

**Казахский Национальный Университет Аль-Фараби**

**Факультет биологии и биотехнологии  
Кафедра молекулярной биологии и генетики**

**Дисциплина «БИОЭТИКА»**



## **Лекция 7**

# **Этические аспекты создания и использования трансгенных организмов.**

**Амирова Айгуль Кузембаевна**

Ассоциированный профессор  
Кандидат биологических наук

## **План**

- **1. Генетически модифицированные продовольственные культуры первого поколения.**
- **2. Генетически модифицированные продовольственные культуры второго поколения.**
- **3. Генетически модифицированные микроорганизмы (ГММ) в производстве пищевых продуктов.**
- **4. Безопасность пищевых продуктов и генная технология. Оценка безопасности пищевых продуктов.**
- **5. Укрепление здоровья путем обеспечения доступа к пищевым продуктам**
- **6. Основные факторы риска генно-инженерной деятельности для здоровья человека**
- **7. Концепции существенной эквивалентности для оценки безопасности ГМ продуктов.**
- **8. Оценка риска непреднамеренных эффектов генетической модификации**
- **9. Методы определения ГМО в пищевых продуктах**
- **10. Основные термины лекции и литература.**

## **Генетически модифицированные продовольственные культуры первого поколения.**

**В настоящее время в мире недоедает почти половина населения, а четвертая часть голодает.**

**Сельское хозяйство – уникальный вид человеческой деятельности, который можно одновременно рассматривать как искусство и науку.**

**И всегда главной целью этой деятельности оставался рост производства продукции, которое ныне достигло 5 млрд. т в год. Чтобы накормить растущее население Земли к 2025 г., этот показатель предстоит увеличить по меньшей мере на 50%. Для этого им необходимо также овладеть всеми последними достижениями сельскохозяйственной биотехнологии, в частности, получения и выращивания генетически модифицированных организмов.**

## **Генетически модифицированные продовольственные культуры первого поколения.**

**Генетически модифицированными культурами первого поколения** называются растения, которые в настоящее время производятся в коммерческих объемах или близки к этому и предназначены для повышения урожайности или облегчения уборки, хранения и переработки урожая или одновременно для того и другого.

Это достигается благодаря приданию им устойчивости к болезням, которые вызываются вирусами, грибами и бактериями, а также к вредным насекомым, или же устойчивости к действию гербицидов.

# Первое поколение генетически модифицированных источников продовольствия

<b>КУЛЬТУРА</b>	<b>Цель создания</b>
Кукуруза	Защита от насекомых-вредителей. Устойчивость к гербицидам. «Мужское бесплодие» культуры (предупреждение перекрестного опыления и образования менее ценных гибридов)
Рапс масличный	Устойчивость к гербицидам Высокое содержание лауриновой кислоты «Мужское бесплодие»/ «восстановление фертильности» культуры
Папайя	Вирусоустойчивость.
Картофель	Защита от вредных насекомых (колорадский жук) Вирусоустойчивость
Соя	Устойчивость к гербицидам. Высокое содержание олеиновой кислоты
Тыква	Вирусоустойчивость
Сахарная свекла	Устойчивость к гербицидам
Томат	Замедления созревания. Снижение потерь. Вирусоустойчивость
Цикорий	Устойчивость к гербицидам. «Мужское бесплодие» культуры

## Генетически модифицированные продовольственные культуры второго поколения.

В настоящее время перед современными биотехнологами стоит задача: *создание генетически модифицированных источников продовольствия второго поколения.* **Пищевые продукты с улучшенными или измененными пищевыми свойствами, за счет изменения их состава и качества называются **пищевыми продуктами второго поколения**, а генетически модифицированные культуры, из которых получают такие продукты называют соответственно **генетически модифицированные продовольственные культуры второго поколения.****

Человеку требуется наличие **8 незаменимых аминокислот** в рационе. **Незаменимые аминокислоты** – это такие **аминокислоты**, которые наш организм не может самостоятельно вырабатывать, они обязательно должны поступать с белковой пищей. К незаменимым аминокислотам относятся: **валин, метионин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, лизин, триптофан, треонин.**

