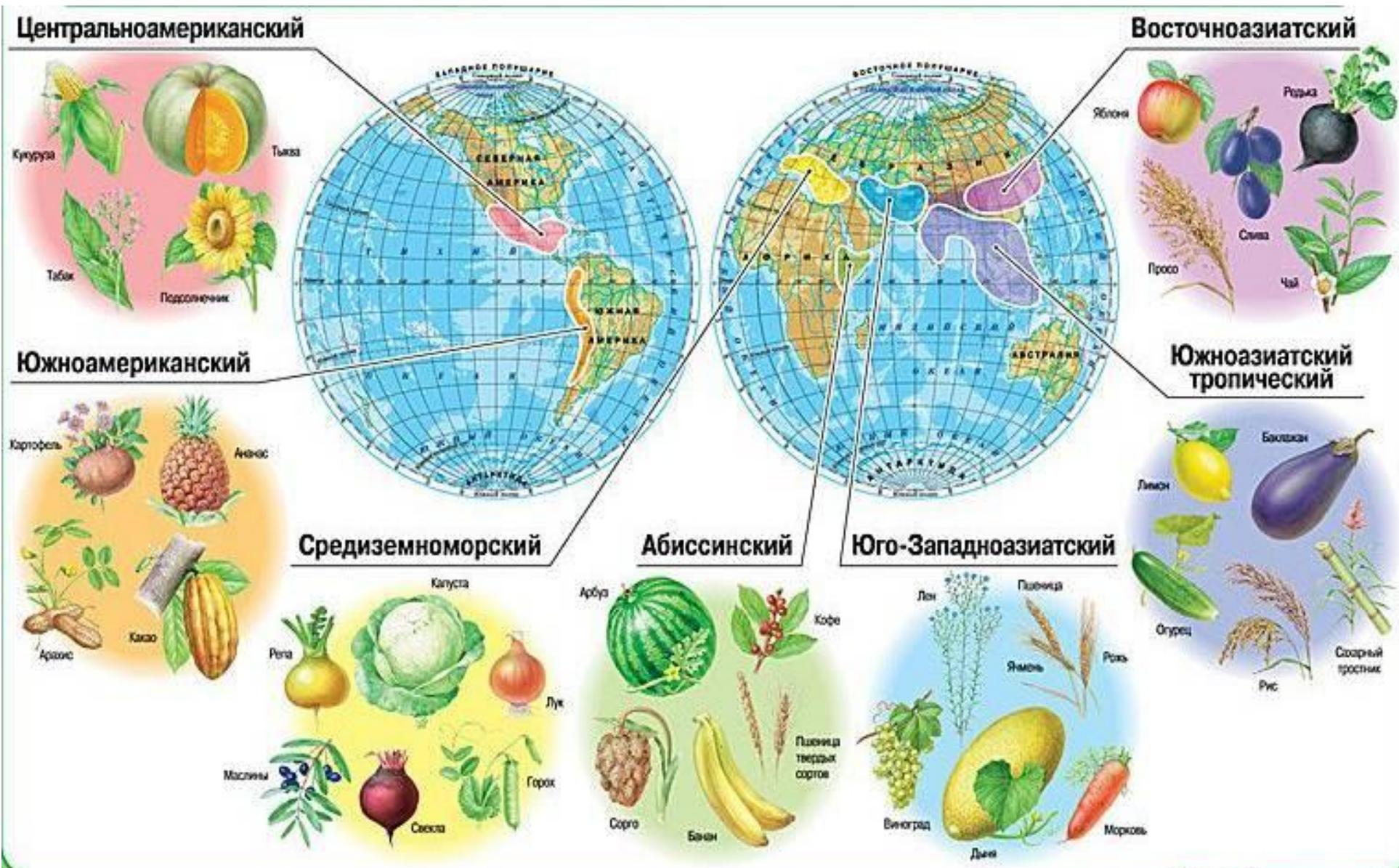


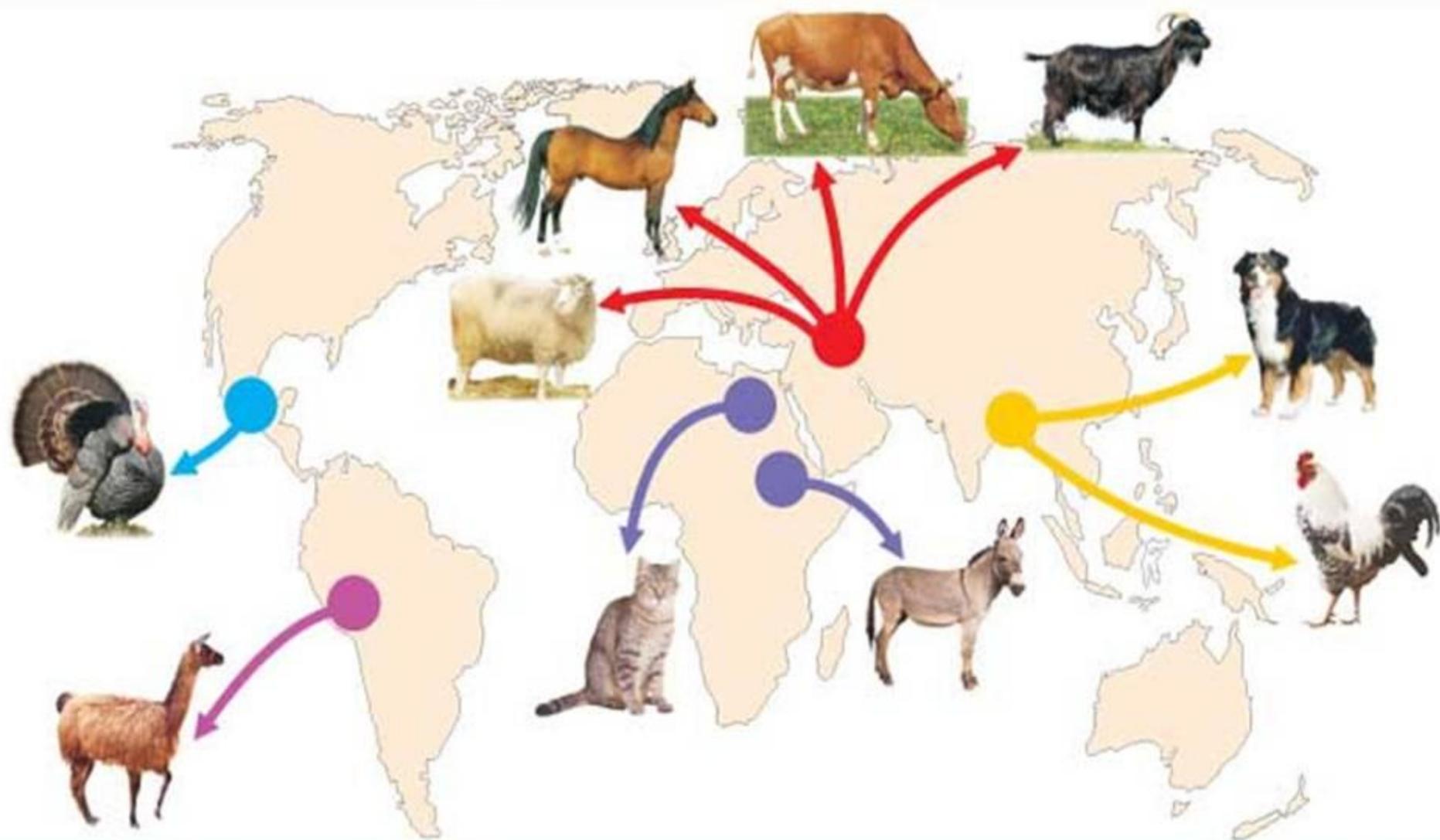
Селекция.

Основные методы  
селекции и биотехнологии

# ЦЕНТРЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ



# ЦЕНТРЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ



# Центры одомашнивания животных

Название центра	Виды прирученных животных
Китайско-Малайский центр	Свиньи, куры, утки, гуси, тутовый шелкопряд, пчелы, собаки, золотые рыбки
Индийский центр	Зебу, гаялы, буйволы, павлины, куры, индийские кошки, собаки, пчелы
Юго- и Западноазиатский центр	Коровы, лошади, овцы, козы, свиньи, одногорбые верблюды (дромедары), голуби, пчелы
Средиземноморский центр	Коровы, лошади, овцы, козы, свиньи, утки, нильские гуси, домашние кролики, антилопы и др.
Андский центр	Ламы, альпаки, мускусные утки, индейки, морские свинки
Африканский центр	Страусы, цесарки, кошки, собаки, ослы, свиньи

# Одомашнивание

- Одомашнивание или иначе domestикация (от лат. domesticus — «домашний») — это процесс изменения диких животных или растений, при котором на протяжении многих поколений они содержатся человеком генетически изолированными от их дикой формы и подвергаются искусственному отбору.



# СЕЛÉКЦИЯ

*(лат. selectio - выбирать) —*

наука о создании новых и улучшении существующих пород животных, сортов растений, штаммов микроорганизмов.

Селекцией называют также отрасль сельского хозяйства, занимающуюся выведением новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и пород животных.

*(Задачи селекции стр. 240)*

**Сорт, порода, штамм** — популяция организмов, искусственно созданная человеком (генофонд, физические и морфологические признаки).



# Основные методы селекции

1. Отбор
2. Гибридизация
3. Мутагенез
4. Клеточная инженерия
5. Генная инженерия

# Отбор

1. Методический отбор (определённые признаки)
2. Массовый отбор (желаемые признаки)
3. Индивидуальный отбор (отдельные особи с ценными качествами)

**Чистая линия** — группа генетически однородных организмов.



# Методический отбор

- Методический отбор – отбор, проводимый в соответствии с поставленными задачами и основанный на знании генетических особенностей объекта. Именно его ныне используют в селекции.



# Отбор



- **Массовый – выделение группы** растений с необходимыми признаками (рожь, кукуруза, подсолнечник, пшеница).



- **Индивидуальный – выделение определённых видов** растений (животных)(самоопыляемые растения)



# ГИБРИДИЗАЦИЯ -

скрещивание разнородных в наследственном отношении организмов; один из важнейших факторов эволюции биологических форм в природе.

