

Основные закономернос ти наследственн ости

Как признаки передаются
от родителей потомкам



Почему наследственность определяет живое

Наследственность объясняет сходство и различия между родственниками, помогает понять появление рецессивных признаков и наследственных болезней, а также лежит в основе работ Менделя и современной генетики.



Ген, аллель, генотип и фенотип

Ген

Ген — участок ДНК, в котором записана информация о признаке или о строении определённого белка, влияющего на работу клетки и организма.

Аллели

Аллели — это разные варианты одного гена. Они могут по-разному проявляться в признаке и определять различия между особями одного вида.

Генотип и фенотип

Генотип — совокупность всех генов организма, а фенотип — набор внешних и внутренних признаков, сформировавшихся в результате действия генов и среды.

Доминирование

Доминантный аллель проявляется уже в гетерозиготе, тогда как рецессивный признак обычно становится заметен только при наличии двух одинаковых рецессивных аллелей.

Хромосомы как носители наследственной информации

Кариотип человека

В соматических клетках человека содержится 46 хромосом, объединённых в 23 пары: 22 пары аутосом и одна пара половых хромосом.

Расположение генов

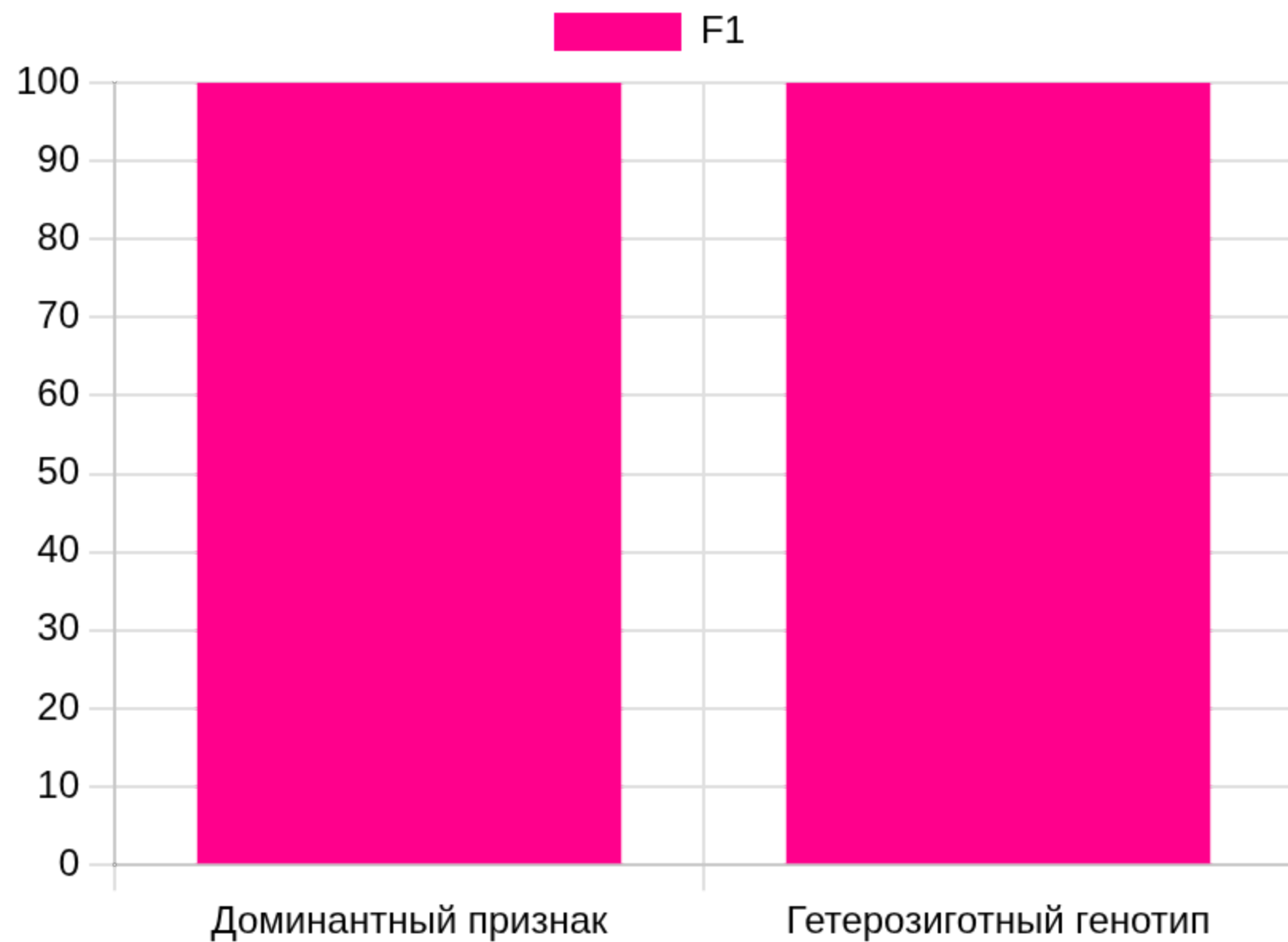
Гены находятся в хромосомах не случайно, а в строго определённых участках, которые называют локусами. Такое расположение обеспечивает упорядоченную передачу информации.

