

12.05.2017

Тема урока:

«Закономерности  
изменчивости.

Модификационная  
(фенотипическая)  
изменчивость»

**Изменчивость** — разнообразие признаков среди представителей данного вида,  
а также свойство потомков приобретать отличия от родительских форм.  
Изменчивость вместе с наследственностью представляют собой два неразрывных свойства живых организмов.

# Изменчивость

```
graph TD; A[Изменчивость] --> B[Ненаследственная]; A --> C[Наследственная]; B --> D[Фенотипическая]; B --> E[Модификационная]; E --- F[Модификационная изменчивость - это тип изменчивости, отражающий изменения фенотипа под действием условий внешней среды, не затрагивающих генотип. Приводит к адаптации организма]; C --- G[При наследственной изменчивости изменения передаются по наследству и впоследствии проявляются у потомства];
```

Ненаследственная  
Фенотипическая  
Модификационная

Ненаследственная - Фенотипическая -

Модификационная

**изменчивость** - это тип изменчивости, отражающий изменения

фенотипа под действием условий внешней среды, не затрагивающих генотип. **Приводит к адаптации**

**организма**

**При наследственной изменчивости** изменения передаются

по наследству и впоследствии проявляются у потомства

**Наследственная изменчивость**

неопределённая, индивидуальная.

Подчиняется закону **гомологических рядов**.

**Ненаследственная изменчивость**

определённая, групповая.

Подчиняется **статистической**

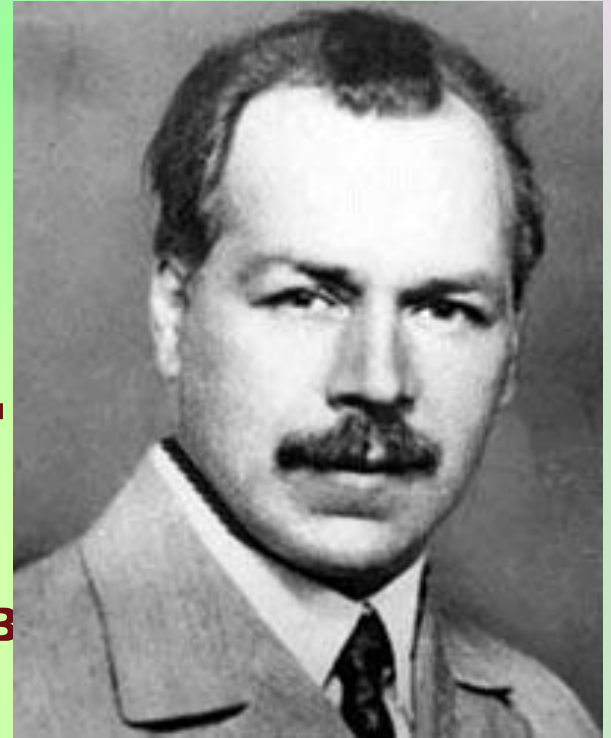
**закономерности вариационных рядов**.

Н. И. Вавилов

ЗАКОН  
ГОМОЛОГИЧЕСКИХ  
РЯДОВ  
В НАСЛЕДСТВЕННОЙ  
ИЗМЕНЧИВОСТИ



Закон был сформулирован Н. И. Вавиловым в 1920 году. «Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов. Чем ближе генетически расположены в общей системе роды и виды, тем полнее сходство в рядах их изменчивости. Целые семейства растений в общем характеризуются определенным циклом изменчивости, проходящей через все роды и виды, составляющие семейство» С



# Томат культурный



# Баклажан, паслен тёмноплодный



"Лебединый" (белый)



"Японский красный"

