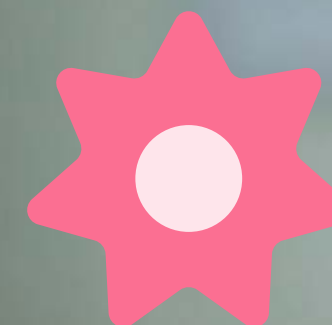




Дигибридное скрещивание и клеточная основа наследования

Вероятности наследования
становятся понятны через
хромосомы и мейоз.



От законов Менделя к клетке

Мендель объяснил наследование через аллели, а дигибридный анализ показывает, как клетка распределяет эти аллели по потомству.



2



Два признака сразу: зачем это нужно

3

01

Что изучает метод

Дигибридное скрещивание рассматривает два признака одновременно, поэтому позволяет заранее предсказать не один результат, а целое сочетание фенотипов у потомства.

02

Что нужно учитывать

При анализе учитывают, какие аллели могут попасть в гаметы, как они соединяются при оплодотворении и какие признаки проявятся у потомков.

03

Почему это работает

Главный вопрос сводится к клеточному механизму: почему распределение аллелей подчиняется вероятности и как это связано с поведением хромосом в мейозе.

Ключевые термины Менделя

4



Признак

Признак — это наследуемая особенность организма, например окраска семян, форма листьев или цвет глаз. Он проявляется в конкретных условиях развития.



Аллель

Аллель — один из вариантов одного и того же гена. В паре аллели могут быть одинаковыми или различаться по своему действию.



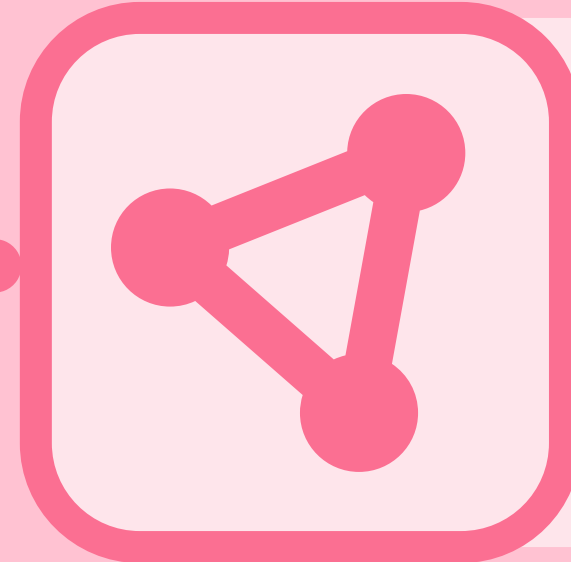
Доминирование

Доминантный аллель проявляется уже в гетерозиготе, а рецессивный виден только тогда, когда оба аллеля одинаково рецессивны.



Генотип и фенотип

Генотип — это набор аллелей организма, а фенотип — то, что можно наблюдать: окраска, форма, размер или другие внешние проявления.



