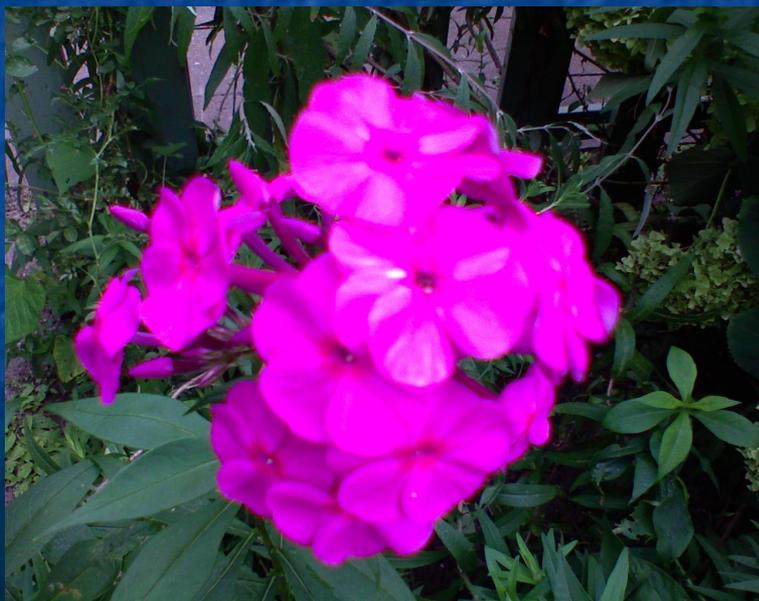


## Разнообразие окрасок цветка у флоксов



## Разнообразие окрасок цветка у примулы



## Формы цветка у тюльпана



## Формы цветка у петунии



## Количество лепестков у колокольчика



## Возрастные изменения окраски цветка у ибериса



# Возрастные изменения размера листа у герани



## Пестролистность у хосты и живучки



# Осенние изменения окраски листьев











Учреждение образования  
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

Тема лекции  
**ИЗМЕНЧИВОСТЬ**

**Автор:**  
к.б.н., доцент *Климец Е.П.*

Брест, 2010

Изменчивость - это свойство живых организмов изменяться:  
приобретать новые черты;  
утрачивать старые;  
варьировать степень выраженности признака.

Типовая учебная программа по Генетике предусматривает изучение следующих вопросов:

1. классификация изменчивости: наследственная и ненаследственная изменчивость;
2. комбинативная изменчивость;
3. мутационная изменчивость;
4. модификационная изменчивость.

1 Генетика с основами селекции. Лобашов М. Е. и др., 1979.



Отдельная глава:



- 2 Общая генетика. Аликсоян и др., 1985.



### 3 Генетика с основами селекции. Инге-Вечтомов С.Г., -1989.

Изменчивость		
наследственная		ненаследственная
комбинативная	мутационная	онтогенетическая

# 4 Общая генетика. Каминская Э.А., 1992.

## Изменчивость

ненаследственная  
(модификационная)

наследственная

возрастные или онтогенетические модификации
--

сезонные модификации
----------------------

экологические модификации
---------------------------

морфозы
---------

фенокопии
-----------

комбинативная
---------------

мутационная
-------------

## Сезонные изменения

**Сезонные изменения – это изменения признака или свойства организма в разные сезоны года**

Пример: сезонные изменения зайца-беляка

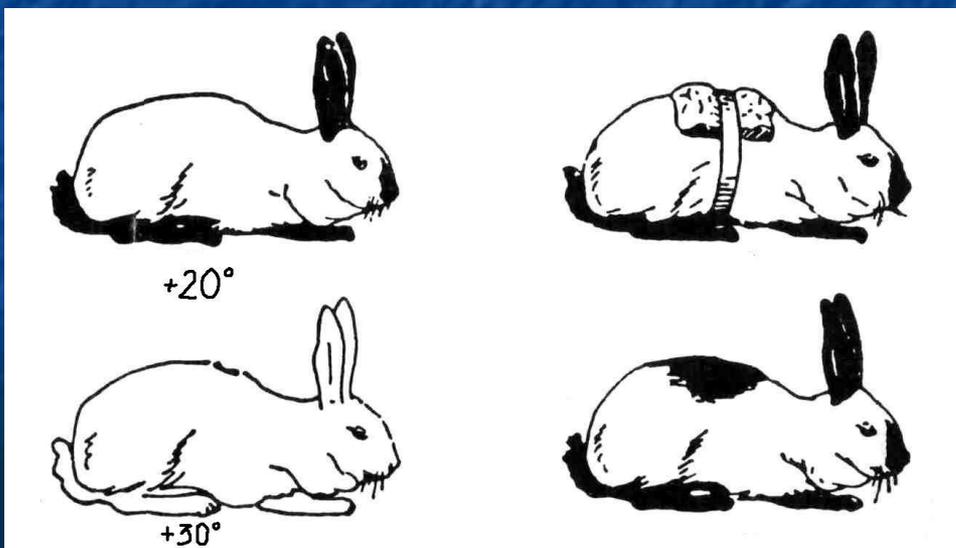
- изменения окраски шерсти в зависимости от сезона года у зайца беляка;
- изменения структуры волосяного покрова в разные сезоны года;
- аналогичные изменения наблюдаются у других животных, обитающих в условия суровой зимы.

Это изменение связано с понижением температуры.



# Реакция организмов с одинаковым генотипом на разные условия

Доказательство температурного воздействия на примере изменения окраски шерсти у гималайских кроликов.