Материальная основа

Именно хромосомы служат структурной основой наследования: при делении клетки они распределяются между дочерними клетками и передают генетическую информацию следующему поколению.



Первый закон Менделя: единообразие гибридов F1



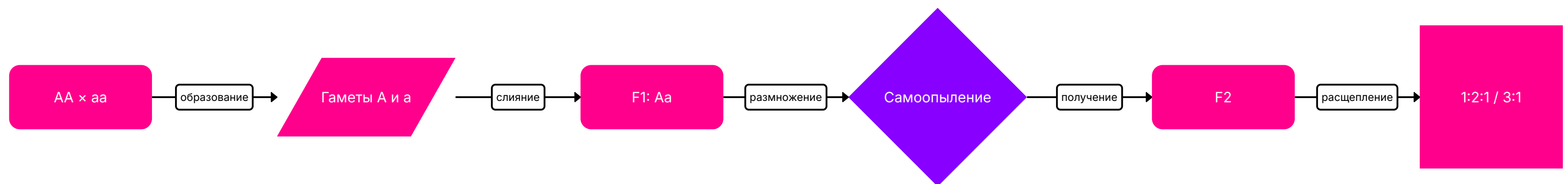
Скрещивание чистых линий с альтернативными признаками даёт одинаковое потомство первого поколения.

Все гибриды F1 одинаковы по фенотипу и являются гетерозиготами, что подтверждает единообразие потомков.

Классический опыт Г. Менделя со скрещиванием гороха

Моногибридное скрещивание: от родителей к F2

Схема классического опыта Менделя при полном доминировании



Расщепление в F2 при моногибридном скрещивании

Соотношение генотипов и фенотипов в потомстве второго поколения при полном доминировании.

Фенотипическое расщепление 3:1 возникает из-за расхождения аллелей при образовании гамет.

Классическая схема наследования Менделя

Генотип	Частота	Фенотип	Значение
АА	25%	доминантный	чистая линия
Аа	50%	доминантный	гибрид
аа	25%	рецессивный	рецессивный тип

Второй закон Менделя: закон расщепления

1

Аллели расходятся

При образовании гамет аллели одной пары расходятся по разным клеткам, поэтому каждая гамета получает только один вариант гена.

2

Случайное сочетание

Во время оплодотворения гаметы соединяются случайно, и в потомстве снова образуются разные генотипы, включая рецессивные комбинации.

3

Появление рецессивного признака

Даже если признак не был замечен у гибридов первого поколения, он может проявиться во втором, когда встречаются две рецессивные аллели.

Анализирующее скрещивание

Цель опыта

Такое скрещивание используют, чтобы установить генотип особи с доминантным фенотипом, когда по внешнему виду это сделать невозможно.

