

Основные идеи: Второй закон Менделя и закон чистоты гамет

Изучим независимое наследование признаков и распределение аллелей в гаметах.



Первые шаги в генетике Менделя

В 1865 году Грегор Мендель проводил опыты на горохе, сформулировав законы наследования признаков. Несмотря на первоначальное непонимание, сейчас его открытия фундаментальны для биологии.



Второй закон Менделя: основные положения

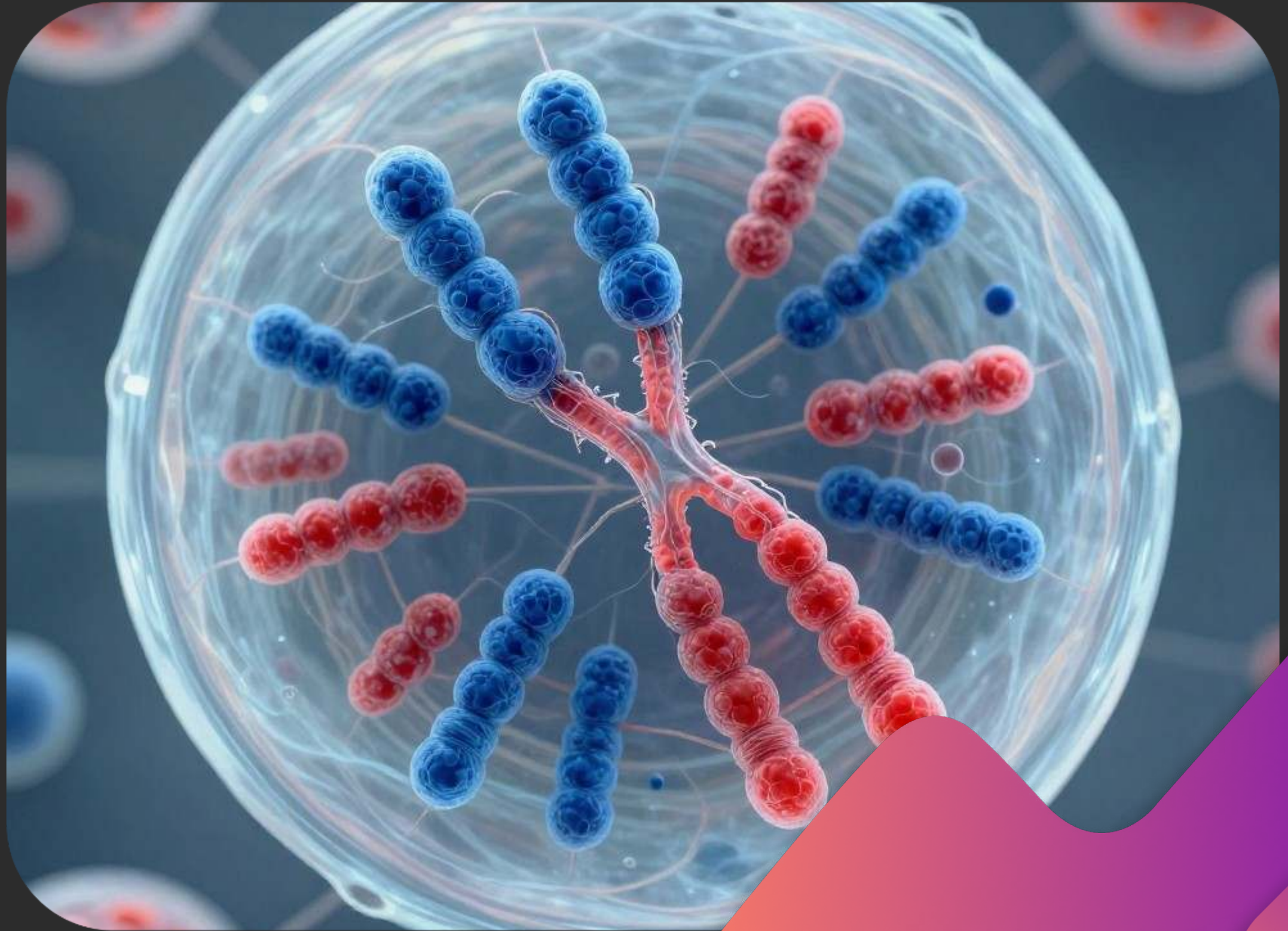
Закон гласит, что при наследовании нескольких пар признаков их аллели распределяются независимо, если гены располагаются на разных хромосомах.