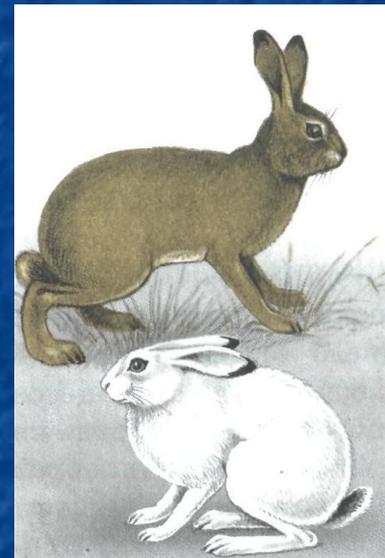
# Реакция организмов с разными генотипами на одинаковые условия



альбинос

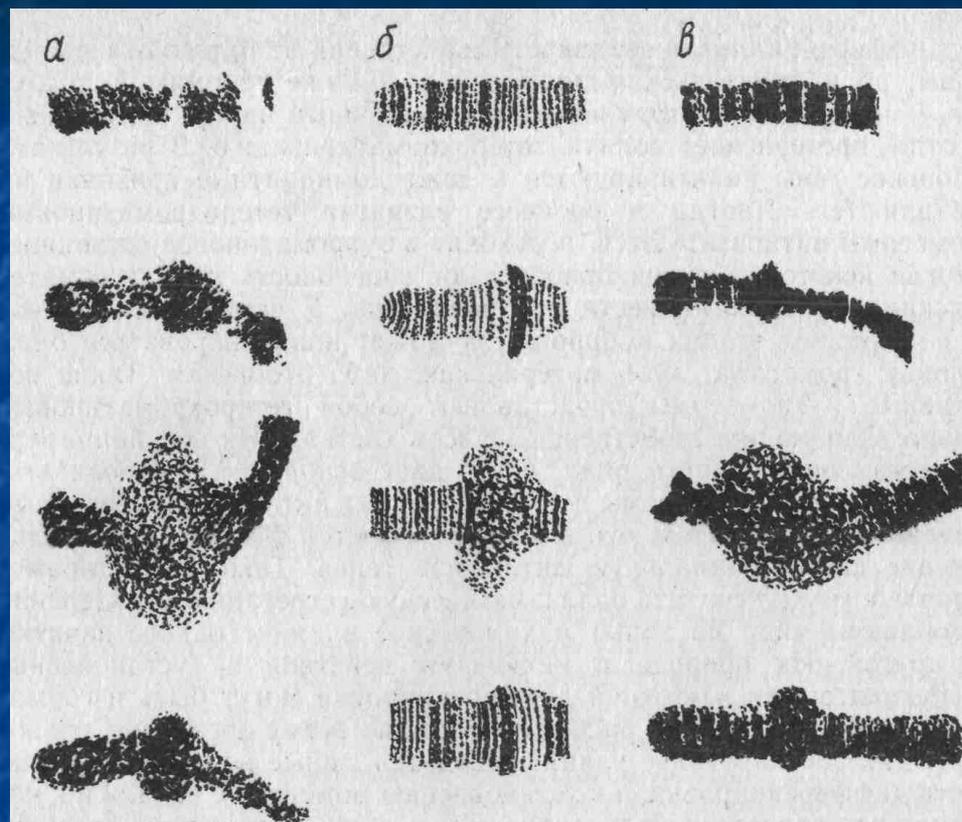


гималайский кролик



заяц беляк

# Реакция организма на температурные изменения



Доказательством того, что изменение температуры приводит к реакции генотипа служат эксперименты *Ф. Ритосса* по воздействию температурного шока на личинок дрозофилы. Реакция – появление специфического набора пуфов (5-10), которые возникают в течение первой минуты после воздействия.

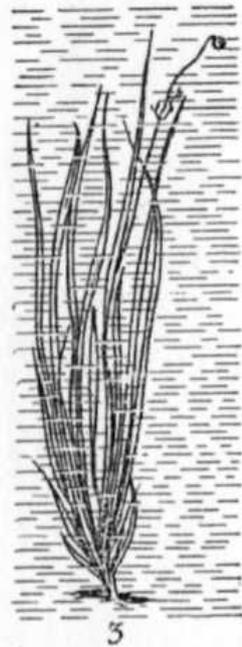
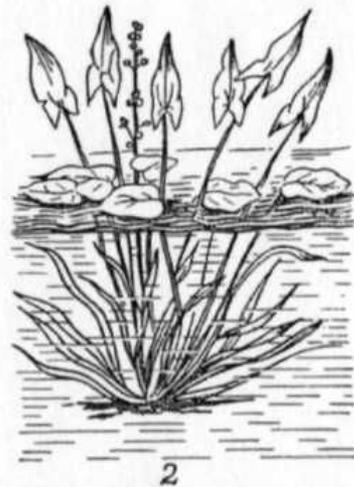
## Характеристика сезонных изменений:

- 1 медленное проявление изменения – варьирование степени выраженности;
- 2 вызвано изменением внешних условий;
- 3 изменения фенотипа в пределах нормы реакции;
- 4 определяющий фактор температура в других случаях – фотопериод;
- 5 характерно для постэмбрионального периода;
- 6 подтверждается экспериментально;
- 7 среагировал генотип (изменение экспрессии генов одной генетической программы);
- 8 адаптивность;
- 9 изменение массовое;
- 10 обратимость;
- 11 свойство наследуется, а изменения фенотипа не передается;
- 12 изменения у особей с одинаковым генотипом (ненаследственная).

## Экологические изменения

**Экологические изменения** — это изменения признака или свойства организма в ответ на изменение условий среды (попадание организма в новое гиперпространство в пределах экологической ниши)





Реакция стрелолиста на изменение окружающих условий развития:  
— наземное растение; 2 — при частичном погружении в воду; 3 — при полном погружении в воду.

