



**БИОТЕХНОЛОГИЯ**



**Биотехнология - это использование организмов, биологических систем или биологических процессов в промышленном производстве.**

# БИОТЕХНОЛОГ ИЯ

Биотехнология - это наука о методах и технологиях производства различных ценных веществ и продуктов с использованием природных биологических объектов (микроорганизмов, растительных и животных клеток), частей клеток (клеточных мембран, рибосом, митохондрий, хлоропластов) и процессов.



## *Главным направлением биотехнологии*

является производство с помощью микроорганизмов и культивируемых эукариотических клеток биологически активных соединений (ферменты, витамины, гормоны), лекарственных препаратов (антибиотики, вакцины, сыворотки, высокоспецифичные антитела и др.), а также ценные соединения (кормовые добавки, например, незаменимые аминокислоты, кормовые белки и т. д.). Методы генетической инженерии позволили осуществить синтез в промышленных количествах таких гормонов, как инсулин и соматотропин (гормон роста), которые необходимы для лечения генетических болезней человека.



Одним из важнейших направлений современной биотехнологии является также использование биологических методов борьбы с загрязнением окружающей среды (биологическая очистка сточных вод, загрязненной почвы и т.



Так, для извлечения металлов из сточных вод могут широко использоваться штаммы бактерий, способные накапливать уран, медь, кобальт. Другие бактерии родов *Rhodococcus* и *Nocardia* с успехом применяют для эмульгирования и сорбции углеводородов нефти из водной среды. Они способны разделять водную и нефтяную фазы, концентрировать нефть, очищать сточные воды от примесей нефти. Ассимилируя углеводороды нефти, такие микроорганизмы преобразуют их в белки, витамины из группы В и каротины.

Некоторые из штаммов галобактерий с успехом применяют для удаления мазута с песчаных пляжей. Получены также генно-инженерные штаммы, способные расщеплять октан, камфару, нафталин, ксилол, эффективно утилизировать сырую нефть.



Большое значение имеет использование методов биотехнологии для защиты растений от вредителей и болезней.

Биотехнология проникает в тяжелую промышленность, где микроорганизмы используются для добычи, превращения и переработки природных ископаемых. Уже в древности первые металлурги получали железо из болотных руд, производимых железобактериями, которые способны концентрировать железо. Теперь разработаны способы бактериальной концентрации ряда других ценных металлов: марганца, цинка, меди, хрома и др.



Эти методы используются для разработки отвалов старых рудников и бедных месторождений, где традиционные методы добычи экономически невыгодны. Биотехнология решает не только конкретные задачи науки и производства. У нее есть более глобальная методологическая задача — она расширяет и ускоряет масштабы воздействия человека на живую природу и способствует адаптации живых систем к условиям существования человека, т. е. к ноосфере. Биотехнология, таким образом, выступает в роли мощного фактора антропогенной

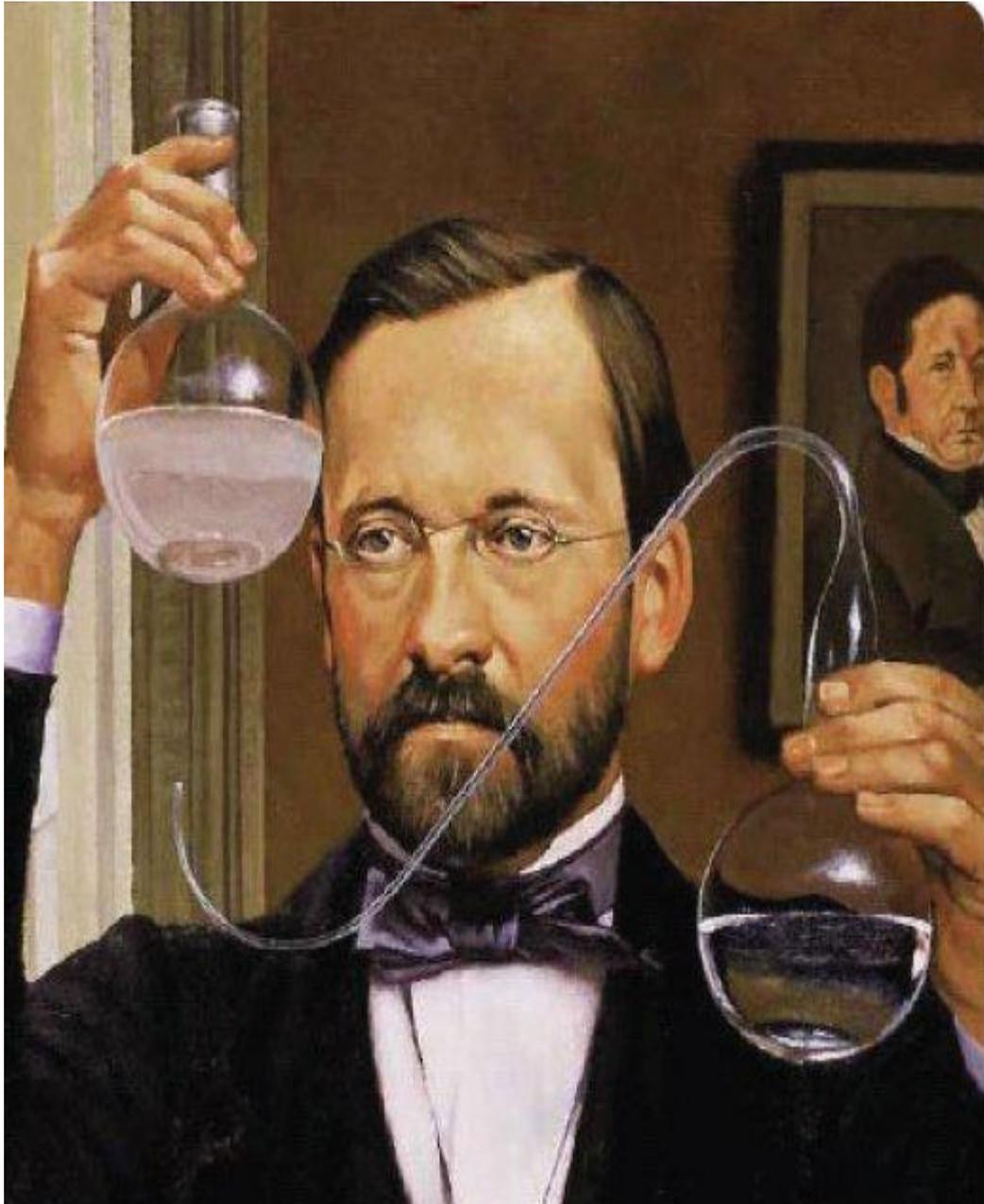
У биотехнологии, генетической и клеточной инженерии многообещающие перспективы. При появлении все новых и новых векторов человек с их помощью будет внедрять нужные гены в клетки растений, животных и человека. Это позволит постепенно избавиться от многих наследственных болезней человека, заставить клетки синтезировать необходимые лекарства и биологически активные соединения, а затем — непосредственно белки и незаменимые аминокислоты, употреб



Используя методы, уже освоенные природой, биотехнологи надеются получать с помощью фотосинтеза водород — самое экологически чистое топливо будущего, электроэнергию, превращать в аммиак атмосферный азот при обычных условиях.



Корни биотехнологии уходят в далёкое прошлое и связаны с хлебопечением, виноделием и другими способами приготовления пищи, известными человеку еще в древности. Например, такой биотехнологический процесс, как брожение с участием микроорганизмов, был известен и широко применялся еще в древнем Вавилоне, о чем свидетельствует описание приготовления пива, дошедшее до нас в виде записи на дощечке, обнаруженной в 1981 г. при раскопках Вавилона.



