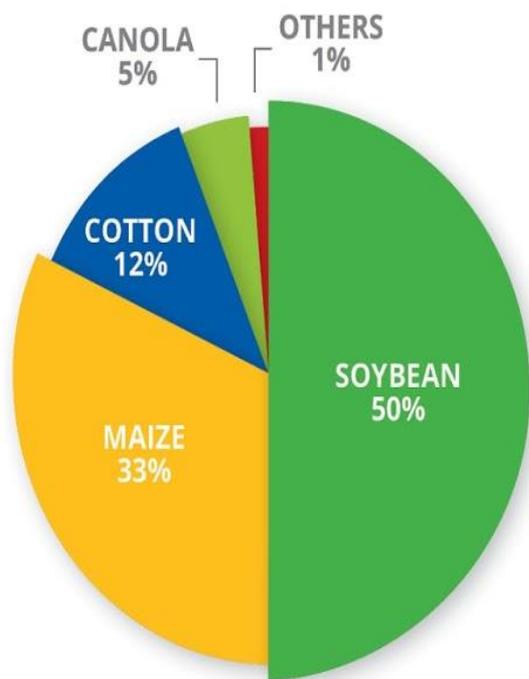


BIOTECH CROPS INCREASED ~110-FOLD FROM 1996-2016; ACCUMULATED AREA IS 2.1 BILLION HECTARES

MAJOR BIOTECH CROPS



Генно-инженерные организмы / Живые измененные организмы

*ТРЕТИЙ СЕМИНАР ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИНФОРМАЦИИ
МЕХАНИЗМА ПОСРЕДНИЧЕСТВА ПО БИОБЕЗОПАСНОСТИ (МПБ) И
ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПОТЕНЦИАЛА МПБ
ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ ПРОЕКТА*

г. Минск,
18-19 марта, 2019 г.



SUGAR
BEET



PAPAYA



SQUASH



EGGPLANT



POTATO

Мозгова Галина Валерьевна
к.б.н.

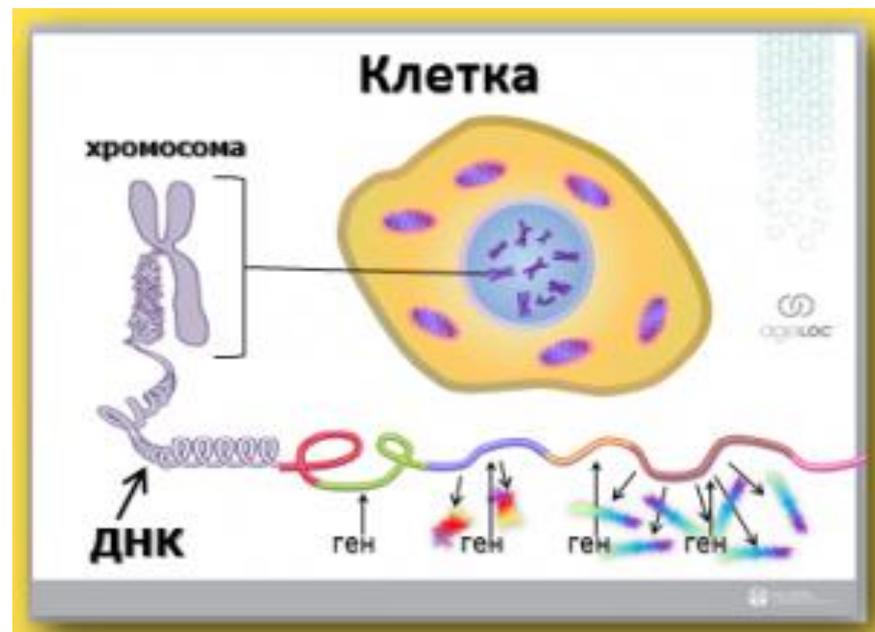
Руководитель НКЦБ
Институт генетики и цитологии НАН Беларуси

biosafety.by
info@biosafety.by

Генномодифицированный организм (ГМО) – любой организм (бактерии, растения, грибы, животные), генетический материал которых изменен с помощью генетической модификации.

