

## **Лекция 6**

# **Инбридинг и гетерозис**

Традиционные методы селекции

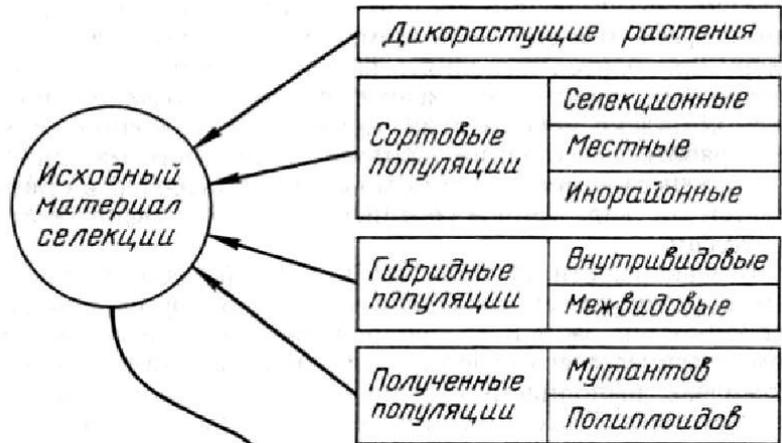
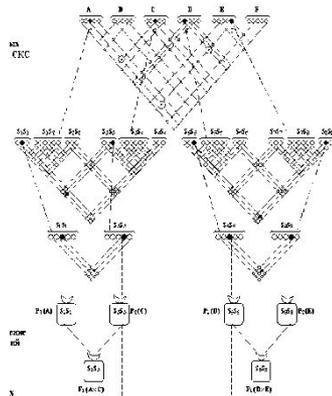
# Схема селекционного процесса

## I этап

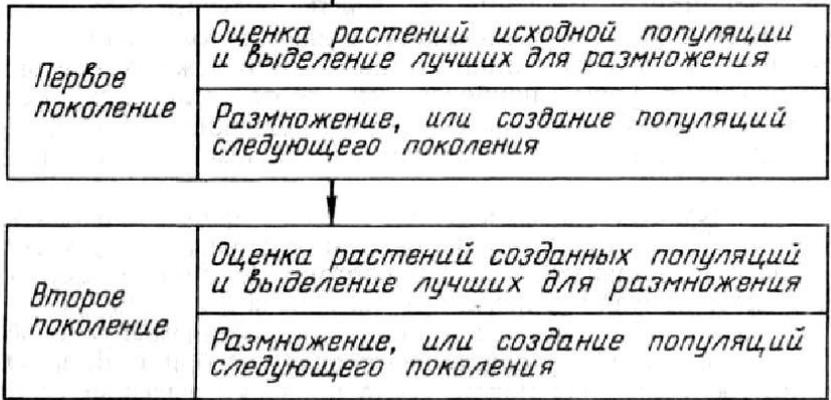
Поиск и создание исходного материала

## II этап

Отбор

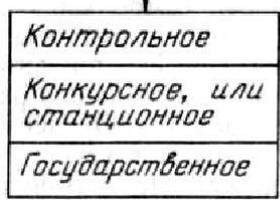


II этап. Отбор



и т.д. (до создания популяции, отвечающей целям селекционной работы)

III этап. Испытание



## III этап

Испытание

# Термины и понятия

**Сорт** – выведенная человеком группа хозяйственно-ценных по биологическим и морфологическим признакам растений, выращиваемых человеком с целью получения определенного продукта

**Сорт-популяция** – сорт перекрестноопыляющейся культуры - генетически неоднородная совокупность особей, но имеющая один или более признаков, по которым её можно отличить от других сортов.

**Сорт-линия** - сорт самоопыляющейся культуры – генетически однородная совокупность особей.

**Клон** – генетически однородная совокупность растений, полученных от отдельной особи посредством вегетативного размножения (сорта вегетативно размножаемых культур).

**F1 гибрид** – генетически однородная совокупность особей, полученная в результате гибридизации двух гомозиготных родительских линий.

**Чистая линия** – потомство, полученное в результате инбридинга (самоопыления) гомозиготного растения.

# Гибридизация

**Гибридизация** - процесс образования или получения гибридов, в основе которого лежит объединение генетического материала разных клеток в одной клетке.

***Внутривидовая гибридизация*** – скрещивание в пределах одного вида - основной метод создания исходного материала

***Отдалённая гибридизация*** – скрещивание между разными систематическими группами, при которой происходит объединение разных геномов.

Применяется, когда в пределах одного вида не удается обнаружить формы с нужными признаками.

