

Закономерности наследственности



Как признаки передаются от поколения к поколению: от ДНК к фенотипу.

Наследственность как система правил

Наследственность сохраняет преемственность признаков и видовые особенности. Ее материальная основа — ДНК, гены, хромосомы и аллели. Поведение хромосом в мейозе помогает объяснить передачу признаков, оценить вероятность их появления и понять причины наследственных болезней.



Ген, аллель и признак как базовые единицы наследования



Ген как участок ДНК

Ген — это фрагмент ДНК, содержащий информацию о синтезе белка или молекулы РНК. Именно через работу генов реализуются наследственные программы организма и формируются его признаки.

Аллели одного гена

Аллели — это разные варианты одного гена. Они могут по-разному влиять на признак: один вариант часто проявляется как доминантный, другой — как рецессивный, но оба важны для наследования.

Генотип и фенотип

Генотип — совокупность всех генов организма, а фенотип — наблюдаемые признаки. Один и тот же генотип может давать разные внешние проявления, если условия среды меняются.

Один признак — разные механизмы

Один признак может определяться одним геном, несколькими генами или их взаимодействием. Поэтому наследование далеко не всегда сводится к простой схеме «один ген — один признак».

Роль среды

Питание, температура, физическая активность и другие факторы способны изменять проявление признака, не меняя последовательность ДНК. Поэтому фенотип отражает и наследственность, и влияние окружающей среды.

Грегор Мендель и становление классической генетики

The diagram features a horizontal timeline with three blue dots. The first dot is labeled '1865 год' and has a text block below it. The second dot is labeled 'Вывод из опытов' and has a text block above it. The third dot is labeled 'Основа генетики' and has a text block below it. Three blue arcs connect the dots: one from the first to the second, one from the second to the third, and a larger one from the first to the third. Small blue arrows point to the right between the dots.

Вывод из опытов

Он установил, что признаки передаются не слитно, а дискретно, через наследственные факторы, которые позднее называли генами.

1865 год

Мендель представил результаты опытов с горохом, где последовательно анализировал отдельные признаки и сравнивал их наследование у потомков.

Основа генетики

Работы Менделя заложили правила классической генетики и показали, что наследование можно описывать закономерностями и вероятностями.

Три закона Менделя в сравнении

Краткое сопоставление трех основных закономерностей помогает увидеть, как меняется результат скрещивания в зависимости от числа признаков и расположения генов.

Все три закона описывают разные уровни наследования: от одинаковости гибридов до сочетания признаков при анализе нескольких генов.

Закон	Суть	Результат
Единообразие	F1 одинаково	Доминантный фенотип
Расщепление	F2 после F1	3:1 и 1:2:1
Независимое наследование	Разные пары хромосом	Комбинации свободны

Классическая генетика, законы Г. Менделя

Моногибридное скрещивание и ожидаемое расщепление

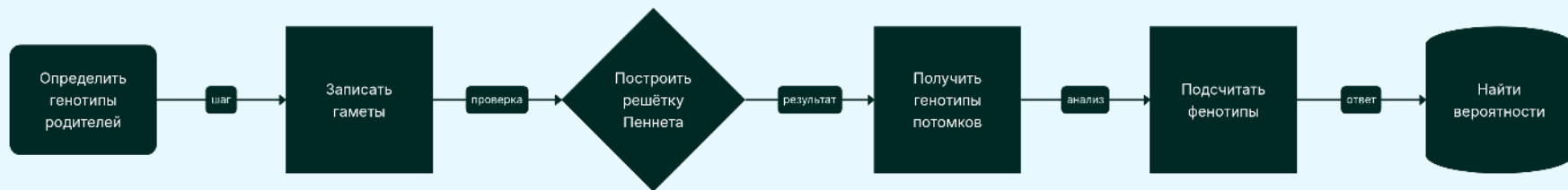


Классические схемы моногибридного скрещивания, школьная генетика

- Диаграмма показывает, как из одинаковых гибридов F1 во втором поколении появляются разные генотипы и фенотипы при полном доминировании.
- При моногибридном скрещивании вероятности можно заранее рассчитать: генотипы расходятся в соотношении 1:2:1, а фенотипы — 3:1.

