

**Лектор: д.б.н. Омирбекова Н.Ж.**

**Дисциплина «Криминалистика и генетическая экспертиза»**

**Лекция 11. Тема: “Оценка качества и безопасности пищевой продукции, полученной из ГМИ (генетически модифицированных источников)”. ЦУР 3. Хорошее здоровье и благополучие.**

**Вопросы:**

- 1. Генетически модифицированные организмы (ГМО)**
- 2. Принцип композиционной эквивалентности.**
- 3. Токсикологическая характеристика продукта.**

# Генетически модифицированные организмы (ГМО)



**Генетически  
модифицированные продукты**

# Генетически модифицированные организмы (ГМО)

Генетически модифицированные организмы (ГМО) – это организмы, в которых генетический материал (ДНК) изменен невозможным в природе способом. ГМО могут содержать фрагменты ДНК из любых других живых организмов.

## Генетически модифицированные растения (ГМР)

- Генетически модифицированные животные (ГМЖ);
- Генетически модифицированные микроорганизмы (ГММ);
- ГМО могут объединять три группы организмов, например:
  - соя и клубника с генами бактерий;
  - помидоры с генами морской камбалы;
  - стойкая к засухам пшеница, с геном скорпиона.

Картофель, содержащий гены земляной бактерии, придающей устойчивость к вредителям, морозостойкость, урожайность, калорийность и др.

# Цели получения генетически измененных организмов

**Цель 1: улучшение полезных характеристик исходного организма-донора;**

**Цель 2: снижение себестоимости продукта.**

ГМО могут содержать фрагменты ДНК из любых других живых организмов (устойчивость к вредителям, морозостойкость, урожайность, калорийность и другие) для снижения себестоимости продуктов.



# Принцип композиционной эквивалентности

Существуют различные критерии оценки безопасности и качества пищевой продукции из генетически модифицированных источников, но основным среди них является **принцип композиционной эквивалентности (ПКЭ)**. Основа ПКЭ - *это сравнение ГМИ пищи с исходным традиционным аналогом.*

Сравнение проводится по содержанию основных пищевых веществ: **белков, углеводов, жиров, микронутриентов, минорных антиалиментарных и токсичных веществ, аллергенов, непищевых биологически активных компонентов**, характерных для данного вида продовольствия или определяемых свойствами переносимых генов.

Основное действие ДНК может быть опосредовано экспрессируемыми белками, которые могут влиять на качество и безопасность пищевых продуктов. Особое внимание при оценке композиционной эквивалентности ГМ-продукта традиционному аналогу уделяется **белковому компоненту**. Этот белок сравнивается по аминокислотному составу с известными белковыми токсинами и аллергенами и на основании проведенного анализа делается вывод о степени их сходства. Оценка белка включает также определение острой токсичности на лабораторных животных, скорости его разрушения в желудочном и кишечном соке на различных моделях, в том числе в организме животных, распаде при приготовлении пищи и др.

## Композиционная эквивалентность

При оценке потенциальной аллергенности **НОВЫХ экспрессированных белков** учитывают:

- размер белка (известные аллергены обычно имеют длину не менее 10-40 кД);
- устойчивость белка к перевариванию и технологической обработке (большинство известных аллергенов медленно перевариваются в желудочно-кишечном тракте и устойчивы при технологической обработке);
- схожесть структуры белка с известными аллергенами.

Если ген переносится из организма донора, который является аллергеном, необходимо доказать, что получаемый продукт не содержит аллергенов.

# Композиционная эквивалентность

При оценке композиционной эквивалентности масличных культур: соя, кукуруза, рапс, подсолнечник и др., используемых в качестве объектов для получения ГМИ, значительное внимание уделяется **липидному компоненту**. Например, кроме определения общего содержания липидов определяется **жирнокислотный состав** липидной фракции, **состав фосфолипидов и стеринов**.

С целью изучения влияния генетической модификации на пищевую ценность продукта анализируют не только содержание белков, жиров и углеводов, но и состав витаминов, макро- и микроэлементов.

# Композиционная эквивалентность



Учитывают также в каком виде данный продукт традиционно употребляется в пищу, реакцию продукта на технологическую обработку, при этом анализируют химический состав конечной продукции, пищевую и энергетическую ценность. Программа исследований определяется для каждого конкретного продукта индивидуально.



# Композиционная эквивалентность



**Генетически  
модифицированные продукты**

Система оценки качества и безопасности ГМИ, в основе которой лежит принцип **композиционной эквивалентности**, может быть рекомендована для продукции, полученной из ГМИ, **но не содержащей ДНК и белка**. Эти продукты получают в результате технологической переработки сырья.

К ним относятся **пищевые и ароматические добавки, рафинированные масла, модифицированные крахмалы, мальтодекстрин, сиропы глюкозы, декстрозы и др.**

Полная композиционная эквивалентность возможна только в случае отсутствия в продуктах носителей генетической модификации - экспрессированного белка, придающего новое свойство продукту, и трансгенной ДНК. К таким продуктам относятся сахар, высокоочищенное масло, пищевые добавки и т.п. Однако считается, что сложно или даже **невозможно выявить незаданное действие рекомбинантных генов или кодируемых ими белков лишь аналитическими методами**, и для оценки безопасности любого ГМИ необходим полный комплекс исследований.