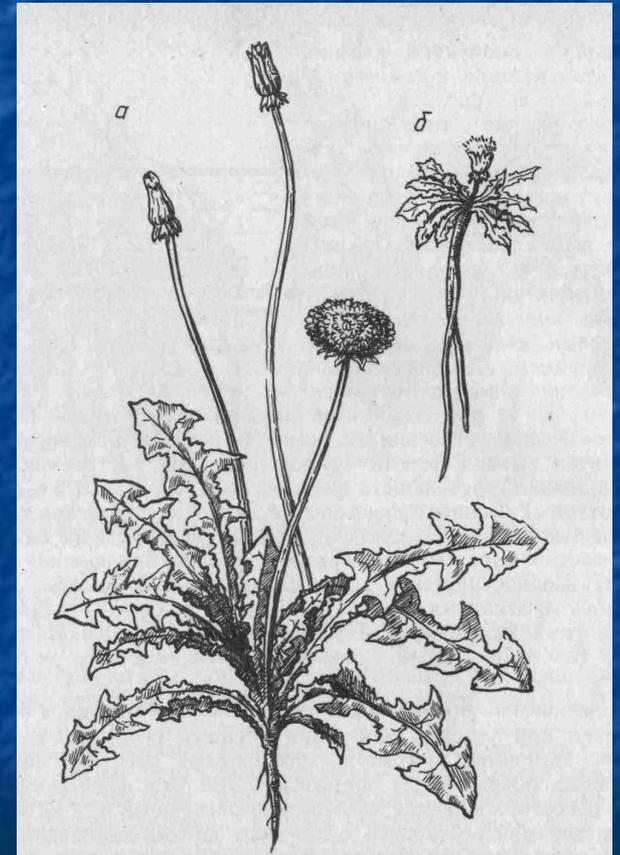


**Вывод: условия среды влияют на реализацию генотипа**

# Реакция организмов с одинаковым генотипом на разные условия

Опыты Г. Боннье с одуванчиком.  
Разделение корневища на две части  
и выращивание в разных условиях .  
Экоморфы.

Вывод: условия среды влияют на  
реализацию генотипа.



# Реакция организмов с разными генотипами на одинаковые условия

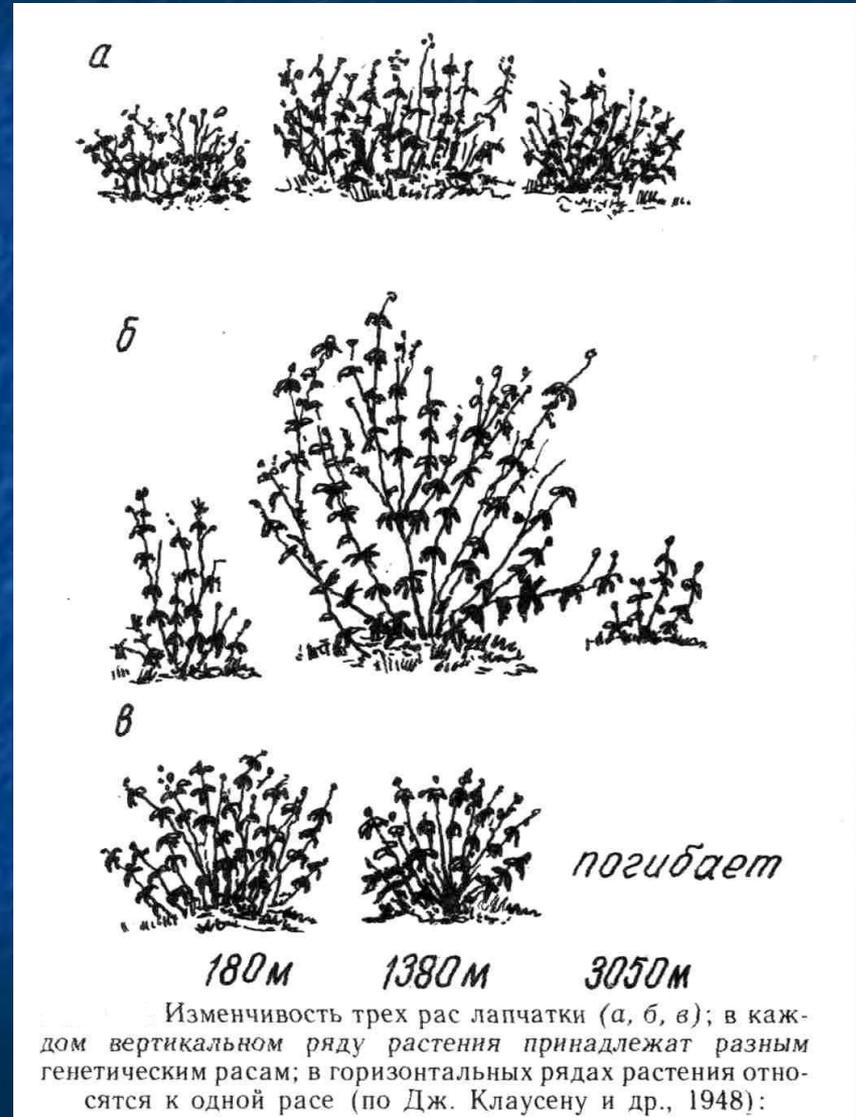


Эксперименты Дж. Клаусена (1948)

1 Однотипные изменения условий вызывают различную реакцию у генетически разнородных особей одного вида

2 Генотип контролирует:

- возможность организма изменяться
- пределы изменений



## Характеристика экологических изменений:

- 1 медленное проявление изменения – варьирование степени выраженности;
- 2 вызвано изменением комплекса внешних условий;
- 3 изменения фенотипа в пределах нормы реакции;
- 4 вызвано изменением комплекса факторов: температура, давление и др;
- 5 характерно для постэмбрионального периода;
- 6 подтверждается наблюдениями;
- 7 среагировал генотип (изменение экспрессии генов одной генетической программы);
- 8 адаптивность;
- 9 изменение массовое;
- 10 обратимость;
- 11 свойство наследуется, а изменения фенотипа не передается;
- 12 изменения у особей с одинаковым генотипом (ненаследственная).

