

Закономерности изменчивости

1. **Генетика** – это наука, которая изучает закономерности наследственности и изменчивости.

Наследственность – это свойство живых организмов передавать свои признаки и свойства из поколения в поколение.



Изменчивость – это свойство живых организмов приобретать в процессе индивидуального развития новые свойства-признаки, по которым организм отличается от особей того же вида.

- В природе трудно найти двух абсолютно одинаковых особей даже в потомстве одной и той же родительской пары. Изменчивость – общее свойство всех организмов. Она проявляется целым рядом признаков. Например, два растения одного вида, растущие рядом, будут различаться между собой.



- Любой признак –это видимый результат реализации наследственности (генотипа) в данных условиях. Поэтому проявление признаков зависит с одной стороны , от генетических особенностей организма (генов, хромосом и генотипа в целом), а с другой стороны от условий его жизни.

**Изменчивость одуванчика,
выращенного из одного корня**



выращен на равнине



выращен в горах

**Изменчивость
отражает
взаимосвязь
организма
с окружающей
средой**

ФОРМЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ

```
graph TD; A[ФОРМЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ] --> B[ненаследственная]; A --> C[наследственная]
```

ненаследственная

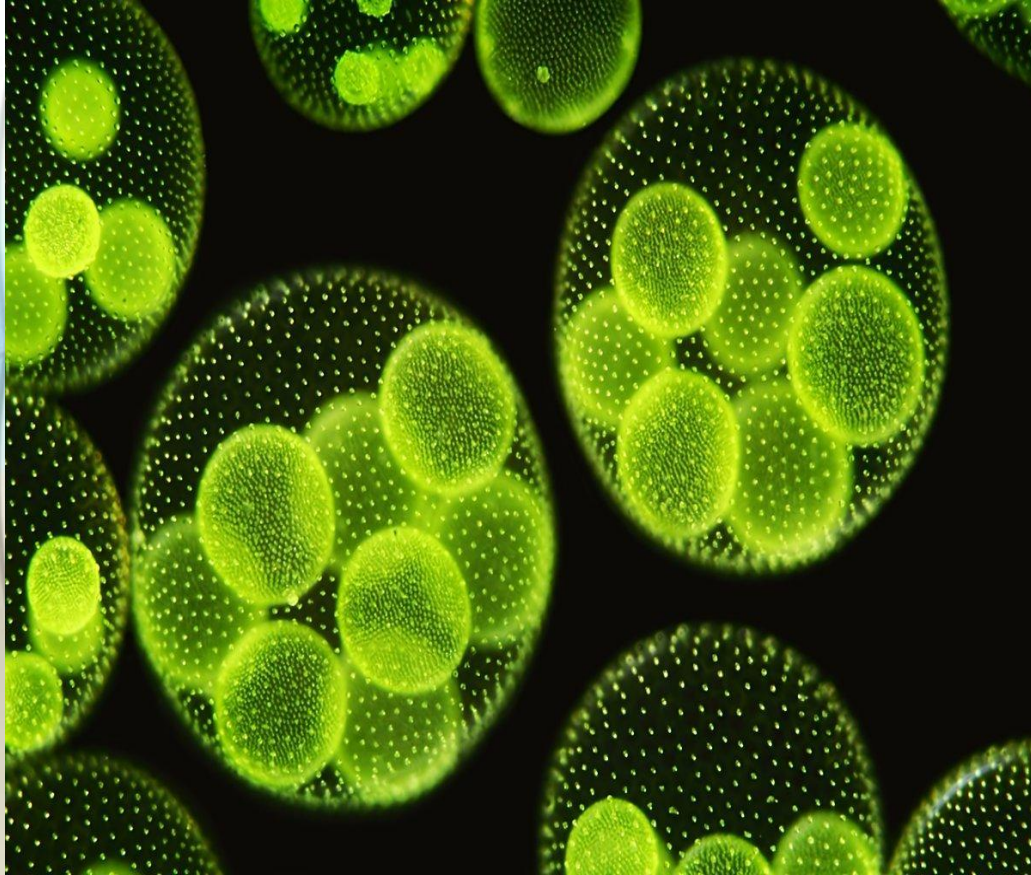
наследственная

I. Наследственная изменчивость

Наследственная изменчивость – это изменение признаков организма, которые определяются генотипом и сохраняются в ряду поколений