Что такое генетическая модификация ?

Генетическая модификация включает в себя внесение конкретной последовательности ДНК в **геном** немодифицированного организма, который в свою очередь начинает кодировать определенные признаки.



Генóm — наследственный материал, заключенный в клетке организма. Геном содержит биологическую информацию, необходимую для построения и поддержания организма. Большинство геномов построены из ДНК.

Закон Республики Беларусь № 96-3

Генетическая инженерия - технология получения новых комбинаций генетического материала путем проводимых вне клетки манипуляций с молекулами нуклеиновых кислот и переноса созданных конструкций генов в живой организм, в результате которого достигаются включение и активность их в этом организме и у его потомства

Закон Республики Беларусь № 96-3

Генно-инженерный организм (генетически измененный (модифицированный, трансгенный) организм) - живой организм, содержащий новую комбинацию генетического материала, полученного с помощью генетической инженерии

Картахенский протокол по биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии

Живой измененный организм означает любой живой организм, обладающий новой комбинацией генетического материала, полученной благодаря использованию современной биотехнологии;

Живой организм обозначает любое биологическое образование, которое способно к передаче или репликации генетического материала, включая стерильные организмы, вирусы и вириды;

Современная биотехнология означает применение:

- а. методов *in vitro* с использованием нуклеиновых кислот, включая рекомбинантную ДНК и прямую инъекцию нуклеиновых кислот в клетки или органеллы,
 - б. методов, основанных на слиянии клеток организмов с разным таксономическим статусом,
- которые позволяют преодолеть естественные физиологические репродуктивные или рекомбинантные барьеры и которые не являются методами традиционными для выведения или селекции.

Получение ГМ-растений

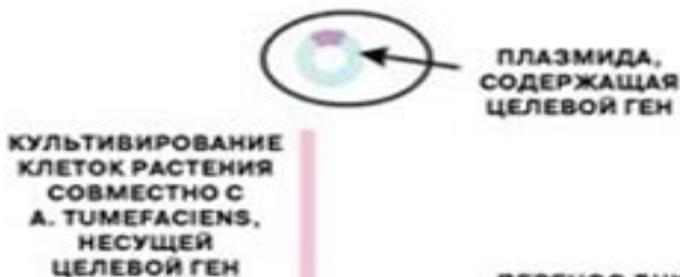
Для создания ГМ-растения необходимо перенести нужный участок ДНК в клетки растения.

Обычно, затем клетки выращивают в культуре тканей, в которой они развиваются в растения и некоторые из них содержат новую последовательность.

Новая последовательность ДНК становится частью генома ГМ-растения.

