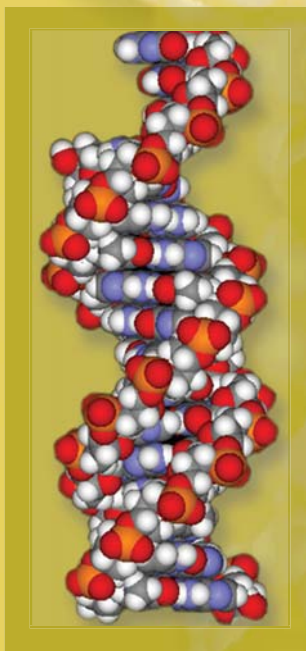


grassroots
foundation



**Иван Игнатьев
Илья Тромбицкий
Анжела Лозан**

**ГЕНЕТИЧЕСКИ
МОДИФИЦИРОВАННЫЕ
ОРГАНИЗМЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**



**Экоспектр-Бендеры
2007**

Генетически модифицированные организмы и обеспечение биологической безопасности. Кишинев: Экоспектр-Бендеры, 2007. 60 с.

Брошюра имеет целью ознакомить общественность с проблемами, которые возникают в связи с разработкой и внедрением в течение последних лет генетически модифицированных организмов. Настоящая брошюра издана в рамках проекта «Raising awareness of population» («Повышение осведомлённости населения») благодаря поддержке немецкого неправительственного фонда „Grassroots”, Мюнхен, и Проекта UNEP/GEF „Support for the Implementation of the National Biosafety Framework for Republic of Moldova” („Поддержка внедрения национальных рамок биобезопасности в Республике Молдова”).

Current brochure “Genetically Modified Organisms and Biological Safety” has a scope to raise the public awareness in field of risks dealing with design and implementation of genetically modified organisms. The present brochure is published within the limits of the project «Raising awareness of population» owing to support of German non-governmental “Grassroots Foundation” (Munich) and UNEP/GEF Project „Support for the Implementation of the National Biosafety Framework for Republic of Moldova”.

Ecospectrum-Bendery NGO
Str. Kishinevskaia
Bendery 3200
Transnistria, Moldova
Tel. +373 552 6 93 04
E-mail: ecospectrum@mail.ru
www.berg-biosafety.org

Eco-TIRAS International Environmental
Association of River Keepers
Str. Teatrala 11A,
Chisinau 2012, Moldova
Tel./Fax: +373 22 225615
E-mail: ecotiras@mtc.md
www.eco-tiras.org

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții
Игнатъев, Иван
Генетически модифицированные организмы и
обеспечение биологической безопасности / Иван
Игнатъев, И. Тромбицкий. – Бендеры : Экоспектр, 2007
(Tipogr. “Elan Poligraf”). – 60 p.
ISBN 978-9975-9664-7-4
1000 ex.

ISBN 978-9975-9664-7-4

© Экологическая общественная организация „Экоспектр-Бендеры”, 2007
© Environmental citizens’ association “Ecospectrum-Bendery”, 2007
© Международная экологическая ассоциация хранителей реки „Eco-TIRAS”, 2007
© Eco-TIRAS International Environmental Association of River Keepers, 2007

Содержание

1. Что такое генетически модифицированные организмы (ГМО) и как они создаются.....	3
1.1. Современная биотехнология: методы и возможности.....	3
1.2. ГМО и методы их получения.....	7
1.3. Ограничения и риски генетической инженерии.....	11
2. Сферы применения ГМО и потенциальные риски, связанные с их использованием.....	13
2.1. ГМО и сельское хозяйство.....	13
2.2. ГМО и медицина.....	21
2.3. ГМО и риски для здоровья человека.....	23
2.4. ГМО и экологические риски.....	26
2.5. ГМО и социально-экономические риски.....	27
2.6. Методы идентификации ГМО.....	32
3. ГМО в мире и странах ВЕКЦА: оценка ситуации.....	35
4. Биологическая безопасность и Картахенский протокол: международное сотрудничество в сфере биобезопасности.....	40
5. Национальная система биологической безопасности в Республике Молдова.....	43
6. Молдавское законодательство в области биобезопасности.....	45
7. Возможности участия общественности в принятии решений в сфере биобезопасности в Молдове.....	46
8. Словарь терминов.....	49
9. Литература.....	59

Введение

Генетически модифицированные организмы (ГМО) – продукт научно-технического развития последних десятилетий. Современная биотехнология создала возможности внедрения человека в самые сокровенные механизмы природы, обеспечивающие сохранение и передачу наследственности от поколения к поколению. То, что создавалось миллионами лет как результат дарвиновской эволюции, ныне может подвергнуться и подвергается манипуляциям и изменениям, результаты и последствия которых не всегда можно с уверенностью предсказать. Такое развитие событий вызывает обоснованное беспокойство мировой общественности и ученых, видящих необходимость разработки и внедрения на международном уровне механизмов контроля за результатами биотехнологической деятельности, чтобы по возможности избежать ущерба природной среде, здоровью людей, а также негативных последствий для общества и экономики стран, в которые проникают ГМО и продукты, полученные из них. Особенно эта проблема актуальна для государств, в которых сельское хозяйство занимает существенную роль в национальной экономике. С целью минимизации потенциального ущерба, страны ООН в развитие Конвенции ООН о биологическом разнообразии (1992), в 2000 году приняли Протокол по биологической безопасности или Картахенский протокол. Можно с уверенностью утверждать, что такой документ появился только потому, что проблемой биологической безопасности озаботились очень широкие круги общественности, обеспокоенные бесконтрольным распространением ГМО в мире. На июль 2007 года он подписан и ратифицирован 141 страной мира. Однако такие крупные производители ГМО как США, Канада и Российская Федерация, до сих пор не являются его Сторонами. Европейский Союз и его государства-члены ратифицировали Протокол и активно внедряют его.

В 2003-2005 в Республике Молдова был реализован при поддержке Глобального экологического фонда (GEF) и Программы ООН по окружающей среде (UNEP) проект по разработке национальной стратегии по биобезопасности для Молдовы, в рамках которого были предложены законодательные, институциональные и практические меры в сфере применения ГМО в Молдове. В настоящее время идет вторая фаза, имеющая целью внедрить те меры, которые были разработаны в предыдущие годы.

Естественно, что при нынешней прозрачности границ без широкого осознания опасностей, исходящей от неконтролируемых перевозок и использования ГМО, успех управления ими не может быть достигнут. Настоящая брошюра предназначена учителям, медикам, фермерам, потребителям и их ассоциациям, неправительственным организациям и всем интересующимся этой проблемой и имеет целью ознакомить широкую общественность с феноменом ГМО и связанными с ними рисками.

1. Генетически модифицированные организмы и методы их создания

1.1. Современная биотехнология: методы и возможности

Биотехнология (*от греч. bios – жизнь, techne - искусство, мастерство и logos – слово, учение*) – область знаний, основанная на применении живых организмов и биологических процессов (систем) в производстве. Основы биотехнологии были заложены человеком в глубокой древности и связаны с использованием микроорганизмов в хлебопечении, виноделии, пивоварении, приготовлении молочнокислых продуктов, солении и копчении продуктов, выделки кож и др.

Научные основы биотехнологии были заложены трудами основоположника микробиологии французского учёного Луи Пастера, который не только установил, что все процессы брожения являются результатом жизнедеятельности микроорганизмов, но и впервые предложил (1861 г.) промышленные методы предотвращения порчи вина (пастеризацию), использование бактерий поражающих насекомых для борьбы с филлоксерой (1874 г.) и предсказал возможность промышленного получения и использования антибиотиков в качестве лекарственных средств (1877 г.).

Однако, сам термин «биотехнология» возник в 20-30 годы прошлого столетия, когда большое значение приобрел микробиологический метод борьбы с сельскохозяйственными вредителями. В это время началось широкое производство препаратов на основе спорообразующих бактерий (*Bacillus thuringiensis* и *Bacillus popilliana*). Препараты, полученные из этих видов бактерий, эффективно использовались для борьбы с саранчой, сибирским шелкопрядом, вредителями кукурузы, хлопчатника и винограда.

Дальнейшее применение микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности привело к появлению следующих направлений биотехнологии (Схема 1):

- **Промышленное производство антибиотиков.** Во второй половине 20-го столетия были открыт ряд терапевтически ценных антибиотиков с широким спектром антимикробного действия. Их использование позволило эффективно бороться с микроорганизмами-возбудителями брюшного тифа, дизентерии, холеры, бруцеллёза, туляремии, а также риккетсиями (возбудители брюшного тифа) и крупными вирусами (возбудители пситтакоза, лимфогранулематоза, трахомы и др.). В настоящее

время, число известных антибиотиков превышает 2000, но на практике используются около 50 наименований.

- **Биологические методы борьбы с загрязнением окружающей среды.** В 50-60 годы прошлого столетия, живые организмы (микроорганизмы, водоросли, высшие растения, олигохеты и др.) стали широко использоваться в технологиях очистки сточных вод и обеззараживания промышленных отходов.

- **Промышленный биотехнологический синтез.** Использование микроорганизмов для промышленного производства органических растворителей (ацетона и бутанола), аминокислот, кормовых белков, ферментов, антибиотиков, вакцин и других препаратов, широко используемых в промышленности, производстве кормов, сельском хозяйстве, медицине и ветеринарии.

- **Получение новых видов топлива.** Производство жидкого моторного топлива, в частности, этанола, методом микробиологической ферментации разнообразного сельскохозяйственного сырья (сахарный тростник; сахарная свекла и меласса, крахмал картофеля, маниоки, топинамбура). В Бразилии производство этанола (2004г.) составило 8,4 млн. т., что соответствует 5,6 млн. т. бензина самого высокого качества.

- **Производство биогаза из целлюлозы и отходов жизнедеятельности животных и человека.** Производство основано на анаэробном разложении микроорганизмами целлюлозы и содержащего азот органического вещества и получении из них метана, используемого для приготовления пищи, обогрева и выработки электроэнергии.

- **Применение биотехнологических методов в сельском хозяйстве** привело к настоящей революции в традиционной селекции и позволило многократно ускорить процесс получения новых сортов растений и пород животных, а также создавать трансгенные формы организмов.

Революционные достижения физико-химической и молекулярной биологии, генетики и микробиологии обеспечили широкое внедрение в классическую биотехнологию методов клеточной и генетической инженерии.

- **Клеточная инженерия** - это прикладная наука, разрабатывающая методы культивирования, регенерации, размножения и гибридизации клеток и тканей в искусственных условиях (*in vitro*).

- **Генетическая инженерия** - это совокупность методов и технологий получения рекомбинантных (гибридных)

дезоксирибонуклеиновых и рибонуклеиновых кислот (ДНК и РНК – носители наследственной информации у живых организмов), и выделения генов из организма, осуществление манипуляций с генами и введения их в другие организмы.

Генетическая и клеточная инженерия направлены на осуществление контролируемых биологических манипуляций, связанных с генами (*структурно-функциональная единица наследственности, определяющая передачу отдельных признаков и свойств у организмов*), хромосомами, геномами (*комплекс генов*), клетками, протопластами и органеллами клеток с целью создания новых генетических программ (генотипов).

Широкое использование в биотехнологии методов клеточной и генетической инженерии привело к появлению термина **«современная биотехнология»**. **«Современная биотехнология»** означает применение:

- методов *in vitro* с использованием нуклеиновых кислот, включая рекомбинантную дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) и прямую инъекцию нуклеиновых кислот в клетки или органеллы, или

- методов, основанных на слиянии клеток организмов с разным таксономическим статусом, которые позволяют преодолеть естественные физиологические репродуктивные или рекомбинационные барьеры и которые не являются методами, традиционными для выведения и селекции.

Современная биотехнология основана на широком использовании следующих методов клеточной и генетической инженерии:

- **Культура *in vitro* («в пробирке»)**. Создание, на искусственных средах, культур растительных и животных клеток, тканей и протопластов (растительные клетки лишённые целлюлозной оболочки) с целью получения безвирусного посадочного материала, клонирования (размножения) ценных форм растений и животных, производства биологически – активных веществ, антител и др.;

- **Соматическая (клеточная) гибридизация.** Получение гибридных клеток за счёт слияния растительных протопластов или растительных и животных клеток. Применение метода соматической гибридизации позволяет преодолеть барьер нескрещиваемости организмов, относящихся к разным видам или более отдалённым таксонам и обеспечить передачу не только ядерных, но и цитоплазматических генов пластид и митохондрий.

• **Генная инженерия и генетическая трансформация.** Система методов и технологий позволяющих идентифицировать, выделять, клонировать и переносить отдельные гены и их комплексы из клеток организма-донора в клетки организма-реципиента, с целью создания генетически модифицированных организмов (ГМО).

Схема 1. Основные сферы применения современной биотехнологии



1.2. ГМО и методы их получения

Генетически модифицированный организм (ГМО) - это любой организм, за исключением организма человека, обладающий новой комбинацией генетического материала и полученный благодаря использованию методов современной биотехнологии.

Основной целью получения ГМО является улучшение полезных характеристик организма-реципиента (например, повышение устойчивости растения к гербицидам, насекомым-вредителям, патогенным микроорганизмам и т.д.) для снижения себестоимости конечного продукта.

Создание ГМО является результатом «генной революции» связанной с разработкой методов выделения, размножения, переноса и экспрессии генов одного организма в клетках другого.

Основные этапы «генной революции», приведшей к созданию ГМО:

- **1953 год.** Учёные Дж Уотсон (США) и Ф. Крик (Англия) предложили модель строения ДНК, позволяющую дать химическое объяснение биологическим свойствам этого вещества как носителя генетической информации.
- **1970 год.** Г. Корана (США) впервые синтезировал полную двуцепочечную молекулу ДНК, включающую последовательность из 77 нуклеотидов (*компоненты, из которых состоят нуклеиновые кислоты*) и доказал, что она может служить матрицей для построения аланиновой транспортной РНК.
- **1970 год.** Г. Смит (США) выделил из клеток ферменты – рестриктазы способные избирательно разрезать молекулы ДНК и РНК на отдельные фрагменты. Открытие рестриктаз являлось важным практическим шагом к созданию рекомбинантных молекул ДНК.
- **1972 год.** В лаборатории П. Берга (США) была получена первая рекомбинантная молекула ДНК (*рекДНК*), в которой были соединены фрагменты фага лямбда (*фаги - это вирусы, поражающие бактерии*), галактозный оперон (набор генов, ответственных за расщепление молочного сахара лактозы) бактерии *Escherichia coli* с кольцевой ДНК обезьяньего вируса SV 40.
- **1973 год.** В лаборатории Г. Бойера и С. Коэна (США) была получена первая функционально активная молекула рекомбинантной ДНК, за счёт соединения плазмиды (*небольшие кольцевые молекулы ДНК, ха-*

рактёрные для клеток бактерий и способные к самостоятельному размножению) *E. coli* и фрагмента ДНК плазмиды другой бактерии. Полученная гибридная плазида могла успешно функционировать в клетках *E. coli*, размножаться и передаваться другим клеткам как естественным путём, так и с помощью человека.

С появлением методов создания рекомбинантных (химерных) ДНК появилась возможность изменять живые организмы в практических целях, внедряя в них гены других организмов. Для создания таких химер разработана целая система методических приёмов. В качестве «инструмента» для манипуляций с ДНК широко используются белки-ферменты: рестриктазы; лигазы; полимеразы. С их помощью молекулы ДНК разрезают, сшивают или получают их копии. Основным орудием генно-инженерных работ являются векторы. Это молекулы ДНК, способные переносить, размножать и хранить генетическую информацию. Вектор – своеобразное транспортное средство для переноса чужеродной ДНК в реципиентные клетки. В качестве векторов в генной инженерии используют небольшие по размерам молекулы ДНК плазмид, вирусов и фагов, а также митохондрий и пластид (клеточные органеллы).

Процедура получения ГМО включает в себя несколько основных этапов:

• **Выделение и идентификация отдельных генов (соответствующих фрагментов ДНК или РНК), которые собираются перенести другим организмам.** Для этого из организмов, обладающих такими генами, с помощью специальных химических методов выделяют нуклеиновые кислоты. Их разрезают на отдельные фрагменты, используя наборы ферментов–рестриктаз. Наибольшее значение имеют рестриктазы, способные разрезать нуклеиновые кислоты с образованием так называемых липких (комплементарных) концов. Образующиеся фрагменты имеют короткие однонитчатые концы, состоящие из нескольких нуклеотидов. Если объединить в одной пробирке фрагменты ДНК любого происхождения (н-р, фрагменты плазмид бактерий и фрагменты животной или растительной ДНК), полученные с помощью одной и той же рестриктазы, дающей липкие концы, и добавить фермент – лигазу, то эти фрагменты соединятся между собой. В результате получится химерная (рекомбинантная) ДНК, которая может содержать фрагменты ДНК, выделенные из различных организмов или синтезированную искусственно. Описанная технология позволяет создавать на основе плазмид (или других типов векторов) сложные гене-

тические конструкции, предназначенные для переноса в клетки других организмов.