# Луи Пастер

Наукой биотехнология стала благодаря исследованиям и работам французского ученого, основоположника современной микробиологии и иммунологии Луи Пастера (1822-1895).

Таким образом, новые научно-технологические подходы воплотились в разработку биотехнологических методов, позволяющих манипулировать непосредственно генами, создавать новые продукты, организмы и изменять свойства уже существующих. Главная цель применения этих методов - более полное использование потенциала живых организмов в интересах хозяйственной деятельности человека. В 70-е годы появились и активно развивались такие важнейшие области биотехнологии, как генетическая (или генная) и клеточная инженерия, положившие начало «новой» биотехнологии, в отличие от «старой» биотехнологии, основанной на традиционных микробиологических процессах. Так, обычное производство спирта в процессе брожения – это "старая" биотехнология, но использование в этом процессе дрожжей, улучшенных методами геной инженерии с целью увеличения выхода спирта, - "новая" биотехнология.



Современные научно-технологические подходы биотехнологии позволяют манипулировать непосредственно генами, создавать новые продукты, организмы и изменять свойства уже существующих. Главная цель применения этих методов - более полное использование потенциала живых организмов в интересах хозяйственной деятельности человека.



# МЕТОДЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

Использование живых организмов и биологических процессов в производстве

## Генная инженерия

Перестройка генов за счёт встраивания или исключения определённых генов



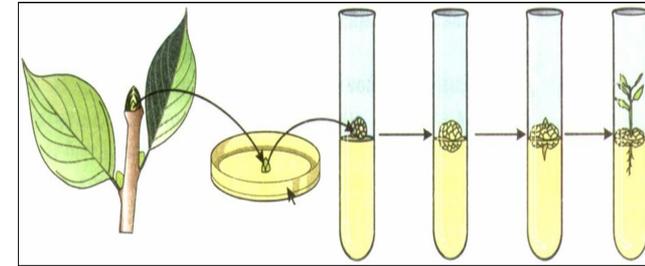
## Клонирование

Метод размножения организмов без оплодотворения посредством размножения одной соматической клетки



## Клеточная инженерия

Культивирование тканей и клеток высших организмов



## Микробиологическая промышленность

Производство биологически активных веществ



## Экологическая инженерия

Использование биофильтров на очистных сооружениях

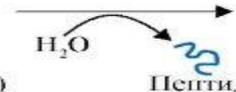


## Инженерная экзимология

Использование ферментов микробного, растительного и животного происхождения в биохимических процессах



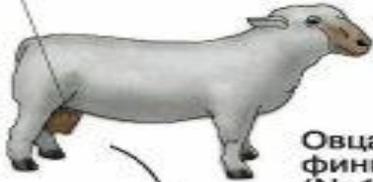
Пепсиноген (неактивный)  
M.B. 42000



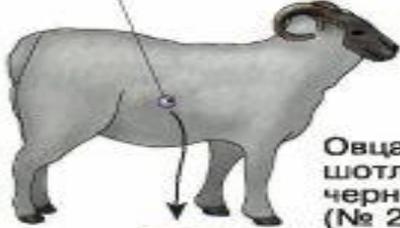
Пепсин (активный)  
M.B. 35000

Клетки эпителия молочной железы (КЭМЖ)

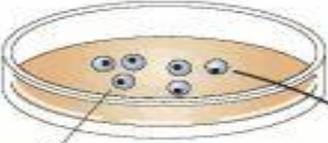
Неоплодотворённая яйцеклетка



Овца породы финн дорсет (№ 1)

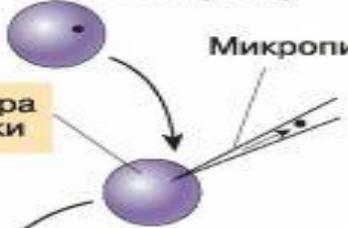


Овца породы шотландская черномордая (№ 2)



Культивирование КЭМЖ

Удаление ядра из яйцеклетки



Микропипетка

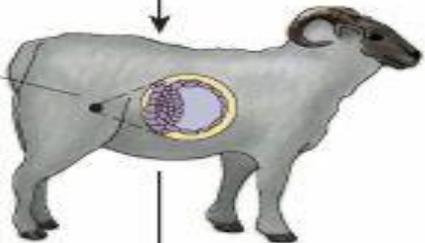
Слияние КЭМЖ и безъядерной яйцеклетки



Стимуляция дробления реконструированной зиготы



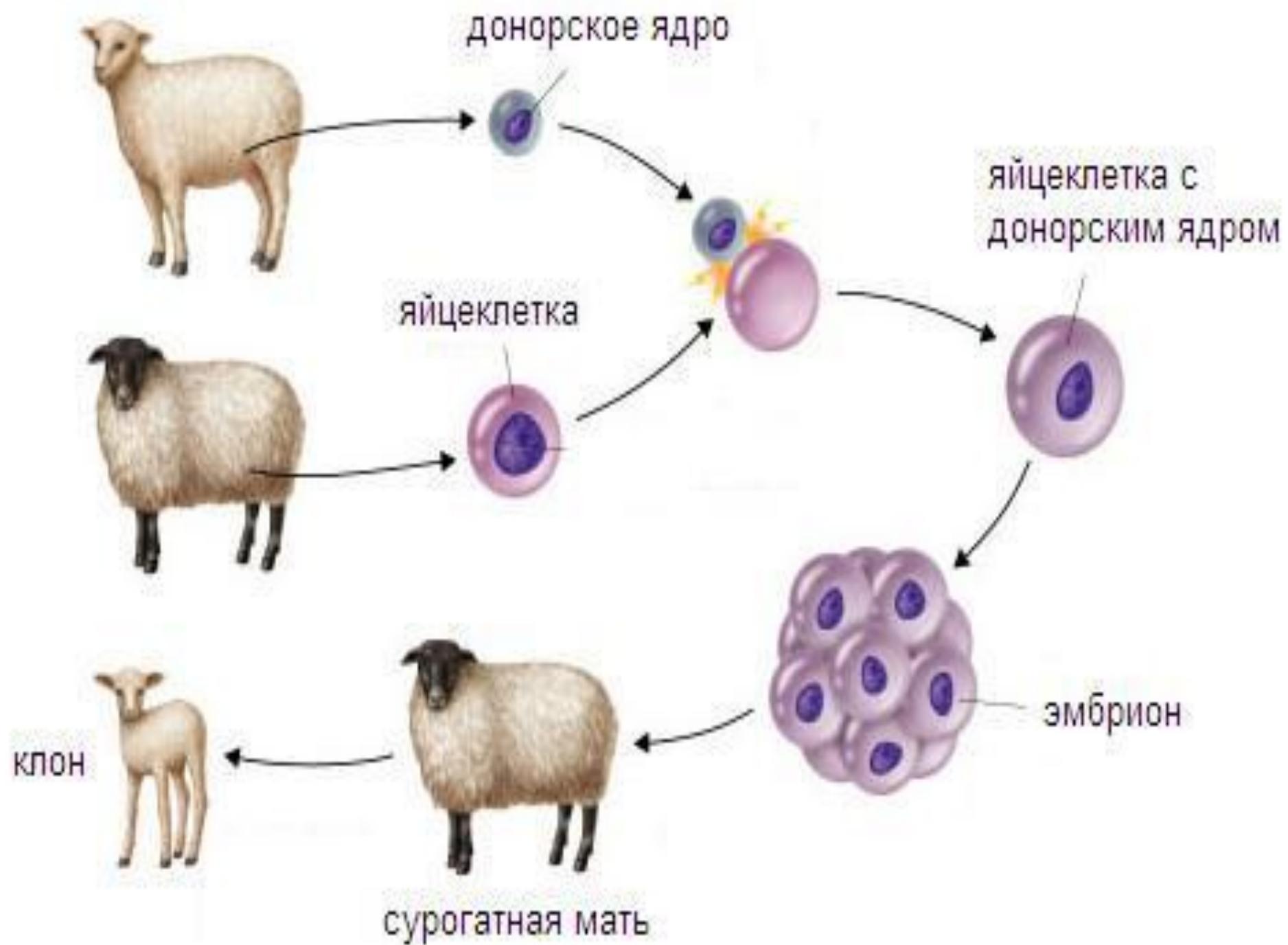
Трансплантация эмбриона на ранней стадии развития в матку овцы-реципиента (№ 3)

