



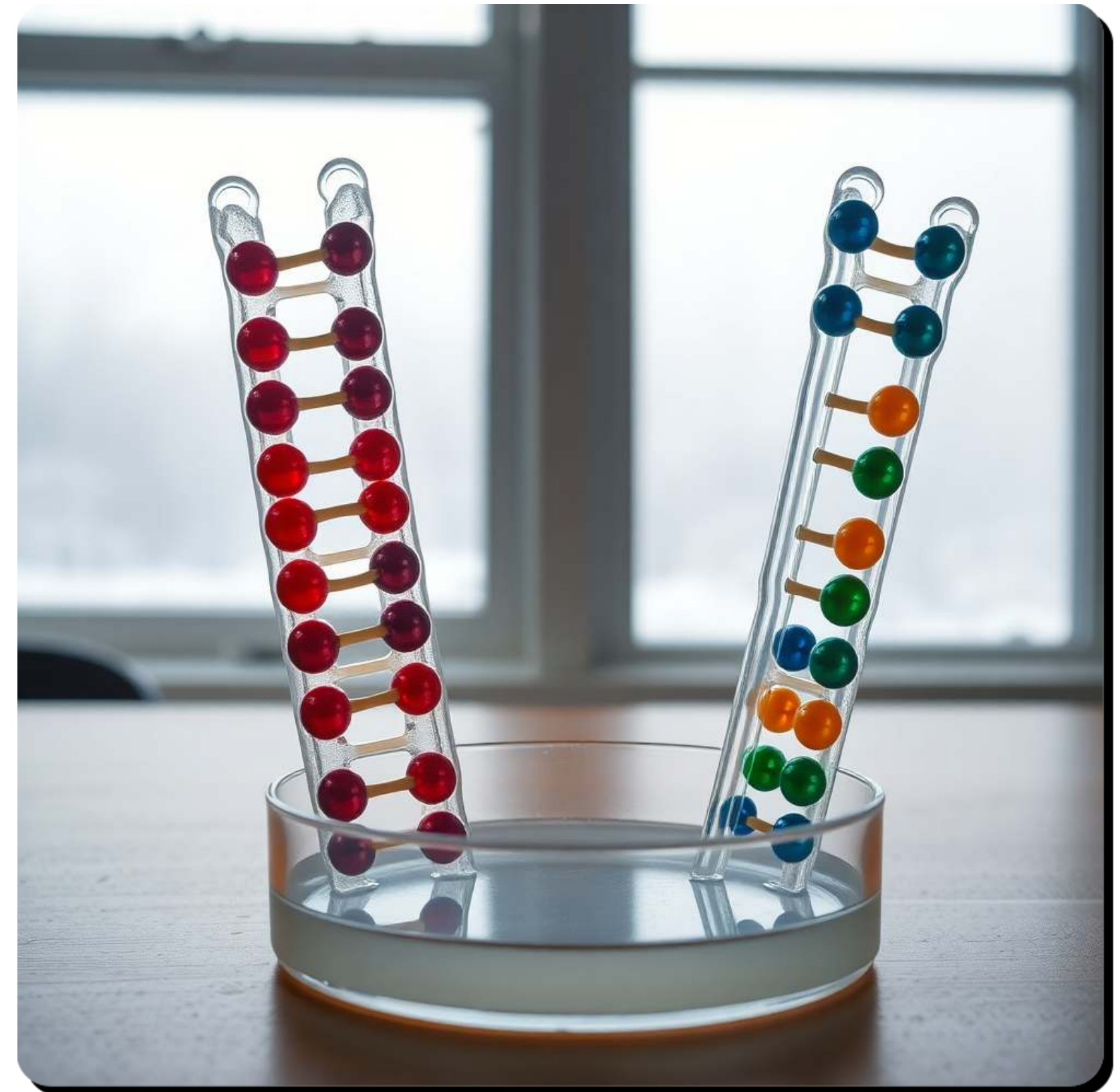
Множественные аллели и анализирующее скрещивание

