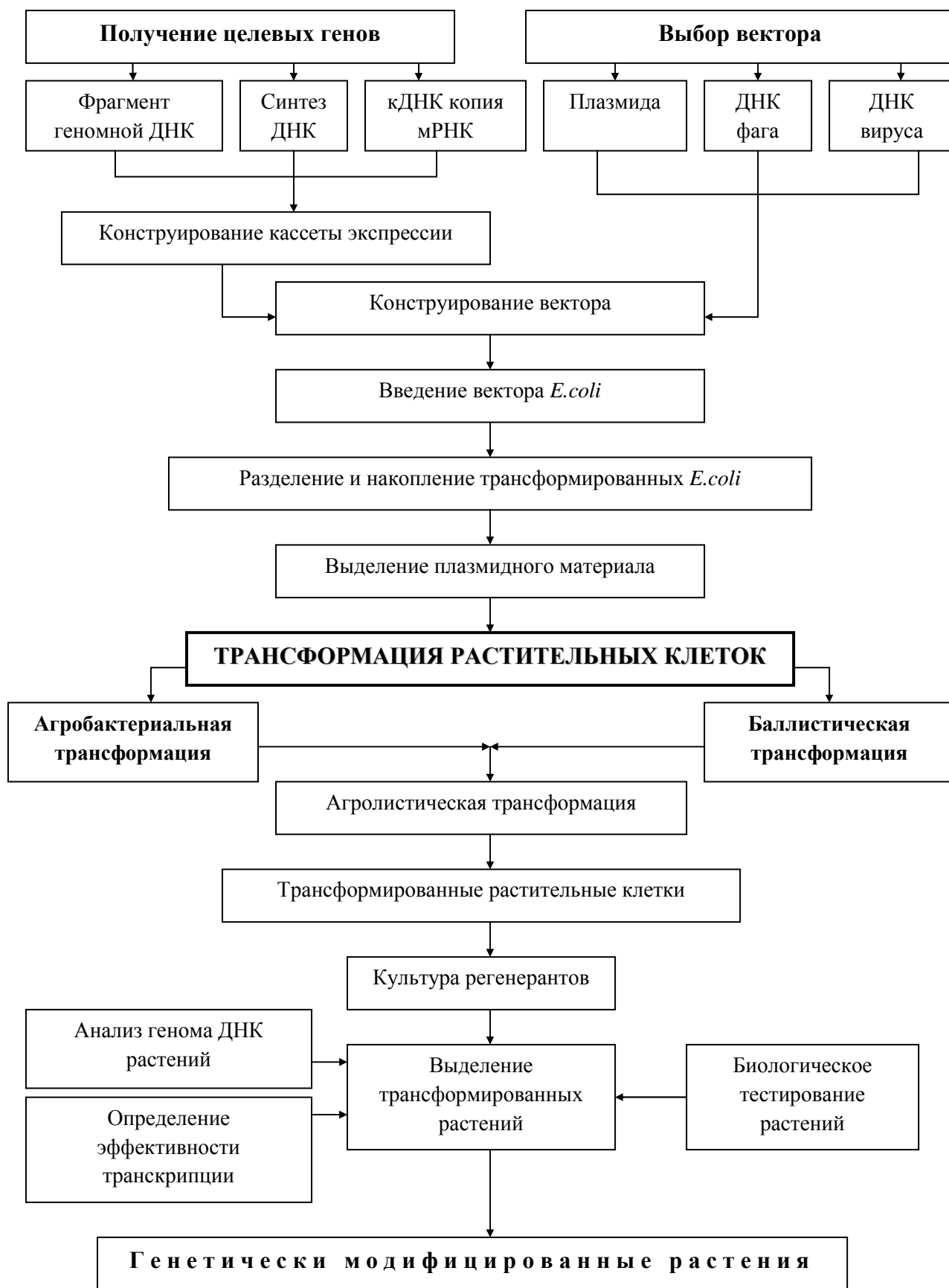


Рисунок 1 – Создание генетически модифицированных растений

нанесенными на них генами и нуклеотидными последовательностями управляющими этими генами (прямой ввод гена в геном клетки-хозяина).

При обоих способах «встраивания» гена производят селекцию трансформированных клеток и регенерацию трансгенных растений. Наиболее распространенным является агробактериальный способ введения целевого гена. Оба способа «встраивания» гена являются несовершенными и не дают полной гарантии безопасности тех организмов, которые создаются с их помощью. При биобаллистическом способе достаточно высока вероятность «встраивания» сразу многих копий ДНК-векторов, «обрывков» ДНК и других сбоев. При этом могут появляться растения с неизвестными свойствами. Другой способ, агробактериальный, является еще более опасным и непредсказуемым, чем первый.

