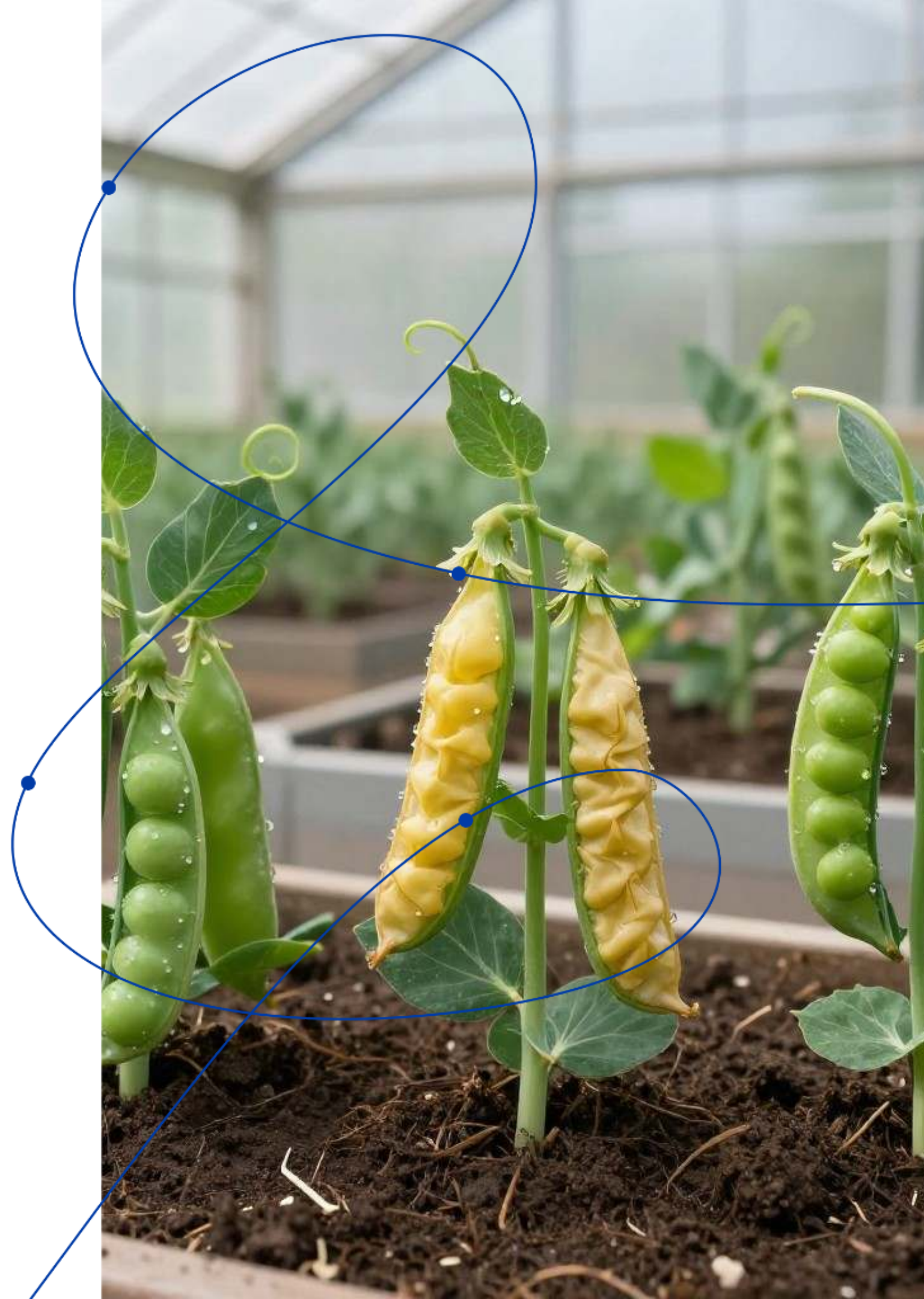


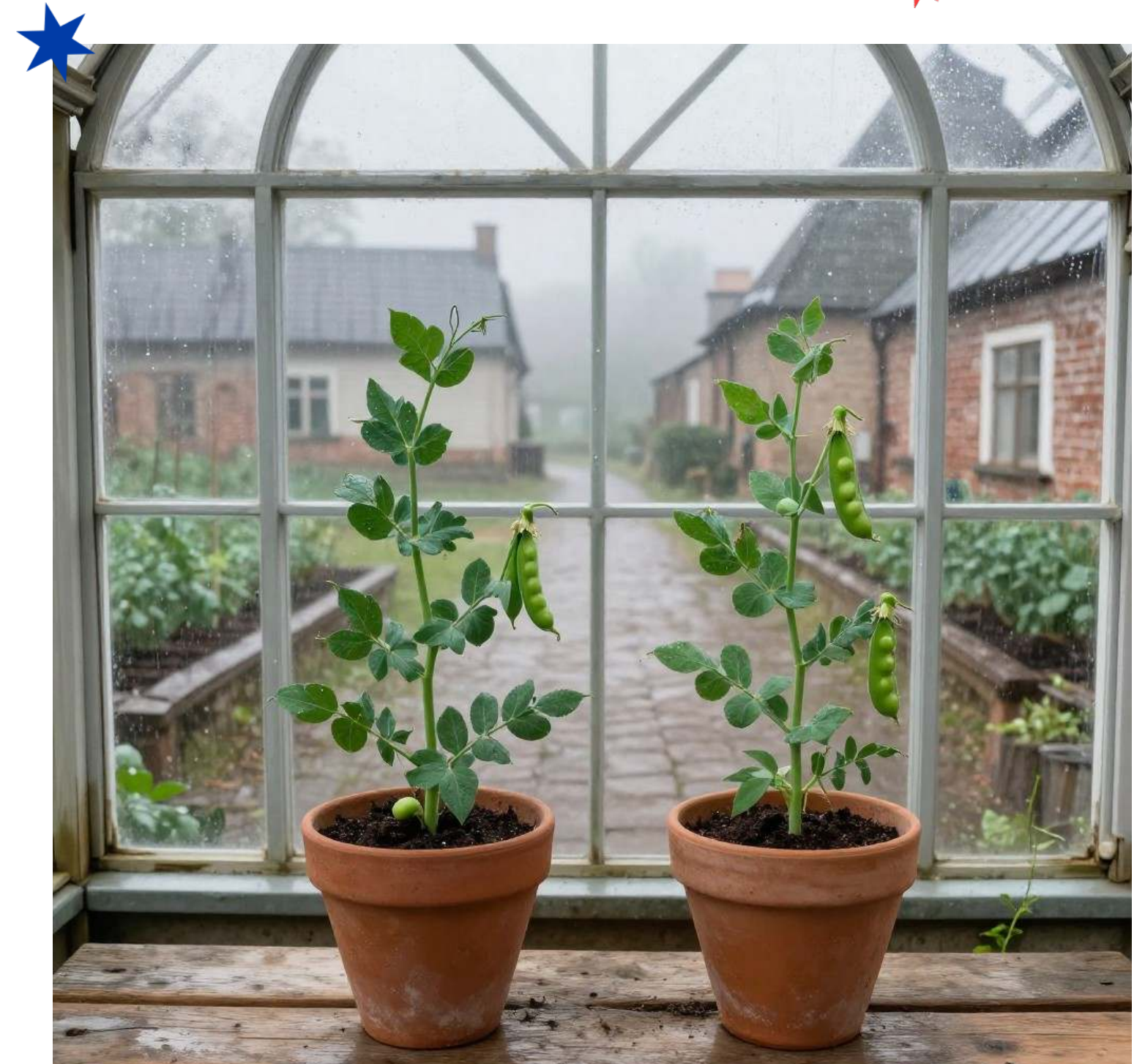
# Генетические закономерности, открытые Г. Менделем