Такое независимое распределение обеспечивает разнообразие сочетаний признаков у потомков и объясняет генетическую изменчивость.

При отсутствии сцепления генов наблюдается классическое расщепление признаков по определённым числовым соотношениям.

Суть закона чистоты гамет

1. Каждая гамета несёт в себе только один аллель из пары, принадлежащей организму. Это происходит в процессе мейоза, когда аллели разделяются между половыми клетками.
2. Закон позволяет точно предсказывать генетические соотношения потомков, так как каждый родитель передаёт один из двух возможных вариантов аллелей.



Гибридологический метод Менделя

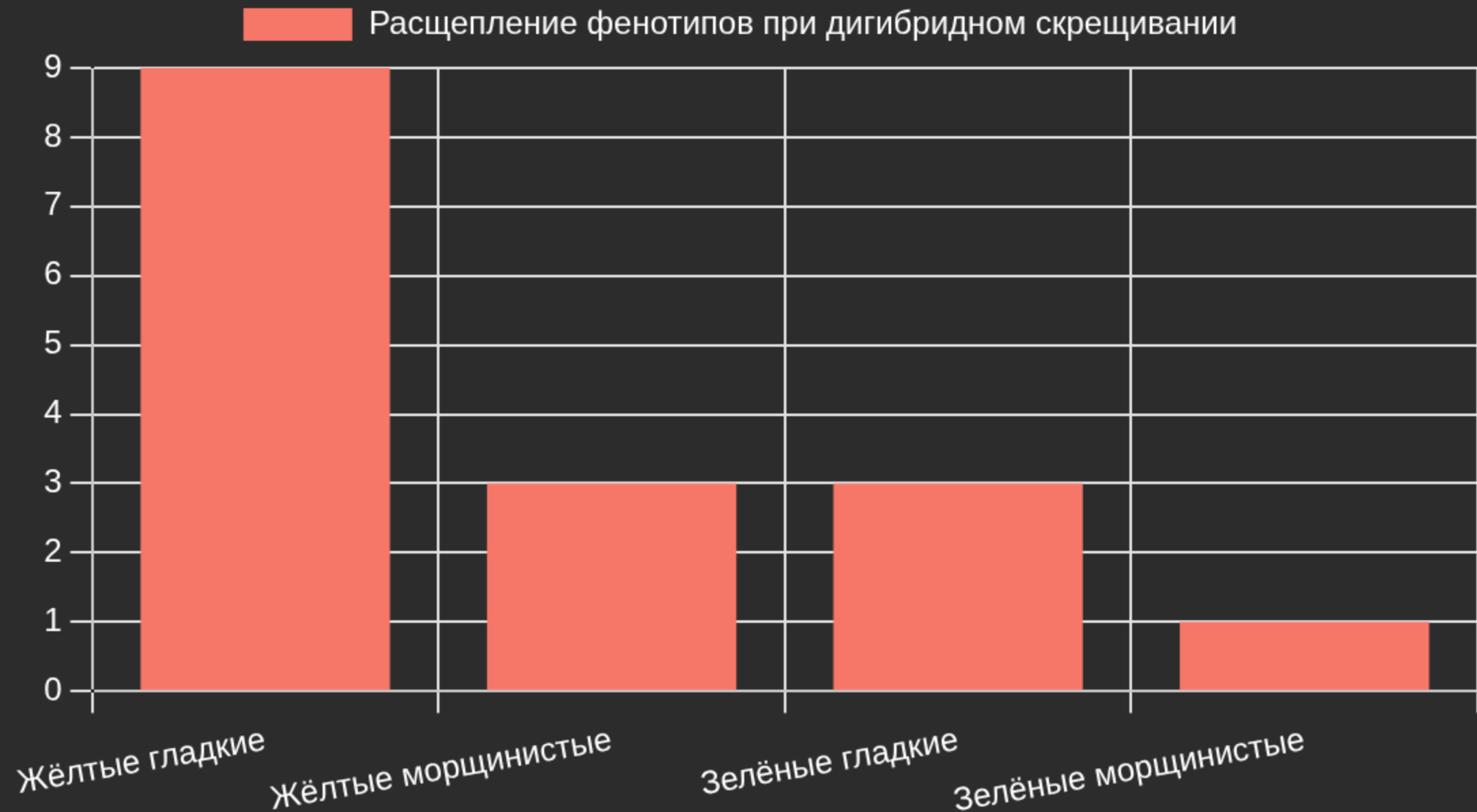
Метод включает целенаправленный подбор растений с разными признаками для скрещивания и подробное изучение потомства.