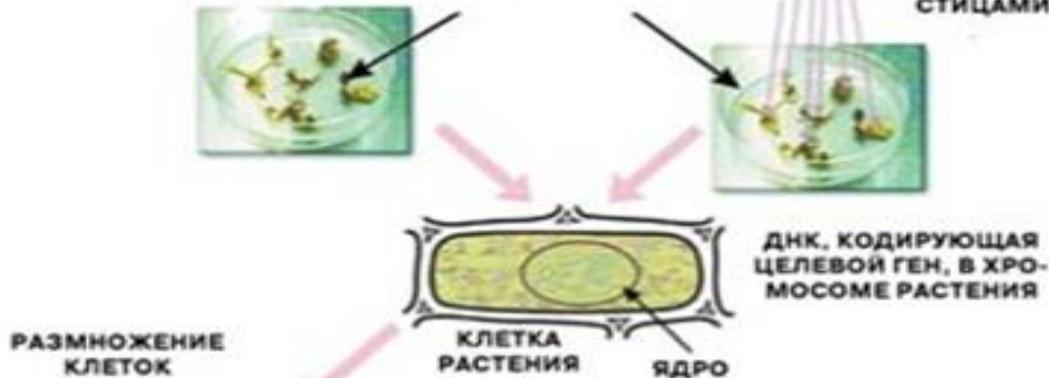
АГРОБАКТЕРИАЛЬНЫЙ МЕТОД

AGROBACTERIUM TUMEFACIENS



БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД

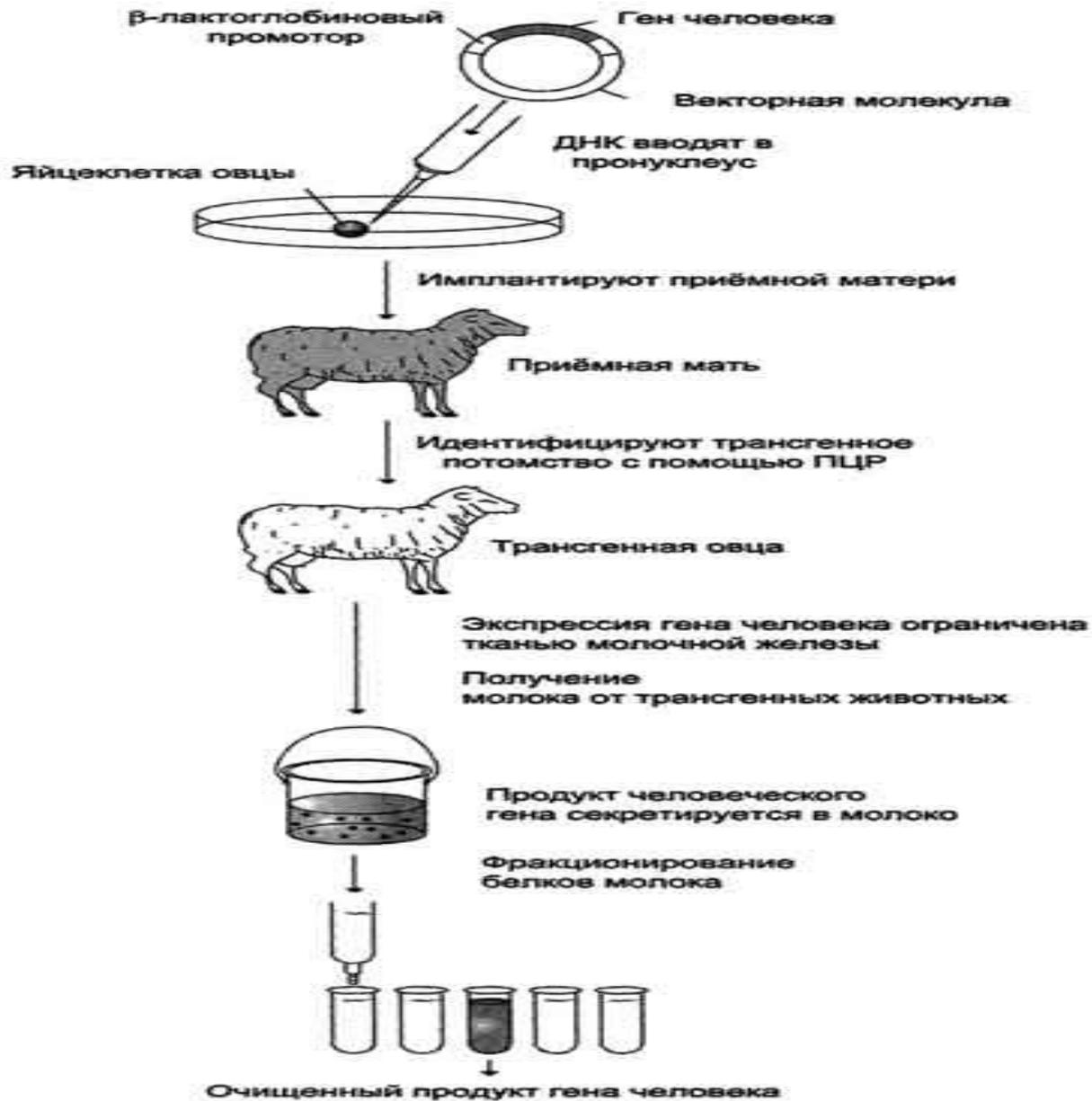
ЧАСТИЦЫ, ПОКРЫТЫЕ ДНК, СОДЕРЖАЩЕЙ ЦЕЛЕВОЙ ГЕН