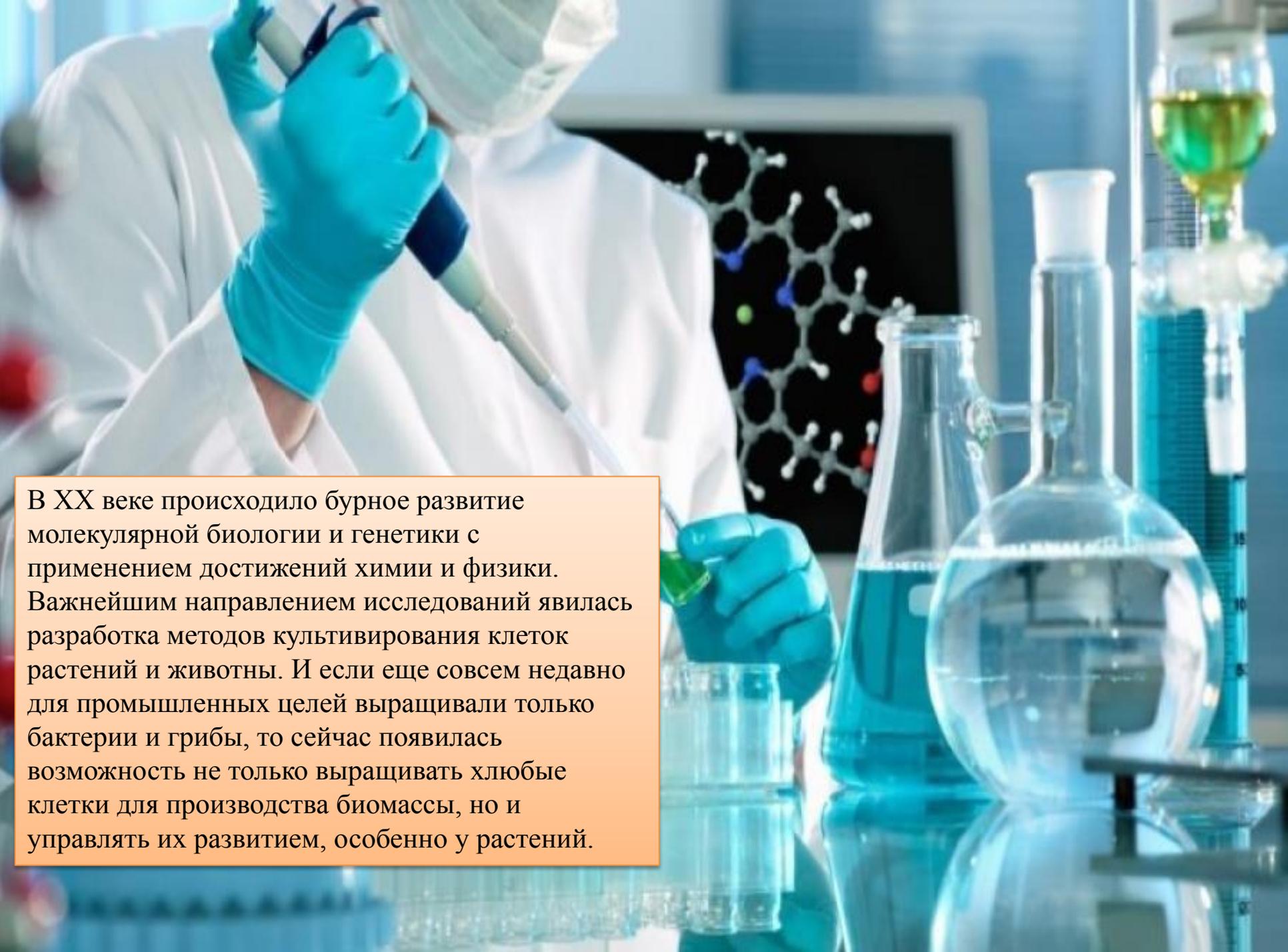


Развитие эмбриона и рождение Долли



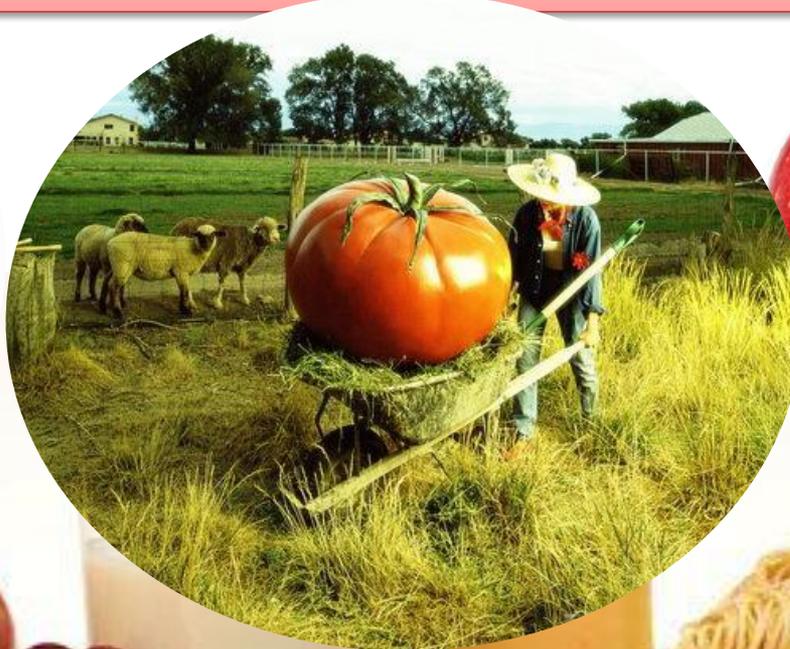
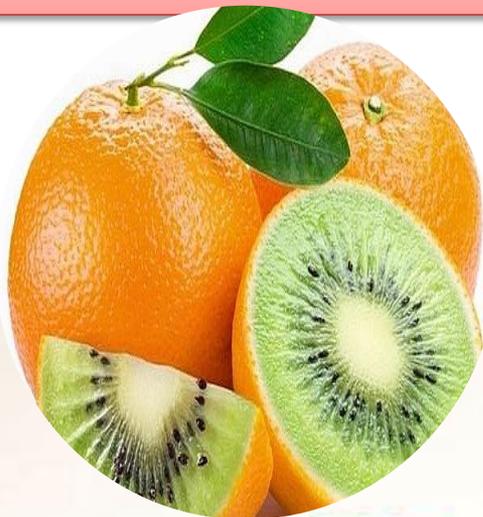
Овца породы финн дорсет, генетически идентичная овце № 1





В XX веке происходило бурное развитие молекулярной биологии и генетики с применением достижений химии и физики. Важнейшим направлением исследований явилась разработка методов культивирования клеток растений и животных. И если еще совсем недавно для промышленных целей выращивали только бактерии и грибы, то сейчас появилась возможность не только выращивать хллубые клетки для производства биомассы, но и управлять их развитием, особенно у растений.

**ГМО** - генномодифицированные продукты – это растения или животные, у которых изменены наследственные признаки методами генной инженерии.