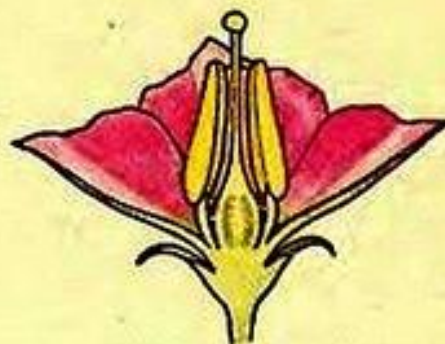
*Сорт Золотые яйца*



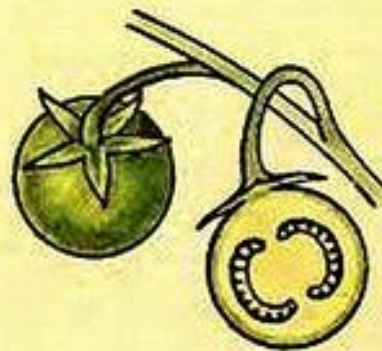
# Перец стручковый



# Картофель или паслен клубненосный



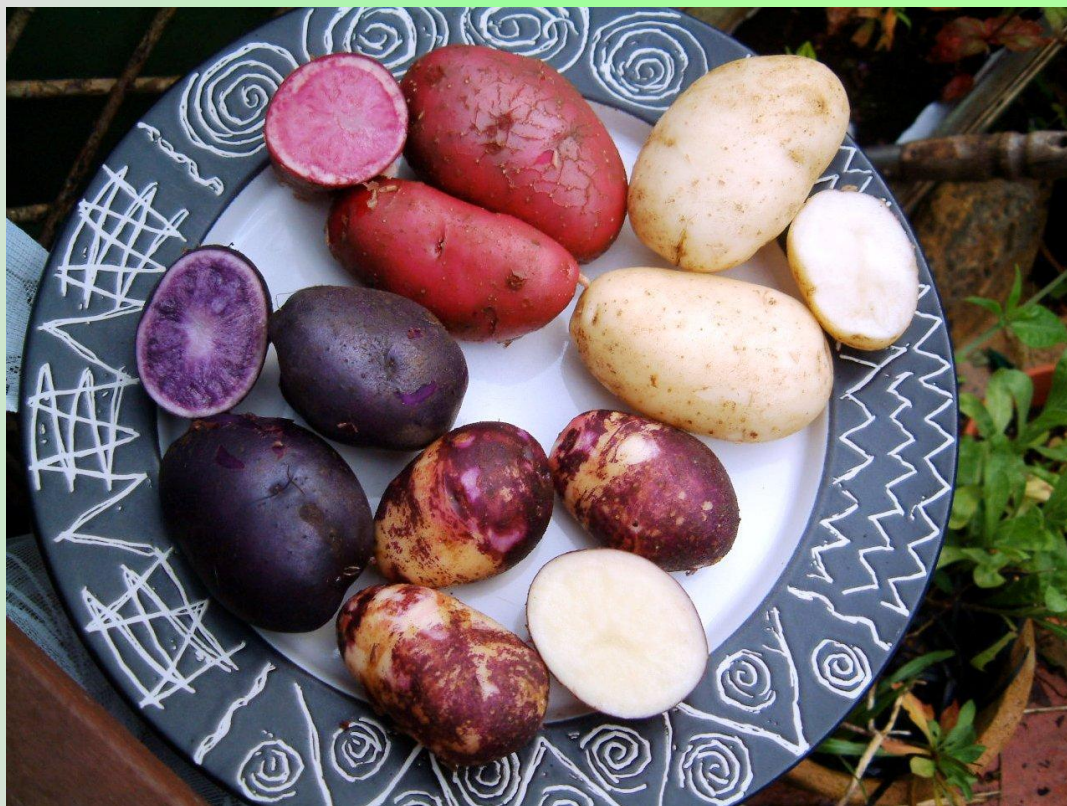
Цветок в разрезе



Ягода



# Картофель или паслен клубненосный



# Изменчивость

Ненаследственная  
Фенотипическая  
Модификационная

Наследственная

Генеративная

Соматическая

Генеративная изменчивость  
наследственная

Мутационная

исходят в

Соматическая изменчивость  
наследственном аппарате клеток тела (соматических).

Комбинативная

исходят в

наследственном аппарате клеток тела (соматических).

# Изменчивость

Ненаследственная  
Фенотипическая  
Модификационная

Наследственная

Генотипическая

Цитоплазматическая

Генотипическая происходит с ДНК

Комбинативная

яще  
риал

Мутационная

(генотип)

Цитоплазматическая связана с ДНК и РНК  
находящейся в цитоплазме клетки.  
**ДНК митохондрий и пластид**  
Генетический материал цитоплазмы (плазмон)

# Причины комбинативной изменчивости

Рекомбинация генов при *кроссинговере*

Независимое расхождение хромосом к полюсам клетки в мейозе (метафазаI, анафазаI).

Независимое расхождение хроматид в мейозе (метафазаII, анафазаII).

Случайная встреча гамет при оплодотворении

Случайная встреча особей при размножении

# Изменчивость

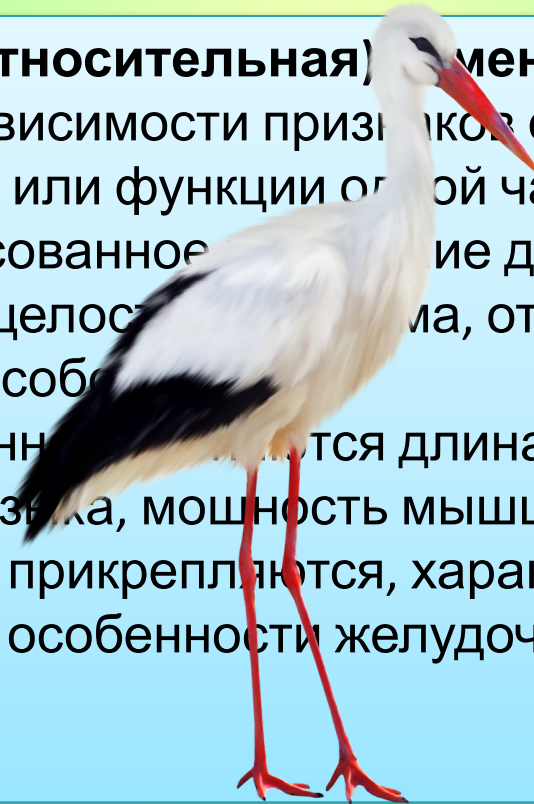
Ненаследственная

Соотносительная  
Коррелятивная

Наследственная

**Коррелятивная (соотносительная) изменчивость** — возникает вследствие взаимозависимости признаков организма. Изменение структуры или функции одной части организма обуславливает согласованное изменение другой или других, поскольку организм - целостная система, отдельные части которой тесно связаны между собой.