Сторонники ГМО уверены, что ГМ-вставки полностью распадаются в желудочно-кишечном тракте человека. Они утверждают, что присутствие в пищевых продуктах и кормах рекомбинантной ДНК само по себе не представляет опасности для здоровья человека и животных, по сравнению с традиционными продуктами, так как любая ДНК состоит из нуклеотидных оснований, а генетическая модификация оставляет неизменной их химическую структуру и не увеличивает общего содержания генетического материала. Человек ежедневно потребляет с пищей ДНК и РНК в количестве от 0,1 до 1,0 г в зависимости от вида потребляемых продуктов и степени их технологической обработки. Кроме того, показано, что процент рекомбинантной ДНК в геноме генетически модифицированных сельскохозяйственных культур весьма незначителен. Так, в генетически модифицированных линиях кукурузы, устойчивых к вредителям, процент рекомбинантной ДНК составляет 0,00022, в генетически модифицированных линиях сои, устойчивых к пестицидам – 0,00018, генетически модифицированных сортах картофеля, устойчивых к вредителям, – 0,00075. Технологическая обработка пищи значительно снижает содержание ДНК в

продуктах. В высоко рафинированных продуктах, таких как сахар-песок, произведенный из сахарной свеклы, или масло из бобов сои ДНК содержится в следовых количествах или отсутствует. Опасения у специалистов вызывает возможный перенос генов устойчивости к антибиотикам, которые используются при создании трансгенных растений, в геном бактерий желудочно-кишечного тракта. Однако основной объем поступающей с пищей ДНК подвергается разрушению в пищеварительном тракте и, следовательно, маловероятно сохранение целого гена с соответствующей регуляторной последовательностью. Кроме того, перенос рекомбинантной ДНК в геном бактерий практически невозможен, из-за необходимости последовательного прохождения определенных этапов: проникновение ДНК сквозь клеточную стенку и мембрану микроорганизма и возможность выживания при работе механизма уничтожения чужеродной ДНК у бактерий; встраивание в ДНК микроорганизма и стабильное интегрирование на определенном участке, экспрессия гена в микроорганизме.

Однако поедание организмов друг другом может лежать в основе горизонтального переноса, поскольку показано, что ДНК переваривается не до конца и отдельные молекулы могут попадать из кишечника в клетку и в ядро, а затем интегрироваться в хромосому. Что же касается колечек плазмид, то «кольцевая» форма ДНК делает ее более устойчивой к разрушению. Так, плазмиды и ГМ-вставки были обнаружены в разных органах животных и человека, использующих в пищу ГМО: в крови и микрофлоре кишечника мышей; в крови, селезенке, печени, мозге, сердце и коже внутриутробных плодов и новорожденных мышат при добавлении в корм беременных самок мышей ДНК бактериофаг М-13 или плазмид, содержащих ген зеленого флуоресцентного белка; в слюне и микрофлоре кишечника человека.

1.1.4 Преимущества ГМИ пищи

Трансгенные растения (ТР) способствуют росту продуктивности за счет своей устойчивости к гербицидам, вредителям, болезням. Это позволяет сохранить ту часть урожая, которая ранее терялась из-за воздействия факторов биотического стресса и неэффективной защиты.

ТР можно придать полезные свойства. Например, британскими учеными разработан новый сорт риса – «золотой рис» – генетически улучшенный с помощью бетакаротина, который в организме человека превращается в витамин А. Из улучшенной кукурузы, соевых бобов и рапса получается растительное масло, в котором снижено количество насыщенных жиров. В трансгенных сортах картофеля и кукурузы больше крахмала и меньше воды. Такой картофель при жарке требует немного масла, легче усваивается желудком. Усовершенствованные помидоры, тыква и картофель лучше сохраняют витамины С, Е и бетакаротин.

ТР можно использовать в фармакологических целях как биофабрики по производству белков интерлейкинов, стимулируя защитные свойства человека (в частности моркови, бананов и др.).

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что применение ТР:

- повышает продуктивность сельскохозяйственных культур;
- позволяет увеличить производство сельскохозяйственной продукции, не расширяя пахотных земель;
- уменьшает ущерб окружающей среды от использования ядохимикатов;
- позволяет получить экономическую выгоду за счет снижения трудозатрат и экономии энергоресурсов.

А ведь в дальнейшем будут создаваться совершенно новые продукты, с улучшенной или измененной пищевой ценностью, устойчивые к воздействию климатических факторов, засолению почв, а также имеющих большой срок хранения и улучшенные вкусовые свойства,

характеризующиеся отсутствием аллергенов. Более отдаленное будущее – это растения, которые продуцируют определенные химические соединения, вакцины и т.д. И это не фантастика. Лабораторные наработки показывают эффективность этого направления.

А в перспективе культуры третьего поколения (примерно с 2015 г). Для них помимо вышеперечисленных качеств будет характерно изменение архитектуры растений, например, низкорослость как фактор устойчивости в ветреных областях. Или изменение времени цветения и плодоношения – тогда станет возможным выращивать тропические фрукты в средней полосе. Или изменение размера, формы и количества плодов. Или рост эффективности фотосинтеза – это приведет к увеличению содержания кислорода в воздухе. Или продуцирование пищевых веществ с повышенным уровнем ассимиляции, лучше усваивающихся организмом.

1.1.5 Недостатки использования ГМИ пищи

Потенциальную опасность трансгенных организмов ученые и специалисты связывают со следующими возможными отрицательными последствиями, указанными на рисунке 2.

Бесконтрольный перенос чужеродных генов из трансгенных организмов в природные может привести к активации ранее известных или образованию новых патогенов. Трансгенные конструкции имеют возможность перемещаться в другие растения, родственные, либо того же типа. Генетически модифицированный материал переносится в пыльце с помощью, скажем, ветра на соседние поля. Фермеры, ведущие органическое или традиционное сельское хозяйство в Европе и США озабочены этим фактом, поскольку полученные благодаря методам генной инженерии растения не считаются органической продукцией, которая становится все более и более популярной, особенно в Европе.

