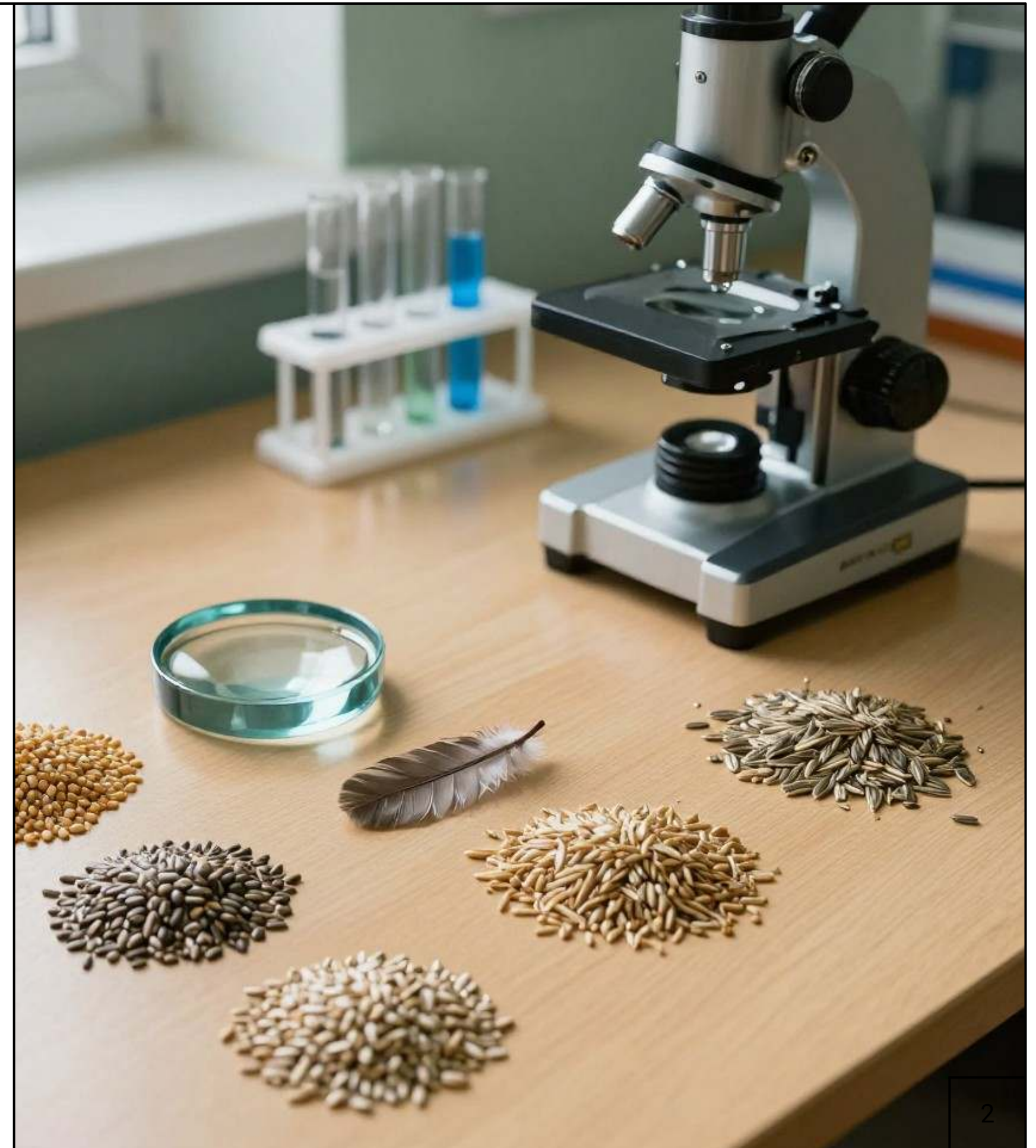


Закономерности изменчивости

Как среда, гены и случайность формируют разнообразие живого.

С чего начать изучение изменчивости

Чтобы понять изменчивость, важно различать влияние генов, среды и случайных процессов. Эти различия объясняют разнообразие людей, сортов, пород и популяций, а также помогают анализировать наследование, статистику и отбор.



Основные термины

Понятие изменчивости

Изменчивость — это способность организмов различаться между собой и по-разному проявлять признаки. Она лежит в основе индивидуальных отличий, а также разнообразия внутри вида и популяции.

