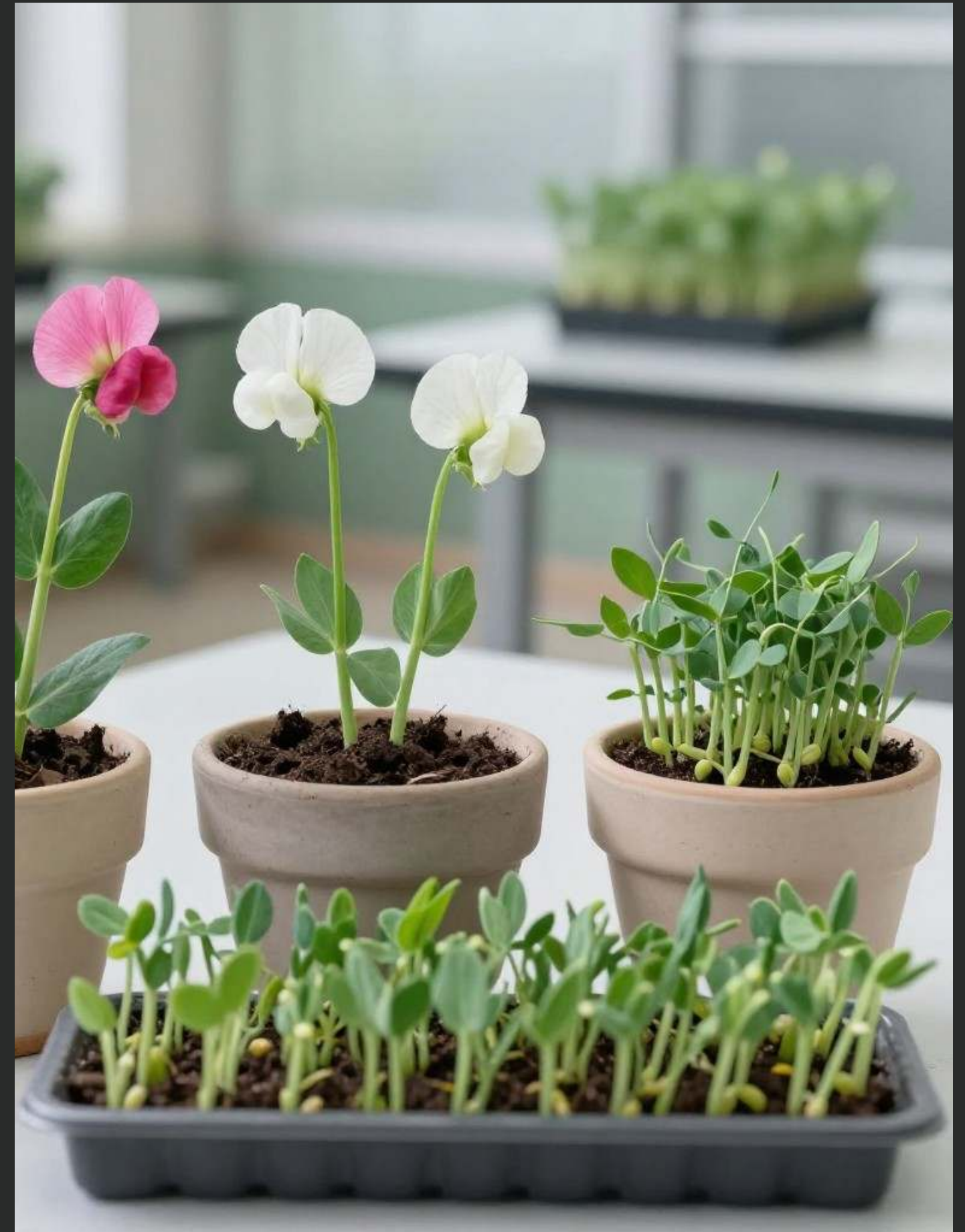


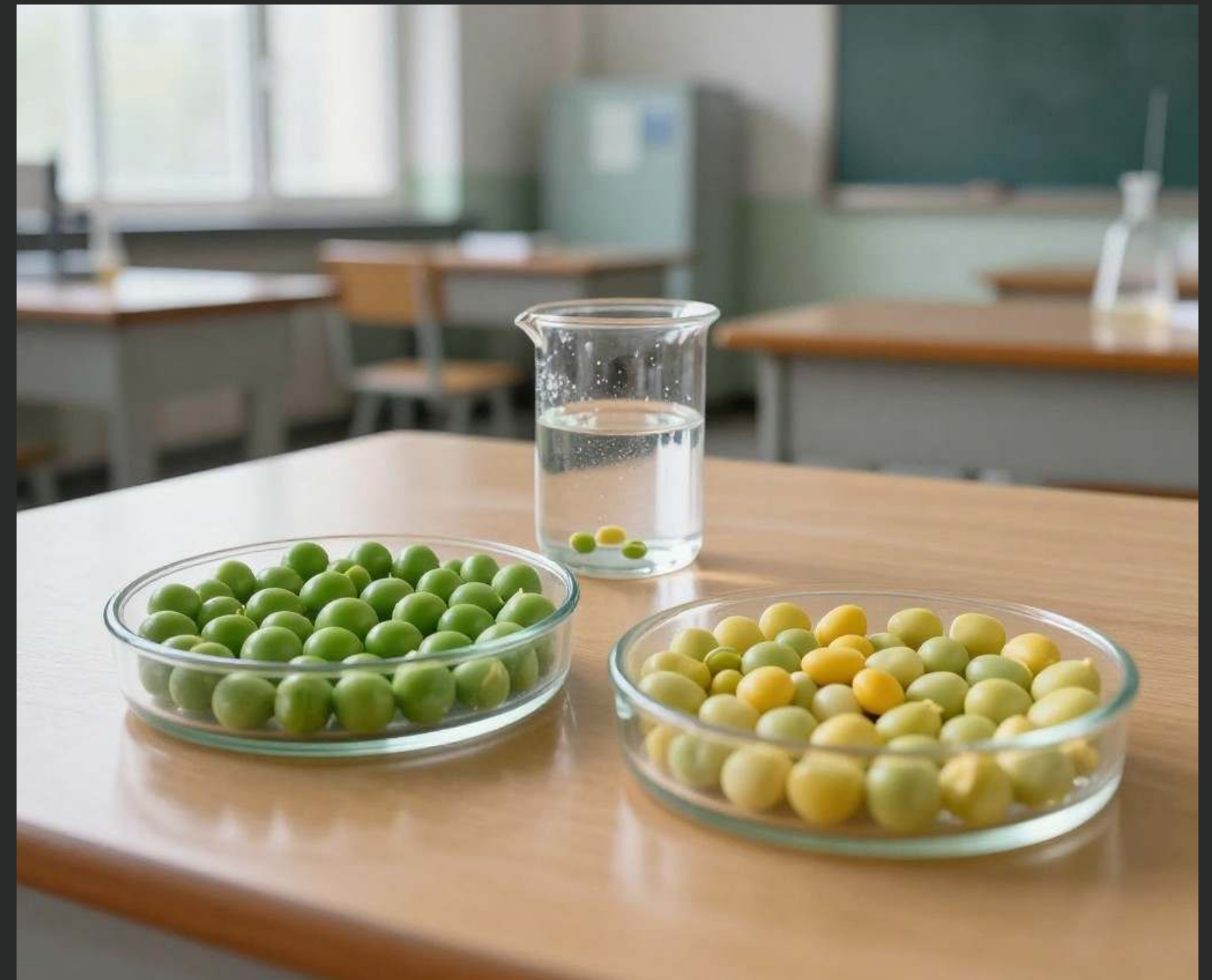
Доминирование и анализирующее скрещивание: как выявляют генотип

Фенотип не всегда раскрывает генотип:
его можно установить по потомству.



Генетика наследования признаков

Эта тема объясняет, как по проявлению признака и результатам скрещивания находят скрытый генотип. Она связана с законами Менделя, моногибридным скрещиванием и классической школьной генетикой 11 класса.



Основные генетические термины



Аллели

Аллели — разные формы одного и того же гена. Они определяют альтернативные проявления признака и могут по-разному влиять на фенотип.



Фенотип

Фенотип — совокупность внешних и внутренних признаков, формирующихся при взаимодействии генотипа и условий среды.



Ген

Ген — участок ДНК, который участвует в формировании наследственного признака и несёт информацию о его вариантах у потомства.