Модификации — это фенотипические изменения у генетически однородных особей, обусловленные изменением экспрессии генов в пределах нормы реакции и вызванные изменением условий среды в пределах экологической ниши

### Основные свойства модификаций:

- 1 массовость;
- 2 адаптивность;
- 3 адекватность;
- 4 обратимость
- 5 ненаследуемость.

# Значение модификаций

«Адаптивная модификация является первой пробой реакции, при помощи которой организм как бы проверяет возможность замены или более успешного использования окружающей среды»

И.И. Шмальгаузен «Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии», 1982.

- 1 Роль для эволюции;
- 2 Для практики сельского хозяйства – максимальное использование возможностей каждой породы, сорта, штамма;
- 3 Медицины – поддержание и развитие человеческого организма в пределах нормы реакции;
- 4 Педагогики и психологии – взаимодействие генотипа и среды является ведущим в формировании психологических и психофизиологических особенностей человека, а так же развитию его интеллектуальных способностей.

# Онтогенетическая изменчивость

Онтогенетические изменения – это изменения происходящие в процессе индивидуального развития



Непрерывные онтогенетические изменения типичны для живых организмов развивающихся *без метаморфоза*

Прерывистые онтогенетические изменения типичны для живых организмов развивающихся *с метаморфозом.*

# Непрерывные онтогенетические изменения, связанные с реализацией одной генетической программы

Проявление седины  
волос у человека



# Характеристика непрерывных онтогенетических изменений, связанных с реализацией одной генетической программы:

- 1 постепенное изменение признака (иногда внезапное);
- 2 вызвано изменением внутренней среды (иногда внешней);
- 3 изменения фенотипа в рамках программы;
- 4 определено возрастом, или комплексом факторов;
- 5 характерно для постэмбрионального периода;
- 6 наблюдение за изменением признаков в постэмбриональный период;
- 7 среагировал генотип (изменение экспрессии генов одной программы развития);
- 8 адаптивность;
- 9 изменение массовое;
- 10 изменение чаще необратимо;
- 11 свойство наследуется, а изменения фенотипа не передается;
- 12 изменения у особей как с одинаковым, так и разным генотипом (ненаследственная).

# Непрерывные онтогенетические изменения с реализацией разных генетических программ развития

Изменение пропорций тела у человека.

Аллометрический рост связан с непрерывным, но с разной скоростью ростом отдельных частей тела. Рост головы наиболее интенсивный в эмбриональный, а конечностей в постэмбриональный период.



# Характеристика непрерывных онтогенетических изменений, связанных с реализацией разных генетических программ:

- 1 постепенное изменение признака;
- 2 вызвано генетическим контролем развития;
- 3 изменения фенотипа в рамках реализуемых программы;
- 4 определено возрастом;
- 5 характерно для постэмбрионального периода;
- 6 наблюдение за изменением признаков в постэмбриональный период;
- 7 среагировал генотип - переключение реализации генетических программ;
- 8 адаптивность;
- 9 изменение массовое;
- 10 изменение необратимо;
- 11 свойство наследуется, а изменения фенотипа, контролируемого одной программой не передается;
- 12 изменения у особей как с одинаковым, так и разным генотипом (ненаследственная).

# Прерывистые онтогенетические изменения

## Стадии метаморфоза.



*Этапы метаморфоза обусловлены переключением в реализации разных генетических программ*

Экспериментальные доказательства:

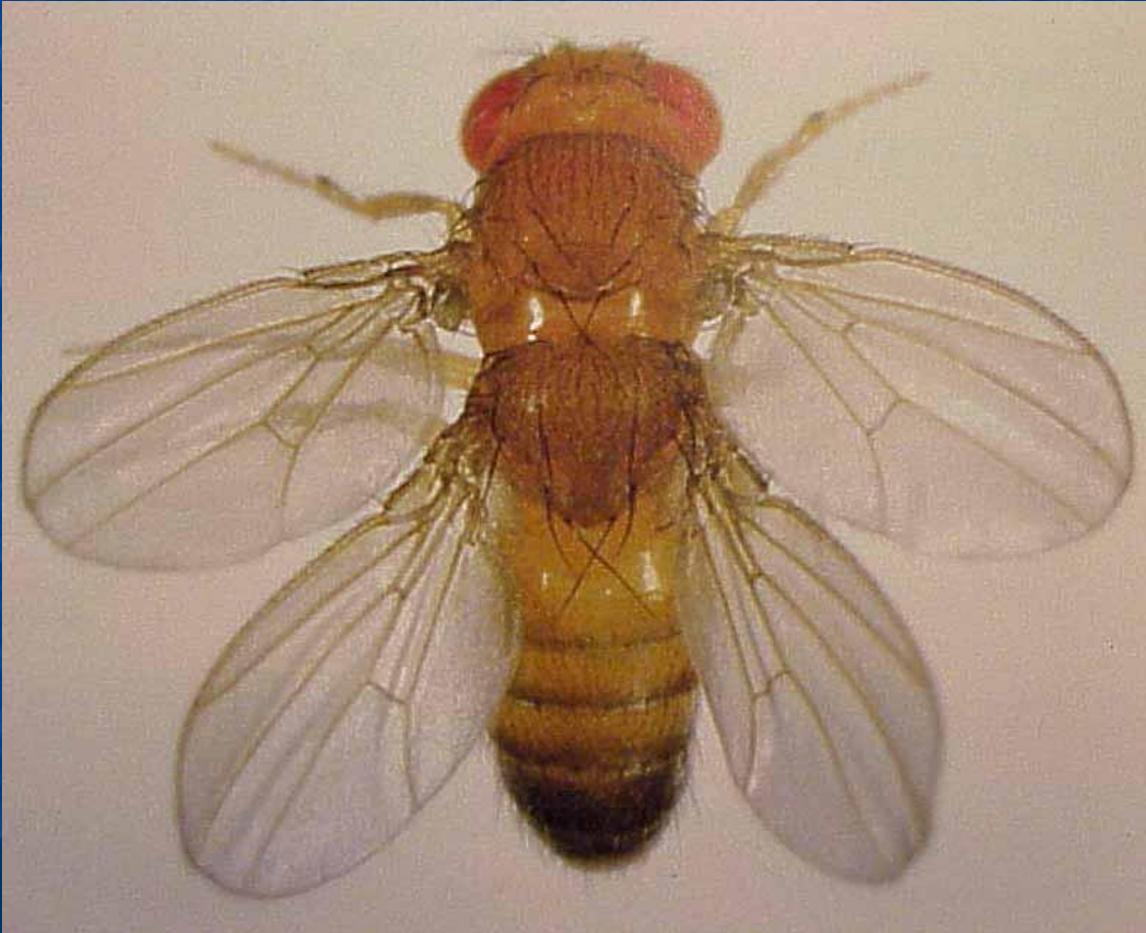
Образование и максимальная активность пухов у *Drosophila melanogaster* в период превращения личинки в куколку.