# Внутривидовая гибридизация

Внутривидовая гибридизация - простой и эффективный метод



# Гибридизация и получение гибридных семян томата



**Сбор пыльцы**



**Кастрация цветка**



**Опыление**



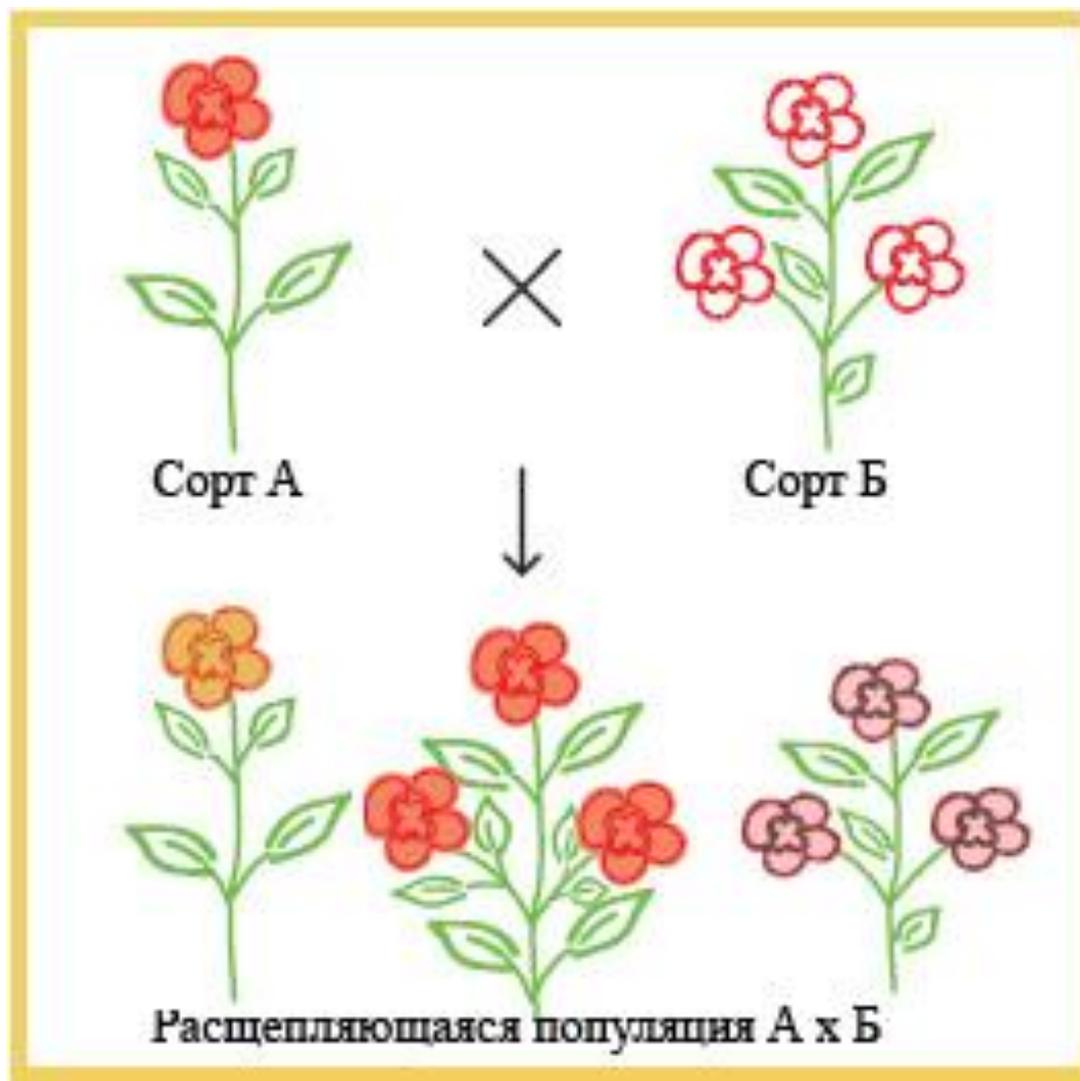
**Созревание плодов**



**Выделение семян**



# Подбор пар для скрещивания



# *Отдалённая гибридизация*

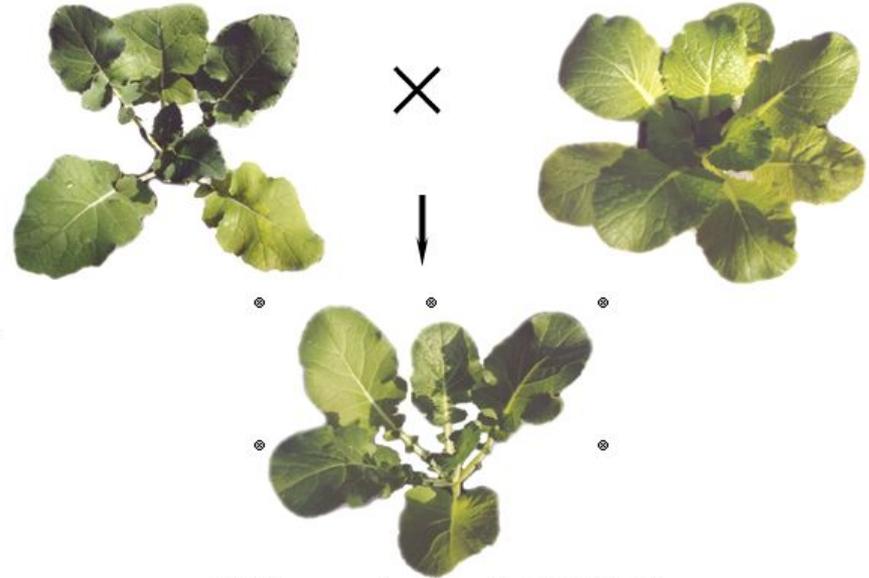
## **Направления использования отдаленной гибридизации в селекции растений**

1. Отдаленная гибридизация, как способ передачи определенного комплекса или отдельного гена, недостающего культуре, от одного вида или рода к другому

# Передача цитоплазматической мужской стерильности посредством отдаленной гибридизации от рапса в капусту пекинскую

P<sub>1</sub> *B. napus* (AACC, 2n=38)

P<sub>2</sub> *B. pekinensis* (AA, 2n=20)



источник ЦМС

♀ P<sub>1</sub> *B. napus* × ♂ P<sub>2</sub> *B. pekinensis*  
 (AC, n = 19) ↓ (A, n = 10)

F<sub>1</sub> (*B. napus* × *B. pekinensis*) × P<sub>2</sub> *B. pekinensis*  
 (AAC, 2n = 29) ↓ (A, n = 10)

BC<sub>1</sub> [(*B. napus* × *B. pekinensis*) × *B. pekinensis*] × P<sub>2</sub> *B. pekinensis*  
 (AA... AAC, 2n = 21...29) ↓ (A, n = 10)

BC<sub>2</sub> ЦМС *B. pekinensis*  
 (A, n = 10)

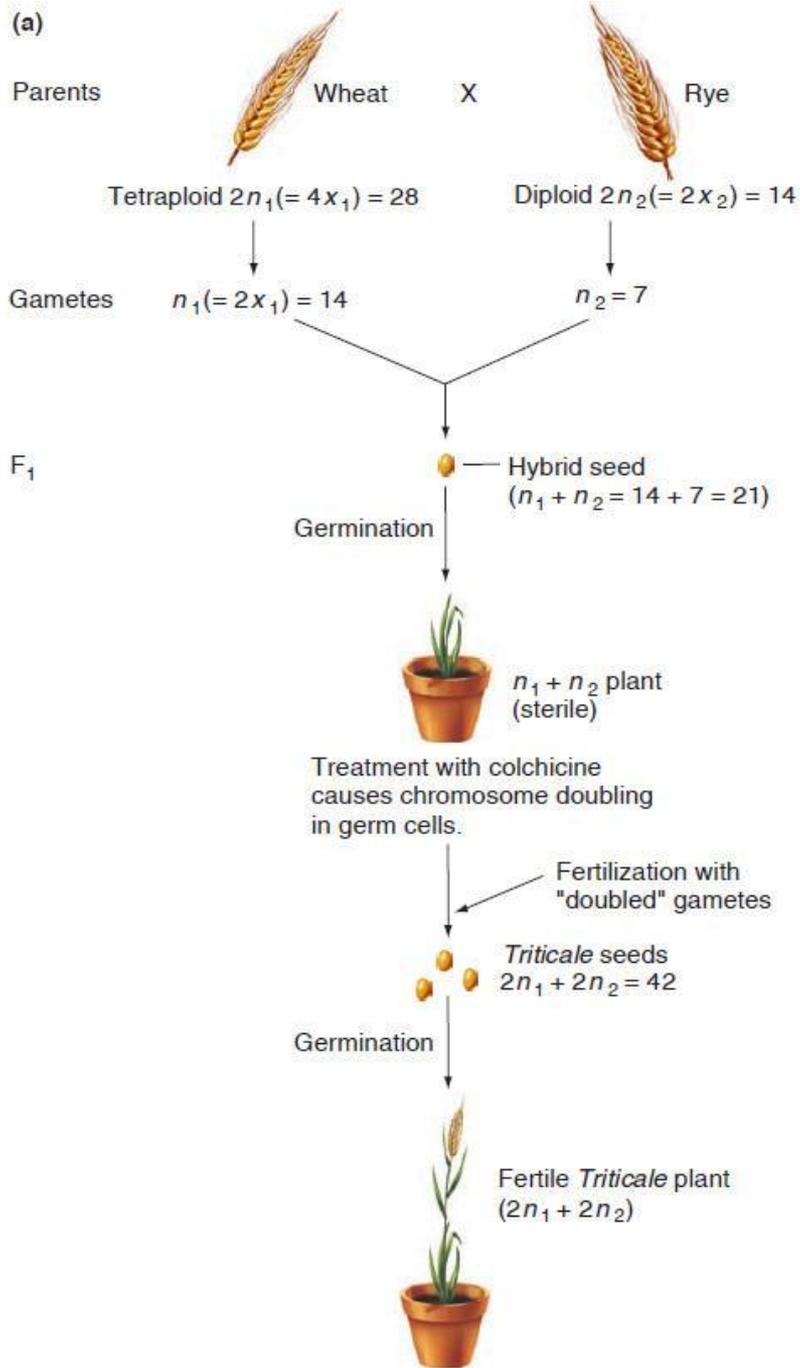
# Направления использования отдаленной гибридной селекции в селекции растений