Фенотип

Фенотип — это все признаки, которые реально проявились у организма: от окраски и роста до особенностей обмена. Он формируется под влиянием генотипа и условий среды.

Генотип

Генотип — совокупность генов организма. Один и тот же генотип может дать разные фенотипы, если условия развития меняются, поэтому наследственность не действует изолированно от среды.

Общая классификация изменчивости

1

Модификационная изменчивость

Модификационная изменчивость возникает под действием условий среды. Она меняет степень выраженности признака, но не затрагивает наследственный материал и обычно не передается потомкам.

2

Комбинативная изменчивость

Комбинативная изменчивость связана с новым сочетанием уже имеющихся генов родителей. Она появляется при половом размножении и создает наследуемое разнообразие без образования новых аллелей.

3

Мутационная изменчивость

Мутационная изменчивость обусловлена изменениями ДНК или хромосом. Если мутация возникает в половых клетках, она может передаваться потомству и становиться источником новых признаков.

Как возникает модификационная изменчивость

Факторы среды

Температура, освещенность, влажность и питание могут заметно менять внешний вид и продуктивность организмов. При этом наследственная основа остается прежней, а изменяется только проявление признака.

Одинаковый генотип — разные признаки

Один и тот же организм способен выглядеть по-разному в зависимости от условий развития. Это особенно хорошо видно у растений, которые по-разному растут в тени и на солнце.

Наглядные примеры

Примеры модификационной изменчивости легко заметить в быту: загар кожи, различия в росте растений, колебания урожайности. Все они связаны с реакцией организма на среду.

Значение изменений

Такие изменения полезны, потому что помогают приспособиться к текущим условиям. Однако они не создают нового наследственного материала и не меняют принадлежность к сорту или виду.



Зависимость фенотипа от условий среды

1 Связь с фактором

Каждый признак изменяется не произвольно, а в ответ на определенный фактор среды. Поэтому можно проследить, как свет, вода или питание влияют на высоту, массу и число листьев.