Как решать задачи на один признак

Последовательность действий при анализе моногибридного скрещивания



Дигибридное скрещивание и независимое наследование



Четыре типа гамет

Если рассматривать сразу два признака, каждый родитель может образовывать четыре типа гамет. Их сочетания дают множество комбинаций у потомства, а на схеме это удобно показать как сетку пересечений с разными вариантами признаков.



Расщепление 9:3:3:1

При независимом наследовании двух пар аллелей во втором поколении часто возникает классическое фенотипическое расщепление 9:3:3:1. Оно отражает свободное сочетание признаков, если соответствующие гены находятся в разных парах хромосом.



Опыт Менделя с горохом

Мендель наблюдал это на горохе, изучая форму и окраску семян. Его опыты показали, что два признака могут передаваться независимо, если наследственные факторы не связаны между собой в одной хромосоме.

Почему не все признаки наследуются по менделевским соотношениям

Неполное доминирование

У гетерозиготы может формироваться промежуточный фенотип, поэтому соотношения отклоняются от классического 3:1. Признак выглядит «средним» между двумя вариантами, а не полностью доминантным.

Кодоминирование

При кодоминировании оба аллеля проявляются одновременно. Это особенно наглядно в системе групп крови, где в фенотипе могут быть видны признаки обоих вариантов без их взаимного подавления.

Множественные аллели

Один ген может иметь не два, а несколько аллельных вариантов. Так устроена система ABO у человека, где аллели IA, IB и i по-разному определяют группу крови.

Клиническое значение Rh

Резус-фактор важен для переливания крови и ведения беременности. Несовместимость по Rh может вызвать иммунный конфликт, поэтому наследование этого признака учитывают в медицинской практике.



Типы взаимодействия аллелей и фенотипические эффекты



Сравнение типов взаимодействия аллелей в школьной генетике

- На диаграмме сравниваются три способа проявления аллелей в гетерозиготе. Они по-разному влияют на число и характер возможных фенотипов.
- Чем сложнее взаимодействие аллелей, тем богаче фенотипическое разнообразие. Классическая схема дополняется промежуточными и совместными формами проявления признака.

Сцепленное наследование и кроссинговер

01

Одна хромосома — одна группа

Гены, находящиеся в одной хромосоме, нередко переходят к потомкам вместе. Такие совместно наследуемые гены образуют группу сцепления и нарушают простую менделевскую независимость.

02

Почему сцепление не абсолютно

Во время профазы I мейоза гомологичные хромосомы обмениваются участками. Этот кроссинговер может разъединять сцепленные гены и создавать новые сочетания аллелей у потомства.

03

Частота рекомбинации

Чем дальше друг от друга расположены гены, тем выше вероятность обмена между ними. Поэтому по частоте рекомбинации можно судить о относительном расстоянии между генами в хромосоме.

04

Новые комбинации признаков

Кроссинговер объясняет появление потомков, которые не похожи на родителей по сочетанию признаков. Именно рекомбинация повышает наследственную изменчивость внутри вида и расширяет разнообразие фенотипов.