• **Клонирование (размножение) переносимого гена.** Чтобы размножить созданные в пробирке немногочисленные химерные молекулы ДНК, векторы со встроенными в них фрагментами необходимо перенести в реципиентные клетки. Плазмидные векторы обычно вводятся в реципиентные клетки методом генетической трансформации. Особенно широкое распространение для клонирования векторных ДНК получила трансформация клеток кишечной палочки (*E. coli*), основанная на совместной инкубации «компетентных» клеток бактерий (клетки способные к трансформации) и ДНК. В результате трансформации ДНК «поглощается» бактериальными клетками и автономно размножается в их цитоплазме (внутренняя среда клетки).

На селективной среде ведут отбор трансформированных бактериальных клеток, несущих какой-либо селективный маркер, который уже был на векторе или должен был появиться в процессе образования рекомбинантной молекулы.

Если, например, вектор содержал ген устойчивости к антибиотику ампицилину, то в селективную среду добавляют этот антибиотик и все выжившие клетки будут содержать данный вектор.

Для того, чтобы выяснить, несут ли трансформированные клетки рекомбинантную ДНК, из клеток выделяют векторную плазмиду и подвергают её электрофорезу. Метод электрофореза основан на принципе перемещения веществ в электрическом поле от одного полюса к другому со скоростью, зависящей от их размеров. С помощью этой простой техники можно в агарозном геле разделить, идентифицировать и очистить фрагменты векторной ДНК различной молекулярной массы.

• **Перенос гена (или трансгенной конструкции) внутрь клетки и встраивание его в ДНК реципиентного организма.** Основной способ переноса генов (генных конструкций) из клеток организма–донора в клетки организма–реципиента - это процесс трансформации. Трансформация включает в себя несколько основных этапов и требует соблюдения ряда условий: наличия трансформирующей ДНК; «компетентных» клеток; интеграции донорской (трансформирующей) ДНК в ДНК реципиента и экспрессии (работы) перенесённых генов. Существуют различные методы трансформации: путем гибридизации соматических клеток; инкубации реципиентных клеток с чужеродным

генетическим материалом; микроинъекцией генетического материала в ядра клеток животных и др. Их применение, прежде всего, зависит от биологических особенностей организма – реципиента. Например, для трансформации клеток растений используют два основных метода (рис. 1):

1. Трансформация растения с помощью, так называемой, Ti-плазмиды, несущей «целевой» ген, который доставляется в клетки с помощью почвенной бактерии (*Agrobacterium tumefaciens*). Ti-плазида - это кольцевая молекула ДНК содержащаяся в клетках *Agrobacterium tumefaciens*, вызывающей образование опухолей у растений при их заражении этой бактерией. При заражении бактериями растений, небольшой фрагмент Ti-плазмиды встраивается в геном растительных клеток, вызывает нарушение гормонального баланса и переход к неконтролируемому делению и росту, что и приводит к образованию опухоли.

«Целевой» ген, способный изменять то или иное свойство растения, встраивается генно-инженерными методами в Ti-плазмиду, которая затем переносится в агробактерию. В процессе совместного культивирования агробактерии и культуры клеток растения – хозяина Ti-плазида попадает в клетки растений, а «целевой» ген с дополнительными фрагментами ДНК встраивается в растительный геном. Каждая такая клетка может быть затем регенерирована в целое трансгенное растение, которое будет содержать генетическую информацию из двух или нескольких различных организмов. Это метод применяется для трансформации двудольных растений.

2. Метод биологической баллистики. В этом случае, на мельчайшие частицы вольфрама или золота напыляется ДНК, содержащая «целевой» ген. Затем эти частички с ДНК помещают в так называемую генную «пушку». В результате «выстрела» они с огромной скоростью «бомбардируют» клетки растений, проникая в их цитоплазму и ядра. Некоторые из этих клеток встраивают «целевой» ген в свою ДНК. Из каждой такой клетки может быть регенерировано новое трансгенное растение.

• **Выявление трансгенных клеток (организмов).** Процесс переноса и включения в генетический материал клеток растений чужеродной ДНК происходит с достаточно небольшой частотой, в лучшем случае трансформированной оказывается 1 клетка на 1000. Поэтому необходимо каким-то образом отделить такие клетки от остальных,

создать для их деления и развития наиболее благоприятные условия. В этом случае вместе с «целевым» геном (н-р, устойчивости к гербицидам, вирусам и насекомым – вредителям) вводят и второй, так называемый селективный ген. Чаще всего для этого используют гены устойчивости к антибиотикам. Если после введения чужеродной ДНК поместить клетки на питательную среду с антибиотиком, то на ней способны будут расти только трансформированные клетки.

1.3. Ограничения и риски генетической инженерии

При оценке возможностей генетической инженерии важно учитывать те ограничения и опасности, которые вытекают из законов генетической и экологической изменчивости живых организмов. Известно, что генетическая сложность цветковых растений на много порядков выше, чем у бактерий. При этом изолирующие барьеры, обуславливающие межвидовую и половую несовместимость у высших растений, весьма многочисленны. Поскольку многие закономерности генетической инженерии неизвестны и мы не знаем, сколько времени потребуется на их познание. Поэтому было бы весьма опасным пренебрегать традиционными методами селекции, которые сегодня кормят население земли.

Высоко оценивая потенциальную роль генетической инженерии в селекции растений, особенно в плане преодоления барьеров несовместимости любого уровня, следует, однако, учитывать ограничения и риски, обусловленные спецификой и сложностью генно-инженерных работ [1,2].

Причины биологических рисков ГМО:

1. Полигенность признаков. Большинство хозяйственно ценных и адаптивно значимых признаков являются полигенными по своей природе, так как их проявление контролируется множеством ядерных и цитоплазматических генов. Из более 50 тыс. генов, контролирующих признаки высших растений, лишь у некоторых видов изучены 200-300 генов (находящихся в хромосомах), большинство же адаптивно и хозяйственно ценных признаков генетически не идентифицированы (не определены гены, которые за них отвечают) и биохимически не охарактеризованы. Методы генетической инженерии разработаны пока только для небольшого числа культур.

2. Непредсказуемость (случайность) встраивания чужеродного фрагмента ДНК (например, ДНК бактерии, человека или рыбы) в геном организма-реципиента (растения). Это один из основных недо-

статков генно-инженерной технологии. В настоящее время учёные не умеют «вставлять» чужеродный фрагмент ДНК в конкретное место генома организма-реципиента. Ситуация усугубляется ещё и тем, что механизмы функционирования генетического аппарата высших организмов изучены пока недостаточно хорошо.

3. Плейотропный эффект встроенного гена. Работа встроенного чужеродного гена, так же как и работа окружающих его «хозяйских» генов, во многом зависит от того, в какое место хромосомы попадёт чужеродный фрагмент ДНК. Следствием данной ситуации может быть непрогнозируемое изменение работы генетического аппарата клетки, возможные нарушения обмена веществ в клетке и синтез токсичных или аллергенных соединений, ранее не свойственных клетке.

4. Нарушение стабильности генома и изменение его функционирования вследствие самого факта переноса чужеродной информации в виде фрагмента ДНК. Согласно данным бельгийских учёных, даже самые распространённые коммерческие сорта растений (например, трансгенная соя фирмы Monsanto, устойчивая к гербициду раундапу) не сохраняет генетической стабильности после трансформации исходного растения и, следовательно, являются потенциально опасными для здоровья человека и окружающей среды.

5. Нарушение стабильности встроенного в геном чужеродного фрагмента ДНК. Клетки высших организмов имеют сложные и эффективные системы распознавания и подавления функционирования чужеродной ДНК.

6. Наличие во встраиваемом фрагменте ДНК «технологического» мусора, например, генов устойчивости к антибиотикам, которые также могут привести к нежелательным последствиям.

7. Аллергические и токсические эффекты чужеродного белка

Все эти, а также ряд других недостатков современных методов получения ГМО, являются источниками серьёзных реальных и потенциальных биологических и экологических рисков, пренебрегать которыми просто невозможно. Отсюда следует, что широкомасштабное (коммерческое) использование ГМО и полученных из них продуктов питания допустимо лишь тогда, когда **производитель** предоставит исчерпывающие доказательства их полной (как реальной, так и потенциальной) биологической безопасности. Однако кроме рисков для окружающей среды и здоровья, существуют и иные категории рисков.

2. Сферы применения ГМО и потенциальные риски, связанные с их использованием

2.1. ГМО и сельское хозяйство

В настоящее время на полях мировых сельхозугодий культивируются десятки тысяч сортов культурных растений, относящихся к более чем пяти тысячам видам. Всё это сортовое разнообразие получено благодаря использованию методов традиционной селекции, основанной на гибридизации (скрещивании) различных сортов или селекционных линий одного вида, обладающих какими-либо ценными признаками (высокая продуктивность; устойчивость к болезням и вредителям; улучшенные потребительские качества и т.д.). Чем выше генетическая изменчивость внутри вида (широкий выбор селекционно-ценных генов), тем, как правило, выше эффективность селекции. Однако есть виды сельскохозяйственных растений, у которых естественная внутривидовая изменчивость невысока (например, свекла). Многие селекционно-ценные гены могут вообще отсутствовать у культурных видов растений (например, гены устойчивости к некоторым болезням, вредителям). Поэтому в селекции получили широкое применение методы, направленные на расширение генетического разнообразия вида с помощью экспериментального мутагенеза (искусственное получение мутаций в результате воздействия физических или химических факторов) или отдалённой гибридизаций (скрещивания между представителями разных видов, родов или более отдалённых таксонов). Однако широкое применение этих методов ограничено негативными эффектами индуцированных мутаций и репродуктивными барьерами, препятствующими свободному скрещиванию между представителями разных таксонов.

Генетическая инженерия даёт возможность в значительной мере обойти все естественные межвидовые репродуктивные и рекомбинативные (*рекомбинация – процесс, приводящий к обмену генами между хромосомами*) барьеры. Она позволяет манипулировать (*комбинировать, переносить от одного вида к другому*) любыми генами, принадлежащими совершенно не родственным организмам или даже синтезированным искусственно.

Начиная с 80-х годов прошлого столетия, появились и стали выращиваться в коммерческих целях жизнеспособные в природных условиях трансгенные организмы. Полученные генно-инженерными методами формы (сельскохозяйственные сорта растений и породы животных,

штаммы микроорганизмов и т.д.) обладают целым рядом новых качеств (устойчивость к пестицидам, болезням и вредителям; длительность хранения и пищевая ценность) которые невозможно было бы передать методами традиционной селекции.

Первые масштабные посевы ГМ-культур были произведены в 1996 году в США. На сегодняшний день число трансгенных сортов исчисляется сотнями и охватывает около 50 культивируемых видов растений, но лишь четыре культуры – соя, кукуруза, хлопчатник и рапс – составляют фактически 100% мировых посевов всех ГМ – культур. При этом общая площадь полей, занятых ГМ – культурами, составляет порядка 80 млн. га [3].

Основная цель коммерческого использования ГМ-культур - это рост доходов фирм-разработчиков ГМ-культур за счет продажи посадочного материала, и сельхозпроизводителей за счёт снижения издержек производства и увеличения продуктивности растений. Сторонники ГМ – технологий в сельском хозяйстве считают, что кроме финансовых выгод, выращивание трансгенных сортов растений несёт ощутимые социальные и экологические выгоды, в том числе [4]:

- **увеличение сельскохозяйственной производительности и, таким образом, вклад в обеспечение глобальной продовольственной безопасности и сокращение бедности в развивающихся странах;**
- **сохранение биологического разнообразия, так как ГМ-технологии из-за высокой производительности требуют меньших сельскохозяйственных площадей;**
- **уменьшение выбросов углекислого газа в атмосферу за счёт сокращения эксплуатации сельскохозяйственной техники, используемой для вспашки и обработки полей пестицидами;**
- **снижение химической загрязнённости воды и почвы вследствие использования менее вредных для окружающей среды гербицидов;**
- **предотвращение эрозии почвы, поскольку использование ГМ-культур, устойчивых к гербицидам, позволяет перейти на щадящий (беспахотный) метод обработки почвы;**
- **увеличение биоразнообразия, за счёт использования сортов с избирательной устойчивостью к насекомым вредителям.**

Однако многие из этих аргументов подвергаются сомнению и критике учеными и общественностью, поскольку при проверке заявленные эффекты часто не подтверждаются.

В настоящее время, сложились несколько основных направлений

создания и использования ГМ-культур, каждое из которых имеет как свои потенциальные преимущества, так и риски связанные с их использованием [5]:

• **Устойчивость (толерантность) к гербицидам.** Устойчивость к гербицидам достигается за счёт переноса культурным сортам мутантного бактериального гена почвенной бактерии *Agrobacterium tumefaciens* (CP4), отвечающего за синтез фермента, обуславливающего устойчивость к действию гербицида. Устойчивость трансгенного сорта к определённому гербициду (глифосату и глюфозинату) позволяет фермерам опрыскивать культуры этим гербицидом, уничтожая сорняки без вреда для самого культурного растения.

Потенциальные преимущества:

- **Эффективное управление сорняками и увеличение доходов за счёт снижения трудовых затрат.**
- **Уменьшение использования гербицидов за счёт сокращения затрат на их поставки.**
- **Увеличение урожая за счёт увеличения контроля над сорными растениями и повышение доходов.**
- **Использование новых (менее вредных) видов гербицидов взамен токсичных и химически устойчивых видов.**

Потенциальные и реальные риски:

- **Может произойти передача гена устойчивости к гербициду родственными диким видам, что позволит превратиться им в гербицидоустойчивые «суперсорняки». Это зависит от близости видов, с которыми трансгенные растения могут успешно скреститься. Например, в Индии устойчивость к гербицидам ГМ-рапса передалась дикой горчице, которая в результате стала важным сорняком рапса.**
- **ГМ-культуры сами могут стать «суперсорняками» и распространяться на другие территории, вытесняя другие культуры или скрещиваясь с ними.**
- **Увеличение использования специфических гербицидов на ГМ-полях может привести к появлению гербицидоустойчивых форм сорных растений. Уже известно более 40 видов сорных растений, которые очень быстро приобрели устойчивость к производным сульфонилмочевины (вид гербицида). Зарегистрирован ряд видов злаковых и бобовых сорняков устойчивых к глифосату. Например, из посевов ГМ-соя в США, через три года после их обработки глифосатом, была выделена устойчивая к гербициду популяция злостного сорняка мелколепестника канадского (*Coniza canadensis*).**

- **Широкое распространение гербицидоустойчивых сортов увеличивает масштабы применения гербицидов и вытесняет альтернативные (органические) методы борьбы с сорной растительностью** (например, многовидовые «поликультурные» севообороты, разные способы обработки почвы, безгербицидные технологии и т.д.).

- **Граница с посевами фермеров, ведущих экологическое (органическое) производство и переработку, ГМ-культуры смогут опылять их и привести к генетическому загрязнению чужеродными генами, что принесет большой экономический ущерб.**

- **Снижение сортового разнообразия.** Особо опасно выращивание ГМ-культур в центрах происхождения сельскохозяйственных культур. Например, если выращивать ГМ-рис в Китае, где зародилась эта культура, то из-за перекрестного опыления могут исчезнуть дикие сорта риса.

- **Устойчивость к насекомым-вредителям.** Устойчивость ГМ-культур к насекомым-вредителям достигается внесением гена, вызывающего выработку инсектицидного токсина (такого как токсин *Vt* из бактерии *Bacillus thuringiensis*). *Vt*-токсин представляет собой протеин (белок) с высокой избирательностью действия. Это значит, что *Vt*-протеин, выделенный из определённого штамма бактерии, способен поражать определённый вид насекомого-вредителя и не действует на других насекомых. Наибольших успехов в создании *Vt*-сортов удалось достичь на картофеле, кукурузе и хлопке.

Потенциальные преимущества:

- **Уменьшение объёма химического инсектицида, используемого во время посева.**

- **Повышение урожайности за счёт уменьшения ущерба, причиняемого вредителями и рост доходов фермеров.**

- **Сокращение основного ущерба «до» и «после» снятия урожая в результате использования инсектицидов, применяемых для предотвращения проникновения болезнетворных организмов в культуру.**

Потенциальные и реальные риски:

- **Произойдёт передача гена устойчивости к насекомым-вредителям, родственным диким видам, что позволит им превратиться в инсектицидоустойчивые «суперсорняки».** Вероятность этого зависит от близости видов, с которыми трансгенные растения могут успешно скреститься.

- **Инсектицидные культуры будут уничтожать нецелевые (по-**

лезные) виды насекомых. *Vt*-токсин, выделяемый трансгенными формами картофеля поражает не только колорадского жука, но и 150 других видов насекомых, не поедающих картофель.