Мендель работал с тысячами растений, фиксируя появление и сочетание признаков в нескольких поколениях для анализа закономерностей.

Этот количественный подход обеспечил точность и надёжность выводов о наследовании признаков.

Использование строгих экспериментальных методов сделало возможным открытие фундаментальных генетических законов.

Статистика расщепления признаков в F2



Данные Менделя повторяются в экспериментах с различными организмами, подтверждая закономерности наследования.

Соотношение 9:3:3:1 является характерным признаком независимого наследования двух пар признаков.

Эксперименты Г. Менделя, 1865 год

При скрещивании гетерозигот по одному признаку четверть потомков становится гомозиготными, что важно для проявления рецессивных признаков.

$1/4$

ПОТОМКОВ ГЕТЕРОЗИГОТНЫХ
РОДИТЕЛЕЙ ИМЕЮТ
ОДИНАКОВЫЕ АЛЛЕЛИ, ЧТО
ВЛИЯЕТ НА ПРОЯВЛЕНИЕ
ПРИЗНАКОВ.

Объяснение терминов: ген и аллель

Ген — единица наследственности

Ген — это участок ДНК, отвечающий за определённый признак. Каждый организм наследует гены от родителей, формируя свои характеристики.

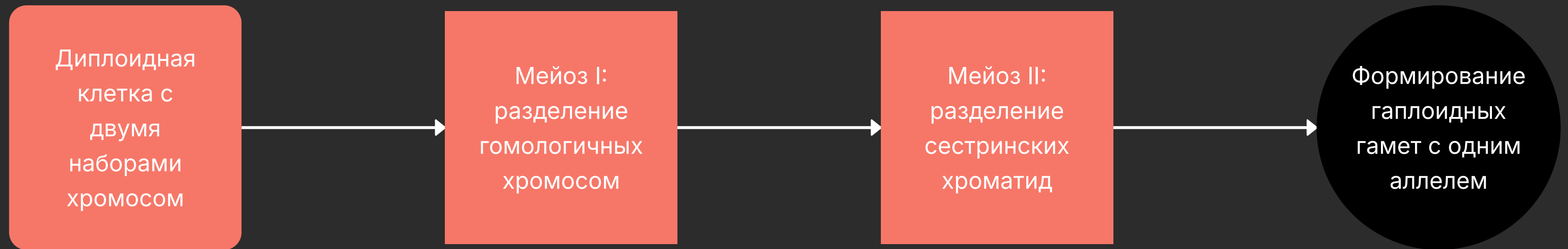
Аллель и локус — варианты и место гена

Аллели — альтернативные варианты гена, а локус — конкретное место гена на хромосоме. Один аллель приходит от матери, другой — от отца.



Образование гамет в процессе мейоза

Формирование половых клеток с одним аллелем каждого гена



Пример дигибридного скрещивания гороха

Первые гибриды F1

При скрещивании жёлтого гладкого гороха с зелёным морщинистым все растения первого поколения имели жёлтые и гладкие семена, что демонстрирует доминирование признаков.



Расщепление во втором поколении F2

Во втором поколении наблюдалось расщепление признаков в соотношении 9:3:3:1, что подтверждает второй закон Менделя о независимом наследовании признаком.