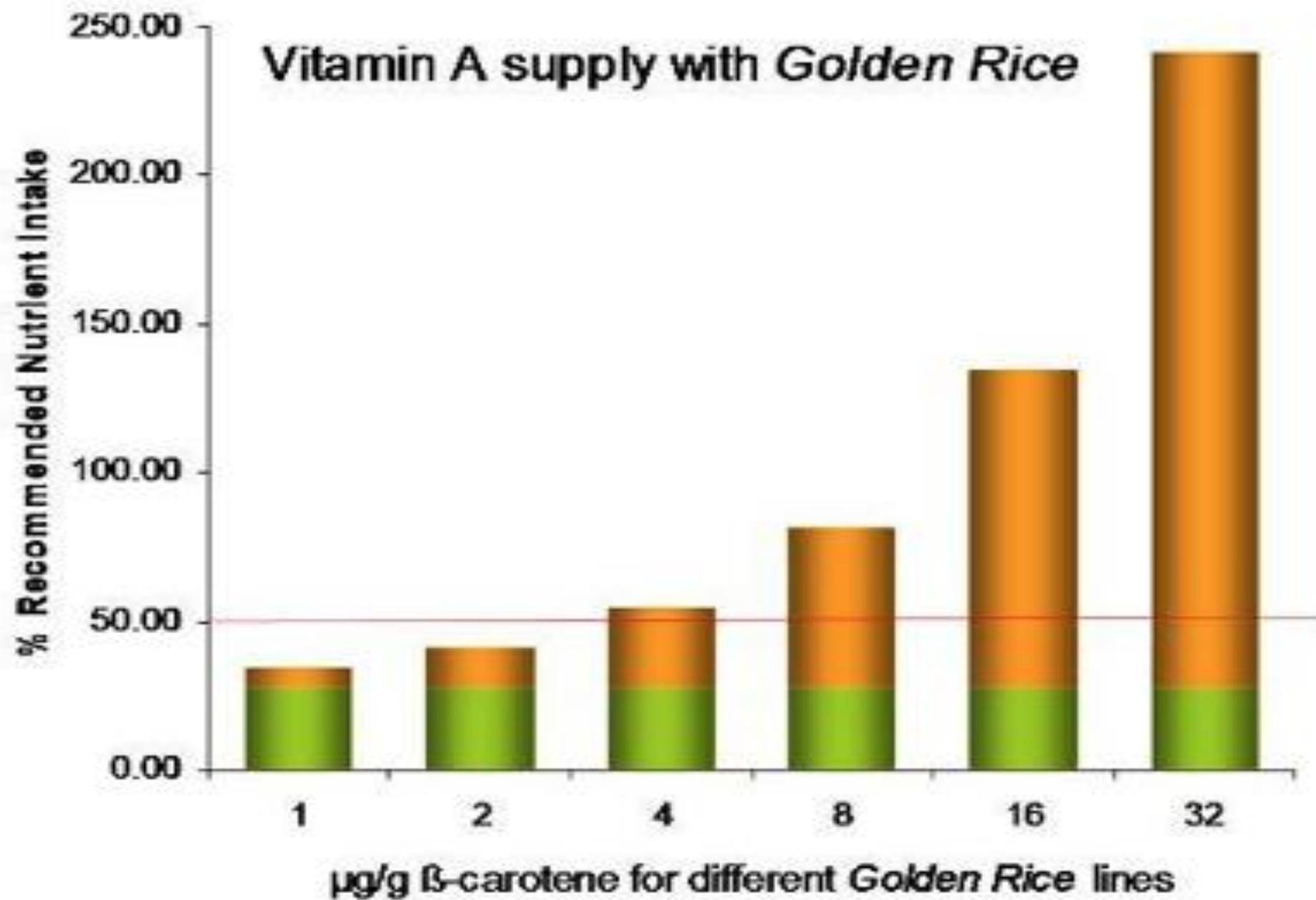
## Генетически модифицированные продовольственные культуры второго поколения.

Однако ни один из широко используемых в пищу белков семян не содержит сбалансированного набора всех этих аминокислот. **Белки семян злаков дефицитны по лизину и триптофану**, тогда как *в белках бобовых – дефицит серосодержащих аминокислот метионина и цистеина*. Одной из проблем в ряде регионов мира является недостаток в продуктах питания железа в усваиваемых организмом формах.

Особенно остро она стоит в районах Юго- Восточной Азии, где основным продуктом питания является рис. Его основные производители и потребители – Китай и Индия. **В 2005 году был создан новый трансгенный рис *Golden Rice 2***, в котором **содержание бета-каротина повышено в 23 раза** по сравнению с обычными сортами. «Золотой рис» позволил значительно улучшить качество питания во многих странах «третьего мира», где наблюдался **дефицит витамина А**.



## Vitamin A supply with *Golden Rice*



Генетически модифицированные продовольственные культуры второго поколения.