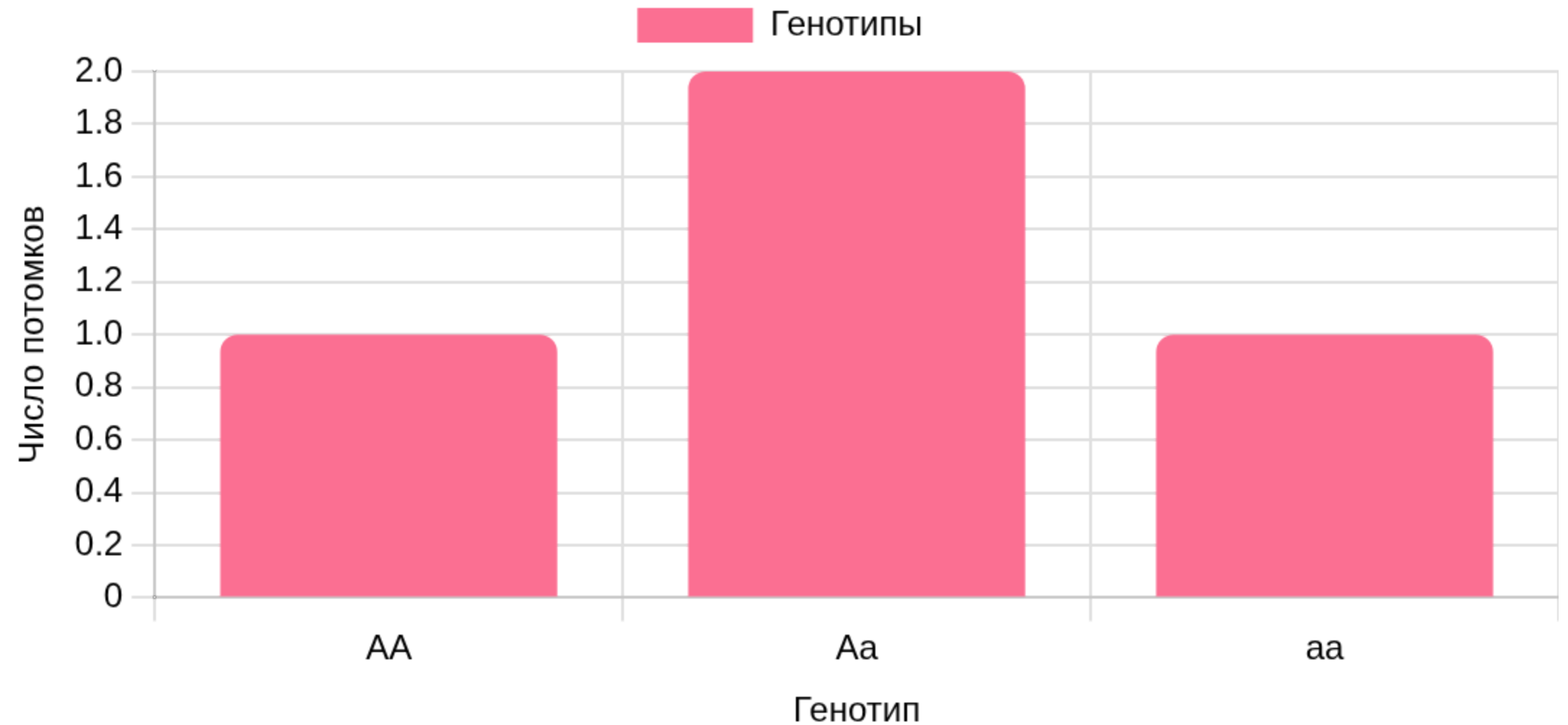
Гаметы

Гаметы несут по одному аллелю каждого гена, поэтому именно их состав определяет, какие сочетания признаков появятся у потомства.

Моногибрид как основа вероятностей

5

Моногибридное скрещивание показывает, как из двух гаметных вариантов формируется простое расщепление признаков.



Соотношение 1:2:1 по генотипу и 3:1 по фенотипу становится базой для расчёта двух признаков.

Классическая схема моногибридного скрещивания $Aa \times Aa$; школьный курс генетики.

Переход к дигибридному обозначению

6

01

Раздельная запись

Для двух генов используют отдельные буквенные пары, чтобы не смешивать наследование разных признаков. Это делает запись гибридов точной и удобной для расчётов.

02

Две пары аллелей

Организм AaBb несёт две гетерозиготные пары аллелей, поэтому каждый ген анализируется отдельно. Важно помнить, что признаки комбинируются, а не сливаются.

03

Четыре комбинации

При чтении генотипа нужно сразу видеть возможные гаметы: для AaBb их четыре, и каждая отражает определённое сочетание аллелей двух генов.

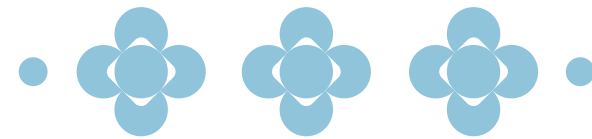
Три закона Менделя и их связь

7



Единообразие

Закон единообразия проявляется в том, что потомки первого поколения от двух чистых линий одинаковы по фенотипу, если доминирование полное.



Расщепление

Закон расщепления объясняет, почему аллели расходятся по разным гаметам и снова объединяются только при оплодотворении, создавая разные генотипы потомков.