Три закона Менделя объясняют, как наследуются признаки и почему это можно предсказать.



# Как Мендель открыл законы наследственности

В середине XIX века Грегор Мендель, работая в Брно, на примере гороха показал, что наследование подчиняется строгим закономерностям. Его выводы опередили время и были признаны лишь спустя десятилетия, когда наука получила новые подтверждения этих идей, основанные на независимых исследованиях других учёных.



# Почему горох стал удобным объектом для генетических опытов

## 1. Самоопыление

Горох способен к самоопылению, поэтому при выращивании легко сохраняются чистые линии без случайного смешения признаков. Это делало исходный материал предсказуемым и удобным для опытов.

## 2. Контролируемое скрещивание

Искусственное опыление у гороха выполняется относительно просто, поэтому исследователь мог точно выбирать родительские растения и задавать нужные комбинации признаков для сравнения потомства.

## 3. Быстрый результат

У гороха короткий жизненный цикл, а потомство образуется в большом количестве. Благодаря этому Мендель мог быстро получать новые поколения и проверять выводы на больших выборках.

## 4. Статистическая надёжность

Чем больше растений участвует в опыте, тем точнее выявляются закономерности наследования. Именно массовый учёт потомства позволил Менделю превратить наблюдение в доказательство.



# Семь пар альтернативных признаков у гороха

## Форма семян

Мендель сравнивал гладкие и морщинистые семена, потому что эти варианты легко различить на глаз и удобно подсчитать в потомстве без двусмысленности.

## Окраска семян

Жёлтые и зелёные семена составляли ещё одну чёткую пару признаков. Разница была настолько заметной, что позволяла точно фиксировать результаты каждого скрещивания.

## Форма бобов

В опытах учитывались вздутые и сжатые бобы. Такой признак хорошо подходил для анализа, поскольку имел только два ясно различимых проявления.

## Окраска цветков и бобов

Мендель также изучал окраску цветков и бобов, сопоставляя контрастные варианты признаков. Это помогало проверить, повторяются ли закономерности наследования у разных характеристик.

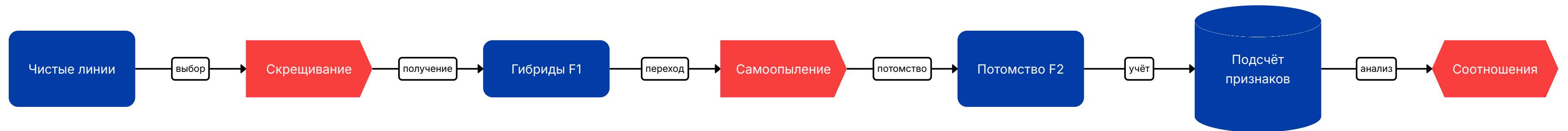
## Высота стебля

Высокие и карликовые растения гороха завершали список признаков. На их примере особенно наглядно видно, что наследование можно описывать через устойчивые альтернативы.



# Схема гибридологического метода Менделя

Метод основан на контролируемом скрещивании, учёте большого числа потомков и сравнении устойчивых соотношений признаков.



# Первый закон Менделя: единообразии гибридов F1



1.

## Скрещивание линий

Если скрестить две чистые линии, различающиеся по одной паре альтернативных признаков, все потомки первого поколения окажутся одинаковыми по фенотипу.

2.

## Проявление доминантного признака

В гибридах F1 обычно виден только доминантный вариант признака. Рecessивный аллель не исчезает, а сохраняется в наследственном материале организма.

3.