Например, согласованно изменяются длина шеи и ног у болотных птиц, длина клюва и языка, мощность мышц и размер костных гребней, которым они прикрепляются, характер питания определяет форму зубов, длину и особенности желудочно-кишечного тракта и т. д.



Соотносительная коррелятивная  
изменчивость возникает в  
результате свойства генов влиять на  
формирование двух и более  
признаков (плейотропия)





..

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОРРЕЛЯТИВНАЯ

по Ч. Дарвину (1859),

относительная изменчивость, изменчивость, при которой

изменение структуры или

функции одной части организма нередко

обуславливает изменение другой или других, например, связь

изменения окраски кожи и шерсти у животных, длины шеи и ног у болотных птиц, длины клюва и языка, связь между развитием мышц и размерами гребней на костях, к которым они прикреплены.

# Изменчивость

Ненаследственная

Онтогенетическая  
Возрастная

Наследственная

Онтогенетическая изменчивость происходит за счет репрессии и дерепрессии генов в онтогенезе согласно схеме развития данного организма. Происходят изменения фенотипа в эмбриональный и постэмбриональный период.  
Примеры: половое созревание, старение

**Онтогенетическая изменчивость**  
отражает закономерные изменения в ходе  
индивидуального развития организма.  
Причина в функционировании **различных**  
**наборов генов на разных этапах**  
**онтогенеза**



# Онтогенетическая изменчивость.

## Примеры

- **Фенилкетонурия** — тяжёлое наследственное заболевание, связанное с нарушением аминокислотного обмена, проявляется сразу после рождения. Если не провести своевременное лечение в течение первых лет жизни, у ребёнка развиваются необратимые изменения в центральной нервной системе. После наступления полового созревания организм самостоятельно справляется с

- Различают следующие виды фенотипической изменчивости: **модификации, морфозы и фенокопии.**

**Модификации** – это ненаследственные изменения генотипа, которые возникают под действием фактора среды, **носят адаптивный характер** и чаще всего обратимы (например: увеличение эритроцитов в крови при недостатке кислорода) .

**Морфозы** – это ненаследственные изменения фенотипа, которые возникают **под действием экстремальных факторов среды**, не носят адаптивный характер и необратимы (например: ожоги, шрамы) .

- **Фенокопии-**

изменения фенотипа под влиянием неблагоприятных факторов среды, по проявлению похожие на мутации. В медицине фенокопии — ненаследственные болезни, сходные с наследственными.

При фенокопиях изменённый под действием внешних факторов признак копирует признак и другого генотипа (например, у человека приём алкоголя во время беременности приводит к комплексу нарушений, которые до некоторой степени могут копировать симптомы болезни Дауна).

# Алкогольный синдром плода



Маленькая голова

Эпикантус  
(«монгольская складка»)