РЕГЕНЕРАЦИЯ ПРОРОСТКОВ

ТРАНСГЕННОЕ РАСТЕНИЕ С НОВЫМИ СВОЙСТВАМИ

Получение ГМ-животных



Методы улучшения свойств организмов

Традиционная селекция – отбор и скрещивания,
Мутагенез при помощи химического и физического
воздействия,

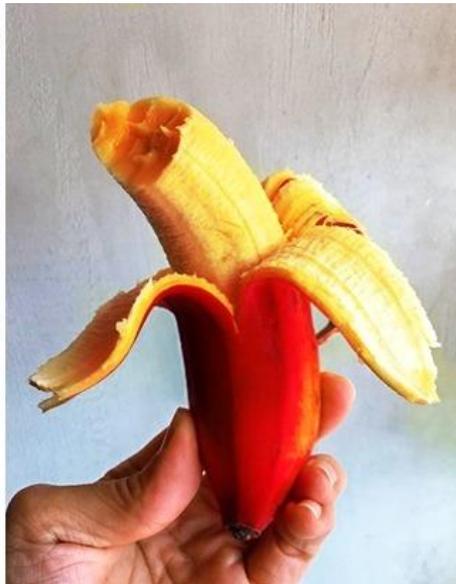
Культура in vitro и генетическая инженерия

Улучшение технологий сельского хозяйства, ирригация, дренаж, применение гербицидов, пестицидов и удобрений, улучшение условий хранения и транспортировки также могут повысить урожайность.

Красный банан



Традиционная селекция



Салак (Змеиный фрукт)



ГМО создают в том случае, если нельзя получить новый признак путём традиционной селекции, например, обычным отбором и скрещиванием.

Тогда методами генной инженерии в организм переносится один либо несколько генов, которые будут отвечать за проявление полезных признаков.

Перенести ген можно у эволюционно отдаленных организмов, скрещивание между которыми невозможно. Например, можно внедрить бактериальный ген, который придаст растениям признак устойчивости к гербицидам, бактериальной инфекции, насекомым-вредителям, улучшит питательную ценность либо технические свойства культуры.

Традиционная селекция vs Генная модификация

- ▶ В некоторых случаях **традиционная селекция** является лучшим способом передать гены, кодирующие полезные признаки

например, опыление растений, в которых уже содержатся гены, кодирующие необходимые признаки и последующий отбор ценных форм.

- ▶ В то время как в других – **генная модификация** будет более простым, а иногда и единственным способом переноса генов.

Необходимый ген может и не существовать в растениях, с которыми можно провести перекрестное скрещивание.

Ген может относиться к другому Царству, например, бактерий или встречаться в другом виде растений.

Вирусная устойчивость



Генная модификация была применена для возрождения индустрии по выращиванию папайи на Гавайях после того, как вирус кольцевой пятнистости практически уничтожил плантации в 90-х годах.