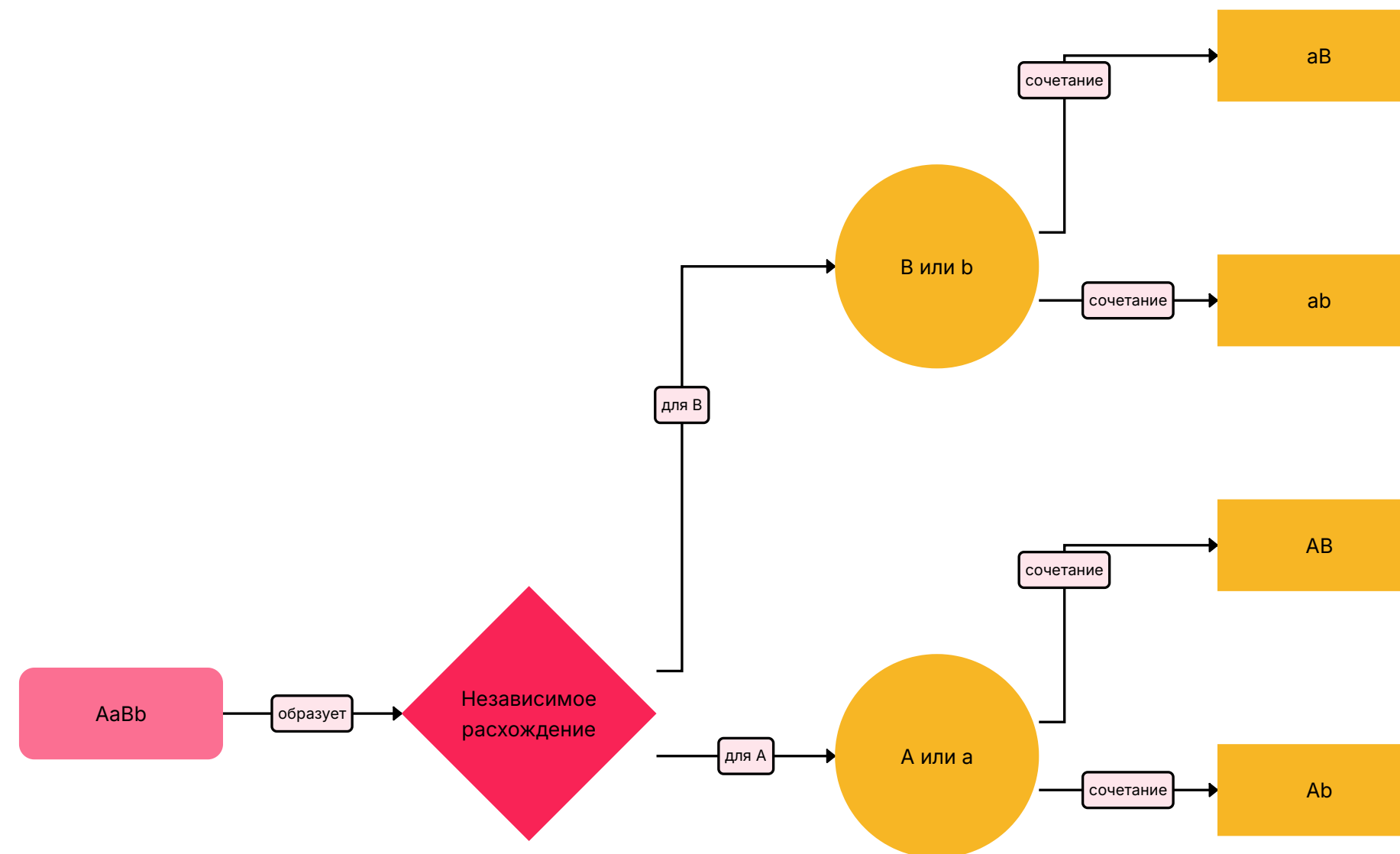
Независимость

Закон независимого наследования действует, когда гены находятся в разных хромосомах или достаточно далеко друг от друга, чтобы не мешать случайному распределению.