Генотип

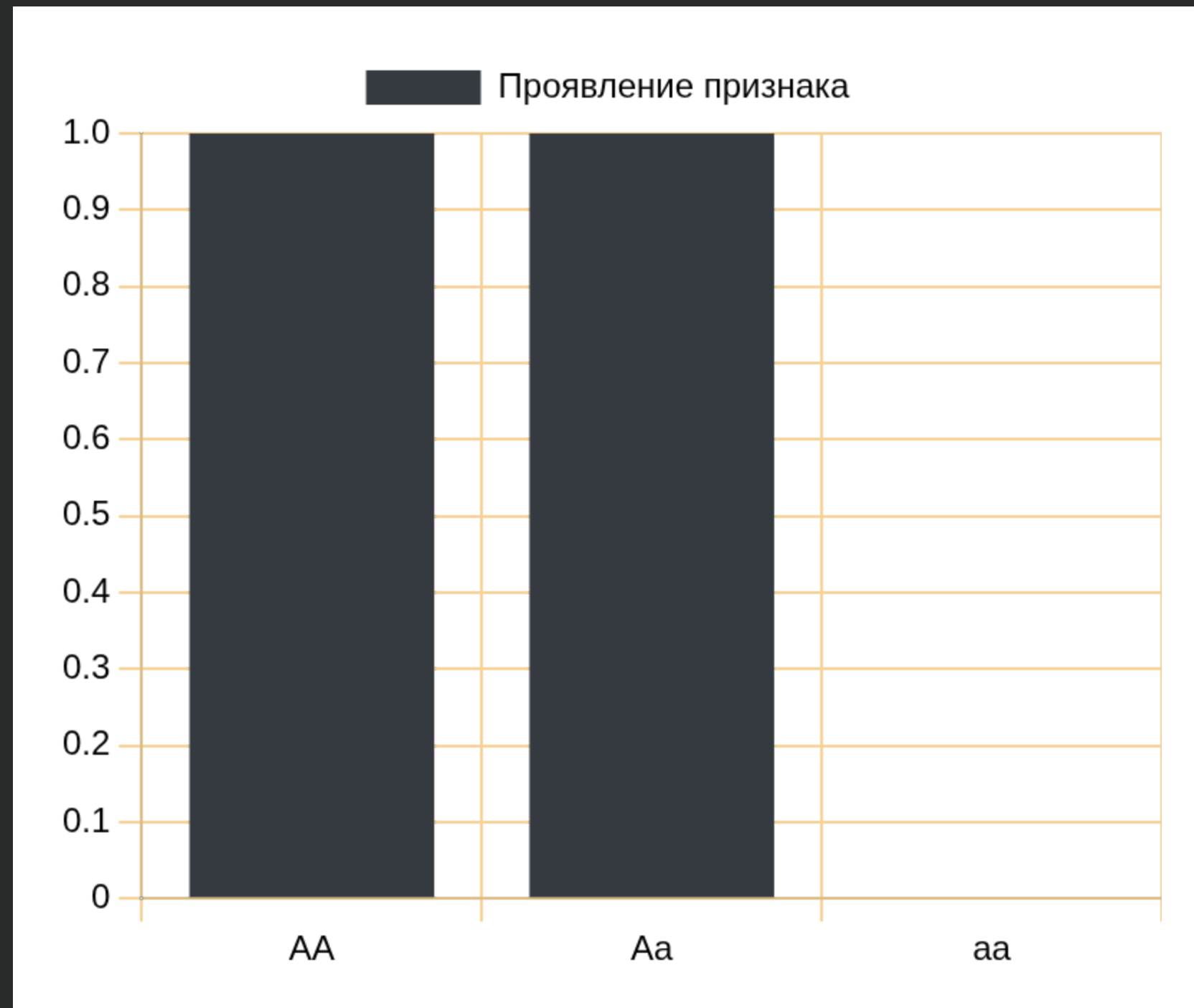
Генотип — совокупность аллелей организма. Он описывает наследственную основу признаков и часто не виден напрямую по внешнему облику.



Гомо- и гетерозигота

Гомозигота имеет два одинаковых аллеля, а гетерозигота — два разных. Именно это различие важно для анализа наследования и скрытого генотипа.

Как генотип связан с фенотипом при доминировании



Гетерозигота может выглядеть так же, как доминантная гомозигота, поэтому внешний признак не всегда достаточен для точного вывода.

Совпадение фенотипов AA и Aa показывает, что доминантный аллель маскирует рецессивный в гетерозиготе.

Схема по законам Менделя и школьному курсу генетики

Полное доминирование



Что происходит

При полном доминировании доминантный аллель полностью подавляет проявление рецессивного в гетерозиготе, поэтому по фенотипу AA и Aa не различаются.

1

Почему это важно

Именно в таких случаях фенотип не даёт прямого ответа о генотипе, а для уточнения нужны скрещивания и анализ потомства.

2

Классический пример

У гороха Менделя жёлтые семена доминируют над зелёными, а гладкая форма семян — над морщинистой. Это удобная модель для учебных задач.

3

Учебный вывод

Полное доминирование считается наиболее наглядным случаем наследования альтернативных признаков и часто используется как базовый образец в школьной генетике.

4
5

Неполное доминирование и кодоминирование

Промежуточный фенотип

При неполном доминировании гетерозигота имеет признак, который занимает промежуточное положение между двумя гомозиготами, а не совпадает с одной из них.

Совместное проявление

При кодоминировании оба аллеля проявляются одновременно и равноправно, поэтому признаки не смешиваются и не подавляют друг друга.



Пример у растений

Классический пример — львиный зев: при скрещивании красных и белых форм у гетерозигот часто появляются розовые цветки.

Пример у человека

Система групп крови АВО демонстрирует кодоминирование: аллели, определяющие признаки А и В, могут проявляться вместе в группе АВ.