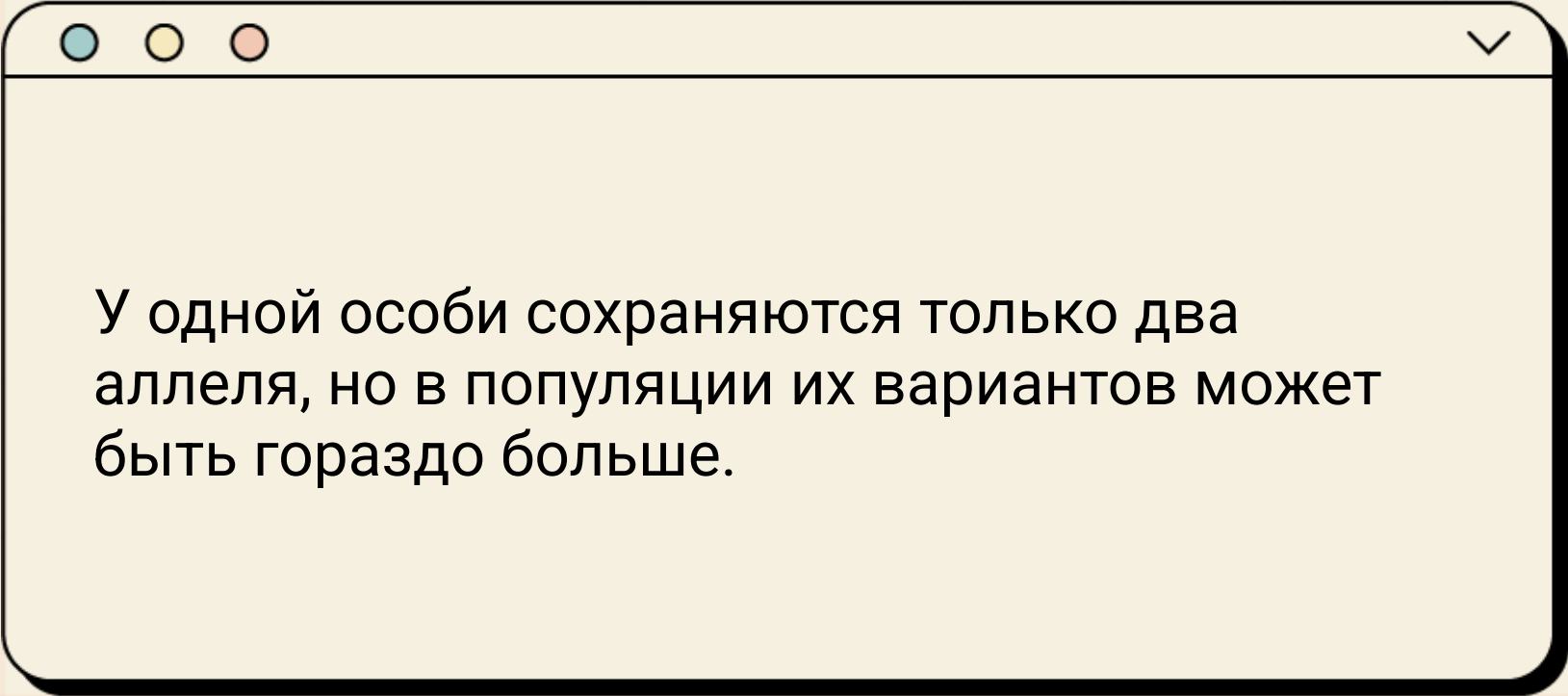
Два ключа к пониманию наследования признаков.