2. Отдаленная гибридная селекция с полиплоидией или без нее, как способ создания плодовых промежуточных гибридов, объединяющих в себе различные хозяйственно ценные признаки отдаленно родственных таксонов и служащих донорами комплексного наследования определенных сочетаний признаков.

# Направления использования отдаленной гибридации в селекции растений

3. Отдаленная гибридация с полиплоидией, как способ получения нового культурного вида, наделенного комплексом биологических и хозяйственно ценных признаков, выделяющих его из разнообразия существующих культур и определяющих его конкурентоспособность - **Синтез и ресинтез видов**

# Получение искусственного вида Triticale



Пшеница

Рожь

Тритикале

# Проблемы отдаленной гибридизации

## Нескрещиваемость видов

- Непрорастание пыльцы на рыльце материнского растения
- Разрыв пыльцевых трубок
- Слишком медленный рост пыльцевых трубок
- Отсутствие оплодотворения

## Способы преодоления

- Подбор компонентов скрещивания
- Выбор материнского растения
- Воздействия на материнское растение и пыльцу отцовского
- Вегетативное сближение
- Хирургические вмешательства
- Выращивание материнского растения в неблагоприятных условиях

# Проблемы отдаленной гибридизации

**Прекращение роста зародыша и непрорастание семени**

**Способы преодоления**

- Эмбриокультура

# Технология спасения зародышей капустно-редечного гибрида (*Brassica-Raphanus*)



1 Стерилизация  
стручков и  
извлечение  
завязавшихся семян



2 Культивирование  
зародышей из  
недозревших семян



3 Проращивание  
зрелых зародышей



4 Адаптация сеянцев



**Капустно-редечный  
гибрид  
*Brassica-Raphanus***

# Проблемы отдаленной гибридизации

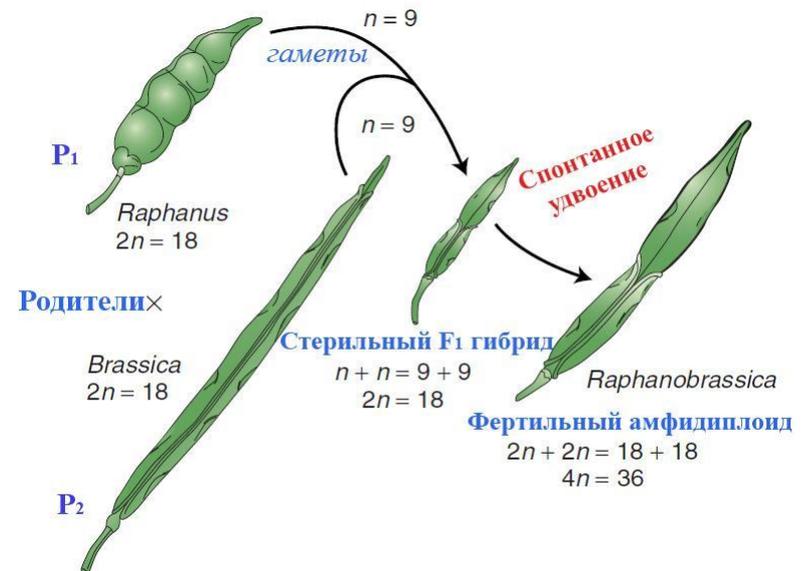
## Стерильность отдаленных гибридов

Стерильность является результатом дисбаланса хромосомного состава, нарушения конъюгации хромосом и мейотического деления.

**Однако!** гибридные растения способны формировать фертильные яйцеклетки в силу их более высокой жизнеспособности

## Способы преодоления

- Беккроссирование
- Удвоение хромосомного состава



**Селекция гибридов F1**  
**Инбридинг**  
**Гетерозис**

# Инбридинг

принудительное самоопыление перекрестноопыляемых культур

**Инбредная депрессия** - снижение жизненности растений в результате инбридинга, перехода генов в гомозиготное состояние

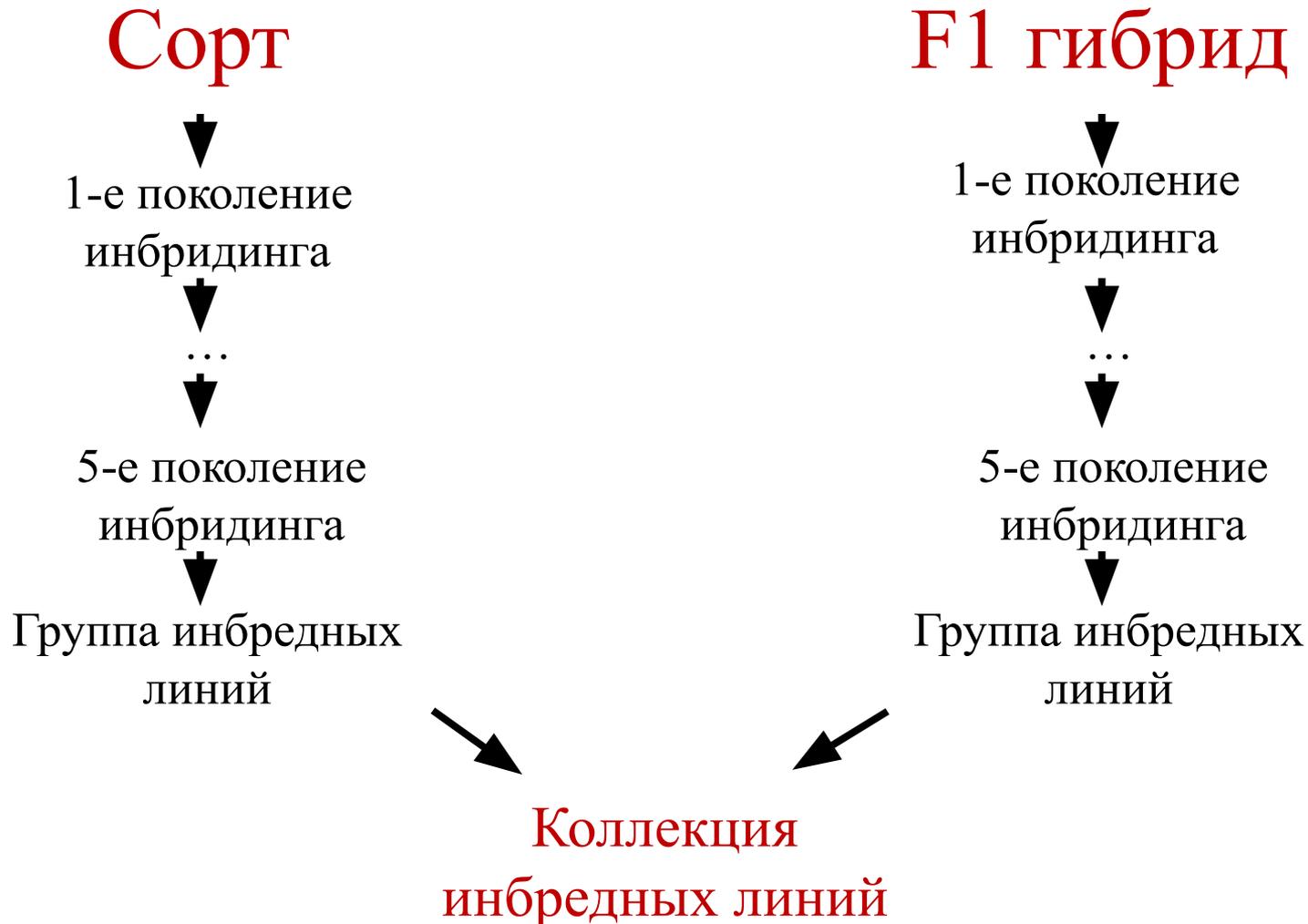
**Инбредный минимум** - пороговое значение инбредной депрессии, после которого в поколениях инбридинга снижения жизненности не происходит