Плоское лицо

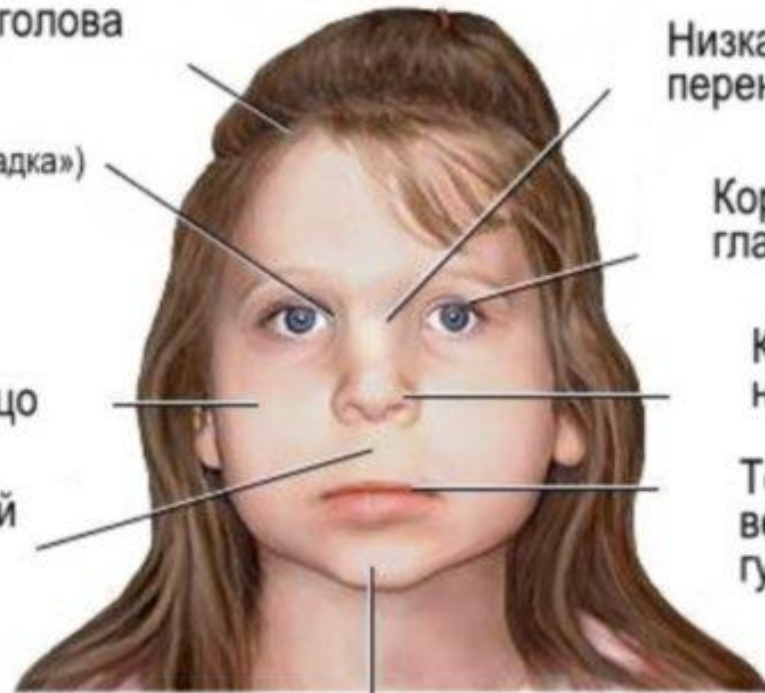
Сглаженный  
губной  
желобок

Низкая  
переносица

Короткая  
глазная щель

Короткий  
нос

Тонкая  
верхняя  
губа



Неразвитая нижняя челюсть

# Ненаследственная Фенотипическая Модификационная





# Признаки организма

## качественные

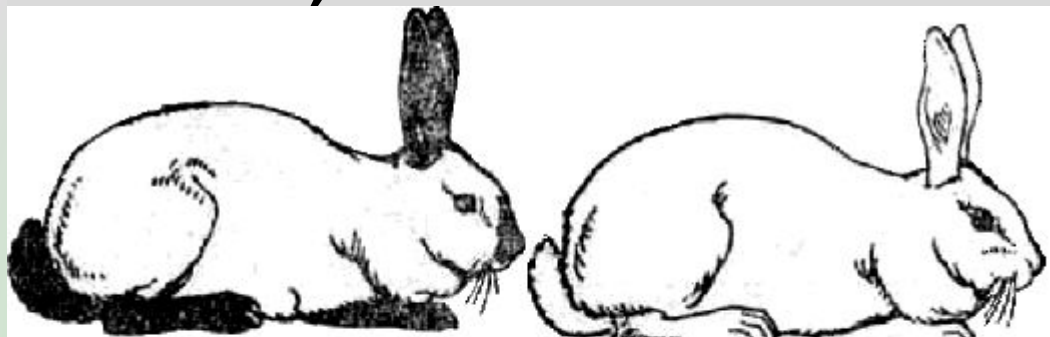
- Окраска
- Цвет глаз
- Половые различия
- Форма тела
- \_\_\_\_\_
- Определяются  
визуально
- Легко  
классифицируются

## количественные

- Рост, вес
- Удои молока
- Яйценоскость
- Урожайность
- \_\_\_\_\_
- Можно изучать с  
помощью измерений  
и подсчетов

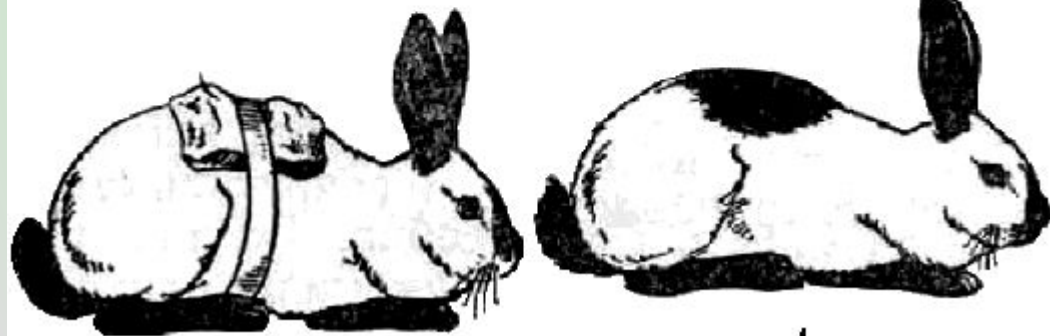
$t+ 20^{\circ}$ ,

$t+ 30^{\circ}$



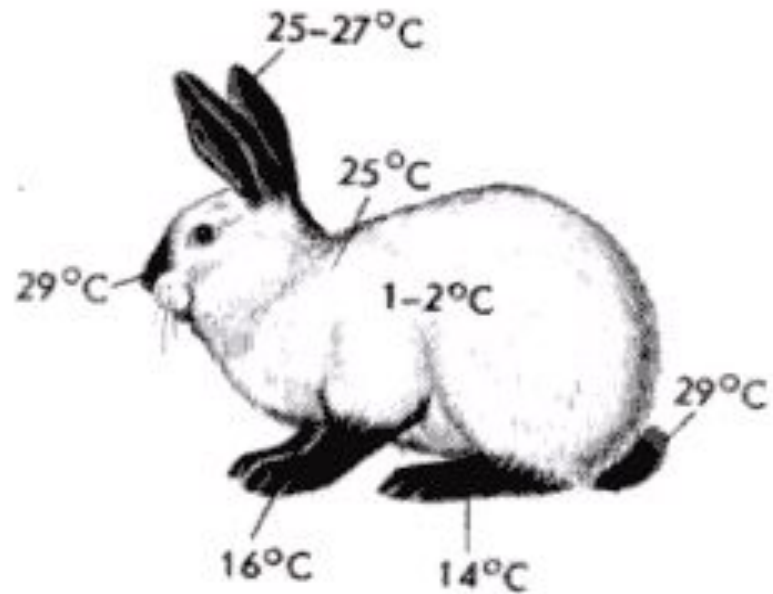
1

2



3

4



Если шерсть выростала при температуре выше указанной на рисунке, то была белой.





- Изменение размера одуванчика под влиянием условий среды
- (1- выросший на равнине; 2 – выросший в горах).
- Два бычка годовалого возраста, произошедшие от одного отца, но выращенные в резко различных условиях.

- У примулы (первоцвет китайский) имеется раса, растения которой при температуре 15—20 °С цветут красными цветками, а при перенесении их в условия с температурой 30—35 °С начинают цвести белыми цветками. Если цветущую примулу вновь перенести в условия с температурой 15—20 °С, то новые распускающиеся цветки окажутся красными.



- Медуница
- Изменение реакции клеточного сока от кислой (розовая окраска) к щелочной (синяя окраска)



Классическим примером **модификационной** изменчивости является растение **стрелолист**, которое имеет три вида листьев: листья, растущие под водой – лентовидные, листья, расположенные на воде – овальные, а те, что над водой имеют форму стрелы.



# Стрелолист.



PILBLAD, SAGITTARIA SAGITTIFOLIA L.

# Модификационная ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Изменчивость одуванчика,  
выращенного из одного корня



*выращен на равнине*



*выращен в горах*



## Модификационная изменчивость



Рост.  
Рекорд, зафиксированный  
Гинессом – 2 метра 72  
сантиметра! Принадлежит  
жившему в прошлом веке  
(1918-1940 г.г.) американцу  
Роберту Вадлоу

# Модификационная изменчивость



Модификационная изменчивость

Светолюбивая сосна.