Сравнение типов проявления аллелей

Тип	Фенотип гетерозиготы	Пример
Полное доминирование	Как доминантный	Горох
Неполное доминирование	Промежуточный	Львиный зев
Кодоминирование	Оба признака	AB

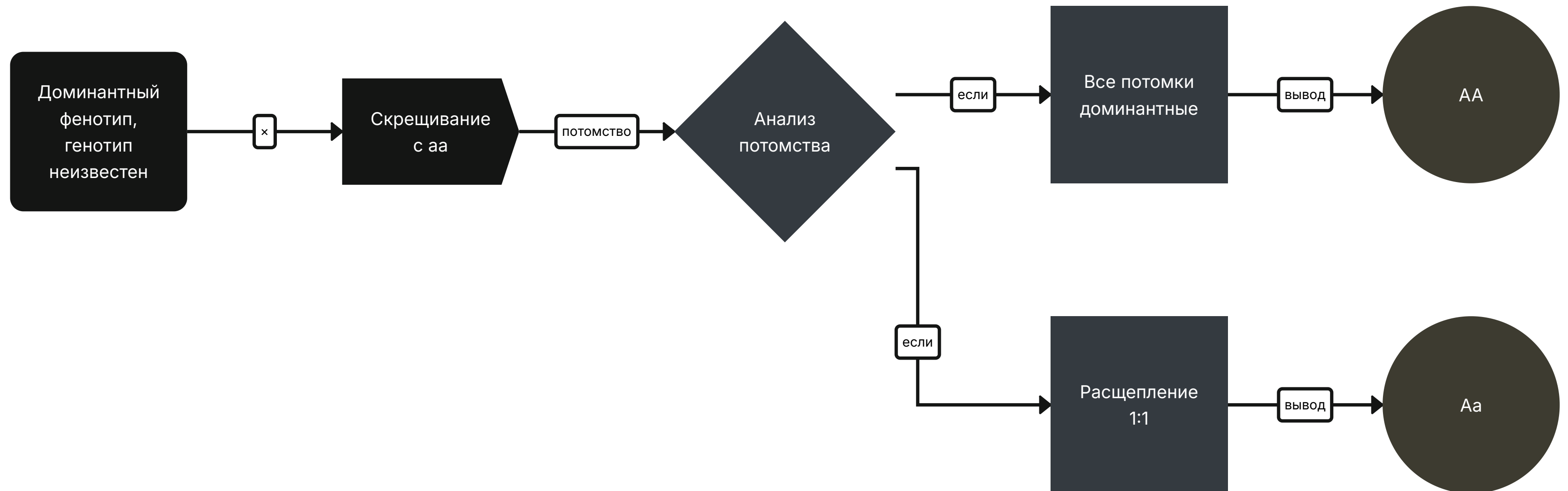
Школьный курс генетики; классические примеры наследования

Сравнение показывает, что один и тот же ген может проявляться по-разному в зависимости от типа взаимодействия аллелей.

Фенотип гетерозиготы не всегда совпадает с доминантным вариантом, поэтому по внешнему признаку нельзя автоматически судить о генотипе.