- **Переход вредителей на новые культуры.** Сорты растений, модифицированные с помощью ГМ-технологий, станут непривлекательными для вредителей (например, картофель с помощью *Vt*-токсина), то это может подтолкнуть вредителей к освоению новых, ранее массово не поражаемых таксономически близких видов растений (для колорадского жука - других паслёновых - томатов, перца, баклажанов).

- **Нарушение естественного контроля вспышек численности вредителей.**

В природе у каждого вида есть естественные враги и паразиты, не позволяющие этому виду чрезмерно размножаться. Воздействие токсинов ГМ-растений на хищных и паразитических насекомых может привести к серьёзным нарушениям в экосистемах, в том числе к неконтролируемым вспышкам численности одних видов и вымиранию других. Известны случаи нарушения процессов роста и жизнедеятельности представителей одного вида божьих коровок, основной пищей которых являлись личинки, выращенные на трансгенном картофеле.

- **У насекомых-вредителей начнёт развиваться устойчивость к инсектицидам, что со временем станет причиной снижения урожайности и использования новых, более мощных, инсектицидов.** Так, у фитонематоды *Caenorhabditis elegans* было обнаружено 10 мутантов, устойчивых к *Vt*-токсину. Исследования в США и Франции показали, что у мутантных устойчивых к *CryIAb*-токсину особей кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis*), при постоянном содержании токсина в пище устойчивость к *Vt*-токсину увеличилась в 32 раза.

- **Граница с посевами фермеров, ведущих экологическое (органическое) производство и переработку, ГМ-культуры смогут опылять их и привести к генетическому загрязнению чужеродными генами.**

- **Устойчивость к вирусным, грибковым и бактериальным болезням.**

Современные генно-инженерные технологии создания устойчивых к вирусам сортов растений базируются на использовании метода перекрестной защиты (*cross protection*). Он основан на явлении повышенной устойчивости растений к агрессивным формам какого-либо вируса при условии, что они были заражены менее вредоносной формой того же самого вида вирусов.

В 1986 году П. Абель впервые получил устойчивую к мозаичному табаковирусу форму табака путём переноса в геном растения гена этого вируса, кодирующего образование белка оболочки (coat protein – CP). С тех пор этот подход был успешно апробирован на многих растениях (свыше 30 видов) и с более чем 50 вирусными CP. Позднее оказалось, что аналогичный, а иногда даже лучший результат достигается при использовании не CP-генов, а генов, кодирующих другие белки вирусов – ферментов репликазы, РНКазы.

Из всего разнообразия полученных вирусоустойчивых форм для коммерческого использования допущены сравнительно немногие: папайя, устойчивая к вирусу пятнистости; две формы цуккини, устойчивые к нескольким вирусам и сорта картофеля с комплексной устойчивостью к колорадскому жуку (Vt-ген) и к одному из вирусов картофеля: игрек вирусу (PVY) или вирусу скручивания листьев (PLRV).

Потенциальные преимущества:

- Сокращение потерь урожая, увеличение доходов сельхозпроизводителей.
- Снижение расходов на приобретение и использование пестицидов.

Потенциальные риски:

- Передача генов устойчивости к вирусам, бактериям и грибкам к родственным дикорастущим видам и возникновение устойчивых к болезням «суперсорняков».
- Возникновение новых форм вирусов. Вирусы могут стать более агрессивными и/или менее видоспецифичными (например, вирусы растений могут стать опасными для животных).
- Грибки и бактерии смогут выработать устойчивость против ГМ-культур, что потребует создания новых устойчивых к болезням трансгенных форм растений.
- Граница с посевами фермеров, ведущих экологическое (органическое) производство и переработку, ГМ-культуры смогут опылять их и привести к генетическому загрязнению чужеродными генами.
- Улучшенные качественные характеристики. Создание трансгенных сортов растений с улучшенными качественными характеристиками основано на введении в геном растения дополнительных копий определённых собственных генов, что приводит к существенному ослаблению их активности. В свою очередь, это может привести к измене-

нию качественных характеристик того продукта, в генетическом контроле биосинтеза которого задействованы данные гены.

Так, **качество растительного масла** зависит от соотношения в нём различных жирных кислот. Внедрение в геном сои дополнительной копии гена фермента десатуразы привело к тому, что собственный ген десатуразы перестал работать. Это вызвало снижение в соевом масле уровня полиненасыщенных жирных кислот и привело к компенсационному увеличению уровня мононенасыщенной жирной кислоты. Полученное масло превосходит по своим потребительским качествам масло традиционных сортов, в частности, оно более стабильно при нагревании и не загустевает.

Трансгенные сорта картофеля с улучшенным **качеством крахмала** отличаются от традиционных высоким содержанием амилопектина (ветвистая форма молекулы крахмала) и низким уровнем амилозы (неветвистая форма молекулы крахмала). Это достигается за счёт добавки инвертированной (перевернутой) копии гена амилазы.

Трансгенный сорт томата «FlavrSavr» отличается от исходного **удлинённым периодом хранения плодов**. Гниение спелых плодов связано с действием фермента полигалактуроназы, который разрушает пектин, находящийся в межклеточном пространстве плода. В результате введения в геном растения дополнительной копии гена, кодирующего этот фермент, удалось резко снизить его концентрацию и увеличить время хранения плодов.

Потенциальные преимущества:

- Появление дешёвых источников жирных кислот для использования их в пищевых и технических целях.
- Получение более полезных по своим питательным свойствам продуктов.
- Снижение затрат на производство крахмала.
- Увеличение сроков хранения и реализации плодов.

Потенциальные риски:

- Неожиданные изменения качества сырья может поставить под угрозу безопасность продуктов питания.
- По комплексу белков, витаминов, незаменимых аминокислот пищевые трансгенные продукты будут такими же, как обычные или даже хуже.
- Ухудшатся экспортные возможности в страны, требующие этикетирования продуктов, полученных с использованием ГМО.

Возможности генетической инженерии животных

Несмотря на то, что первые трансгенные животные были получены более 20 лет назад, до сих пор на рынке нет ни одного генетически модифицированного животного для использования в хозяйственной деятельности. Это связано с определёнными техническими (сложности получения и размножения трансгенных форм), финансовыми и этическими проблемами. Несмотря на это, разработаны различные методы переноса генов в клетки животных и получены трансгенные особи у млекопитающих, низших позвоночных и беспозвоночных животных. Созданы эффективные технологии клонирования, основанные на замене ядер у оплодотворённых яйцеклеток. Учёные научились не только переносить отдельные гены, но «выключать» их или заменять одни гены на другие [6].

Основные направления исследований в области генетической инженерии животных:

Выведение пород с повышенной продуктивностью и улучшенными качественными характеристиками.

- Созданы трансгенные формы различных видов рыб, в геном которых добавлен ген, кодирующий гормон роста. Благодаря этому рыбы быстрее растут и эффективнее используют корма.
- Трансгенные свиньи с добавленным гормоном роста более мускулистые и менее жирные.
- Свиньи с добавленным геном фитазы (один из ферментов переваривания пищи) эффективнее усваивают корма за счёт лучшей усвояемости фосфора, что проявляется в усилении их роста.
- Трансгенные свиноматки с добавленным геном β -лактальбумина более эффективно вскармливают поросят.

Улучшение потребительских свойств продуктов, вырабатываемых животными или из животных.

- Выведение пород крупного рогатого скота, в молоке которого снижена концентрация β -лактоглобулина (основной аллерген молока) или изменено соотношение белков (казеинов и сывороточных протеинов).
- Выведение трансгенных пород овец с улучшенным качеством шерсти.

Улучшение здоровья домашних животных и повышение их устойчивости к болезням.

- Добавление генов, повышающих устойчивость к болезням.
- Удаление генов восприимчивости к болезням.

- Замена отдельных генов животного на аналогичные гены, но в большей мере способствующие активному противостоянию болезни.

Использование животных в качестве «биореакторов» для производства фармацевтических препаратов. Создание трансгенных пород крупного рогатого скота и кур, продуцирующих ценные протеины: факторы крови, ферменты, моноклональные антитела, коллаген, фибриноген, шёлк пауков и т.д.

Следует отметить, что риски, связанные с генетически модифицированными животными, не меньше, чем у растений. Уже имеются факты попадания генетически модифицированных лососевых рыб в реки США и Канады, где они становятся пищевыми конкурентами естественных популяций, но что опаснее – источниками загрязнения генома диких видов. Учитывая высокую подвижность животных, можно ожидать в будущем их проникновения в естественные популяции и проникновения в них модифицированных генов.

2.2. ГМО и медицина

В настоящее время наибольший вклад современной биотехнологии наблюдается в области здравоохранения и в ближайшем будущем эта тенденция, по мнению экспертов, сохранится, что обусловлено следующими основными причинами [7]:

1. возможностями неограниченного получения пептидов и биологически активных веществ в медицинских целях, промышленное производство которых ранее было ограничено по техническим или сырьевым причинам.
2. растущими потребностями мирового рынка и высоким уровнем прибыли в этом секторе экономики.

Основные направления медицинской биотехнологии:

- Определение нуклеотидной последовательности геномов, включая геном человека.
- Производство генно-инженерных препаратов (ферменты, гормоны, белки-регуляторы, антитела и др.).
- Векторы для генотерапии.
- Ингибиторы работы генов.
- Стволовые клетки.
- Разработка новых вакцин (против гепатита, полиомиелита) и иммуностимуляторов.
- Разработка и внедрение новых диагностических систем (биосенсоры, биочипы и др.).

- **Генодиагностика наследственных заболеваний и «генетическая паспортизация» населения.**

Значительную часть полученных посредством генетической инженерии препаратов составляют инсулин, гормон роста, эритропоэтин (гормон, стимулирующий образование эритроцитов), урокиназа, факторы свёртывания крови. Особое место среди современных генно-инженерных препаратов составляют моноклональные антитела, широко используемые в трансплантологии, лечении многих инфекционных, онкологических и аутоиммунных заболеваний.

Другим важным классом лекарственных соединений являются полученные генно-инженерным путем ферменты, соответствующие ферментам человека. По сравнению с ферментами, которые получают из природного сырья, оно обладает рядом преимуществ: низкой антигенностью и высокой специфичностью фармакологического действия. Ферменты находят всё более широкое применение как биокатализаторы в фармацевтическом производстве.

Для производства «трансгенных» лекарственных препаратов используются не только генетически модифицированные микроорганизмы, но и культуры животных клеток. Например, биосинтез рекомбинантного фактора VIII (один из факторов свертывания крови) позволяет эффективно решать проблему лечения больных гемофилией. Производство трансгенного эритропоэтина помогает лечить различные формы анемии.

Будущее производство генно-инженерных фармацевтических препаратов связывают с использованием, в качестве продуцентов, генетически-модифицированных растительных и животных организмов. В настоящее время разрабатываются и проходят лабораторные испытания трансгенные сорта риса и кукурузы, способные вырабатывать биологически активные вещества, в том числе: вакцины, гормоны роста, факторы свёртывания крови, индустриальные энзимы, человеческие антитела, контрацептивные белки, подавляющие иммунитет цитокины и вызывающие аборт препараты. Существуют следующие потенциальные риски неконтролируемого использования такой продукции [8]:

- **Угроза переопыления и неконтролируемого распространения таких сортов среди пищевых растений и заражения диких растений.**
- **Риск неконтролируемого распространения вакцин в составе пищевых продуктов.**
- **Распространение вакцин и биоактивных веществ, выделяющихся из гниющих растительных остатков, через почвенные и поверхностные воды.**

2.3. ГМО и риски для здоровья человека

Одной из наиболее обсуждаемых и спорных проблем, связанных с использованием и распространением ГМО, стала проблема потенциального влияния ГМ-продуктов (*продукты, полученные из ГМО или содержащие их ингредиенты*) на здоровье человека.

Ситуация усугубляется тем, что полный комплекс исследований о влиянии ГМО на организм человека и животных еще не проведен. Оценка пищевых рисков от потребления ГМ-продуктов сейчас возможна только на основании отрывочных данных и разрозненных научных фактов. По мнению экспертов, для того, чтобы идентифицировать все риски, связанные с ГМО, нужно изучить последствия выращивания и разведения ГМО во всех условиях, а также воздействие ГМ-продуктов на все группы живых организмов (животных, растений, грибов и простейших), проследить возможные генетические, тератологические, иммунологические и эндокринологические изменения во всех системах органов, всех этнических и поло-возрастных группах людей. Ни теоретически, ни практически такие исследования провести невозможно.

Именно поэтому многие ученые опасаются, что использование в пищу ГМ-продуктов увеличивает риск возникновения пищевых аллергий, отравлений, мутаций, способствует образованию опухолей, а также вызывают невосприимчивость к антибиотикам.

ГМ-продукты можно разделить на три категории [9]:

- **Продукты, содержащие ГМ-ингредиенты (в основном, трансгенная кукуруза и соя). Эти добавки вносятся в пищевые продукты в качестве структурирующих, подслащивающих, красящих веществ, а также в качестве веществ, повышающих содержание белка.**
- **Продукты переработки трансгенного сырья (например, соевый творог, соевое молоко, чипсы, кукурузные хлопья, томатная паста).**
- **Трансгенные овощи и фрукты, а в скором будущем, возможно, и животные, непосредственно употребляемые в пищу.**

Кроме того, к самостоятельной категории, по-видимому, следует отнести пищевые продукты, сделанные из животных, вскормленных на ГМ-продуктах.

К числу наиболее вероятных потенциальных пищевых рисков, связанных с ГМ-продуктами, можно отнести [1, 8]:

- **Непосредственное действие токсических и/или аллергенных трансгенных ГМ-белков на человека и других теплокровных.**

Аллергия на продукты питания – явление достаточно распростра-

нённое и неуклонно растущее среди населения развитых стран. Это связано, в первую очередь, с неблагоприятной экологической обстановкой, изменением традиционного рациона питания и современными технологиями пищевой промышленности, приводящими к повышенному содержанию в пище химических добавок и консервантов.

Как правило, аллергенным или токсическим действием обладают трансгенные белки, обеспечивающие устойчивость растений-реципиентов к поражению различными видами насекомых, грибковыми или бактериальными заболеваниями.

- Так, в ряде публикаций, обсуждается аллергенное действие трансгенных белков **хитиназ**, способных разрушать хитиновые стенки вредителей (насекомых и грибов). Генами хитиназ модифицированы различные сорта риса, картофеля, пшеницы и других культур. В то же время хорошо известны так называемые «банановые аллергии», главным аллергеном в которых выступают хитиназы авокадо, бананов, каштана.

- Так, **лектин** нарцисса, обладающий ярко выраженными свойствами инсектицида, является мутагеном, причём наиболее сильное мутагенное действие показано на культурах лимфоцитов (клеточные элементы крови) человеческих эмбрионов.

- Белки **лектины** были одними из первых трансгенов при формировании устойчивости к насекомым-вредителям. Связываясь с поверхностью клеток, они приводят к их слипанию и нарушению физиологических функций организма. С этим свойством растительных лектинов связана 40-летняя история их применения в качестве цитотоксических препаратов при химиотерапии раковых заболеваний. Проводимые работы с трансгенными инсектицидными лектинами бразильского ореха (*Bertholletia excelsa*) были прекращены в связи с их высокой аллергенностью. Хитин-связывающие лектины из проростков пшеницы и фасоли обладают огромным инсектицидным потенциалом, но при этом токсичны для млекопитающих.

- Ряд трансгенных сортов кукурузы, табака и помидоров, устойчивых к насекомым вредителям, вырабатывают **лигнин** – вещество, препятствующее поражению растений. Он может разлагаться на токсичные и мутагенные фенолы и метанол. Поэтому увеличение содержания лигнина в плодах и листьях растений опасно для человека.

- **Риски, опосредованные плейотропным действием трансгенных белков на метаболизм растений.**

Пищевые риски могут быть связаны как с плейотропным эффектом

самих трансгенных белков, так и их способностью влиять на работу других генов. Следствием такого эффекта может быть изменение метаболизма растительной клетки и накопление в ней опасных для здоровья веществ.

- В настоящий момент существуют трансгенные сорта помидоров и картофеля с усиленной продукцией флавоноидов. Принято считать, что их повышенное содержание действует на организм человека положительно. Однако в таких сортах было выявлено резкое изменение состава **гликоалколоидов**. Для оценки пищевых рисков в таких случаях необходимо осуществление длительных тестов, которые не всегда проводятся.

- Проводя работы по созданию трансгенных растений с устойчивостью к факторам среды и для увеличения урожайности, используется ключевой фермент **аргинин декарбоксилаза**. Результатом усиленного синтеза этого фермента у трансгенных табака и риса является повышенное содержание **агматина** и вторичных продуктов его разложения. Эти вещества способны влиять на деление клеток и способствуют образованию опухолей.

- **Риски, опосредованные накоплением гербицидов и их метаболитов в устойчивых сортах и видах сельскохозяйственных растений.**

Создание трансгенных сортов растений устойчивых к гербицидам с одной стороны даёт большой экономический эффект, а с другой - способствует увеличению масштабов их использования.