Характерные черты наследственной изменчивости:

1. затрагивают генотип
2. передаются по наследству
3. носит случайный характер
4. проявляется у отдельных особей вида



- Окружающая среда непрерывно воздействует на организм, изменяя, ослабляя или усиливая проявление его наследственных признаков. В то же время в процессе размножения организмы всегда производят потомство, подобное себе, поддерживая непрерывность жизни по принципу «клетка — от клетки», т. е. «подобное рождает подобное». Потомство пары кошек — всегда кошки, так же как потомством одноклеточной водоросли хлореллы всегда будет хлорелла. Благодаря наследованию свойств родителей потомство имеет сходство с ними, но не является их точной копией.

- Так, котята одного помёта различаются по окраске шерсти, форме и цвету пятен на ней, длине или густоте волосяного покрова, цвету глаз и др. Это объясняется тем, что потомство наследует от родителей не признаки (свойства), а гены, контролирующие эти признаки. Но, как вы помните, в первом делении мейоза гомологичные хромосомы расходятся независимо, а в результате перекреста гены (и хромосомы) могут претерпеть ряд изменений. При оплодотворении встреча родительских гамет в зиготе носит случайный характер. Всё это приводит к тому, что в генотипе потомков происходят некие изменения и, как следствие, у них проявляются новые признаки, отличающие их от родителей. Признаки, обусловленные изменениями в генотипе, могут передаваться уже их собственным потомкам, они становятся наследуемыми.



Изменчивость, которая проявляется в связи с изменением генетического материала, называется *наследственной* или *генотипической*.

- Одним из результатов наследственной изменчивости является образование новых организмов (новых генотипов), обеспечивающее разнообразие жизни, её продолжение и эволюционное развитие.
- Генотипическая изменчивость широко представлена в природе. Иногда это очень заметные изменения, проявляющиеся, например, в появлении махровости у цветков, коротконогости у животных (овец, кур), но чаще это мелкие, едва заметные отклонения от нормы.

Типы наследственной изменчивости.

ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

комбинативная
изменчивость

мутационная
изменчивость

Комбинативная изменчивость

проявляется в том, что потомки, которые образуются при половом размножении, несколько отличаются друг от друга и от своих родителей

Комбинативная изменчивость характеризует возникновение новых комбинаций генов при независимом расхождении хромосом и кроссинговере в ходе мейоза. Она может возникать при оплодотворении и образовании зиготы. Комбинативная изменчивость обеспечивает перераспределение наследственного материала родителей среди их потомства. Комбинативная наследственная изменчивость является универсальным свойством всех организмов — от бактерий до высших растений и животных. Наблюдается она и у вирусов. Этот тип наследственной изменчивости имеет важное значение при эволюционных преобразованиях.



Причины комбинативной изменчивости:

1. Независимое расхождение хромосом в ходе мейоза
2. Рекомбинация генов при кроссинговере
3. Случайная встреча гамет при оплодотворении



Мутация — изменение наследственных свойств организма, возникающее в результате случайного или искусственно вызванного нарушения в молекуле ДНК, структуре хромосомы или числе хромосом.

Мутационная изменчивость является результатом мутаций.

Мутации (лат. *mutatio* — «изменение», «перемена») — это внезапные изменения в наследственном материале. Они могут приводить к появлению новых признаков организма, которые перейдут к потомству.

Мутации могут быть естественно и искусственно вызванными.

Естественными называют мутации, возникающие независимо от воздействия человека на природу. Такие мутации могут возникать, например, при нарушении обмена веществ (пластического или энергетического обмена) и могут затрагивать разнообразные стороны строения и функций организма.

Например, у дрозофилы описаны мутационные изменения формы крыльев, окраски тела, глаз, а также многих физиологических признаков (продолжительность жизни, плодовитость, устойчивость к повреждающим факторам и др.).

