Селекция

Кодификатор ЕГЭ: 3.6 · Линии ЕГЭ: 7, 8, 17, 26 · kursteam.ru/teoriya/obschaya-biologiya/selektsiya

КОРОТКО

- Селекция - наука о создании и улучшении сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов. Её теоретическая основа - генетика.
- Сорт, порода и штамм - искусственно созданные человеком популяции организмов с полезными для него признаками.
- Вавилов описал центры происхождения культурных растений и открыл закон гомологических рядов наследственной изменчивости.
- Главные методы селекции - искусственный отбор (массовый и индивидуальный) и гибридизация (инбридинг, аутбридинг, отдалённая).
- Гетерозис - мощность гибридов F_1 от скрещивания чистых линий; со второго поколения он затухает из-за расщепления, поэтому семена гибридов не сеют повторно.
- Бесплодие отдалённых гибридов преодолевают полиплоидией - так Карпеченко получил плодовитый капустно-редечный гибрид.

Что такое селекция

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Селекция

Наука о создании новых и улучшении существующих сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов. Теоретическая основа селекции - генетика.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Сорт, порода, штамм

Искусственно созданная человеком популяция организмов (сорт - у растений, порода - у животных, штамм - у микроорганизмов) с наследственно закреплёнными признаками, полезными человеку.

Сорт и порода - не виды: это группы внутри одного вида, и разные породы собак или сорта яблони свободно скрещиваются между собой.

Доместикация и искусственный отбор

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Доместикация

Одомашнивание - превращение диких видов в культурные растения и домашних животных. С доместикации началась селекция: человек оставлял на развод особей с полезными для себя признаками.



Один дикий вид - много сортов: отбором человек усилил у капусты разные органы - листья, соцветия, стебель, почки.

Культурные формы отличаются от диких предков: их признаки (крупные плоды, молочность, длинная шерсть) полезны **человеку**, но часто мешают самим организмам, поэтому в дикой природе такие формы проигрывают естественному отбору. Зато продуктивность культурных форм намного выше.

	Естественный отбор	**Искусственный отбор**
Кто отбирает	среда (борьба за существование)	человек
Какие признаки сохраняются	полезные самому организму	полезные человеку
Скорость	медленно, миллионы лет	быстро, десятки лет
Результат	приспособленность, новые виды	сорта, породы, штаммы