Возможный результат

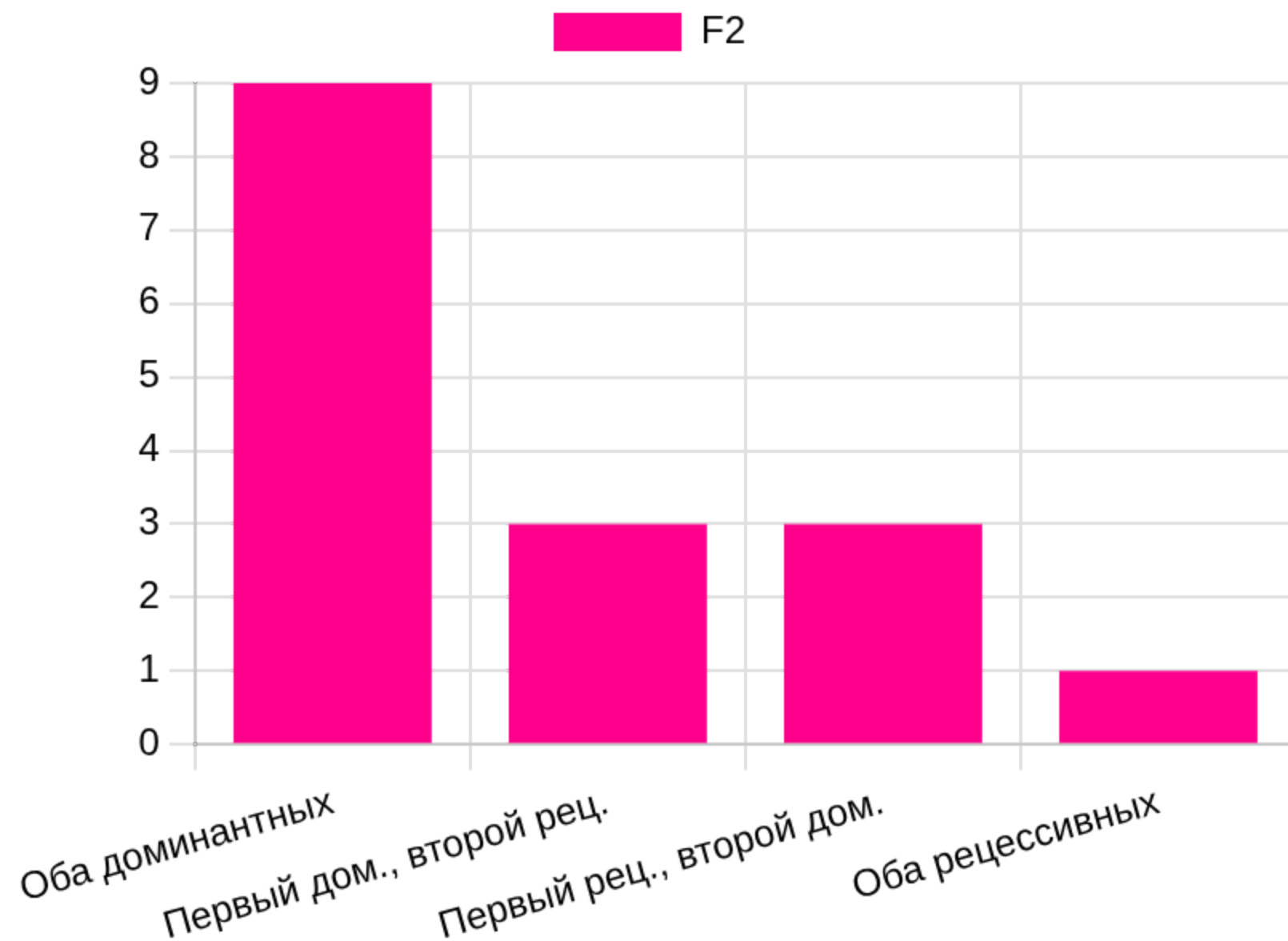
Если неизвестная особь гомозиготна АА, всё потомство будет доминантным. Если она гетерозиготна Аа, в потомстве появится расщепление 1:1.

Практическая ценность

Метод помогает точно определять наследственные комбинации аллелей и широко применяется в генетике, селекции и учебных опытах.