Логика анализирующего скрещивания

Последовательность действий при проверке скрытого генотипа по потомству

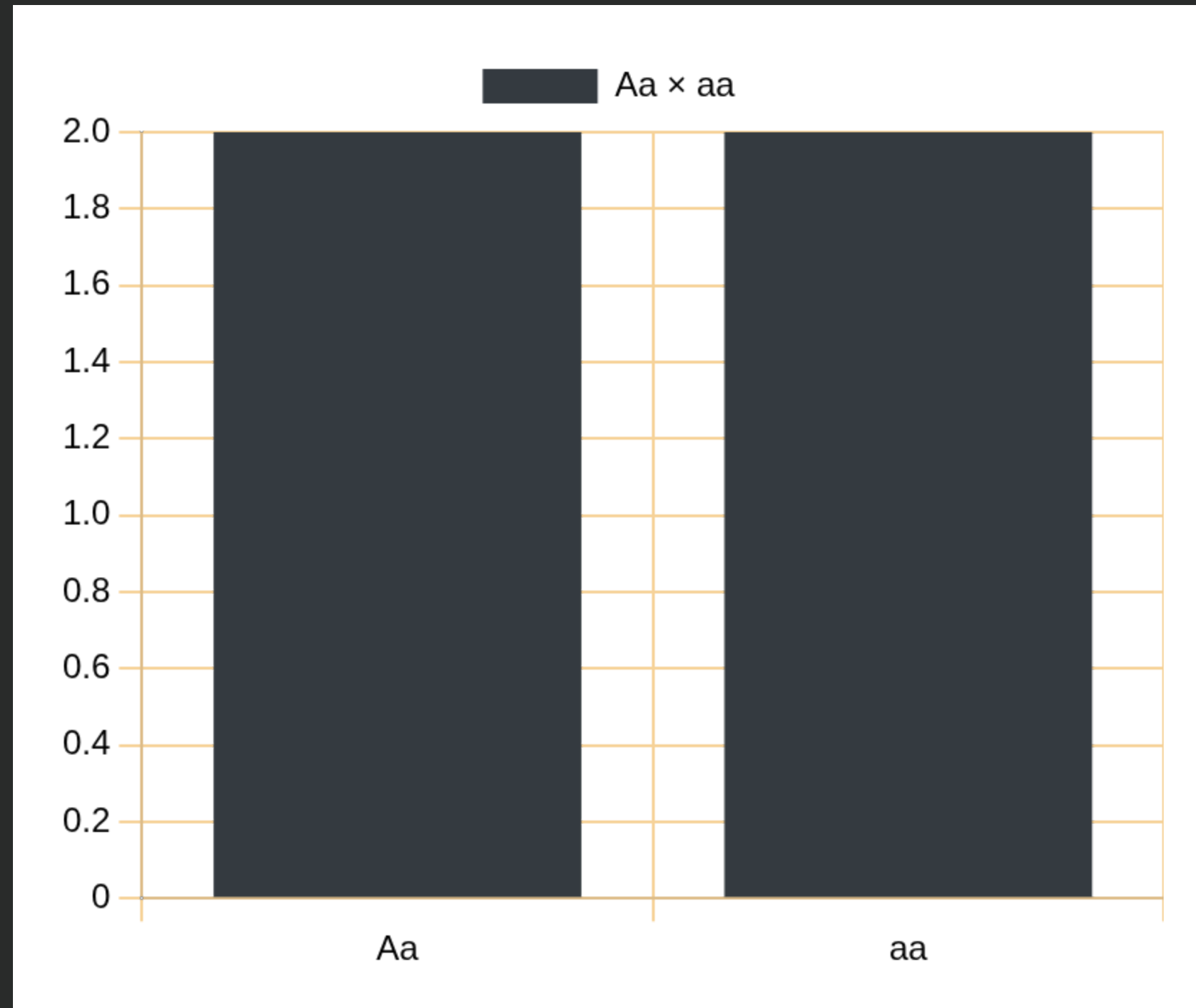


1

проверочный партнёр однозначно показывает, передаёт ли исследуемая особь рецессивный аллель.

Рецессивная гомозигота удобна именно тем, что её фенотип не скрывает генотип. Благодаря этому по потомству можно надёжно проверить скрытую наследственную комбинацию.

Решётка Пеннета для скрещивания $Aa \times aa$



Гетерозигота образует два типа гамет, а рецессивная гомозигота — только один, поэтому потомство распределяется поровну.

Соотношение 1:1 по генотипу и фенотипу делает это скрещивание удобным для распознавания гетерозиготы.

Схема решётки Пеннета по моногибридному скрещиванию $Aa \times aa$

Как отличить АА от Аа по потомству

01 Скрещивание-проверка

Неизвестную особь с доминантным фенотипом скрещивают с рецессивной гомозиготой aa . По признакам потомков судят, скрыт ли в генотипе второй рецессивный аллель.

02 Все потомки доминантны

Если все потомки проявляют доминантный признак, исследуемая особь, как правило, имеет генотип АА. В таком случае рецессивный аллель в потомстве не появляется.

03 Расщепление 1:1

Если среди потомков наблюдается равное число доминантных и рецессивных особей, исходная особь гетерозиготна Аа. Она передаёт два типа гамет в равной доле.

04 Нужна достаточная выборка

Надёжность вывода возрастает при большом числе потомков: на малой выборке случайные отклонения могут исказить соотношение и затруднить отличие АА от Аа.

Пример анализирующего скрещивания у гороха



Жёлтые семена под проверкой

У растения гороха с жёлтыми семенами определяют генотип через скрещивание с зелёносеменным рецессивным растением. Внешне оба варианта выглядят по-разному, но именно потомство показывает, скрыт ли у жёлтой формы рецессивный аллель.



Если всё потомство жёлтое

Когда все семена в потомстве оказываются жёлтыми, исходное растение, скорее всего, гомозиготно по доминантному аллелю. На схеме это выглядит как одна линия наследования без появления зелёных семян.



Две линии потомства

Если потомство делится примерно поровну на жёлтое и зелёное, исходная форма гетерозиготна. Такая иллюстрация удобно показывает две ветви результата: доминантный признак сохраняется лишь у части потомков.

Типичные результаты анализирующего скрещивания

Скрещивание	Потомство	Вывод
AA × aa	100% доминантных	Исходная особь AA
Aa × aa	1:1	Исходная особь Aa
Aa × aa, 40 потомков	≈20 и ≈20	Допустимы отклонения

Сравнение ожидаемых исходов помогает быстро определить генотип исследуемой особи по потомству.

Если рецессивный партнёр даёт две разные группы потомков, исследуемая особь гетерозиготна. При большой выборке наблюдаемое расщепление обычно близко к теоретическому.