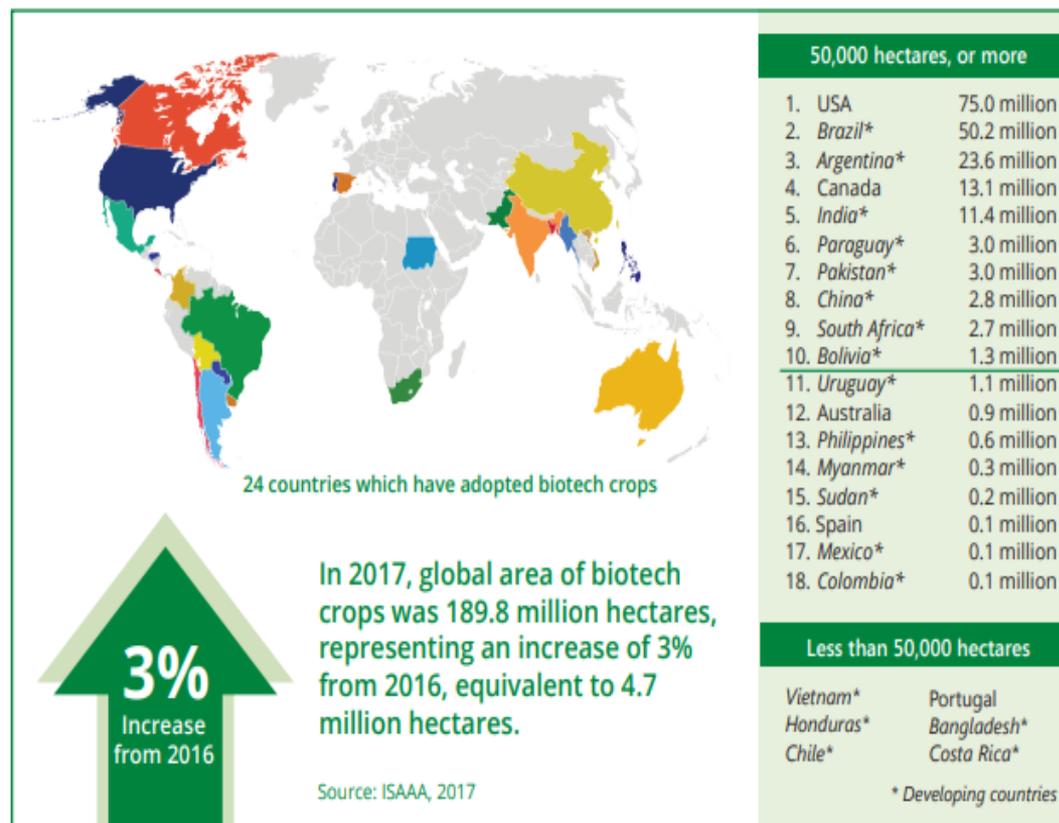
В мире не существует известных разновидностей папайи с естественной устойчивостью к вирусу, однако внедрение в папайю гена самого вируса позволило создать линии, устойчивые к нему.

На сегодняшний день, 77% фермеров на Гавайях выращивают ГМ-папайю.

Глобальный статус возделываемых ГМ сельскохозяйственных культур в 2017 г. Отчет Международной службы по сбору агrobiотехнологических приложений <http://www.isaaa.org/>

Генно-инженерные технологии позволяют создавать новые сорта растений, породы животных, штаммы микроорганизмов, обладающие набором хозяйственно-ценных признаков, которые невозможно отобрать методами традиционной селекции, а также получать продуценты новых более эффективных лекарственных препаратов, в том числе препаратов для лечения наследственных болезней

Figure 2. Global Area (Million Hectares) of Biotech Crops, 1996 to 2017, by Country, Mega-Countries, and for the Top Ten Countries



<http://www.isaaa.org/resources/videos/globalstatusreport2017/default.asp>

ГМ-МИКРООРГАНИЗМЫ

Уже в конце 70-х годов в клетках кишечной палочки был осуществлен синтез ряда животных и человеческих белков и гормонов - соматостатина, проинсулина, гормона роста. Теперь же список генно-инженерных продуктов включает в себя сотни наименований лекарственных и других полезных препаратов.

Производство фармацевтических препаратов, вакцин, продуктов тонкого органического синтеза, пищевых добавок и других сопутствующих соединений пищевой промышленности.