Изменение высоты и формы кроны сосны

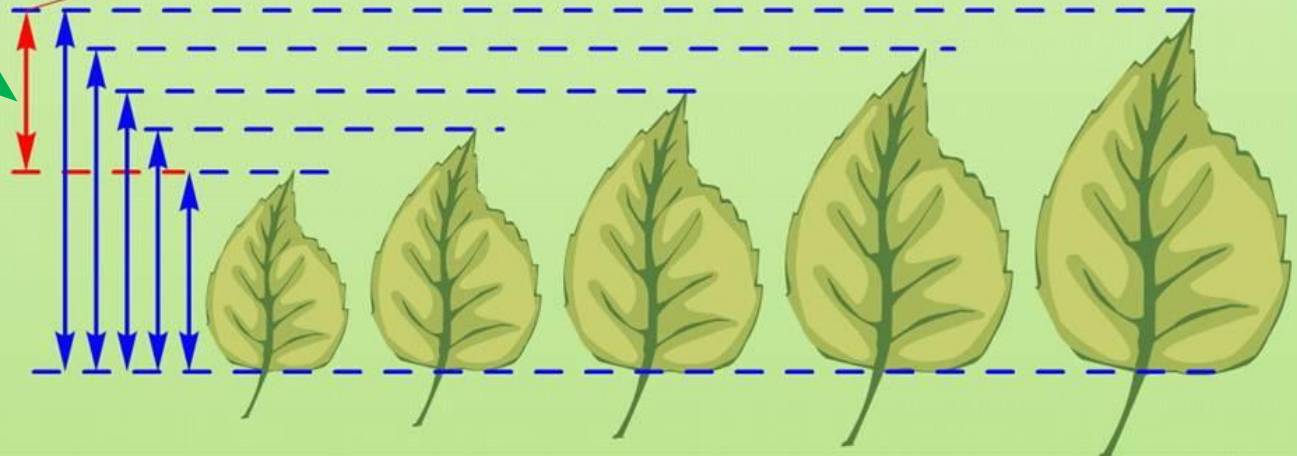


**Норма реакции** — способность генотипа формировать в онтогенезе, в зависимости от условий среды, разные фенотипы.

**Норма реакции - это диапазон изменчивости, в пределах которой фенотипически проявляется ген**, т. е. один и тот же генотип способен давать различную степень проявления фенотипа.

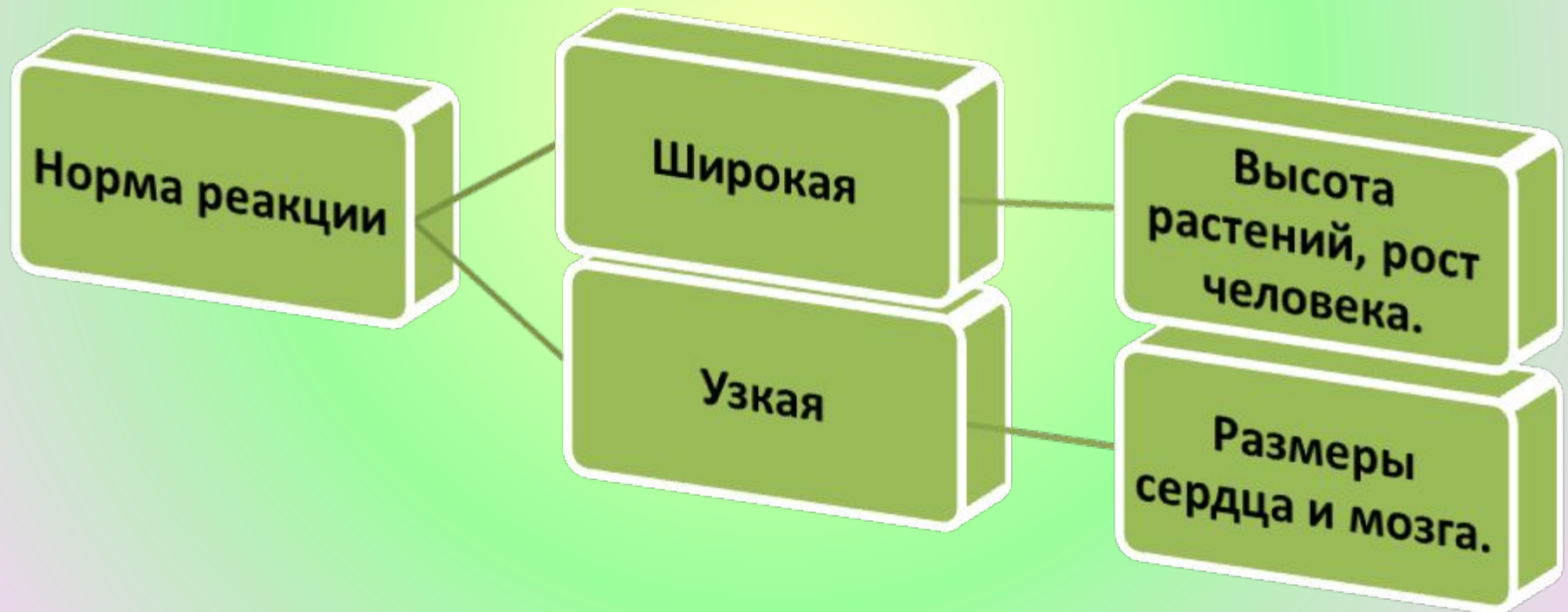
Норма реакции зависит от действия условий внешней среды на один и тот же ген от почти полного отсутствия признака до полной (максимальной выраженности).