# Комбинационная селекция

Таблица - Схема комбинационной селекции для пшеницы

<i>Первый этап</i> – скрещивание между собой двух форм	<b>P</b> - родители
Получение гибридов первого поколения	<b>F<sub>1</sub></b> – гибриды первого поколения
<i>Второй этап</i> – самоопыление и оценка потомства от гибридов первого поколения, повторяющаяся со второго до восьмого поколения	<b>F<sub>2</sub></b> – потомство гибридов второго поколения ..... <b>F<sub>8</sub></b> – потомство гибридов третьего поколения
<i>Третий этап</i> – отбор лучших потомков, их оценка и испытания на урожай и другие признаки	<b>Fg</b> – лучшие потомки
<i>Заключительный этап</i> – лучшее потомство становится новым сортом	

# Гаплоидия

- **Гаплоид** – организм, имеющий в соматических клетках полный для данного вида набор негомологичных хромосом ( $n$ );

## Получение гаплоидных растений



Гаплоиды представляют большой интерес для генетиков и селекционеров:

- у гаплоидов рецессивные гены не подавляются доминантными аллелями и поэтому все они проявляются фенотипически;
- если у гаплоида, используя колхицин, удвоить число хромосом, то возникнет диплоидный организм гомозиготный абсолютно по всем генам (при обычном самоопылении этого достичь практически невозможно)

# Современные методы отбора

## ДНК-маркер

**Типы наиболее широко используемых молекулярно-генетических маркеров:**

- маркеры участков структурных генов, кодирующих аминокислотные последовательности белков (электрофоретические варианты белков),
- маркеры некодирующих участков структурных генов,
- маркеры различных последовательностей ДНК,

## 2 Типы ДНК-маркеров

---

Классификация маркеров по происхождению:

- Ядерные
- Митохондриальные
- Пластидные
- Цитоплазматические

Классификация маркеров по природе:

- Белок-кодирующие
- РНК-кодирующие
- Некодирующие

Классификация маркеров по variability:

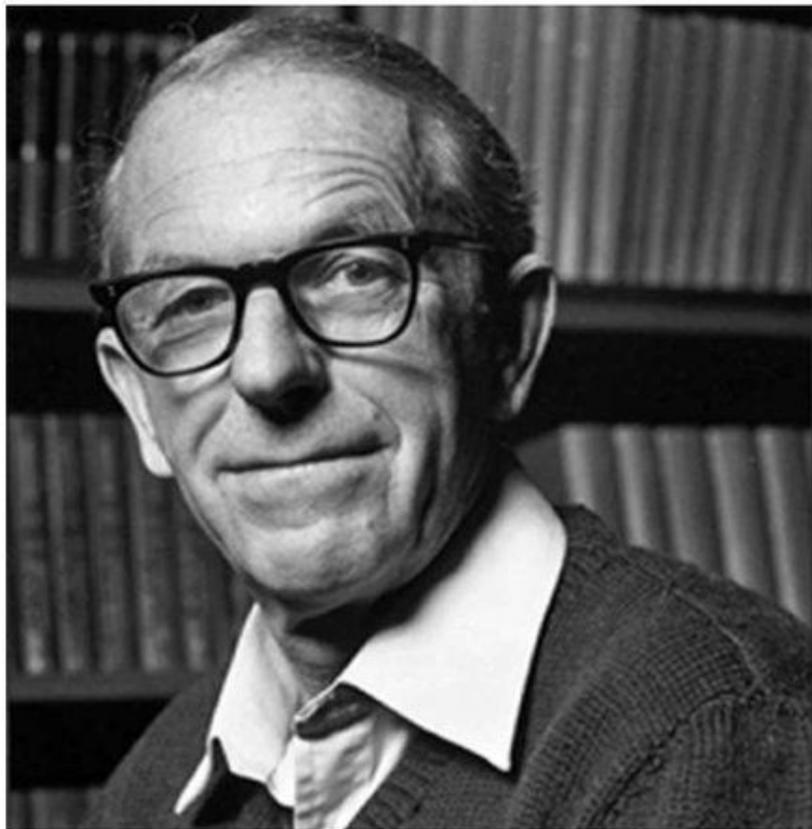
- Консервативные
- Полиморфные

*ДНК – генотипирование –*  
анализ генотипов с использованием  
ДНК- маркёров

- **Генотипирование – комплекс лабораторных процедур, направленных на получение информации о генетическом статусе индивидуума.**
-



# Секвенирование

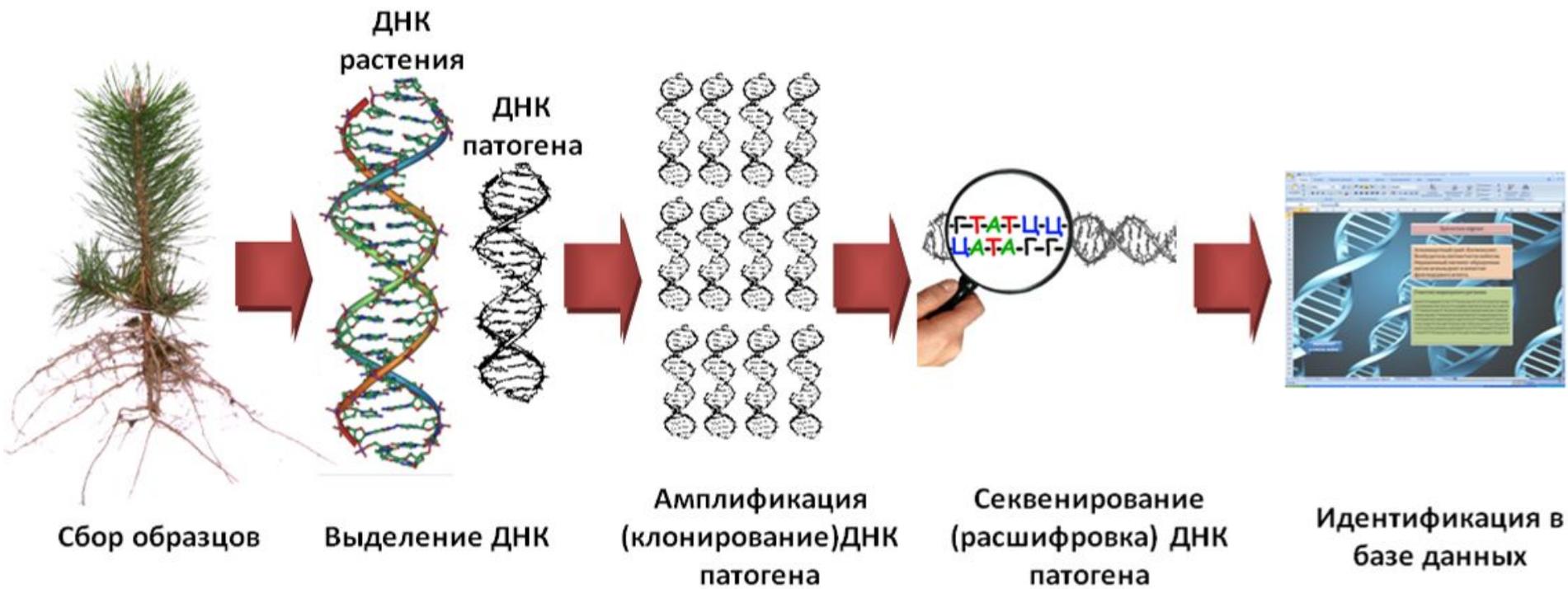


**Фредерик Сенгер (1918-2013)**

Дважды лауреат Нобелевской  
премии по химии

- Метод определения нуклеотидной последовательности ДНК.
- разработан Ф.Сенгером в 1977г





# Секвенирование генома

*(полногеномное секвенирование – анализ индивидуумов с помощью ДНК – чипов)*

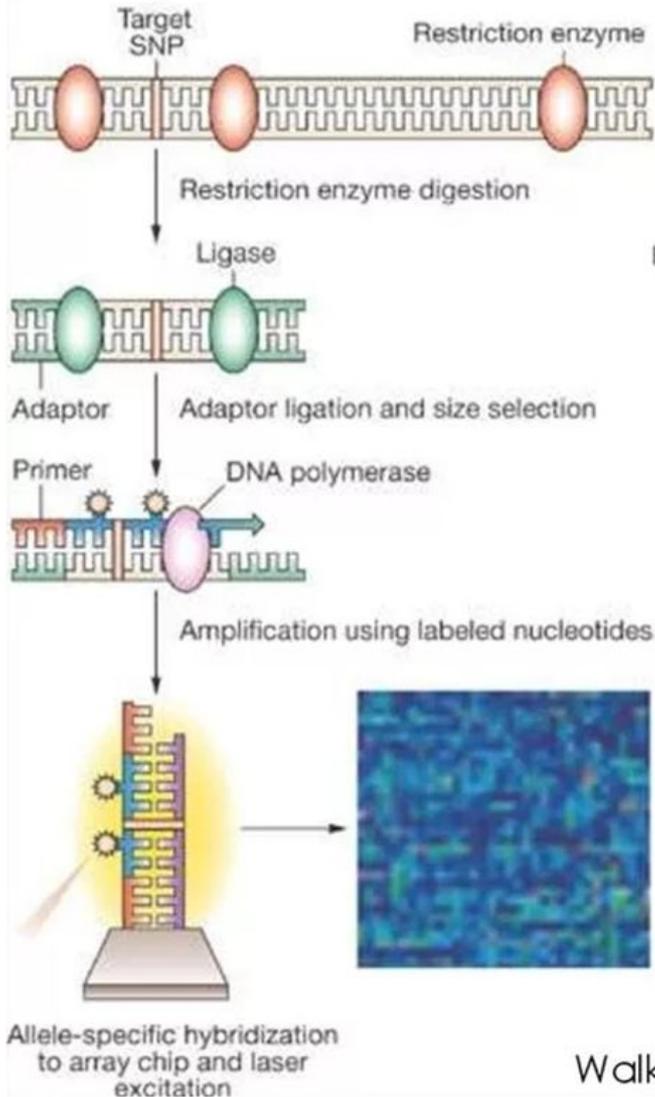
Секвенирование биополимеров (белков и нуклеиновых кислот — ДНК и РНК) — определение их первичной аминокислотной или нуклеотидной последовательности.