**Кукуруза** – наиболее продуктивная и распространенная культура. По площади возделывания в мире она стоит на третьем месте после пшеницы и риса, по валовому сбору зерна – на первом. Она широко используется в рационах питания человека. В кукурузе высоко содержание тиамина, необходимого для осуществления нормальной деятельности головного мозга и других функций организма. Немаловажное значение имеет достаточно высокое содержание в кукурузе железа, необходимого для кроветворения и дыхания клеток и магния, важного для нормального функционирования мышц и сердца. В настоящее время создано более десятков сортов ГМ-кукурузы с целью повышения ее урожайности. Большинство из них обладает устойчивостью к стеблевому мотыльку – насекомому, поедающему ее стебель.

## Генетически модифицированные продовольственные культуры второго поколения.

**Соя** имеет длительную историю культивирования. Соевый белок – уникальный белок растительного происхождения, содержащий все незаменимые аминокислоты, что позволяет в достаточной степени обеспечить потребности в них различных возрастных групп населения.

Продукты из соевых бобов содержат уникальный полноценный белок, целый ряд витаминов, особую роль среди которых играет витамин Е, защищающий клетки от губительного действия свободных радикалов, минеральные вещества.

В последние годы соя нашла более широкое применение в питании детей и взрослых и в лечебно-профилактическом питании.

## Генетически модифицированные микроорганизмы (ГММ) в производстве пищевых продуктов

На сегодняшний день никакие генетически модифицированные микроорганизмы не разрешены к использованию в пищевых продуктах – таких как йогурты или сыр – где они присутствовали бы как жизнеспособные организмы. Традиционно в производстве хлеба, пива, вина и сакэ широко применяются штаммы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

Большинство таких штаммов инактивируется процессом переработки пищевых продуктов и в конечном продукте в виде жизнеспособных организмов не присутствует.

Хотя сами по себе ГММ не используются в пищевых продуктах, многие ферменты, применяемые в производстве продуктов, вырабатываются в настоящее время генетически модифицированными микроорганизмами. ГММ отделяется от полученного фермента до того, как последний используется для переработки пищевых продуктов.

Генетически модифицированные микроорганизмы (ГММ) в производстве пищевых продуктов

**В настоящее время из ГММ получают около 40 пищевых ферментов.** Для сравнения, в производстве пищевых продуктов всего **используется более 150 бактериальных ферментов.**

Продукты, содержащие ГМО, беспрепятственно проникают и на казахстанский рынок. В Казахстане уже сейчас генетически модифицированных продуктов в изобилии – **около 75% всей ввезенной сои, которая уже здесь, в Казахстане, добавляется во многие колбасные продукты, детское питание, молоко.** И последствия употребления этих продуктов на сегодняшний день непредсказуемы.

Все это диктует объективную **необходимость оценки биобезопасности применения ГМ-продуктов и ГМО в пищу.**

Безопасность пищевых продуктов и генная технология.  
Оценка безопасности пищевых продуктов.

**Постановлением правительства РК от 21 сентября 2010 года № 969** утвержден технический регламент «Требования к безопасности пищевой продукции, полученной из генно-модифицированных растений и животных».

На территории Республики Казахстан не допускается оборот пищевой продукции, полученной из генно-модифицированных растений и животных, не зарегистрированных в государственном реестре генетически модифицированных продуктов, за исключением случаев ввоза (импорта) образцов, необходимых для проведения регистрационных испытаний.

## Безопасность пищевых продуктов и генная технология. Оценка безопасности пищевых продуктов.

Пищевая продукция, содержащая генетически модифицированные организмы, не должна оказывать токсичное, аллергенное, иммуномодулирующее, генотоксичное действие, влиять на функцию воспроизводства, гормональную регуляцию, а также оказывать иной вред жизни или здоровью людей в большей степени, чем их традиционные аналоги. Также документом устанавливается, что *упаковка и маркировка ГМ-продуктов должна быть достоверной и содержать сведения о наличии в продуктах питания компонентов, полученных с применением ГМО, в случае если их содержание в таком компоненте составляет 0,9% и более.* В Республике Казахстан обязательная регистрация ГМ-продуктов и маркировка предусмотрены Законом РК «О безопасности пищевой продукции»,

# Ограничения в области генно-инженерной деятельности

## На территории Республики Казахстан запрещается:

- 1) изготовление, производство, оборот, импорт и экспорт продуктов специального назначения и детского питания, содержащие ГМО;
- 2) клонирование человека;
- 3) генно-инженерная деятельность без разрешения уполномоченного органа;
- 4) транзит, импорт и экспорт ГМО не зарегистрированных в государственных реестрах.