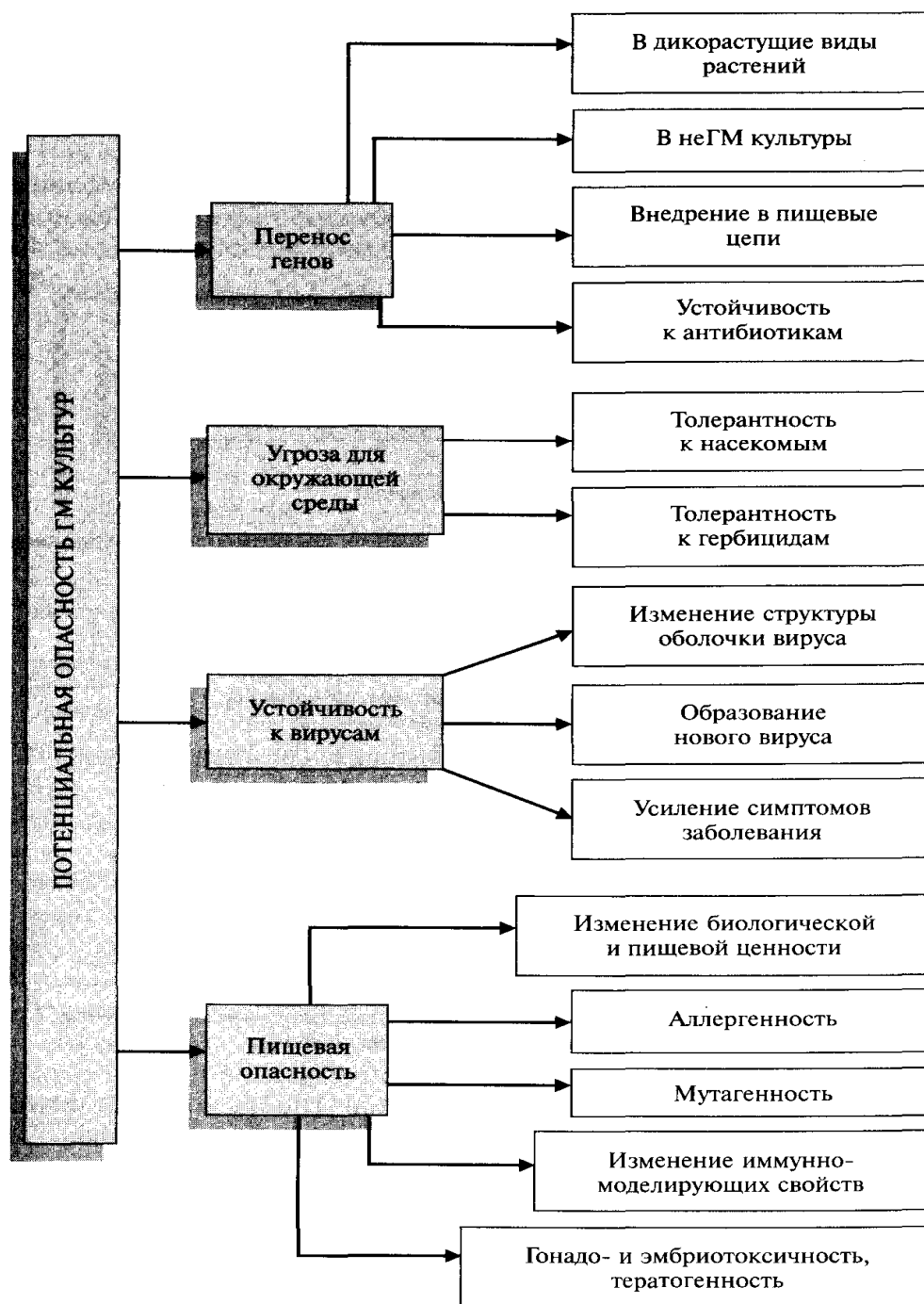


Рисунок 2 - Потенциальные опасности применения ГМИ

В 1999 году американская компания органических продуктов Terra Prima уничтожила 87 тыс. мешков органических кукурузных чипсов, отправленных в Европу, когда испытания показали содержание в них ГМ-материала. Ученые Великобритании, например, обнаружили пыльцу ГМ рапса в пчелиных ульях на расстоянии 4 километра от поля. А канадские

производители экологически чистой сельскохозяйственной продукции постепенно разоряются из-за генетического загрязнения их посевов от расположенных рядом генно-модифицированных полей.

Условно *риски*, связанные с использованием ГМИ пищи, можно разделить по объекту воздействия на:

- экологические;
- медицинские;
- социально-экономические.

Подробного рассмотрения заслуживают риски медицинские, так как для потребителей на первом месте стоит влияние подобных продуктов на здоровье.

На сегодняшний день нет прямых научных доказательств отрицательного воздействия трансгенных растений на человека. Проводятся различные исследования, но полученные результаты слишком противоречивы, чтобы делать однозначные выводы. Однако ученые и медики признают появление и подтверждают наличие отдельных рисков для здоровья человека.