Соотношение фенотипов F2 при дигибридном скрещивании

Фенотип	Количество	Соотношение
Жёлтые гладкие	315	9
Жёлтые морщинистые	108	3
Зелёные гладкие	101	3
Зелёные морщинистые	32	1

Эксперименты Грегора Менделя с горохом (1865)

В таблице представлены четыре основных фенотипа потомства при скрещивании по двум признакам, отражающие классическое соотношение 9:3:3:1, подтверждённое опытами Менделя на горохе.

Данные демонстрируют точное разделение признаков, что подтверждает независимое наследование аллелей, согласно второму закону Менделя.

Гены и хромосомы: молекулярная основа законов Менделя

Гены локализованы на хромосомах, которые наследуются во время образования половых клеток, обеспечивая передачу признаков от родителей к потомкам.

Закон независимого наследования работает эффективно, если рассматриваемые гены находятся на разных парах хромосом и не сцеплены друг с другом.

Современные методы молекулярной биологии подтвердили, что хромосомы обеспечивают физическую основу для разделения и комбинирования аллелей в потомстве.

Это объясняет феномены независимого расщепления признаков, что лежит в основе множества биологических процессов и селекционной работы.

Ограничения второго закона Менделя

Гены, располагающиеся близко друг к другу на одной хромосоме, могут сцепляться и передаваться вместе, что нарушает независимость наследования.

Эпистаз — взаимодействие генов, при котором один ген маскирует проявление другого, способствует сложному проявлению признаков вне закона независимого распределения.

Комплементарность генов меняет классическое распределение признаков, влияя на фенотип и усложняя прогноз наследования при нескольких вовлечённых генах.

Признаки, определяемые несколькими генами

Цвет кожи у человека как результат работы множества генов

Цвет кожи формируется под воздействием нескольких пар генов, каждый из которых вносит вклад в интенсивность пигментации. Это пример полигенного наследования, при котором классические законы Менделя применяются ограниченно.



Рост кукурузы регулируется наследованием множества генов

Высота растения зависит от взаимодействия нескольких генов, влияющих на развитие и питание. Благодаря такому сложному наследованию селекционеры разрабатывают устойчивые и высокоурожайные сорта.



Полигенные признаки и их влияние на разнообразие живых организмов

Множество признаков, таких как вес, выносливость или цвет шерсти, зависят от комплексного действия различных генов, что создаёт широкий диапазон вариаций внутри популяций.



Влияние среды на проявление признаков

Температура окружающей среды может менять окраску шерсти у кроликов, влияя на активность ферментов, участвующих в пигментации волос.

У растений форма листьев и их количество часто зависят от условий освещения и влажности, что отражает адаптивные реакции на окружающую среду.

Таким образом, генетический потенциал может проявляться по-разному в зависимости от внешних факторов, добавляя сложности в изучении наследования.