# Характеристика прерывистых онтогенетических изменений, связанных с реализацией разных генетических программ:

- 1 скачкообразное изменение признака;
- 2 вызвано генетическим контролем развития;
- 3 изменения фенотипа в рамках реализуемых программы;
- 4 определено этапом онтогенеза;
- 5 характерно для постэмбрионального периода;
- 6 наблюдение и эксперимент;
- 7 среагировал генотип - переключение реализации генетических программ;
- 8 адаптивность;
- 9 изменение массовое;
- 10 изменение необратимо;
- 11 свойство наследуется, а изменения фенотипа, контролируемого одной программой - не передается;
- 12 изменения у особей как с одинаковым, так и разным генотипом (ненаследственная).

## Гомеозисные гены

Гомеозисные гены (Homo-box) – гены, осуществляющие переключение реализации одной генетической программы на другую



Повторы грудного отдела bithorax

# Развитие конечностей вместо антенн antennapedia



## Тератогенезы (уродства развития)

Тератогенезы – это аномалии развития, связанные с воздействием экстремальных факторов на развивающийся организм

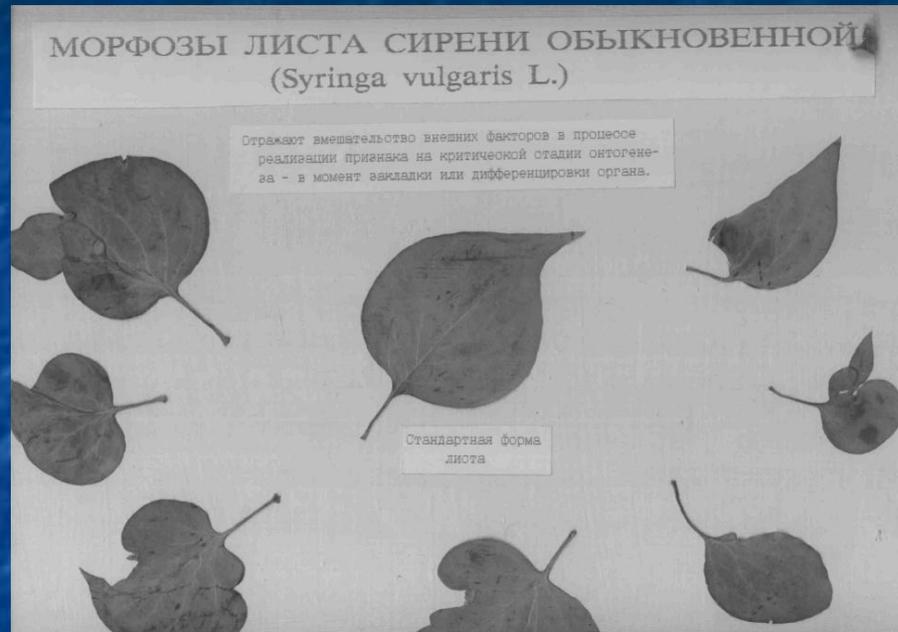
Морфозы – это резкие отклонения фенотипа от его нормального проявления.

Фенокопии - это морфозы фенотипически сходные с мутациями



Морфозы клевера белого

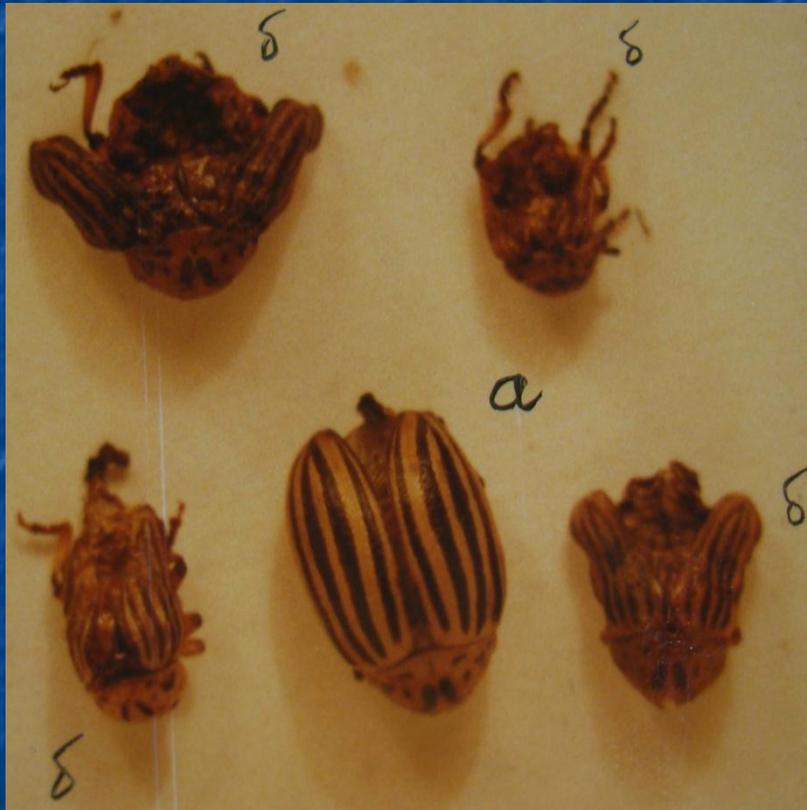
# Морфозы сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L)