Трансгены могут вызывать:

- Повышенную аллергеноопасность. Выявлены факты появления аллергии у определенной группы людей на продукты переработки генетически модифицированной сои фирмы «Pioneer». Дальнейшие исследования показали, что аллергическая реакция возникает у людей, имеющих аллергию на американский орех;

- Возможную токсичность. Генетически модифицированные манипуляции наделяют растения или животных неприсущими им свойствами. При этом возникает проблема: остановить или предугадать процесс функционирования комбинированного гена практически невозможно, поэтому уверенности в том, что съедаемые нами генетически модифицированные растения не станут производить новые токсины нет;

- Устойчивость к действию антибиотиков. Появление большого количества антибиотикоустойчивых бактерий наблюдалось несколько лет назад в Дании: тысячи людей оказались жертвами эпидемии сальмонеллеза, вызванной новым, устойчивым к антибиотикам, штаммом сальмонеллы. Следует, однако, заметить, что устойчивые к антибиотикам штаммы бактерий возникают отнюдь не благодаря генной инженерии.

1.2 Мировое производство генно-инженерно-модифицированных культур

Крупномасштабное промышленное производство сельскохозяйственных ГМ-культур началось в 1996 г., когда ими было засеяно 1,7 млн га земли в мире.

В последнее время в ряде экономически развитых стран возросло производство и оборот пищевых продуктов, полученных из генетически модифицированных источников. Промышленными посевами трансгенных культур занимались в 2003 г. 18 стран мира. Наибольшие площади заняты под трансгенными культурами в США – 42,8 млн. га, что составляет 63% от общего урожая биотехкультур в мире. Второе место принадлежит Аргентине – 13,9 млн. га или 21% от общего урожая. Затем следуют Канада – 4,4 млн. га (6%), Бразилия – 3,0 млн. га (4%), Китай – 2,8 млн. га или 4% и Южная Африка – 0,4 млн. га (1%). Оставшаяся площадь под трансгенными растениями распределена между Австралией, Мексикой, Испанией, Францией, Португалией и Румынией (табл. 1). При этом из шести ведущих стран, выращивающих трансгенные культуры, наибольший ежегодный прирост отмечен в Китае – увеличение площади возделывания Вt хлопчатника – с 1,5 млн. в 2001 г. до 2,8 млн. га в 2003г., что составляет 58% от общей площади возделывания хлопчатника. Площадь возделывания трансгенных культур в ЮАР выросла более чем на 20% и достигла 0,4 млн.

га. Три страны – Индия, Колумбия и Гондурас – в 2002 г. впервые вырастили урожай трансгенных растений. В 2003 г. впервые начали выращивать Вt кукурузу Филиппины, а Бразилия официально санкционировала возделывание гербицидоустойчивой сои.

Площадь сельскохозяйственных земель, занятая трансгенными растениями во всем мире, неуклонно растет. Только с 2005 по 2006 гг. рост посевов трансгенных культур составил 13 % или 30 млн га (рис. 3).

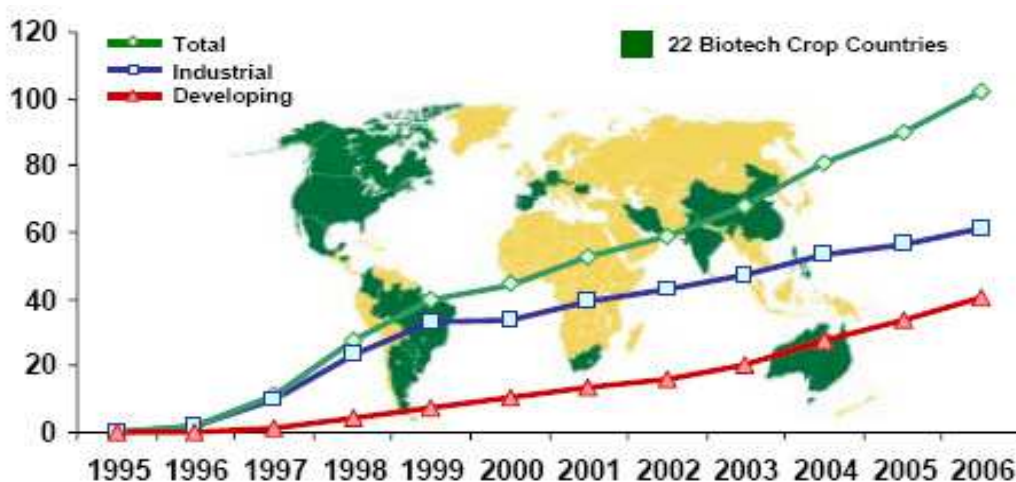


Рисунок 3 - Площадь сельскохозяйственных земель, занятая трансгенными растениями, млн га (1995 – 2006 гг.)

Продукты, произведенные из трансгенных растений, составляют сейчас заметную долю в рационах жителей США. В традиционных для этой страны продуктах питания используется генно-модифицированные картофель и говядина, помидоры и соя, рапс и молоко, хлопок и кукуруза. Причем некоторые продукты и блюда уже полностью могут быть изготовлены с применением технологий генной инженерии (гамбургеры, салаты, картофель-фри и другие). Американцы потребляют 90 % всего трансгенного картофеля, производимого в мире.