Какие гаметы дает дигибрид

8

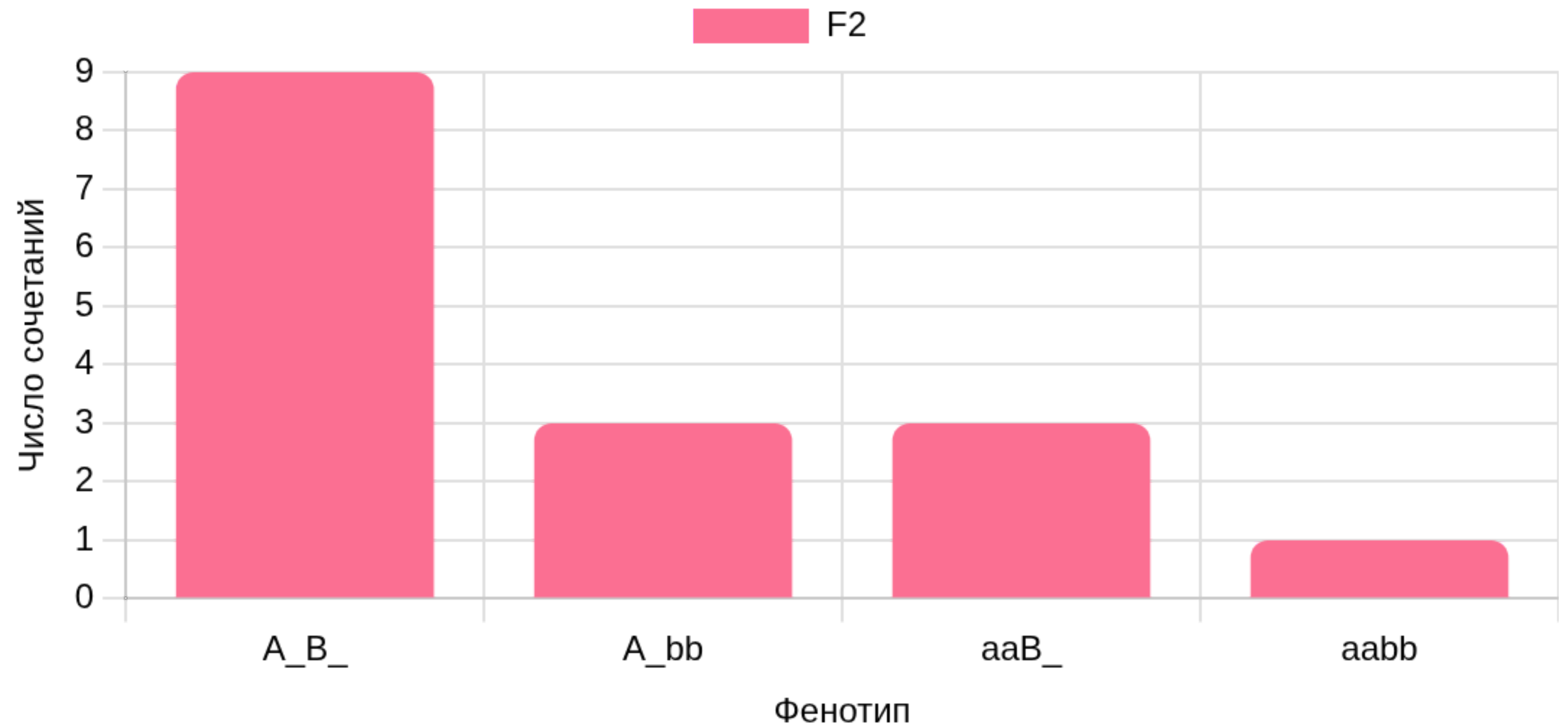
Схема показывает, как из двух гетерозиготных пар возникают четыре типа гамет.



Классический результат 9:3:3:1

9

Из шестнадцати возможных сочетаний только четыре фенотипические группы образуются при полном доминировании обоих генов.



Соотношение 9:3:3:1 подтверждает независимое наследование и удобно для проверки генетических задач.

Классическое дигибридное скрещивание $AaBb \times AaBb$; школьная генетика.

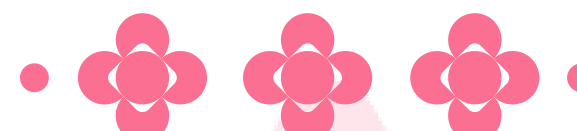

9/16

получается для сочетания
доминантных фенотипов
при независимом наследовании
двух признаков.

Совпадение двух независимых вероятностей
показывает, как по отдельности складываются
признаки в потомстве и почему результаты
можно считать без полного квадрата Пеннета.

Правило умножения вероятностей
в дигибридном скрещивании; школьная
генетика.




16

сочетаний нужно учитывать
в квадрате Пеннета при двух
признаках.

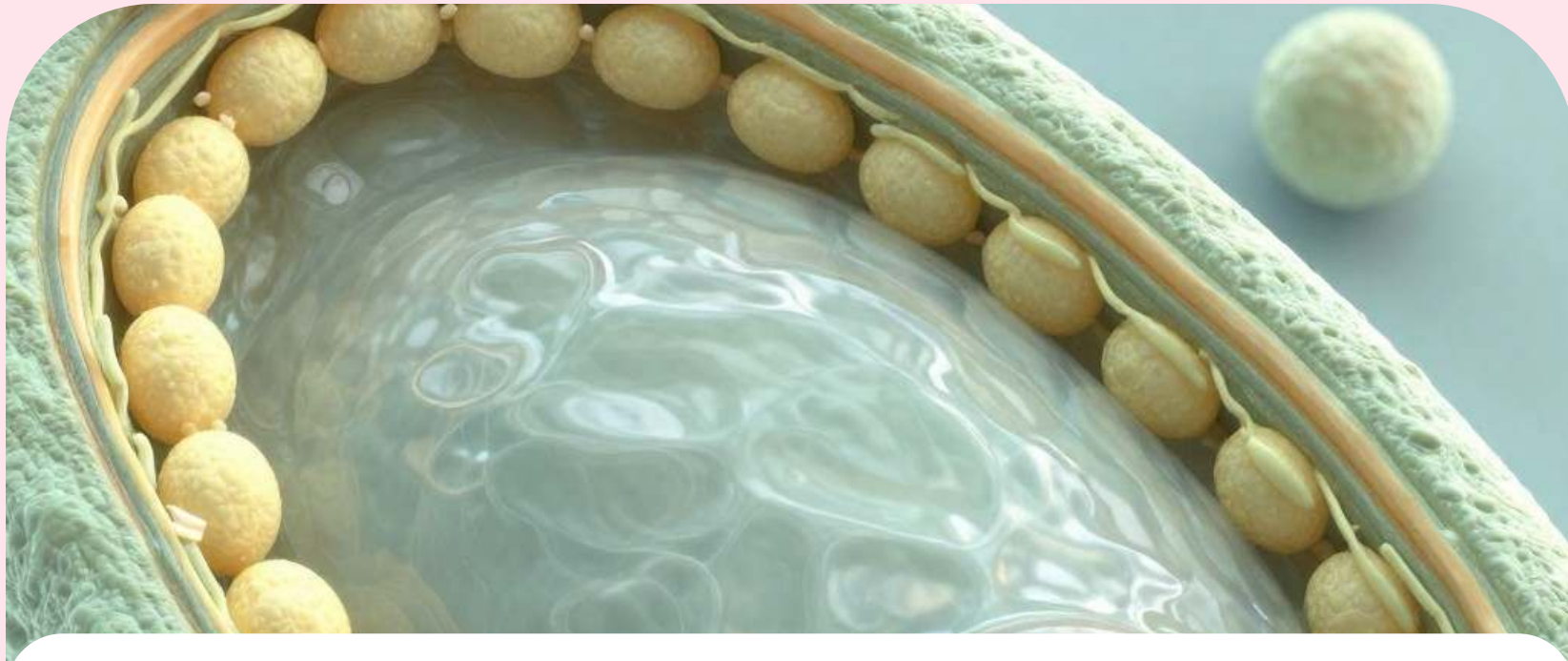
При скрещивании $AaBb \times AaBb$ в классическом случае получают 16 сочетаний генотипов, но это верно только при независимом расхождении генов и полном доминировании.