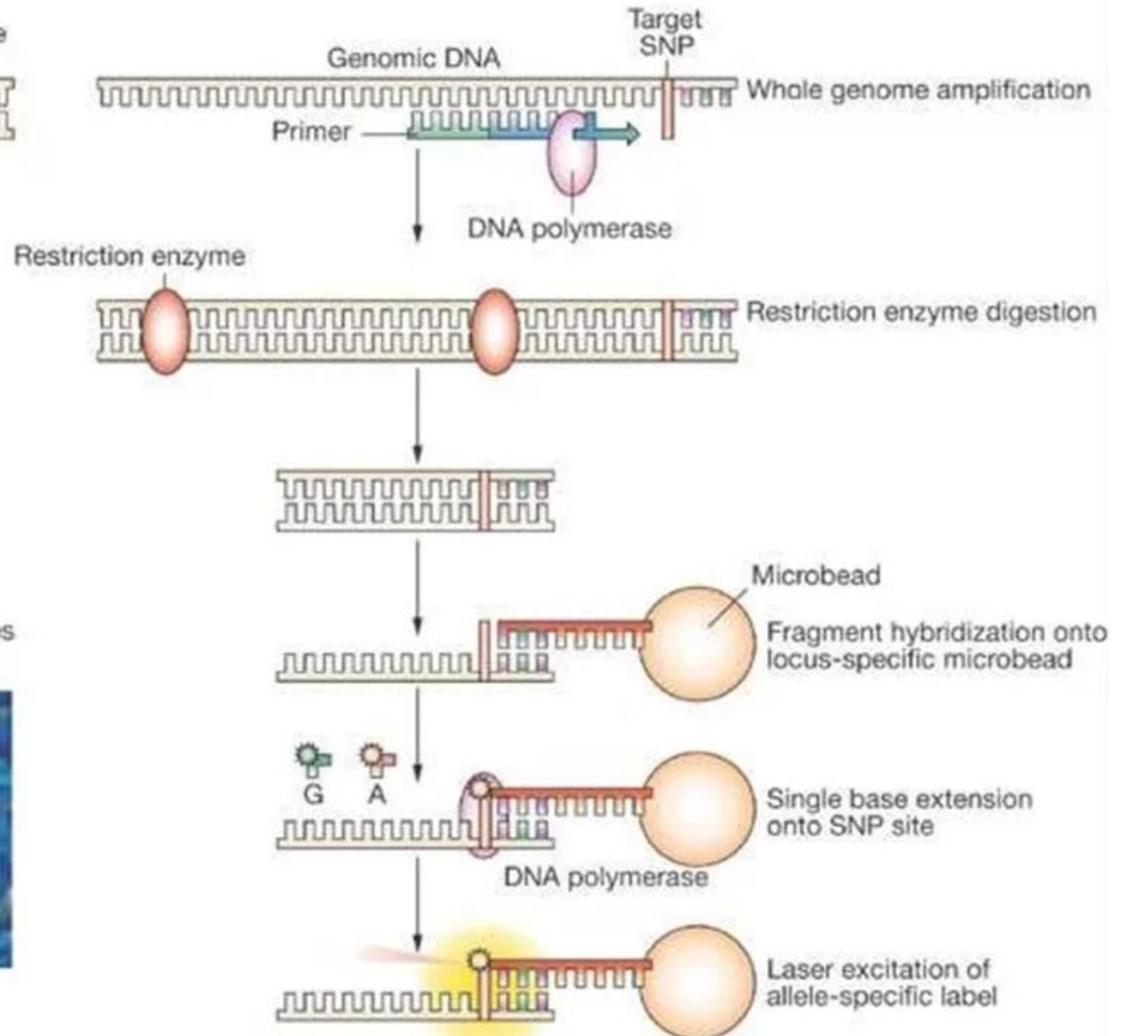


# ДНК-ЧИПЫ

**A Affymetrix genotype microarray**



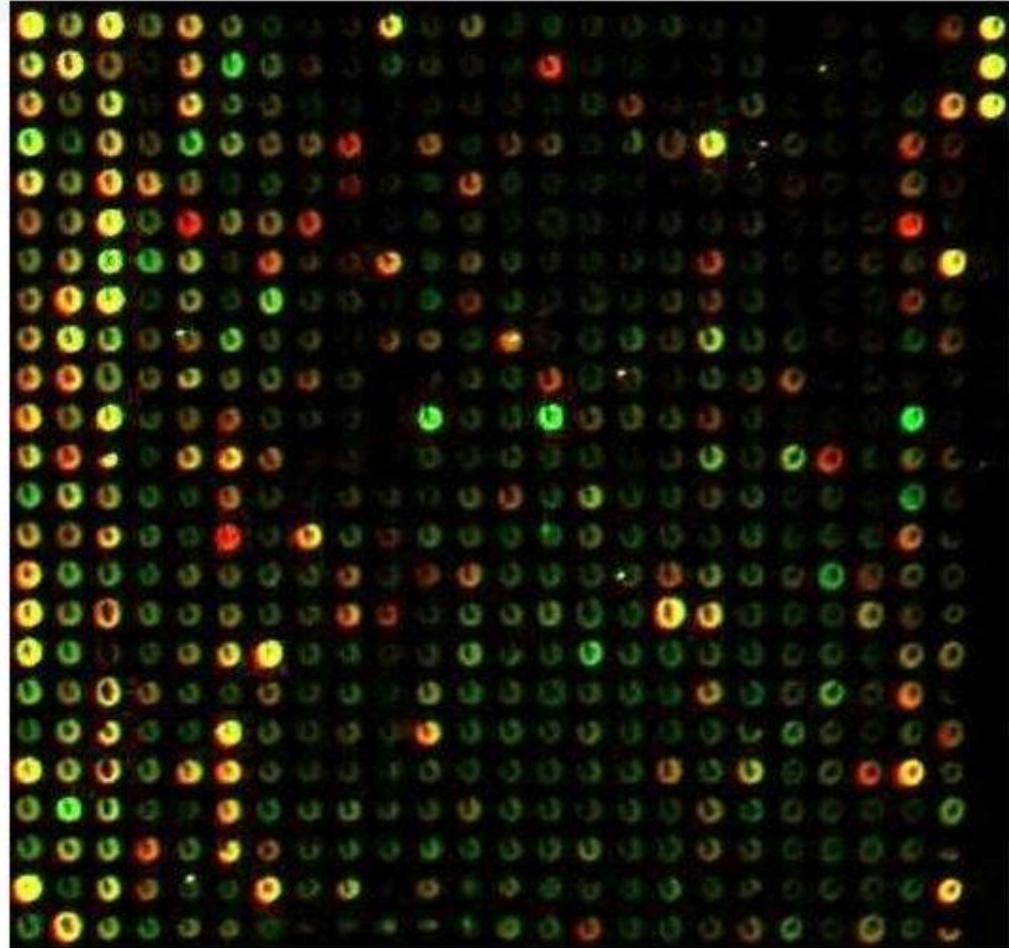
**B Illumina microbead genotype system**



# ДНК-чипы (DNA microarrays)

ДНК-чип представляет собой пластину площадью около  $1 \text{ см}^2$ , на которой в строго определенном порядке размещены ячейки, каждая из которых содержит одноцепочечные полинуклеотиды определенной последовательности оснований.

Количество таких полинуклеотидных ячеек, а, следовательно, и количество различных нуклеотидных последовательностей, может превышать 1 млн. на  $1 \text{ см}^2$ , их длина варьирует от 9-10 до 1000 нуклеотидов.

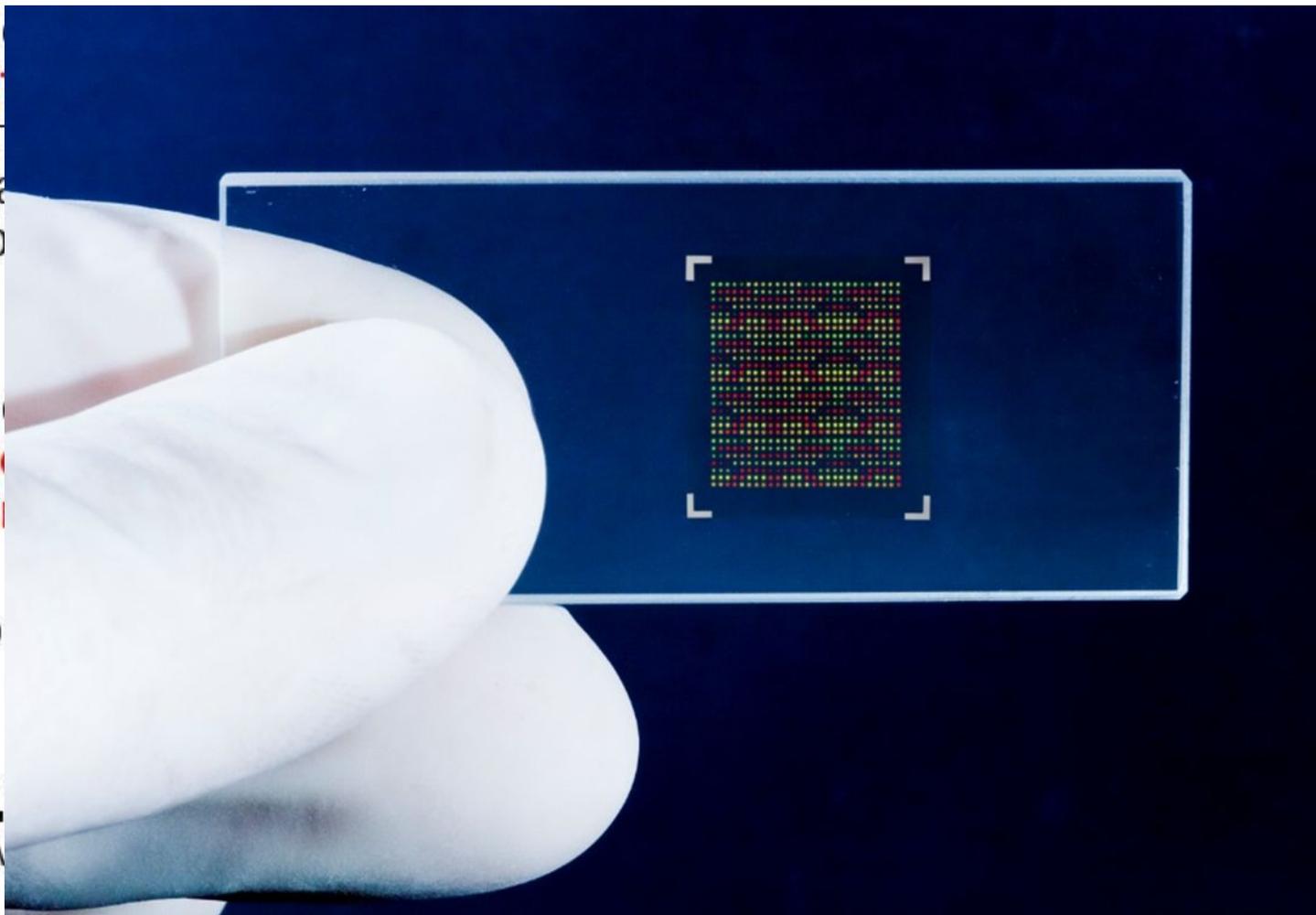


Цвет и его интенсивность несут информацию о специфическом гене исследуемого образца



# ДНК-чипы

- Микропластичные полимерные чипы, на которых закреплены фрагменты ДНК
- МикроДНК-чипы
- Полоски ДНК-чипов
- Процесс автоматизации



# *Геномная селекция*

Родоначальником **геномной селекции** является маркерная **селекция**.  
Маркерная **селекция** – это использование маркеров для маркирования генов количественного признака, что дает возможность установить наличие или отсутствие в геноме определенных генов (аллелей генов).

**Геномная селекция** — технология для повышения точности оценки племенной ценности молодых животных на основе информации о десятках тысяч SNP-маркеров по всему геному.

# Цели

Применение геномной селекции для..

- увеличения надоев
- повышения качества молока
- увеличения срока пребывания в стаде
- улучшения формы вымени и здоровья
- улучшения состояния ног и копыт
- повышения эффективности конверсии корма
- повышения эффективности при воспроизводстве



# Схема геномной селекции по воспроизводству быков-производителей отечественной репродукции и её результативность

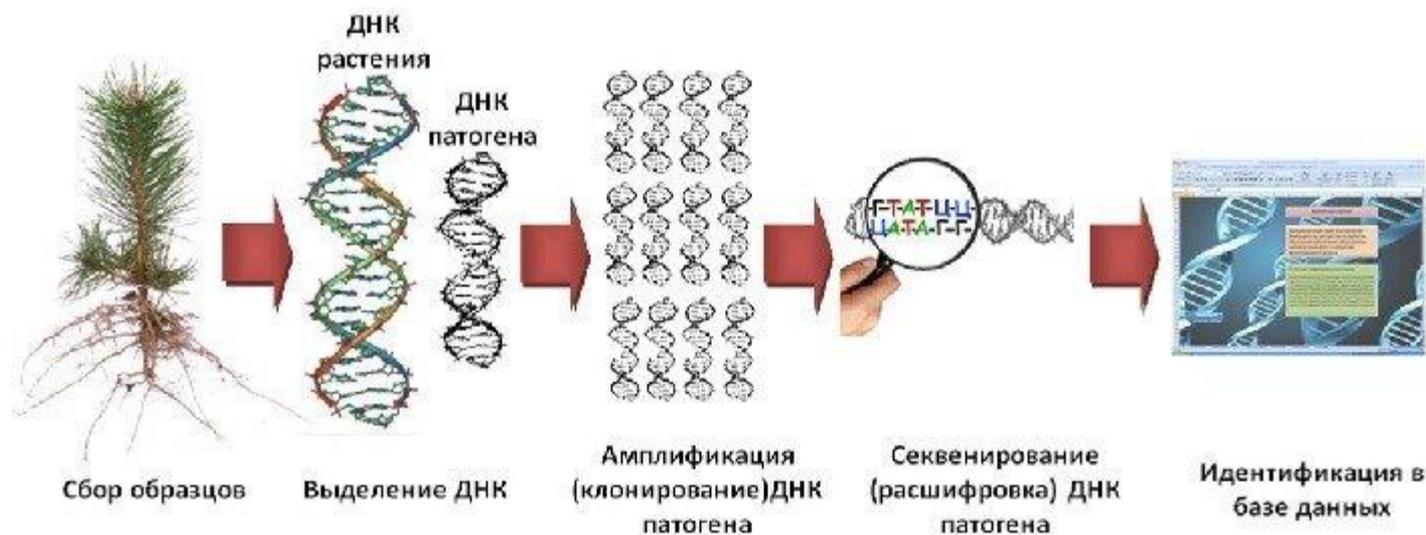


**+8,2 кг/год** продукции молочного жира  
**+6,6 кг/год** продукции молочного белка

Прогноз эффективности внедрения оценки геномной племенной ценности

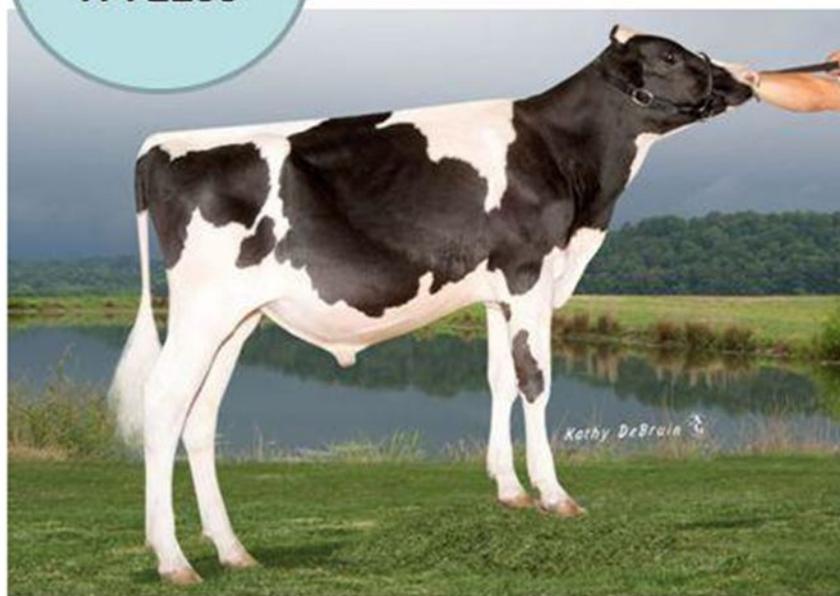
Схема геномной селекции

- **Секвенирование** биополимеров (белков и нуклеиновых кислот — ДНК и РНК) — определение их аминокислотной или нуклеотидной последовательности (от лат. *sequentum* — последовательность)



# Результат геномной селекции

Де-Су  
ТPI 2239



Раскат  
ISU154



# Геномика

- – наука, занимающаяся изучением структуры и функций генов. Её технологии позволяют установить индивидуальную вариабельность организма на действие лекарственного вещества и на этой основе создавать эффективные и безопасные лекарственные средства.