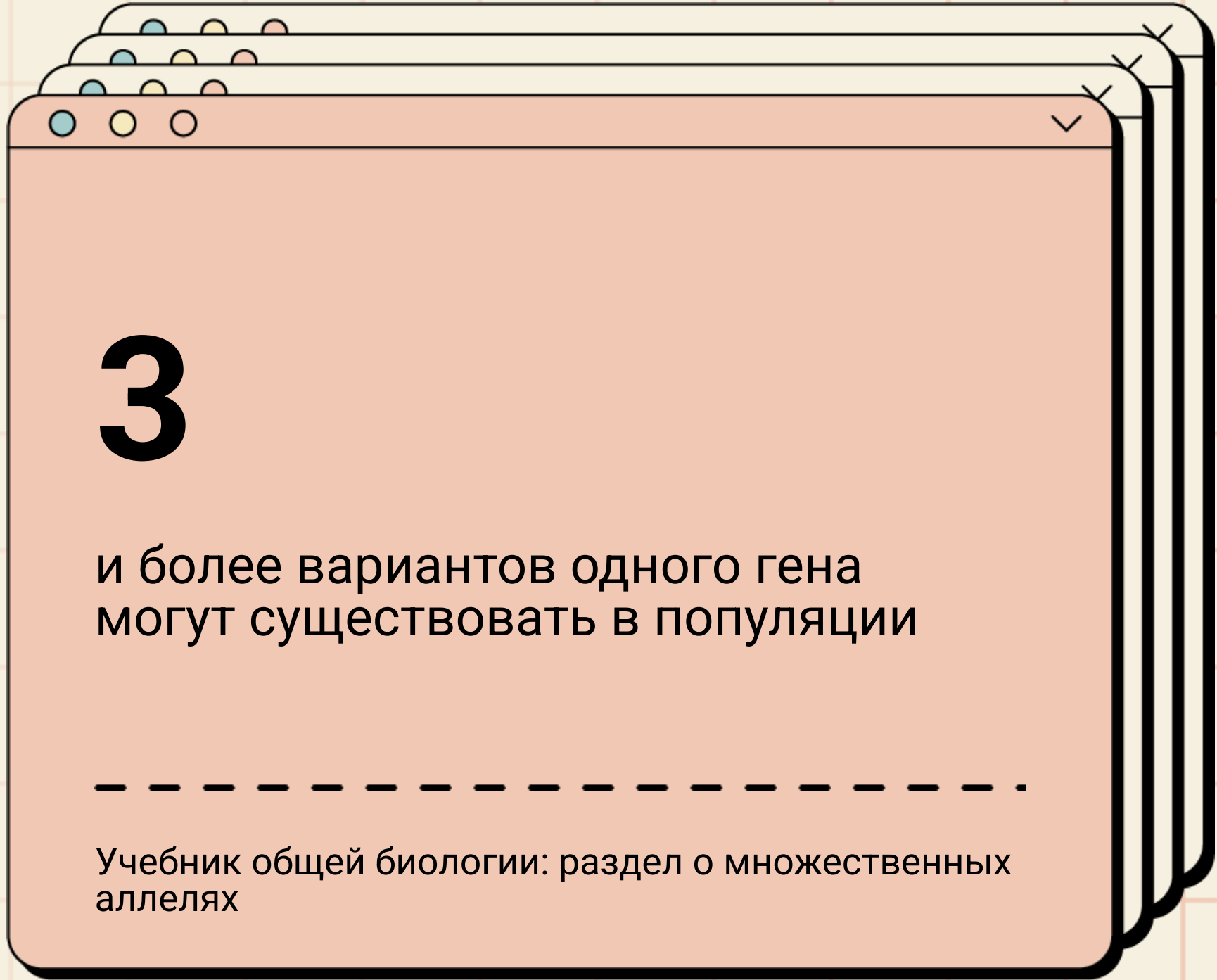
Почему генетика не ограничивается простыми схемами