Классический дигибридный квадрат
Пеннета $AaBb \times AaBb$



Общий эукариотический план и различия

12



Растительная клетка как «жесткий» модуль

Клетка растения выглядит как прочный отсек: ее ограничивает стенка, а внутри заметны пластиды и крупная вакуоль. Такая организация помогает удерживать форму и накапливать вещества, но не мешает наследственной информации храниться в ядре.



Животная клетка как гибкая система

Клетка животного организма гораздо гибче и разнообразнее по форме. Отсутствие клеточной стенки позволяет тканям принимать разные конфигурации, а лизосомы и центриоли поддерживают активное деление, обновление и специализацию клеток в организме.

Ядро, хромосомы и наследование

13

01

Ядро как хранилище

Ядро — главный центр хранения хромосом. Именно здесь сосредоточены гены, которые определяют наследуемые признаки, тогда как цитоплазма и органоиды обеспечивают работу клетки и поддерживают ее жизнедеятельность.

02

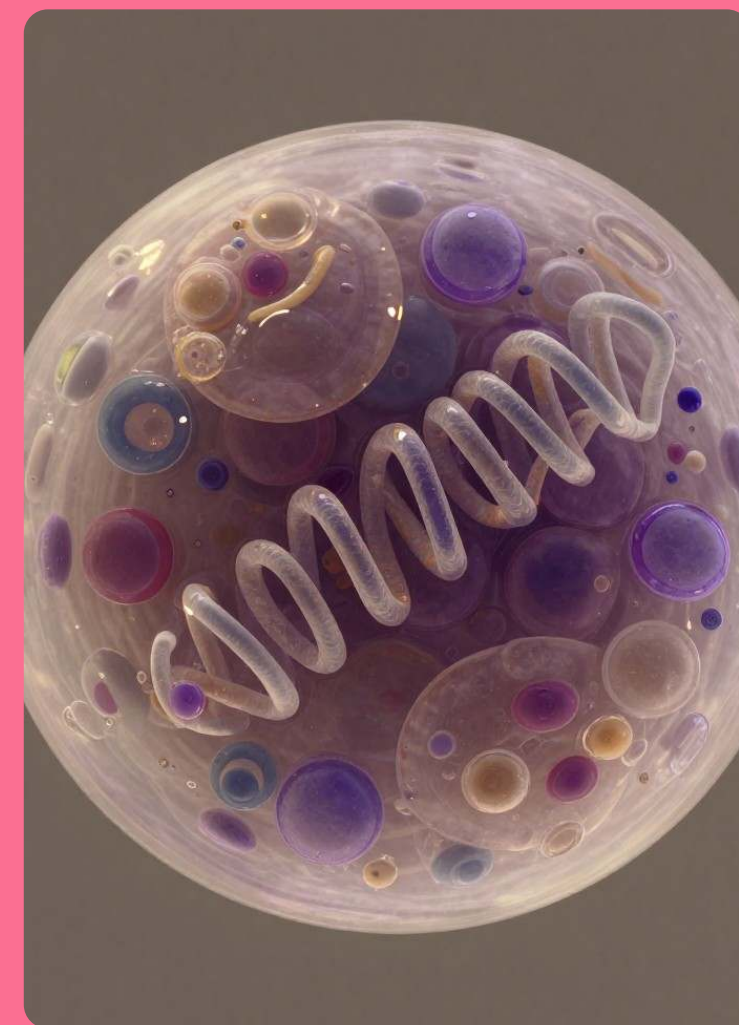
Хромосомы и упаковка ДНК

ДНК упакована в хромосомы, чтобы наследственный материал можно было точно распределять при делении. Такая упаковка защищает информацию и делает возможной передачу аллелей от клетки к клетке и от родителей к потомству.