# Норма реакции



# Степень варьирования признака – пределы модификационной изменчивости – называют

.....



# Норма реакции

- Может ли Патрик Шваценеггер приобрести в результате тренировок форму тела отца?



## Вариационная кривая

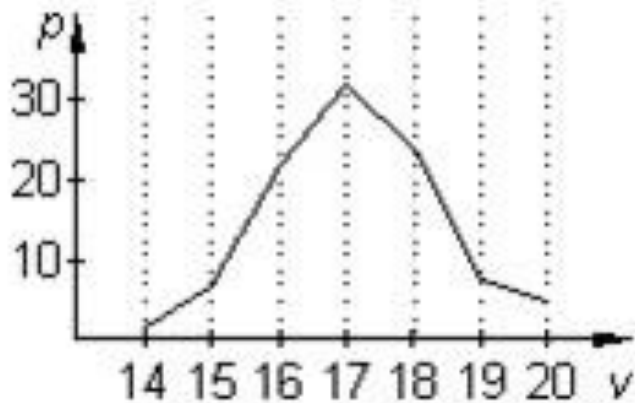
- Эти закономерности выявляются на основании анализа проявления признака у группы особей ( $n$ ).
- Каждое конкретное значение изучаемого признака называют **вариантой** и обозначают буквой  $v$ . Частота встречаемости отдельных вариантов обозначается буквой  $p$ .



# Вариационная кривая

- Например, если взять 100 колосьев пшеницы ( $n = 100$ ), подсчитать число колосков в колосе ( $v$ ) и число колосьев с данным количеством колосков, то вариационный ряд будет выглядеть следующим образом.

| Варианта ( $v$ )              | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Частота встречаемости ( $p$ ) | 2  | 7  | 22 | 32 | 24 | 8  | 5  |



**Вариационная кривая**

На основании вариационного ряда строится **вариационная кривая** - графическое отображение частоты встречаемости каждой варианты.

Среднее значение признака встречается чаще, а вариации, значительно отличающиеся от него, - реже. Это называется «**нормальным распределением**». Кривая на графике бывает, как правило, симметричной.

# Вариационный ряд

Что называется  
«нормальным распределением».



# Вывод по фенотипической изменчивости:

- **Не передается потомкам.**
- **Возникает у многих видов и зависит от окружающей среды.**
- **Возможна только в пределах нормы реакции (определяется генотипом).**

# Ответьте на вопросы:

- 1. Что такое модификационная изменчивость?
- 2. Приведите примеры фенотипической изменчивости.
- 3. Что такое норма реакции?
- 4. Что передается по наследству: норма реакции или фенотипическая изменчивость?
- 5. Можно ли изменить норму реакции?

- Генетика. Изменчивость.

**1. Как называется модификационная изменчивость:**

- 1) наследственная;
- 2) комбинативная;
- 3) индивидуальная;
- 4) ненаследственная.

**2.**

**Чем характерны признаки при модификационной изменчивости?**

- 1) могут быть полезными и вредными;
- 2) зависят от окружающей среды;
- 3) являются доминантными и рецессивными;
- 4) возникают внезапно.

### **3. Появление какого признака нельзя отнести к модификационной изменчивости?**

- 1) масса семян фасоли;
- 2) окраска белой вороны (альбиноса);
- 3) рост учащихся одного класса;
- 4) размер диаметра клубней картофеля.

### **4. Пределы модификационной изменчивости называются**

- 1) нормой реакции;
- 2) корреляциями;
- 3) модификациями;
- 4) мутациями.

- **5. Характерной особенностью модификационной изменчивости является то, что она:**
  - 1) возникает случайно и наследуется;
  - 2) образует ряды изменчивости признака, не наследуется, ею можно управлять;
  - 3) не зависит от условий среды;
  - 4) индивидуальна.
  
- **7. Форма изменчивости организмов, возникающая при изменении условий существования и не затрагивающая генотип организма, - .....**

Д/З п. 31





Архив



Наследственная генотипическая,  
неопределённая, индивидуальная.

**Выделяют:**

- 1. комбинативную,**
- 2. мутационную.**

Подчиняется закону гомологических  
рядов.

# Изменчивость

Генотипическая

Фенотипическая

Мутационная

Комбинативная

Модификационная

В результате изменения генов

В результате изменения хромосом

В результате изменения геномов

В результате кроссинговера

В результате случайного расхождения  
негомологичных хромосом

В результате случайного расхождения  
хроматид в анафазу 2

В результате случайной встречи гамет

Экологическая

Географическая

Сезонная

Возрастная



## Причины мутаций:

- физические (ионизирующие излучения, ультрафиолетовое излучение, повышение температуры и т.д.)
- химические (яды, некачественная пища, просроченные лекарства и др.)
- биологические (вирусы).