Реальные признаки часто наследуются сложнее, чем в классических примерах Менделя. Множественные аллели объясняют разнообразие вариантов одного гена, а анализирующее скрещивание помогает увидеть скрытый генотип через потомство.





У одной особи сохраняются только два аллеля, но в популяции их вариантов может быть гораздо больше.



3

и более вариантов одного гена могут существовать в популяции

Учебник общей биологии: раздел о множественных аллелях

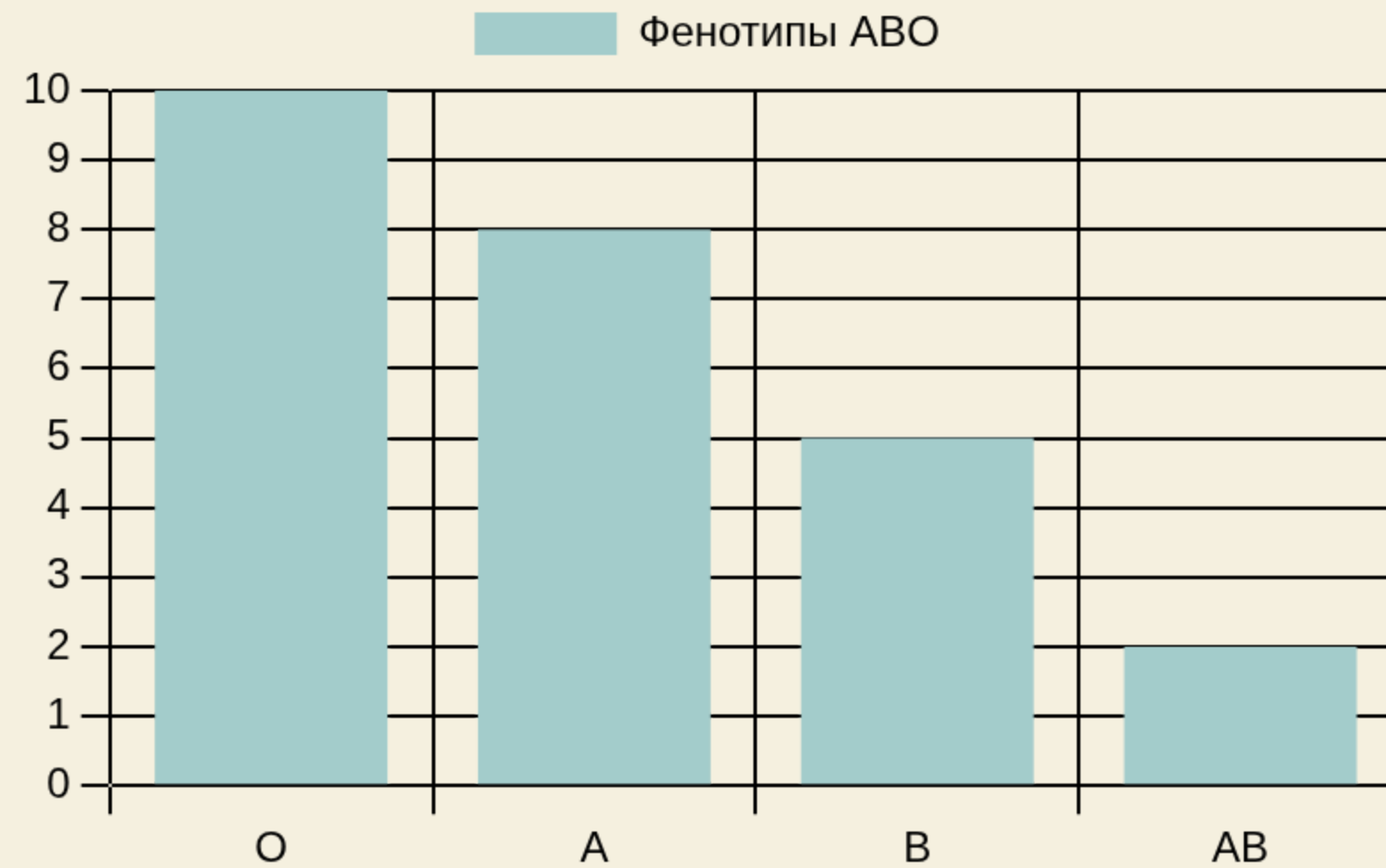
Примеры множественных аллелей

- Таблица показывает, как один ген может иметь несколько вариантов и по-разному проявляться в признаке.
- Множественные аллели расширяют число фенотипов без увеличения числа генов в отдельной особи.

Признак	Ген/ локус	Аллели
Группы крови ABO	I	IA, IB, i
Окраска кроликов	C	несколько
Наследственный признак	один ген	мутантные формы



Фенотипы системы ABO в популяции



- Диаграмма показывает не универсальную статистику, а типичное соотношение фенотипов: AB встречается реже, чем A и O.
- Система ABO иллюстрирует, как комбинации трёх аллелей создают четыре фенотипа и неодинаковую частоту их проявления.

Схематическая иллюстрация по системе ABO; условные значения

✕ Кодоминантность I^A и I^B

При совместном присутствии этих аллелей в генотипе оба проявляются одновременно, поэтому формируется группа АВ без взаимного подавления признаков.

✕ Роль аллеля i

Аллель i не образует собственного антигена и проявляется только тогда, когда в генотипе отсутствуют I^A и I^B , то есть в состоянии ii .

✕ Группа А

Группу А дают генотипы $I^A I^A$ и $I^A i$: в обоих случаях на эритроцитах формируется антиген А, а рецессивный i не меняет фенотип.

✕ Группа В и О

Группу В определяют генотипы $I^B I^B$ и $I^B i$, а группа О возникает только при ii , когда не синтезируется ни антиген А, ни антиген В.



Аллели I^A , I^B и i в системе АВО

Кодоминирование на примере групп крови



Антиген А на клетке

Когда в генотипе присутствует $I^A I^A$ или $I^A i$, эритроциты несут антиген А, и именно он определяет фенотип группы А. На схеме это удобно показать через один доминирующий маркер на поверхности клетки.



Антиген В и двойное проявление

Генотипы $I^B I^B$ и $I^B i$ формируют антиген В, а сочетание $I^A I^B$ приводит к одновременному появлению обоих антигенов. Такой пример наглядно демонстрирует, что «доминантность» не всегда означает полное подавление одного варианта другим.