03

Распределение аллелей

При делении клетки хромосомы расходятся строго упорядоченно, поэтому каждая гамета получает свой набор аллелей. Именно это клеточное событие лежит в основе предсказуемых результатов скрещивания.



Клетки растений: признаки строения

14



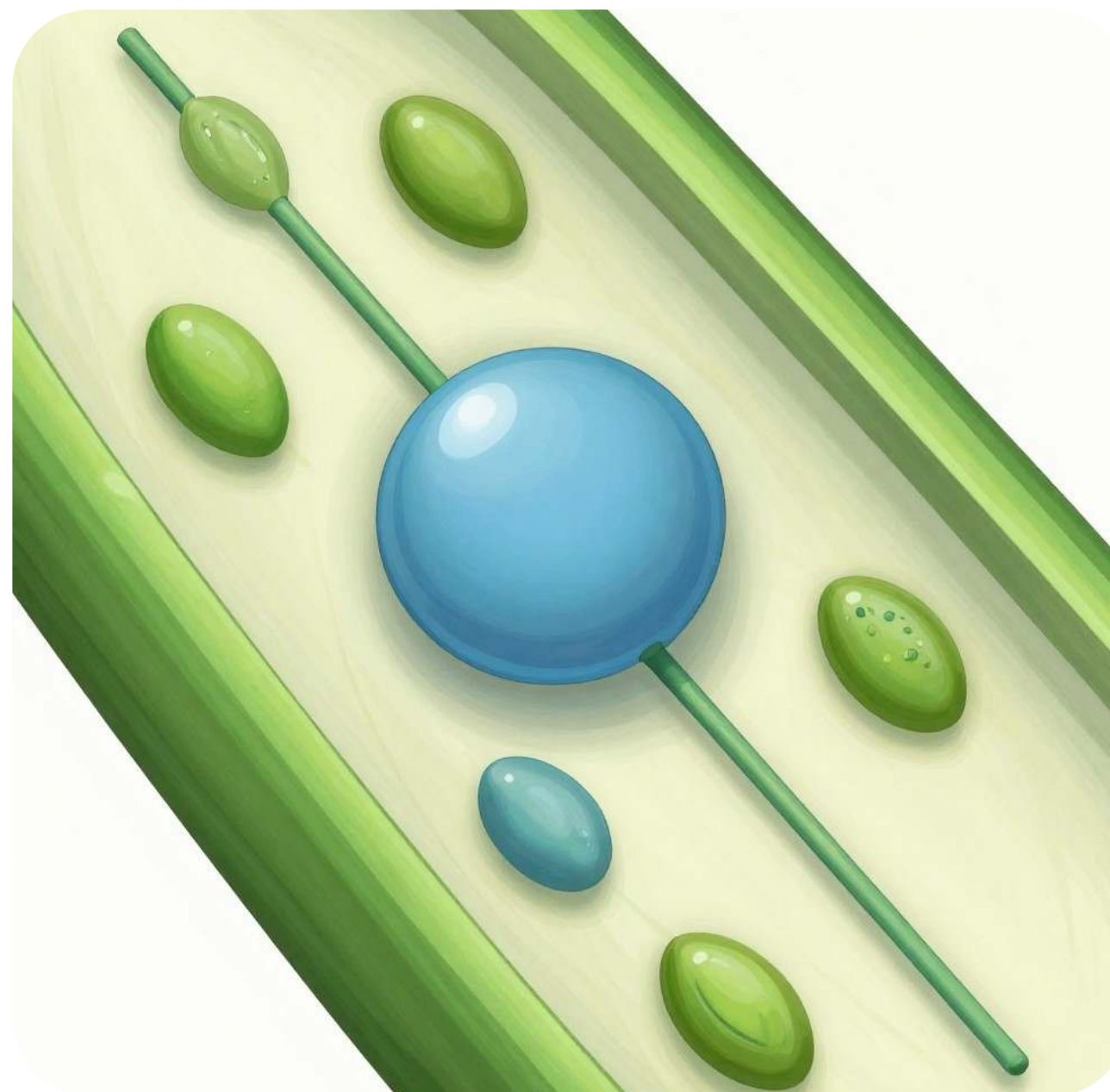
Целлюлозная стенка

Клеточная стенка растений построена из целлюлозы. Она придает клетке прочность, помогает сохранять форму и защищает содержимое, особенно в условиях, когда на клетку действует внутреннее давление.