Искусственные мутации вызываются человеком с помощью **мутагенов** — факторов, вызывающих наследственные изменения (физических, химических, биологических)

Мутационная изменчивость

Генная
изменчивость

Хромосомная
изменчивость

Геномная
изменчивость

Изменения в последовательности азотистых оснований нуклеотидов в гене

Изменения в структуре отдельных хромосом: половых и неполовых (аутосом)

Изменение количества хромосом: увеличение, уменьшение, удвоение кратно гаплоидному набору

Причины мутаций

Мутации возникают под действием факторов, которые увеличивают число ошибок при синтезе ДНК и нарушают работу системы репарации. Эти факторы называют мутагенными

Мутагенные факторы

Физические мутагены

- Ионизирующее излучение
- Ультрафиолетовое излучение
- Высокая температура

Химические мутагены

- Сильные окислители или восстановители (активные формы кислорода)
- Пестициды (гербициды, фунгициды)
- Продукты переработки нефти
- Органические растворители
- Алкоголь
- Никотин

Биологические мутагены

- Вирусы (краснуха, корь, грипп)

Мутаген — химическое вещество, физический фактор и биологический объект, вызывающий мутации.

Типы мутаций

Мутации

```
graph TD; A[Мутации] --> B[Полезные]; A --> C[Нейтральные]; A --> D[Вредные];
```

Полезные

В популяциях насекомых, которые с инсектицидами не встречались обнаруживаются мутации защиты. В то время, когда насекомые не сталкивались с инсектицидами, эти мутации были нейтральными. Но как только стали применяться инсектициды — эти мутации стали не просто полезными, они стали ключевыми для выживания.

Нейтральные

Нейтральными называются мутации, которые никак не сказываются на фенотипе. Примером таких мутаций может служить замена нуклеотидов, которые не меняют смысла кодонов. Например, аминокислота аланин кодируется триплетами ГЦУ, ГЦЦ, ГЦА и ГЦГ. Если в результате мутации ГЦУ превращается в ГЦЦ, то белок, синтезированный по изменённой программе, остается тем же самым.

Вредные


Если мутация изменяет смысл кодона, при этом одна аминокислота заменяется другой, это может привести к изменению свойств белка. Большинство мутаций такого рода оказывается вредными. Они нарушают скоординированное в ходе предшествующей эволюции взаимодействие генетических программ в развивающемся организме, и приводят либо к его гибели, либо к тем или иным отклонениям в развитии.

Соматические мутации — мутации, возникающие в клетках тела и не передающиеся потомкам при половом размножении.

**Генные мутации — изменения в
последовательности нуклеотидов ДНК**

Виды генных мутаций

Генные мутации



```
graph TD; A[Генные мутации] --- B[Замена одного или нескольких нуклеотидов на другие]; A --- C[Изменение порядка чередования нуклеотидов]; A --- D[Потеря нуклеотидов]; A --- E[Удвоение нуклеотидов]; A --- F[Вставка нуклеотидов];
```

The diagram is a hierarchical flowchart. At the top is a yellow box labeled 'Генные мутации'. A vertical orange line descends from this box and meets a horizontal orange line. From this horizontal line, three vertical orange lines descend to three separate yellow boxes: 'Потеря нуклеотидов' on the left, 'Удвоение нуклеотидов' in the center, and 'Вставка нуклеотидов' on the right. Additionally, two vertical orange lines descend from the horizontal line to two more yellow boxes: 'Замена одного или нескольких нуклеотидов на другие' on the left and 'Изменение порядка чередования нуклеотидов' on the right.