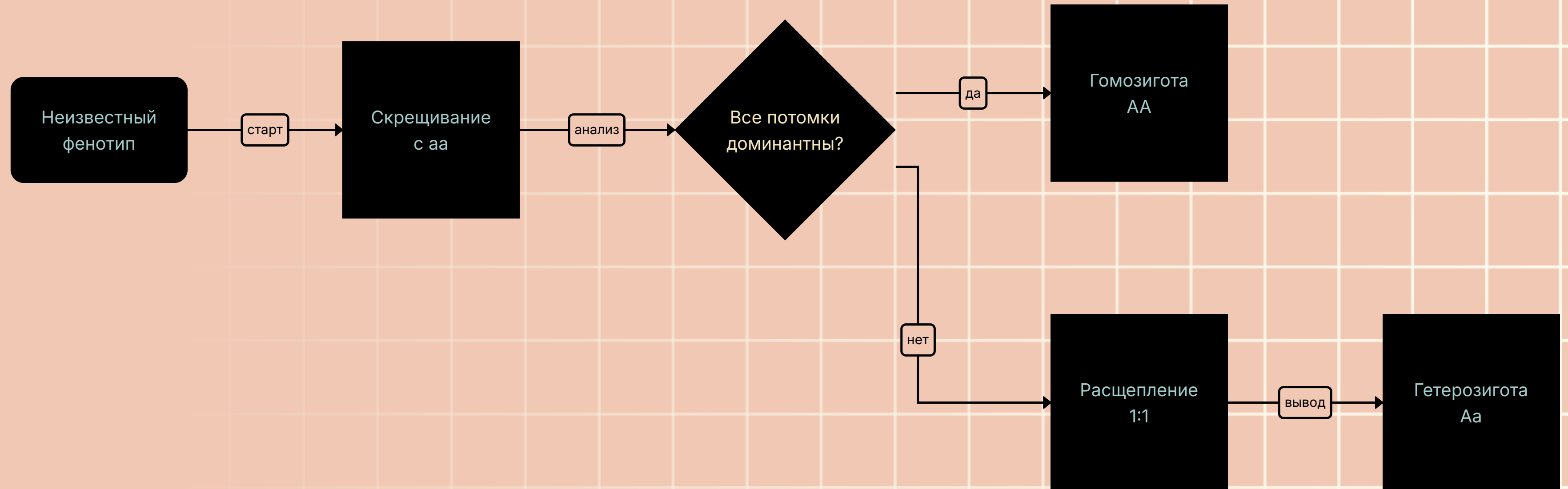
Связь гена и фенотипа

Один локус в ДНК задаёт не один, а несколько устойчивых вариантов признака. Иллюстрация с локусом, эритроцитами и группой крови помогает увидеть переход от генотипа к фенотипу без упрощения.

Как работает анализирующее скрещивание



Схема показывает проверку доминантного фенотипа через рецессивного партнёра и анализ потомства



Цель анализирующего скрещивания

01

Установить генотип

Если организм с доминантным фенотипом скрестить с рецессивной гомозиготой, по потомству можно определить, является ли он АА или Аа. Внешний вид сам по себе этого не показывает.

03

Сопоставить теорию и результат

Предсказанное расщепление сравнивают с фактическими данными, чтобы сделать генетический вывод не по предположению, а по наблюдаемому потомству. Так уменьшается риск ошибки.

02

Проверить чистоту линии

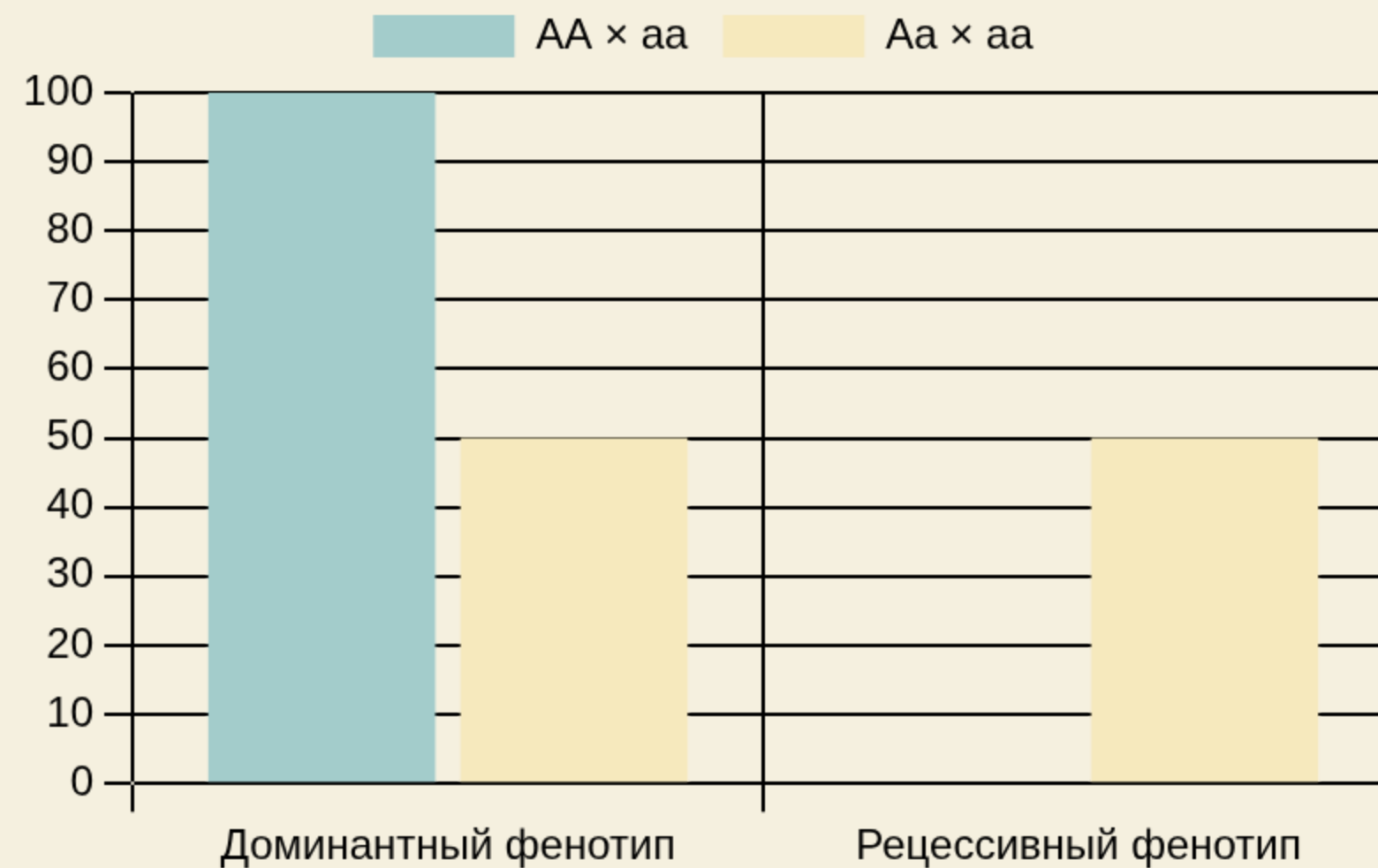
В селекции метод помогает отличать гомозиготные линии от гетерозиготных и сохранять полезные признаки без случайного расщепления в потомстве. Это особенно важно для растений и животных.