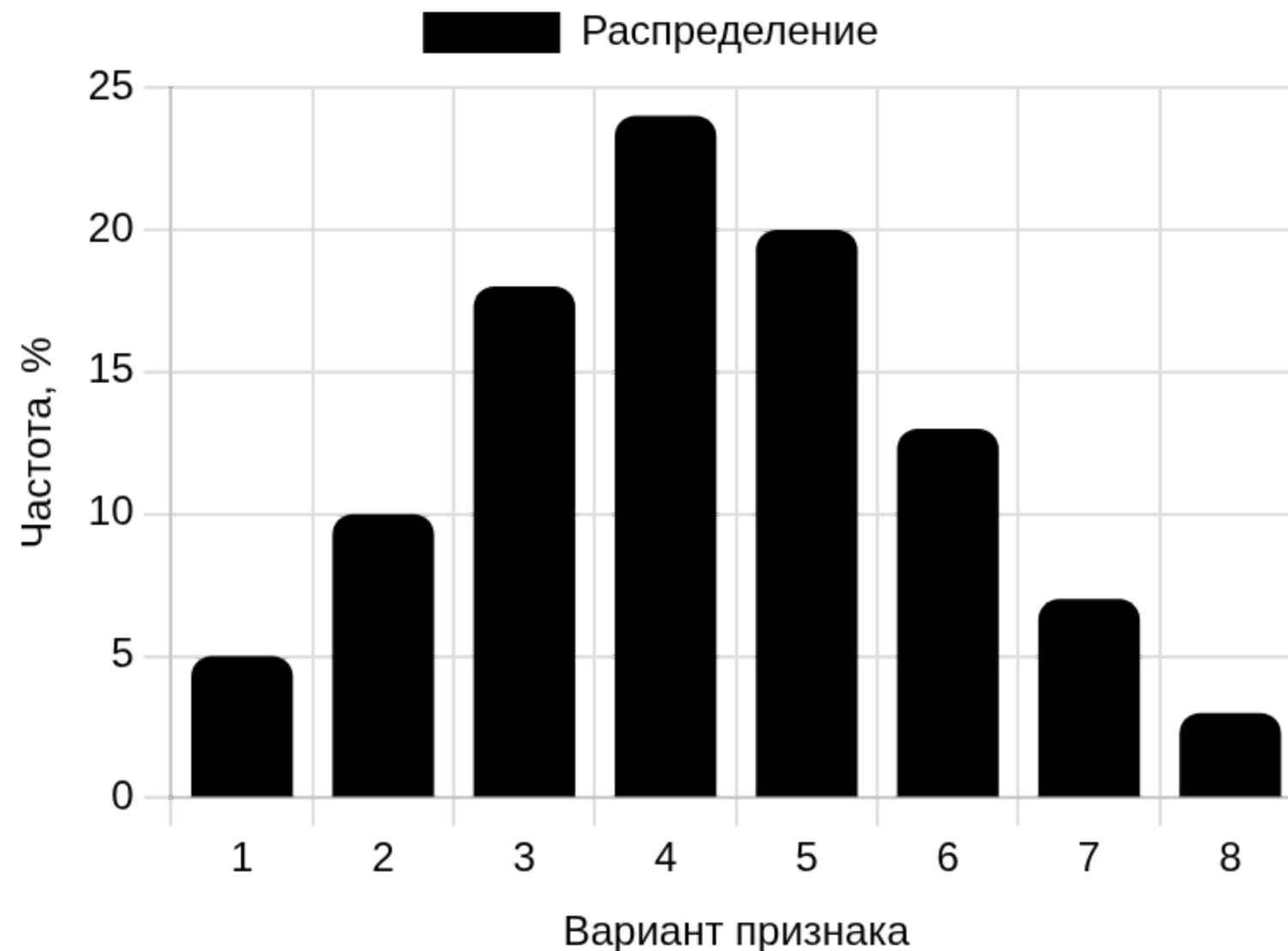
2 Пределы изменения

Чем сильнее отклоняются условия от привычных, тем заметнее меняется фенотип. Но эти изменения не бесконечны: организм остается в пределах биологически допустимого диапазона.

3 Границы нормы реакции

Один сорт растения способен давать разные результаты в тени и на солнце, но при этом не превращается в другой сорт. Генотип задает границы возможных изменений.

Массовость и статистические закономерности



На графике видно, что отдельные значения разбросаны, но центр распределения сохраняется. Это позволяет описывать изменчивость не только по отдельным особям, но и по группе.

Для массовых признаков важнее не отдельное значение, а средний уровень и разброс. Именно поэтому групповой анализ надежнее индивидуального.

Учебный пример распределения признаков в популяции

Обратимость и норма реакции

Обратимость изменений

Модификационные изменения часто исчезают после возвращения прежних условий. Если организм снова получает достаточно света или воды, многие признаки постепенно принимают исходные значения.

Диапазон нормы

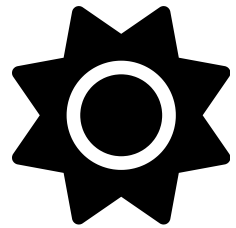
Норма реакции — это диапазон, в котором один и тот же генотип может проявляться по-разному. Она задается наследственностью и не выходит за биологические пределы.

Наследственность сохраняется

Поэтому один сорт может давать плоды разного размера в зависимости от ухода, но его наследственные свойства сохраняются. Меняется выражение признака, а не сам сорт.

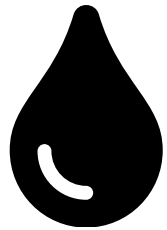


Ключевые наблюдения



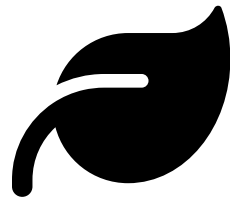
Хорошее освещение

При хорошем освещении растение накапливает больше веществ, сильнее растет и формирует больше листьев. Это показывает, как среда влияет на фенотип без изменения генотипа.



Обильный полив

Достаточный полив поддерживает обмен веществ и повышает урожайность. Вода здесь выступает не источником наследственности, а условием, при котором признак проявляется полнее.



Нехватка влаги

При дефиците влаги рост замедляется, листья формируются хуже, а урожайность снижается. Такое изменение наглядно демонстрирует пределы нормы реакции у одного и того же растения.



Сравнение условий

Сравнение двух условий помогает отделить влияние среды от наследственных различий. Это удобный способ объяснить, почему одинаковые организмы могут выглядеть и вести себя по-разному.

Откуда берется комбинативная изменчивость

Независимое расхождение

При образовании гамет хромосомы расходятся независимо, поэтому аллели разных генов комбинируются в новых сочетаниях. Это один из главных источников наследуемого разнообразия потомства.