Вакуоль и плазмодесмы

Большая центральная вакуоль поддерживает тургор и служит запасом воды и растворенных веществ. Плазмодесмы, соединяющие соседние клетки, обеспечивают обмен сигналами и веществами между тканями.



Пластиды и их роль

Пластиды выполняют разные функции: одни участвуют в фотосинтезе, другие накапливают вещества или придают окраску. Благодаря им растительная клетка связана с питанием и образованием органических веществ.



Хромосомы при делении

Хромосомы растений находятся в ядре и становятся хорошо различимыми при делении. Это позволяет точно распределять наследственный материал, несмотря на жесткость клеточной стенки и постоянство формы клетки.

Клетки животных: особенности строения

15

01

Гибкая мембрана

Животная клетка не имеет клеточной стенки и пластид, поэтому ее мембрана остается подвижной. Это создает разнообразие форм и позволяет клеткам специализироваться для разных тканей и органов.

02

Органоиды деления и обновления

Лизосомы участвуют во внутриклеточном расщеплении веществ, а центриоли помогают организовать деление. Такие структуры особенно важны там, где ткани быстро обновляются или нуждаются в регенерации.

03

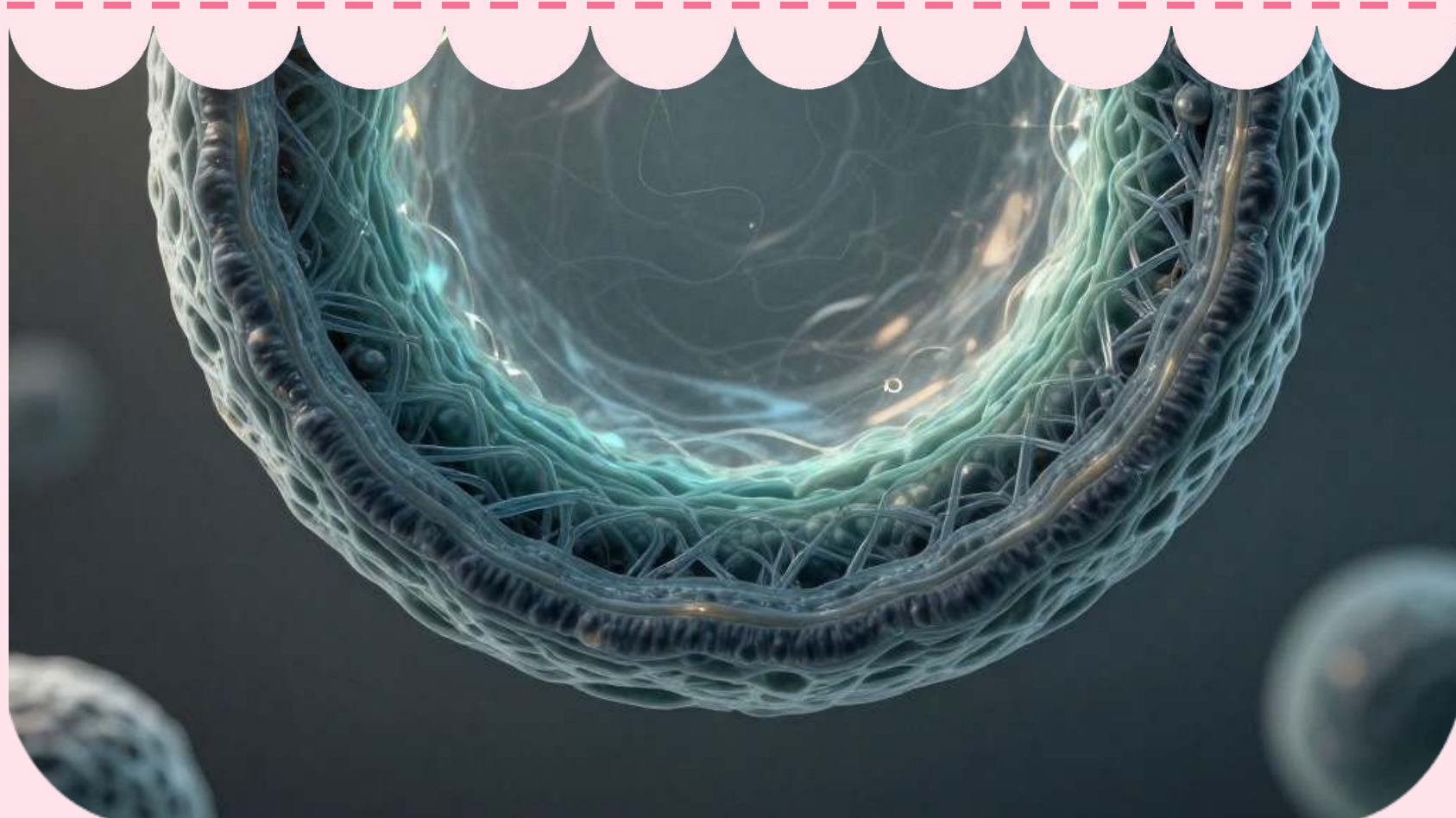
Связь строения и функций

Благодаря отсутствию жесткой стенки животные клетки могут образовывать сложные ткани, двигаться и менять форму. Именно поэтому их строение тесно связано с функциями организма в целом.



Грибная клетка в деталях

16



Стенка из хитина

Клетка гриба окружена стенкой, но она отличается от растительной: основу составляют хитин и глюканы. Такая оболочка придает прочность, но не содержит целлюлозы и не образует пластид.



Запас и сходство с животными

Внутри грибной клетки есть крупная вакуоль, а запасным веществом служит гликоген. Отсутствие пластид сближает грибы с животными, хотя по способу питания и строению они образуют особое царство.

Сравнение клеток основных царств