**Проявление инбредной депрессии в поколениях инбридинга S1-S6**

# Назначение инбридинга

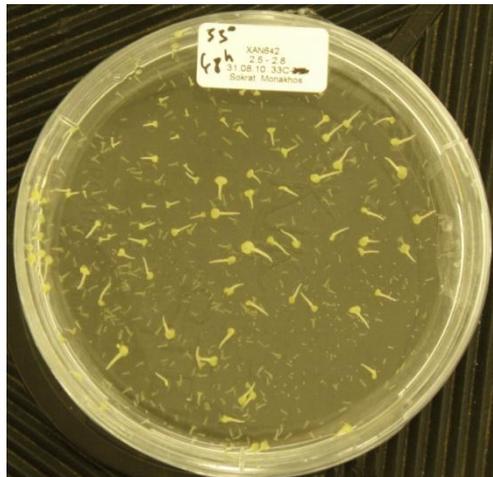
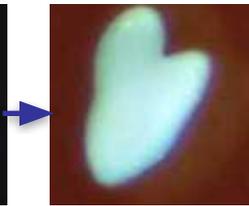
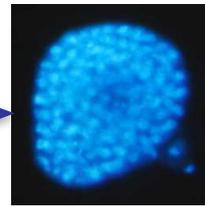
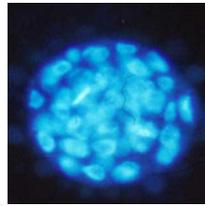
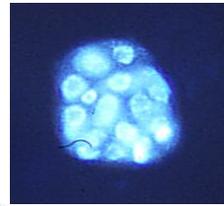
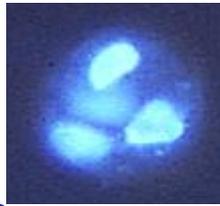
создание инбредных линий –родительских линий F1 гибридов



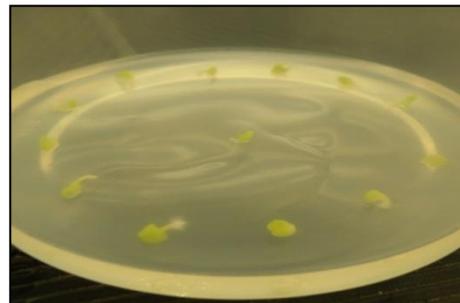
# Получение удвоенных гаплоидов



Соцветие



Эмбриогенез



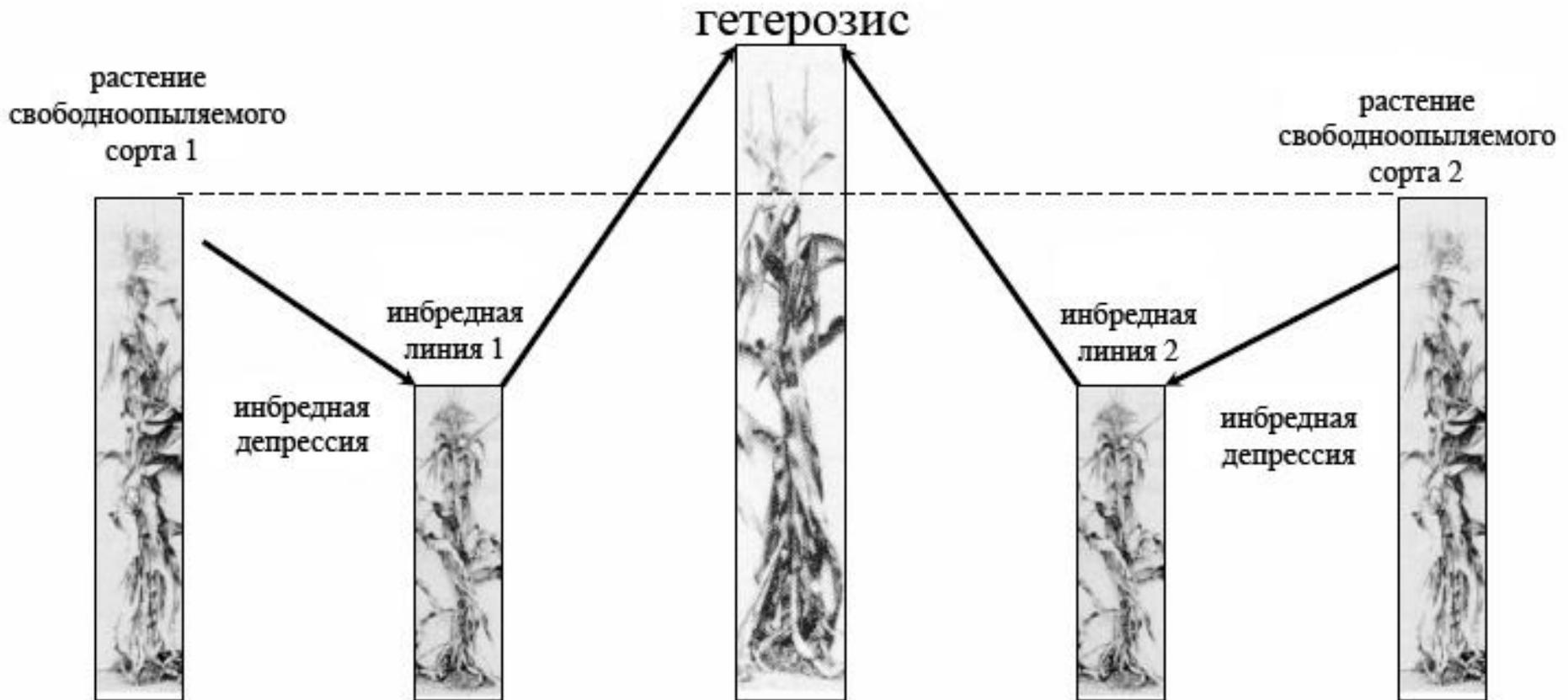
Регенерация



Акклиматизация

# Гетерозис

Гетерозис – увеличение мощности, жизненности и продуктивности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами



Особенность гетерозиса - проявление у гибридов первого поколения, снижение во втором и дальнейшее затухание в последующих поколениях

**Проявление инбредной депрессии у родительских линий капусты пекинской и гетерозисного эффекта у F1 гибрида, полученного с их участием**



# Гипотеза доминирования

Гетерозис объясняется сочетанием в генотипе доминантных аллелей и их взаимным проявлением в фенотипе

Инбредная линия А х Инбредная линия В  
AAbbccddEE                      aaBBCCDDee



F1 гибрид  
AaBbCcDdEe

*У гибрида будут проявляться только аллели ABCDE*

# Гипотеза сверхдоминирования

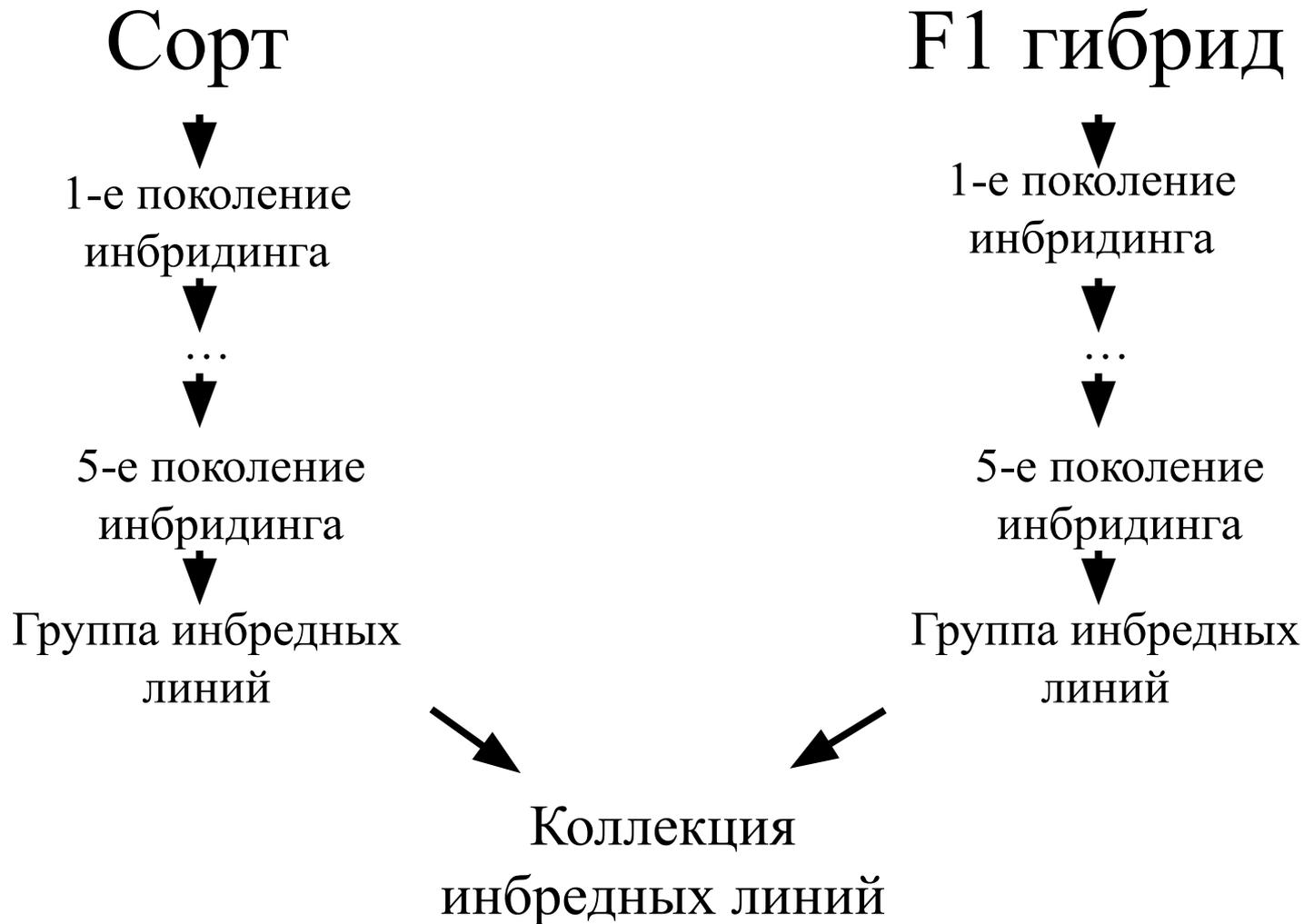
гетерозиготные особи (**Aa**) превосходят по мощности не только особей с рецессивной гомозиготой (**aa**), но и особей с доминантной гомозиготой (**AA**)

$$AA < Aa > aa$$

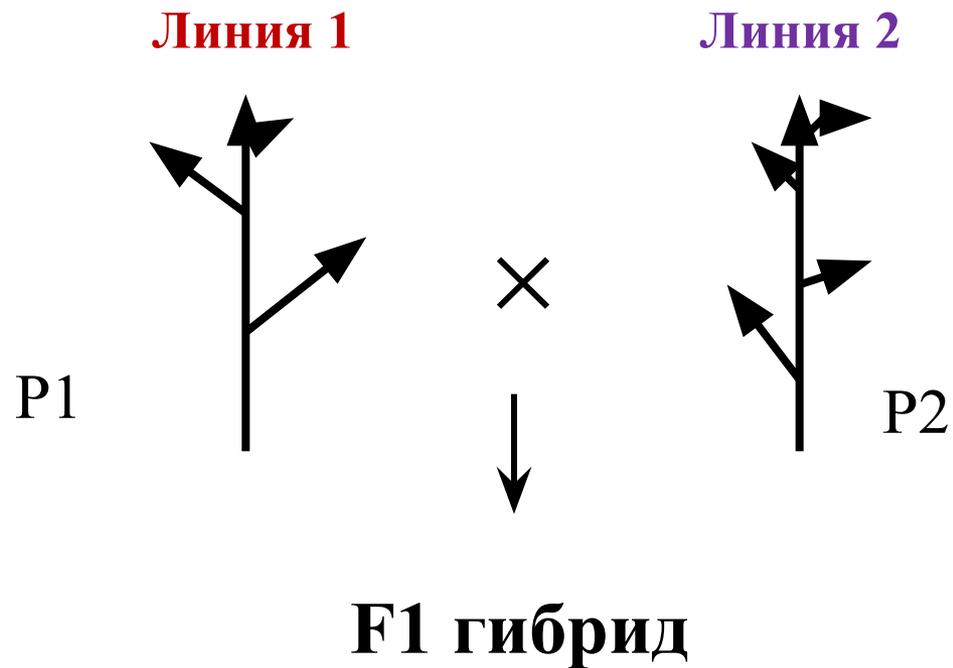
- *Гипотеза сверхдоминирования объясняет повышенную мощность и продуктивность гибридных форм разнокачественностью у них разных аллелей одной и той же пары.*
- *Предполагается, что оба аллеля в гетерозиготе выполняют различные функции, взаимно дополняя друг друга*