Замена одного или нескольких нуклеотидов на другие

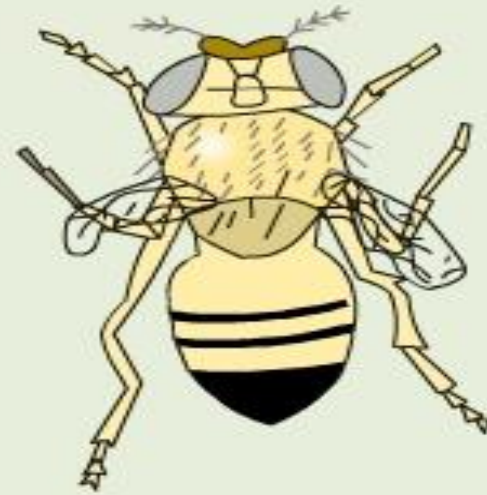
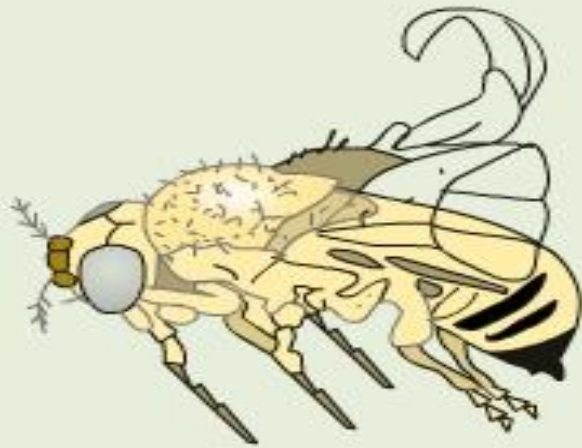
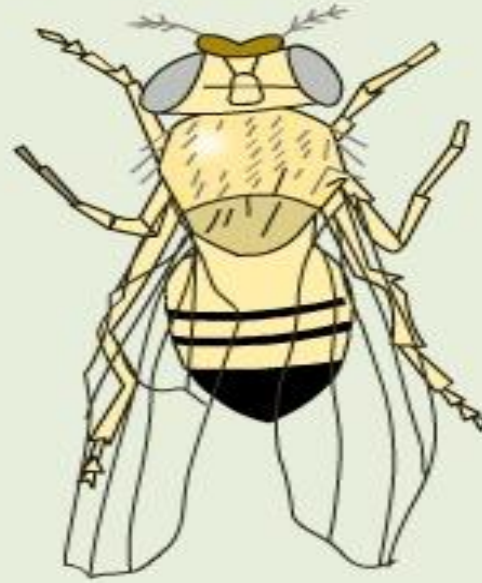
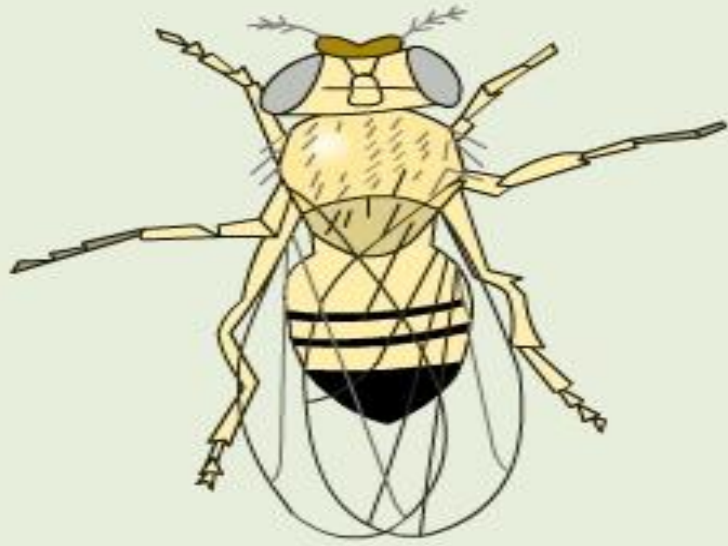
Изменение порядка чередования нуклеотидов