В результате получается новый вид, возникновение которого в природе невозможно. Для такого изменения в ДНК одного организма добавляются фрагменты ДНК другого организма.



Поэтому часто генномодифицированные продукты называют трансгенными продуктами, или трансгенами.

## Томатная паста

Помидоры содержат ген, замедляющий действие фермента полигалактуроназы, расщепляющего пектин. Такие помидоры не гниют в полтора раза дольше обычных



## Вечносвежие помидоры

Кроме устойчивых к гниению ученые разработали морозостойчивые помидоры, - в их ДНК внедрен ген холодноводной рыбы



**КУРЫ** Изменение генов позволяет вывести кур, устойчивых к заболеванию сальмонеллезом

**ЯЙЦА** Генетически модифицированные несушки откладывают яйца чаще (и более крупные)

# ПРОДУКТЫ ГМО

 - продукт

 - генная модификация

 - результат

Соя



Ген  
кишечной  
палочки

Устойчивость  
к гербицидам

Огурец



Ген  
вирусной  
оболочки

Защита от  
мозаичного  
вируса

Картофель

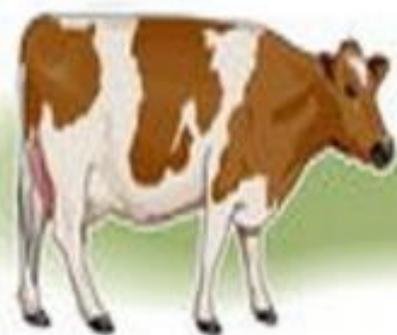


Ген  
подснежника,  
ген амаранта

Кукуруза



Ген  
крысы

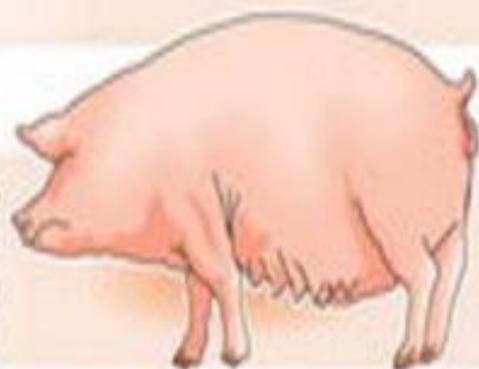


### МОЛОКО

«Генетические» коровы могут давать молоко с повышенным содержанием различных полезных веществ

### СВИНИНА

Поросята с измененными генами растут быстрее, их мясо менее жирное и содержит меньше холестерина



### СУПЕРЛОСОСЬ

Генетическими методами можно получить лосося, вырастающего во взрослую рыбу в десять раз быстрее

### ВМЕСТО ЯДОХИМИКАТОВ

Ген ядовитого скорпиона, внедренный в вирус, используется для опыления посевов в целях защиты от вредителей



**РИС** Ген, известный как Ха21, позволяет рису сопротивляться пирикулярриозу, которым поражены практически все рисовые плантации. Между тем, рис – основной продукт питания для более чем половины населения Земли

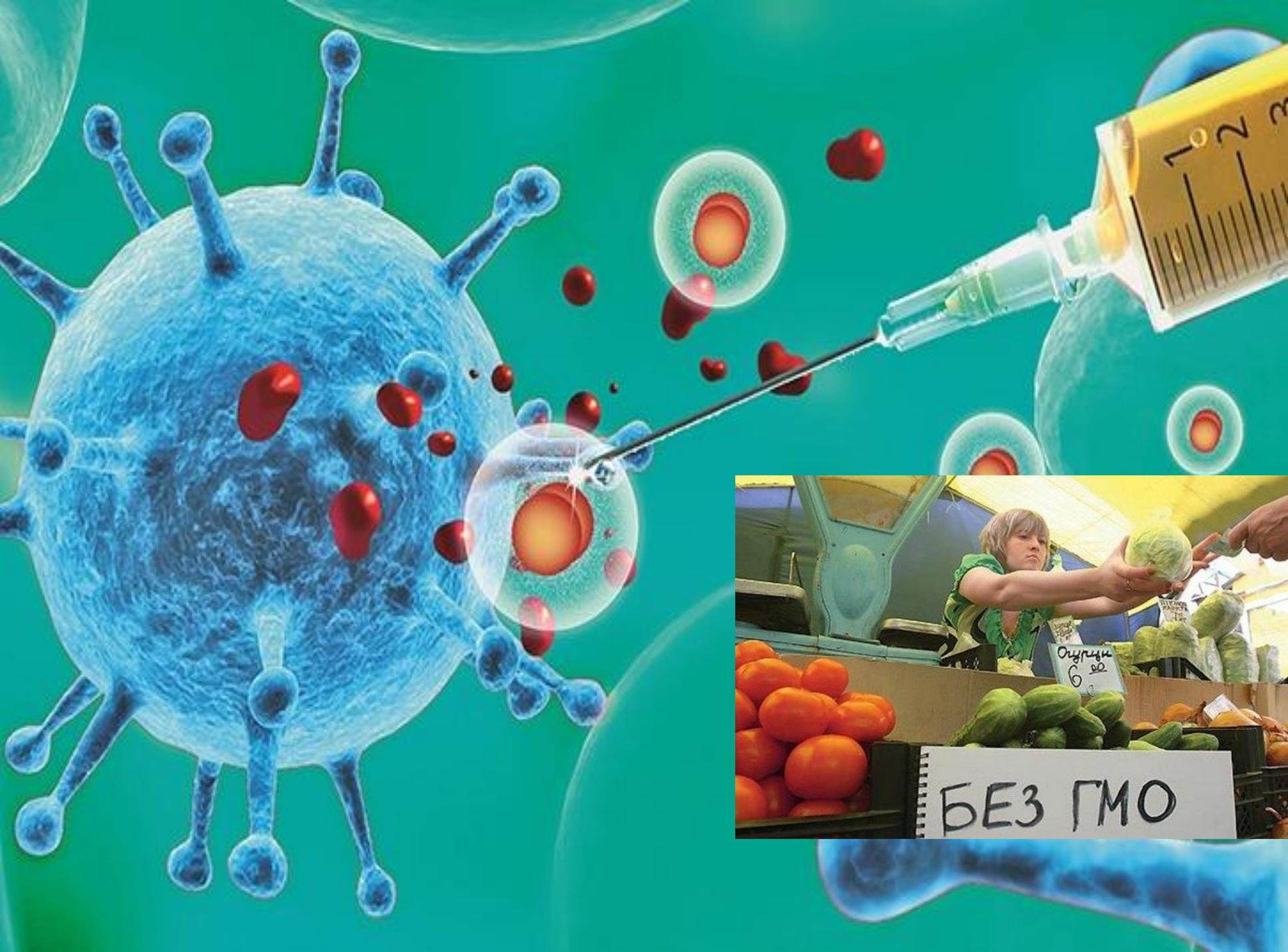
**СОЯ** Гены, обычно присутствующие в жирной рыбе наподобие макрели и лосося, уменьшают содержание насыщенных жиров