**Селекция гибридов F1,  
способы получения  
гибридных семян**

Создание коллекции инбредных линий – путем многократного (5-7 поколений) самоопыления и отбора



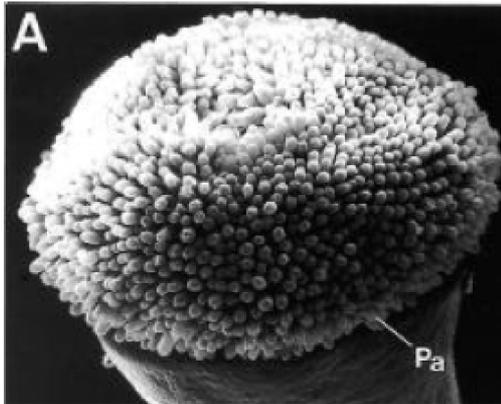
# Получение F1 гибридных семян



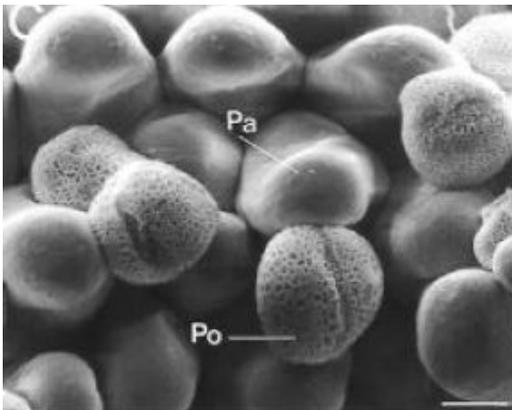
# Самонесовместимость

явление при котором вполне жизнеспособная пыльца не прорастает на рыльце пестика своего растения

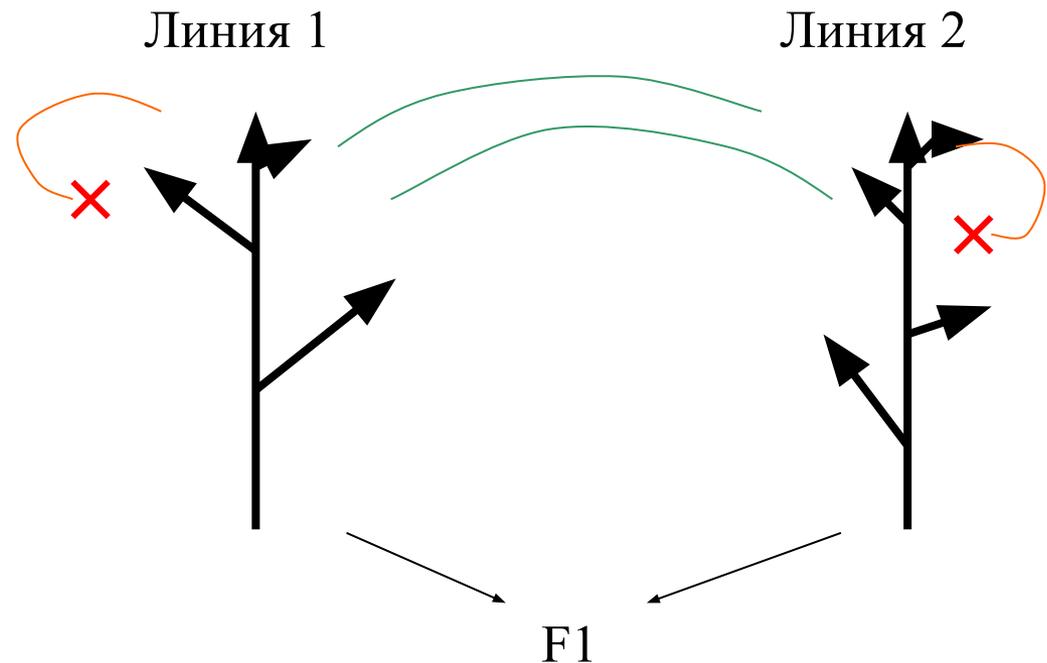
Рыльце пестика



Пыльцевые зерна на клетках папилл



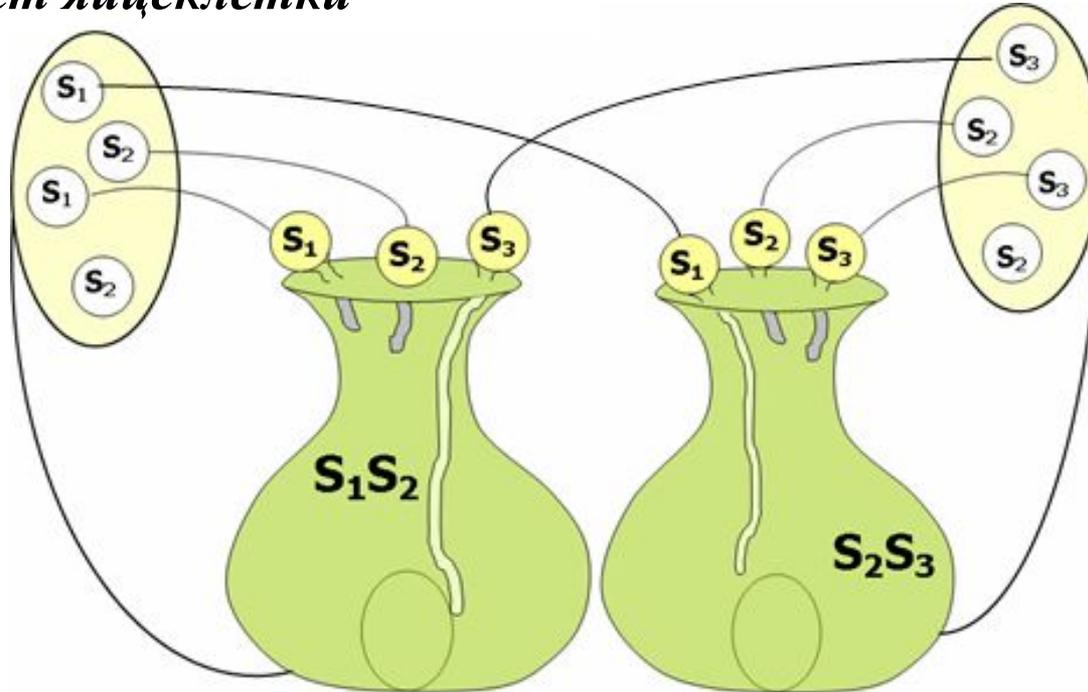
## Принцип получения гибридных семян на основе самонесовместимости