Для оценки безопасности пищевого применения таких сортов необходимо знать: какова способность таких сортов к накоплению опасных для человека и животных инсектицидов и не происходит ли накопление других ядовитых метаболитов или аллергенов. Следует отметить, что практически все пестициды токсичны для человека. Например, широко используемый пестицид глифосат является канцерогеном и вызывает образование лимфомы.

- При обработке **глифосатом** устойчивых к нему сортов сахарной свеклы, растения накапливают токсичные метаболиты глифосата.

- Показана способность репродуктивных тканей хлопчатника, устойчивого к глифосату, к очень высокому накоплению этого гербицида.

- **Риски, горизонтального переноса трансгенных конструкций.** Горизонтальный перенос генов широко известен среди бактерий.

В ходе эволюции обмен генами осуществлялся как между ними, так и между бактериями, вирусами и эукариотами. Многие из генов человека имеют бактериальное или вирусное происхождение. Способность обмениваться фрагментами ДНК бактерии сохраняют до сих пор. И это свойство бактерий имеет прямое отношение к экологическим и пищевым рискам использования ГМО.

Большинство сельскохозяйственных ГМ-культур помимо генов, придающим им желаемые свойства, содержат маркерные гены устойчивости к антибиотикам. Существует опасность того, что эти гены могут быть перенесены в клетки патогенных или симбионтных микроорганизмов, обитающих в желудочно-кишечном тракте человека и сельскохозяйственных животных и вызвать у них устойчивость к антибиотикам. В этом случае, использование антибиотика при заболевании приведёт к отбору бактерий устойчивых к нему, и антибиотик начнёт усваиваться микрофлорой непосредственно в кишечнике, не достигая целевых патогенных бактерий, либо не будет оказывать влияния на устойчивые к нему патогенные микроорганизмы. Поскольку основные бактерии-симбионты живут в толстой кишке, то риск включения в обмен веществ касается, прежде всего, плохо всасывающихся антибиотиков, например неомицина и канамицина. Трансгенные конструкции, несущие в качестве маркерного признака устойчивость именно к этим антибиотикам, до последнего времени широко использовались биотехнологическими компаниями

2.4. ГМО и экологические риски

Коммерческое использование ГМО начато совсем недавно. Оценить, как влияют ГМО на окружающую среду за столь короткий промежуток времени, очень сложно. Поведение новых генов в открытых экосистемах, их реакция на паразитов, болезни совершенно непредсказуемы. Однако, очень чётко видна взаимосвязь между аграрными и экологическими рисками. Эта взаимосвязь определяется одними и теми же источниками потенциальных и реальных рисков. Такими источниками можно считать всё более широкое использование в сельскохозяйственном производстве пестицидов и генетически-модифицированных организмов. К наиболее значимым аграрно-экологическим рискам можно отнести [1]:

- **Снижение разнообразия традиционных (аборигенных) сортов растений и пород животных.** Распространение ГМО ведёт к вытес-

нению других сортов и пород, а значит к снижению сортового (породного) биоразнообразия. Это разнообразие является основой устойчивого сельского хозяйства.

- **Сокращение видового разнообразия.** Производство ГМО приводит к сокращению видового разнообразия растений, животных, грибов и микроорганизмов, обитающих на полях, где они выращиваются и вокруг них. Быстрорастущие виды трансгенных организмов могут вытеснить обычные виды из естественных экосистем.

- **Неконтролируемый перенос генов, особенно генов, определяющих устойчивость к пестицидам, вредителям и болезням, вследствие переопыления с дикорастущими родственными и предковыми видами.** Как следствие, снижение биоразнообразия дикорастущих предковых форм культурных растений и формирование «суперсорняков».

- **Распространение использования гербицидов широкого спектра (например, глифосината или глифосата) приведёт к обеднению видового состава полезной энтомо- и орнитофауны (насекомые и птицы) и разрушению агробиоценозов.**

- **Истощение и нарушение естественного плодородия почв.** ГМ-культуры с генами, ускоряющими рост и развитие растений в значительно большей степени, чем обычные, истощают почву и нарушают её структуру. В результате подавления токсинами ГМ-растений жизнедеятельности почвенных беспозвоночных, почвенной микрофлоры и микрофауны происходит нарушение естественного плодородия почв.

Для лучшего понимания методологии оценок влияния генетически модифицированных организмов на окружающую среду и здоровье может быть рекомендовано двухтомное руководство [15, 16].

2.5. ГМО и социально-экономические риски

Говоря о социально-экономических рисках, связанных с производством и распространением ГМО и ГМ-продуктов, чаще всего выделяют два основных аспекта:

- **Экономические аспекты производства и сбыта ГМ-продукции.**
- **Социально-экономические и этические аспекты патентования жизни.**

Коммерческое производство генетически модифицированной сельскохозяйственной продукции было начато в США в 1996 году. С тех пор площади, занятые под ГМ-культурами, постоянно увеличивались, а доходы от их реализации росли.

В выигрыше от такой ситуации оказались компании, производящие ГМ-семена, такие как «Монсанто», «Доу кемикалс», «Новартис», «Авентис», «Дю Понт» и др. Многие из этих компаний начинали свою биотехнологическую карьеру как крупнейшие производители химической и фармацевтической продукции. В девяностые годы прошлого века фармакологические и сельскохозяйственные компании слились и объединились в так называемую промышленную консолидацию. В результате появилась «Индустрия жизни», в которой эти огромные транснациональные компании имеют самые большие объемы продаж пестицидов, медицинских препаратов, семян и продуктов питания.

Выбор не в пользу химии – это стратегический шаг, сделанный для того, чтобы избежать нестабильности. Транснациональные компании представляют этот свой шаг как действия во спасение окружающей среды, говорят о решении проблемы голода в странах третьего мира и увеличивающейся заболеваемости людей, используя красивый термин «наука о жизни». Однако, по сути, эти компании продолжают производить различную химическую продукцию, включая пестициды, продаваемые в одном «технологическом пакете» с семенами устойчивых к ним ГМ-культур.

В 2004 году фермеры заплатили за ГМ-семена 2,2 млрд. долл. США, что на 1 млрд. долл. больше, чем в 2001 году. Наиболее широко распространены ГМ-культуры соевых бобов, хлопка и кукурузы. Засеянные ГМ-культурами площади возросли в 2004 году на 20% и занимали 200 млн. акров земли в 17 странах мира.

Однако скоро стало ясно, что ГМ-культуры не принесли обещанных компаниями гигантских прибылей фермерам. Согласно опросам Департамента сельского хозяйства США, до 75% фермеров считают, что основной причиной перехода на ГМ-культуры было ожидание роста урожая и, соответственно, прибылей. При этом выделяют пять факторов успешности ГМ-культур [4]:

1. Увеличение максимального урожая.
2. Увеличение экономически оптимального урожая.
3. Снижение стоимости выращивания культур при неизменном урожае.
4. Улучшение качества продукции.
5. Меньший риск изменения продажной цены.

Однако, как оказалась, достаточно трудно определить экономическую выгоду от ГМ-культур. Семена ГМ-культур стоят дороже обычных семян (плата за новые технологии): в США в 1998 году мешок ГМ-кукурузы стоил 30 долл. США, сои – 5 долл., что на 20-30% дороже

семян обычных сортов. В Европе, в среднем, стоимость ГМ-семян оказалась на 35% выше обычных: 57 евро/га для ГМ-сои по сравнению с 42 евро/га для обычной сои (2000г.).

Оказалось, что агротехнически более удобное (простое) выращивание ГМ-культур сложнее оценить в трудозатратах, так как фермерам требуются новые навыки для их выращивания. При этом прибыль при сбыте ГМ-продукции зависит от урожайности и рыночных цен. Урожайность, в свою очередь, также зависит от многих факторов (табл.1).

Таблица 1. Различия в урожайности обычной и ГМ-сои в США (Benbrook, 1998)

Штаты	Урожайность (т/га)		Различие
	Обычная соя	ГМ-соя	
Иллинойс	3,9	4,04	+3,5
Айова	4,10	3,83	-7
Мичиган	4,44	4,30	-3
Миннесота	4,44	4,10	-8
Небраска	3,90	3,43	-12
Огайо	4,04	3,90	-3
Южная Дакота	3,30	2,96	-10
Висконсин	4,77	4,64	-3

Как видно из приведённых в табл. 1 данных, средняя урожайность ГМ-сои заметно ниже.

В отношении стоимости гербицидов, следует отметить, что их применение в США началось в 60-х годах прошлого века и достигло максимума в 1994 году, когда примерно 72% площадей занятых соей обрабатывалось гербицидами. По данным, представленным в докладе ЕС о ситуации с выращиванием сои в США (табл. 2), примерно 27% фермеров высказывались за ГМ-сою, из-за меньших расходов на гербициды (на 30-35 евро/га).

Таблица 2. Сравнение доходности производства обычной и ГМ-сои (European Union, 2000)

Сорт	Урожайность (т/га)	Стоимость семян (евро/га)	Полная стоимость (без земли и труда, евро/га)	Доходность земли труда (евро/га)
ГМ-соя	3,295	57	254	320
Обычная	3,430	42	274	322

Примерно такие же результаты были получены при оценке расходов и прибыли для кукурузы и рапса.

В последние десятилетия возрос интерес к коммерческому выращиванию фармацевтических ГМ-культур. К наиболее распространённым фармакультурам можно отнести трансгенные кукурузу, сою, табак и рис. Получаемые из них продукты содержат: терапевтические белки, биологически-активные вещества, вакцины, антитела и т.д. Все культуры и препараты находятся на стадии лабораторных исследований.

Ожидается, что общая годовая стоимость биофармацевтической продукции может составить порядка 41 млрд. долл. США, при ежегодном росте в 20%. При этом, что общая стоимость сельскохозяйственной продукции в США составила 279 млрд. долл. (2004г.).

К экономическим преимуществам выращивания фармакультур можно отнести [10]:

- *Низкую стоимость лекарств (в случае их официального одобрения), по сравнению с обычными лекарствами.*

- *Возможность резкого роста объёма производства лекарств, в случае увеличения потребительского спроса на них, по сравнению с обычным производством.*

Выращивание ГМО и использование ГМ-продуктов достаточно настороженно встречается как многими специалистами, так и общественностью, беспокоящими вопросами обеспечения продовольственной безопасности, воздействием ГМО на окружающую среду и здоровье населения. Всё это ставит под вопрос, дальнейшее расширение площадей под ГМ-культурами и рынков сбыта для ГМ-продукции.

Подтверждением этого служит осторожный подход Китая к экспорту ГМ-сои из США, после его вхождения в ВТО (2002г.). Продажи сои Китаю упали на 23% по сравнению с 2001 годом. Это произошло во многом из-за введённых Китаем длительных процедур испытания и лицензирования ГМ-продукции. Всё это не могло не сказаться на прибылях американских фермеров.

Ещё более сильные оппозиционные настроения в отношении импорта ГМ-продукции царят в Евросоюзе. До последнего времени ЕС допускал импорт только двух ГМ-культур: Vt-кукурузы и устойчивой к глифосату сои. Политика ЕС в отношении ГМ-продуктов изменяется вследствие широкой общественной дискуссии по рискам связанным с ГМО. Об этом свидетельствуют результаты референдума прошедшего в Швейцарии в ноябре 2005 года. В ходе его проведения 55,7% населения

проголосовали за введение пятилетнего моратория на ГМ-культуры. Опрос общественного мнения, проведённый в ЕС в 2006 году, ещё раз подтвердил негативное отношение европейцев к ГМ-продуктам.

ВТО до последнего времени не рассматривала социально-экономические риски, связанные с ГМО. В частности, то, что экспорт ГМО может привести к исчезновению традиционных/аборигенных сортов и пород и подрыву местных культурных традиций в странах импортера. В то же время, некоторые соглашения в рамках ВТО, включая Санитарное и фитосанитарное Соглашение (SPS), Технические барьеры торгового соглашения (ТВТ) и Соглашение об интеллектуальной собственности в сфере торговли (TRIPS), включают пункты, оговаривающие вопросы биобезопасности.

Один из важных дискуссионных аспектов практического применения ГМО связан с *проблемами собственности, патентования и обеспечения доступа к новым продуктам и технологиям их получения.*

С 1980 года система патентования была распространена на гены и генетически-модифицированные организмы. Этому способствовало развитие генной инженерии и повышенный интерес к коммерческому использованию генетических ресурсов.

Сегодня патентование ГМО и ГМ-признаков стало одним из сверхприбыльных видов бизнеса. Каждый год западные биотехнологические компании со стремительной скоростью патентуют генетический материал. Genewatch UK опубликовала информацию, согласно которой, к ноябрю 2000 года было запатентовано более чем 500 тыс. генов и нуклеотидных последовательностей [5].

В настоящее время также запатентовано большое количество сельскохозяйственных культур. Фермеры, которые выращивают такие культуры, не имеют контроля над посевным материалом и должны выплачивать так называемую *«технологическую плату»*. В случае с запатентованными семенами фермерам не разрешается сохранять или использовать их повторно. Ситуация усугубляется всё более широким использованием биотехнологическими компаниями так называемых *«терминаторных технологий»*, делающих ГМ-семена выращенных растений стерильными и вынуждающих фермеров ежегодно закупать дорогой семенной материал. По данным ООН, во всём мире более 1,4 млрд. человек зависят от посевного материала, сохранённого фермерами, и технология «терминаторов» ставит под угрозу обеспечение мировой продовольственной безопасности.

В ситуации, когда транснациональные компании покупают национальные компании, торгующие семенами и посадочным материалом, оказывают давление на рынки семян и посадочного материала на юге и искусственно ограничивают выбор видов семян доступных сельхозпроизводителям, фермерам ничего не остаётся, как использовать ГМ-семена. Например, в Бразилии компания «Монсанто» контролирует более 60% маисового рынка, в Аргентине около 90% соевого рынка с монопольным правом на семена. В Южной Африке компания «Монсанто» выкупила местную семенную компанию «Сенсако», а другая южноафриканская компания «Карния» продала «Монсанто» большую часть своих акций.

Уже сегодня система патентования привела к судебным разбирательствам, где истцами выступают биотехнологические компании, а ответчиками – фермеры, незаконно выращивающие ГМ-культуры или те, поля которых были генетически загрязнены пылью трансгенных растений. В этом случае компании, требуют от фермеров уплаты огромных исков и возможности контролировать их семенной материал.

Однако, по мнению многих учёных, только патенты защищают их интеллектуальные права на сделанные открытия/изобретения и могут обеспечить финансовую поддержку дальнейших исследований в области современной биотехнологии.

Наличие признанных рисков различного характера вызвало в мире движение за провозглашение отдельных административных территорий и даже государств зонами, свободными от ГМО [прил. 1]. В настоящее время только на территории ЕС более 175 регионов и 4500 муниципалитетов, а также тысячи фермерских хозяйств объявили себя «свободными от ГМО». Движение за создание зон свободных от ГМО (ЗСГМО) стало всемирным и охватывает территорию более 30 стран. Движение ЗСГМО основано на союзе местных и региональных властей, фермерских ассоциаций и неправительственных организаций [11].

2.6. Методы идентификации ГМО

Увеличение использования ГМО и их компонентов в производстве продуктов питания, сельскохозяйственных кормов и фармацевтических препаратов делает всё более актуальным вопрос разработки эффективных методов идентификации трансгенной ДНК. В настоящее время наиболее разработаны и широко применяются методы обнаружения фрагментов чужеродной ДНК, основанные на использовании различных видов ПЦР (полимеразная цепная реакция).

ПЦР - это метод, который позволяет проверить генетический материал, выделенный из исследуемого образца, на наличие в его составе участка чужеродной или измененной ДНК и используется для получения множества копий непротяженных участков ДНК, специфичных для каждого конкретного белка, а также исследуемого генетически обусловленного признака.

В основе метода ПЦР лежит способность хорошо известных в молекулярной биологии ферментов, ДНК-полимераз, осуществлять направленный синтез второй, т.е. комплементарной (спаренной) цепи ДНК, по имеющейся матрице одноцепочечной ДНК, наращивая небольшую олигонуклеотидную затравку (праймер), комплементарную участку этой матрицы, до размеров в несколько тысяч или даже десятков тысяч звеньев. Повышая температуру, можно добиться остановки реакции и последующей денатурации полученной ДНК, т.е. разделения цепей полученной в ходе реакции двуцепочечной ДНК. Если в реакционной смеси присутствует избыток праймера, то, значительно снизив температуру, чтобы праймер мог вновь связаться с тем же самым комплементарным участком ДНК, и добавив новую порцию фермента, можно вновь установить температуру, необходимую для реакции полимеризации, и, таким образом, проведя реакцию еще раз, увеличить количество ранее полученного продукта. Многократное, или как говорят, циклическое повторение этой процедуры позволяет наработать значительное количество копий участка ДНК, начинающегося с данного праймера. Один цикл ПЦР осуществляется за 1–2 мин, так что в течение нескольких часов можно получить 100 млрд. копий (рис. 6).