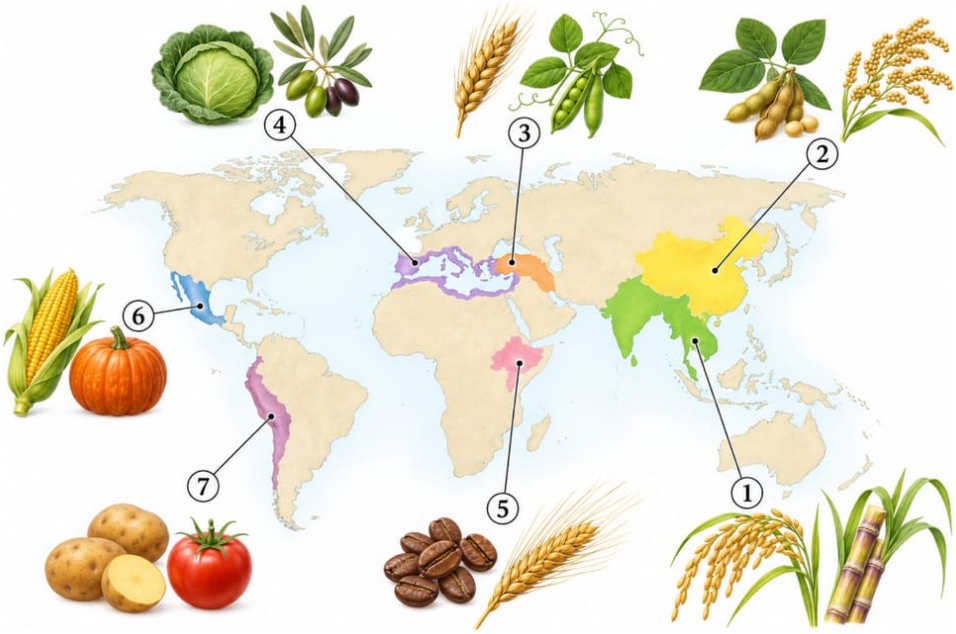
Учение Вавилова

Центры происхождения культурных растений

Н. И. Вавилов установил: культурные растения происходят из тех районов, где до сих пор наибольшее разнообразие их диких предков и сортов. Знание центров даёт селекционеру исходный материал.

Центр	**Главные культуры**
Южноазиатский тропический (Индия, Индокитай)	рис, сахарный тростник, цитрусовые, огурец, банан
Восточноазиатский (Китай)	просо, соя, гречиха, редька, вишня, слива
Юго-Западноазиатский (Передняя и Средняя Азия)	мягкая пшеница, рожь, горох, лён, морковь
Средиземноморский	капуста, маслина (олива), свёкла, лук, клевер
Абиссинский (Эфиопия)	твёрдая пшеница, ячмень, кофе, сорго
Центральноамериканский (Мексика)	кукуруза, фасоль, тыква, перец, какао, хлопчатник

Южноамериканский (Анды)	картофель, томат, табак, ананас, арахис



1 - Южноазиатский тропический: рис, сахарный тростник
2 - Восточноазиатский: соя, просо
3 - Юго-Западноазиатский: мягкая пшеница, горох
4 - Средиземноморский: капуста, маслина
5 - Абиссинский: кофе, ячмень
6 - Центральноамериканский: кукуруза, тыква
7 - Южноамериканский: картофель, томат

Центры происхождения культурных растений по Н. И. Вавилову.

Закон гомологических рядов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Закон гомологических рядов наследственной изменчивости

Генетически близкие виды и роды характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости. Зная формы изменчивости одного вида, можно предсказать существование таких же форм (и мутаций) у родственных видов.

Например, если у мягкой пшеницы есть остистые и безостые колосья, такие же формы стоит искать у ржи и ячменя. Для селекционера это подсказка, какие признаки можно получить у культуры.

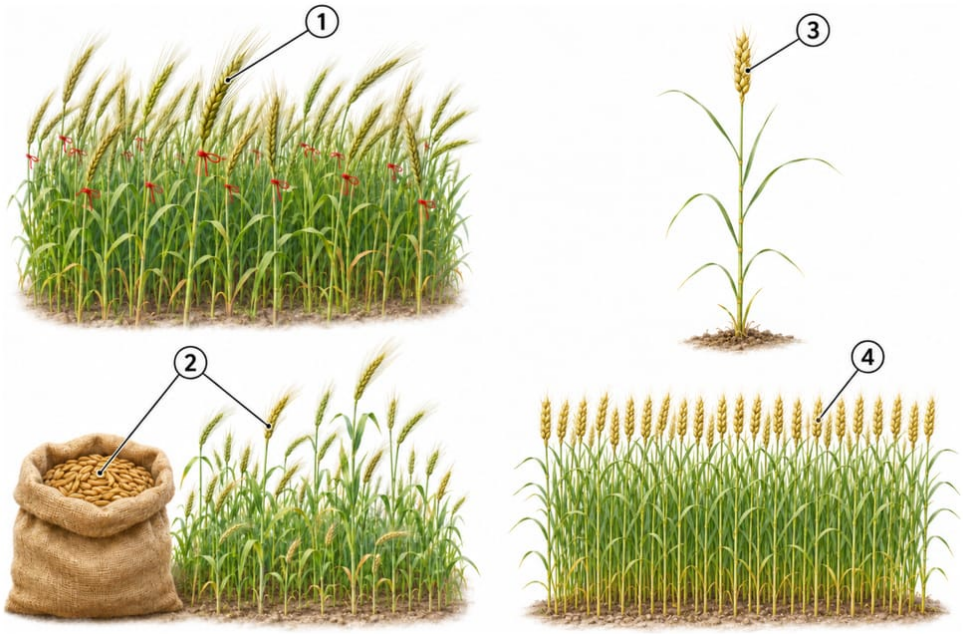


1 - Пшеница
2 - Рожь
3 - Ячмень
4 - Остистые формы есть у всех трёх видов - ряды изменчивости сходны

Закон гомологических рядов: у родственных злаков сходные формы изменчивости.