Например:

Витамин В2 (краситель, рибофлавин Е 101), витамин С (консервант, аскорбиновая кислота Е 300);
Загуститель ксантан (Е 415), регулятор кислотности лимонная кислота (Е 330);
Консервант, натамицин (Е 235), низин (Е 234), лизоцим (Е 1105);



- 1985 г.** - человеческий гормон роста для детей с дефицитом этого гормона;
- 1986 г.** - интерферон-альфа-2а для лечения некоторых типов лейкемии;
- 1987 г.** - тканевой активатор плазминогена для удаления тромбов у пациентов с острым инфарктом миокарда;
- 1990 г.** - интерферон-гамма-альфа. Для лечения хронической грануломы;
- тканевой активатор плазминогена при острой эмболии легких;
 - вакцина против гепатита В;
- 1993 г.** - гормон роста для лечения нарушений в росте у детей с хронической почечной недостаточностью;
- 1996 г.** - гормон роста для инъекций при лечении нарушений в росте у детей с хронической почечной недостаточностью;
- тканевой активатор плазминогена при острых приступах ишемической болезни сердца или спазмах сосудов головного мозга;
 - человеческий гормон роста для лечения недостатка в росте, связанного с синдромом Тернера;
 - пульмозим для лечения запущенных форм муковисцидоза;
- 1997 г.** - ритуксан для лечения пациентов с лимфомой Ходжкина;
- гормон роста для лечения дефицита гормона роста у взрослых;
- 1998 г.** - моноклональные антитела для терапии пациентов с определенным типом метастазирующего грудного рака.

ГМ-ЖИВОТНЫЕ



- быстрорастущий атлантический лосось. Одобрен Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA США), что делает его первым генетически модифицированным животным, предназначенным для употребления в пищу человеком



- устойчивый к болезням, американский сом и белый амур



- устойчивый к холоду толстолобик



- устойчивые к болезням устрицы и ракообразные с измененными показателями продуктивности.

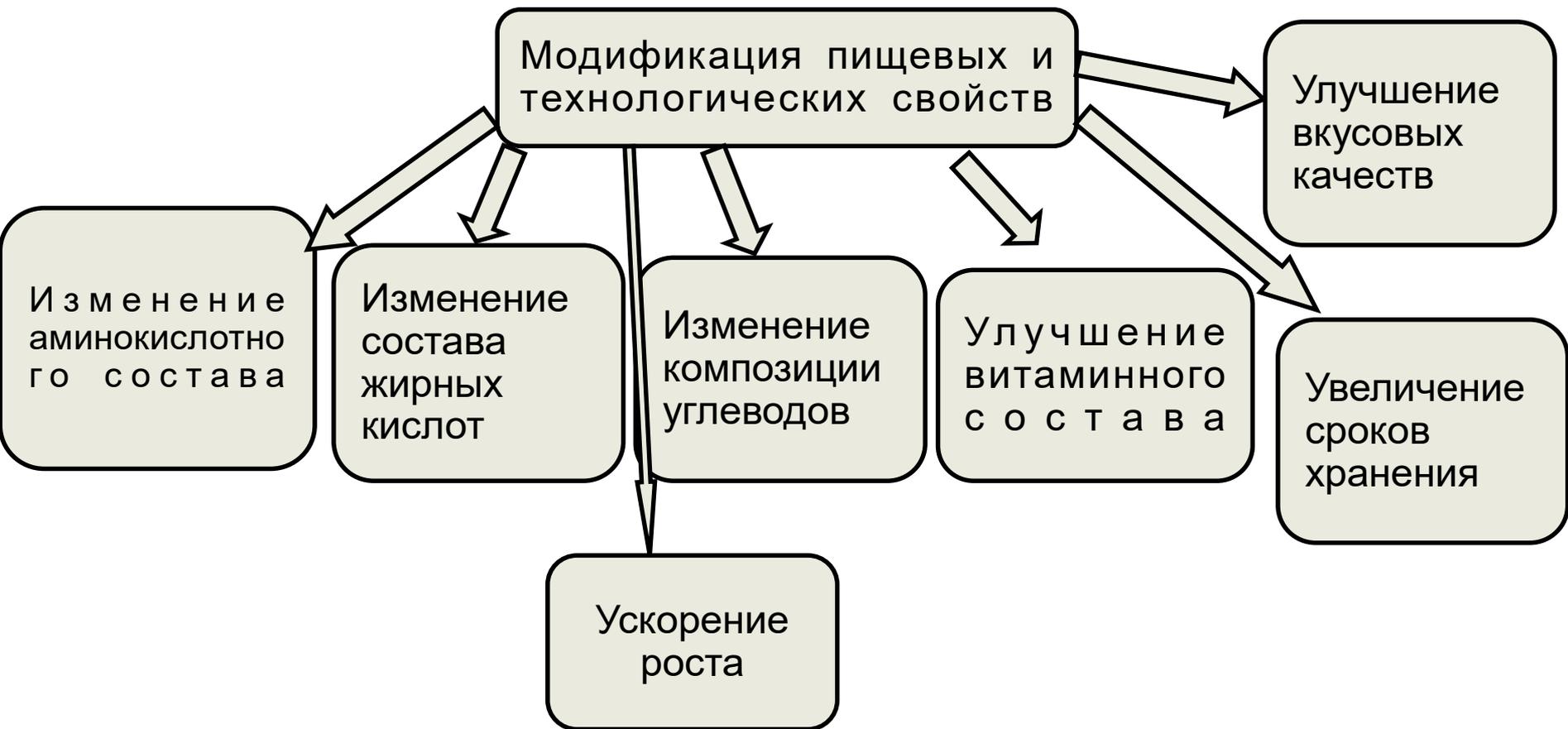
Глобальный статус коммерциализированных ГМ сельскохозяйственных культур в 2016 г.