Школьная классическая генетика; модель моногибридного анализирующего скрещивания

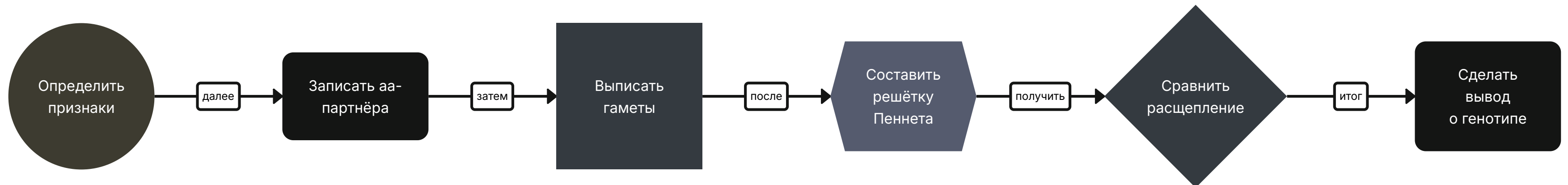
1:1

— это ожидаемое расщепление при скрещивании Aa с aa, которое тем точнее проявляется, чем больше потомков в выборке.

Наследование подчиняется вероятности: отдельные семьи потомков могут немного отклоняться от теории, но при увеличении числа особей соотношение приближается к ожидаемому.

Алгоритм решения задач на анализирующее скрещивание

Последовательность действий в задачах на моногибридное скрещивание с одной парой аллелей



Типичные ошибки при анализирующем скрещивании

Перепутан доминантный признак

Ошибка начинается с неверного определения, какой фенотип доминирует. Тогда и запись скрещивания, и последующий вывод о генотипе оказываются неправильными уже на первом шаге.

Слишком мало потомков

При небольшой выборке случайные колебания могут создать ложное впечатление о расщеплении. Для анализа нужны достаточно многочисленные потомки, иначе статистический вывод остаётся ненадёжным.

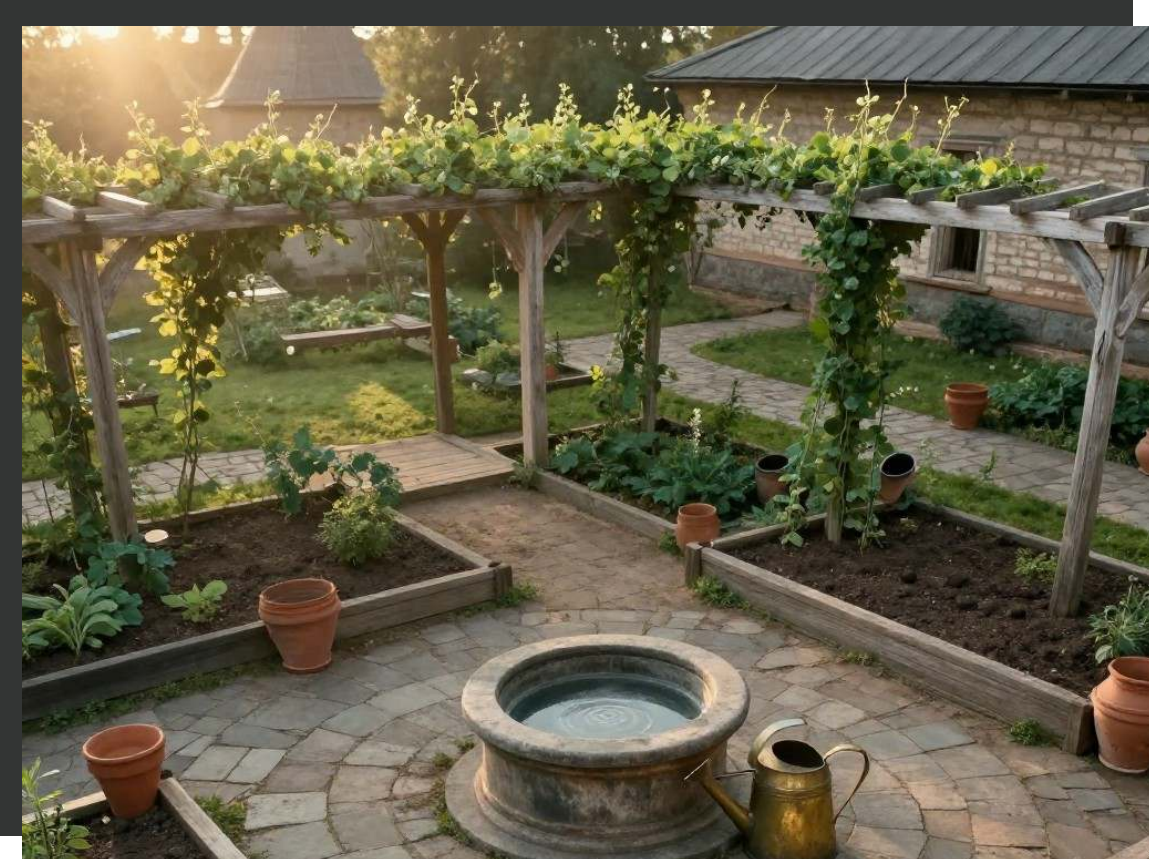
Лишний ген в условии

Метод применим к одному гену с двумя аллелями. Если в задаче участвуют несколько генов или сложное взаимодействие признаков, анализирующее скрещивание нельзя использовать механически.