Искусственный отбор: массовый и индивидуальный

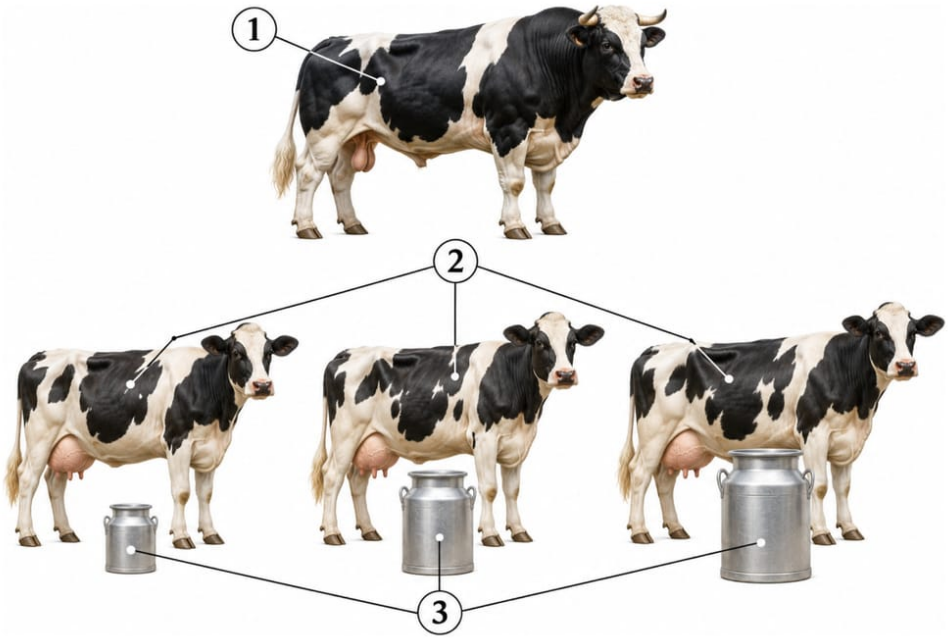
	Массовый отбор	**Индивидуальный отбор**
Кого отбирают	группу особей с нужным фенотипом	одну особь, её потомство выращивают отдельно
По чему судят	только по фенотипу	по генотипу - через потомство
Для кого подходит	перекрёстноопыляемые растения (рожь, подсолнечник)	самоопыляемые растения (пшеница, горох), животные
Результат	сорт генетически неоднороден	чистые линии (гомозиготный материал)



1 - Массовый отбор: отбирают много растений по фенотипу
2 - Семена смешивают - сорт генетически неоднороден
3 - Индивидуальный отбор: одно лучшее растение
4 - Его потомство выращивают отдельно - получается чистая линия

Массовый (слева) и индивидуальный (справа) отбор.

У животных применяют **испытание производителей по потомству**: молочность у быка не проявляется, поэтому его генотип оценивают по удоям дочерей. Это отбор по генотипу с помощью оценки фенотипа потомства; сегодня генотип можно проверять и напрямую - анализом ДНК.



1 - Бык-производитель: молочность у самца не проявляется
2 - Его дочери
3 - Удои дочерей показывают генотип быка

Испытание производителей по потомству: генотип быка оценивают по удоям дочерей.

Гибридизация

Инбридинг - близкородственное скрещивание

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Инбридинг

Скрещивание близкородственных особей (у растений - самоопыление). С каждым поколением доля гомозигот растёт - получаются чистые линии.