04

Работать с разными объектами

Анализирующее скрещивание применяют в школьных задачах, лабораторной генетике и при изучении наследования у человека, когда прямое определение генотипа затруднено.

Ожидаемые результаты скрещивания



- Разница между двумя схемами сразу показывает, почему анализирующее скрещивание удобно для проверки скрытого генотипа.
- Полное доминирование у потомства указывает на AA, а соотношение 1:1 — на Aa; именно это делает метод диагностическим.

Школьная генетика: анализирующее скрещивание, закон расщепления гамет

Схемы скрещиваний и выводы



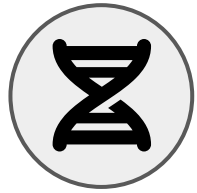
Скрещивание	Потомство	Вывод
AA × aa	Aa, 100%	Гомозигота
Aa × aa	Aa: aa = 1:1	Гетерозигота
IAi × ii	A: O = 1:1	Скрыт i

- Сопоставление родительских комбинаций и результата
- потомства помогает по фенотипу определить скрытый генотип исследуемой особи.

- Если рецессивный партнер дает расщепление 1:1, исследуемая
- особь несет скрытый рецессивный аллель; единообразие потомства указывает на гомозиготность.

Схемы анализирующего скрещивания и примеры наследования группы крови ABO.

Вероятности и законы Менделя



Аллель в гамете

Каждая гамета получает только один аллель из пары, поэтому анализирующее скрещивание напрямую отражает закон расщепления наследственного материала при образовании половых клеток.



Гетерозигота

У гетерозиготы формируются два типа гамет в равных долях, и именно это позволяет заранее ожидать расщепление потомства по фенотипу или генотипу.



Проверка теории

Сравнение расчетного и наблюдаемого результата делает метод надежным инструментом: отклонения сразу показывают, совпадает ли предполагаемый генотип с фактическим наследованием.

Где применяют анализирующее скрещивание

01

Селекция

В растениеводстве и животноводстве метод используют для проверки чистоты линий, отбора носителей нужных признаков и сохранения наследственно устойчивых вариантов в потомстве.