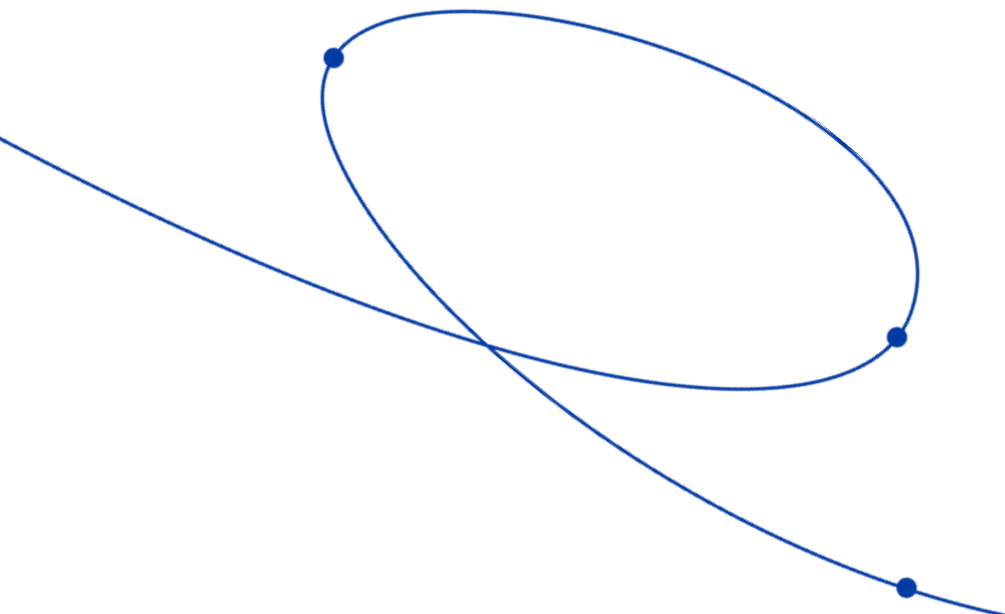
## Скрытое наследование

Единообразие первого поколения показывает, что наследственные факторы передаются без смешения. Признак может не проявляться внешне, но остаётся в генотипе.

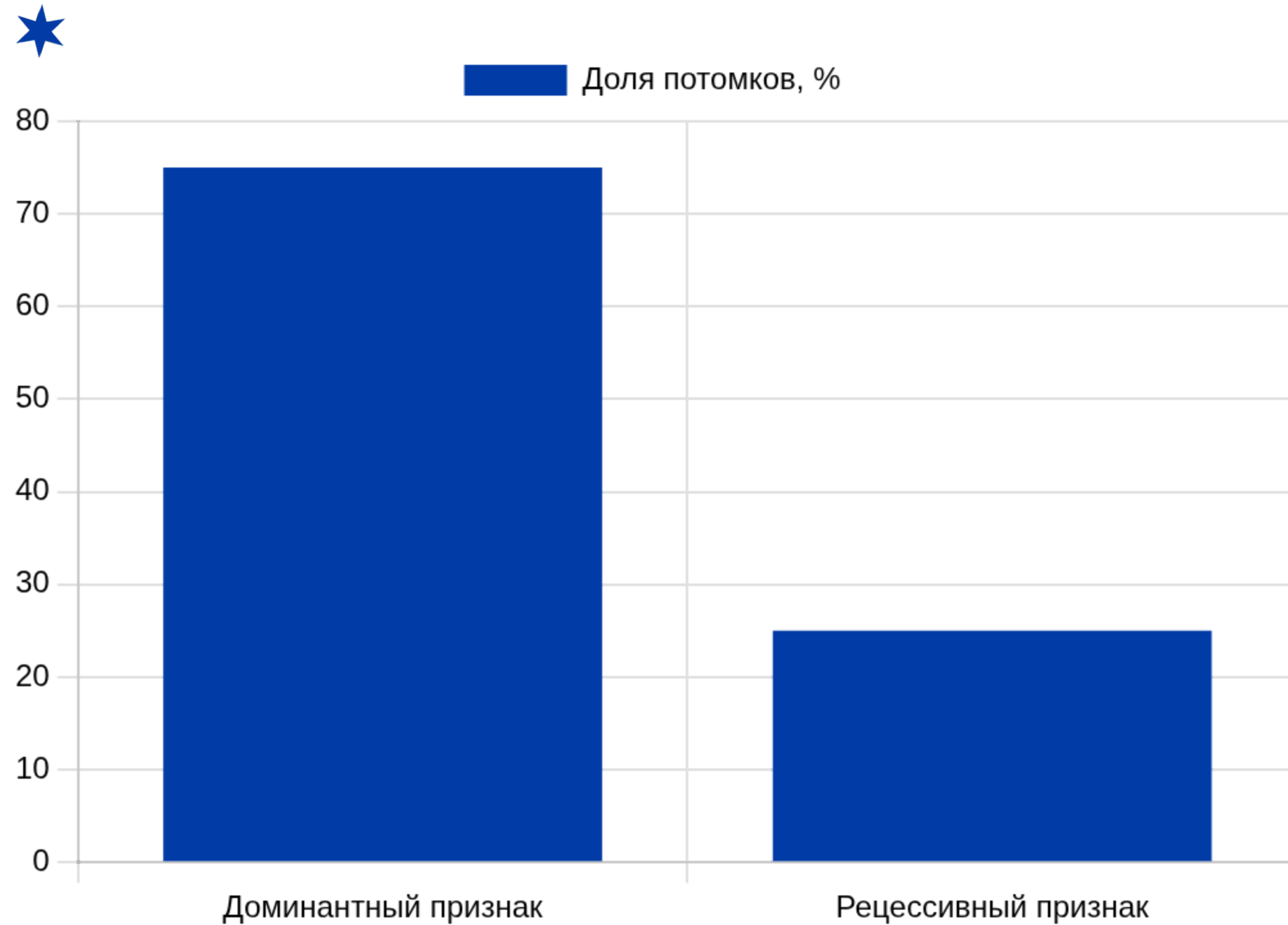
4.

## Значение закона

Первый закон Менделя помогает понять, почему гибриды от одинаковых родителей могут выглядеть одинаково и почему часть признаков скрывается до следующего поколения.



# Расщепление признаков во втором поколении



Классические моногибридные опыты Г. Менделя на горохе

Соотношение в потомстве не случайно: оно возникает из сочетания аллелей при образовании гамет и оплодотворении.