Инбридинг нужен, чтобы **закрепить** ценные признаки и создать чистые линии. Его издержка - инбредная депрессия: в гомозиготное состояние переходят и вредные рецессивные аллели, жизнеспособность потомства падает.

Аутбридинг и гетерозис

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Аутбридинг

Неродственное скрещивание - скрещивание особей разных линий, сортов или пород одного вида.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Гетерозис

«Гибридная сила» - превосходство гибридов первого поколения (F_1) над обеими родительскими формами по мощности, урожайности и жизнеспособности. Причина: гибриды F_1 гетерозиготны по большинству генов, и вредные рецессивные аллели у них не проявляются.



1 - Подбор исходных растений с нужными человеку признаками
2 - Многократный инбридинг (у растений - самоопыление)
3 - Получение чистых линий - гомозиготного потомства
4 - Скрещивание растений разных чистых линий
5 - Гетерозисное высокопродуктивное потомство F_1

Этапы получения гетерозисного потомства. Семена F_1 повторно не сеют.



Гетерозис: гибрид первого поколения крупнее и урожайнее обеих родительских линий; в следующих поколениях эффект угасает.

Гетерозис **затухает**: уже в F_2 начинается расщепление, доля гетерозигот с каждым поколением падает, и урожай снижается. Поэтому гибридные семена (на пакетиках они помечены F_1)

закупают каждый год заново, а сохранить эффект гетерозиса у растений можно **вегетативным размножением** - клубнями, черенками, прививкой: генотип при этом не меняется.

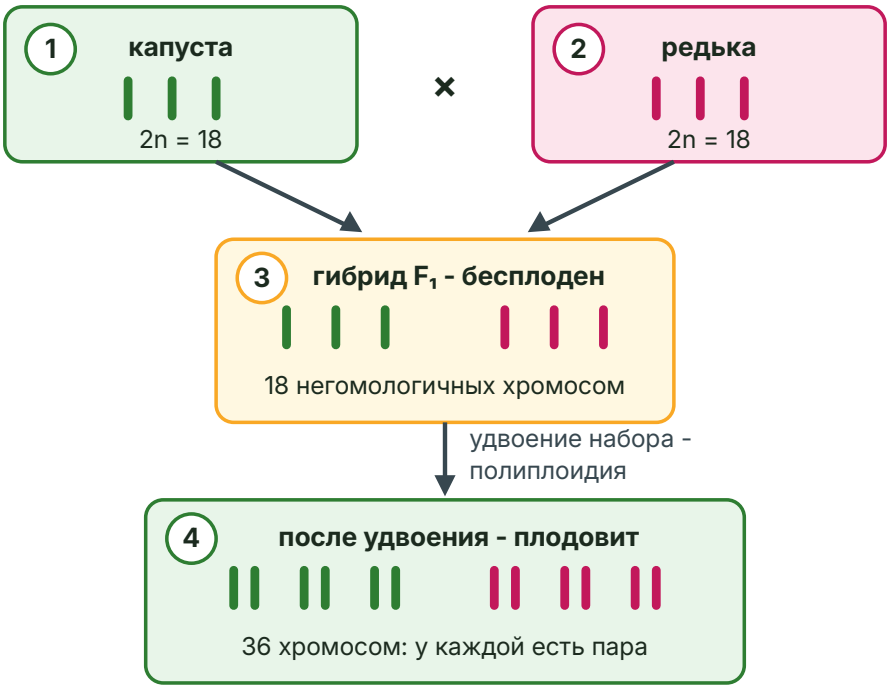
Отдалённая гибридизация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Отдалённая гибридизация

Скрещивание особей разных видов (или родов). Гибриды часто сочетают ценные признаки обоих родителей, но бесплодны: хромосомы разных видов негомологичны, не конъюгируют в мейозе, и гаметы не образуются.

Бесплодие преодолевают **полиплоидией**. Г. Д. Карпеченко (1924) скрестил капусту и редьку: гибрид с 18 негомологичными хромосомами был бесплоден. После удвоения хромосомного набора (36 хромосом) каждая хромосома получила пару, мейоз восстановился - гибрид стал плодовитым. Так же получена тритикале - гибрид пшеницы и ржи. У животных отдалённые гибриды (мул - гибрид кобылы и осла) остаются бесплодными: полиплоидия у животных почти не применяется.