Путаница фенотипа и генотипа

Наличие доминантного признака ещё не доказывает генотип АА. Гетерозигота Аа выглядит так же, поэтому вывод нужно делать только по потомству, а не по внешнему виду.

Исторический контекст метода



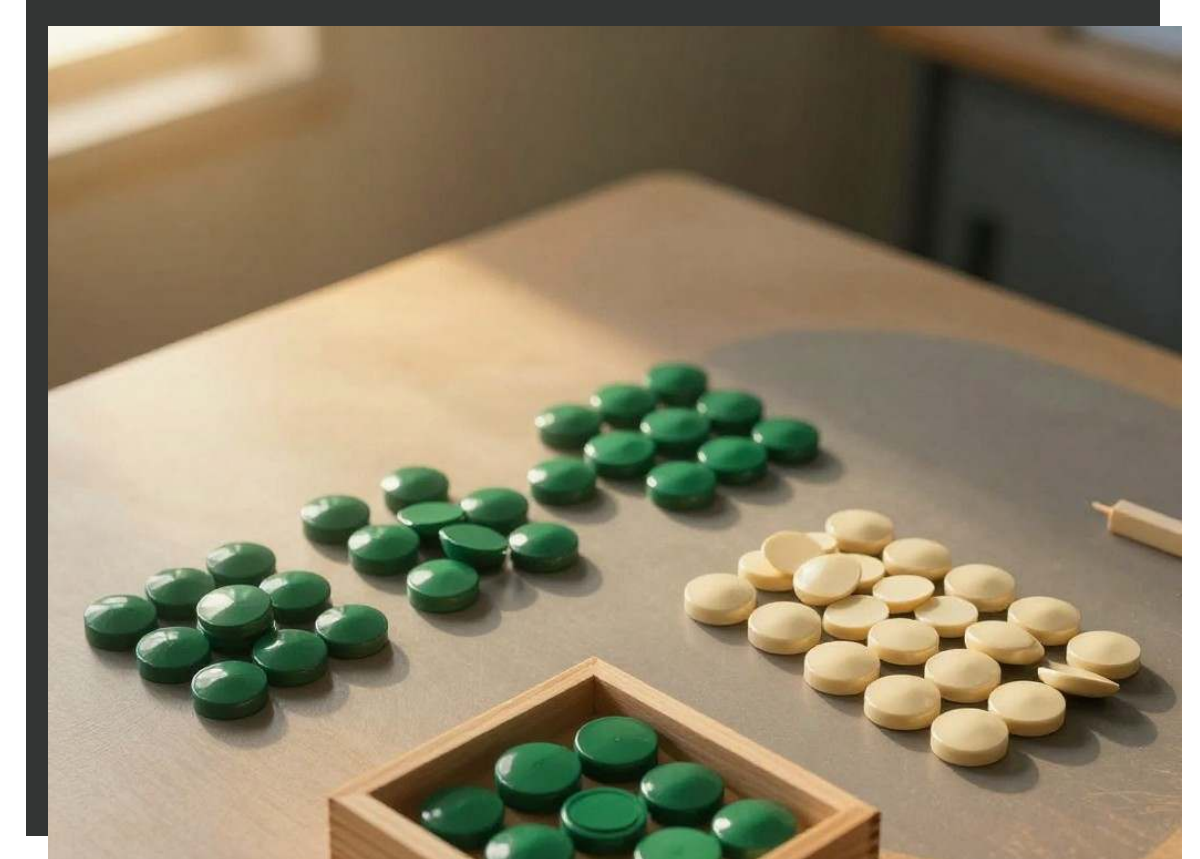
Сад в Брно

В монастырском саду в Брно Грегор Мендель годами выращивал горох посевной и тщательно учитывал результаты скрещиваний. Именно там были собраны данные, из которых позже выросла классическая генетика.