02

Учебные задачи

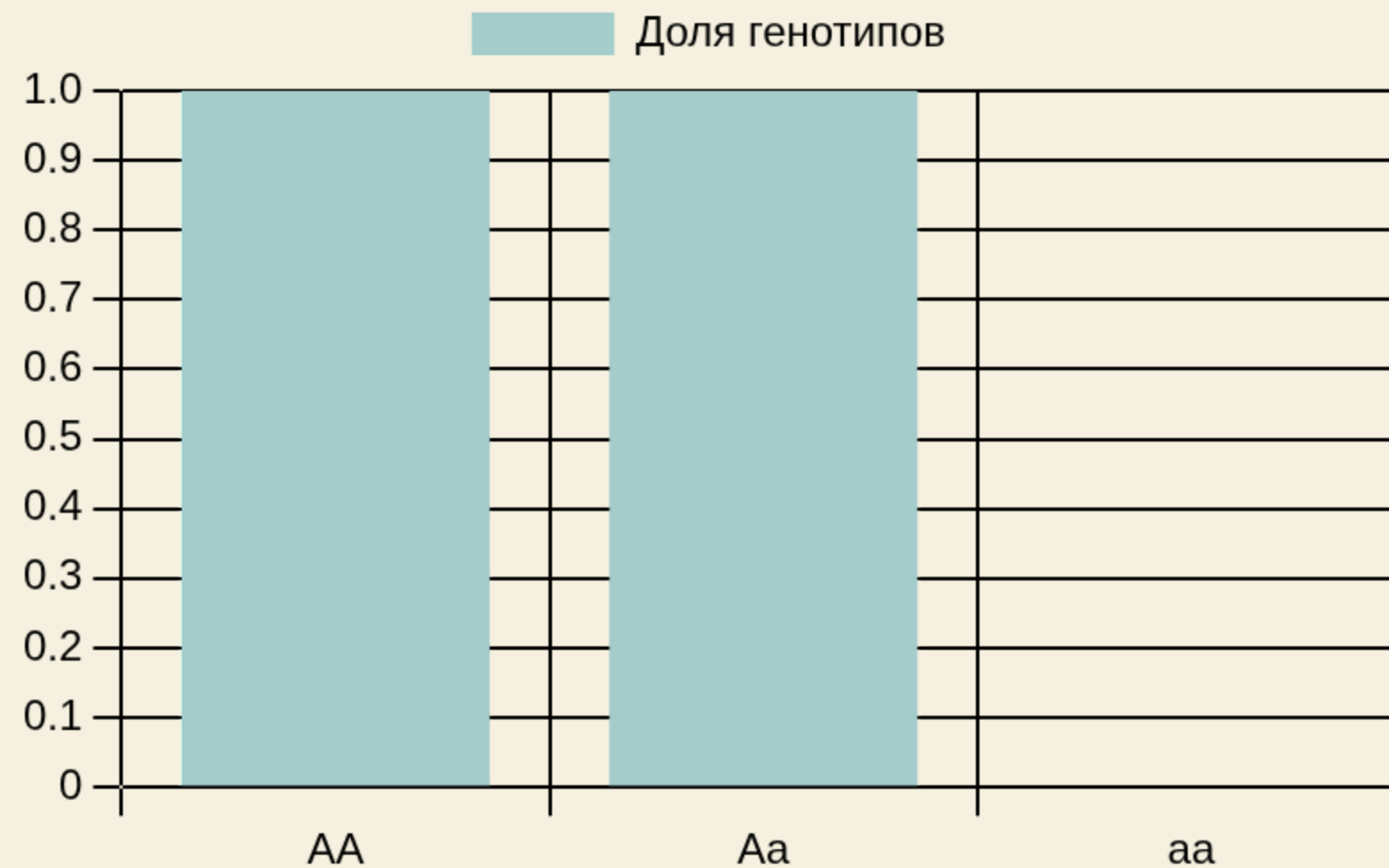
В школьной генетике анализирующее скрещивание помогает уверенно решать задачи на доминантные признаки, составлять схемы скрещивания и проверять предполагаемый генотип по потомству.

03

Практика биологии

В лабораторных исследованиях его сопоставляют с решеткой Пеннета, родословными и анализом групп крови, где внешний признак не всегда однозначно раскрывает наследственную основу.

Фенотип и генотип при доминантном признаке



- Одинаковый доминантный внешний признак может скрывать разные наследственные сочетания, поэтому одного наблюдения фенотипа недостаточно для точного вывода.
- График показывает, что фенотип не различает AA и Aa; только скрещивание с рецессивной формой позволяет выявить скрытый аллель.

Обобщение правил наследования при полном доминировании; учебная схема.



Ограничения метода

Малая выборка

При небольшом числе потомков случайные отклонения от ожидаемого расщепления могут исказить вывод, поэтому результат следует оценивать осторожно и по возможности с большим количеством особей.

Неполное доминирование

Если доминантность неполная, фенотипы гибридов различаются не так, как в классической схеме, и простое анализирующее скрещивание уже не дает однозначного ответа.

Летальные аллели

Некоторые генотипы не доживают до рождения или резко снижают жизнеспособность, из-за чего соотношение потомков нарушается и требует особой интерпретации.

Влияние среды

Когда проявление признака сильно зависит от условий, фенотип может не совпасть с генотипом, поэтому нужны дополнительные наблюдения и другие генетические методы.

Типичные ошибки при решении задач

- Точная запись генотипов и корректный выбор проверочного скрещивания позволяют избежать неверных выводов по потомству.
- Главные ошибки связаны с терминологией, выбором схемы скрещивания и игнорированием вероятностного характера наследования; особенно внимательно следует учитывать кодоминирование в системе ABO.

Ошибка	Причина	Подход
Аллель вместо генотипа	Путают понятия	Записывать пару аллелей
Неверный партнер	Нет рецессивной гомозиготы	Выбирать aa

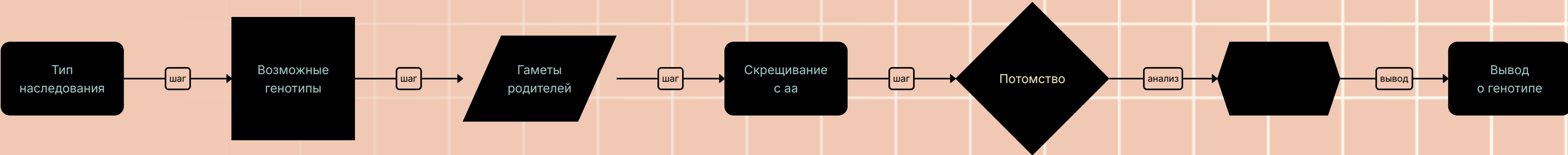
],
[



Алгоритм решения генетической задачи



Последовательность действий при анализирующем скрещивании и интерпретации результата



Практическое значение для селекции и медицины



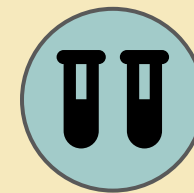
Отбор линий

В селекции анализирующее скрещивание помогает выделять чистые линии и закреплять полезные признаки у культурных растений, ускоряя создание более устойчивых и продуктивных форм.