Необходимо уменьшить влияние мутагенных факторов. Вредные привычки, как один из разновидностей мутагенных факторов, – зависят только от каждого из нас.

Соотносительная коррелятивная  
возникает в результате свойства  
генов влиять на формирование двух  
и более признаков (плейотропия)

## Виды изменчивости

| Виды             | Причины   | Результат  | Значение  | Примеры  |
|------------------|---|--|---|--|
| Модификационная  | Изменение условий среды   | Изменение фенотипа, не затрагивающее генотип. Изменение (модификация) признаков (чаще всего количественных) в пределах нормы реакции   | Адаптация организмов к изменяющимся условиям среды  | Изменение количества эритроцитов при изменении парциального давления кислорода   |
| Генотипическая   | комбинативная   | Образование гамет и зигот с разнообразным набором аллелей генов, новых групп сцепления в хромосомах, новых комбинаций хромосом   | Образование генотипического и фенотипического многообразия организмов. Формирование индивидуальных особенностей организма   | Рождение голубоглазого ребенка у кареглазых родителей  |
|                  | мутационная   | Возникновение новых аллелей (генные мутации), изменение структуры хромосом (хромосомные aberrации), числа отдельных хромосом или наборов хромосом (геномные мутации)   | Новые аллели могут определять полезные признаки, закрепляться естественным отбором (материал для эволюции). Вредные мутации приводят к развитию наследственной патологии или к гибели организма | Эволюция организмов.<br>Наследственные болезни   |
| Онтогенетическая | Репрессия и дерепрессия генов в онтогенезе согласно схеме развития организма данного вида | Изменение фенотипа на разных этапах онтогенеза (эмбриональный и постэмбриональный период). Проявление возрастных изменений, «отложенной» наследственной патологии, мультифакториальных наследственных болезней | Формирование индивидуальных фенотипических особенностей организма на разных этапах онтогенеза   | –Особенности периода полового созревания и сроков его достижения.<br>Атеросклероз.<br>Гипертония.<br>Подагра.<br>Сахарный диабет |



| Виды            |               | Причины   | Результат  |
|-----------------|---------------|---|--|
| Модификационная |               | Изменение условий среды   | Изменение фенотипа, не затрагивающее генотип. Изменение (модификация) признаков (чаще всего количественных) в пределах нормы реакции                                 |
| Генотипическая  | комбинативная | Перекомбинация наследственного материала в процессе гаметогенеза и при оплодотворении                                     | Образование гамет и зигот с разнообразным набором аллелей генов, новых групп сцепления в хромосомах, новых комбинаций хромосом                                       |
|                 | мутационная   | Воздействие факторов среды, приводящее к качественному или количественному изменению наследственного материала – мутациям | Возникновение новых аллелей (генные мутации), изменение структуры хромосом (хромосомные aberrации), числа отдельных хромосом или наборов хромосом (геномные мутации) |

| Виды            |               | Значение  | Примеры  |
|-----------------|---------------|---|--|
| Модификационная |               | Адаптация организмов к изменяющимся условиям среды  | Изменение количества эритроцитов при изменении парциального давления кислорода |
| Генотипическая  | комбинативная | Образование генотипического и фенотипического многообразия организмов. Формирование индивидуальных особенностей организма   | Рождение голубоглазого ребенка у кареглазых родителей                          |
|                 | мутационная   | Новые аллели могут определять полезные признаки, закрепляться естественным отбором (материал для эволюции). Вредные мутации приводят к развитию наследственной патологии или к гибели организма | Эволюция организмов.<br>Наследственные болезни                                 |

| Виды                    | Причины   | Результат  |
|-------------------------|---|--|
| <b>Онтогенетическая</b> | Репрессия и дерепрессия генов в онтогенезе согласно схеме развития организма данного вида | Изменение фенотипа на разных этапах онтогенеза (эмбриональный и постэмбриональный период). Проявление возрастных изменений, «отложенной» наследственной патологии, мультифакториальных наследственных болезней |

| Виды             | Значение  | Примеры  |
|------------------|---|--|
| Онтогенетическая | Формирование индивидуальных фенотипических особенностей организма на разных этапах онтогенеза | -Особенности периода полового созревания и сроков его достижения.<br>Атеросклероз.<br>Гипертония.<br>Подагра.<br>Сахарный диабет |

**Онтогенетическая изменчивость**  
отражает закономерные изменения в  
ходе индивидуального развития  
организма.

Причина в функционировании  
**различных наборов генов на**  
**разных этапах онтогенеза**

| Формы изменчивости                                |                                 | Причины появления   | Значение   | Примеры   |
|---|---------------------------------|---|--|---|
| Ненаследственная модификационная (фенотипическая) |                                 | Изменение условий среды, в результате чего организм изменяется в пределах нормы реакции, заданной генотипом   | Адаптация — приспособление к данным условиям среды, выживание, сохранение потомства  | Белокочанная капуста в условиях жаркого климата не образует кочана. Породы лошадей и коров, завезенных в горы, становятся низкорослыми  |
| Наследственная (генотипическая)                   | Мутационная                     | Влияние внешних и внутренних мутагенных факторов, в результате чего происходит изменение в генах и хромосомах | Материал для естественного и искусственного отбора, так как мутации могут быть полезные, вредные и безразличные, доминантные и рецессивные | Появление полиплоидных форм в популяции растений или у некоторых животных (насекомых, рыб) приводит к их репродуктивной изоляции и образованию новых видов, родов — микроэволюции |
|   | Комбинативная                   | Возникает стихийно в рамках популяции при скрещивании, когда у потомков появляются новые комбинации генов     | Распространение в популяции новых наследственных изменений, которые служат материалом для отбора   | Появление розовых цветков при скрещивании белоцветковой и красноцветковой примул. При скрещивании белого и серого кроликов может появиться черное потомство                       |
|   | Соотносительная (коррелятивная) | Возникает в результате свойства генов влиять на формирование не одного, а двух и более признаков              | Постоянство взаимосвязанных признаков, целостность организма как системы   | Длинноногие животные имеют длинную шею. У столовых сортов свеклы согласованно изменяется окраска корнеплода, черешков и жилок листа   |