Потеря нуклеотидов

Удвоение нуклеотидов

Вставка нуклеотидов

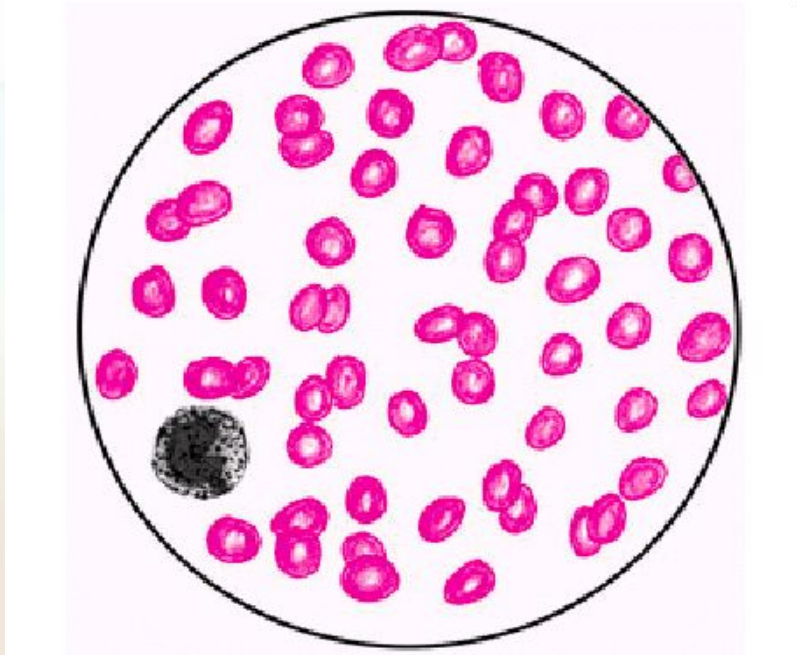
Мутации крыльев дрозофилы



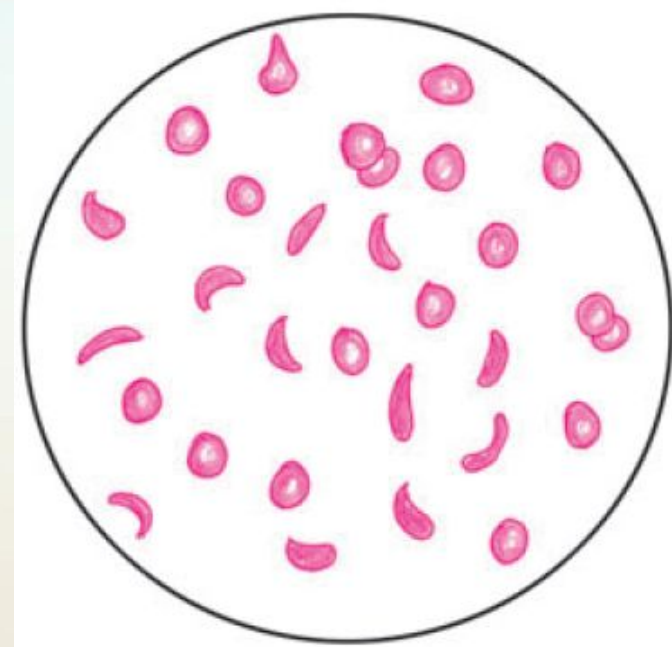
Примеры генных мутаций

- Альбинизм
- Серповидно-клеточная анемия
- Одаренность
- Поведенческие акты
- Изменение морфологии, биохимии

Генные мутации □ генные наследственные заболевания



**Нормальные эритроциты
под микроскопом**



**Формы эритроцитов при
серповидноклеточной
анемии**

Хромосомные мутации — изменения в структуре хромосом, связанные с потерей участка, его поворотом на 180° , удвоением или переносом на негомологичную хромосому

Геномные мутации – нарушения числа хромосом

Заболевания, связанные с изменением числа хромосом

	Синдром Дауна	Синдром Шерешевского – Тёрнера	Синдром Кляйнфельтера
Причина	Трисомия по 21-й хромосоме	Утрата одной половой хромосомы, генотип X0	Наличие лишней X-хромосомы у мужчин, генотип XXУ
Характерные симптомы	Плоское лицо, монголоидный разрез глаз, открытый рот, аномалии зубов, короткий нос и другие. Имеются пороки сердца и желудочно-кишечного тракта. Характерна умственная отсталость. Дети с синдромом Дауна очень ласковые, внимательные и послушные	Отставание в физическом развитии, недоразвитость женских половых органов, интеллект сохранён	Высокий рост, длинные конечности, развитие вторичных половых признаков по женскому типу, слабоумие

Значение мутаций в природе

- Материал для естественного и искусственного отбора
- Рecessивные мутации в гетерозиготном состоянии резерв наследственной изменчивости
- Широко используются в селекции растений и микроорганизмов
- Используются при разработке методов борьбы с вредителями

Ненаследственная изменчивость

- Это изменения признаков и свойств организма, обусловленные влиянием на проявление генов окружающей среды.
- **Фенотип = генотип + окружающая среда**

Причина изменений

- изменение условий среды
- белокочанная капуста в условиях жаркого климата не образует кочана.