# Гаметофитная самонесовместимость

*Чужеродная совместимая  
пыльца и с  $S_3$ -аллелем  
достигает яйцеклетки*

*Чужеродная совместимая  
пыльца и с  $S_1$ -аллелем  
достигает яйцеклетки*

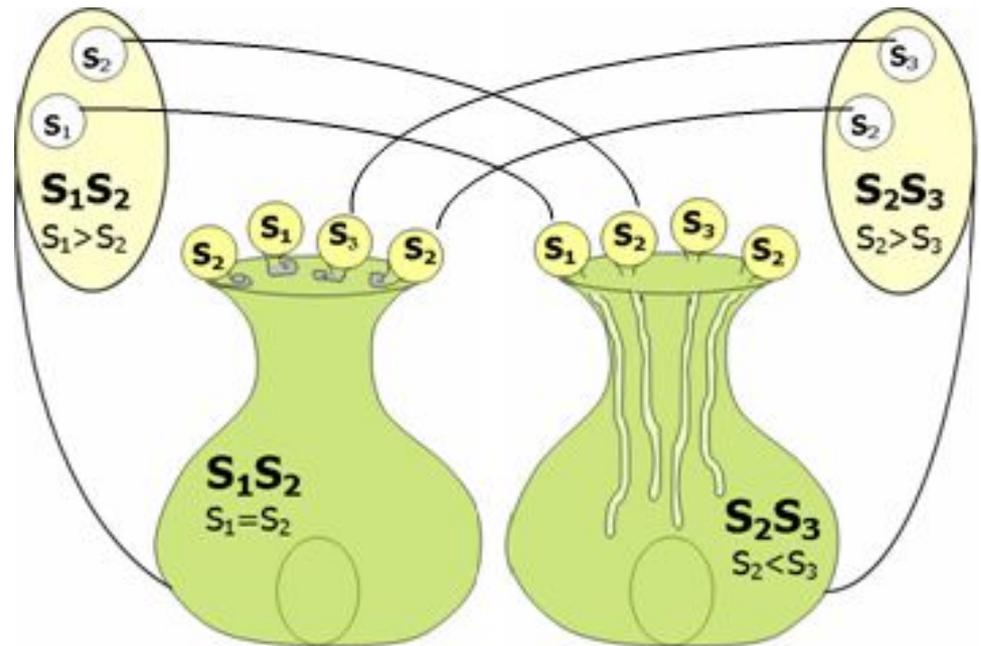


Фенотип пыльцы контролируется его собственным гаплоидным генотипом. Рост пыльцевых трубок останавливается при наличии в генотипе пыльцы  $S$ -аллеля общего с аллелем диплоидных клеток пестика.

# Спорофитная самонесовместимость

*Кодоминантные аллели в пестике.*

*Пыльца с фенотипом  $S_1$  и  $S_2$  отвергается*



Фенотип пыльцы контролируется диплоидным генотипом материнского растения.

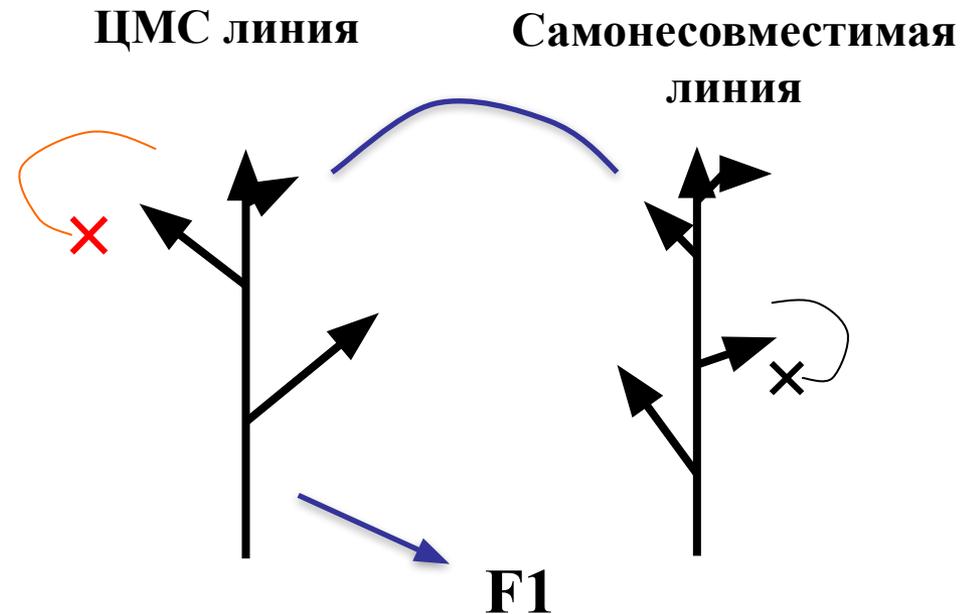
# Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС)

Явление при котором у нормально развитого растения отсутствует фертильная пыльца, при этом фертильность яйцеклеток сохраняется