Сравнение показывает, что у эукариот общий базовый план строения, но набор специальных структур различается в зависимости от царства и образа жизни.

Признак	Растения	Животные
Стенка	целлюлоза	нет
Пластиды	есть	нет
Запас	крахмал	гликоген

Растения и животные различаются по стенке, пластидам и запасным веществам, но остаются эукариотами с ядром, хромосомами и митохондриями.

Сопоставление клеток растений и животных по школьному курсу биологии

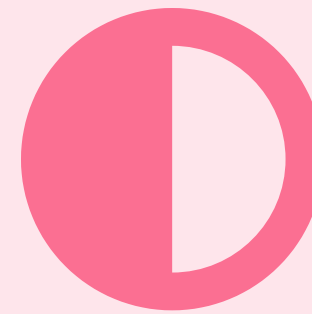
Клеточные причины менделевских закономерностей

18



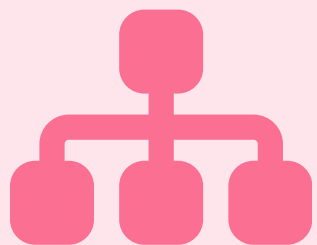
Гены в хромосомах

Гены находятся в хромосомах, поэтому наследование признаков зависит от поведения самих хромосом. Если аллели расположены в разных хромосомах, они могут расходиться независимо друг от друга.



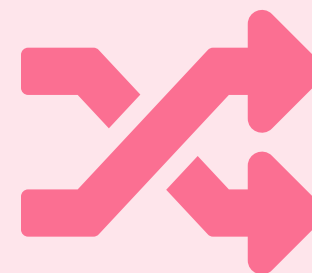
Половинный набор

В мейозе формируются гаметы с половинным набором хромосом. Это объясняет, почему каждый родитель передает потомству не весь свой набор, а только его часть.



Расхождение гомологов

Гомологичные хромосомы в первом делении мейоза расходятся по разным клеткам. Именно этот этап создает основу для случайного сочетания аллелей у будущих гамет.



Случайные комбинации

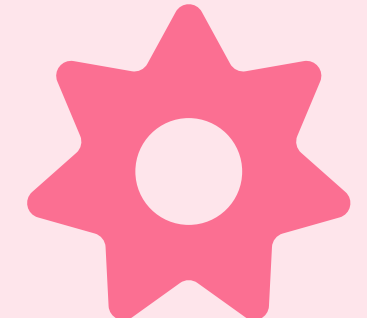
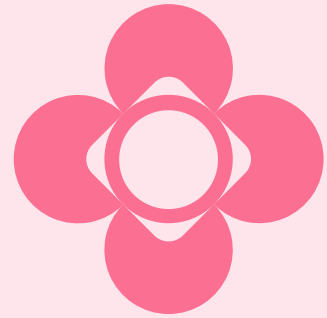
Независимость особенно заметна, когда разные пары хромосом ориентируются случайно. Тогда в гаметах возникают новые сочетания аллелей без нарушения общих законов наследования.

Путь от хромосом к комбинациям аллелей

19

Показаны два последовательных деления и случайное распределение хромосом, лежащее в основе независимого наследования.





Наследование читается через устройство клетки

Дигибридное скрещивание становится понятным, если видеть за аллелями поведение хромосом в мейозе. А различия клеток растений, животных и грибов показывают, как общий эукариотический план сочетается с разными функциями.