Кроме описанного метода ПЦР, для выявления трансгенных фрагментов ДНК используется целый ряд других методов:

- Методы обнаружения ГМО, основанные на исследовании трансгенных белков. Процесс создания ГМ растений основан на введении в клетки организма-реципиента чужеродных генных конструкций, обеспечивающих синтез новых белков. Появляющиеся в растении в результате генетической модификации белки могут служить маркерами генетической модификации. К этой группе методов относят различные иммунологические методики, основанные на использовании антител (особые белки, вырабатываемые иммунной системой организма в ответ на проникновение чужеродных организмов или их фрагментов), специфичных к маркерным белкам, используемым при создании ГМО.

- Хроматографические методы. Используются в том случае, когда генетическая модификация приводит к появлению и/или увеличению содержания специфических жирных кислот или триглицеридов. Использование подобного метода диагностики показана для растительного масла, полученного из ГМ-рапса.

- Методы спектроскопии. В ряде случаев генетические модификации могут приводить к изменению структуры растительных волокон при отсутствии видимых изменений в белковом или жирно-кислотном составе. Подобный тип изменений наблюдается, например, у трансгенной сои линии 40-3-2 (Roundup Ready Soy).

- Технология ДНК-чипов. ДНК-чипы – это наборы из большого числа олигонуклеотидов на миниатюрных твердых подложках, предназначенные для анализа последовательности ДНК. Метод основан на том, что с помощью фотолитографии на небольшой поверхности размещают огромное число олигонуклеотидов (одноцепочечные фрагменты ДНК). Их число, а следовательно, и количество различных нуклеотидных последовательностей может превышать 1 млн. на 1 см², их длина варьирует от 9-10 до 1000 нуклеотидов. После проведения ПЦР, полученные продукты реакции могут быть автоматически проанализированы методом гибридизации с мечеными олигонуклеотидами на ДНК-чипах, что значительно ускоряет процесс идентификации трансгенной ДНК.

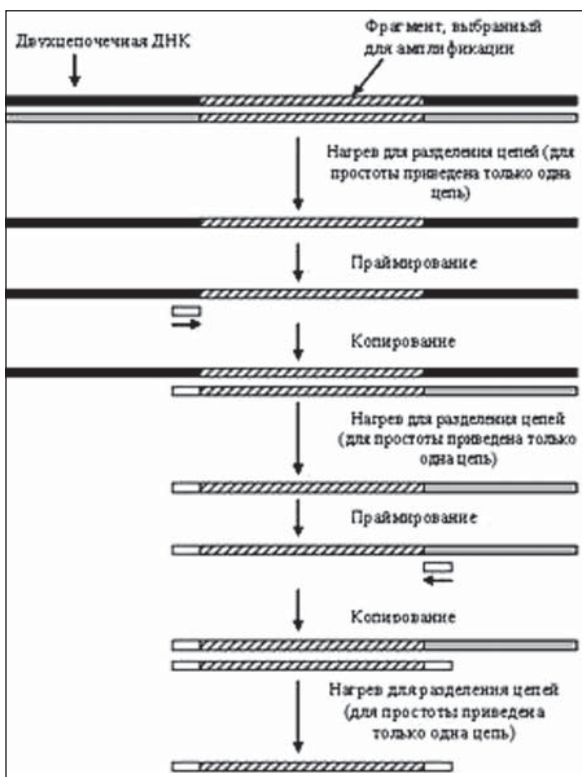


Рис. 6 (www.sciencerussian.sibenzyme.com)

3. ГМ-КУЛЬТУРЫ В МИРЕ И СТРАНАХ ВЕКЦА: ОЦЕНКА СИТУАЦИИ

В 2006 году исполнилось 10 лет коммерческого выращивания ГМ-культур. Первые масштабные посевы были произведены в США в 1996 году, а общая площадь ГМ-посевов составила около 2 млн. га. За последующие 10 лет, площадь занятая ГМ-культурами увеличилась в 50 раз и по разным оценкам составила от 80 до 102 млн. га [3, 12]. При этом только за 2005-2006 год она выросла на 12 млн. га (13%) (рис.3).

На протяжении первых 7 лет культивации, с 1996 по 2007, 90% всех ГМ-культур выращивалось в США, Аргентине и Канаде. В 2004 году в этих трёх странах было сконцентрировано более 84% полей занятых ГМ-культурами, хотя за последние три года возросли площади ГМ-посевов в Бразилии, Китае и Индии. В настоящее время ГМ-культуры выращиваются в 22 государствах мира, включая 11 развивающихся и 11 индустриальных стран.

ГМ-культуры в 2006 году выращивали 10,3 миллионов фермеров из 22 стран мира. Из этих 10,3 млн. фермерских хозяйств, 90% или 9,3 миллиона были небольшими хозяйствами из развивающихся стран. Из них 6,8 млн. находятся в Китае, 2,3 млн. в Индии, 100 тыс. на Филиппинах и несколько тысяч в Южной Африке.

Основу ГМ-сектора в мировом сельском хозяйстве составляют восемь культур: соя, кукуруза, хлопчатник, рапс, тыквенные, папайя, люцерна и рис, но лишь четыре из них – соя, кукуруза, хлопчатник и рапс занимают фактически 100% мировых посевов всех ГМ-растений (табл. 3). По данным за 2006 год соя остаётся основной биотехнологической культурой и занимает 58.6 миллионов гектаров (57 % общей площади ГМ-культур), за ней следует кукуруза (25.2 миллионов гектаров, около 25 %), хлопок (13.4 миллионов гектаров, около 13 %) и рапс (4.8 миллиона гектаров, или около 5%).

В 2006 году сорта устойчивые к гербицидам (*соя, кукуруза, рапс, хлопок и люцерна*) выращивались на 69,9 млн. га или 68% от общей площади занятой под ГМ-посевы; устойчивые к вредителям (*Bt-культуры кукурузы и хлопчатника*) занимали 19 млн.га (19% площадей). Остальные 17% составили ГМ-сорта кукурузы и хлопчатника, устойчивые как к гербицидам, так и к вредителям.

Таблица 3. Мировые площади/культуры ГМ-посевов в 2006 году

Место	Страна	Площадь (млн. га)	ГМ-культура
1*	США	54.6	Соя, кукуруза, хлопок, рапс, тыквенные, папайя, люцерна
2*	Аргентина	18.0	Соя, кукуруза, хлопок
3*	Бразилия	11.5	Соя, хлопок
4*	Канада	6.1	Рапс, кукуруза, соя
5*	Индия	3.8	Хлопок
6*	Китай	3.5	Хлопок
7*	Парагвай	2.0	Соя
8*	Южная Африка	1.4	Кукуруза, соя, хлопок
9*	Уругвай	0.4	Соя, кукуруза
10*	Филиппины	0.2	Кукуруза
11*	Австралия	0.2	Хлопок
12*	Румыния	0.1	Соя
13*	Мексика	0.1	Хлопок, соя
14*	Испания	0.1	Кукуруза
15	Колумбия	<0.1	Хлопок
16	Франция	<0.1	Кукуруза
17	Иран	<0.1	Рис
18	Гондурас	<0.1	Кукуруза
19	Чехия	<0.1	Кукуруза
20	Португалия	<0.1	Кукуруза
21	Германия	<0.1	Кукуруза
22	Словакия	<0.1	Кукуруза

* 14 крупнейших биотехнологических стран, выращивающих 50,000 или более гектаров ГМ-культур. Источник: Clive James, 2006.

Лидером на рынке производства и продаж ГМ-культур и ГМ-продуктов остаются США. Площадь, занятая под ГМ-культурами в этой стране составила 54,6 млн.га. Несмотря на то, что к декабрю 2006 года Департамент сельского хозяйства США одобрил 71 линию ГМ-культур, до сих пор в США выращивается малое разнообразие ГМ-растений. Более или менее широко внедрены в коммерческое производство лишь 4 культуры - кукуруза, хлопчатник, соя и рапс, обладающие двумя свойствами, устойчивостью к гербицидам и вредителям.

Соя является одной из главных культур для экономики многих стран Южной Америки, включая Бразилию и Аргентину, которые являются вторым и третьим производителями сои в мире после США. Соя, произведённая в Южной Америке, в основном предназначена для экспорта. В Парагвае 65% произведённой сои экспортируется. В Бразилии этот показатель достигает 72,4%, а в Аргентине – 92%.

Именно поэтому лидирующее место среди культивируемых в Южной Америке ГМ-культур принадлежит трансгенной сое. В Бразилии 30% выращиваемой сои является генетически модифицированной, в Парагвае эта цифра достигает 80% и почти 100% в Аргентине.

Внедрение сои в Аргентине произошло очень быстро от 10% всей площади в 1996 году до 90% в 2001 году. Однако увеличение площадей, занятых ГМ-соей с 6 млн. га в 1997г. до 14,2 млн. га в 2004г., сопровождалось значительным негативным влиянием на окружающую среду и социальное развитие. Обезлесенность, эрозия почвы, повышенное использование глифосата, концентрация сельскохозяйственных земель и сокращение количества семейных ферм сопутствовали экспансии сои в Аргентине.

На сегодняшний день в Бразилии одобрены две ГМ-культуры. В дополнении к сое в марте 2005г. был также одобрен ГМ-хлопчатник компании «Монсанто», однако эта культура в стране пока не выращивается, так как Национальная техническая комиссия по безопасности обязала «Монсанто» провести оценку её воздействия на окружающую среду. ГМ-кукурузу в Бразилию разрешается ввозить только в виде фуража, выращивание же её там запрещено. В октябре 2006 года правительство ввело новые ограничения, запретив выращивание ГМ-культур на землях коренного населения.

Хлопчатник выращивается в 60 странах мира, но 75% объёма его производства, 71% площадей и 70% потребления приходится всего лишь на пять стран: Китай, Индию, Пакистан, США и Узбекистан. Выращивание ГМ-хлопчатника разрешено в следующих странах: Аргентине, Австралии, Китае, Колумбии, Индии, Индонезии, Мексике, Южной Африке и США.

Китай является крупнейшим в мире производителем хлопчатника, там под его выращивание в 2005-2006гг. было отдано 5 млн. га, из которых на долю ГМ-хлопчатника пришлось 3,5 млн.га. В Китае также самое большое количество в мире фермеров, выращивающих хлопчатник, около 14 млн., из которых около половины 6,8 млн. культивируют ГМ-

хлопчатник. С 1997 года в Китае активно внедрялся Bt-хлопчатник и, по данным ряда исследований, это привело к росту доходов фермеров, уменьшению использования пестицидов и повышению урожайности.

Однако по данным других исследований наблюдается обратная тенденция. Исследование, проведённое Корнельским университетом, в пяти китайских провинциях, показало, что в 2004 году чистая выручка Bt-фермеров была значительно ниже по сравнению с доходами обычных фермеров. Причиной стало появление вторичных вредителей, в частности, слепняков (*Miridae*), из-за чего фермеры были вынуждены использовать гораздо больше пестицидов, чем раньше. Эти результаты противоречат, данным Международной службы по мониторингу за применением агробiotехнологий (ISAAA, 2005) согласно которым 6,4 млн. фермеров увеличили своё благосостояние за счёт Bt-хлопчатника.

Хлопчатник является экономически значимой для Индии культурой, на сегодняшний день под неё там занято около 9 млн. га сельскохозяйственных площадей, из которых 3,8 млн. га отдано под ГМ-хлопчатник. В 2006 году Индия впервые обогнала по этому показателю Китай. Возделыванием ГМ-хлопчатника в Индии занято около 2,3 млн. фермеров.

Bt-хлопчатник внедрялся в стране на фоне противостояний и несмотря на зафиксированные в конце 2001 года факты генетического загрязнения обычных культур. Следующие годы характеризовались агрессивным маркетингом Bt-хлопчатника, который сопровождался повышением цен, агротехническими проблемами, низкими доходами для фермеров и постоянными протестами. В мае 2005 года Комитет по регулированию генной инженерии отказал «Монсанто» в возобновлении лицензии на продажу трёх сортов ГМ-хлопчатника.

ГМ-хлопчатник разрешён к выращиванию и в Аргентине, где на его долю приходится около 60% площадей занятых этой культурой. За последнее десятилетие значительно сократились площади, занятые под хлопчатник: с 1 млн. га в 1995-1996 гг. до 158 209 га в 2002-2003 гг. Низкий уровень мировых цен и скудное финансирование в значительной мере ухудшили состояние местного хлопкового сектора, что вынудило аргентинских фермеров отдать предпочтение выращиванию сои.

Страны Европейского Союза являются аутсайдерами в списке стран выращивающих ГМ-культуры. Эта ситуация объясняется негативным отношением общественности и правительств ряда стран ЕС к проникновению на территорию Европы ГМ-культур и ГМ-продуктов.

На сегодняшний день в ЕС ГМ-культуры выращивают семь стран:

Испания, Франция, Германия, Португалия, Чешская Республика, Словакия и ставшая членом ЕС в 2007 году Румыния. Шесть из них выращивают Bt-кукурузу, а Румыния трансгенную сою.

Лидером среди них является Испания, площадь ГМ-кукурузы в которой составила в 2006 году 53-60 тыс. га. Наблюдается тенденция к увеличению площадей занятых ГМ-кукурузой в пяти странах (Франция, Чешская Республика, Португалия, Германия и Словакия) с 1,500 гектар в 2005 году до 8,500 га в 2006 г.

В странах ВЕКЦА на коммерческой основе ГМ-культуры не выращиваются, однако некоторые культуры завозятся и/или выращиваются на опытных полях в исследовательских целях. В том числе в России разрабатываются и проходят полевые испытания трансгенные сорта томата и рапса устойчивые к фитопатогенам и гербицидам, трансгенные растения плодовых (яблоня, груша и вишня), ягодных (земляника и актинидия), декоративных (хризантема, гвоздика), овощных (морковь), злаковых (пшеница).

В 1999 году Центром «Биоинженерия» РАН совместно с компанией «Монсанто» начаты работы по созданию трансгенных сортов картофеля на базе российских сортов «Луговской» и «Невский». Центр «Биоинженерия» РАН, кроме трансгенного картофеля, специализируется на создании ГМ-подсолнечника.

В 2004 году в г. Пущино Московской области проходили полевые испытания трансгенной пшеницы устойчивой к гербициду «Баста» компании «Байер КрокСайенс».

В Украину в 1997 году компанией «Монсанто» был импортирован из Канады трансгенный сорт картофеля «Новый лист», устойчивый к колорадскому жуку. Три сорта этой культуры - Atlantic, Superior и Russet Burbank - со встроенным геном почвенной бактерии *Bacillus thuringiensis* (Bt-форма) прошли полевые испытания в нескольких областях Украины. Сейчас три зарубежные фирмы - Monsanto, AgrEvo и Novartis - занимаются испытаниями трансгенов на Украине.

В июне 1996 года в Грузию был ввезен и посажен картофель компании «Монсанто» «Новый лист». В 1997 году ГМ-картофель опять был посажен, несмотря на решение Комитетов Парламента по сельскому хозяйству и окружающей среде о запрете импорта и посадок генно-инженерных культур до ввода в действие соответствующего законодательства. Урожай ГМ-картофеля 1997 года практически весь погиб, пораженный грибом и не выдержавший климатических условий Грузии.

4. БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КАРТАХЕНСКИЙ ПРОТОКОЛ: МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ БИОБЕЗОПАСНОСТИ

Необходимость в международном масштабе регулировать деятельность, связанную с современной биотехнологией и её потенциальным воздействием на окружающую среду и здоровье человека, государства члены ООН признали на конференции в Рио-де-Жанейро в 1992 году. На ней 193 государства (плюс Европейское Содружество в целом как отдельный участник конференции) подписали *Конвенцию по биоразнообразию*, основной целью которой является сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его составляющих и справедливый раздел прибыли, полученной в результате использования генетических ресурсов нашей планеты.

При создании Конвенции государства её члены признали, что биотехнология может содействовать достижению целей Конвенции в случае, если она будет развиваться и применяться при наличии соответствующих мер безопасности в интересах сохранения окружающей среды и здоровья человека. Стороны-участницы договорились о разработке международного соглашения о мерах и процедурах, необходимых для безопасного перемещения, переработки и применения продуктов современной биотехнологии. Этим соглашением стал Картахенский Протокол по биобезопасности принятый в 1999 г. на конференции в колумбийском городе Картахена-де-Индиас. Из-за разногласий сторон окончательный вариант Протокола по биобезопасности был принят в 2000 г. в Монреале.

На 5 мая 2007 года, Протокол ратифицировало 141 государство. Республика Молдова ратифицировала настоящий Протокол 4 марта 2003 года.