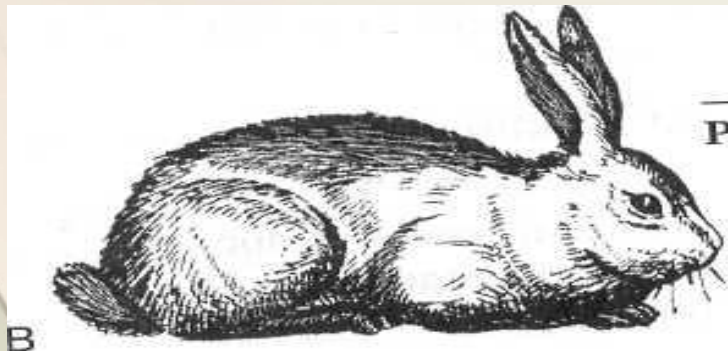
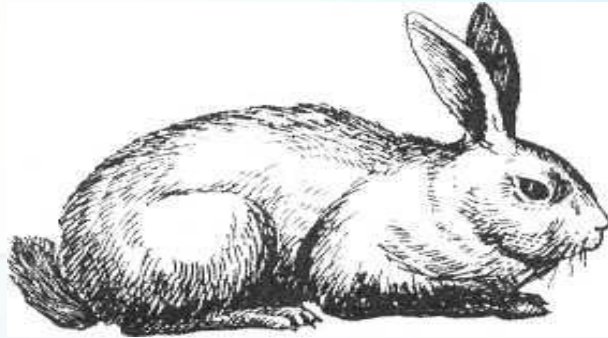
Значение изменений

- **адаптация** – приспособление к данным условиям среды, выживание, сохранение потомства.
- Породы лошадей и коров, завезенных в горы, становятся низкорослыми.

Свойства модификационной изменчивости.

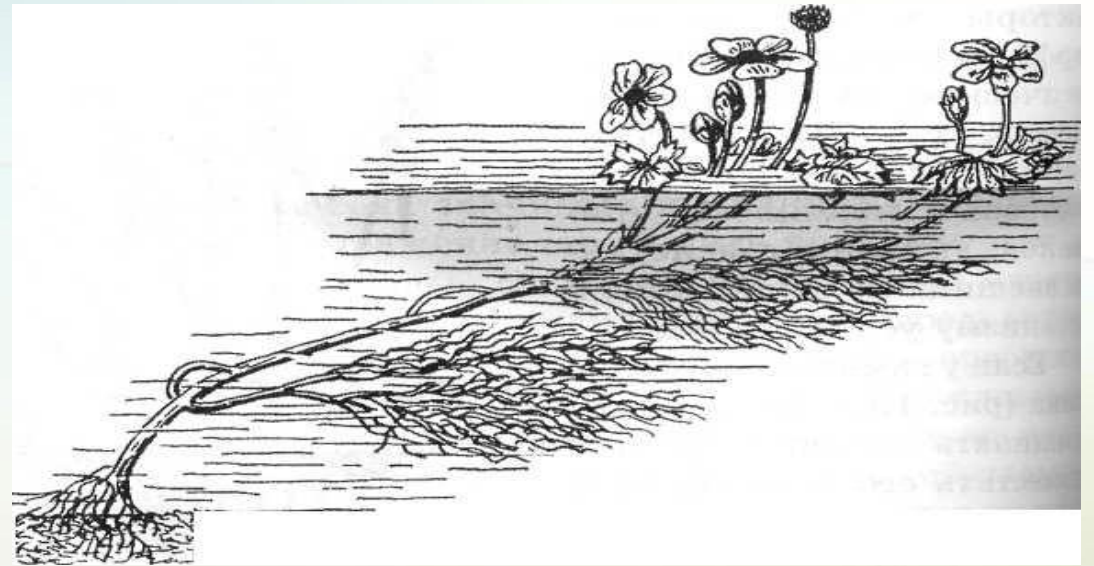
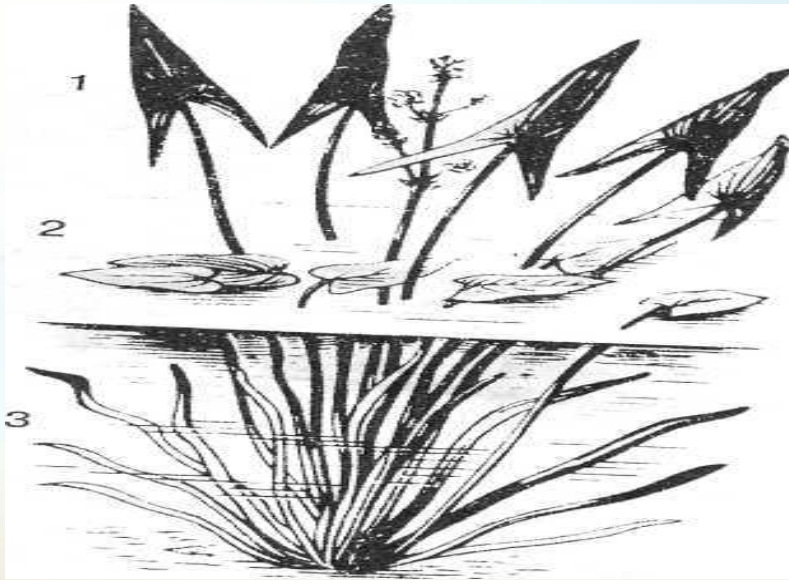
- Ненаследуемость.
- Групповой характер изменений.
- Обусловленность пределов изменчивости генотипом

Ненаследуемость.