Второе поколение демонстрирует закономерное расщепление 3:1, подтверждая, что наследственные единицы сохраняются и комбинируются по вероятностным правилам.

# Генотип, фенотип и аллели



## Аллели

Аллели — это разные формы одного гена, находящиеся в одинаковых участках гомологичных хромосом. Они определяют возможные варианты проявления признака.



## Генотип

Генотип — это совокупность наследственной информации организма. Он описывает, какие аллели присутствуют у особи, независимо от того, видны ли они внешне.



## Фенотип

Фенотип включает наблюдаемые признаки организма, формирующиеся под влиянием генов и среды. Один и тот же генотип может проявляться немного по-разному.



# Моногибридное скрещивание: генотипы и фенотипы потомства



Схема показывает, как изменяются генотипы и фенотипы при скрещивании двух чистых линий и последующем самоопылении гибридов.

Рецессивный аллель сохраняется в гетерозиготах F<sub>1</sub> и снова проявляется во втором поколении, что подтверждает устойчивость наследственных факторов.

| Поколение      | Генотипы         | Фенотипы        |
|----------------|------------------|-----------------|
| P              | AA × aa          | Два варианта    |
| F <sub>1</sub> | Aa               | Все доминантные |
| F <sub>2</sub> | 1 AA: 2 Aa: 1 aa | 3: 1            |



Классические опыты Г. Менделя на горохе

# Второй закон Менделя: расщепление признаков

## Возврат рецессивного признака

При скрещивании гибридов первого поколения рецессивный вариант снова появляется в потомстве. Это показывает, что он не исчезает, а лишь временно не проявляется.

## Расхождение аллелей

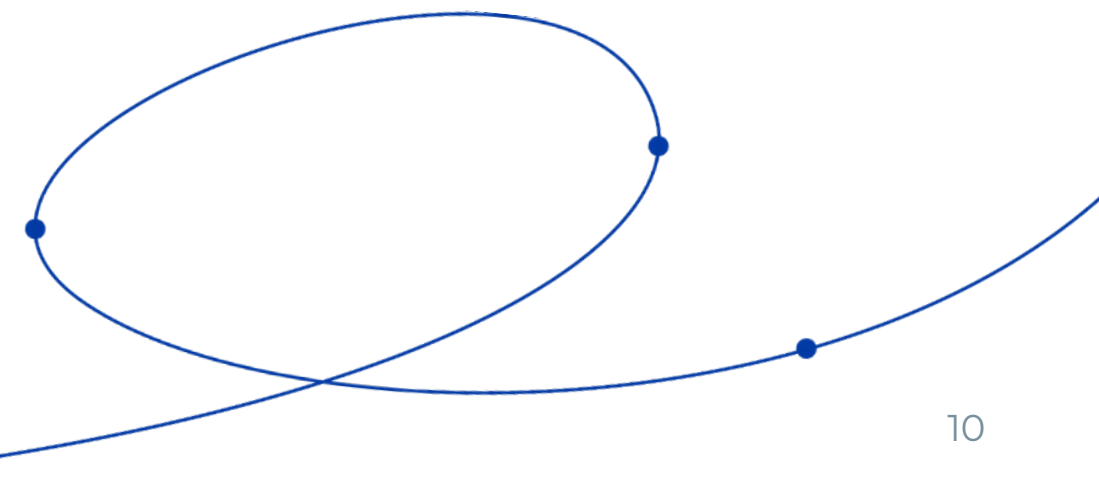
Во время образования гамет аллели расходятся по разным клеткам. Поэтому каждый родительский организм передаёт потомству только один из двух вариантов гена.

## Случайное сочетание

При оплодотворении гаметы соединяются случайно, и именно это создаёт расщепление признаков во втором поколении. Статистика потомства отражает вероятностный характер процесса.

## Отдельные единицы наследственности

Второй закон Менделя доказывает, что наследственные факторы не смешиваются между собой. Они сохраняются как самостоятельные единицы и передаются из поколения в поколение.



# Как хромосомы объясняют наследование

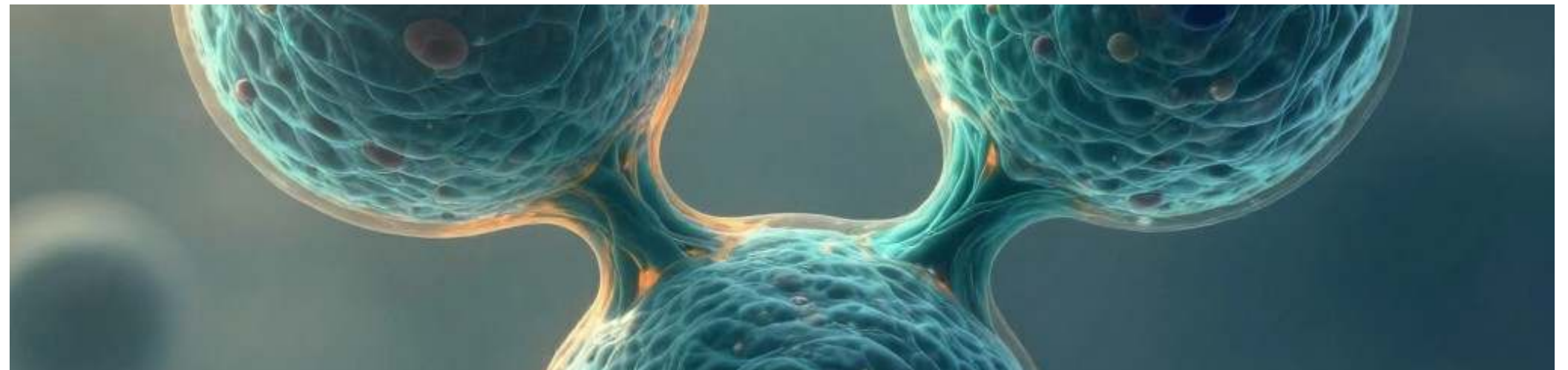
## Хромосомы расходятся по правилам

В мейозе каждая пара гомологичных хромосом расходуется к разным полюсам клетки. Поэтому в будущие гаметы попадает только один из двух аллелей каждого гена. Именно это клеточное событие лежит в основе менделевских соотношений.