В Протоколе нашёл своё отражение и получил дальнейшее развитие применительно к ГМО Принцип предосторожности (Принцип 15 Декларации Рио по окружающей среде и развитию):

- *“Принцип предосторожности должен быть широко применен странами в соответствии с их возможностями. Недостаток абсолютной научной обоснованности не должен быть причиной задержки действий по предотвращению возможных рисков и необратимой деградации окружающей среды”.*

Протокол рассматривает такие вопросы как трансграничное перемещение, транзит, обработка и использование всех живых измененных ор-

ганизмов (ЖИО или ГМО), которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на сохранение и устойчивое использование биологического разнообразия, с учетом также риска для здоровья человека [13].

Протокол содействует биобезопасности посредством создания правил и процедур по безопасной передаче, обработке и использованию ГМО, особо фокусируясь на трансграничных перемещениях ГМО. Он предусматривает ряд процедур, включая таковую для ГМО, предназначенных для намеренной интродукции в окружающую среду для ГМО, предназначенных для непосредственного использования в пищу или в качестве корма, либо для обработки. Стороны Протокола должны гарантировать, что ГМО будут обрабатываться, упаковываться и перевозиться с соблюдением условий безопасности.

Настоящий Протокол учреждает Механизм посредничества по биобезопасности в качестве части механизма посредничества Конвенции для содействия обмену научной, технической, природоохранной и юридической информацией и опытом в отношении генетически модифицированных организмов; а также оказания содействия Сторонам в реализации Протокола.

Протокол содействует международному сотрудничеству в целях помощи развивающимся странам и странам с переходной экономикой в вопросах развития людских ресурсов и организационного потенциала в области биобезопасности. Стороны поощряются к оказанию помощи в научно-технической подготовке кадров и к оказанию содействия в передаче технологий, ноу-хау и привлечении финансовых ресурсов. От Сторон также ожидается, что они будут содействовать привлечению частного сектора к процессу создания потенциала.

Протокол требует, чтобы Стороны содействовали и способствовали, самостоятельно или сотрудничая с другими государствами и международными организациями, осведомлению общественности, её образованию и участию в мероприятиях, связанных с Протоколом, и обеспечивали доступ общественности к информации о ГМО, которые могут быть импортированы. В соответствии со своим законодательством, Стороны-участницы Протокола консультируются с общественностью в процессе принятия решения по ГМО, представляют общественности результаты таких решений, и информируют о возможности доступа к Механизму посредничества по биобезопасности.

Для оказания странам поддержки в удовлетворении своих потребностей, касающихся создания потенциала, в рамках Протокола по био-

безопасности был реализован ряд инициатив на различных уровнях. На глобальном уровне в 2001 г. Межправительственный комитет Картахенского протокола по биобезопасности разработал «План действий по созданию потенциала в целях эффективной реализации Протокола», который являет собой структуру для оказания помощи правительствам и организациям в рассмотрении наилучшим образом приоритетных элементов для создания потенциала на стратегической, систематической и комплексной основе [14].

Для согласованной и комплексной реализации Плана действий и обеспечения взаимной поддержки друг друга различными инициативами был разработан Механизм координации. В рамках Механизма посредничества по биобезопасности создана база данных для обмена информацией по текущей деятельности, выявления пробелов и улучшения целенаправленного распределения ресурсов и возможностей с тем, чтобы страны могли удовлетворять свои потребности и определять приоритеты.

Далее, создан реестр экспертов в целях предоставления консультаций и иной поддержки Сторонам, являющимся развивающимися странами и странами с переходной экономикой, для проведения оценки риска, принятия научно обоснованных решений, развития национальных человеческих ресурсов и содействия в укреплении организационного потенциала, связанного с трансграничным перемещением живых измененных организмов.

Правительства и организации развитых стран также инициировали ряд мероприятий по созданию потенциала, проектов и программ, связанных с биобезопасностью. Примером такой инициативы является глобальный проект ЮНЕП/ГЭФ «Создание национальных структур по биобезопасности», предназначенный в помощь развивающимся странам для создания национальных регламентационных и административных систем по биобезопасности, систем принятия решений, включая оценку риска, а также механизмов для привлечения общественности. Существует также много иных инициатив различного масштаба, которые поддерживаются другими донорами и организациями. Более шестидесяти таких инициатив зарегистрировано в базе данных проекта.

Будучи Стороной настоящего Протокола, страна получает ряд следующих преимуществ [13]:

- возможность влиять на выполнение Протокола и его дальнейшую доработку посредством участия в процессах принятия решений Конференцией Сторон, выступающей в качестве совещания Сторон настоящего Протокола;

- для Сторон, являющихся развивающимися странами или странами с переходной экономикой, существует возможность финансовой поддержки, оказываемой Глобальным экологическим фондом (финансовый механизм Протокола) в целях создания потенциала, а также возможность прочей поддержки в реализации настоящего Протокола и участия в его процессах;

- повышение надежности и реалистичности национальных систем регулирования биобезопасности в рамках мирового сообщества;

- содействие в согласовании правил, процедур и различных видов практики управления трансграничными перемещениями ГМО;

- упрощение механизмов и облегчение возможностей для правительств сотрудничать с другими правительствами, частным сектором и гражданским обществом в интересах укрепления биобезопасности;

- упрощение доступа к соответствующим технологиям и данным, возможность регулярного обмена информацией и экспертизой, а также

- демонстрация обязательств в отношении сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия посредством выполнения мер по биобезопасности.

5. НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

Молдова является традиционно сельскохозяйственной страной, не имеющей собственных существенных энергоресурсов и всецело зависящей от успешности экспорта своей продукции. Поэтому забота об успехе экспорта сельскохозяйственной продукции является вопросом национальной безопасности.

Как показали исследования общественного мнения, осуществленные в 2004 году общественной организацией “ProRuralinvent”, 56% жителей Молдовы знают, что собой представляют ГМО. Из них 72% считают, что использование ГМ-продуктов провоцирует риски. А 96% респондентов считают, что потребитель имеет право знать, содержат ли потребляемые продукты ГМ-компоненты. Более половины респондентов (54%) считают, что для Молдовы более подходящим является органическое земледелие как альтернатива ГМО.

Реальная ситуация с ГМ-продуктами на рынке Молдовы изучена слабо. В качестве ориентира могут быть использованы результаты исследования продуктов, содержащих сою, отобранных в 2004 году. Благодаря анализам, проведенным в сертифицированной лаборатории в Велико-

британии, выяснилось, что из девяти образцов соевой муки и шрота только два, произведенные в Молдове и Нидерландах, были получены из немодифицированной сои. Остальные же, произведенные в Бразилии, США, Канаде, Польше, Израиле, Украине и Румынии, содержали ГМ-компоненты. При этом, соответствующая маркировка, обязательная в соответствии с законодательством, на продуктах отсутствовала. В то же время, поскольку в Молдове разрешены к использованию только районированные сорта растений, включенные в соответствующий регистр, есть уверенность, что если ГМО и выращиваются на полях, то они выращены в сравнительно небольших количествах из незаконно завезенных семян.

Система биобезопасности в Молдове находится в развитии. Она призвана обеспечить слаженность работы различных министерств и ведомств, обеспечивающих разные аспекты безопасности генетически модифицированных организмов и продуктов из них для здоровья населения, экосистем, биологического разнообразия, а также социально-экономической безопасности. Так, таможенная служба должна контролировать ввоз, экспорт и транзит ГМО, не допуская проникновения на территорию страны неразрешенных к использованию ГМО, органы санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения отвечают за безопасность ГМ-содержащих продуктов, а Центральный орган охраны окружающей среды – за оценку связанных с ГМО рисков для страны, выдачу разрешений на использование ГМО в стране, исходя из уровня создаваемых ими рисков для окружающей среды и здоровья населения, информирование и привлечение общественности к принятию решений в сфере биобезопасности.

Среди стран СНГ Молдова занимает передовые позиции в области развития рамок национальной биобезопасности. Молдова ратифицировала Картахенский Протокол в 2002 году и приняла национальный закон о биобезопасности в 2001 году. Кроме того, в 2003-2004 гг. приняты несколько постановлений правительства и приказ министра экологии, которыми утверждены положения о процедурах по оценке рисков, учрежден Национальный комитет по биобезопасности и процедуры участия общественности в принятии решений в сфере ГМО.

Так, учрежденная правительством Молдовы Национальная комиссия по биобезопасности имеет право и функцию принимать решения и разрешать деятельность, связанную с использованием ГМО. Положение о выдаче разрешений на виды деятельности, связанные с испытанием, производством, использованием и реализацией генетически мо-

дифицированных организмов было принято правительством в качестве руководства по внедрению национального закона о биобезопасности. Этот закон и Положение конкретизируют правила использования ГМО в замкнутых системах, выпуске в окружающую среду и размещении их на рынке, а также импорт и экспорт ГМО.

Национальный центр по тестированию был создан совместным решением Министерства экологии и природных ресурсов и Министерства образования. В его компетенцию входит определение ГМО в образцах, при необходимости – проведение дополнительных тестов на биобезопасность и оценка рисков от ГМО для окружающей среды и здоровья человека. Примерная схема того, как должна выглядеть национальная система биобезопасности в соответствии с концепцией, разработанной в Молдове, отражена на рис. 5 [17].

6. МОЛДАВСКОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В ОБЛАСТИ БИОБЕЗОПАСНОСТИ

Основным законом, обеспечивающим биологическую безопасность в Молдове, является закон «О биологической безопасности» (2001), считающийся лучшим в СНГ. В 2006 году Межпарламентская ассамблея государств, членов СНГ приняла модельный закон и биобезопасности, который дает понятие биобезопасности, устанавливает государственные структуры, ответственные за ее внедрение, определяет, что для ввоза в страну любого ГМО требуется разрешение Национальной комиссии по биобезопасности, которая рассматривает заявления и в зависимости от уровня риска разрешает или запрещает ввоз. Импорт может осуществляться для различных целей и в зависимости от них использование ГМО может квалифицироваться как *размещение на рынке* (например, ввоз и продажа семян третьим лицам для изготовления муки или посадки – в обоих этих случаях контроль за ГМО при продаже теряется), *помещение в окружающую среду* (например, импорт семян тем лицом, которое намерено засеять ими поля), либо *использование в замкнутых условиях* (например, импорт пивных дрожжей при условии, что они будут использоваться в замкнутых производственных установках и не попадут в окружающую среду).

Закон определяет, что общественность должна информироваться о заявках на импорт ГМО и имеет право направлять свои аргументы в отношении проекта решения, предлагаемого Национальной комиссией по биобезопасности.

Правила оценки рисков, связанных с использованием ГМО, утверждены Постановлением Правительства «Об утверждении Положения о выдаче разрешений на виды деятельности, связанные с испытанием, производством, использованием и реализацией генетически модифицированных организмов» № 1153 от 25.09.2003г., в котором подробно описаны процедуры оценки безопасности ГМО. Это документ подробно описывает, как следует поступать инициаторам деятельности в сфере биобезопасности, включая импорт ГМО, их размещение на рынке и в окружающую среду, для научных исследований и использования в замкнутых установках. Оценка рисков – очень сложный процесс, и с особенностями подходов к нему можно ознакомиться в [15, 16].

7. ВОЗМОЖНОСТИ УЧАСТИЯ ОБЩЕСТВЕННОСТИ В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ БИОБЕЗОПАСНОСТИ В МОЛДОВЕ

В соответствии со статьей 6 закона «О биологической безопасности», правительство при определении состава Национальной комиссии по биобезопасности одного из членов назначает от экологических НПО.

Согласно Постановлению Правительства РМ № 1153 от 25.09.2003г., на основании содержащейся в уведомлении информации Национальная комиссия:

- a) в 10-дневный срок с момента получения уведомления информирует об этом общественность и консультирует по содержащейся в нем информации;
- b) запрашивает заключения у центральных природоохранных, экономических органов, органов сельского хозяйства и пищевой промышленности, здравоохранения и защиты прав потребителей;
- c) ведет учет обращений граждан и предоставляет им нужную информацию;
- d) в те же сроки размещает документы об уведомлении на WEB-странице на сайте центрального природоохранного органа;
- e) при принятии решений по запрошенному виду деятельности учитывает комментарии общественности, которые носят консультативный характер и принимаются в течение 30 дней с даты информирования. В зависимости от полученных комментариев могут быть организованы общественные слушания по рассматриваемым проблемам. Особенно это касается местных сообществ там, где предлагается использование ГМ-культур.

Национальная комиссия в 90-дневный срок со дня получения уведомления информирует заявителя о том, что:

- a) полученное уведомление соответствует требованиям действующего законодательства;
 - b) он должен представить дополнительную информацию;
 - c) предложенная деятельность не соответствует положениям Закона о биологической безопасности и настоящему положению и что уведомление отклонено; или
 - d) предложенная деятельность не подпадает под действие Закона о биологической безопасности и настоящего положения.
- В 90-дневный срок не включается время, необходимое Национальной комиссии для:
- a) получения от заявителя дополнительной информации;
 - b) получения заключений;
 - c) опроса общественности и консультации с другими организациями и/или общественностью.

Заявитель может начать намеченную деятельность только после получения разрешения от Национальной комиссии и при соблюдении установленных ею условий.

Невыполнение процедуры подтверждения получения Национальной комиссией уведомления не подразумевает ее согласия. Ввоз ГМО на территорию Молдовы без надлежащего разрешения преследуется по закону.

Молдавские неправительственные организации (НПО), занимающиеся проблемами ГМО и биобезопасности, сделали ключевой вклад в развитие национальной системы биобезопасности. В период разработки национального закона по биобезопасности (2001) они существенно повлияли на его содержание, для того чтобы гармонизировать его с только появившейся тогда Европейской Директивой 2001/18/ЕС, а также включить в него этикетирование ГМО и ГМ-продуктов и участие общественности в принятии решений. Лоббирование оказалось успешным и в настоящее время Национальная комиссия по биобезопасности даже включает одного квалифицированного представителя экологических НПО. Молдавские НПО, эффективно взаимодействуя с правительственными структурами Молдовы, сделали ключевой вклад в процесс дополнения Орхусской конвенции статьей 6 bis об участии общественности в принятии решений по ГМО.

В соответствии с приказом министра экологии и природных ресурсов № 19 от 10 февраля 2004г., министерство должно учредить и вести Регистр заинтересованных лиц, куда вносится любое юридическое и

физическое лицо по их запросу. Такой список заинтересованных лиц может, в частности, включать:

- Неправительственные экологические организации;
- Потребители и их ассоциации;
- Медицинские работники и их ассоциации;
- Средства массовой информации;
- Научное сообщество;
- Ассоциации фермеров;
- Импортёры семян;
- Местные публичные власти территорий, предложенных уведомителем для внесения ГИО, а также соседних территорий;
- Фермеры с территории, предложенной уведомителем для внесения ГИО, а также соседних территорий;
- Местные сообщества территорий, предложенных уведомителем для внесения ГИО, а также соседних территорий;
- Преподаватели, медики, молодежь, женщины и неправительственные организации на территории, предложенной уведомителем для внесения ГИО, а также соседних территорий.

Не может быть признана конфиденциальной и изъята из предоставляемой общественности информация, включающая:

- Описание ГИО;
- имя (название) и адрес заявителя;
- цель предполагаемой деятельности по использованию ГИО;
- опыт, полученный в результате преднамеренного внесения в окружающую среду конкретных форм ГИО;
- запреты, имеющиеся в странах Европейского Союза в отношении использования заявленного ГИО;
- опыт, накопленный в сфере преднамеренного внесения в окружающую среду конкретных форм ГМО в случае предложения о применении упрощенных процедур принятия решения о преднамеренном внесении этих форм ГИО в окружающую среду;
- расположение места, где предполагается преднамеренное внесение ГИО в окружающую среду, с описанием этой территории, с указанием его административного положения и расстояния до ближайшей охраняемой природной территории;
- оценка экологического риска, включая описание возможного влияния на окружающую среду и здоровье людей;
- описанием мер, если они предусмотрены, для ограничения воз-

можного негативного воздействия на окружающую среду и/или здоровье людей;

- описание плана мониторинга влияния на окружающую среду и на здоровье людей;
- описание мер, если они предусмотрены, по переработке отходов, образующихся в результате преднамеренного внесения ГИО в окружающую среду либо его помещении на рынок;
- описание плана действий в аварийных ситуациях;
- описание сопроводительных материалов заявлений, поступивших как на государственном языке, так и на других языках.

Информация о деятельности Национальной комиссии по биобезопасности при Министерстве экологии и природных ресурсов Республики Молдова, включая поступающие в Комиссию заявления, размещена на сайте www.biosafety.md.

8. СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

АБОРИГЕННЫЙ - происходящий из определенного географического района или местности и растущий или обитающий там.

АЛЛЕРГЕННОСТЬ - способность вызывать аллергическую реакцию.

АЛЛЕРГИЯ — одна из наиболее распространенных болезней, связанная с чрезмерной иммунной реакцией организма на аллергены (химические вещества, загрязняющие атмосферу, воду, определенные пищевые продукты, а также лекарства, пыльцу растений, шерсть домашних животных и т.д.).