Кроссинговер

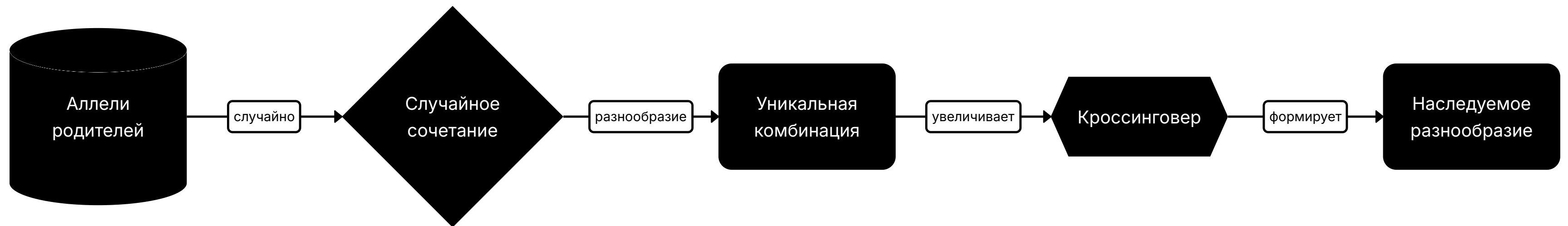
Во время мейоза возможен кроссинговер: обмен участками между гомологичными хромосомами увеличивает число вариантов аллелей в гамете. Благодаря этому комбинации признаков становятся еще более разнообразными.

Случайность оплодотворения

Какая именно гамета встретится при оплодотворении, заранее не известно. Случайное слияние гамет завершает процесс, создавая уникальный набор признаков у каждого потомка.

Путь комбинативной изменчивости

Результат полового размножения и перераспределения уже имеющихся аллелей.



Почему она наследуется, но не мутирует

Образование гамет

В мейозе гомологичные хромосомы расходятся независимо, а гаметы получают разные наборы аллелей. Уже на этом этапе закладывается возможность новых сочетаний признаков.

Наследование признаков

Поскольку новые мутации не возникают, а только перераспределяются исходные аллели, комбинативная изменчивость наследуется и сохраняется в потомстве.

Случайное оплодотворение

При оплодотворении гаметы соединяются случайно, поэтому каждая зигота получает неповторимую комбинацию наследственного материала от двух родителей.

Пример скрещивания и наследования

Потомство	Генотип	Фенотип
1	АА, Аа	доминантный
2	Аа, аа	1:1

Скрещивание двух гетерозигот позволяет увидеть, как случайные сочетания гамет дают разные фенотипы потомков.

Случайность сочетания гамет объясняет разнообразие потомства и типичные менделевские соотношения признаков.

Три образа мутации

Ошибка в гене

В одной клетке произошла ошибка копирования ДНК. Изменение затронуло отдельный ген, и признак стал передаваться потомкам иначе, чем у исходной формы.