**ПШЕНИЦА И РАПС** генетически модифицируются для устойчивости к гербицидам



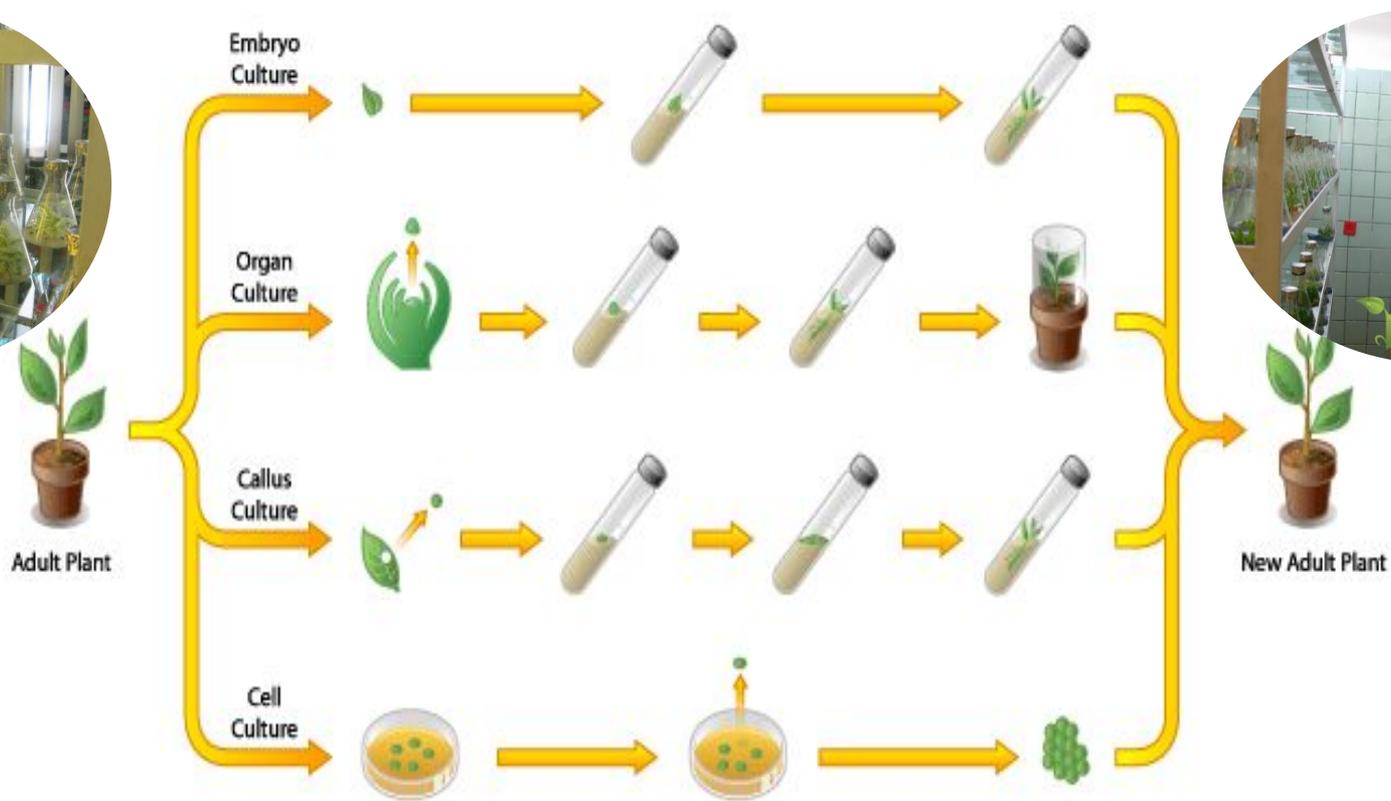
### КУКУРУЗА, ХЛОПОК, КАРТОФЕЛЬ

Бактериальный ге (Bt) позволяет получать генетический инсектицид, опасный только для колорадских жуков и других вредителей



БЕЗ ГМО

Огурцы  
6 руб



## Пересадка ядер соматических клеток в яйцеклетку и получение головастика

1. Эритроциты крови



2. Извлечение ядра из эритроцитов



3. Введение ядра в яйцеклетку на первой стадии мейоза

4. Удаление ядра яйцеклетки

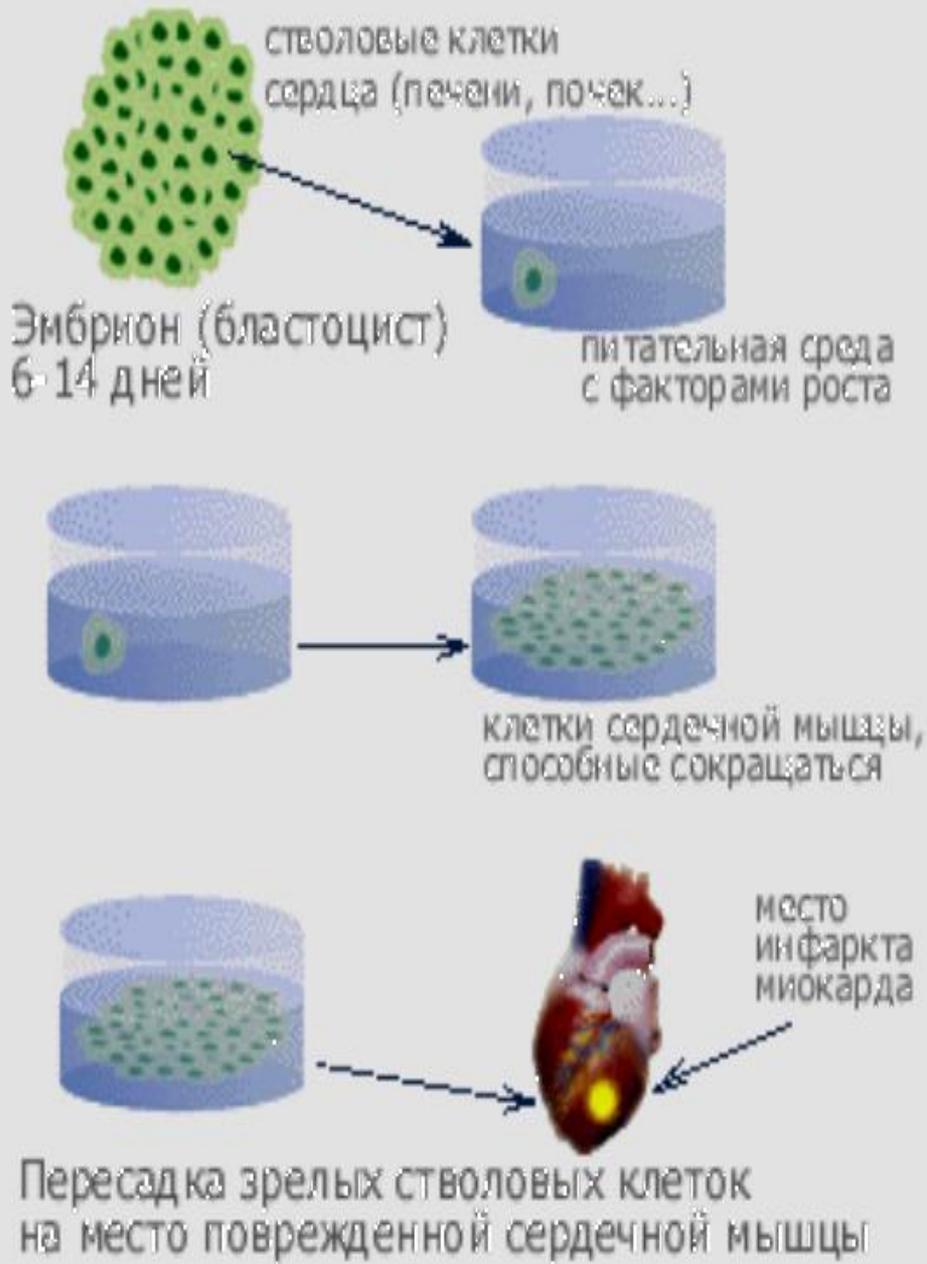
5. Дробление



# Методы биотехнологии, ее перспективы



Одной из причин сахарного диабета является недостаток в организме *инсулина* – гормона поджелудочной железы. Инъекции инсулина, выделенного из поджелудочных желёз свиней и крупного рогатого скота, спасают миллионы жизней, однако у некоторых пациентов приводят к развитию аллергических реакций. Оптимальным бы решением было бы использование человеческого инсулина. Методами генной инженерии ген инсулина был встроен в ДНК кишечной палочки. Бактерия начала активно синтезировать инсулин. В 1982 году инсулин человека стал первым фармацевтическим препаратом, полученным с помощью методов генной инженерии. Основное действие *инсулина* заключается в снижении концентрации глюкозы в крови. Инсулин увеличивает проницаемость плазматических мембран для глюкозы, активизирует ферменты гликолиза, стимулирует образование в печени и мышцах из глюкозы гликогена, усиливает синтез жиров и белков. Кроме того, инсулин подавляет активность ферментов, расщепляющих гликоген и жиры. Таким образом, инсулин оказывает многогранное влияние на обменные процессы практически во всех тканях.