# Геномика

- Изучает общие принципы построения геномов и их структурно-функциональную организацию

## Задачи:

- **Секвенирование** – определение нуклеотидной последовательности генов
- **Картирование**– определение местоположения генов в хромосомах
- Определение функций генов и межгенных элементов

# Клеточная селекция – это...

**селекция, которая проводится на клеточном уровне.**

**Это направление клеточной инженерии, позволяющее ускорить получение высокоценных сортов, уникальных генотипов.**

**Клеточная селекция является как бы развитием мутационной селекции, но реализуется на уровне единичных клеток с использованием техники *in vitro***

## Клеточная инженерия

### 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



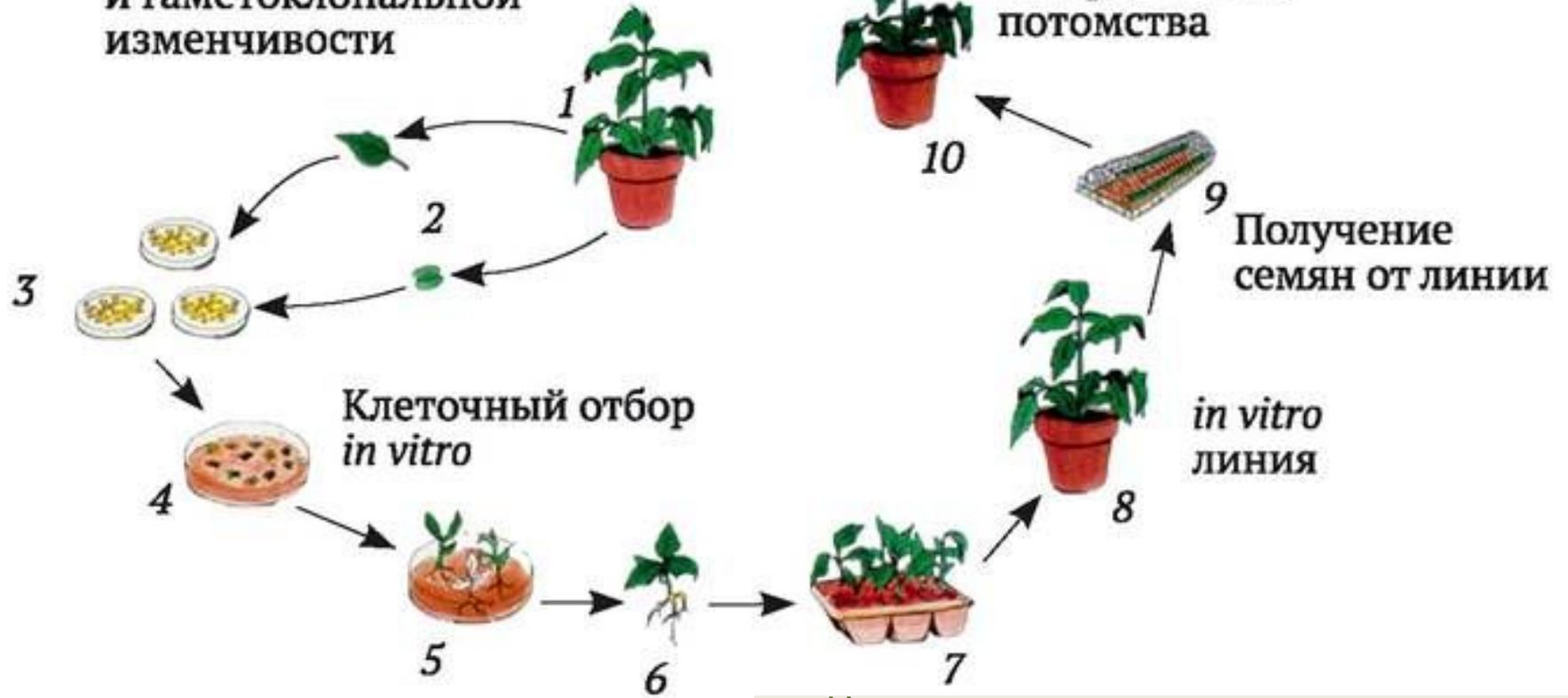
4. Удаление ядра яйцеклетки

5. Дробление



Интересен метод пересадки ядер соматических клеток в яйцеклетки. Таким способом возможно *клонирование* животных, получение генетических копий от одного организма. В настоящее время получены клонированные лягушки, получены первые результаты клонирования млекопитающих.

Клеточная селекция томата с использованием соматоклональной и гаметоуклональной изменчивости



Клеточная селекция

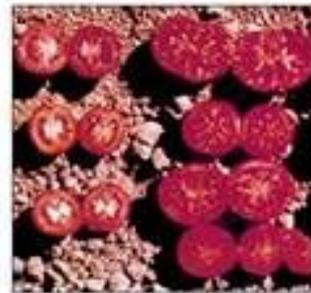
а Например, нужно вырастить растение, устойчивое к засолению почв...



б



в



г



д

# *Клеточная инженерия*



Основана на культивировании отдельных клеток и тканей на искусственных питательных средах. Такие клеточные культуры используются для синтеза ценных веществ, производства незараженного посадочного материала, получения клеточных гибридов



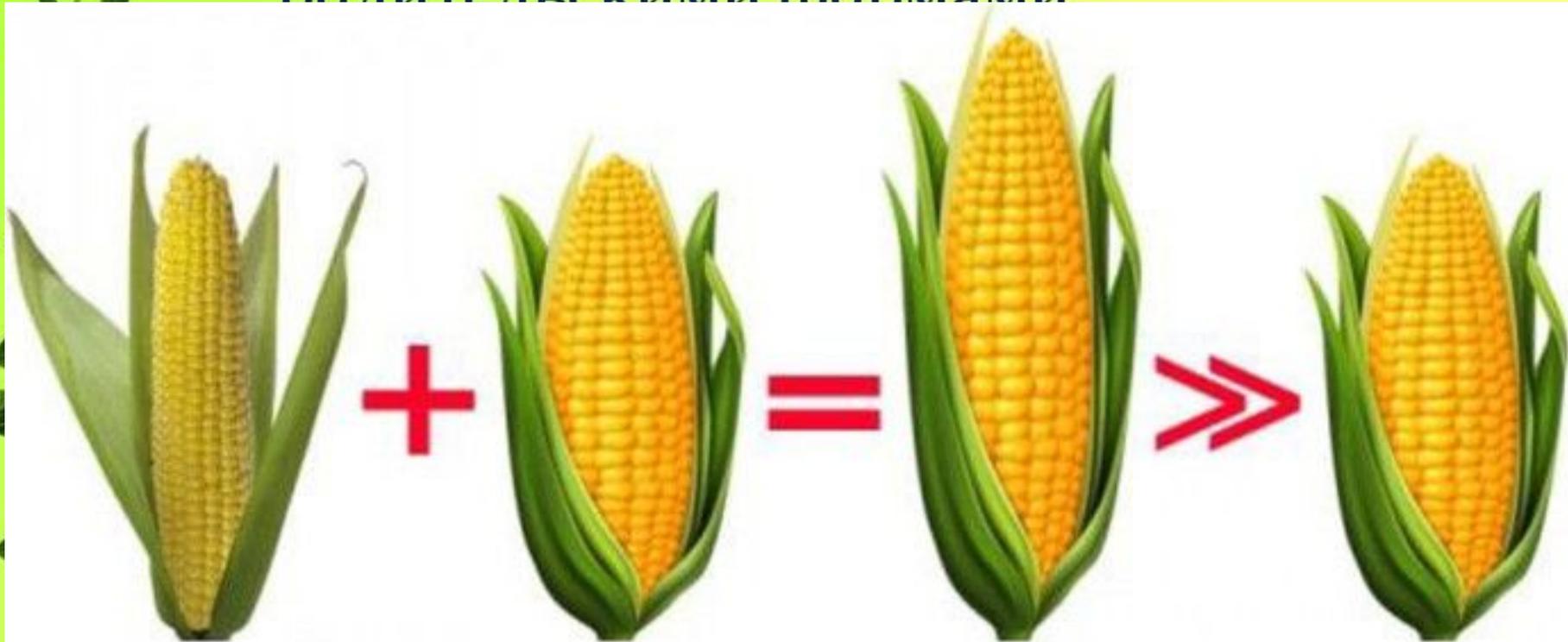
*Генная инженерия* - это целенаправленный перенос нужных генов от одного вида живых организмов в другой, часто очень далеких по своему происхождению. Это перспективное направление, которое позволит целенаправленно улучшать наследственные качества организмов, получать ценные биологически активные вещества





# Гетерозис (гибридная мощь) -

явление превосходства первого поколения гибридов по ряду признаков и свойств над обеими родительскими формами



# Гетерозис – мощное развитие гибридов первого поколения



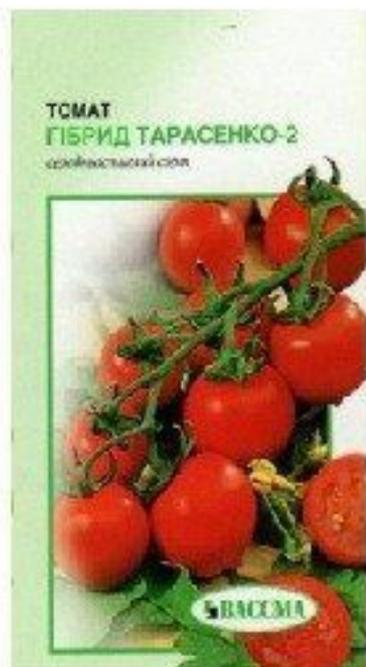
Гомозиготное растение, полученное путем многократного самоопыления в ряду поколений и используемое как отцовское (в качестве опылителя).



Гомозиготное растение, полученное путем многократного самоопыления в ряду поколений и используемое как материнское (в качестве продуцента гибридного посевного материала).



Гетерозисный гибрид, существенно превосходящий по урожайности и другим показателям каждую из родительских форм: используется как товарная продукция.