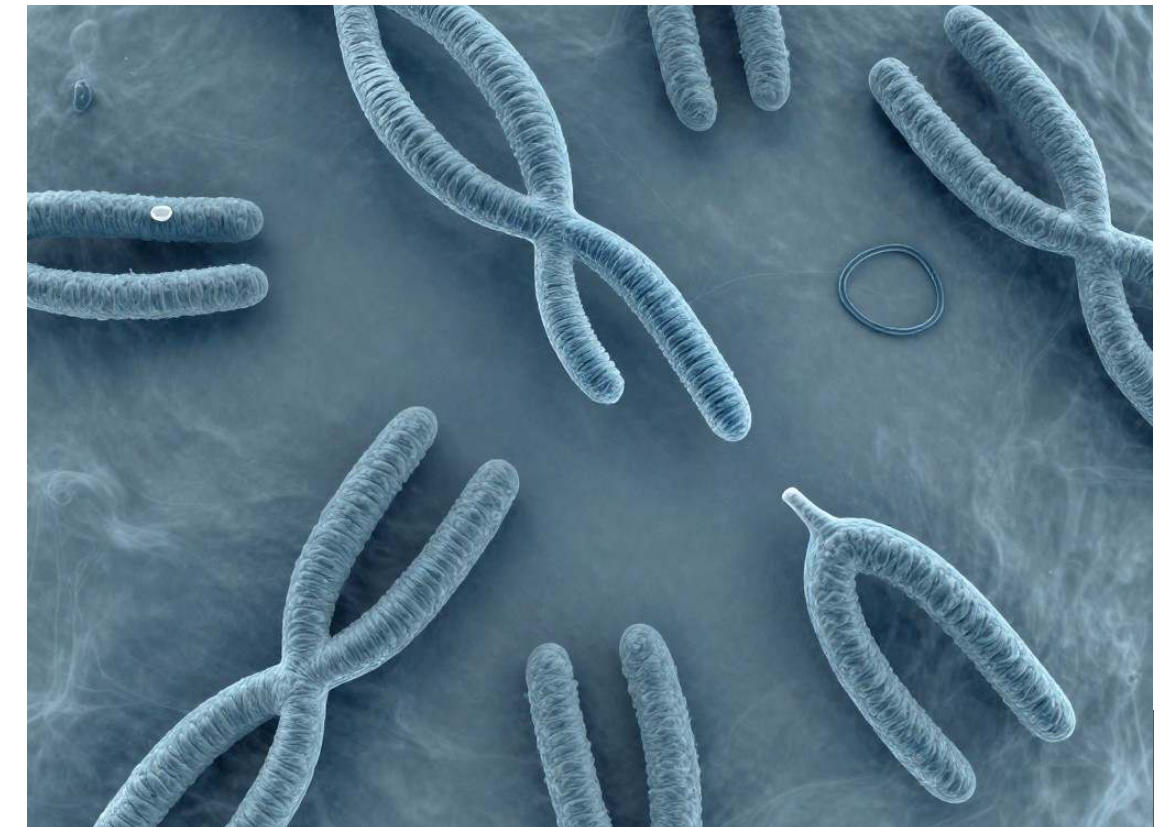
Перестройка хромосомы

Под действием радиации или химического фактора изменился участок хромосомы. Внешне это может отразиться на развитии организма и его жизнеспособности.



Сдвиг в наборе

Иногда меняется число хромосом целиком. Тогда наследственный материал распределяется иначе, и признаки могут изменяться очень резко, вплоть до нежизнеспособности.



Ключевые свойства мутаций

1

Случайность

Мутации возникают без заранее заданного порядка. Нельзя точно указать, в какой клетке и в какой момент появится новое изменение ДНК.

2

Дискретность

Проявление мутаций обычно резкое и качественно различимое: признак либо изменён, либо нет. Переходных вариантов здесь значительно меньше, чем при модификациях.

3

Передача потомкам

Наследование возможно только тогда, когда мутация затрагивает половые клетки. Изменения в соматических клетках, как правило, не переходят к потомству.