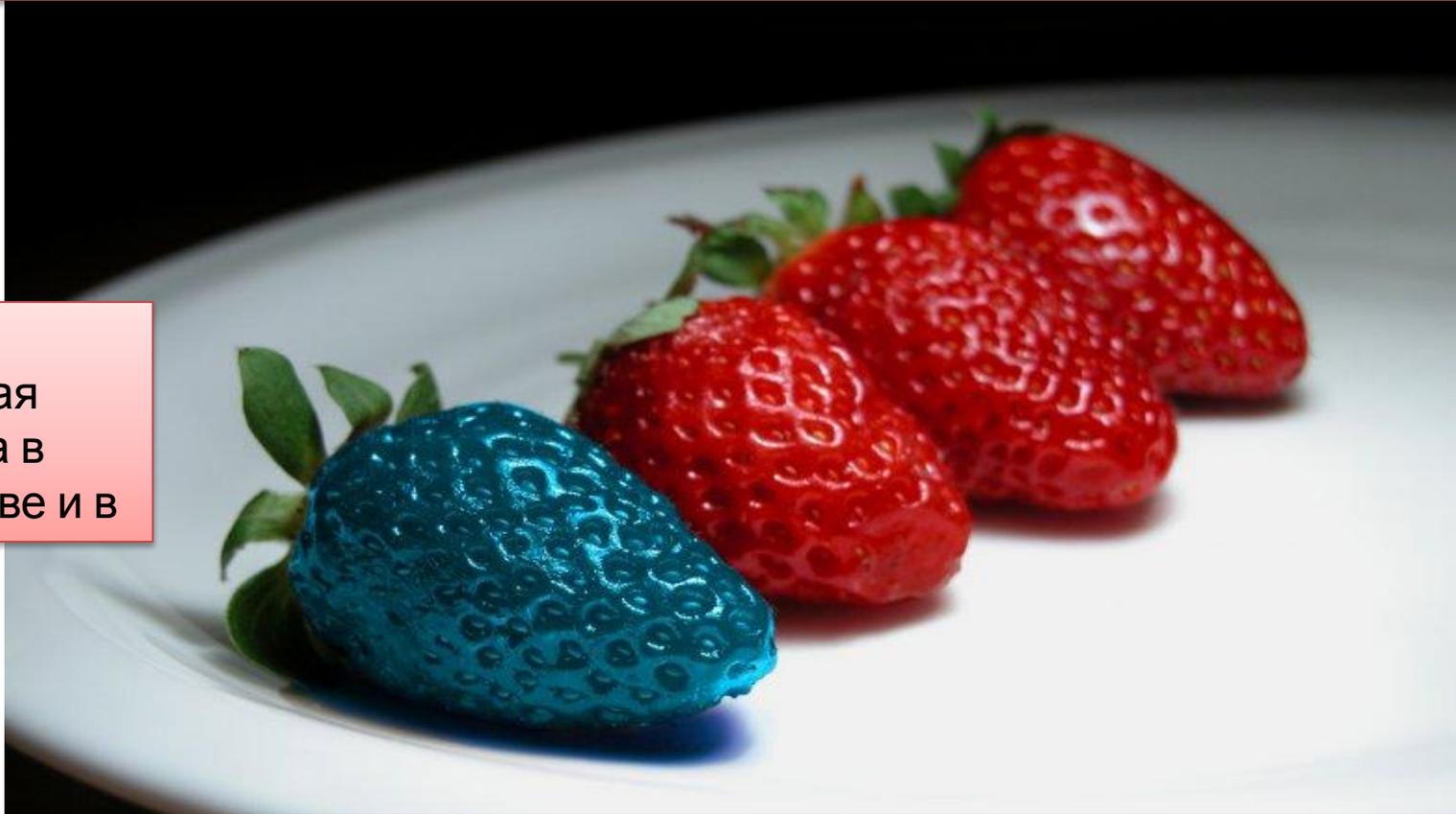


Генная и клеточная инженерия – являются важнейшими методами (инструментами), лежащими в основе современной биотехнологии. Методы клеточной инженерии направлены на конструирование клеток нового типа. Они могут быть использованы для воссоздания жизнеспособной клетки из отдельных фрагментов разных клеток, для объединения целых клеток, принадлежавших различным видам с образованием клетки, несущей генетический материал обеих исходных клеток, и других операций.



Генно-инженерные методы направлены на конструирование новых, не существующих в природе сочетаний генов. В результате применения генно-инженерных методов можно получать рекомбинантные (модифицированные) молекулы РНК и ДНК, для чего производится выделение отдельных генов (кодирующих нужный продукт), из клеток какого-либо организма. После проведения определенных манипуляций с этими генами осуществляется их введение в другие организмы (бактерии, дрожжи и млекопитающие), которые, получив новый ген (гены), будут способны синтезировать конечные продукты с измененными, в нужном человеку направлении, свойствами.

Наибольшее применение генная инженерия нашла в сельском хозяйстве и в медицине.



Генная инженерия позволяет получать заданные (желаемые) качества изменяемых или генетически модифицированных организмов или так называемых «трансгенных» растений и животных.



Важно отметить, что в ходе традиционной селекции получить гибриды с искомой комбинацией полезных признаков весьма сложно, поскольку к потомству передаются очень большие фрагменты геномов каждого из родителей, в то время как генно-инженерные методы позволяют работать чаще всего с одним или несколькими генами, причем их модификации не затрагивают работу других генов. В результате, не теряя других полезных свойств растения, удается добавить еще один или несколько полезных признаков, что весьма ценно для создания новых сортов и новых форм растений. Стало возможным изменять у растений, например, устойчивость к климату и стрессам, или их чувствительность к насекомым или болезням, распространённым в определённых регионах, к засухе и т.

## Исторически, выделяют «три волны» в создании генно-модифицированных растений:

Первая волна – конец 1980-х годов – создание растений с новыми свойствами устойчивости к вирусам, паразитам или гербицидам. В растениях «первой волны» дополнительно вводили всего один ген и заставляли его «работать», то есть синтезировать один дополнительный белок. «Полезные» гены «брали» либо у вирусов растений (для формирования устойчивости к данному вирусу), либо у почвенных бактерий (для формирования устойчивости к насекомым, гербицидам).

Вторая волна – начало 2000-х годов – создание растений с новыми потребительскими свойствами: масличные культуры с повышенным содержанием и измененным составом масел, фрукты и овощи с большим содержанием витаминов, более питательные зерновые и т.д.

В наши дни ученые создают растения «третьей волны», которые в ближайшие 10 лет появятся на рынке: растения-вакцины, растения-биореакторы для производства промышленных продуктов (компонентов для различных видов пластика, красителей, технических масел и т.д.), растения - фабрики лекарств и т.д.