Таким образом, одной из мировых тенденций начала XXI века можно считать расширение рынка сельскохозяйственных ГМ-культур. Согласно прогнозам аналитиков, к 2015 г общая площадь посевов ГМ-растений в мире

достигнет 200 млн. га, что составит 13-14 % всех возделываемых на Земле площадей.

В связи с отсутствием в России моратория на ввоз из-за рубежа трансгенной пищевой продукции она поступает на российский продовольственный рынок. Более того, если в конце 90-х годов прошлого века в России случаи применения импортных генетически модифицированных источников при производстве продуктов питания были единичными, то в настоящее время объем и темпы их использования многократно увеличились. Российский рынок таких продуктов превышает 1 млрд \$, только ежегодный импорт трансгенной пищевой продукции оценивается в 650 млн долларов. По некоторым оценкам официальных лиц, в Россию в 2002 году было ввезено 350 - 400 тыс. тонн модифицированной сои и около 30 тыс. тонн кукурузы. Данные Государственного таможенного комитета РФ подтверждают, что за последние три года ввоз трансгенной сои из США увеличился на 100 %.

В России посевов трансгенных культур для коммерческого применения пока нет; существуют лишь закрытые экспериментальные поля при различных исследовательских центрах. Так, по данным UNIDO (Организация по индустриальному развитию) и OECD (Организация по экономическому сотрудничеству) в РФ существуют посадки генетически модифицированных культур картофеля (Москва, Московская обл., Тамбов, Краснодар, Дальний Восток), сои (Краснодарский край), сахарной свеклы (Московская обл., Тамбов, Краснодар, Дальний Восток), кукурузы (Московская обл., Тамбов, Краснодарский край, Дальний Восток) - с целью испытаний их на биобезопасность; трансгенного картофеля (в 18 регионах) - с целью сортоиспытания, а сахарной свеклы и сои (Московская область и другие территории) - с целью переработки и употребления.

В созданной и действующей в настоящее время в РФ системе оценки

качества, безопасности и допуска к производству пищевой продукции из ГМИ предусмотрены комплексные исследования, включающие медико-биологические и другие аспекты, среди которых наиболее актуально выделение ДНК из генно-модифицированных организмов в пищевых продуктах, полуфабрикатах и пищевом сырье.

1.3 Пищевая токсиколого-гигиеническая оценка трансгенных культур

В связи с поступлением на продовольственный рынок России генетически модифицированной пищевой продукции была создана законодательная, нормативная и методическая база, позволяющая проводить санитарно-эпидемиологическую экспертизу (оценку безопасности) такой продукции и регулировать ее.

По итогам этой оценки проводится их регистрация.

В таблице 1 приведены некоторые данные о генно-инженерных культурах, разрешенных для реализации в России.

В большинстве стран считают необходимым проводить поэтапную оценку безопасности и качества генетически модифицированных источников.

Таблица 1 - Данные о генетически модифицированных сельскохозяйственных культурах, разрешенных для реализации в России

Культура	Основной признак	Фирма и дата регистрации
Соя (линия 40-3-2)	Устойчивая к глифосату	Monsanto, USA, 1999 г.
Соя (линия А 2704-12)	Устойчивая к глюфосинату аммония	Aventis Crop Science GmbH, Germany, 2002 г.
Соя (линия А 5547-127)	Устойчивая к глюфосинату аммония	Aventis Crop Science GmbH, Germany, 2002 г.
Сахарная свекла (линия - 77)	Устойчивая к глифосату	Monsanto, USA; Syngenta Seeds, France, 2000 г.
Картофель Рассет Бурбанк Ньюлив	Устойчивый к колорадскому жуку	Monsanto, USA, 2000 г.
Картофель Супериор Ньюлив	Устойчивый к колорадскому жуку	Monsanto, USA, 2000 г.

Кукуруза MON 810	Устойчивая к стеблевому мотыльку	Monsanto, USA, 2000 г.
Кукуруза (линия GA 21)	Устойчивая к глифосату	Monsanto, USA, 2000 г.
Кукуруза (линия T 25)	Устойчивая к глюфосинату аммония	Buer Crop Science, Germany, 2001 г.
Кукуруза (линия NK 603)	Устойчивая к глифосату	Monsanto, USA, 2000 г.
Кукуруза MON 863)	Устойчивая к жуку Диабротика	Monsanto, USA, 2003 г.

В основе этого подхода лежит принцип композиционной или реальной эквивалентности, который заключается в сравнении генетически модифицированных источников с традиционным аналогом. Для этого необходимо изучение химического состава изучаемого продукта и сравнения его с традиционным аналогом: содержание основных нутриентов, антиалиментарных и токсических веществ и аллергенов, характерных для данного вида продовольствия или определяемых свойствами переносимых генов. Если в результате оценки композиционной эквивалентности не обнаруживаются отличий генномодифицированной пищевой продукции от традиционных аналогов, то ее причисляют к первому классу безопасности, и предлагают считать полностью безвредной для здоровья потребителей. При обнаружении отличий от традиционного аналога (второй класс безопасности) или полного несоответствия с традиционным аналогом (третий класс безопасности) оценка безопасности генномодифицированной пищевой продукции должна быть продолжена.