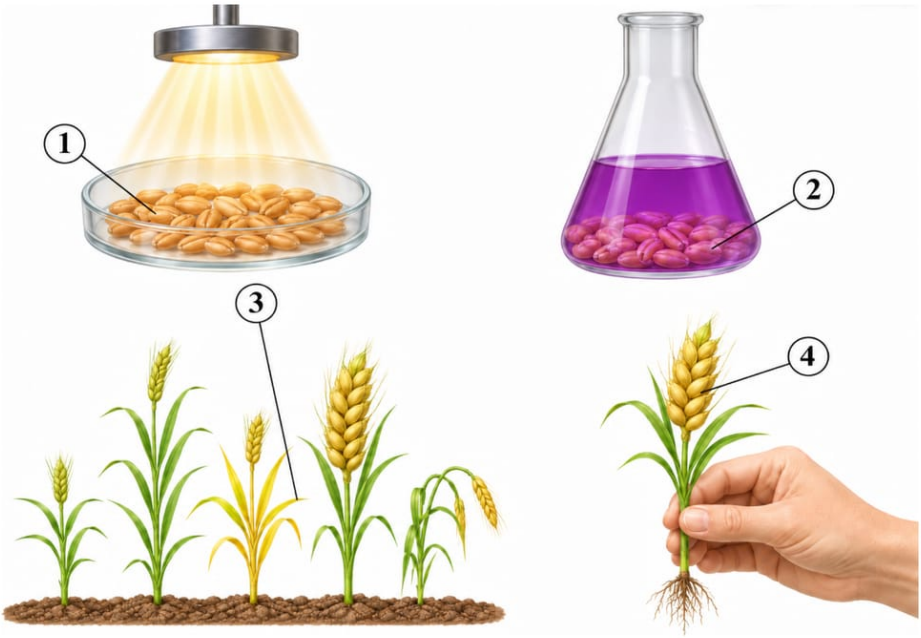


1 - Капуста: 18 хромосом в соматических клетках
2 - Редька: 18 хромосом
3 - Гибрид F_1: 9 + 9 = 18 негомологичных хромосом - они не конъюгируют в мейозе, гаметы не образуются
4 - После удвоения набора хромосом 36: у каждой хромосомы есть пара, мейоз восстановлен

Как полиплоидия вернула гибриду Карпеченко мейоз и плодовитость.

Мутагенез и полиплоидия

- **Искусственный мутагенез.** Семена или микроорганизмы обрабатывают мутагенами - радиацией или химическими веществами. Мутации возникают чаще, и среди них отбирают полезные. Так получают новые штаммы микроорганизмов и исходный материал для сортов.
- **Полиплоидия.** Кратное увеличение числа хромосомных наборов (3n, 4n и больше). Полиплоидные растения крупнее и урожайнее: таковы твёрдая и мягкая пшеница, многие сорта свёклы и гречихи. Полиплоидию вызывают колхицином - он разрушает веретено деления, и хромосомы не расходятся.