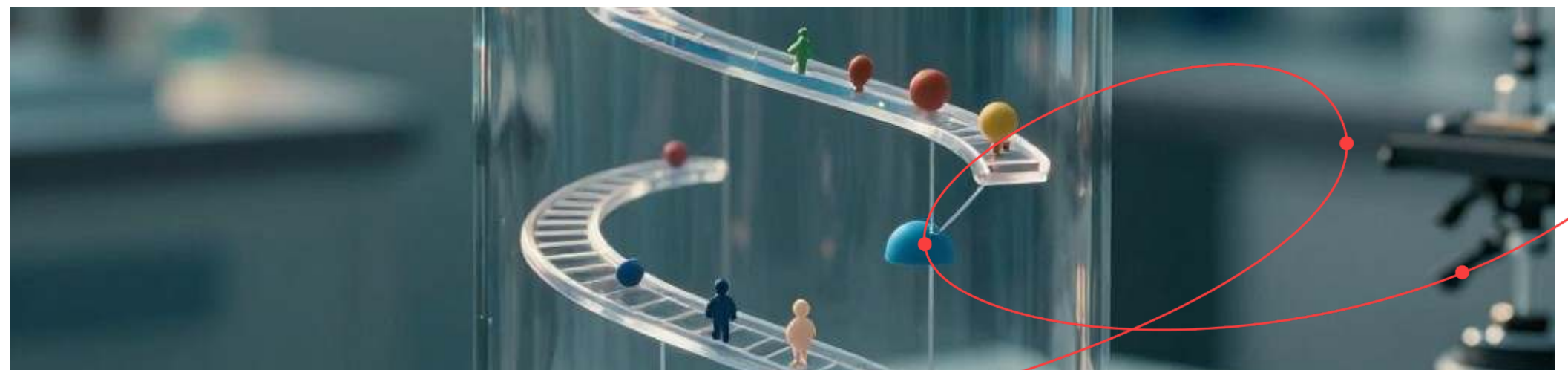
## Две гаметы — два варианта

Если организм гетерозиготен по признаку, например Аа, его гаметы несут либо аллель А, либо аллель а. Внешне это незаметно, но на уровне наследственности такое распределение определяет дальнейшее расщепление признаков у потомства.



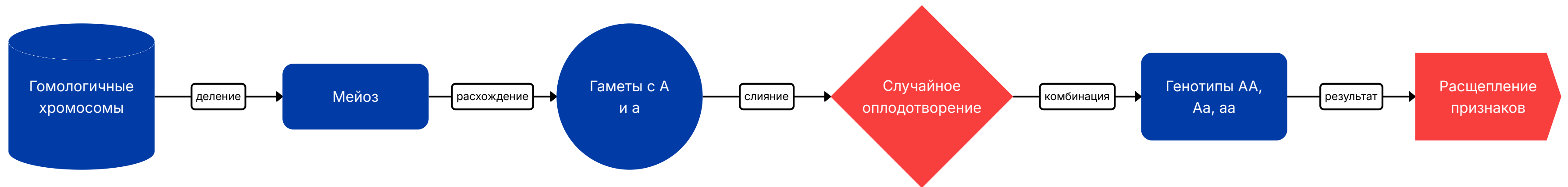
## От опыта к теории

Сопоставление поведения хромосом с результатами скрещиваний позволило связать наследование с клеточными процессами. Позднее эта связь стала основой хромосомной теории наследственности, которая объяснила, почему закономерности Менделя повторяются у разных организмов.



# Как возникает расщепление признаков

Последовательность отражает связь между мейозом, оплодотворением и результатами моногибридного скрещивания.



# Когда признаки наследуются независимо

## 1. Разные хромосомы

Если гены расположены в разных парах хромосом, они расходятся в гаметы независимо друг от друга. Поэтому сочетания признаков у потомства возникают в новых комбинациях, а не повторяют только родительские варианты.

## 2. Классическое расщепление

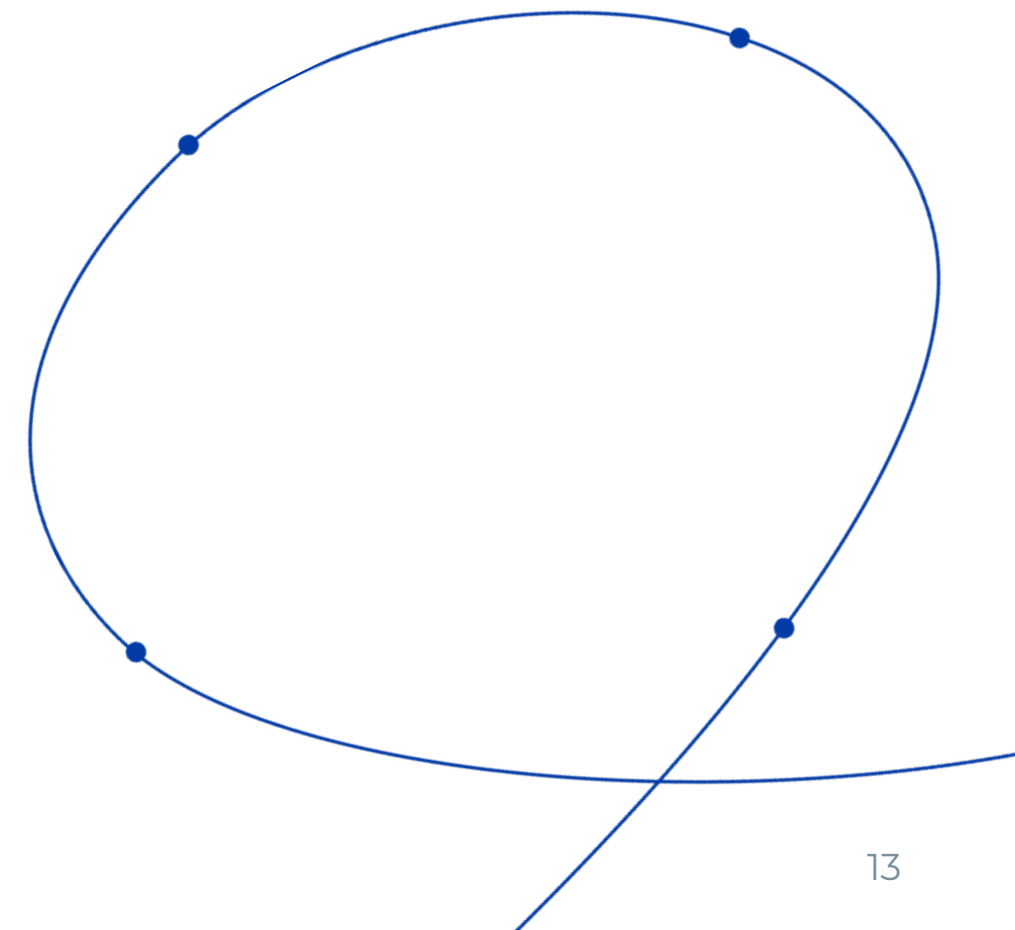
При дигибридном скрещивании независимое распределение аллелей приводит к фенотипическому отношению 9:3:3:1. Оно отражает сочетание двух пар признаков и показывает, что вероятность каждого варианта можно предсказать заранее.