Этапы исследования пищевой безопасности предусматривают изучение пищевых и токсикологических характеристик продукции.

Оценка пищевых свойств включает изучение:

- пищевой ценности нового продукта;
- нормы потребления;
- способов использования в питании;
- биодоступности;
- поступления отдельных нутриентов (если ожидаемое поступление нутриента превышает 15% от его суточной потребности);

- влияния на микрофлору кишечника (если генномодифицированный источник содержит живые организмы).

Токсикологическая характеристика обуславливает определение следующих показателей:

- токсикокинетика;
- генотоксичность;
- потенциальная аллергенность;
- потенциальная колонизация в желудочно-кишечном тракте (в случае содержания в генномодифицированном источнике живых микроорганизмов);

- результаты субхронического (90 суток) токсикологического эксперимента на лабораторных животных и исследований на добровольцах.

Однако, такая система оценки качества и безопасности генномодифицированных источников пищи, основой которой является принцип композиционной эквивалентности, может быть рекомендована для продукции, не содержащей белки и ДНК. К таким продуктам относятся ароматические добавки, рафинированные масла, модифицированные крахмалы, мальтодекстрин, сиропы глюкозы, декстрозы, изоглюкозы и другие сахара.

1.3.1 Методы определения и оценка ГМИ

В Российской Федерации с учетом международного и отечественного опыта разработан и введен в действие особый порядок оценки безопасности и качества, а также регистрации пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников.

В соответствии с Законами Российской Федерации «О защите прав потребителей», «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» (от 5.07.1996 г. N 86-ФЗ), Приказом Министерства здравоохранения РФ «О гигиенической оценке производства, поставке и реализации продукции и товаров» (20.07.98 г. № 217) и

рекомендациями МВКГИД разработан «Порядок гигиенической оценки и регистрации пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников» (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 06.04.99 г. №7).

В соответствии с этим Постановлением с 01.07.99 г. введена государственная регистрация и утверждено Положение о проведении гигиенической экспертизы и регистрации пищевых продуктов и продовольственного сырья, а также компонентов (фрагментов) для их производства, полученных из генетически модифицированных источников. Порядок гигиенической оценки распределяет обязанности между ведущими научными учреждениями страны по отдельным направлениям экспертизы. Экспертиза пищевой продукции из генетически модифицированных источников проводится по трем направлениям (рис. 4).

Медико-генетическая оценка пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников, включает:

- экспертизу структуры рекомбинантной ДНК, внедренной в растительный геном, в том числе маркерных генов и промоторов;
- оценку регуляторных последовательностей;
- определение стабильности генетически модифицированных организмов на протяжении нескольких поколений, с учетом уровня выраженности генов. Оценка осуществляется Центром «Биоинженерия» РАН и медико-генетическим научным Центром РАМН.

При проведении этих исследований возникает проблема идентификации продуктов, полученных из ГМО. Разработке и использованию методов идентификации посвящены многочисленные специальные исследования. В настоящее время существуют два основных метода, которые позволяют идентифицировать наличие даже следовых количеств генномодифицированных организмов.



Рисунок 4 - Комплексная оценка пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников (ГМИ)

Это иммунологический метод – ELISA-тест и метод полимеразной цепной реакции (PCR). ELISA-тест заключается в обнаружении специфических белков, экспрессирующихся в трансгенных растениях. Одним из недостатков этого метода является низкая эффективность при оценке продуктов, подвергшихся какой-либо обработке, например тепловой, в результате денатурации белков. Тем не менее, он достаточно эффективен при оценке продуктов, не подвергшихся обработке. Метод PCR заключается в выявлении рекомбинантной ДНК при использовании для создания трансгенных растений так называемых «кассет экспрессии». В случае применения другой генетической конструкции данный метод неадекватен. Центром «Биоинженерия» разработан ряд методов выделения ДНК практически из всех видов продуктов, что позволяет осуществить надежную идентификацию продукции, полученной из ГМО. Однако, в соответствии с постановлением Главного государственного врача Российской Федерации № 12 от 26.06.99 г. «О совершенствовании системы контроля за реализацией сельскохозяйственной продукции и медицинских препаратов, полученных на основе генетически модифицированных источников», не все продукты должны подвергаться идентификации на присутствие рекомбинантной ДНК. Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01, это - рафинированное растительное масло, крахмал, сахар, лецитин и др.

В зависимости от вида генномодифицированных источников российскими специалистами предлагается осуществлять по схеме, приведенной на рисунке 5.