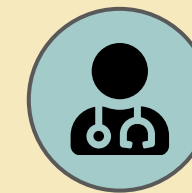
Работа с животными

У животных метод используют для проверки наследственной однородности потомства и отбора производителей, которые действительно передают нужный признак без скрытого расщепления.



Группы крови

В биологии человека анализирующее скрещивание особенно наглядно при разборе системы АВО, где по потомству можно установить скрытые аллели родителей.



Наследственные признаки

В медицине и генетике человека он помогает лучше понять, как один ген с несколькими вариантами влияет на наследование признаков и риск передачи определенных аллелей.

Что объединяет множественные аллели и анализирующее скрещивание

01

Сложность наследования

Обе темы показывают, что один ген может давать несколько вариантов признака, а наследование нельзя свести к слишком простой схеме без учета разнообразия аллелей.

03

Генетический вывод

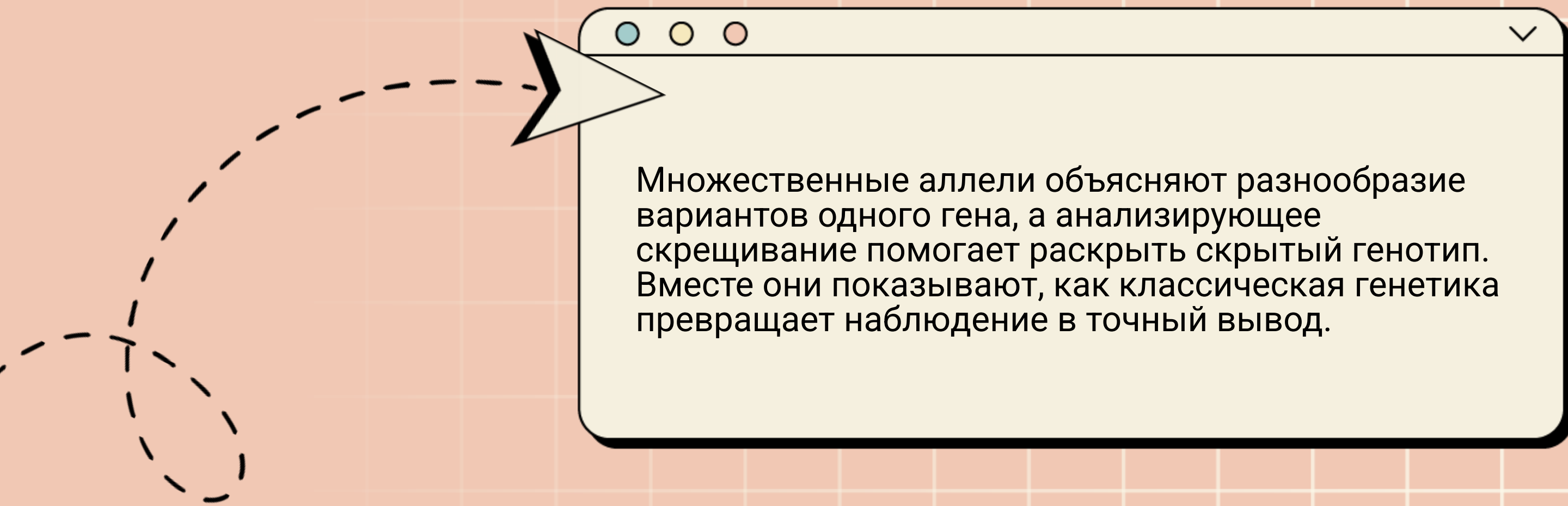
Вместе эти понятия учат работать с вероятностями, сравнивать теорию и результат и делать обоснованный вывод о наследственной природе признака.

02

Связь генотипа и фенотипа

Множественные аллели расширяют набор возможных сочетаний, а анализирующее скрещивание позволяет проверить, какой из скрытых генотипов соответствует наблюдаемому внешнему признаку.

Генетика становится понятной через проверку



Множественные аллели объясняют разнообразие вариантов одного гена, а анализирующее скрещивание помогает раскрыть скрытый генотип. Вместе они показывают, как классическая генетика превращает наблюдение в точный вывод.