Дигибридное скрещивание и соотношение 9:3:3:1



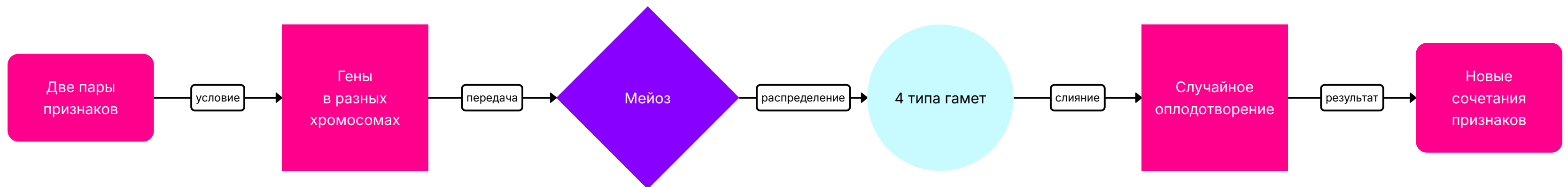
При независимом наследовании двух признаков возникают четыре фенотипические группы, отличающиеся сочетаниями доминантных и рецессивных аллелей.

Соотношение 9:3:3:1 подтверждает независимое распределение аллелей разных генов в мейозе.

Классическая схема третьего закона Менделя

Независимое наследование признаков

По третьему закону Менделя: разные пары генов при мейозе распределяются в гаметы независимо друг от друга.



Почему законы Менделя работают не всегда

1

Сцепление генов

Если гены находятся в одной хромосоме, они чаще передаются вместе, и классическое расщепление нарушается. Тогда потомство отражает не независимость, а совместное наследование признаков.

2

Кроссинговер

Обмен участками между гомологичными хромосомами создаёт новые сочетания аллелей. Из-за этого появляются рекомбинанты, а доля потомков с родительскими комбинациями становится меньше ожидаемой.

3

Тип доминирования

При неполном доминировании и кодоминировании гетерозигота не повторяет фенотип доминантной формы. Поэтому наблюдаемое расщепление отличается от простых менделевских схем.

4

Множественные гены и среда

Многие признаки формируются не одним геном, а целой системой генов, и их проявление зависит от условий среды. Поэтому реальная наследственность всегда сложнее учебной модели.

Сцепленное наследование и кроссинговер

1

Группа сцепления

Гены одной хромосомы образуют группу сцепления и чаще наследуются совместно. Чем ближе они расположены друг к другу, тем реже нарушается это совместное передавание.