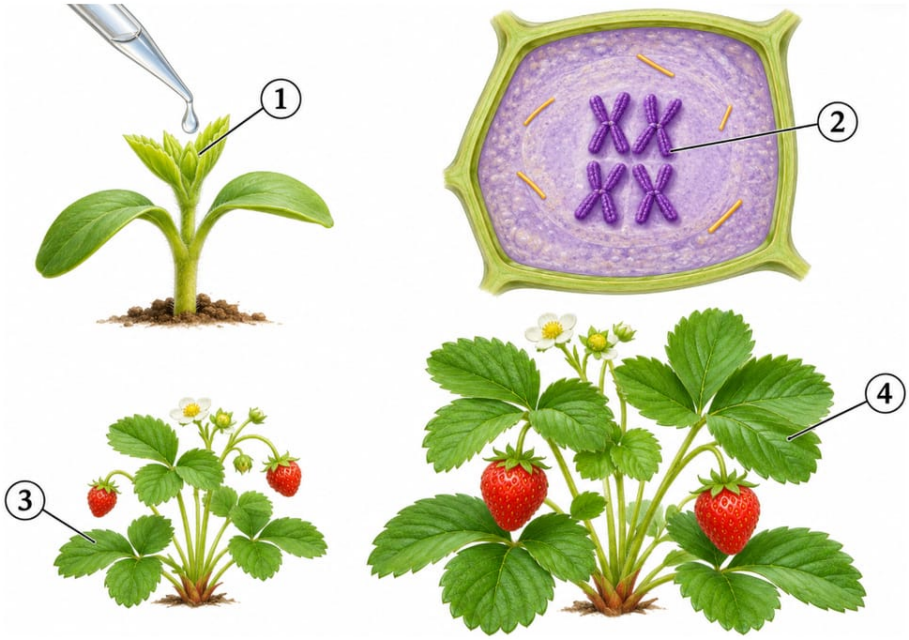
1 - Радиационный мутагенез: семена облучают

2 - Химический мутагенез: семена замачивают в растворе мутагена

3 - Растения с разными мутациями: большинство изменений вредны

4 - Отбор: оставляют растение с полезной мутацией

Искусственный мутагенез: мутаций становится больше, полезные отбирают.



1 - Раствор колхицина наносят на точку роста

2 - Колхицин разрушает веретено деления: удвоенные хромосомы не расходятся, набор хромосом в клетке удваивается

3 - Обычное (диплоидное) растение

4 - Полиплоидное растение - крупнее, с более крупными листьями и плодами

Колхицин удваивает набор хромосом - полиплоидное растение крупнее.

Этапы комбинационной селекции

Комбинационная селекция соединяет в одном сорте признаки разных форм:

1. Подбор исходного материала - сортов и линий с нужными признаками (здесь помогают центры происхождения).
2. Гибридизация - скрещивание отобранных форм.
3. Отбор лучших потомков (обычно индивидуальный) в ряду поколений.
4. Испытание и размножение нового сорта.

Как это спрашивают на ЕГЭ

- **Линия 7 - выбор трёх из шести.** Методы селекции против методов биотехнологии: отбор, инбридинг, гетерозис, испытание по потомству - селекция; культура клеток, рекомбинантные плазмиды - биотехнология.
- **Линия 8 - последовательность.** Чаще всего - этапы получения гетерозисных сортов: подбор растений → инбридинг → чистые линии (гомозиготное потомство) → скрещивание разных линий → гетерозисное потомство. Этап «получение чистых линий» всегда идёт после инбридинга и до скрещивания линий.
- **Линия 17 - анализ текста.** Выбрать предложения про искусственный отбор: ищи фразы «человек выбирал», «разведение привело к породам», «закрепление полезных для человека признаков». Предложения про дикую природу и эволюцию - это естественный отбор.
- **Линия 26 - развёрнутый ответ.** Почему снизился урожай от семян гибридов, зачем нужен инбридинг, как сохранить гетерозис, значение закона гомологических рядов.

Ключевые слова: доместикация, центры происхождения, закон гомологических рядов, сорт, порода, штамм, массовый и индивидуальный отбор, испытание по потомству, инбридинг, чистая линия, аутбридинг, гетерозис, отдалённая гибридизация, полиплоидия, мутагенез.

Ловушки

ЛОВУШКА ЕГЭ

Гетерозис не закрепляется в потомстве. Семена гетерозисных гибридов не сеют на следующий год: в F_2 идёт расщепление, доля гетерозигот падает, эффект затухает. Сохранить его можно только вегетативным размножением.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Чистые линии нельзя получить массовым отбором. Массовый отбор видит только фенотип, а гомозигота и гетерозигота по доминантному признаку выглядят одинаково. Чистые линии дают индивидуальный отбор и многократный инбридинг.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Инбридинг - не ошибка селекционера, а метод. Он закрепляет признаки и создаёт чистые линии для последующего скрещивания. Снижение жизнеспособности (инбредная депрессия) - его известная цена.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Бесплодие отдалённых гибридов - из-за мейоза. Хромосомы разных видов негомологичны и не конъюгируют, поэтому гаметы не образуются. Преодоление - полиплоидия (у растений), а не «новое скрещивание».