Наблюдение вместо догадки

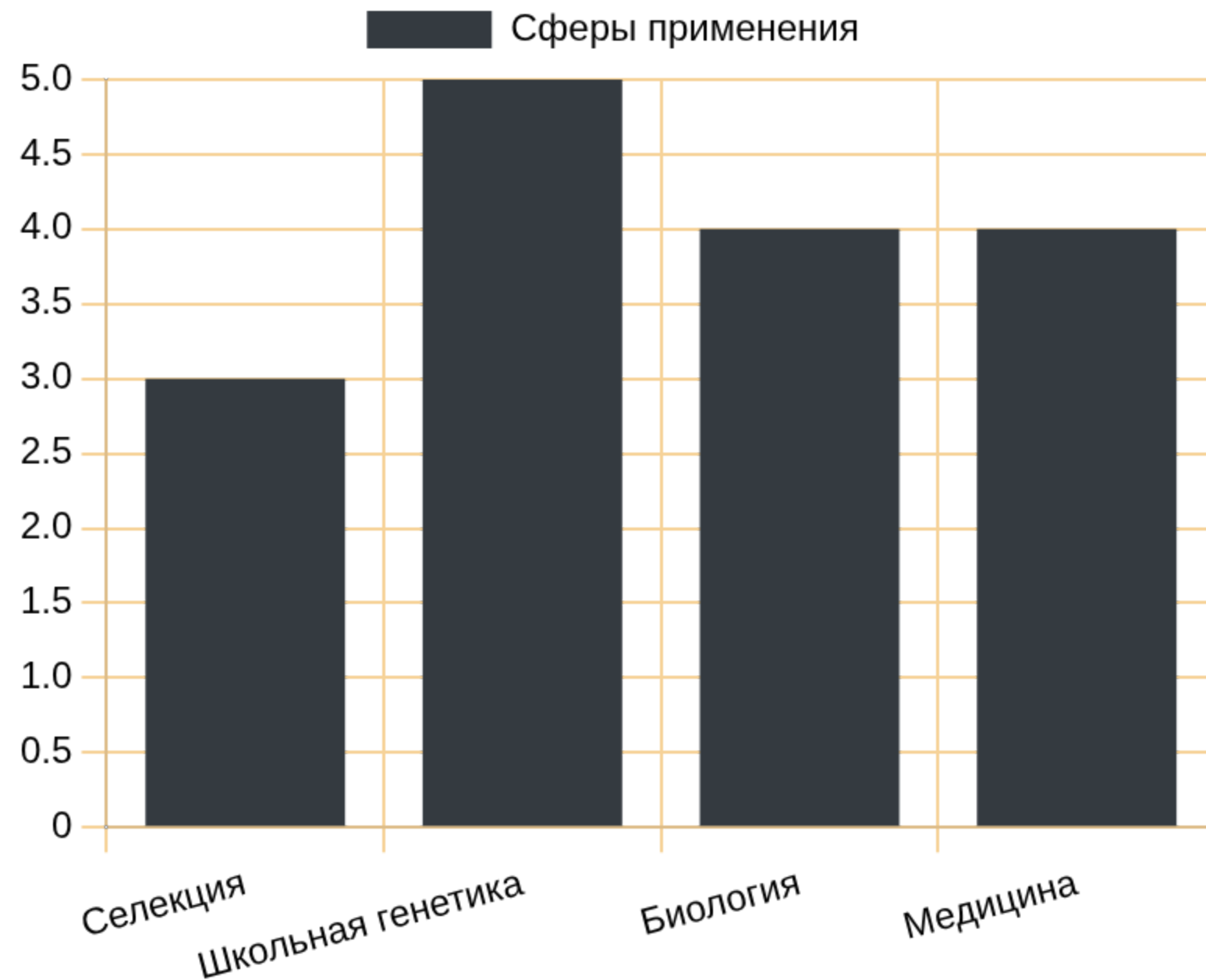
Мендель не ограничивался внешним сходством растений, а анализировал численные соотношения признаков у потомков. Такой подход позволил увидеть повторяющиеся закономерности наследования, недоступные простому наблюдению.



Основа школьной генетики

Позднее его выводы стали фундаментом для понимания доминирования и анализирующего скрещивания. Сегодня портрет Менделя и изображение гороха помогают связать учебную схему с реальным историческим экспериментом.

Где анализирующее скрещивание применяется на практике



Метод особенно полезен там, где нужно быстро оценить скрытый генотип по потомству или проверить чистоту линии без молекулярного анализа.

Наибольшая учебная ценность — в школьной генетике, но практический смысл сохраняется и в селекции, биологии, медицине.

Учебная классическая генетика; обобщение сфер применения

Анализирующее скрещивание и современные генетические методы

XIX век

Мендель формулирует законы наследования на основе опытов с горохом. Анализ потомства становится главным способом понять, как передаются признаки.

Классическая генетика

Анализирующее скрещивание закрепляется как учебный и исследовательский приём. Оно помогает отличать фенотип от генотипа и проверять гипотезы о наследовании.

Современный этап

Генотип часто определяют молекулярными тестами, но метод Менделя остаётся важной моделью для понимания вероятности, доминирования и логики наследования.

Фенотип не всегда раскрывает генотип

Доминирование скрывает рецессивный аллель у гетерозиготы, а анализирующее скрещивание выводит его на свет через потомство. Поэтому классическая генетика учит читать не только признаки, но и их вероятности.