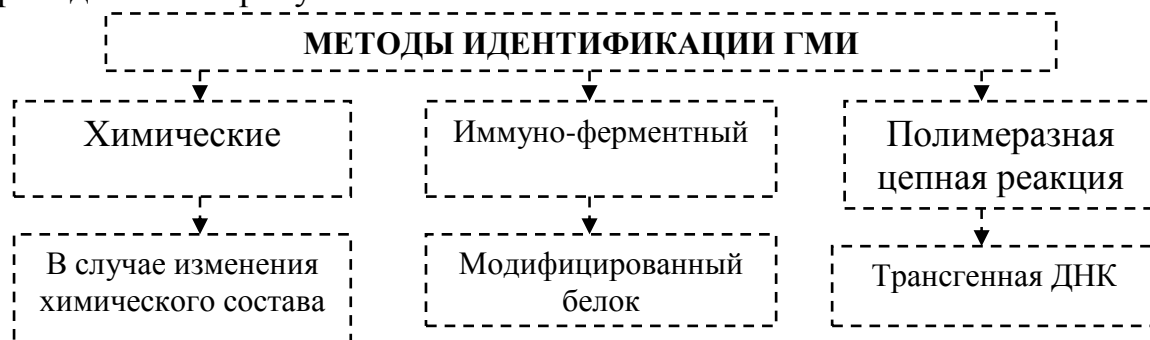


Рисунок 5 - Методы идентификации в зависимости от вида трансгенной продукции

Медико-биологическая оценка пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников, осуществляется путем:

- определения санитарно-химических показателей качества и безопасности;
- проведения токсикологических исследований на лабораторных животных;
- оценки аллергенных свойств, возможных мутагенных и канцерогенных эффектов продукта;
- изучения влияния на функцию воспроизводства;
- наблюдений на добровольцах и эпидемиологических исследований. Исследования проводятся в НИИ питания РАМН, Институте вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова РАМН, Московском НИИ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана.

Исследование технологических свойств пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников проводится путем:

- определения ее органолептических и физико-химических свойств;
- изучения сохранности и влияния генетической модификации на технологические параметры продукции.

Технологическая оценка осуществляется Московским государственным университетом прикладной биотехнологии.

Гигиеническая экспертиза включает в себя экспертизу представленной документации и образцов продукции. Объем и программа проведения работ по оценке безопасности пищевой продукции определяются по результатам экспертизы представленных материалов.

По результатам экспертизы представленной документации и образцов пищевой продукции, Центр санитарно-эпидемиологического нормирования гигиенической сертификации и экспертизы оформляет бланк регистрационного удостоверения или мотивированное заключение об отказе

в регистрации и передает его в Департамент Госсанэпиднадзора. Регистрационное удостоверение подписывается Главным государственным санитарным врачом РФ. Срок действия регистрационного удостоверения – до 3-х лет, при перерегистрации - до 5-ти лет. Сведения о регистрации о пищевой продукции заносятся в Федеральный Реестр.

Институтом питания Российской Академии медицинских наук разработаны методические указания по оценке безопасности генетически модифицированных пищевых продуктов (МУК 2.3.2.970-00). Несмотря на то, что подходы оценки безопасности в различных странах отличаются по содержанию и объему проводимых исследований, общим является понимание того, что традиционный критерий и методы оценки безопасности пищи (например, применявшихся в случае пищевых добавок и остатков пестицидов), не могут быть полностью применимы для генетически модифицированных источников.

В отношении генетической модификации животных на Консультации ФАО/ВОЗ в Риме (1996 г.) решено, что концепция реальной эквивалентности может быть также применена при оценке безопасности животноводческой продукции, а также продукции водного происхождения. Следует отметить, что млекопитающие сами являются своеобразным индикатором собственной безопасности. Однако, если генетическая модификация животных была осуществлена с целью повышения их устойчивости к бактериям и вирусам, необходимы глубокие токсикологические исследования для исключения отрицательного влияния антибиотиков на человеческий организм.

В соответствии с требованиями Директивы Европейского Союза 1139/98/ЕС с 1 сентября 1998 г. пищевая продукция из генномодифицированных организмов или содержащая их в качестве компонентов должна быть снабжена специальными этикетками. В октябре 2003 г. Европейский Союз опубликовал новые правила регулирования по обнаружению и маркировке генетически модифицированных организмов –

Regulation no/1830/2003. Новые правила не применяются к продуктам, содержащим не более 0,9% ГМ ингредиентов.

По новым правилам, пищевая продукция, содержащая или полученная из ГМО, должна иметь на этикетке следующие характеристики: состав, питательную ценность и влияние на здоровье. Кроме того следует указывать, какие именно ингредиенты или добавки были получены из ГМО. В случае, если нет точного перечня ингредиентов, этикетка на продукте должна указывать, что продукт содержит ГМО ингредиенты или добавки.

В США к этой проблеме относятся по-другому: если пищевая продукция признана безопасной, то в специальной маркировке она не нуждается.

Пищевая продукция, предназначенная для реализации на территории Российской Федерации, должна иметь маркировку в соответствии с законодательством Российской Федерации и нормативной документацией, регламентирующей вопросы маркировки продукции. С 01.07.2000 г. устанавливается следующий порядок маркировки пищевой продукции. На потребительскую упаковку товара наносится информация: Генетически модифицированная продукция «_____», полученная из генетически модифицированных источников «_____» содержит компоненты, полученные из генетически модифицированных источников.

Список продуктов, подлежащих обязательной маркировке согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 приведен в табл. 2.

Таблица 2 - Список продуктов, полученных из генетически модифицированных источников, содержащих белок или ДНК, подлежащих обязательной маркировке

ГМИ	Продукты
Соя	Соевые бобы и проростки Концентрат белковый соевый и его текстурированные формы Изолят соевого белка и продукты, полученные из него. Гидролизат соевого белка и продукты, полученные из него. Соевая мука и продукты, полученные из нее.