Отчет Международной службы по сбору агробιοтехнологических приложений <http://www.isaaa.org/>



Признаки, привносимые в трансгенные сорта сельскохозяйственных растений





Система контроля опыления: мужская стерильность/восстановление фертильности

Новые характеристики декоративных растений, животных

Улучшенные характеристики технических культур

Какие ГМ-культуры выращивают в настоящее время и где?

- В 2017 году, ГМ-культуры выращивали в 26 странах.
- Площадь выращивания приблизилась к отметке в 189,8 млн. гектаров и превысило площади в 2016 г. на 4,7 млн. гектаров
- Лидерами отрасли являются США, Бразилия и Аргентина.
- В Европе, пять стран ЕС выращивают ГМ-кукурузу - Испания, Португалия, Чехия, Румыния и Словакия. Испания лидирует в этом списке (0,1 млн. га).
- В Африке, ГМ-культуры выращивают в ЮАР (2,3 млн га), Буркина-Фасо (0,4 млн га) и Судане (0.1 млн га), а основной культурой является ГМ-хлопок.
- В настоящее время в список ГМ-культур, выращиваемых для продажи входят: картофель, патиссон/тыква (США) люцерна (США), баклажан (Бангладеш), сахарная свекла (США, Канада) (США), папайя (США и Китай), рапс (4 страны), кукуруза (17 стран), соевые бобы (11 стран) и хлопок (15 стран).

Направления исследований по генетической инженерии в Беларуси

Культура	Эффект	Организация
Картофель	устойчивый к У-вирусу	НПЦ по картофелеводству
Картофель	устойчивый к некоторым грибным болезням	ИГЦ НАНБ ИБКИ НАНБ
Картофель	устойчивый к насекомым	ИГЦ НАНБ
Картофель	синтезируется антимикробные пептиды	ИБКИ НАНБ НПЦ по картофелеводству
Рапс	синтезируется белок куриного интерферона	БГУ ИБКИ НАНБ
Рапс	устойчивый к глифосату	БГУ ИГЦ НАНБ
Лен-долгунец	модифицированное строение клеточной стенки	ИГЦ НАНБ Ин-т льна, БГТУ
Клевер луговой	повышенная урожайность	ЦБС НАНБ Ин-т экспериментальной ботаники НАНБ
Клюква	устойчивость к болезням	ЦБС НАНБ
Табак, арабидопсис	устойчивые к тяжелым металлам и нефтепродуктам	ИГЦ НАНБ
Табак	с ускоренным развитием и повышенной продуктивностью	ИГЦ НАНБ