**Гетерозис- явление гибридной силы.**

**В первом поколении гибридов повышается жизнеспособность и наблюдается мощное развитие (более крупные размеры), более высокая урожайность, более активный синтез органических веществ.**

**Объясняется гетерозис переходом многих генов в гетерозиготное состояние и взаимодействием благоприятных доминантных генов.**

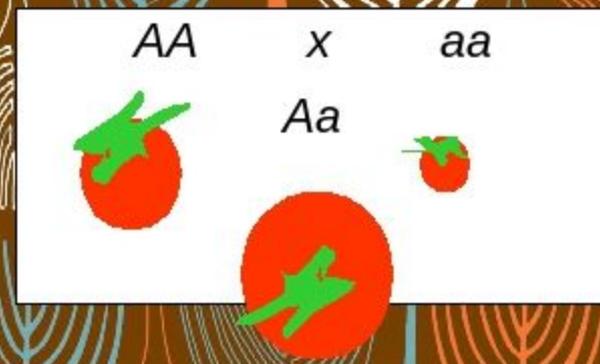
**При последующих скрещиваниях гибридов между собой гетерозис затухает вследствие выщепления гомозигот.**

# Эффект гетерозиса объясняют две гипотезы:

**Гипотеза доминирования** - гетерозис зависит от количества доминантных генов в гомозиготном или гетерозиготном состоянии: чем больше пар генов будут иметь доминантные гены, тем больше эффект гетерозиса

**Гипотеза сверхдоминирования** - гетерозиготное состояние по одному или нескольким парам генов дает гибриду превосходство над родительскими формами (сверхдоминирование)

$AAbbCCdd \times aaBBccDD$   
 $AaBbCcDd$



- **Гипотеза компенсационного комплекса генов** – большинство хозяйственно ценных признаков (например, высокая продуктивность) на самом деле вредны для организма – т.е. снижают его общую приспособленность.
- когда сорт отбирается на высокое значение такого вредного для организма признака – параллельно идет и стихийный подбор таких аллелей других генов, которые позволяют как-то компенсировать это вредное влияние.
- Когда мы скрещиваем два сорта с разными «вредными» рецессивными признаками, они переходят в гетерозиготное состояние и не проявляются, зато компенсационный комплекс генов резко повышает общую жизнеспособность по сравнению с организмами, у которых такого «вредного» гена никогда не было

## Самоопыляемые растения

Самоопыление происходит у растений, в цветках которых есть и тычинки и пестики, обычно в закрытых бутонах, например, пшеница, горох, картофель.





# Гибридизация

- 1. **Близкородственная (инбридинг)** — повышается степень гомозиготности организмов
- 2. **Неродственная (аутбридинг):**  
отдалённая — гетерозиготные организмы.
- Новые организмы превосходят родительские формы — *эффект гетерозиса*

# Гибридизация

При **инбридинге** в качестве исходных форм используются братья и сестры или родители и потомство. В селекции инбридинг обычно является лишь одним из этапов улучшения породы.

**Аутбридинг**, или неродственное скрещивание между особями одной породы или разных пород животных, при дальнейшем строгом отборе приводит к поддержанию полезных качеств и к усилению их в ряду следующих поколений.

**ИНБРИДИНГ** – близкородственное скрещивание, которое приводит к повышению гомозиготности. Применяется для получения **ЧИСТЫХ ЛИНИЙ**.

Часто приводит к снижению общей жизнестойкости из-за накопления вредных рецессивных аллелей.

Единственный метод, используемый для сохранения сорта или породы в чистом виде.



Сорт яблок «Бужбон»



Буденовская порода лошадей

# Гибридизация

При **инбридинге** в качестве исходных форм используются братья и сестры или родители и потомство. В селекции инбридинг обычно является лишь одним из этапов улучшения породы.

**Аутбридинг**, или неродственное скрещивание между особями одной породы или разных пород животных, при дальнейшем строгом отборе приводит к поддержанию полезных качеств и к усилению их в ряду следующих поколений.

# **Отдаленная гибридизация: скрещивание организмов, относящихся к разным видам и родам**

## **Виды отдаленной гибридизации**

```
graph TD; A[Виды отдаленной гибридизации] --> B[Межвидовая]; A --> C[Межродовая];
```

### **Межвидовая**

**Примеры:**  
скрещивание мягкой пшеницы с твердой, подсолнечника с топинамбуром, овса посевного с овсом византийским

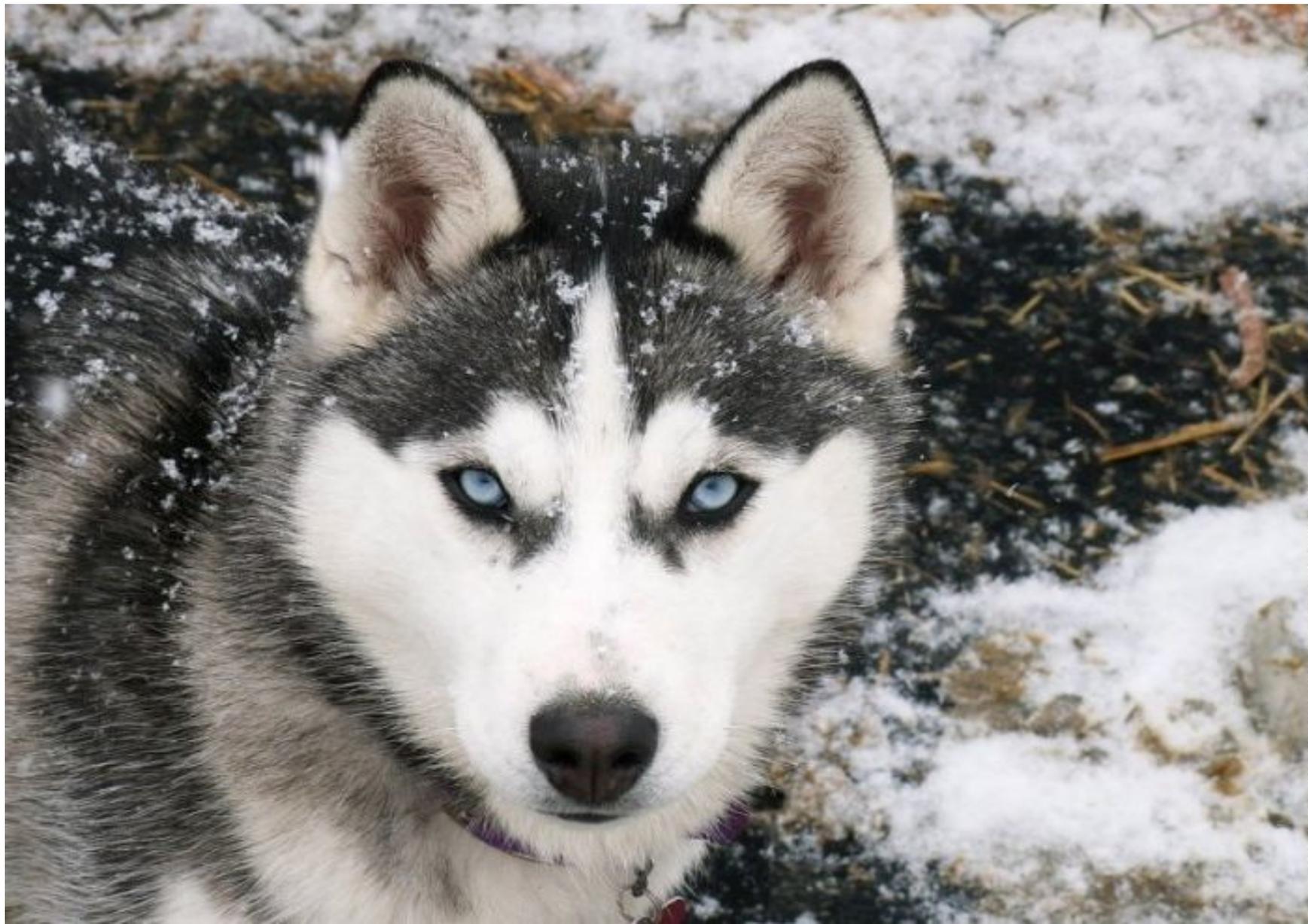
### **Межродовая**

**Примеры:**  
скрещивание пшеницы с рожью, пшеницы с пыреем, ячменя с элимусом и другие относятся к межродовой гибридизации.

# Собаководк



# ХАСКИ - собаководк



# ТИГРОЛЕВ - ГИБРИД ТИГРА-САМЦА И ЛЬВИЦЫ-САМКИ



# Лигр (лев и тигрица)



# **МУЛ** (лошадь и осел)



# МУЛ - РЕЗУЛЬТАТ СКРЕЩИВАНИЯ ОСЛА И КОБЫЛЫ



# Лошак (жеребец и ослица)



Бестер- помесь белуги и стерляди, который дает очень вкусную черную икру



# Отдалённая гибридизация

- Скрещивание особей разных видов одного рода
- Скрещивание особей разных родов



рожь + пшеница = тритикале

рожь + пырей = гибрид

капуста + редька = капустно – редечный гибрид





## Тритикале

(от лат. *triticum* — пшеница и лат. *secale* — рожь) — злак, гибрид ржи и пшеницы.

Тритикале обладает повышенной морозостойкостью (больше чем у озимой пшеницы), устойчивостью против грибных и вирусных болезней, пониженной требовательностью к плодородию почвы, содержат много белка в зерне.

# ТРИТИКАЛЕ



# Эффект гетерозиса



+



=



Чистая линия

A

Чистая линия

B

Гибрид АВ





# **МУТАГЕНЕЗ** –

процесс возникновения наследственных изменений (мутаций) под действием различных факторов (мутагенов).

- **Естественные (спонтанные)**
- **Искусственные (индуцированные)**

# Мутагенез

- **Физические мутагены** - рентгеновское и ультрафиолетовое облучение и др.
- **Химические мутагены** - колхицин, N-нитрозо-N-метилмочевина (НММ) и др.
- **Биологические мутагены** – вирусы.