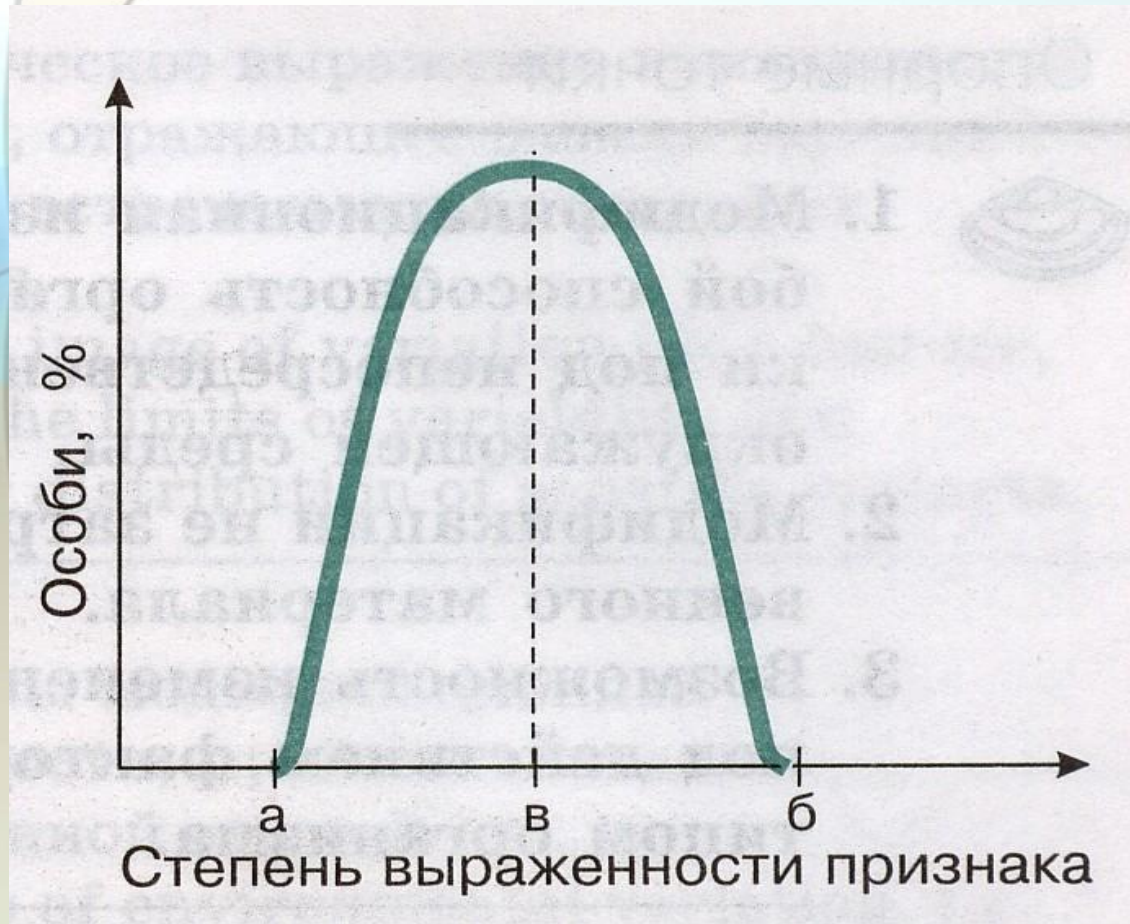
- Гималайский кролик с типичной окраской шерсти.
- К выщипанному участку шерсти прикладывается холод.
- На спине появляется темноокрашенная шерсть.

Групповой характер изменений



- У всех стрелолистов в воде будут длинные тонкие листья, а у водяного лютика – изрезанные листья.

Обусловленность пределов изменчивости генотипом



- **Норма реакции** - степень варьирования признака от минимального до максимального значения.