Направления исследований по генетической инженерии в Беларуси

Создание трансгенных животных

Разработчик: НПЦ НАН Беларуси по животноводству

- Впервые совместно с Институтом биологии гена РАН получены козлята, трансгенные по гену лактоферрина человека.
- Создано стадо животных продуцентов в количестве 112 голов (самки – 78, самцы – 34).
- Разработаны методики выделения, очистки и лиофильной сушки рекомбинантного лактоферрина человека из молока животных-продуцентов.
- Ведется разработка пищевых добавок и лекарственных средств с использованием лактоферрина человека.



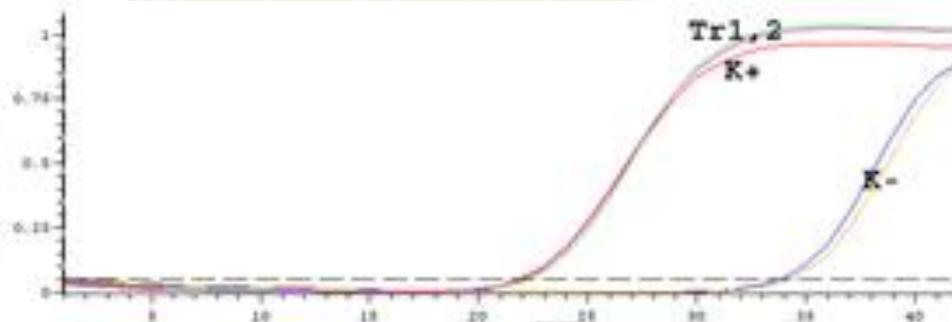
Лак-1 и Лак-2



Первое трансгенное потомство Лак-1 и Лак-2.

Проверка наличия гена лактоферрина человека в сперме козлов.

К- - нетрансгенные козлы
К+ - человеческая ДНК
Tr 1,2 - козлы, трансгены.



ISAAA – Обновления по одобренным на рынок ГМО

17 мая 2018 г. Аргентина одобрила для коммерческого использования ГМО кукурузу: событие [MON87427 x MON89034 x MIR162 x MON87411](http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/event/default.asp?EventID=524) (HT x IR)
<http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/event/default.asp?EventID=524>

Commercial Trait:

(Stacked) [Herbicide Tolerance](#) + [Insect Resistance](#)

Summary of Basic Genetic Modification

Gene Introduced	Gene Source	Product	Function
cp4 epsps (aroA:CP4)	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> strain CP4	herbicide tolerant form of 5-enolpyruvulshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) enzyme	decreases binding affinity for glyphosate, thereby conferring increased tolerance to glyphosate herbicide
cry2Ab2	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kumamotoensis	Cry2Ab delta-endotoxin	confers resistance to lepidopteran insects by selectively damaging their midgut lining
cry1A.105	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kumamotoensis	Cry1A.105 protein which comprises the Cry1Ab, Cry1F and Cry1Ac proteins	confers resistance to lepidopteran insects by selectively damaging their midgut lining
vip3Aa20	<i>Bacillus thuringiensis</i> strain AB88	vegetative insecticidal protein (vip3Aa variant)	confers resistance to feeding damage caused by lepidopteran insects by selectively damaging their midgut
cry3Bb1	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. kumamotoensis	Cry3Bb1 delta endotoxin	confers resistance to coleopteran insects particularly corn rootworm by selectively damaging their midgut lining
dvsnf7	Western Corn Rootworm (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i>)	double-stranded RNA transcript containing a 240 bp fragment of the WCR Snf7 gene	RNAi interference resulting to down-regulation of the function of the targeted Snf7 gene leading to Western Corn Rootworm mortality.

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**