Генно-инженерные работы в животноводстве имеют другую задачу. Вполне достижимой целью при современном уровне технологии является создание трансгенных животных с определённым целевым геном. Например, ген какого-нибудь ценного гормона животного (например, гормона роста) искусственно внедряется в бактерию, которая начинает продуцировать его в больших количествах. Ещё один пример: трансгенные козы, в результате введения соответствующего гена, могут вырабатывать специфический белок, фактор VIII, который препятствует кровотечению у больных, страдающих гемофилией, или фермент, тромболин, способствующий рассасыванию тромба в кровеносных сосудах, что актуально для профилактики и терапии тромбозов у людей. Трансгенные животные вырабатывают эти белки намного быстрее, а сам способ значительно дешевле традиционного.

Быстрорастущий трансгенный лосось вытеснит  
натурального





В конце 90-х годов XX в. учёные США вплотную подошли к получению сельскохозяйственных животных методом клонирования клеток эмбрионов, хотя это направление нуждается еще в дальнейших серьезных исследованиях. А вот в ксенотрансплантации – пересадке органов от одного вида живых организмов другому, - достигнуты несомненные результаты. Наибольшие успехи получены при использовании свиней, имеющих в генотипе перенесенные гены человека, в качестве доноров различных органов. В этом случае наблюдается минимальный риск отторжения органа.

Учёные также предполагают, что перенос генов поможет снизить аллергию человека к коровьему молоку. Целенаправленные изменения в ДНК коров должны привести также к уменьшению содержания в молоке насыщенных жирных кислот и холестерина, что делает его еще более полезным для здоровья. Потенциальная опасность применения генетически модифицированных организмов выражается в двух аспектах: безопасность продовольствия для здоровья людей и экологические последствия



Поэтому важнейшим этапом при создании генно-модифицированного продукта должна быть его всесторонняя экспертиза во избежание опасности того, что продукт содержит протеины, вызывающие аллергию, токсичные вещества или какие-то новые опасные компоненты.

**Биотехнология  
сельскохозяйственных растений.  
Перспективы**



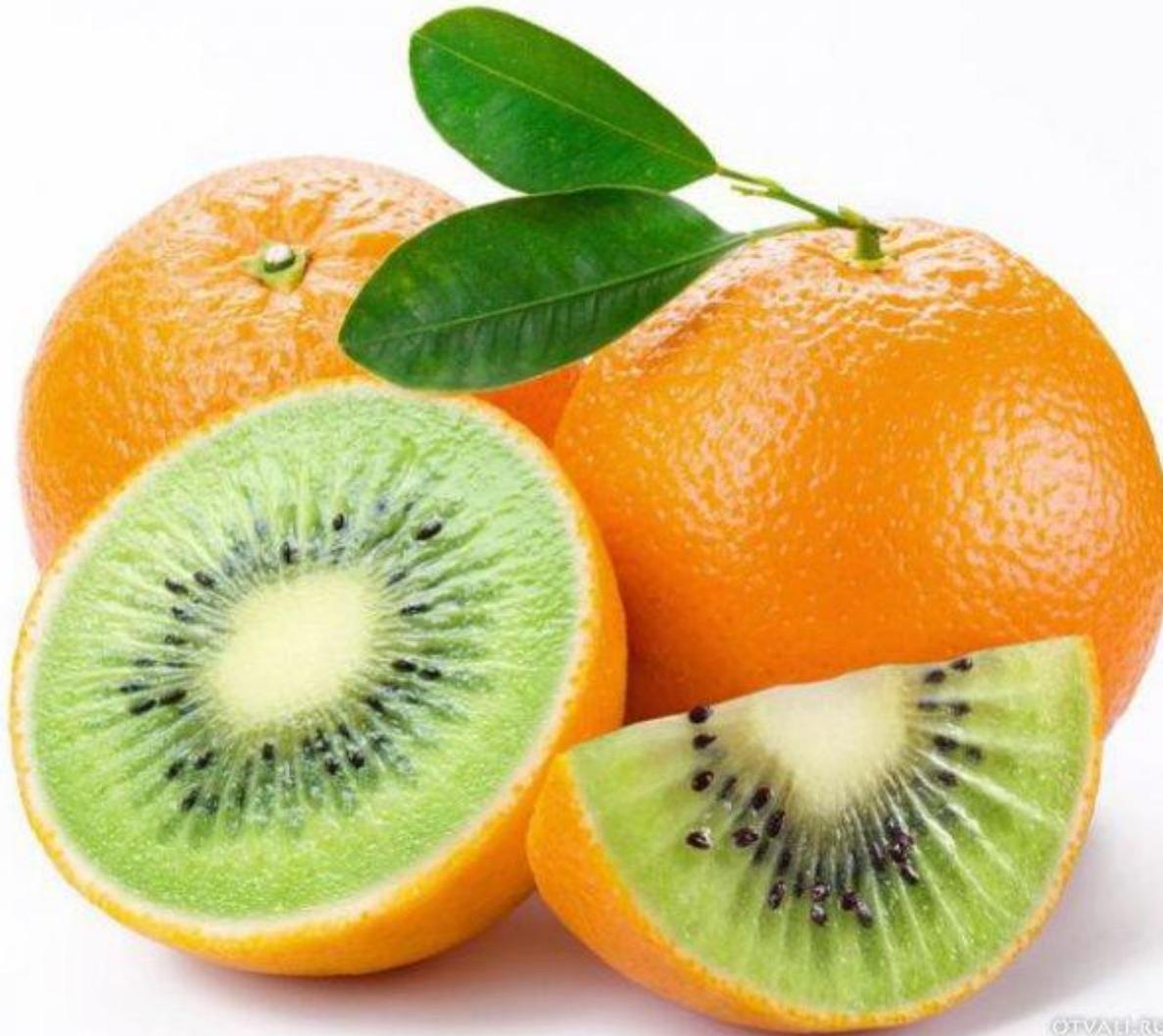
Начиная с каменного века люди отбирали растения с удовлетворяющими их характеристиками и сохраняли их семена на следующий год. Отбирая лучшие семена, первые агрономы осуществили первичное генетическое модифицирование растений и таким образом одомашнили их задолго до того, как были открыты основные генетические закономерности. Сотни лет фермеры и селекционеры растений пользовались перекрестным скрещиванием, гибридизацией и другими подходами к модификации генома, приводящими к увеличению урожайности, улучшению качества продукции и повышению устойчивости растений к насекомым-вредителям, болезнетворным микроорганизмам и неблагоприятным условиям среды.



По мере углубления знаний о генетике растений человек начал осуществлять целенаправленное перекрестное скрещивание (кроссбридинг) обладающих желаемыми характеристиками или не имеющих нежелательных признаков сортов растений и межвидовую гибридизацию с целью получения новых сортов, сохранивших лучшие качества обеих родительских линий. В настоящее время практически любая сельскохозяйственная культура является результатом кроссбридинга, гибридизации или применения обоих подходов. К сожалению, эти методы нередко дороги, требуют больших затрат времени, неэффективны и имеют существенные практические ограничения. Например, для создания с помощью традиционного кроссбридинга сорта кукурузы, устойчивого к определенным насекомым, потребовался бы не один десяток лет, причем без гарантированного результата.



Биотехнологические подходы позволяют современным селекционерам выделять отдельные гены, отвечающие за желаемые признаки, и перемещать их из генома одного растения в геном другого.



Этот процесс гораздо более точен и избирателен, чем традиционное скрещивание, в ходе которого тысячи генов, обладающих неизвестными функциями, перемещаются из одного сорта или вида растений в другой.

Биотехнология позволяет и то, что не под силу природе – перемещение генов между растениями, животными и микроорганизмами. Это открывает огромные возможности для улучшения качества урожая. Например, мы можем взять бактериальный ген, токсичный для болезнетворного грибка, и встроить его в геном растения. Растение при этом начинает синтезировать фунгицидный белок и в борьбе с грибком не нуждается в помощи извне.