05

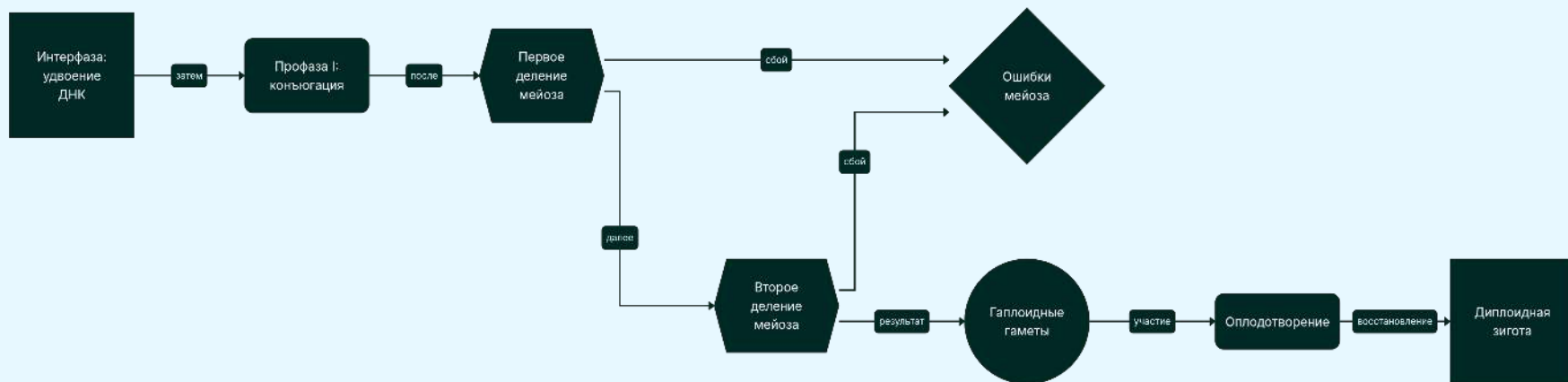
Значение для картирования

Изучение сцепления и кроссинговера позволяет строить генетические карты хромосом. Такие карты помогают анализировать наследование признаков, выявлять расположение генов и точнее прогнозировать результаты скрещиваний.



Мейоз как клеточная основа наследственности

Последовательность стадий мейоза, обеспечивающих образование гамет и восстановление диплоидного набора при оплодотворении.



Наследование, сцепленное с полом



Мать-носитель и риск для сыновей

Если женщина является носителем X-сцепленного рецессивного аллеля, она может не иметь симптомов, но передавать его детям. У сыновей такой аллель проявляется чаще, потому что второй X-хромосомы для компенсации у них нет.



Больной отец и дочери

Отец передаёт свою X-хромосому только дочерям, а сыновьям — Y-хромосому. Поэтому X-сцепленный признак не переходит от больного отца к сыну напрямую, но может оказаться у дочерей-носительниц.



Дальтонизм и гемофилия

Дальтонизм и гемофилия — классические примеры X-сцепленных признаков у человека. Они наглядно показывают, что наследование зависит не только от наличия мутантного аллеля, но и от того, в какой хромосоме он расположен.

Примеры наследственных болезней и типы наследования

Болезнь	Тип	Ключевой дефект
Гемофилия А	Х-сцепл. рец.	Свертывание крови
Муковисцидоз	Аутосомно-рец.	Эпителиальные клетки
Ахондроплазия	Аутосомно-дом.	Рост костей
Синдром Дауна	Трисомия 21	21-я хромосома

Обобщение школьного курса генетики и клинических примеров наследственных нарушений.

Сравнение показывает, что один и тот же семейный анализ помогает отличать генные и хромосомные нарушения.

Тип наследования определяет риск для потомства: при одних болезнях важен пол ребенка, при других — носительство обоих родителей, а при хромосомных аномалиях решающее значение имеет неаллельное нарушение.

Полигенные признаки и влияние среды

01 Многие гены одновременно

Рост, цвет кожи или артериальное давление обычно формируются не одним геном, а целой системой генетических факторов. Поэтому их наследование не сводится к простому доминированию одного аллеля.

02 Непрерывная изменчивость

Полигенные признаки проявляются постепенно, без четких границ между вариантами. В популяции наблюдается плавный переход значений, что особенно заметно при измерении роста, массы тела и физиологических показателей.