Если в результате исследований не обнаруживаются отличия от **традиционного аналога по композиции** за исключением присутствия генетически измененного белка, а также **токсичность и аллергенность** этого белка, то ГМИ пищи причисляют к **первому классу безопасности**, признают эквивалентным традиционному аналогу и считают полностью безвредным для здоровья.

# Процентное соотношение ГМО продуктов к нормальным



**Соя**

**До 80%\***

Лецитин, мясные продукты (колбаса, сосиски), сыр тофу, соевый соус, сухое молоко.



**Кукуруза**

**До 70%\***

Консервированная кукуруза, кукурузная мука, полента, хлеб, печенье, сухари.



**Картофель**

**До 60-70%\***

Крахмал. Он встречается в составе томатных паст, мясных продуктов, фруктовых пюре, выпечки.



**Рис**

**До 50%\***

Рисовая мука, сухие завтраки, хлопья и выпечка.



**Свёкла** **До 30%\***

Сахар.

\* % ГМ-производных от общего количества в мире

# Классы безопасности

Если в результате исследований не обнаруживаются отличия от традиционного аналога по композиции за исключением присутствия генетически измененного белка, а также **токсичность и аллергенность** этого белка, то ГМИ пищи причисляют к **первому классу безопасности**, признают эквивалентным традиционному аналогу и считают полностью безвредным для здоровья.

**При обнаружении отличий от традиционного аналога -второй класс безопасности.**

При **полном несоответствии** традиционным аналогам продукт относят к **третьему классу безопасности**. Оценку безопасности ГМИ расширяют, используя другие методы.

Оценка пищевых свойств включает: изучение пищевой ценности нового продукта, его квоты в рационе человека, способы использования в питании, биодоступности.

Проводят оценку поступления отдельных нутриентов (если ожидаемое поступление нутриента превышает 15% от его суточной потребности), влияния на микрофлору кишечника (если ГМИ содержит живые микроорганизмы).

# Группы микрофлоры или микроорганизмов-продуцентов

Пищевую продукцию, по состоянию в ней технологической **микрофлоры или микроорганизмов-продуцентов** относят:

**I группа** - продовольственное сырье, пищевые продукты и пищевые компоненты, состоящие из/или содержащие жизнеспособную технологическую микрофлору;

**II группа** - продукты, содержащие нежизнеспособные микроорганизмы технологической микрофлоры;

**III группа** - пищевые компоненты и вещества, пищевые добавки и микронутриенты, произведенные с участием штаммов-продуцентов, но освобожденные от них в технологическом процессе.

Для каждой из трех групп продукции из ГМИ проводят экспертизу соответствующих образцов по различным схемам.

Изучение содержания токсичных веществ, регламентируемых в данном продукте, и **антинутриентов**, которые характерны для данной культуры, так как генетическая модификация может служить причиной повышения их уровня.

*Антинутриенты* – это растительные соединения, которые снижают способность организма усваивать необходимые питательные вещества.

Антинутриенты сои это ингибитор трипсина, лектины; фитиновая кислота бобовых и злаковых; уреазы; для картофеля – сапонины; для рапса - гликозинолаты и эруковая кислота; для томатов - томатины.

# Токсикологическая характеристика продукта

Продукты, полученные из ГМИ, могут содержать неизвестные компоненты. Поэтому предусмотрены токсикологические исследования на животных **с включением в их рацион нового продукта в максимально возможном количестве** .

Показатели токсикологической характеристики продукта:

- **токсикокинетика;**
- **генотоксичность;**
- **потенциальная аллергенность;**
- **потенциальная колонизация в желудочно-кишечном тракте (в случае содержания в ГМИ живых микроорганизмов);**
- **результаты субхронического (90 дней) токсикологического эксперимента на лабораторных животных и исследования на добровольцах.**

## Токсикологическая характеристика продукта

Анализ токсикокинетики проводится в отношении тех химических веществ, которые присутствуют только **в тестируемом ГМИ и не обнаруживаются в традиционном продукте.**

Изучается генотоксичность ГМИ или его отдельных компонентов, отличающих его от традиционного продукта. При выявлении у исследуемого продукта генотоксичности проводятся его длительные исследования на канцерогенность. Для оценки безопасности любого нового ГМИ необходимо проведение полного комплекса исследований, значение которых подтверждено теоретически и экспериментально.



Большинство трансгенных растений отличаются от родительского сорта наличием белка, определяющего новый признак, и гена, который кодирует синтез этого белка (рекомбинантная ДНК).

Оценка безопасности продукта включает исследования носителей генетической модификации. Присутствие в пищевых продуктах рекомбинантной ДНК не представляет опасности для здоровья человека и животных по сравнению с традиционными продуктами, так как любая ДНК состоит из нуклеотидных оснований, а генетическая модификация оставляет неизменной их химическую структуру и *не увеличивает общего содержания генетического материала.*

Человек ежедневно потребляет с пищей ДНК и РНК в количестве от 0,1 до 1,0 г в зависимости от вида потребляемых продуктов и степени их технологической обработки. Кроме того, показано, что количество рекомбинантной ДНК в геноме генетически модифицированных сельскохозяйственных культур весьма незначительно. Так, в ГМ-линиях кукурузы, устойчивых к насекомым-вредителям, содержание рекомбинантной ДНК составляет 0,00022%, в ГМ-линиях сои, устойчивых к пестицидам - 0,00018%, ГМ-сортах картофеля, устойчивых к колорадскому жуку - 0,00075% .