## 3. Граница применимости

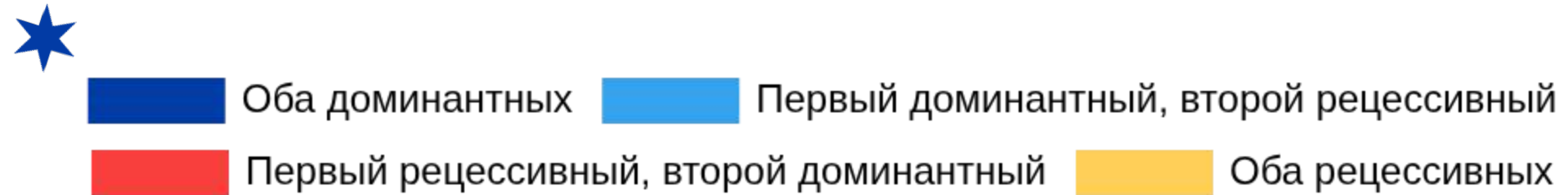
Закон действует не всегда. Если гены находятся в одной хромосоме близко друг к другу, они могут наследоваться сцепленно, и тогда ожидаемое соотношение нарушается или изменяется лишь частично.

## 4. Почему это важно

Третий закон Менделя помогает отличать независимое наследование от сцепления генов. Это особенно полезно при решении задач, анализе родословных и понимании того, как формируются признаки у потомства.



# Дигибридное скрещивание и соотношение 9:3:3:1



★

Такая схема наглядно показывает, что каждая пара аллелей наследуется самостоятельно, а итоговые фенотипы складываются из вероятностных сочетаний двух признаков.

Соотношение 9:3:3:1 подтверждает независимое комбинирование аллелей и позволяет проверять, действительно ли анализируемые гены не сцеплены.

Классические опыты Г. Менделя на горохе; теоретическая схема дигибридного скрещивания.

★

# Где классическая схема имеет пределы

## Сцепление генов

Гены, расположенные в одной хромосоме, часто наследуются вместе. В таком случае независимое распределение нарушается, а в потомстве преобладают сочетания, близкие к родительским.

## Неполное доминирование

Иногда у гетерозиготы не проявляется полностью доминантный признак, а наблюдается промежуточный вариант. Это показывает, что взаимодействие аллелей может быть сложнее, чем в простых менделевских примерах.