Большинство живых организмов наиболее чувствительны к экстремальным факторам в критические периоды. В критические периоды обычный путь развития зачатка изменяется т.к. при этом происходит индуцирование либо ингибирование экспрессии генов приводящие к нарушению морфогенеза.

# Фенокопии

Фенокопии - это морфозы фенотипически сходные с мутациями



Фенокопии колорадского жука:  
а) расходящиеся надкрылья,  
б) волнообразные надкрылья

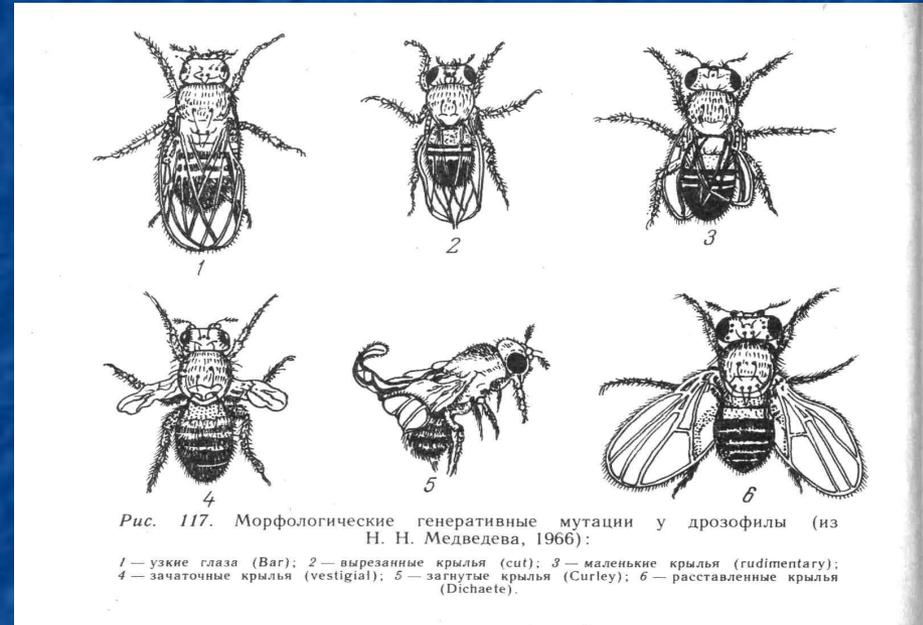


Рис. 117. Морфологические генеративные мутации у дрозофилы (из Н. Н. Медведева, 1966):

1 — узкие глаза (Bar); 2 — вырезанные крылья (cut); 3 — маленькие крылья (rudimentary); 4 — зачаточные крылья (vestigial); 5 — загнутые крылья (Curley); 6 — расставленные крылья (Dichaete).

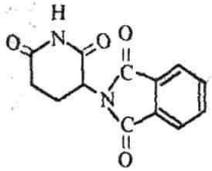
Мутации крыльев у дрозофилы

# Тератогенный эффект талидомида

Талидомид транквилизатор, который широко рекомендовали как успокоительное средство индуцирует недоразвитие конечностей и оказывает тератогенное действие в период от 20 до 36 суток после оплодотворения (Новак, 1965).

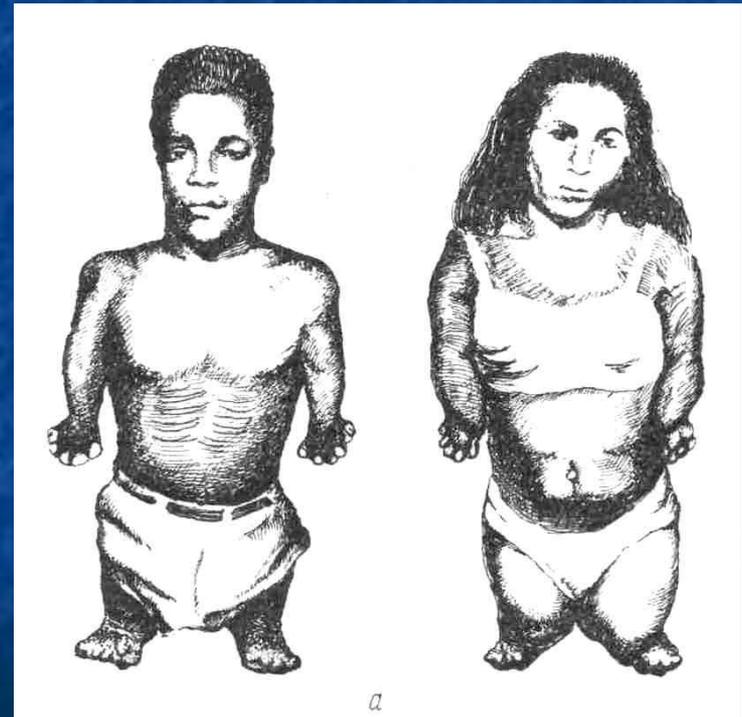
Морфоз

Мутация

A) 

B) 

Структура талидомида (А) и его тератогенный эффект. (В) Фокомелия у новорожденного младенца, мать которого принимала талидомид в течение двух первых месяцев беременности (W.Scott).