03 Роль условий жизни

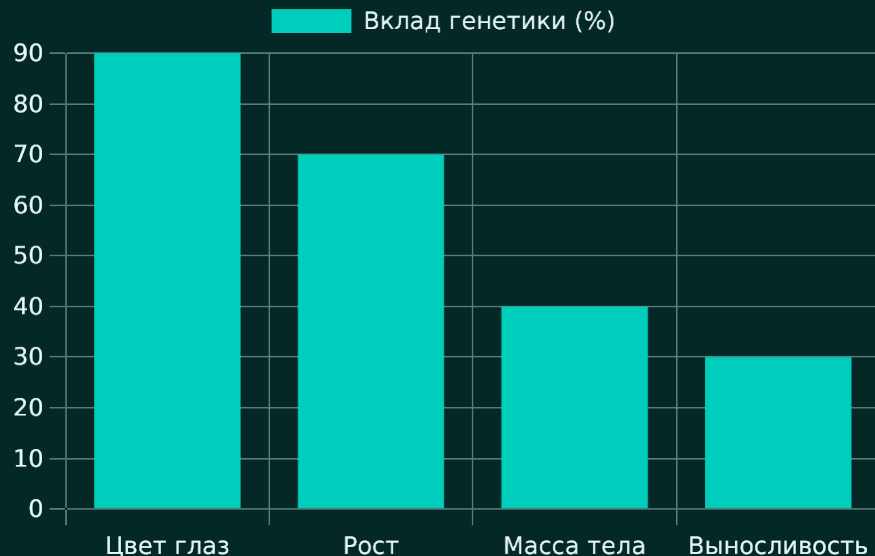
Питание, сон, физическая активность, климат и перенесенные болезни заметно меняют фенотип. Среда не переписывает ДНК, но способна усиливать или ослаблять проявление наследственных особенностей.

04 Нормы реакции

Один и тот же генотип может давать разные проявления признака в разных условиях. Поэтому для понимания человека важно учитывать не только наследственность, но и реальные жизненные факторы.



Соотношение генетических и средовых факторов в признаках человека



Схематическая учебная модель на основе общих закономерностей наследования и влияния среды.



Схема показывает не точные медицинские проценты, а сравнительную роль наследственности в разных признаках. Чем ниже показатель, тем заметнее влияние образа жизни и условий среды.



Даже у «генетических» признаков среда может изменять проявление, а у сложных признаков вклад факторов часто сопоставим. Это делает прогноз вероятностным, а не абсолютным.

Значение закономерностей наследственности для селекции и медицины



Селекция растений

Знание законов наследования помогает отбирать нужные комбинации признаков, повышать урожайность, улучшать качество плодов и создавать более устойчивые к болезням сорта.



ДНК-диагностика

Молекулярные тесты позволяют выявлять мутации еще до появления симптомов. Это особенно важно для раннего наблюдения за наследственными заболеваниями и оценки риска для семьи.



Генетическое консультирование

Анализ родословных и результатов тестов помогает врачам объяснять вероятность передачи признака, подбирать обследования и принимать взвешенные репродуктивные решения.



Пrenатальная оценка

Современные методы позволяют изучать состояние плода и вовремя замечать хромосомные или генетические отклонения. Это повышает точность наблюдения во время беременности.

Как анализируют родословную при наследственном признаке

Пошаговый разбор семейной истории помогает установить тип наследования и оценить риск для потомства.



Типичные ошибки в понимании наследственности

01

Один ген — один признак

Многие считают, что каждый признак задается одним геном. На деле большинство школьных и жизненных примеров связано с взаимодействием нескольких генов и условиями среды.

02

Доминантный значит «лучший»

Доминантность показывает, какой аллель проявляется у гетерозиготы, но не говорит о его пользе, частоте или «силе». Доминантный вариант может быть как нормальным, так и вредным.

03

Рецессивный значит «слабый»

Рецессивный аллель не обязательно слабее или менее значим. Он просто проявляется только в гомозиготе или при отсутствии доминантного варианта, скрываясь в носительстве.

04

Среда не важна

Еще одно заблуждение — полная независимость фенотипа от образа жизни. Питание, сон, физическая нагрузка и болезни заметно изменяют проявление наследственных предрасположенностей.

05

Наследование всегда простое

В реальности встречаются сцепление генов, кроссинговер, кодоминирование и полигенные признаки. Поэтому генетика описывает вероятности, а не гарантирует одинаковый результат для каждого потомка.



Наследственность: от строгих законов к реальной сложности

Законы Менделя дают прочную основу, но живые организмы наследуют признаки сложнее: через сцепление, кроссинговер, половые хромосомы, множество генов и влияние среды. Именно в этом и состоит сила генетики.