## Кодоминирование

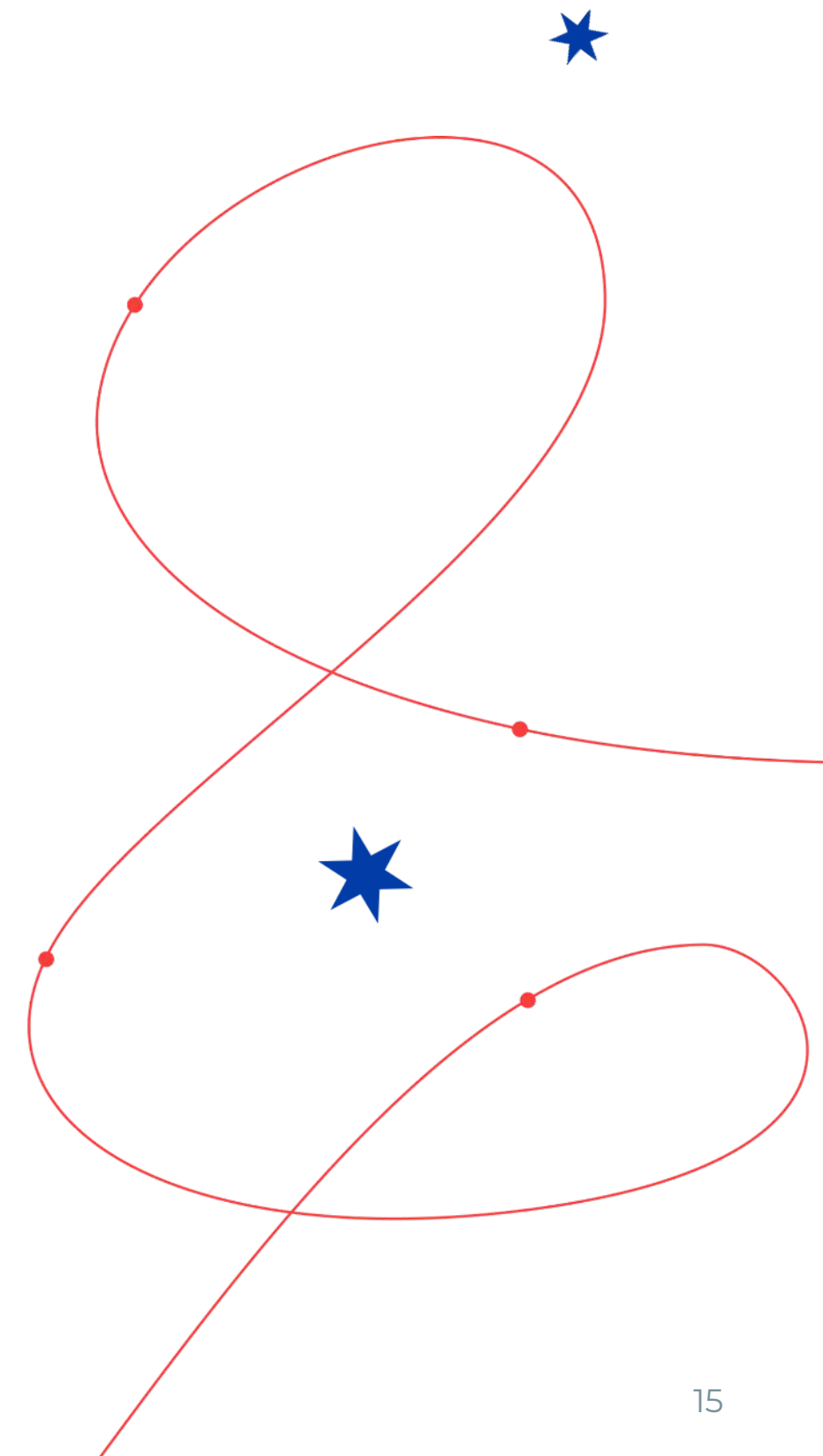
При кодоминировании оба аллеля проявляются одновременно и не подавляют друг друга. Такой тип наследования особенно хорошо виден в системах групп крови и других биологических признаках.

## Множественные аллели

Один ген может иметь не два, а несколько вариантов аллелей в популяции. Это расширяет число возможных генотипов и делает наследование признаков более разнообразным.

## Влияние среды

Даже при одинаковом генотипе признак может изменяться под воздействием питания, температуры, освещенности и условий развития. Поэтому фенотип всегда формируется как результат взаимодействия наследственности и среды.



# Ключевые понятия генетики

Эти определения нужны, чтобы читать записи скрещиваний без ошибок и уверенно решать генетические задачи.

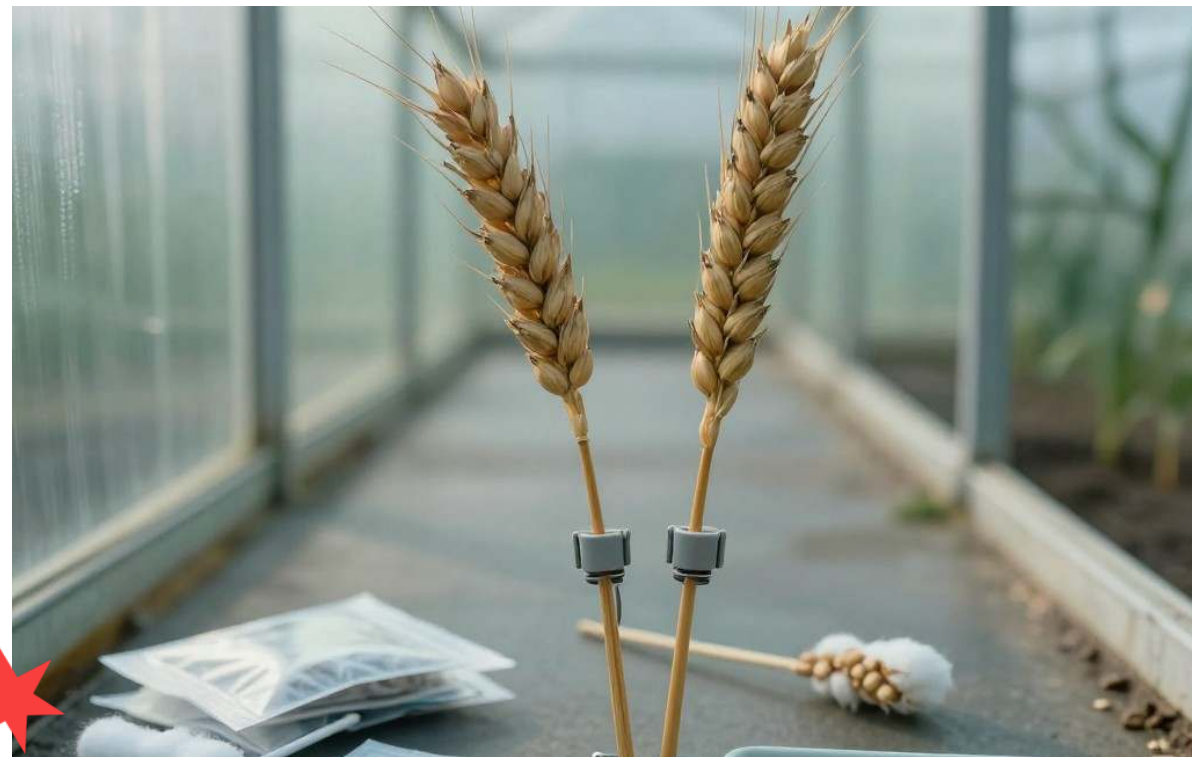
Точные определения позволяют различать наследственную основу, ее варианты и способы проявления признаков. Это делает генетическую запись строгой и однозначной.

| Понятие      | Краткое значение |
|--------------|------------------|
| Ген          | Участок ДНК      |
| Аллель       | Вариант гена     |
| Гомозигота   | АА или аа        |
| Гетерозигота | Аа               |

# Как открытия Менделя изменили науку и практику

## Селекция стала точнее

Менделевский подход позволил селекционерам не только наблюдать признаки, но и предсказывать их сочетания у потомства. Это сделало отбор растений и животных более целенаправленным, а результаты — более проверяемыми на практике.