3

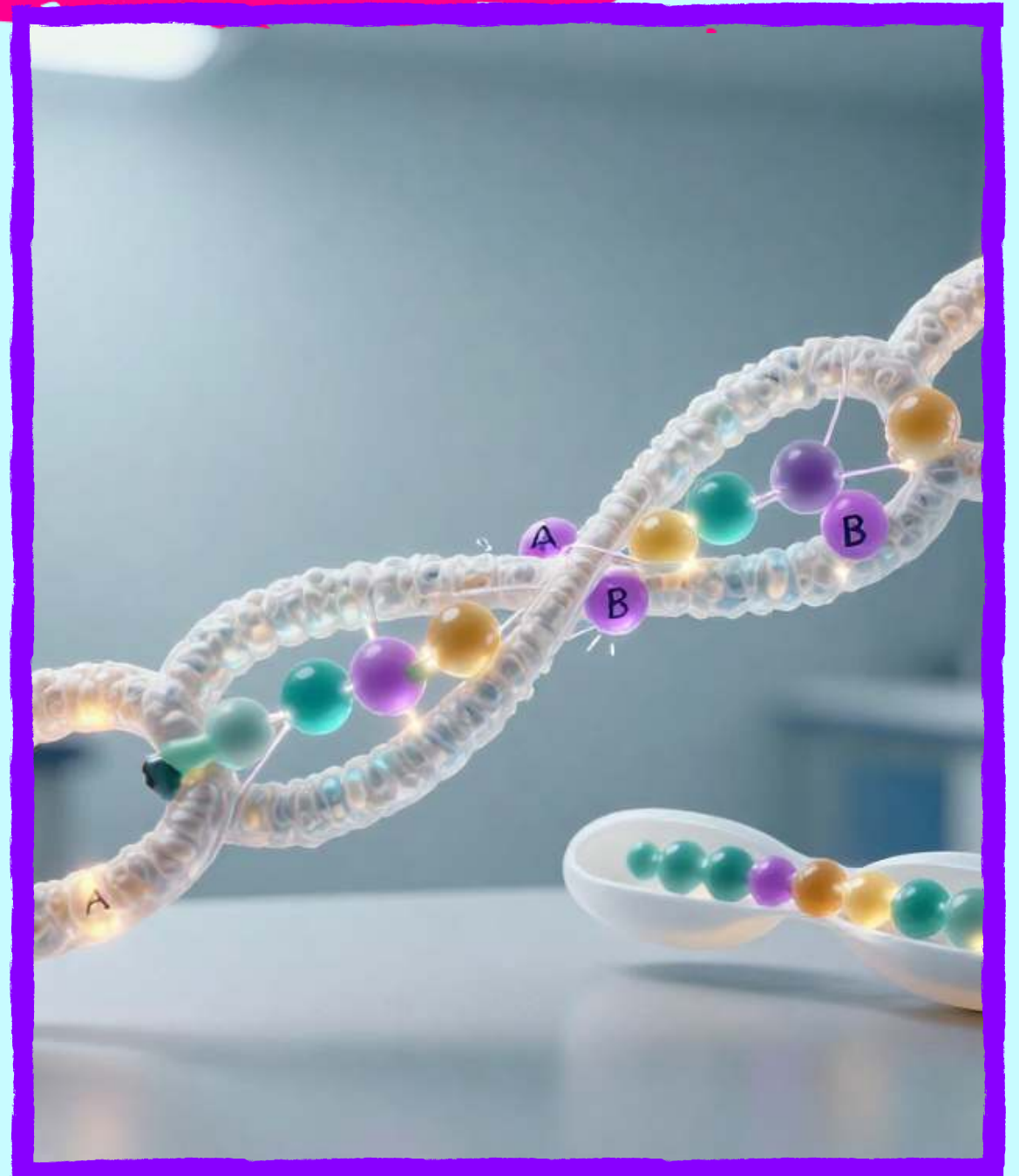
Генетическое разнообразие

Именно сцепление и кроссинговер объясняют, почему потомки могут сочетать признаки по-новому. Это повышает наследственную изменчивость и расширяет разнообразие популяций.

2

Обмен участками

В профазе I мейоза гомологичные хромосомы могут обмениваться фрагментами. Кроссинговер разрывает сцепление генов и создаёт новые комбинации аллелей в гаметах.