# Укрепление здоровья путем обеспечения доступа к пищевым продуктам

- Некоторые компоненты пищевых продуктов хотя и не являются незаменимыми пищевыми веществами, но, тем не менее, способствуют укреплению здоровья. Потребление в больших количествах фруктов и овощей неизменно ассоциирует со снижением риска раковых заболеваний, особенно рака желудочно-кишечного тракта и дыхательных путей. Вероятно, в создании таких положительных эффектов задействованы многие различные семейства растительных веществ, которые часто называют «фитохимическими веществами».
- Влияние питания на здоровье посредством модулирования функции нашей иммунной, нервной, эндокринной, пищеварительной систем и системы кровообращения становится все более очевидным.
- Хотя генетические факторы также играют определенную роль, в распространенности некоторых заболеваний отражаются различия в питании между разными укладами жизни: в Японии переход от традиционной японской пищи к западному стилю питания сопровождался снижением распространенности рака желудка, но повышением распространенности рака толстой кишки.

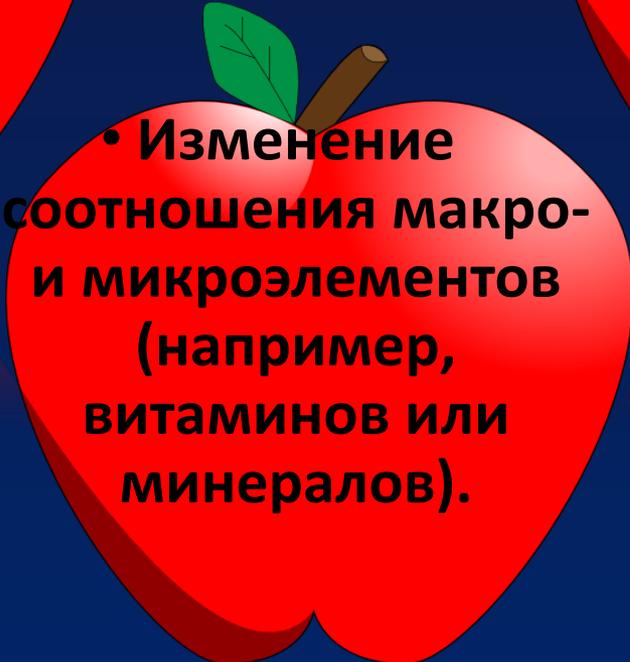
## Укрепление здоровья путем обеспечения доступа к пищевым продуктам

- Более глубокие знания о значении факторов питания для здоровья и болезни позволяют создавать физиологически "функциональные" пищевые продукты, которые полезны для здоровья – продукты лечебно-профилактического назначения.
- Существует несколько категорий таких продуктов, в которых технология генетической модификации могла бы играть позитивную роль:
  - *устранение или снижение уровней антинутриентов, токсинов, аллергенов;*
  - *введение или повышение уровней оздоровительных факторов;*
  - *изменение соотношения макро- и микронутриентов (таких как витамины или минералы).*

# Укрепление здоровья через доступ к пище



Устранение или  
снижение уровня  
антинутриентов,  
токсинов,  
аллергенов



• Изменение  
соотношения макро-  
и микроэлементов  
(например,  
витаминов или  
минералов).



• Введение или  
улучшение  
функциональных  
пищевых продуктов

## Принцип принятия мер предосторожности.

- **Использование достижений современной биотехнологии позволило прийти к выводу, что, с одной стороны, они содействуют решению мировых проблем благосостояния людей. С другой стороны, генетическая инженерия — действительно революционная технология, которая открывает немыслимые ранее возможности направленной модификации генетического материала. В связи с этим у людей невольно возникает вопрос: а насколько безопасны организмы, созданные с помощью этой технологии для здоровья человека и окружающей среды? Принимая во внимание этот второй аспект, при использовании достижений современной биотехнологии определяющим стал принцип принятия мер предосторожности.**

## Принцип принятия мер предосторожности.

- В настоящее время этот принцип содержат более 20 международных законов, договоров, протоколов и конвенций, в том числе **Картахенский протокол по биобезопасности** к Конвенции о биологическом разнообразии. Применение принципа предосторожности в этом смысле должно продемонстрировать, что предлагаемая заявителем генно-инженерная деятельность является безопасной.
- Для решения этой задачи создана международная структура и структуры биобезопасности отдельных государств, которые включают:
  - –законодательную базу, регулиующую генно-инженерную деятельность;
  - –административную систему, которая исполняет и контролирует законный порядок осуществления генно-инженерной деятельности;
  - –систему обоснованного принятия решений, которая предполагает оценку и предупреждение соответствующего риска генно-инженерной деятельности.