Процентное распределение аллелей в потомстве

Жёлтые гладкие Жёлтые морщинистые Зелёные гладкие
Зелёные морщинистые

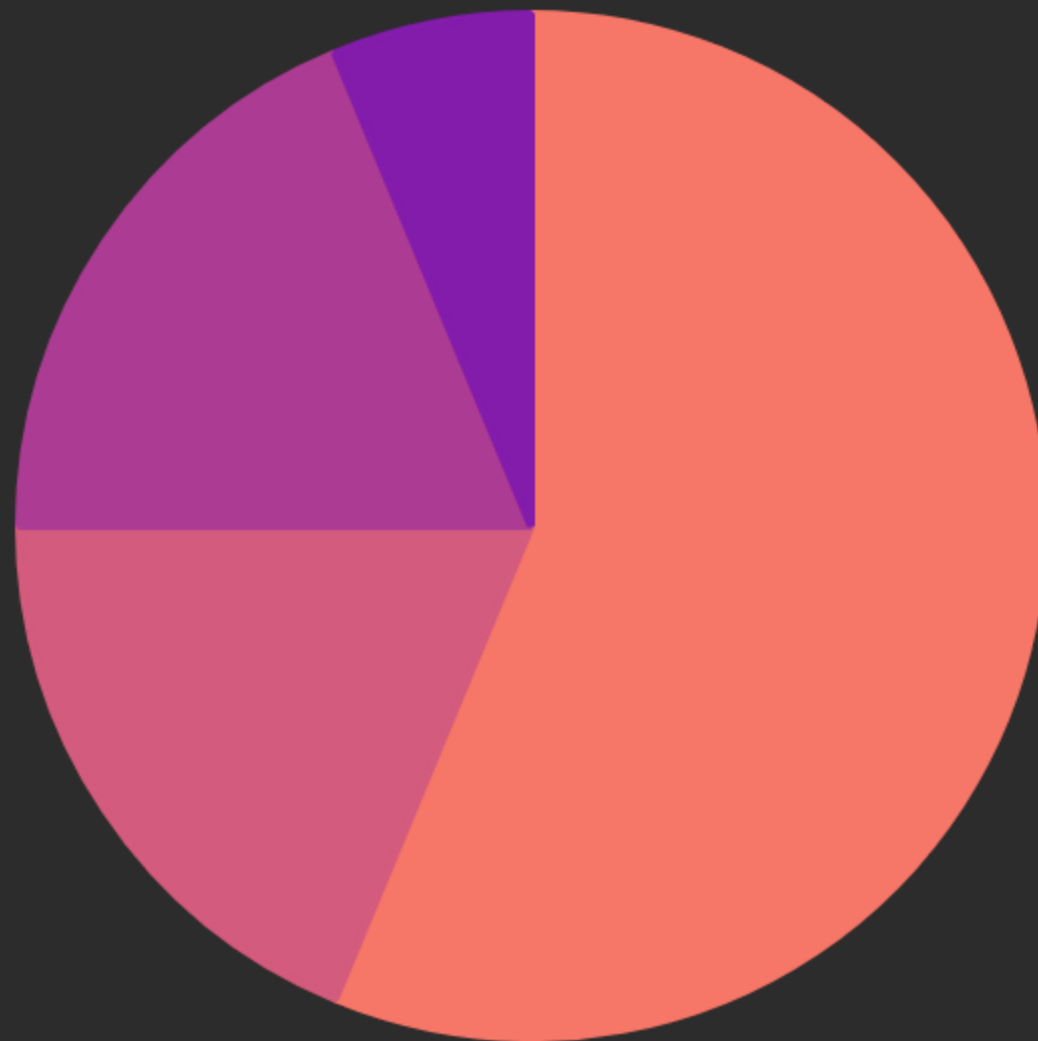


Диаграмма показывает, как в дигибридном скрещивании разные фенотипы распределяются по вероятности на основе второго закона Менделя.

Визуализация подчёркивает равную вероятность наследования двух доминантных и двух рецессивных признаков, подтверждая теоретические прогнозы.

Статистические данные и классические генетические эксперименты (Мендель, 1865)

Примеры в животноводстве и растениеводстве

В животноводстве знания о законах Менделя помогают создавать породы животных с улучшенными признаками, такими как большая удойность у коров или высокая мясная продуктивность у свиней.