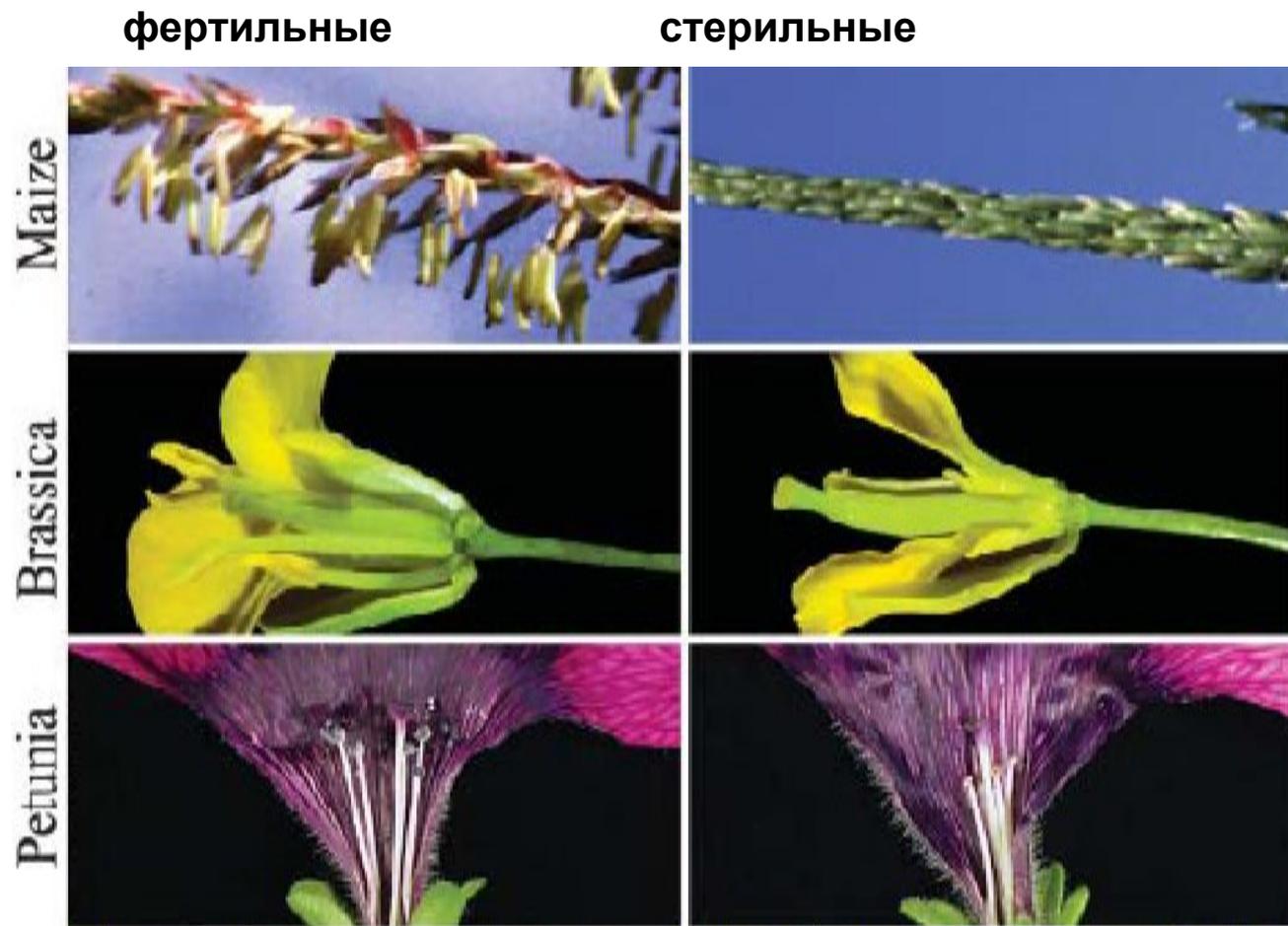


Морфологическое проявление у  
капусты пекинской (*B. pekinensis*)

## Принцип получения гибридных семян на основе ЦМС



# Проявление мужской стерильности у различных видов культурных растений

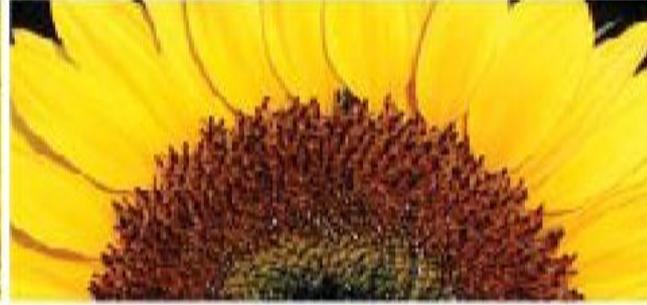
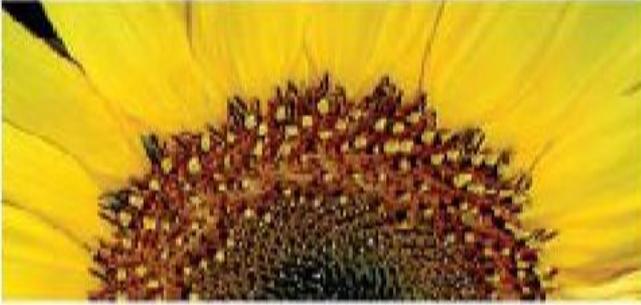


# Проявление мужской стерильности у различных видов культурных растений

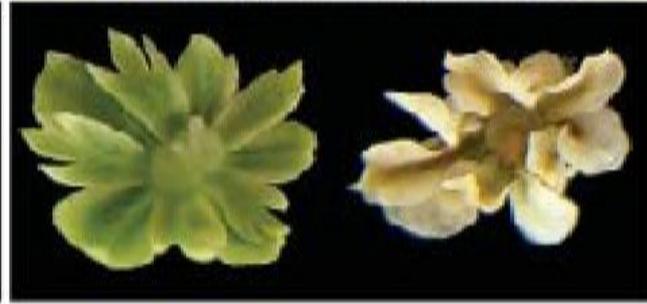
фертильные

стерильные

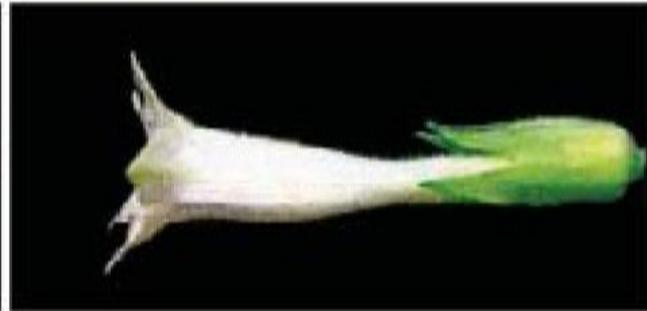
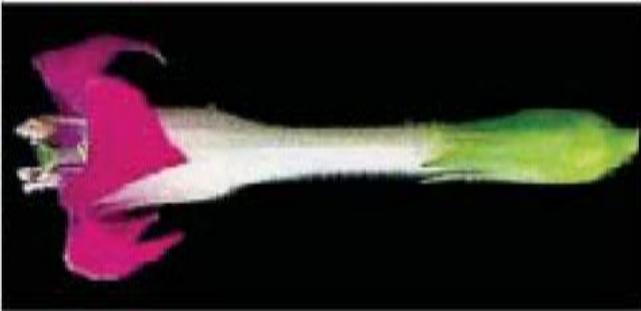
Sunflower



Carrot



Tobacco



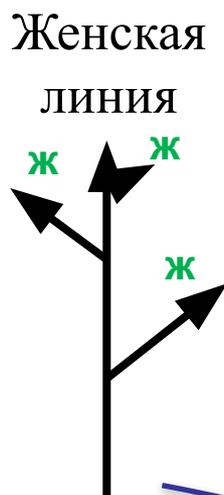
# Женский тип цветения

у огурца *Cucumis sativus*

Явление при котором у однодомных раздельнополых растений преобладают или формируются только женские цветки

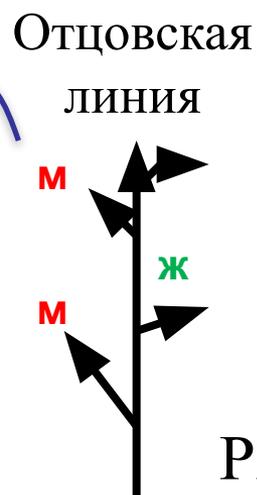


P1



**Только женские цветки**

×



P2

**Мужские и женские цветки**

**F1 гибрид**



# Свободное переопыление сортов



# Гибридизация двудомных растений

**Шпинат**



**Спаржа**