## Основные факторы риска генно-инженерной деятельности для здоровья человека

Факторы риска генно-инженерной деятельности— это возможные прямые и не прямые неблагоприятные воздействия генно-инженерных организмов или продуктов, изготовленных из них на здоровье человека или окружающую среду, обусловленные эффектом вставки рекомбинантной ДНК, функционирования трансгенов и их передач от генно-инженерных организмов другим организмам. **Различают факторы риска генно-инженерной деятельности для здоровья человека и животных в замкнутых системах и в хозяйственной деятельности, связанной с высвобождением генно-инженерных организмов в окружающую среду** (высвобождение патогенных генно-инженерных организмов в окружающую среду не предусматривается).

## **Основные факторы риска генно-инженерной деятельности для здоровья человека**

**К числу потенциально опасных эффектов при работе с ГМО в замкнутых системах относят:**

- –токсичные или аллергенные эффекты генно-инженерных организмов или продуктов их метаболизма;**
- –деятельности; вероятные вредные воздействия целевых продуктов генно-инженерной**
- –патогенность генно-инженерных микроорганизмов по сравнению с донором, реципиентом;**
- –способность к микробному обсеменению**

## **Условия оценки риска генно-инженерной деятельности:**

**Для оценки риска генно-инженерной деятельности исходят из того, что патогенные для человека и животных организмы не должны высвобождаться в окружающую среду ни при каких обстоятельствах.**

**Обязательными условиями оценки риска являются:**

- – работа с патогенными организмами должна проходить в замкнутых системах;**
- – соблюдение специальных защитных мер (физических, химических, биологических);**
- – охрана здоровья и безопасности следующих категорий людей: предполагаемых пользователей продуктов генно-инженерной деятельности; персонала лабораторий или предприятий, которые занимаются генно-инженерной деятельностью; потенциально контактирующих населения региона в случае случайного высвобождения генно-инженерных организмов.**

## **Условия оценки риска генно-инженерной деятельности:**

Базой для процедуры оценки риска патогенности в рамках генно-инженерной деятельности являются **Директива Европейского Союза 90/219/ЕЕС от 23 апреля 1990 г., Директива 2001/18 ЕЕС «Преднамеренный выпуск в окружающую среду ГМО от 2001г».**

**Европейское законодательство, контролирующее выпуск ГМО, требует точной оценки риска для человека, животного мира и окружающей среды, и поэтому большая часть информации касается оценки безопасности пищевого продукта.**

## **Факторы риска генно-инженерной деятельности для здоровья человека в хозяйственной деятельности:**

**Факторы риска генно-инженерной деятельности для здоровья человека в хозяйственной деятельности связаны, прежде всего, с потреблением продуктов, полученных из ГМО или произведенных ими.**

**К числу потенциальных рисков для здоровья человека относят:**

- –синтез новых белков — продуктов трансгенов, которые могут быть токсичными или аллергенными;**
- –изменение активности отдельных генов ГМО, в результате чего может произойти ухудшение потребительских свойств продуктов питания, получаемых из них;**

## **Концепции существенной эквивалентности для оценки безопасности ГМ продуктов.**

**Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) разработала концепцию «существенной эквивалентности» и рекомендовала ее как наиболее практичный подход к оценке безопасности пищевых продуктов, полученных с использованием ГМ технологий.**

**Его суть заключается в том, что оценивается не уровень безопасности новых продуктов питания, а его изменение в сравнении с традиционными пищевыми аналогами с длительной историей безопасного использования.**

# Концепции существенной эквивалентности для оценки безопасности ГМ продуктов.

Сравнительный подход «существенной эквивалентности» привел к формированию трех категорий пищевых продуктов, полученных с использованием ГМ организмов, от которых зависит уровень необходимой оценки безопасности:

**Категория 1:** новый пищевой продукт существенно эквивалентен уже имеющимся пищевым продуктам. Продукты, которые существенно эквивалентны существующему двойнику, рассматриваются «как такие же безопасные, как» двойник и не требуют проведения дальнейшей оценки безопасности.

**Категория 2:** новый пищевой продукт существенно эквивалентен своему традиционному двойнику, кроме четко определенных отличий: оценка безопасности должна быть сосредоточена на таких отличиях.