Это фантазия

дока

ДНК человека  
разрезают  
с помощью  
ферментов

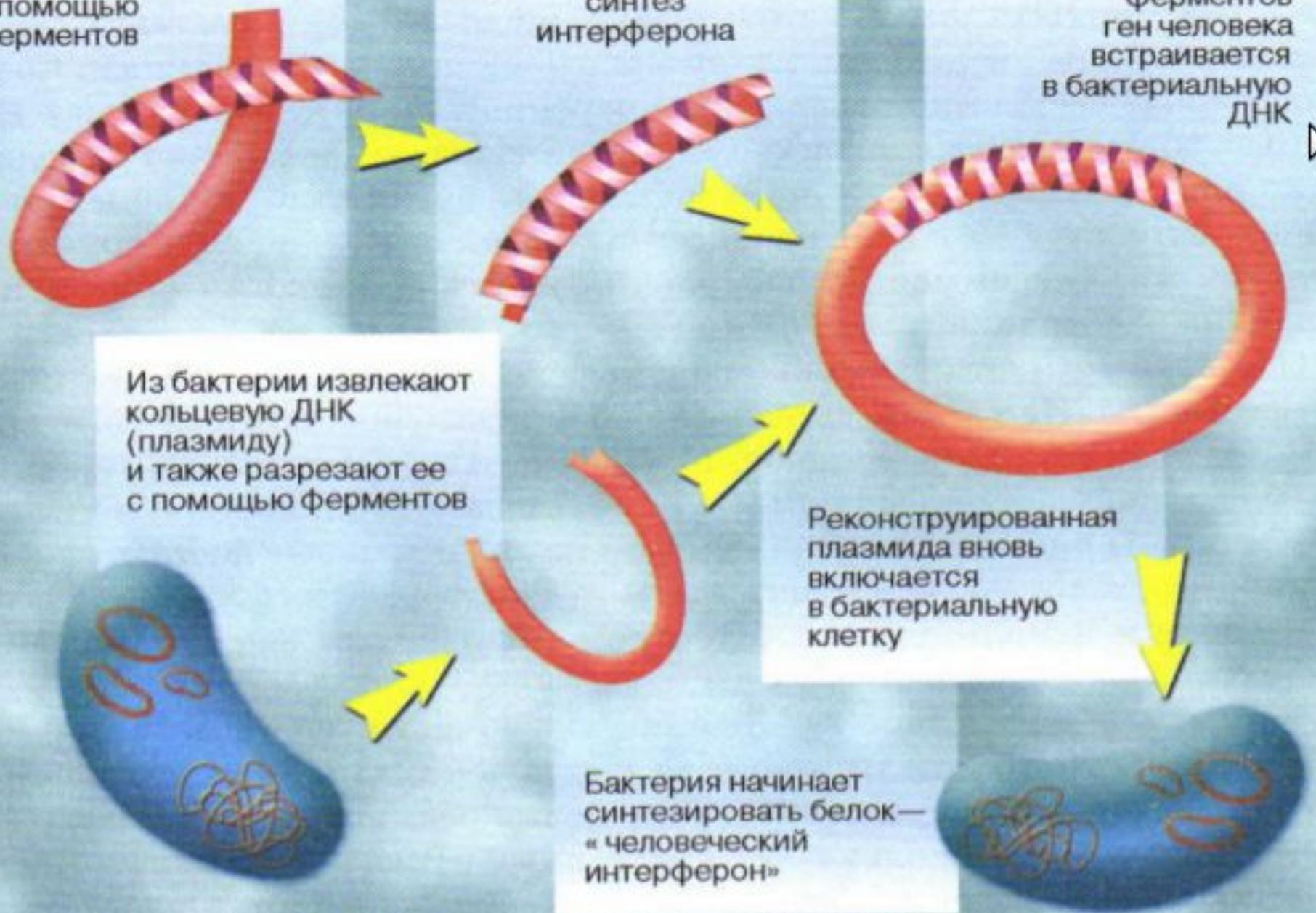
Вырезанный ген,  
определяющий  
синтез  
интерферона

Посредством  
сшивающих  
ферментов  
ген человека  
встраивается  
в бактериальную  
ДНК

Из бактерии извлекают  
кольцевую ДНК  
(плазмиду)  
и также разрезают ее  
с помощью ферментов

Реконструированная  
плазида вновь  
включается  
в бактериальную  
клетку

Бактерия начинает  
синтезировать белок —  
«человеческий  
интерферон»



Современные селекционеры-биотехнологи ставят перед собой те же задачи, что и при традиционном кроссбридинге (*межпородное скрещивание*) и других методах модификации генома: повышение урожайности; устойчивость к болезнетворным бактериям, грибкам и вирусам; способность выживать в неблагоприятных условиях среды (при заморозках и засухах); устойчивость к вредителям, таким как насекомые, сорняки и круглые черви (нематоды).





### **Устойчивость к гербицидам**

Возможности биотехнологии позволяют нам переносить гены белков, ядовитых для определенных вредителей (но не для людей, животных и полезных насекомых), в геном растений, которыми эти вредители питаются. Растение, которое раньше было источником пищи, становится смертельным для вредителя, что отменяет необходимость опрыскивания плантаций химическими пестицидами.

Биотехнологические методы также позволяют повышать эффективность усвоения растениями необходимых им микроэлементов. Например, мексиканские ученые создали генетически модифицированные растения, корни которых секретируют в окружающую среду лимонную кислоту. В результате происходит небольшое подкисление почвы и переход содержащихся в ней минералов, в том числе кальция, фосфора и калия, в растворимую форму, что делает их доступными для растений.



Биотехнология как область знаний и динамически развиваемая промышленная отрасль призвана решить многие ключевые проблемы современности, обеспечивая при этом сохранение баланса в системе взаимоотношений «человек - природа - общество», ибо биологические технологии (биотехнологии), базирующиеся на использовании потенциала живого по определению нацелены на дружественность и гармонию человека с окружающим его миром.



В настоящее время биотехнология подразделяется на несколько наиболее значимых сегментов: это «белая», «зеленая», «красная», «серая» и «синяя» биотехнология.

К «белой» биотехнологии относят промышленную биотехнологию, ориентированную на производство продуктов, ранее производимых химической промышленностью, - спирта, витаминов, аминокислот и др. (с учетом требований сохранения ресурсов и охраны окружающей среды).

Зеленая биотехнология охватывает область, значимую для сельского хозяйства. Это исследования и технологии, направленные на создание биотехнологических методов и препаратов для борьбы с вредителями и возбудителями болезней культурных растений и домашних животных, создание биоудобрений, повышение продуктивности растений, в том числе с использованием методов генетической инженерии.

Красная (медицинская) биотехнология - наиболее значимая область современной биотехнологии. Это производство биотехнологическими методами диагностикумов и лекарственных препаратов с использованием технологий клеточной и генетической инженерии (зеленые вакцины, генные диагностикумы, моноклональные антитела, конструкции и продукты тканевой инженерии и др.).

Серая биотехнология занимается разработкой технологий и препаратов для защиты окружающей среды; это рекультивация почв, очистка стоков и газовоздушных выбросов, утилизация промышленных отходов и деградация токсикантов с использованием биологических агентов и биологических процессов.

Синяя биотехнология в основном ориентирована на эффективное использование ресурсов Мирового океана. Прежде всего, это использование морской биоты для получения пищевых, технических, биологически активных и лекарственных веществ.

Современная биотехнология - это одно из приоритетных направлений национальной экономики всех развитых стран. Путь повышения конкурентности биотехнологических продуктов на рынках сбыта является одним из основных в общей стратегии развития биотехнологии промышленно развитых стран. Стимулирующим фактором выступают специально принимаемые правительственные программы по ускоренному развитию новых направлений