Наследование признаков, сцепленных с полом

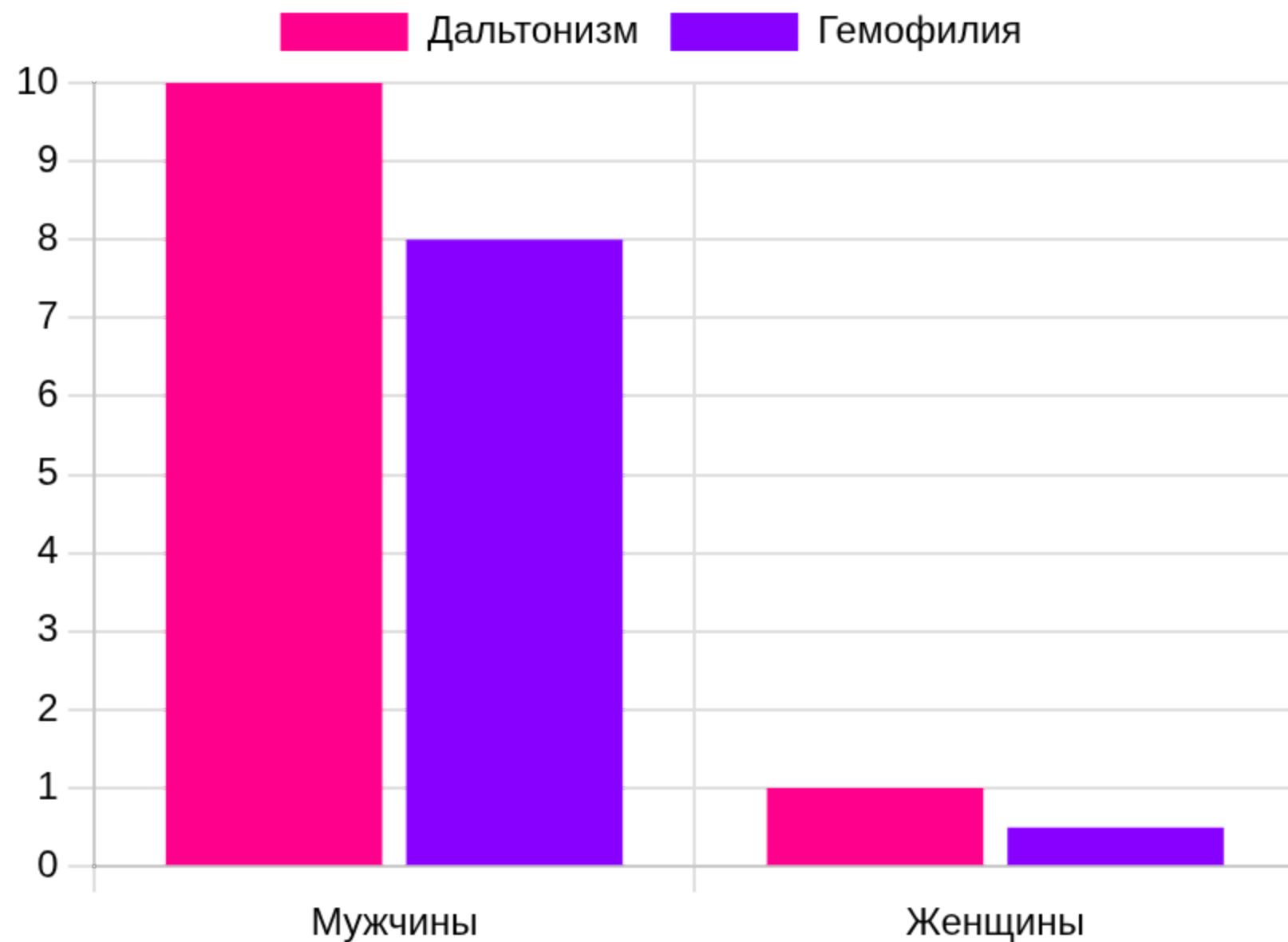


Схема показывает лишь относительную тенденцию: рецессивные аллели X-хромосомы проявляются чаще у мужчин, поскольку у них нет второй X-хромосомы, способной маскировать дефектный вариант.

Оба признака заметно чаще проявляются у мужчин; у женщин рецессивный аллель нередко остаётся скрытым в гетерозиготе и передаётся дальше как носительство.

Схематическое представление по школьному курсу генетики; относительные значения условные.

Типы доминирования и их проявления

Сравнение показывает, как по-разному ведёт себя гетерозигота при различных типах взаимодействия аллелей и почему внешний признак не всегда совпадает с доминантным вариантом.

Фенотип гетерозиготы зависит от механизма взаимодействия аллелей: от полного подавления до одновременного проявления обоих вариантов.

Обобщение классических примеров из школьной генетики

Тип	Пример	Гетерозигота	Вывод
Полное	горох	как доминантная	Признак маскируется
Неполное	львиный зев	промежуточная	Видно смешение
Кодоминирование	группа АВ	оба аллеля	Оба признака проявлены

Наследование групп крови ABO и Rh

1

Система ABO

Группу крови ABO определяют три аллеля: I^A , I^B и i . Аллели I^A и I^B проявляют кодоминирование, а рецессивный i не даёт антигена.

2

Варианты фенотипа

Комбинации аллелей формируют четыре группы крови: A, B, AB и O. Фенотип зависит от того, какие антигены присутствуют на поверхности эритроцитов.

3

Резус-фактор

Система Rh связана прежде всего с антигеном D. Его наличие обычно определяется доминантным аллелем, поэтому Rh-положительный вариант встречается при наличии хотя бы одной копии.

4

Практическое значение

Эти системы учитывают при переливании крови и наблюдении беременности. Несовместимость может вызвать иммунный конфликт, поэтому генетическая совместимость здесь имеет прямое медицинское значение.