# Полиплоидия



Диплоидная рожь



Тетраплоидная рожь



# Пшеница *БЕЗОСТАЯ 1*

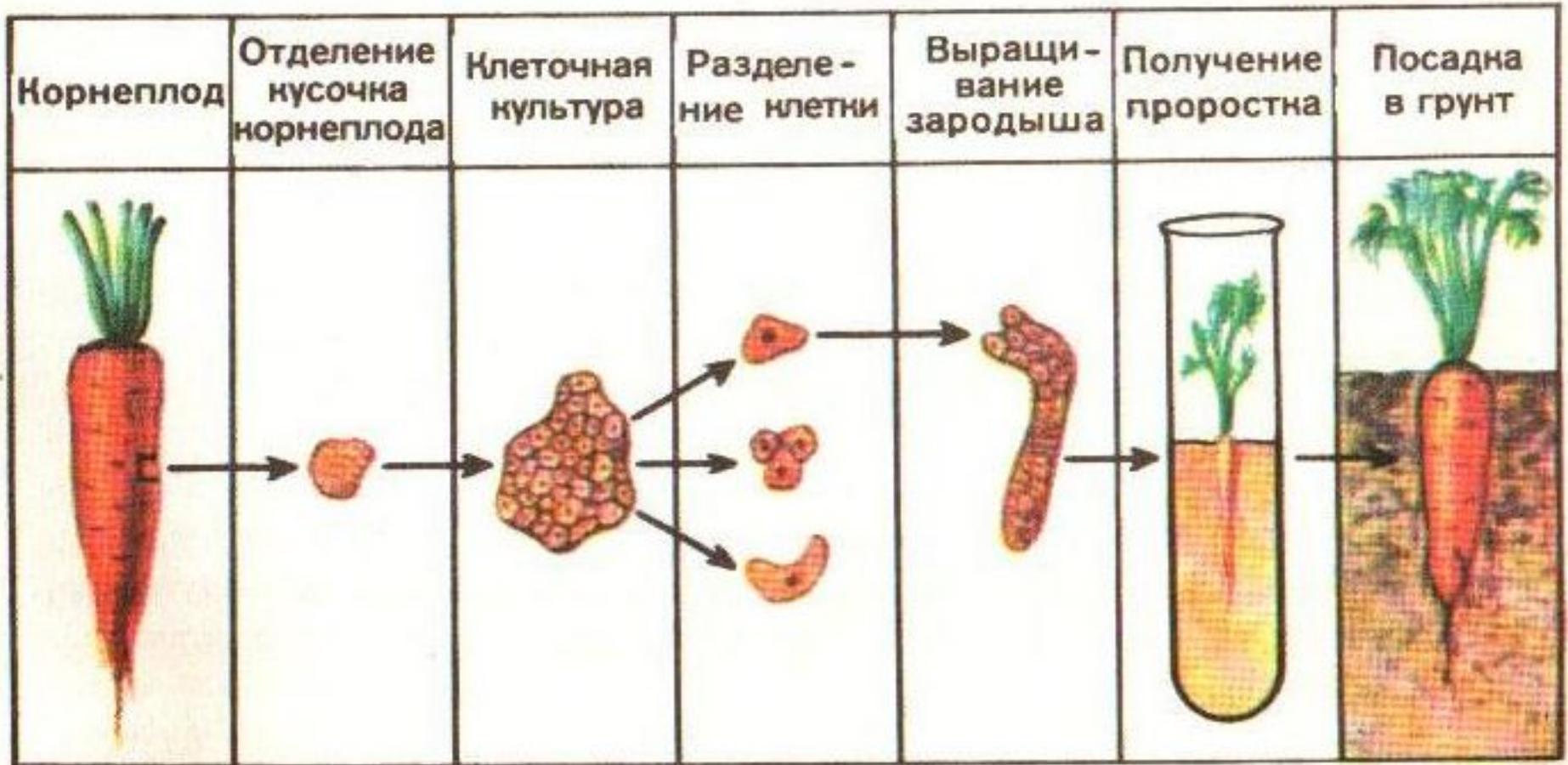


# Клеточная инженерия

**это культивирование отдельных тканей и  
клеток на искусственных питательных  
средах**

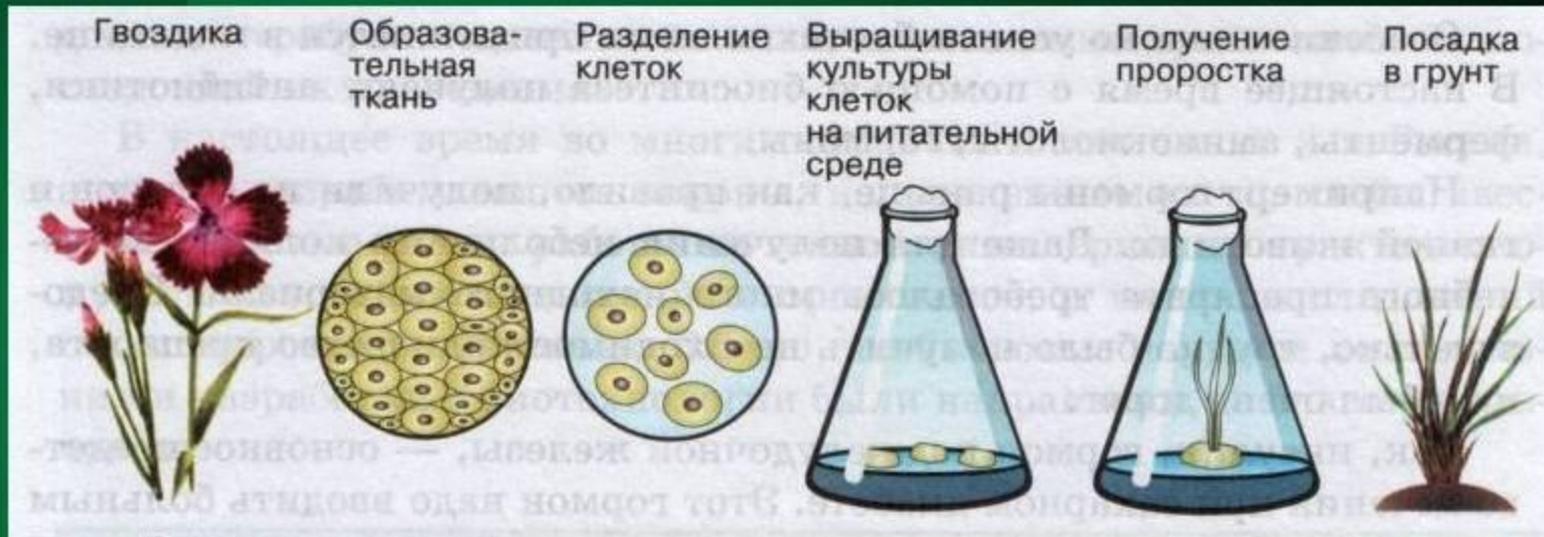


# Клеточная инженерия



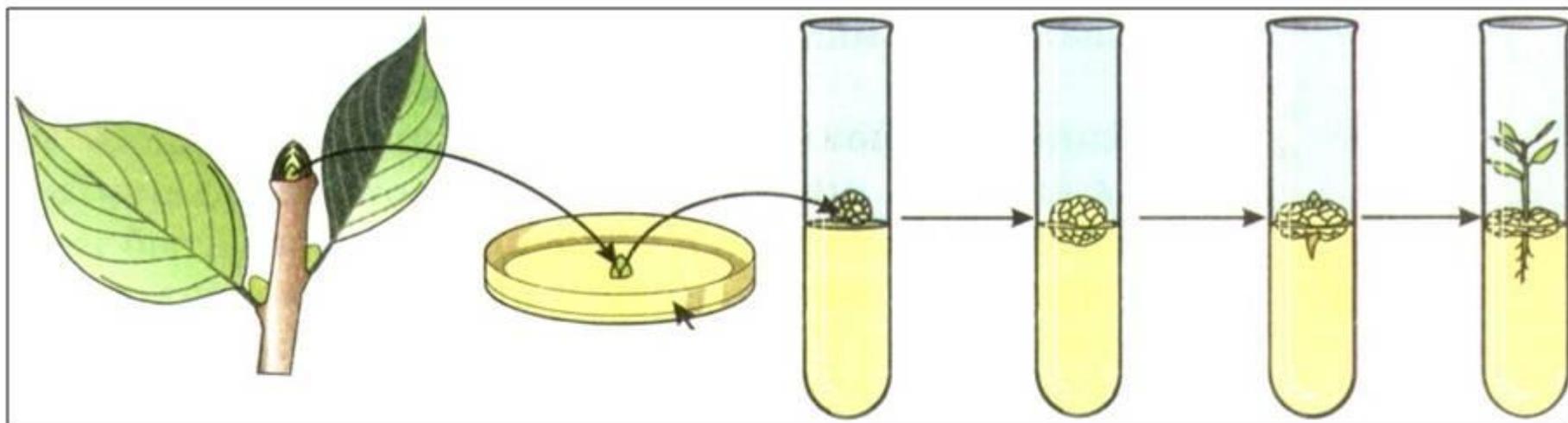
Получение растения методом культуры ткани.

# Метод культура тканей



- ✓ Всё шире на промышленной основе применяется метод вегетативного размножения сельскохозяйственных растений культурой тканей. Он позволяет не только быстро размножать новые перспективные сорта растений, но и получить незараженный вирусами посадочный материал.

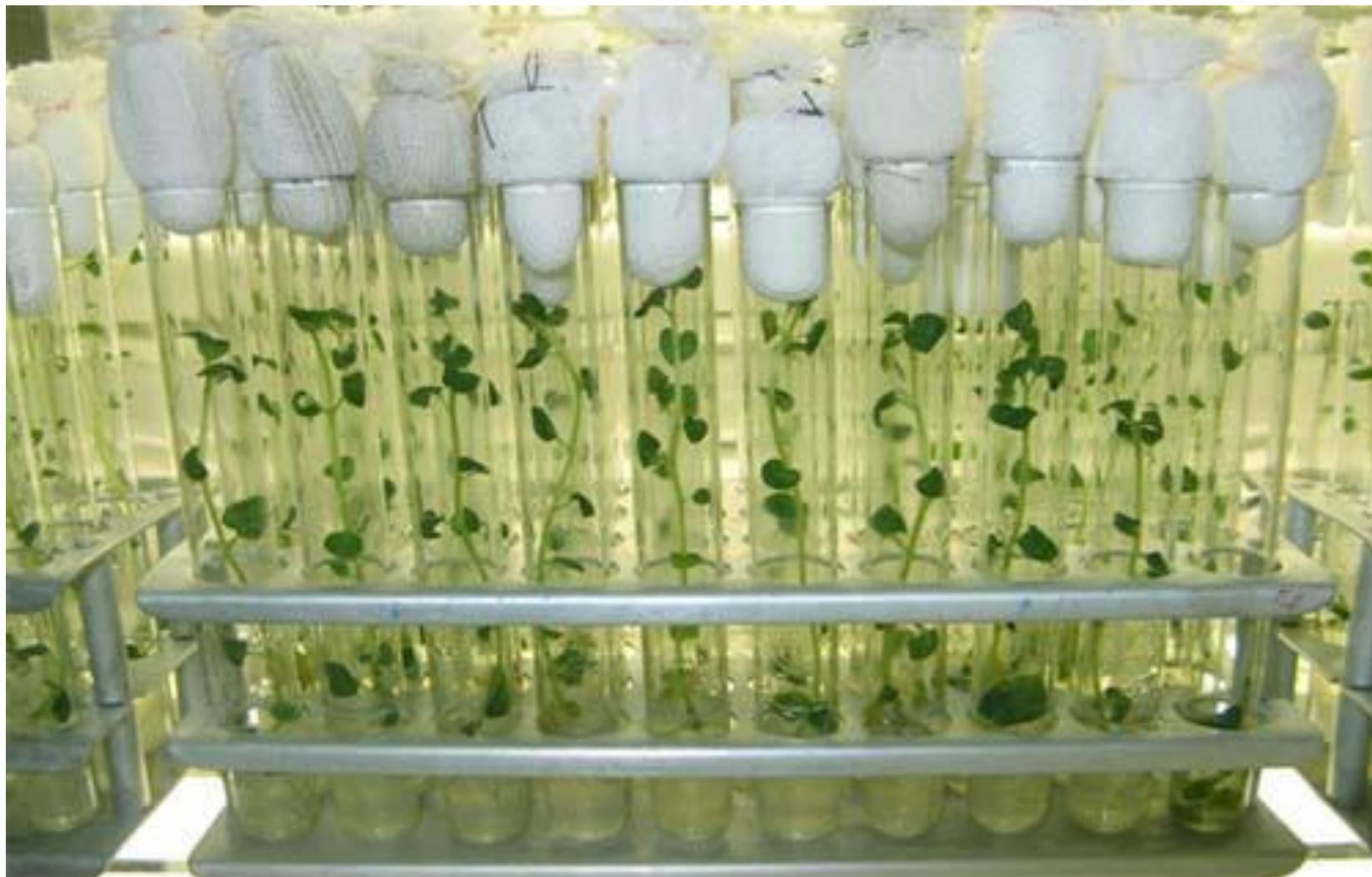
## Клеточная инженерия



Продолжается работа по **гибридизации клеток, получение гибридом**. Например, разработана методика гибридизации протопластов соматических клеток. Удаляются клеточные оболочки и сливаются протопласты клеток организмов, относящихся к разным видам — картофеля и томата, яблони и вишни.