АНТИБИОТИК - химическое вещество, синтезируемое грибами или бактериями, которое убивает другие организмы или задерживает их рост.

БЕЗОПАСНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКАЯ (БИОБЕЗОПАСНОСТЬ) - защищенность человека, общества и окружающей среды от негативного воздействия токсических, аллергенных, канцерогенных, мутагенных биологических веществ и соединений, содержащихся в природных или генно-модифицированных биологических объектах и полученных из них продуктах.

БЕЗОПАСНОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ – комплекс условий, позволяющих максимально эффективно реализовывать заложенный генетический потенциал живого и создание предпосылок для его дальнейшего устойчивого существования в череде будущих поколений.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ - состояние обо-

снованной уверенности в том, что пищевые продукты при обычных условиях их использования не являются вредными и не представляют опасности для здоровья нынешнего и будущих поколений.

БЕЗОПАСНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ – способность государства за счёт внутренних ресурсов, удовлетворять потребности населения в сельхозпродукции и продуктах питания в объёмах, качестве и ассортименте, в соответствии с принятыми стандартами и нормами.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ — генетические ресурсы, организмы или их части, популяции или любые другие биотические компоненты экосистем, имеющие фактическую или потенциальную полезность или ценность для человечества.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ - вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем.

БИОТЕХНОЛОГИЯ — любой вид технологии, связанный с использованием биологических систем, живых организмов или их производных для изготовления или изменения продуктов или процессов с целью их конкретного использования.

БИОТЕХНОЛОГИЯ СОВРЕМЕННАЯ – применение: методов *in vitro* с использованием нуклеиновых кислот, включая рекомбинантную дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) и прямую инъекцию нуклеиновых кислот в клетки и органеллы; или методов, основанных на слиянии клеток организмов с разными таксономическим статусом, которые позволяют преодолеть естественные физиологические репродуктивные или рекомбинантные барьеры и которые не являются методами, традиционными для выведения и селекции.

БЛАГОПРИЯТНАЯ ОКРУЖАЮЩАЯ ПРИРОДНАЯ СРЕДА — состояние окружающей природной среды, которое не оказывает негативного воздействия на здоровье и жизнедеятельность человека, животных, растений и других живых организмов.

БЛАГОПРИЯТНЫЕ УСЛОВИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА — состояние среды обитания, при котором отсутствует вредное воздействие ее факторов на человека (безвредные условия) и имеются возможности для восстановления нарушенных функций организма человека.

ВИД - группа организмов и популяций, имеющих общие генетические и фенотипические свойства и способных к скрещиванию.

ВИРУЛЕНТНОСТЬ - способность вызывать инфекцию, болезнь или токсикоз.

ВРЕДНОЕ ВЕЩЕСТВО - вещество, которое вызывает нарушения роста, развития или состояния здоровья организмов, а также может повлиять на эти показатели со временем, в том числе в цепи поколений.

ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА — воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни или здоровью человека либо угрозу жизни или здоровью будущих поколений.

ВЫПУСК ГЕННО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОРГАНИЗМОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ - действие или бездействие, в результате которых произошло внесение генно-модифицированных организмов в окружающую среду (данное понятие не применяется к деятельности, связанной с изменением наследственного генетического материала человека посредством использования методов генной инженерии для целей генной терапии (генотерапии)).

ВЫПУСК ГЕННО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОРГАНИЗМОВ НА РЫНОК - поставка генетически модифицированных организмов или производных от них продуктов за плату или бесплатно третьей стороне.

ВЫПУСК ГМО В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НАМЕРЕННЫЙ – означает любую намеренную интродукцию в окружающую среду ГМО или комбинации ГМО, для которой не используются какие-либо меры сдерживания для ограничения их контакта с населением в целом и окружающей средой и для обеспечения высокой степени их безопасности.

ГЕН – участок молекулы ДНК, содержащий информацию о первичной структуре одного белка или молекулы рРНК и тРНК.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ – программа свойств организма, получаемая от предков и заложенная в наследственных структурах в виде генетического кода. Генетическая информация определяет морфологическое строение, рост, развитие, обмен веществ, психический склад, предрасположенность к заболеваниям и генетические пороки организма.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ – процесс заранее определенного неполового переноса генов.

ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ (ГММ) - микроорганизмы (бактерии, дрожжи и др.), в которых

генетический материал (дезоксирибонуклеиновая кислота) изменен с использованием методов генной инженерии.

ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ - пищевые продукты, ингредиенты и пищевые добавки, полученные с применением технологий рекомбинантных ДНК.

ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОРГАНИЗМЫ (ГЕНЕТИЧЕСКИ ИЗМЕНЕННЫЕ ОРГАНИЗМЫ) –организмы, любые неклеточные, одноклеточные или многоклеточные образования, способные к воспроизводству или передаче наследственного генетического материала, отличные от природных организмов, полученные с применением методов генной инженерии и содержащие генно-инженерный материал, в т.ч. гены, их фрагменты или комбинацию генов.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ - любой материал растительного, животного, микробного или иного происхождения, содержащий функциональные единицы наследственности.

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ - разбавление популяции новыми или промежуточными генотипами того же вида или гибридных производных от особей этого вида с последующим изменением генетической структуры.

ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ - совокупность методов и технологий, в том числе технологий получения рекомбинантных рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот, по выделению генов из организма, осуществлению манипуляций с генами и введению их в другие организмы.

ГЕННАЯ ТЕРАПИЯ (ГЕНОТЕРАПИЯ) - совокупность генно-инженерных (биотехнологических) и медицинских методов, направленных на внесение изменений в генетический аппарат соматических клеток человека в целях лечения заболеваний.

ГЕНО-ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ - деятельность, осуществляемая с использованием методов генной инженерии и генетически модифицированных организмов.

ГЕНОДИАГНОСТИКА - совокупность методов по выявлению изменений в структуре генома.

ГЕНОМ - генетическая структура организма; полный набор хромосом и соответствующих генов.

ГЕРБИЦИДЫ — химические препараты, используемые для контроля плотности популяций сорных растений.

ДНК (ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИНОВАЯ КИСЛОТА) - генетический материал, который обуславливает все наследственные признаки

организма. ДНК представляет собой молекулу, состоящую из двух спирально закрученных цепей, образованных из сахаров (дезоксирибозы) и фосфатных групп. Четыре азотистых основания (аденин, тимин, гуанин и цитозин) соединяют две цепи молекулы. У некоторых вирусов носителем генетической информации служит рибонуклеиновая кислота (РНК).

ДОБАВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ - природные (идентичные природным) биологически активные вещества, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевых продуктов.

ИМПОРТ ГМО - преднамеренный ввоз с территории одного государства на территорию другого государства генетически модифицированных организмов, комбинаций таких организмов и/или производных от них продуктов.

ИМПОРТЕР ГМО - физическое или юридическое лицо, находящееся под юрисдикцией государства, осуществляющего импорт, которое организует и несет ответственность за импорт генетически модифицированных организмов, комбинаций таких организмов и/или производных от них продуктов.

ИНСЕКТИЦИДЫ — химические препараты, используемые для контроля плотности популяций насекомых-вредителей в сельском и лесном хозяйстве.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОРГАНИЗМОВ - деятельность или совокупность видов деятельности, имеющих целью получение и выпуск на рынок генетически модифицированных организмов и производных от них продуктов, в том числе исследование, испытание и промышленное производство.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОРГАНИЗМОВ В ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМАХ – определяется как любая деятельность, осуществляемая в пределах какого-либо предприятия, установки или иного физического объекта, связанная с генетическим изменением организмов, в отношении которых используются конкретные меры сдерживания, эффективно ограничивающие их контакт с окружающей средой и их воздействие на нее.

КЛОНИРОВАНИЕ - получение многочисленных идентичных копий части молекулы ДНК посредством молекулярных методов биотехнологии; или получение многочисленных идентичных копий целого организ-

ма посредством естественной неполовой репродукции или с помощью методов ядерной трансплантации.

МАРКЕР ГЕНЕТИЧЕСКИЙ - признак микробной клетки (устойчивость к антибиотикам или другим ингибиторам, зависимость от определенного метаболита и др.), используемый в качестве метки при изучении генетических процессов.

МЕЖВИДОВАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ – спаривание (я) особей разных видов, в результате которого (ых) получается жизнеспособное потомство.

МЕЖВИДОВОЙ ГИБРИД - организм, полученный при спаривании особей разных видов.

МЕТАБОЛИЗМ - физиологический процесс, который позволяет организмам получать энергию и вещества, необходимые для развития, роста и воспроизведения.

МИКРООРГАНИЗМ - любое микробное существо, клеточное или неклеточное образование, способное к передаче или репликации генетического материала, включая вирусы, клетки животных и растений в культуре.

МУТАЦИЯ - структурное изменение в гене или хромосоме, которое изменяет генотип, а, возможно, и фенотип организма.

НЕГАТИВНОЕ (ВРЕДНОЕ) ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ — воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к отрицательным изменениям состояния окружающей природной среды.

НЕПРЕДНАМЕРЕННОЕ ВНЕСЕНИЕ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (В СВЯЗИ С ГМО) - любой случай выпуска в окружающую среду генетически модифицированных организмов или их комбинаций, не являющийся результатом преднамеренного выпуска.

НЕПРЕДНАМЕРЕННОЕ ТРАНСГРАНИЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ (В СВЯЗИ С ГМО) - любое неумышленное перемещение через границу генетически модифицированных организмов или их комбинаций, последствия, которого должны быть оценены с точки зрения биологической безопасности и безопасности для здоровья людей с принятием соответствующих мер.

НЕЦЕЛЕВОЙ ОРГАНИЗМ - организм, на который не предусматривается распространение влияния процесса, метода или события.

НУКЛЕОТИД - структурная единица ДНК или РНК.

ОРГАНЕЛЛА - внутренняя структура эукариотической клетки,

обеспечивающая выполнение специфических функций; примерами оргanelл могут служить ядро, митохондрии и хлоропласты.

ОРГАНИЗМ – любая форма биологического существования (включая стерильные организмы, вирусы и вироиды), способная к самовоспроизведению или передаче наследственных факторов;

ОЦЕНКА РИСКОВ (в связи с ГМО) - оценка прямых или косвенных незамедлительных или отдаленных последствий внесения в окружающую среду генетически модифицированных организмов или их составных частей для здоровья людей и окружающей среды.

ПЕСТИЦИДЫ (П.) — разнообразные химические соединения, которые используются для защиты растений. Широкое распространение сегодня имеют около 700 видов П. Различают следующие П.: инсектициды, уничтожающие насекомых; акарициды, уничтожающие клещей; нематоциды, уничтожающие круглых червей; фунгициды, уничтожающие паразитические грибы; оактериоциды, уничтожающие бактерии; вирусоциды, уничтожающие вирусы; зооциды, уничтожающие позвоночных животных-вредителей; моллюскоциды, уничтожающие моллюсков; альгициды, уничтожающие водоросли; гербициды, уничтожающие сорные растения; арборициды, уничтожающие древесную и кустарниковую растительность.

ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ - природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в пищевые продукты в процессе их изготовления в целях придания пищевым продуктам определенных свойств и (или) сохранения качества пищевых продуктов.

ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ/ИЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГММ - продукты в натуральном или переработанном виде, употребляемые человеком в пищу (в т.ч. продукты детского питания, продукты диетического питания), алкогольная продукция (в т.ч. пиво), безалкогольные напитки, а также продовольственное сырье, пищевые добавки и биологически активные добавки, полученные с использованием или содержащие ГММ.

ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ/ИЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРООРГАНИЗМОВ, ИМЕЮЩИХ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ АНАЛОГИ (МГМА) - продукты в натуральном или переработанном виде, употребляемые человеком в пищу (в т.ч. продукты детского питания, продукты диетического питания), алкогольная продукция (в т.ч. пиво), безалкогольные напитки, а также продовольственное сырье, пищевые добавки и биологически активные добавки, полученные с использованием или содержащие микрооргани-

мы, имеющие генетически модифицированные аналоги.

ПЛАЗМИДА - небольшая кольцевая молекула ДНК, в которой может находиться ряд различных генов. Плазмиды были обнаружены в бактериях, хотя на сегодняшний день существует множество искусственно созданных плазмид. Некоторые плазмиды способны передаваться от одной бактериальной клетки к другой, а также могут обуславливать передачу между клетками других плазмид, не являющихся трансмиссивными.

ПЛЕЙОТРОПНОСТЬ - явление, при котором один ген отвечает за множество различных, по-видимому, не связанных между собой фенотипических проявлений.

ПОЛЕВОЕ ИСПЫТАНИЕ (В СВЯЗИ С ГМО) - эксперимент, состоящий в изучении генетически модифицированных организмов в полевых условиях, находящихся под контролем, при наличии уверенности, что эти организмы не сохранятся в среде после окончания эксперимента;

ПРЕДНАМЕРЕННОЕ ВНЕСЕНИЕ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (В СВЯЗИ С ГМО) - умышленный выпуск в окружающую среду генетически модифицированных организмов или их комбинаций, которые не требуют принятия специфических мер изолирования и отличаются высоким уровнем безопасности для людей и окружающей среды;

ПРЕДНАМЕРЕННОЕ ТРАНСГРАНИЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ (В СВЯЗИ С ГМО) - любая экспортно-импортная операция с генетически модифицированными организмами или их комбинациями, осуществляемая с разрешения компетентных национальных органов в соответствии с национальными и международными правилами;

РЕКОМБИНАНТНАЯ ДНК - молекула ДНК, полученная в результате объединения *in vitro* чужеродных (в природе никогда вместе не существующих) фрагментов ДНК с использованием методов генной инженерии.

РЕКОМБИНАНТНЫЙ БЕЛОК - продукт экспрессии рекомбинантного гена (целевого гена).

РЕКОМБИНАЦИЯ ГЕНОВ - процесс генетического обмена (в т.ч. методами генной инженерии) между двумя клетками, отличающимися между собой одним или несколькими генетическими маркерами.

РЕСУРСЫ БИОЛОГИЧЕСКИЕ – источники и предпосылки получения необходимых людям материальных и духовных благ, заключенные в объектах живой природы. Различают растительные ресурсы, ресурсы животного мира, генетические ресурсы.

РЕСУРСЫ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ – наследственная генетическая информация, заключенная в генетическом коде живых существ.

РИСК - вероятность наступления конкретной опасности (или нескольких опасностей).

РИСК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для жизнедеятельности человека, животных, растений и других живых организмов, вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду.

РИСКА УРОВЕНЬ (В СВЯЗИ С ГМО) – научно обоснованная достоверность возникновения потенциального влияния на здоровье человека и окружающую среду при осуществлении генно-инженерной деятельности.

РНК - рибонуклеиновая кислота.

СИСТЕМА ЗАМКНУТАЯ (В СВЯЗИ С ГМО) - система осуществления генно-инженерной деятельности, при которой генетические модификации вносятся в организм или генно-модифицированные организмы, обрабатываются, культивируются, хранятся, используются, подвергаются транспортировке, уничтожению или захоронению в условиях существования физических, химических и биологических барьеров или их комбинаций, предотвращающих контакт генно-модифицированных организмов с населением и окружающей средой.

СИСТЕМА ОТКРЫТАЯ (в связи с ГМО) – система осуществления генетически- инженерной деятельности, предполагающая контакт ГМО с населением и окружающей средой при запланированном высвобождении их в окружающую среду, применении в сельскохозяйственной практике, промышленности, медицине, и в природоохранных целях, передаче технологий и других сферах обращения ГМО;

СТЕРИЛЬНОСТЬ - неспособность к размножению половым путем.

ТОКСИН - химическое вещество, ядовитое для некоторых организмов.

ТОКСИЧНОСТЬ – ядовитость, способность вещества наносить вред организмам, а также здоровью человека. Оценка токсичности лежит в основе классификации загрязняющих веществ по вредности.

ТРАНСГЕН - чужеродная ДНК, внесенная в геном путем искусственных операций.

ТРАНСГРАНИЧНАЯ ПЕРЕВОЗКА – любое перемещение опасных

или других отходов из района, находящегося под национальной юрисдикцией одного государства, в район или через район, находящийся под национальной юрисдикцией другого государства, либо в район или через район, не находящийся под национальной юрисдикцией какого-либо государства, при условии, что такая перевозка затрагивает по крайней мере два государства.

ТРАНСГРАНИЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОРГАНИЗМОВ – любое перемещение генетически модифицированных организмов или комбинаций таких организмов, а также производных от них продуктов с территории одного государства на территорию другого государства.

ТРАНСГРАНИЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ НЕПРЕДНАМЕРЕННОЕ (В СВЯЗИ С ГМО) – любое неумышленное перемещение через границу генетически модифицированных организмов или их комбинаций, последствия, которого должны быть оценены с точки зрения биологической безопасности и безопасности для здоровья людей с принятием соответствующих мер.

ТРАНСГРАНИЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПРЕДНАМЕРЕННОЕ (В СВЯЗИ С ГМО) – любая экспортно-импортная операция с генетически модифицированными организмами или их комбинациями, осуществляемая с разрешения компетентных национальных органов в соответствии с национальными и международными правилами.

ТРАНСФОРМАЦИЯ - форма переноса генов, например, у бактерий; этот процесс происходит в естественных условиях и используется в генной инженерии. В ходе трансформации одна бактериальная клетка копирует свою ДНК и выбрасывает копию в окружающую среду; либо клетка гибнет, а ее ДНК выходит в окружающую среду. Другая клетка поглощает такую свободную ДНК и с определенной частотой заменяет ею участок своей хромосомной ДНК. Если в результате такого процесса клетка получает различные (вариантные) формы генов, то клетка-реципиент считается трансформированной. В качестве примера можно привести замену гена устойчивости к антибиотикам на ген чувствительности к нему.

УСТОЙЧИВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ - использование компонентов природного разнообразия таким образом и такими темпами, которые не приводят в долгосрочной перспективе к истощению биологического разнообразия, тем самым сохраняя его способность удовлетворять потребности нынешнего и будущего поколений и отвечать их чаяниям.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ - длительный и непрерывный процесс

удовлетворения общественных потребностей на основе такого уровня и темпов развития экономики, которые не влекут за собой необратимых экологических последствий.

ФЕНОТИП - наблюдаемые физические или биохимические признаки организма, обусловленные как его генетической структурой, так и воздействием окружающей среды.

ФЕРМЕНТЫ РЕСТРИКЦИИ - встречающиеся в естественных условиях ферменты, расщепляющие молекулы ДНК в специфичных сайтах на короткие фрагменты.

ЦЕЛЕВОЙ ГЕН - ген, который используется для генно-инженерной модификации микроорганизма с целью изменения его свойств, в т.ч. нуклеотидная последовательность рекомбинантной ДНК конкретного ГММ.

ЦЕЛЬ (ЦЕЛЕВОЙ ОРГАНИЗМ) - организм, на который предусматривается влияние процесса, метода или события.

ЭКОСИСТЕМА - динамичный комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов, а также их неживой окружающей среды, взаимодействующих как единое функциональное целое.

ЭКСПРЕССИЯ (работа) генов – это комплекс матричных процессов (транскрипция-трансляция), приводящих к синтезу специфичных белковых молекул, кодируемых конкретными генами.

Литература

1. Кузнецов В.В., Куликов А.М., Митрохин И.А., Цыдендамбаев В.Д. Генетически модифицированные организмы и биологическая безопасность // М.: ЭКОСинформ, 2004, №10. – С. 60.
2. Жученко А.А. Роль генетической инженерии в адаптивной системе селекции растений // М.: Сельскохозяйств. Биол., 2003, № 1. – С. 3-33.
3. Сельское хозяйство и пищевые продукты: кому выгодны ГМ-культуры? // Анализ глобальных показателей эффективности ГМ-культур за 1996-2006гг. / Friends of Earth International, январь 2007г. – С. 32.
4. Перелет Р.А. Замечания по экономическим аспектам распространения ГМО // Материалы к докладу Президенту РФ. М.: 2004. – С. 111-116.
5. Что такое ГМО и для чего их получают? // ГМО – зона повышенного риска / Фонд интеграции экологической культуры, Алматы, 2003. – С. 52.
6. Ермишин А.П. Генетически модифицированные организмы: мифы и реальность // Минск: Технология, 2004. – С. 116.
7. Шаршенова А.А. Ситуация с ГМО в сфере медицины // Кыргызская Республика: Инф. бюлл. «Проблемы биобезопасности и генная инженерия, 2004, №2. – С. 28-35.
8. Куликов А.М. ГМО и риски их использования // Материалы к докладу Президенту РФ, М.: 2004. – С. 46-71.
9. ГМО: контроль над обществом или общественный контроль // М.: Э.К. «Эрмурус», Альянс СНГ «За биобезопасность», 2005. – С. 198.

10. Перелет Р.А. Экономические аспекты генетически модифицированной сельскохозяйственной продукции // Аналитический материал, декабрь 2005. – С.9.

11. Зоны, свободные от ГМО, под редакцией В.Б. Копейкиной // М.: Геос, 2007.- С.106.

Global Status of Commercialized Biotech / GM Crops: 2006 // <http://www.isaaa.org>

Картахенский протокол по биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии // <http://www.biodiv.org>

Молдосанова Г.А. Картахенский протокол – основа создания национального потенциала по биобезопасности // Кыргызская Республика: Инф. Бюлл. «Проблемы биобезопасности и генная инженерия», 2004, №2. – С. 50.

Руководство по оценке влияния генетически модифицированных организмов на окружающую среду и здоровье. Часть первая: вводная информация, сопроводительные тексты к блок-схемам. Пер. с англ. http://www.biosafety.ru/tmp/File/Edmonds_book_01.pdf

Руководство по оценке влияния генетически модифицированных организмов на окружающую среду и здоровье. Часть вторая: блок-схемы и рабочие ведомости. Пер с англ. http://www.biosafety.ru/tmp/File/Edmonds_book_02.pdf

12. National Biosafety Framework. Chisinau, 2004. 56 pp.

Литература по Молдове

1. Duca Maria, Teleuța Alexandru, Port Angela. Plante modificate genetic: beneficii și riscuri. Chișinău, 2003. 96 pp.

2. Trombitaia Iulia, Trombitsky Ilya. Successes and Failures of Biosafety Law in Moldavia // ELNI Review (Environmental Law Network International, Freiburg, Germany), 2003, nr. 1, P. 40-44.

3. Cadrul național în domeniul securității biologice. Chișinău, 2004. 56 pp.

4. Biosecuritatea în Republica Moldova. Aspectele instituțional-legislative. Chișinău, 2004.

5. Organismele modificate genetic. Beneficii și riscuri. Chișinău, 2004.

6. Autorizarea activităților legate de organismele modificate genetic (OMG) – Ghid practic. Chișinău, 2004.

7. Palii A., Comarov G., Lozan A., Scorpan V. Biotehnologii moderne în fitotehnie și biosecuritate. Chișinău, 2004. 230 p.

8. Organismele modificate genetic: opinii privind biosecuritatea. Chișinău, 2004.

9. Suport pentru dezvoltarea cadrului național de biosecuritate al Republicii Moldova. Chișinău, 2005. 40 p.

10. Тромбицкий И., Синяева Т. Потребности для обеспечения участия общественности в принятии решений в сфере генетически модифицированных организмов в Молдове // Экологическое сельское хозяйство, агротуризм и генетически измененные организмы: польский опыт для Молдовы. Мат. Междунар. конф. Кишинев, 29 окт. 2005г. Кишинев: Eco-TIRAS, 2005. С. 224-230.

11. Игнатъев И., Ершов Л., Гончар А. ГМО в Приднестровье: отношение населения и прогнозные оценки // Экологическое сельское хозяйство, агротуризм и генетически измененные организмы: польский опыт для Молдовы. Кишинев: Eco-TIRAS, 2005. С. 201-224.

12. Игнатъев И. История внесения поправок по ГИО в Орхусскую конвенцию. Там же, С. 188-195.

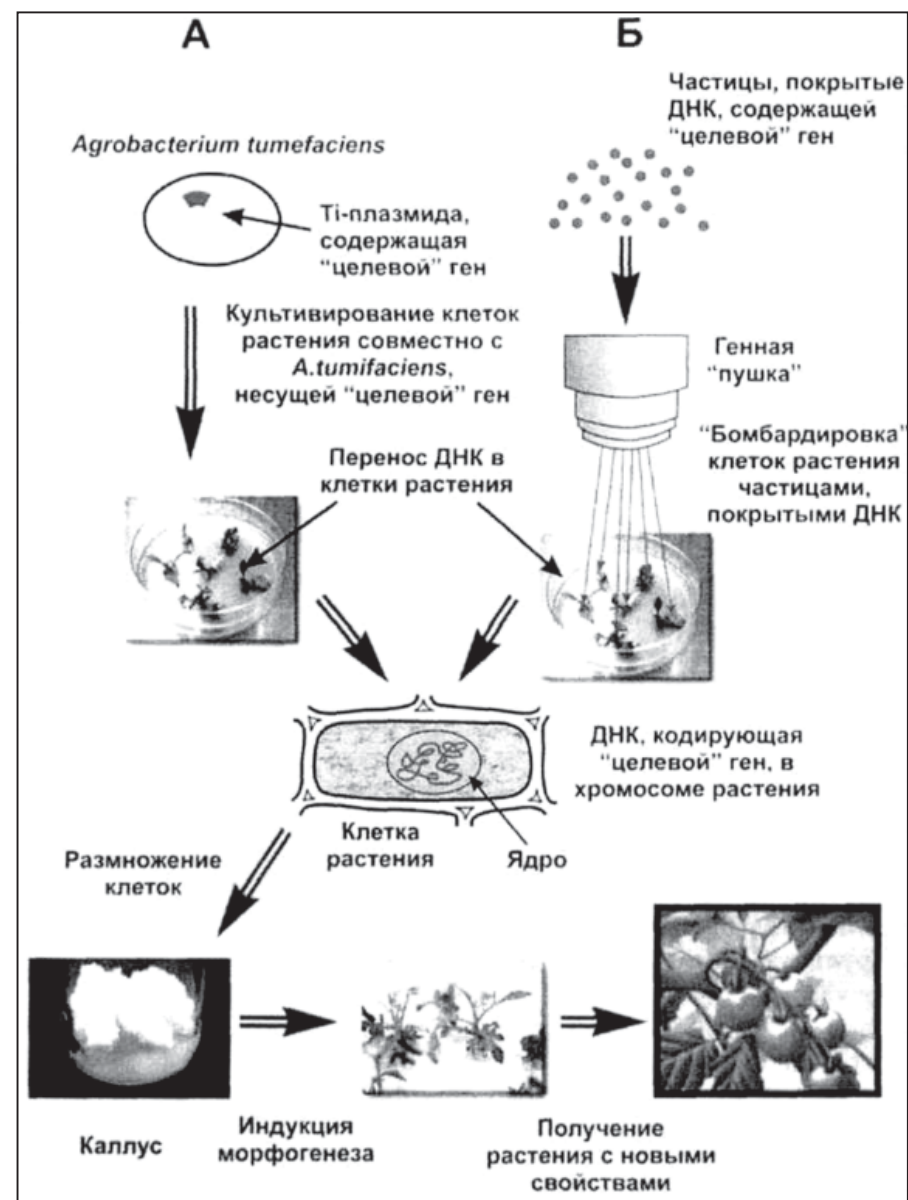


Рис. 1. Методы получения трансгенных растений [1].

Национальные рамки по биобезопасности в Республике Молдова (концепция)

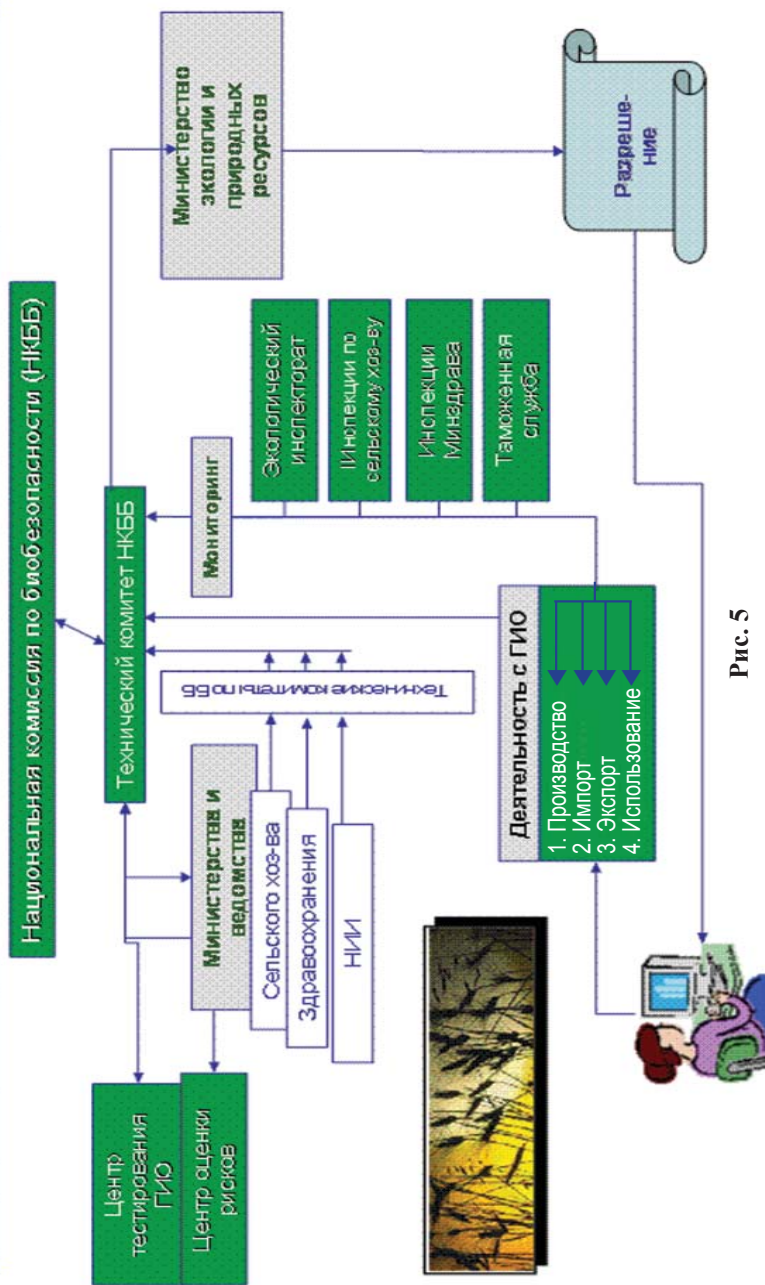


Рис. 5

НПО «Экоспектр-Бендеры»



Название организации: неправительственная организация «Экоспектр-Бендеры»;
Дата создания: учреждена 20 января 2004 года;
Руководитель: Игнатъев Иван
Юридический адрес организации: Молдова (Приднестровье), MD 3200, г. Бендеры, ул. Кишинёвская д.33, кв. 16
Телефон: (+373552) 69 304, (+37369) 397178; **E-mail:** ecospectrum@mail.ru

Неправительственная организация «Экоспектр-Бендеры» основана в 2004 году в городе Бендеры (Приднестровье, Молдова), группой профессиональных преподавателей биологии и химии. Члены организации обладают знаниями и опытом в сфере экологического и биологического мониторинга, водного управления, экологической политики и права, экологического образования. Основные направления деятельности организации - водная политика, биобезопасность, информирование и образование общественности.

Деятельность

Организация участвовала в реализации ряда проектов в области трансграничного сотрудничества и управления водными ресурсами бассейна Днестра, биологической и экологической безопасности, в реализации инициативы «Окружающая среда и безопасность» (ОБСЕ/ЮНЕП) и разработке Национальной программы и Плана действий по обеспечению экологической безопасности в Республике Молдова.

При поддержке Международной экологической ассоциации «Еко-TIRAS» (Кишинёв) и в партнёрстве с Общественным фондом им. Л.С. Берга (Бендеры), НПО провела социальное исследование «ГМО в Приднестровье: отношение населения и прогнозные оценки». В 2006-2007 гг., «Экоспектр» при поддержке проекта PBF и в партнёрстве с НПО «Пеликан» и «Выбор молодых» (Бендеры) реализовала проект «Стабильное партнёрство – успешное развитие», направленный на развитие устойчивого партнёрства между сообществом НПО, местными властями и экономическими агентами в решении региональных и местных социально-экологических проблем. В 2007 г. в рамках проекта «Повышение осведомлённости общественности в области биобезопасности». «Экоспектр» в содружестве с «Еко-TIRAS» и при поддержке немецкого фонда „Grassroots“ и Проекта UNEP/GEF „Support for the Implementation of the National Biosafety Framework for Moldova“ создан сайт в области биобезопасности (www.berg-biosafety.org) и подготовлена брошюра «ГМО и обеспечение биобезопасности».

НПО принимает участие в работе экспертных групп международных проектов «Программа действий по усовершенствованию трансграничного сотрудничества и устойчивого управления реки Днестр» (ОБСЕ/ЕЭК ООН) и «Трансграничный менеджмент риска в бассейне Днестра».

Организация - член международной экологической ассоциации «Эко-TIRAS» и международного Альянса СНГ «За биобезопасность!» и пользуется их экспертной и информационной поддержкой. «Экоспектр» сотрудничает с местными и региональными НПО и реализует с ними совместные проекты и акции.

Информация о проектной деятельности НПО «Экоспектр-Бендеры» размещена на сайте Образовательного Фонда имени Л.С. Берга - www.berg.bendery.md и www.berg-biosafety.org.