Генетические болезни как пример нарушений наследования

Мутации в генах

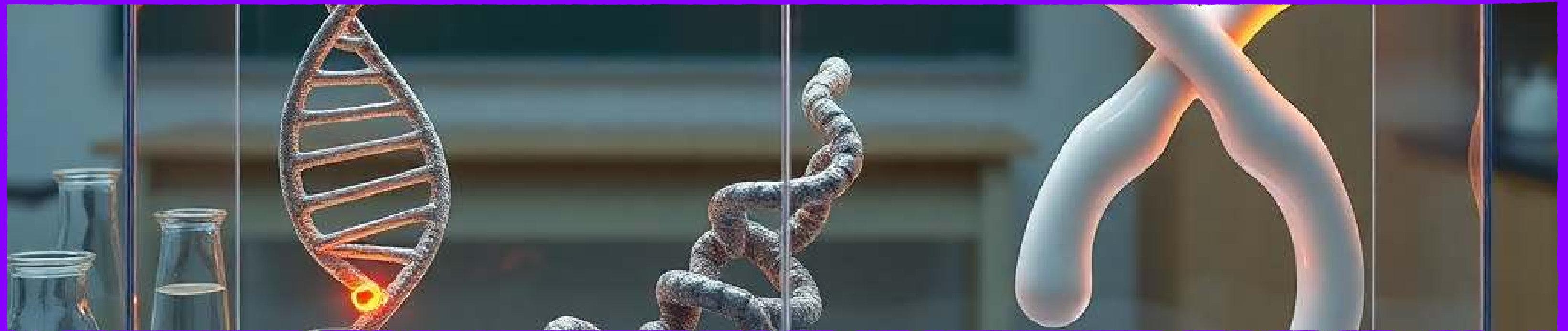
Муковисцидоз и фенилкетонурия связаны с изменениями в конкретных генах, из-за чего нарушается работа белков. Такие болезни показывают, как мутация на уровне ДНК отражается на всём организме.

Рецессивное проявление

Некоторые наследственные болезни проявляются только у гомозигот по мутантному аллелю. Родители при этом могут быть здоровыми носителями, что затрудняет обнаружение риска без генетического анализа.

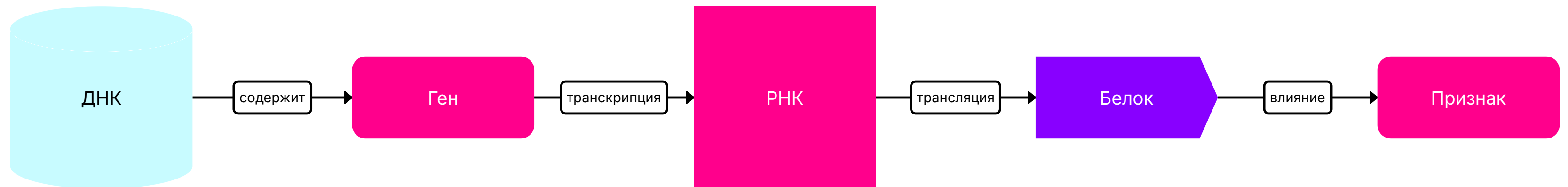
Х-сцепленные признаки

Гемофилия часто передаётся через X-хромосому и поэтому особенно заметна у мужчин. Родословные помогают проследить носительство, вероятность проявления и передачу признака через поколения.



Путь от гена к признаку

Последовательность отражает связь наследственной информации с синтезом белка и формированием фенотипа.

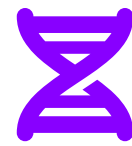


Практическое значение закономерностей наследственности



Селекция

Закономерности наследования помогают подбирать родительские формы растений и животных, чтобы усиливать нужные признаки, сохранять продуктивность и получать более устойчивые линии.



Диагностика

Знание генетических закономерностей облегчает выявление наследственных заболеваний, помогает оценивать риск для семьи и уточнять, как именно передаётся конкретный признак.



Консультирование

В генетическом консультировании анализируют родословные и вероятность рождения ребёнка с наследственным нарушением. Это позволяет семье принимать взвешенные и осознанные решения.



Криминалистика

Генетические методы используют для установления родства и идентификации личности по биологическим образцам. Здесь особенно важна точность работы с наследственным материалом.



Понимание разнообразия

Генетика объясняет, почему потомки не бывают полностью одинаковыми и как возникают новые сочетания признаков. Это помогает понять происхождение биологического разнообразия.

Наследственность: от законов к реальности

Наследственность строится на передаче информации через ДНК, гены и хромосомы. Законы Менделя работают как основа, а сложные случаи показывают богатство живых систем.