**Категория 3:** новый пищевой продукт не может быть признан как существенно эквивалентный или из-за отличий, которые не могут быть определены, или из-за отсутствия соответствующего двойника, с которым его можно сравнить.

## Оценка риска непреднамеренных эффектов генетической модификации.

- Любой метод, который используется для того, чтобы управлять конкретным изменением в организации генетического материала организма, может привести к другим, незапланированным изменениям.

Многие введенные гены кодируют ферменты, которые выступают катализаторами биохимических реакций с целью увеличения количества определенного продукта той или иной реакции. Это явление, называемое "плейотропией", представляет интерес в тех случаях, когда оно может повлиять на безопасность или пищевую ценность продукта питания.

-

## Оценка риска непреднамеренных эффектов генетической модификации.

Механизмы, посредством которых регулируются биохимические пути обмена у растений и микроорганизмов, изучены не полностью, между обычными сортами наблюдаются огромные различия. Когда же ген переносится генетической модификацией, биохимия его продуктов более понятна, чем в случае большинства генов при традиционной селекции.

Поскольку белок (или белки), который образуется из вставленной ДНК известен, установить характеристики изменений, которые происходят в результате введения известной последовательности ДНК, легче, даже если нет возможности с полной определенностью обнаружить все изменения.

-

## **Методы определения ГМО в пищевых продуктах**

**Их разработка началась одновременно с выходом пищевой продукции из ГМО на мировой продовольственный рынок. В настоящее время подавляющее большинство ГМО растительного происхождения, представленных на рынке, как было сказано выше, отличается от исходного традиционного сорта растения наличием в геноме рекомбинантной ДНК — гена, кодирующего синтез белка, который определяет новый признак, и последовательностей ДНК, регулирующих работу этого гена, а также собственно нового белка.**

**В качестве мишени для определения ГМО в пищевом продукте могут рассматриваться как новый модифицированный белок, так и рекомбинантная ДНК.**

# Методы определения ГМО в пищевых продуктах

**Химические методы анализа продуктов из ГМО:** хроматография, спектрофотометрия, спектрофлуориметрия, газовая хроматография и другие, которые и выявляют заданное изменение химического состава продукта.

**Анализ нового белка:** присутствие в продукте нового белка дает возможность применять для определения ГМО **иммунологические методы**. Они наиболее просты в исполнении, имеют относительно низкую стоимость и позволяют определить конкретный белок, несущий новый признак.

В большинстве генетически модифицированных культур, представленных на мировом продовольственном рынке, уровень модифицированного белка в частях растений, употребляемых в пищу, ниже 0,06%. В этом случае используется метод полимеразной цепной реакции (**ПЦР**)— метод, основанный на определении рекомбинантной ДНК.

# Контрольные вопросы лекции.

1. Дайте определение:

1). Генетически модифицированные продовольственные культуры первого поколения.

2). Генетически модифицированные продовольственные культуры второго поколения.

2. Какие продукты называются физиологически «функциональные продукты»

3. Как используются генетически модифицированные микроорганизмы в производстве пищевых продуктов?

**4. Назовите основные факторы риска генно-инженерной деятельности для здоровья человека и животных в замкнутых системах и в хозяйственной деятельности, связанной с высвобождением генно-инженерных организмов в окружающую среду**

**5. Что такое концепция существенной эквивалентности для оценки безопасности ГМ продуктов?**

**6. Назовите основные методы анализа продуктов из ГМО.**

# Литература и электронные ресурсы:

1. Лобанова Т.П., Иванькина Т.Ю., Кисурина М.И. Биобезопасность: учебное пособие, март 2010. – 129 с.
2. Ермишин А.П. Биотехнология. Биобезопасность. Биоэтика / А. П. Ермишин, В.Е. Подлиских, Е.В. Воронкова, Б.Ю. Аношенко, В.М. Зарьков; под ред. А.П. Ермишина. – Мн.: Тэхналогія, 2005. – 430 с.
3. Машкина О.С., Буторина А.К. Генетическая инженерия и биобезопасность: учебное пособие. – Воронеж, 2005. – 71 с.
4. Градова Н.Б., Бабусенко Е.С., Панфилов В.И. Биологическая безопасность биотехнологических производств: учебное пособие. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 136 с.
5. <http://dic.academic.ru/> Словари и энциклопедии на Академике
6. <http://www.biosafety.ru>
7. <http://www.foe.org/safefood/>

**Спасибо за внимание!**