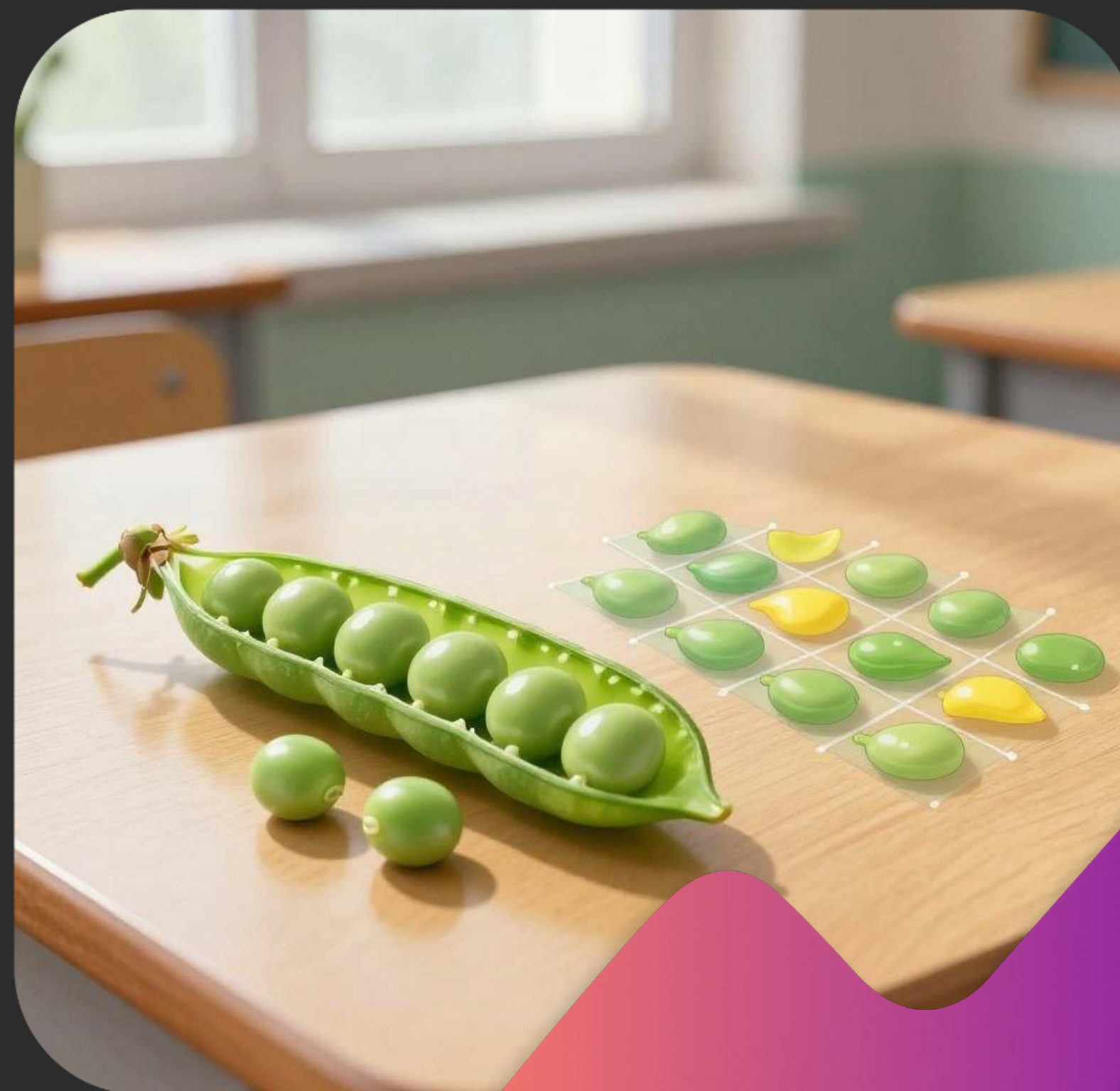
Генетическое планирование способствует повышению урожайности и качества продукции за счет контроля над совокупностью наследуемых признаков.

В растениеводстве используется предсказуемость наследования для выведения сортов с устойчивостью к заболеваниям и приспособленностью к климатическим условиям.

Такой подход снижает затраты на селекцию, ускоряет появление новых профессионально выгодных сортов и пород.

Генетические задачи на скрещивание

- При скрещивании гетерозиготных горохов по двум признакам вероятность рождения зелёных и морщинистых растений составляет $1/16$. Это рецессивные признаки, проявляющиеся только при условии получения двух соответствующих аллелей.
- Использование решётки Пеннета помогает визуализировать возможные комбинации аллелей у потомков и точно рассчитывать ожидаемые фенотипы в потомстве.



Значение второго закона Менделя в современной генетике

Второй закон служит основой для понимания того, как независимые признаки передаются от родителей потомству, что важно для диагностики наследственных заболеваний.

Этот закон активно применяется в селекционной работе для разработки новых пород животных и сортов растений с желаемыми характеристиками.

Он также обеспечивает фундамент для генетического прогнозирования и планирования размножения в медицинской и сельскохозяйственной практике.

Итоги: как работают законы Менделя в природе и практике

Второй закон Менделя и закон чистоты гамет формируют фундамент наследственной биологии, объясняя механизм передачи признаков с учётом ограничений, что способствует развитию генетики и селекции.