## Характеристика тератогенезов:

- 1 скачкообразное изменение признака;
- 2 вызвано действием экстремальных факторов;
- 3 изменения фенотипа за пределами нормы реакции;
- 4 определено резким изменением температуры, хим. воздействие и др;
- 5 характерно для постэмбрионального периода;
- 6 наблюдение и эксперимент;
- 7 среагировал генотип – **сбой** в программе матричного синтеза, либо нарушение целостности органа или организма;
- 8 не адаптивны;
- 9 изменение индивидуальное;
- 10 изменение необратимо;
- 11 свойство наследуется, а изменения фенотипа не передается;
- 12 изменения у особей как с одинаковым, так и разным генотипом (ненаследственная).

# Комбинативная изменчивость

Комбинативная изменчивость – это изменчивость, связанная с рекомбинацией наследственного материала родительских организмов

P



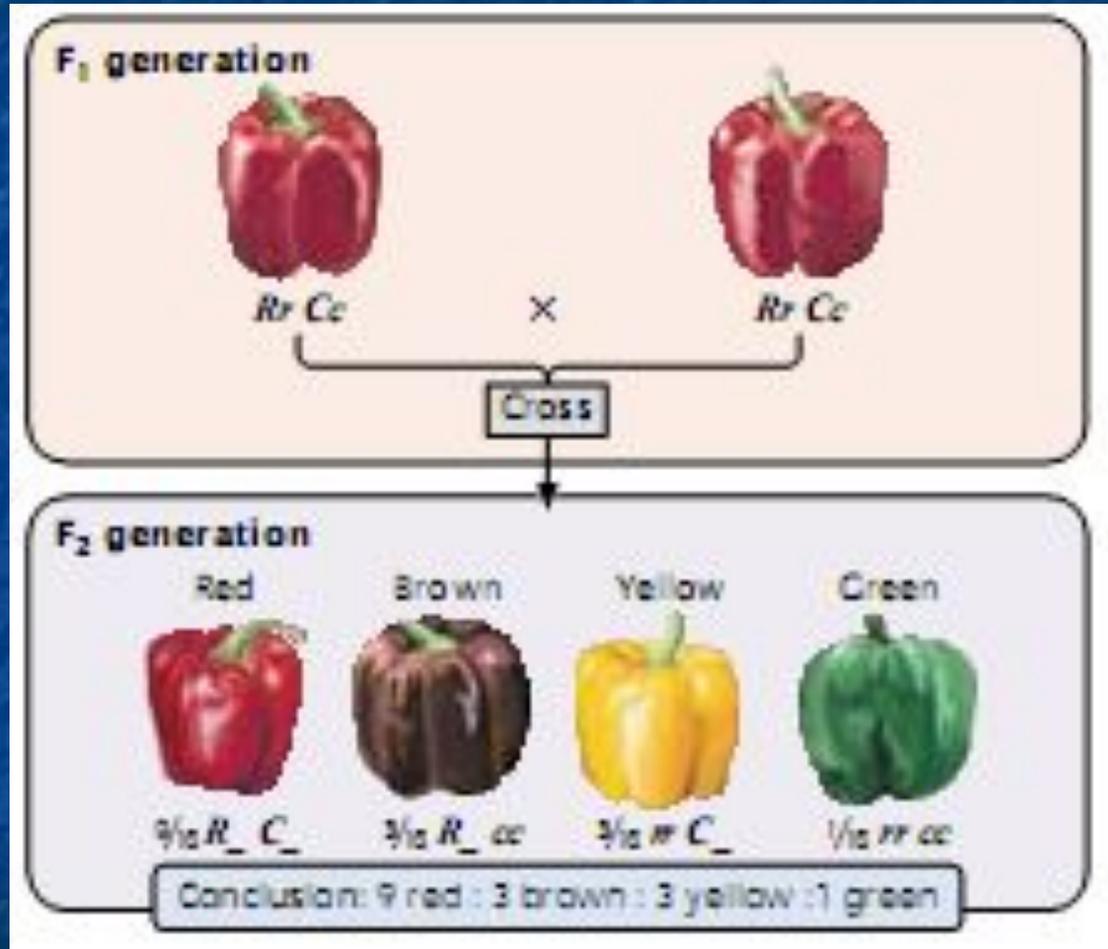
X



F1



# Наследование окраски плода у перца



# Перекомбинация наследственного материала при межвидовой гибридизации



Зиброид - гибриды зебры и лошади



Зуброн – гибрид зубра и домашнего скота

# Причины возникновения комбинативной изменчивости

- 1. Кроссинговер;
- 2. независимое расхождение не гомологичных хромосом в мейозе;
- 3. случайное сочетание наследственного материала при оплодотворении;
- 4. взаимодействие генов.

# Характеристика комбинативных изменений:

- 1 внезапное проявление изменения;
- 2 зависит от факторов внутренней и внешней среды;
- 3 изменения фенотипа в пределах нормы реакции **нового** генотипа;
- 4 рекомбинация наследственного материала;
- 5 характерно для постэмбрионального периода;
- 6 подтверждается экспериментально;
- 7 среагировал геном - произошла **рекомбинация** наследственного материала;
- 8 адаптивны, не адаптивны;
- 9 изменение индивидуальное;
- 10 не обратимы;
- 11 свойство наследуется, а фенотип нет;
- 12 - ??????

# Мутационные изменения

Мутационная изменения — это внезапные изменения обусловленные перестройкой наследственных структур (без скрещивания). Проявляется в виде мутаций.



Возникновение: в половых и соматических клетках.