ЛОВУШКА ЕГЭ

Закон гомологических рядов - про изменчивость, а не про органы. Он говорит о сходных рядах наследственной изменчивости у родственных видов и не имеет отношения к гомологичным органам из темы «Эволюция».

ЛОВУШКА ЕГЭ

Искусственный отбор сохраняет признаки, полезные человеку, даже если они вредят самому организму. В тексте линии 17 признак «выгоден виду в природе» - маркер естественного отбора.

Как писать ответ

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Огородник посеял семена, собранные с гетерозисных гибридов, и урожай резко снизился. Объясните почему.

1. Гетерозис - превосходство гибридов первого поколения (F_1) над родительскими формами; гибриды F_1 гетерозиготны по большинству генов.
2. При скрещивании гетерозигот в следующем поколении (F_2) происходит расщепление признаков, доля гетерозигот снижается.
3. Эффект гетерозиса затухает: часть растений переходит в гомозиготное состояние, проявляются вредные рецессивные аллели, продуктивность падает.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Зачем в селекции применяют близкородственное скрещивание, если оно снижает жизнеспособность потомства?

1. Инбридинг переводит гены в гомозиготное состояние - так получают чистые линии и закрепляют ценные признаки (например, признаки породы).
2. Снижение жизнеспособности (инбредная депрессия) - следствие перехода вредных рецессивных аллелей в гомозиготное состояние.
3. Чистые линии затем скрещивают между собой: в гибридах F_1 проявляется гетерозис, и продуктивность резко растёт.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Как сохранить у растений эффект гетерозиса и сочетание полезных признаков, полученное от скрещивания?

1. Размножать такие растения вегетативно: клубнями, черенками, прививкой, методом культуры клеток (микроклонально).
2. При вегетативном размножении потомство генетически идентично материнскому растению - генотип и сочетание признаков не меняются.
3. При семенном (половом) размножении из-за мейоза и перекомбинации генов сочетание полезных признаков разрушается, гетерозис затухает.

Проверь себя

1. Чем сорт отличается от вида?

Ответ: Сорт - не вид, а созданная человеком популяция внутри вида с полезными человеку признаками. Разные сорта одного вида свободно скрещиваются.

2. Почему чистые линии нельзя получить массовым отбором?

Ответ: Массовый отбор идёт по фенотипу группы особей, а по фенотипу гомозиготу не отличить от гетерозиготы. Чистые линии получают индивидуальным отбором с инбридингом.

3. Почему гибриды F_1 от скрещивания чистых линий мощнее родителей?

Ответ: Они гетерозиготны по большинству генов: вредные рецессивные аллели не проявляются. Это гетерозис.

4. Почему капустно-редечный гибрид Карпеченко был бесплоден и как это преодолели?

Ответ: Хромосомы капусты и редьки негомологичны и не конъюгируют в мейозе - гаметы не образуются. Удвоение хромосомного набора (полиплоидия) дало каждой хромосоме пару, и мейоз восстановился.

5. Зачем производителей испытывают по потомству?

Ответ: Признаки вроде молочности у самца не проявляются. Генотип быка оценивают по фенотипу его дочерей и лучших производителей используют дальше.

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ

Тестовая часть, развёрнутые задания и все задания по теме - на сайте, с проверкой и разбором: kursteam.ru/teoriya/obschaya-biologiya/selektsiya

© 2026 Мустафаев Р. И. (Kursteam). Материал принадлежит автору и охраняется авторским правом. Копирование, перепечатка и распространение без письменного разрешения автора запрещены; при цитировании обязательна ссылка на kursteam.ru.