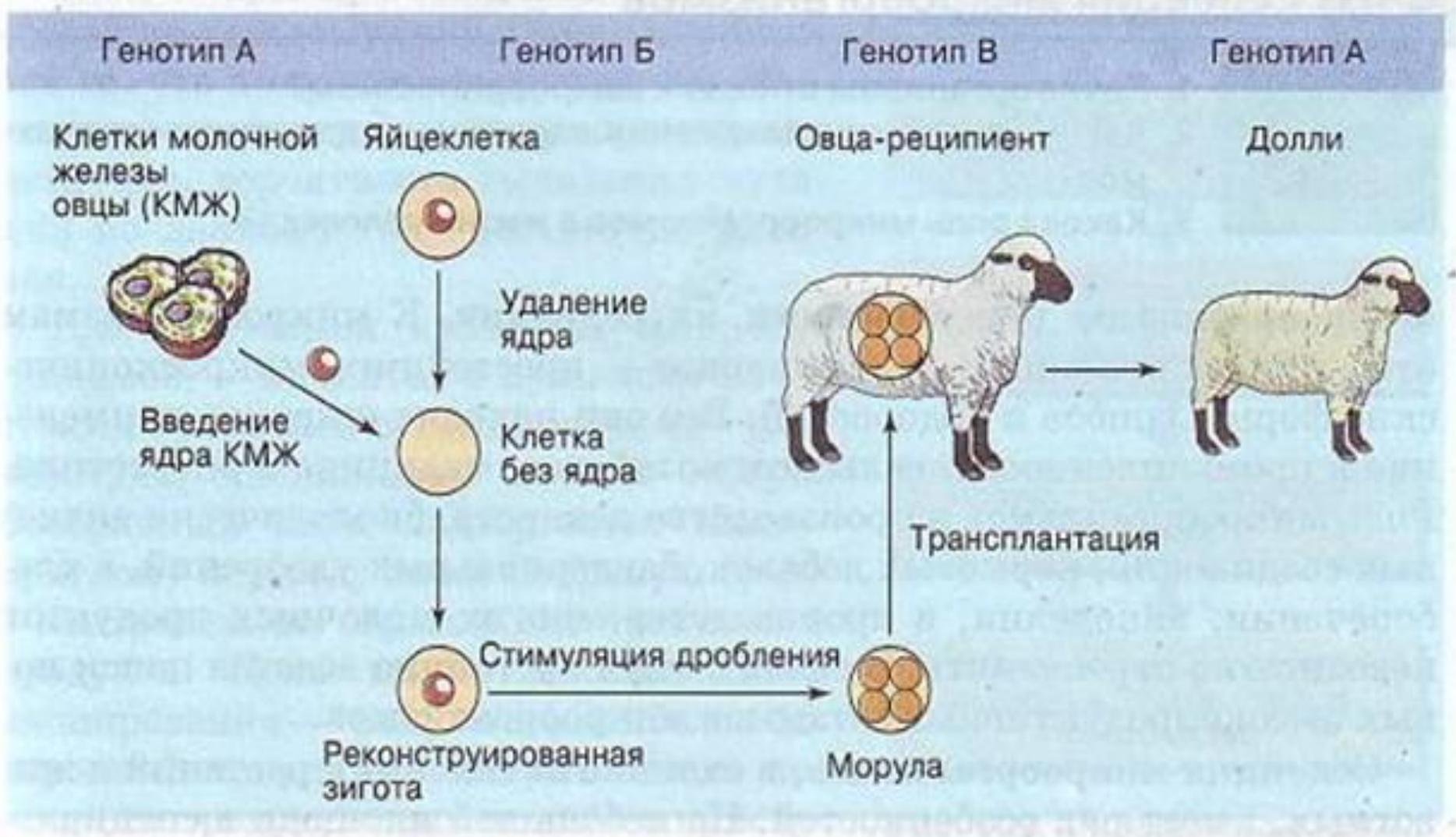
Перспективно создание **гибридом**, при котором осуществляется гибридизация лимфоцитов, образующие антитела, с раковыми клетками. В результате гибридомы **нарабатывают антитела, как лимфоциты, и «бессмертны», как раковые клетки.**

# Способ выращивания растений из клеток образовательной ткани





# Генетическое клонирование





## *Николай Иванович Вавилов*

Николай Иванович Вавилов (1887-1943) – выдающийся русский ученый – биолог, путешественник. Изучал культурные растения всего мира. Установил, что каждое растение имеет свою родину. Собрал крупнейшую в мире коллекцию семян культурных растений.



# Современная коллекция Вавилова

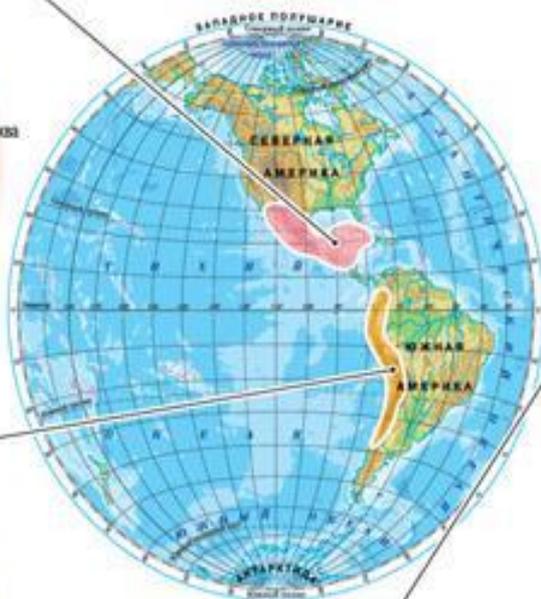


Многие культурные растения возделывают во всех странах, на разных континентах. **Однако каждое из этих растений имеет свою историческую родину – центр происхождения.** Именно там находились их дикорастущие предки. Некоторые предшественники культурных растений давно вымерли, но немало их встречается и поныне в дикой природе.

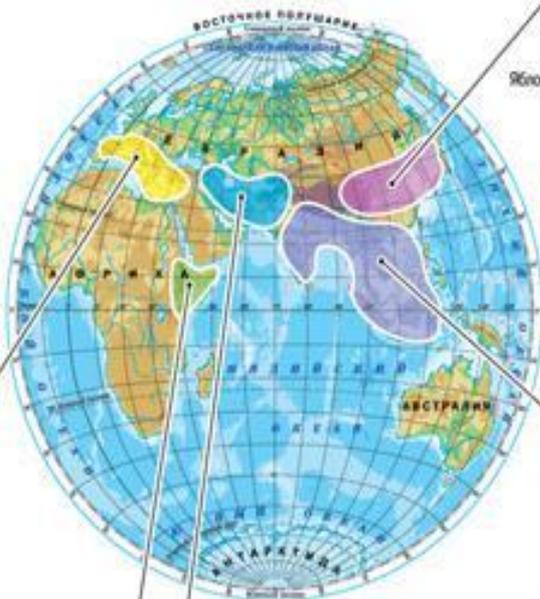
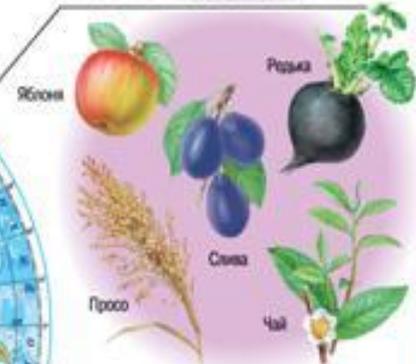
Центры происхождения растений были открыты выдающимся русским ученым Николаем Ивановичем Вавиловым. Он побывал в многочисленных экспедициях по нашей стране и за рубежом – в Иране, Афганистане, Средиземноморье, Эфиопии, Центральной Азии, Японии, Северной, Центральной и Южной Америке. Во время экспедиций он изучил около 1600 видов культурных растений. Из поездок были привезены тысячи образцов семян.

# ЦЕНТРЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ (по Н. И. Вавилову)

## Центральноамериканский



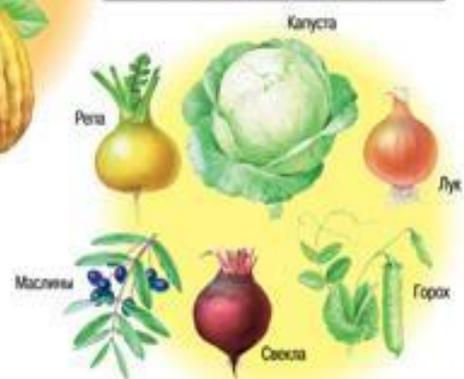
## Восточноазиатский



## Южноамериканский



## Средиземноморский



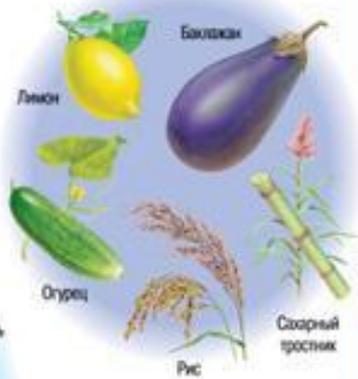
## Абиссинский



## Юго-Западноазиатский



## Южноазиатский тропический

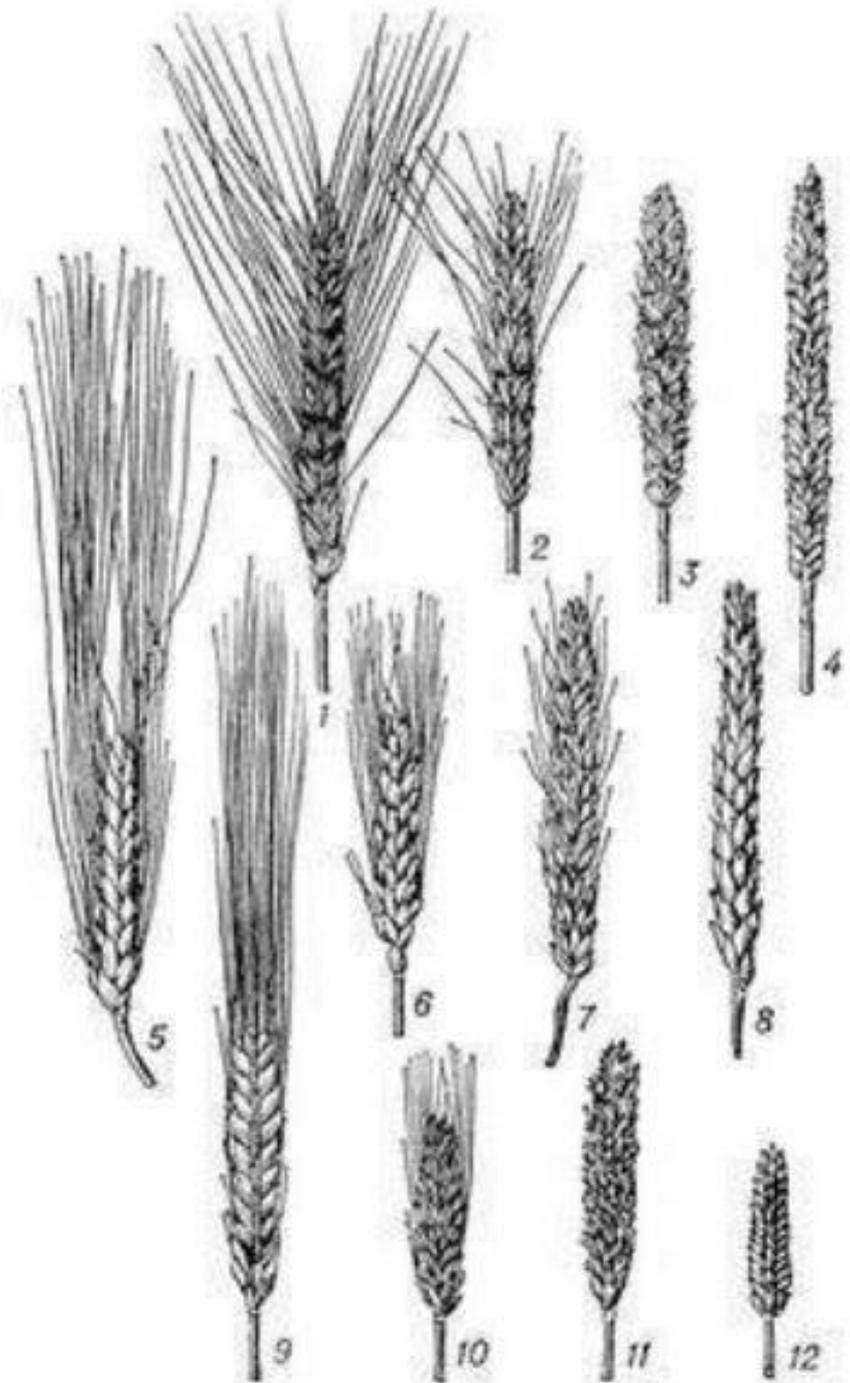


**Основные центры происхождения  
культурных растений**  
(по Н.И. Вавилову)

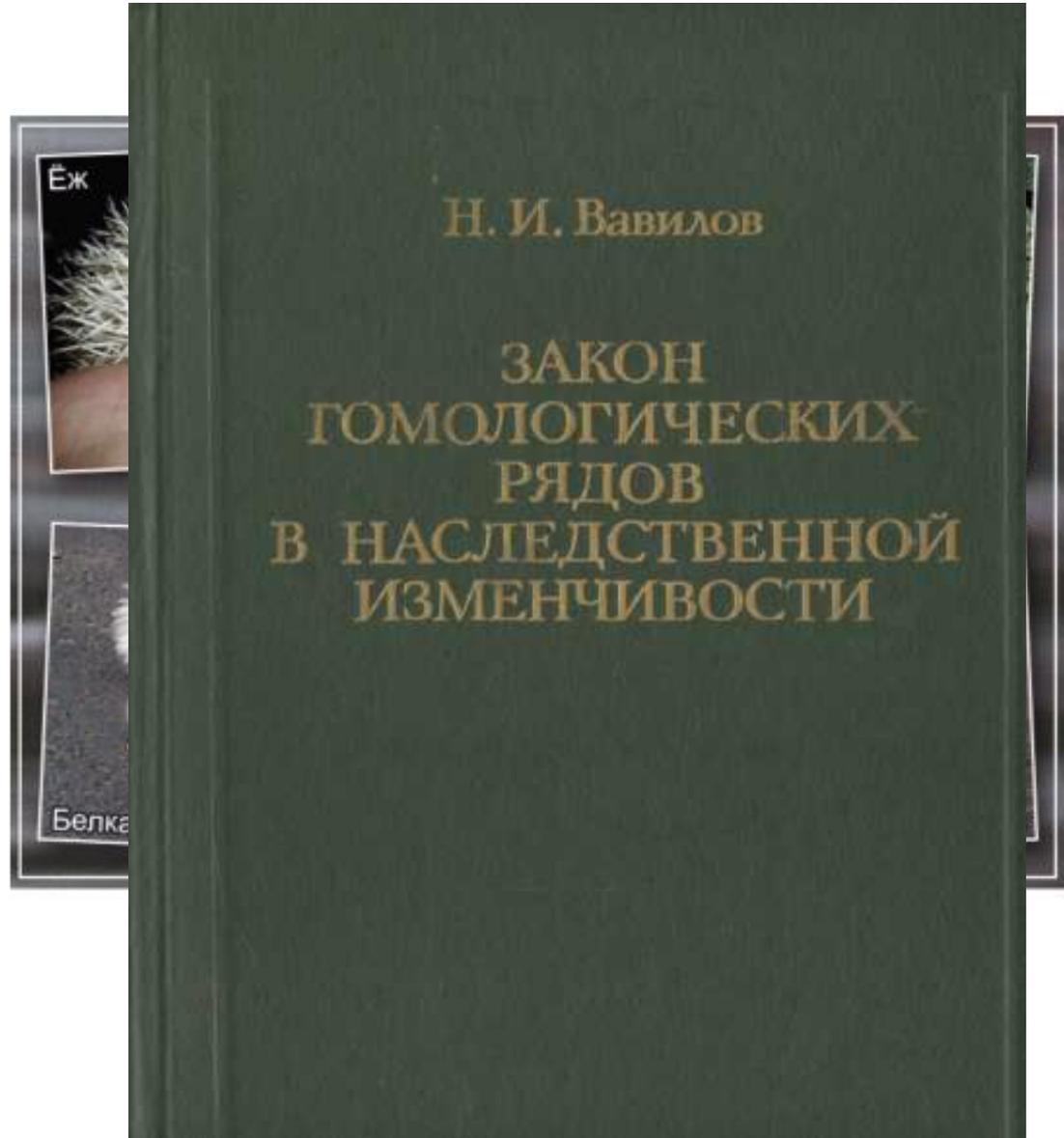
Центры	Культуры
Китайский (Восточноазиатский)	Соя, просо, гречиха, ячмень, некоторые луки, баклажан, слива, хурма, некоторые виды груши, яблони, опиный мак, чай
Индийский (Южноазиатский)	Рис, баклажан, огурец, сахарный тростник, зерновые бобовые, цитрусовые, манго, банан
Среднеазиатский	Пшеница, зерновые бобовые, конопля, абрикос, персик, некоторые виды яблони
Переднеазиатский (Западноазиатский)	Пшеница, ячмень, рожь, виноград, алыча, айва, черешня, инжир, миндаль, грецкий орех, дыня, гранат
Средиземноморский	Маслина, большинство овощных (капуста, петрушка, репа, лук, чеснок, морковь, свёкла и др.)
Абиссинский	Ячмень, кофейное дерево, твёрдые пшеницы
Центральноамериканский	Кукуруза, фасоль, тыква, перец, какао, батат, авокадо
Южноамериканский	Картофель, табак, арахис, ананас, подсолнечник

# Закон Вавилова:

- "Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов."



## Основы селекции. Закон гомологических рядов



Н. И. Вавилов

ЗАКОН  
ГОМОЛОГИЧЕСКИХ  
РЯДОВ  
В НАСЛЕДСТВЕННОЙ  
ИЗМЕНЧИВОСТИ

Открытый Н.И.Вавиловым закон справедлив не только для растений, но и для животных. Так, альбинизм и сходные ряды в окраске встречается не только в разных группах млекопитающих, но и птиц, и других животных.

Короткопалость наблюдается у человека, крупного рогатого скота, овец, собак, птиц, отсутствие перьев у птиц, чешуи у рыб, шерсти у млекопитающих и т.д.

A detailed oil painting of an elderly man with a white beard and hair, wearing a dark, textured suit jacket over a light-colored shirt. He is holding a branch of an apple tree in his right hand, with several ripe, red and yellow apples hanging from it. In his left hand, he holds a single apple up to his chest. The background is a plain, light color. In the top right corner, there is a quote in Russian. In the bottom center, there is a caption in Russian. In the bottom left corner, there is a small signature 'И.В.М.'.

*Человек может и должен  
создавать новые формы  
растений лучше природы*

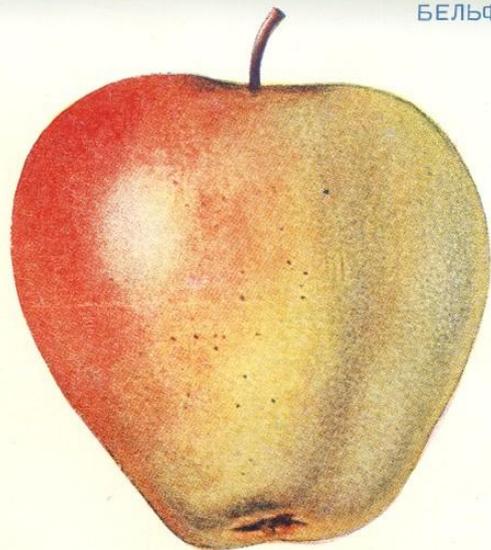
*И.В. Мичурин*

Гибридизация и искусственный отбор (индивидуальный)

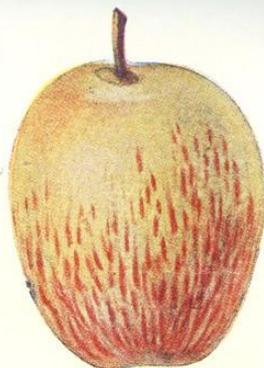
И.В. Мичурин в своём кабинете в 1926 году



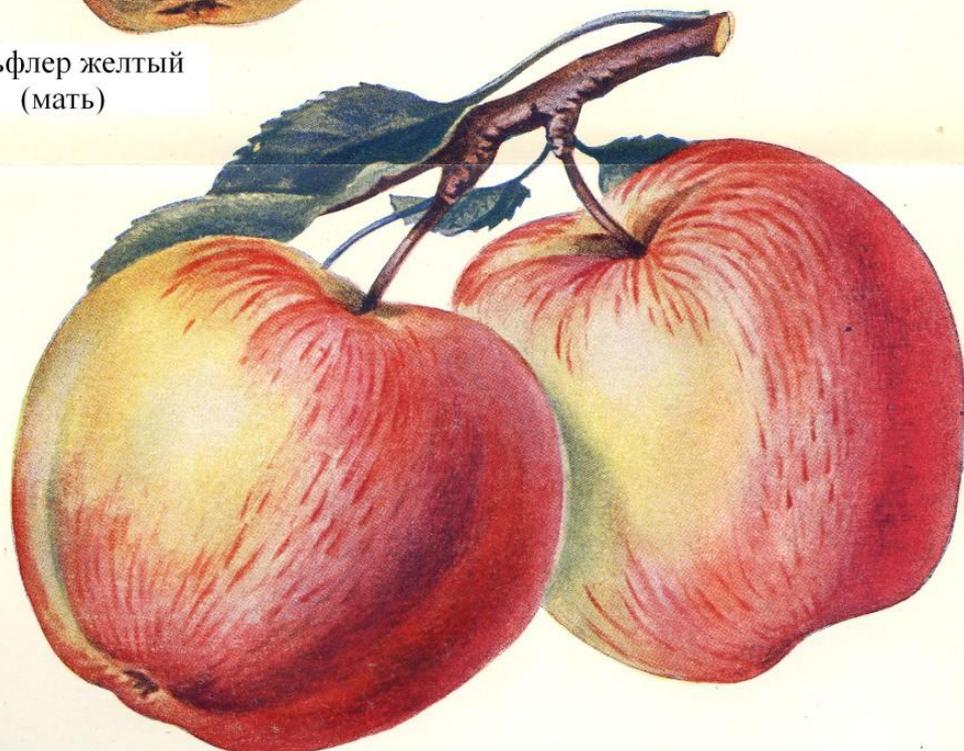
ПОДБОР ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРИ ВЫВЕДЕНИИ  
БЕЛЬФЛЕР-КИТАЙКИ



Бельфлер желтый  
(мать)



Китайка (отец)

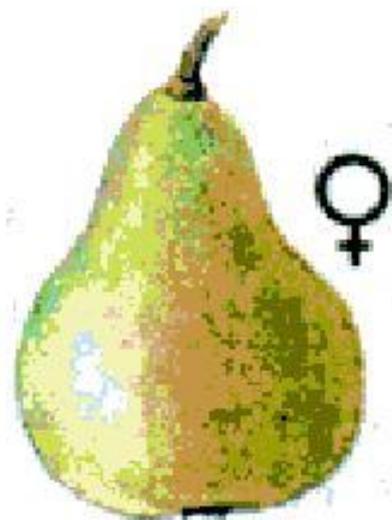


Бельфлер-китайка (гибрид)

Бельфлер – китайка. Получена от скрещивания китайской яблони (снизу) и Бельфлера желтого канского (слева вверху).



# Получение сорта Бере зимняя Мичурина



Бере рояль



Уссурийская  
груша

X



Бере зимняя Мичурина





китайка

ЦЕРАПАДУС

# Особенности селекции животных

```
graph TD; A[Особенности селекции животных] --> B[количество особей в потомстве невелико]; A --> C[в основном очень редкая смена поколений (у большинства животных через несколько лет)]; A --> D[для них характерно только половое размножение];
```

количество особей  
в потомстве  
невелико

в основном очень  
редкая смена  
поколений (у  
большинства животных  
через несколько лет)

для них характерно  
только половое  
размножение