# Мутационные изменения – полидактилия у человека



# Характеристика мутационных изменений:

- 1 внезапное изменение признака;
- 2 зависит от факторов внешней и внутренней среды;
- 3 проявление фенотипа в пределах нормы реакции нового генотипа;
- 4 действие мутагенов на родительский организм;
- 5 характерно для постэмбрионального периода;
- 6 подтверждено экспериментально;
- 7 ген-хромосома-геном-изменения структуры;
- 8 не адаптивны и адаптивны;
- 9 изменение индивидуальное;
- 10 изменение необратимо для особей у которых проявляется;
- 11 свойство наследуется и **фенотипическое** изменение наследуется;
- 12 наследственная.

## Цитоплазматические изменения

Цитоплазматические изменения — это изменения, обусловленные изменением наследственной информации органоидов клетки



Цитоплазматические изменения

пластидные

митохондриальные

## Особенности цитоплазматических изменений:

- 1 соматическое мозаичное проявление;
- 2 в новом поколении нет четкого закономерного проявления;
- 3 преобладание наследования по материнской линии.

# Мозаичность окраски стебля кактуса рода *Gimnacalium*, обусловленная цитоплазматическими изменениями



	Примеры изменений признака	Сезонные изменения - окраска зайца беляка	Экологические изменения – форма листа у стрелолиста	Онтогенетически непрерывные изменения - появление седины	Онтогенетические непрерывные изменения – пропорции тела	Онтогенетические прерывистые изменения - стадии метаморфоза	Уродства -форма листа у сирени	Уродства -форма элитр у кол. жука
1	Характер изменений	Варьирование степени выраженности признака		Постепенное, непрерывное изменение, иногда внезапное	Постепенное, непрерывное изменение	<u>Скачкообразное изменение</u>	Скачкообразное, <u>тератогенез</u>	
2	Чем обусловлено изменение	Изменением комплекса внешних условий в результате попадания в новое гиперпространство в пределах экологической ниши		Изменение <u>внутренней среды</u> иногда внешней	<u>Генетический контроль развития</u>		<u>Действие экстремальных факторов</u>	
3	В чем проявилось изменение	Изменение фенотипа в пределах нормы реакции		Изменение фенотипа в пределах нормы реакции одной ген. программы	Фенотип в рамках реализуемых программ		Фенотип <u>за пределами нормы реакции</u>	
4	Определяющий фактор	Температура	Давление	Возраст или комплекс факт.	<u>Возраст</u>	<u>Стадия онтогенеза</u>	Хим.	Тем.
5	В какой период онтогенеза	Постэмбриональный период		<u>Пострепродуктивный иногда репродуктивный</u>	Постэмбриональный период		Постэмбриональный	
6	Экспериментальные доказательства	Наблюдения, эксперимент		Наблюдения за проявлением признака	Наблюдение за изменением	Наблюдение, эксперимент	Экспериментально доказано	
7	Что и как среагировало на воздействие	Генотип (изменение экспрессии генов одной генетической программы)		Генотип (изменение экспрессии генов одной ген. прогр.)	Генотип – <u>переключение</u> реализации ген. прогр.		Генотип - <u>сбой</u> в программе матричного синтеза, <u>нарушение целостности</u>	
8	Характере изменения (адаптивный, неадаптивный)	Адаптивный		Адаптивный	Адаптивный		Неадаптивный	
9	Реакция организмов (массовая, индивидуальная)	Массовая		Массовая	Массовая		<u>Индивидуальная</u>	
10	Обратимость изменения	Обратимость для конкретной особи		<u>Чаще необратимость</u>	Необратимость		Необратимость	
11	Наследуемость	Свойство наследуется, а фенотипическое проявление нет		Свойство наследуется, а фенотипическое проявление нет	<u>Наследуется программа онтогенеза</u> , а признаки могут частично варьировать и не наследуются		Свойство наследуется, а фенотипическое проявление нет	
12	Генетическая однородность	Организмы с одинаковым генотипом		Организмы с одинаковым и <u>разным</u> генотипом	Организмы с одинаковым и разным генотипом		Организмы с одинаковым и разным генотипом	
13		Модификации		Онтогенетическая			Тератогенезы	
							Морфозы	Фенокопии

	Примеры изменений признака	Изменчивость формы крыльев у дрозофилы	Новые фенотипические комбинации у детей	Мозаичность листа
1	Характер изменений	Возникновение <u>качественно новых признаков</u>	Внезапное проявление изменения	<b>Особенности цитоплазматических изменений:</b> 1 соматическое мозаичное проявление; 2 в новом поколении нет четкого закономерного проявления; 3 преобладание наследования по материнской линии.
2	Чем обусловлено изменение	Факторы внешней и внутренней среды	Зависит от факторов внутренней и внешней среды	
3	В чем проявилось изменение	<u>Проявление фенотипа в пределах нормы реакции нового генотипа</u>	<u>Изменения фенотипа в пределах нормы реакции нового генотипа</u>	
4	Определяющий фактор	<u>Действие мутагенов на родительский организм</u>	<u>Перекомбинация наследственного материала</u>	
5	В какой период онтогенеза	Постэмбрионального периода	Постэмбрионального периода.	
6	Экспериментальные доказательства	Экспериментально доказано	Подтверждается экспериментально	
7	Что и как среагировало на воздействие	Ген, хромосома, геном – изменения структуры	<u>Среагировал геном - произошла перекомбинация наследственно материала</u>	
8	Характер изменения (адаптивный, неадаптивный)	Чаще неадаптивный, но бывают адаптивные	Адаптивные или неадаптивные	
9	Реакция организмов (массовая, индивидуальная)	Индивидуальный	Индивидуальность	
10	Обратимость изменения	Необратимость у особей у которых проявляется	Необратимость	
11	Наследуемость	Свойство и <u>фенотипическое изменение наследуются</u>	Свойство наследуется, <u>а фенотип нет</u>	
12	Генетическая однородность	Проявляется у организмов с одинаковым и разным генотипом	?	
		Ядерная		Наследственная цитоплазматическая
13		Мутационная - наследственная	Комбинативная	Цитоплазматическая изменчивость

Спасибо за внимание !!!