## Наследственность человека стала понятнее

В медицине идеи Менделя помогают анализировать родословные и оценивать риск наследования некоторых признаков и заболеваний. Такой подход особенно важен там, где требуется понять, как признак передается через поколения.

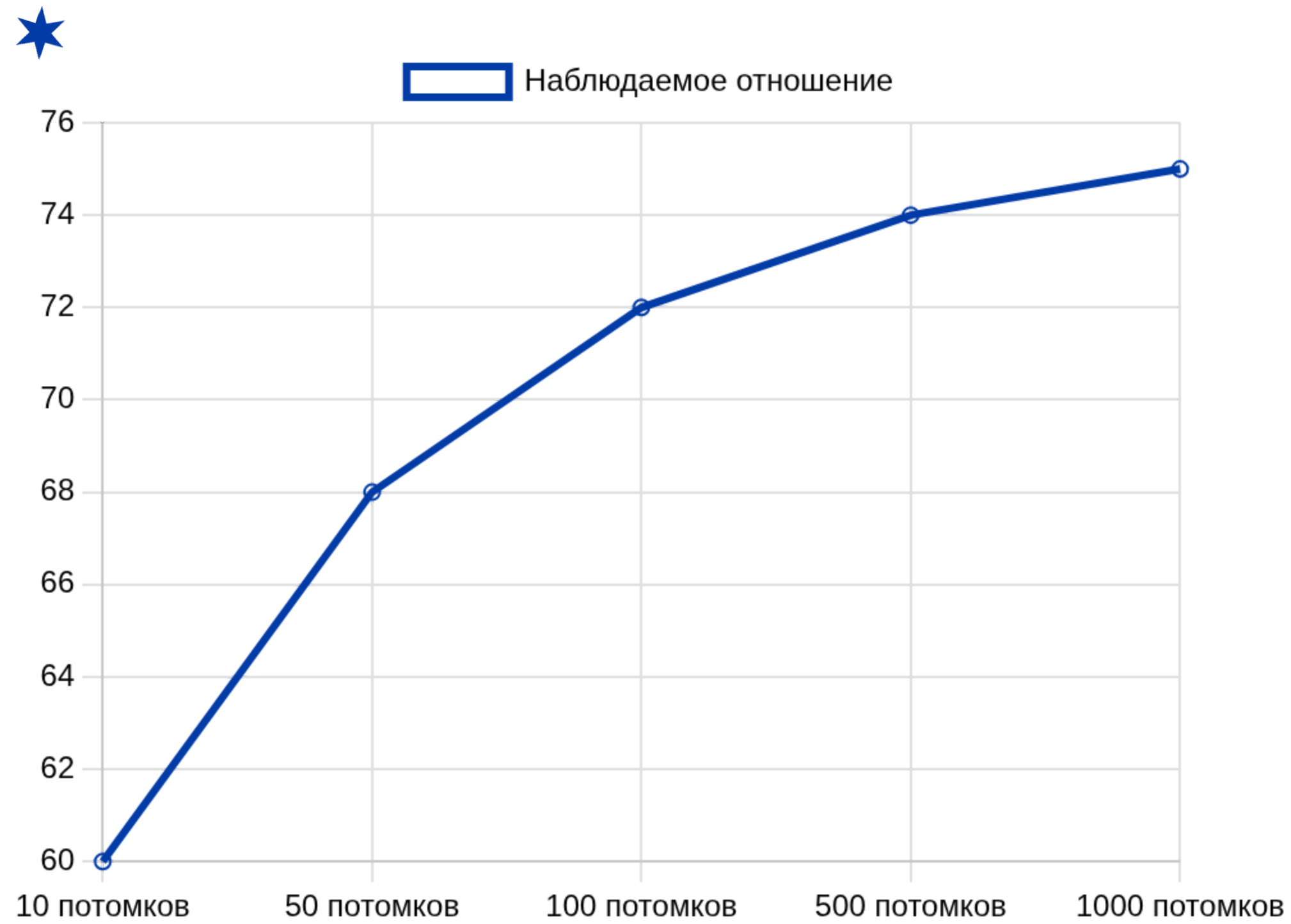


## Биология получила общий язык

Количественный анализ потомства превратил наследование в область точного исследования. Благодаря этому генетика получила понятные термины, схемы и закономерности, которые используются и в учебных задачах, и в современной лабораторной работе.



# Почему менделевские соотношения важны сегодня



Теоретическая модель вероятностного наследования; иллюстрация закона больших чисел.

При малом числе потомков результаты заметно колеблются, но по мере увеличения выборки наблюдаемое соотношение приближается к теоретическому.

Чем больше выборка, тем устойчивее проявляются вероятностные закономерности наследования. Поэтому менделевские соотношения сохраняют практическую ценность в анализе данных.

# От опытов к признанию



## 1856–1863

Мендель проводит опыты в Брно на горохе и систематически учитывает потомство. Именно этот период дал материал для формулировки наследственных закономерностей.

## 1866

Публикуется работа Менделя, в которой изложены результаты скрещиваний и сделаны выводы о единообразии, расщеплении и независимом наследовании признаков.

## 1900

Гуго де Фриз, Карл Корренс и Эрих фон Чермак независимо подтверждают выводы Менделя. С этого момента его идеи становятся фундаментом генетики как науки.



# Мендель заложил основы современной генетики

Работы Менделя показали, что наследование подчиняется устойчивым законам и опирается на дискретные наследственные факторы. Эти принципы до сих пор помогают понимать природу признаков и решать практические задачи.