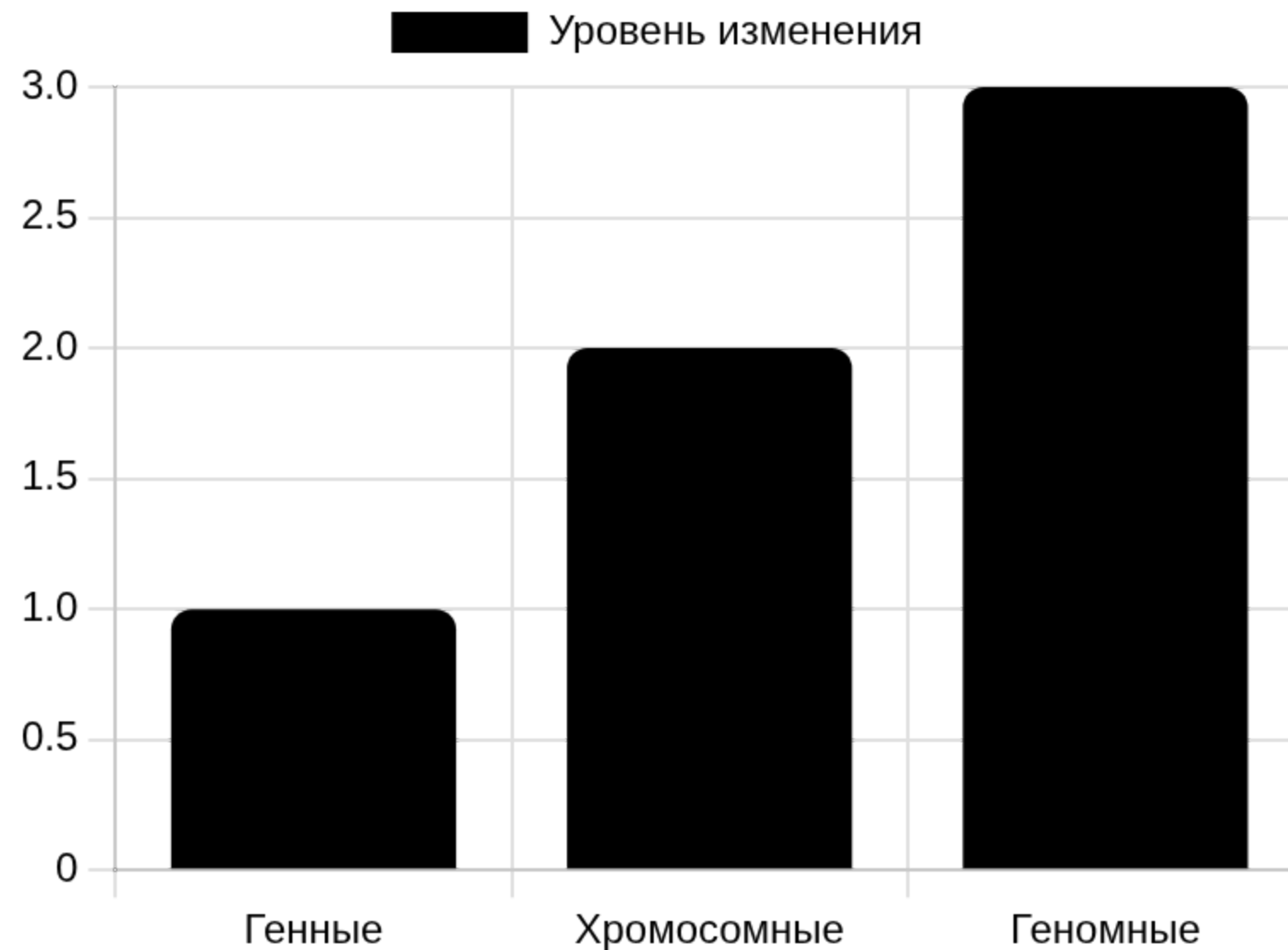
4

Разная ценность

По последствиям большинство мутаций нейтральны или вредны, а полезные встречаются редко. Поэтому их роль в эволюции особенно заметна при отборе.



Типы мутаций и их эффекты



На диаграмме показано, какие уровни наследственного материала затрагивают разные мутации и как меняется их возможный эффект.

Чем крупнее затрагиваемый уровень наследственного материала, тем сильнее может быть влияние мутации на организм.

Обобщение школьной классификации мутаций

Сравнение трёх видов изменчивости

Сравнение помогает увидеть, что у каждого вида изменчивости свой источник, способ наследования и роль в жизни организмов.

Модификационная изменчивость отражает влияние среды, а комбинативная и мутационная формируют наследуемое разнообразие.

Вид	Источник	Наследование
Модификационная	среда	нет
Комбинативная	рекомбинация	да
Мутационная	изменение ДНК	да

Где работает изменчивость

Материал для отбора

В селекции изменчивость служит исходным материалом отбора. Чем шире набор признаков у особей, тем больше шанс выбрать форму с нужной урожайностью, устойчивостью или качеством продукции.

Естественный отбор

В природе отбор действует без участия человека. Организмы с удачными сочетаниями признаков чаще выживают и оставляют потомство, поэтому полезные варианты постепенно закрепляются в популяциях.

Источник новизны

Именно поэтому изменчивость связана с разнообразием сортов, пород и приспособлений. Без неё не было бы ни направленного улучшения, ни эволюционных изменений.

Проверь себя

1 Фенотип и генотип

Сформулируйте, чем фенотип отличается от генотипа, и приведите пример, когда один генотип проявляется по-разному в разных условиях среды.

2 Изменчивость среды

Вспомните, какая изменчивость не наследуется, и назовите факторы, которые чаще всего вызывают её у растений и человека.

3 Перемешивание аллелей

Перечислите три механизма комбинативной изменчивости и объясните, почему они не создают новых генов, а лишь по-новому их сочетают.

4 Мутации и статистика

Назовите основные типы мутаций и поясните, зачем в массовых признаках используют среднее значение и разброс, а не только один пример.

Изменчивость как основа разнообразия

Закономерности изменчивости показывают, как наследственность, среда и случайность вместе создают разнообразие живых организмов. Понимание этих механизмов помогает объяснять сходство, различия и отбор наиболее удачных признаков.