	<p>Заменитель молока (соевое молоко) и продукты, полученные из него (тофу, сквашенные напитки, мороженое, майонез).</p> <p>Заменитель сухого молока (сухое соевое молоко) и продукты, полученные из него.</p> <p>Вареные и жареные соевые бобы, жареная соевая мука</p> <p>Ферментированные соевые продукты.</p> <p>Соевая паста и продукты из нее..</p> <p>Соевый соус.</p>
Кукуруза	<p>Кукуруза для непосредственного употребления в пищу (мука, крупа и др.).</p> <p>Попкорн.</p> <p>Кукуруза замороженная и консервированная.</p> <p>Кукурузные чипсы.</p> <p>Мука смешанная, содержащая кукурузную муку более 5%.</p>
Картофель	<p>Картофель для непосредственного употребления в пищу.</p> <p>Полуфабрикаты из картофеля быстрозамороженные.</p> <p>Пюре картофельное сухое.</p> <p>Хлопья картофельные.</p> <p>Картофельные чипсы.</p> <p>Крекеры картофельные (полуфабрикаты).</p> <p>Продукты из картофеля обжаренные: хворост картофельный, в ломтиках, соломкой.</p> <p>Концентрат из картофеля: мука для оладьев, вареники с картофелем (полуфабрикаты), пюре картофельное (не требующее варки).</p> <p>Продукты из картофеля быстрого приготовления: картофель сушеный быстро восстанавливаемый, картофель сушеный быстро развариваемый.</p> <p>Консервы из картофеля.</p> <p>Меласса.</p>
Томаты	<p>Томаты для непосредственного употребления в пищу.</p> <p>Томатная паста.</p> <p>Томатное пюре.</p> <p>Томатные соусы, кетчупы.</p> <p>Цельноконсервированные томаты.</p> <p>Томатный сок, напитки.</p>
Кабачки	<p>Кабачки в натуральном виде</p> <p>Продукты, произведенные из (или) с использованием кабачков</p>
Дыня	<p>Дыня</p> <p>Продукты, произведенные из (или) с использованием дыни</p>
Папайя	<p>Папайя в натуральном виде</p> <p>Продукты, произведенные из (или) с использованием папайи</p>
Цикорий	Продукты, содержащие цикорий
Пищевые добавки	Произведенные из ГМИ
Биологическ и активные добавки к пище	Содержащие ГМИ-компоненты

2 ОТЧЕТ О САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

Контроль изучения материала предоставляется в виде отчета представленного в таблице 1.

Таблица 1 – Контрольные вопросы

№	Контрольные вопросы	Краткие ответы
1.	Что означают термины «генная инженерия» и «геномная инженерия»?	
2.	Что означают термины «генномодифицированные организмы» и «генномодифицированные источники пищи»?	
3.	Каковы объективные предпосылки создания генномодифицированных организмов?	
4.	В чем отличие генетической инженерии от традиционной селекции?	
5.	Какие основные методы применяют для трансформации растений?	
6.	Какие основные продукты получают с использованием ГМИ?	
7.	В чем состоят преимущества и недостатки ГМИ?	
8.	Какие потенциальные опасности рассматриваются при использовании генномодифицированных культур?	
9.	Какие риски, связаны с использованием ГМИ пищи?	
10.	В чем заключается опасность генетически модифицированных продуктов для организма человека?	
11.	Характеризуйте методы определения и оценки ГМИ?	
12.	Как контролируют биобезопасность генномодифицированных организмов?	
13.	По каким направлениям осуществляют экспертизу пищевой продукции из генетически модифицированных источников?	
14.	Какие методы применяют для идентификации продуктов питания из генетически модифицированных источников?	

По результатам отчета выставляется зачет или незачет по самостоятельно изученному материалу.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Витол И.С. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: учебник / И.С. Витол, А.В. Коваленок, А.П. Нечаев. – Москва: ДеЛи принт, 2010. – 352 с.
2. Генетически модифицированные источники пищи: оценка безопасности и контроль / Под ред. В.А. Тутельяна. М.: Издательство РАМН, 2009. - 444 с.
3. Дмитриев Д.А. Безопасность пищевой продукции: учебное пособие / Д.А. Дмитриев, Н.В. Хураськина: М-во образования и науки РФ, Чуваш. гос. пед. ун-т им И.Я. Яковлева. –Чебоксары: ЧГПУ, 2011. – 243 с.
4. Ермакова И.В. Что мы едим? Воздействие на человека ГМО и способы защиты / И.В. Ермакова. – 20е изд. – М.: Амрита, 2011. – 64 с.
5. Закон Российской Федерации «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности», № 86-ФЗ от 5.06.96 г.
6. Основы генетической инженерии: учебное пособие / М.И. Селионова, Т.И. Антоненко; Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь: АГРУС, 2011. – 68 с.
7. Национальные и международные аспекты безопасности пищевой продукции в условиях членства России в ВТО / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – монография: М.: 2014. - 432 с.
8. Роева Н.Н. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания. Учебно-практическое пособие. – М., МГУТУ, 2009. – 110 с.
9. Современные аспекты безопасности пищевой продукции: учебное пособие / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – Краснодар: Перспективы образования, 2014. – 200 с.