Формы изменчивости

Причины появления

I

Соотносительная  
(коррелятивная)

Возникает в результате свойства генов влиять на формирование не одного, а двух и более признаков

Значение

Примеры

Постоянство взаимосвязанных признаков, целостность организма как системы

Длинноногие животные имеют длинную шею. У столовых сортов свеклы согласованно изменяется окраска корнеплода, черешков и жилок листа

# Размножение водорослей

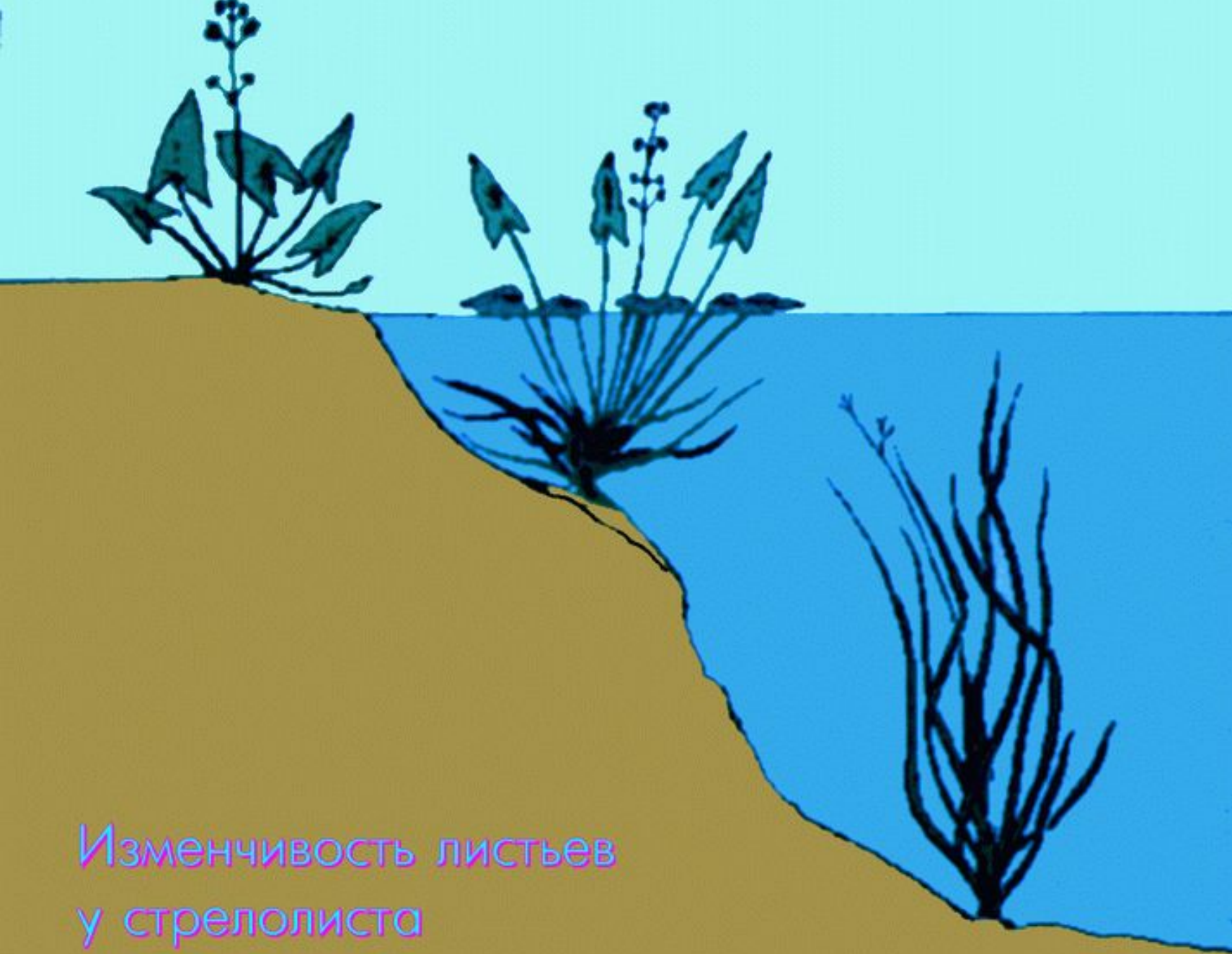
Бесполое

При помощи  
**спор или зооспор**  
(спор со жгутиками)

Половое

При помощи  
.....





Изменчивость листьев  
у стрелолиста