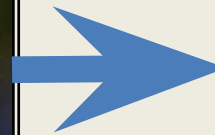
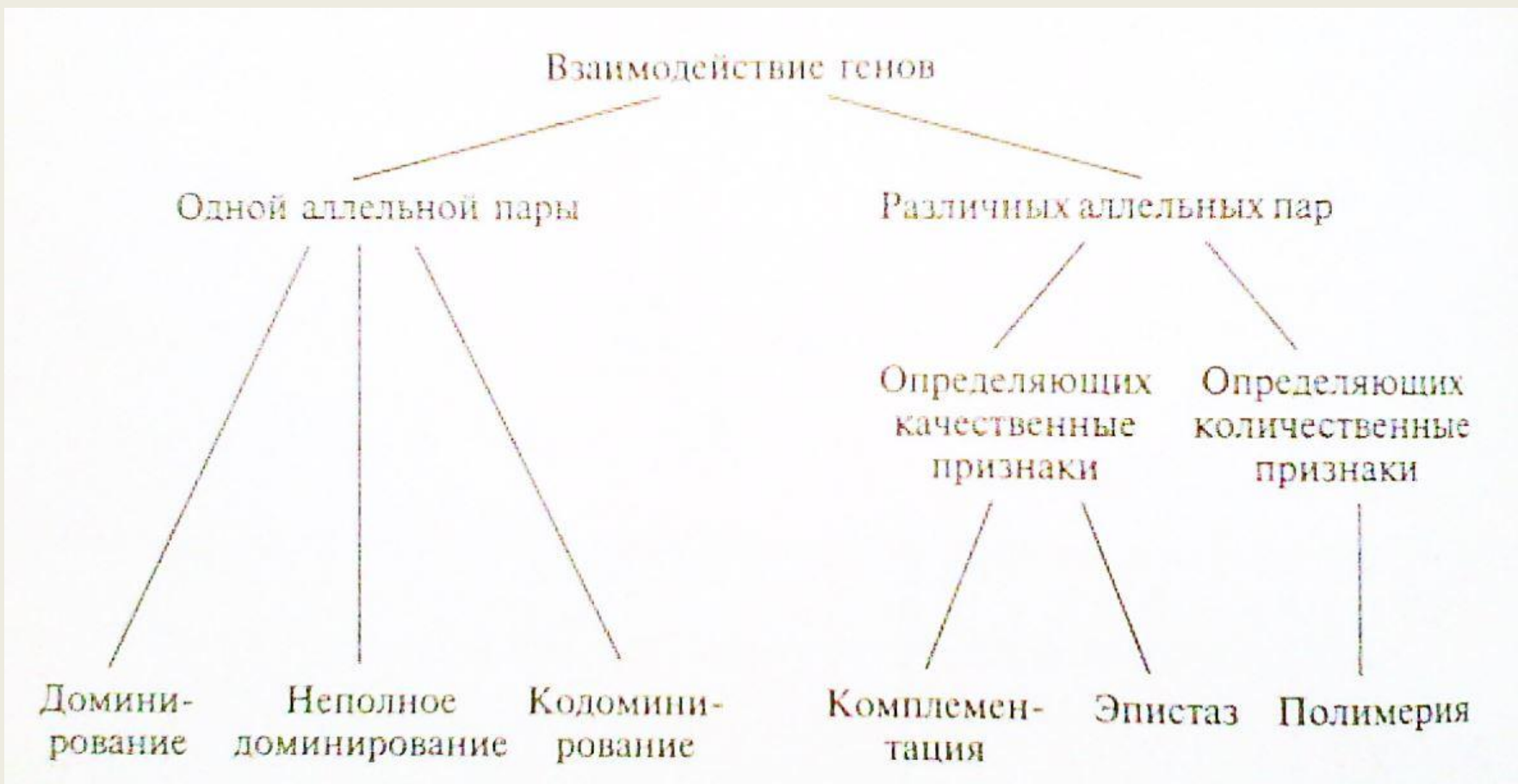


**Взаимодействие генов.  
Цитоплазматическая  
наследственность.  
Генетика пола.  
Наследование, сцепленное с**

?



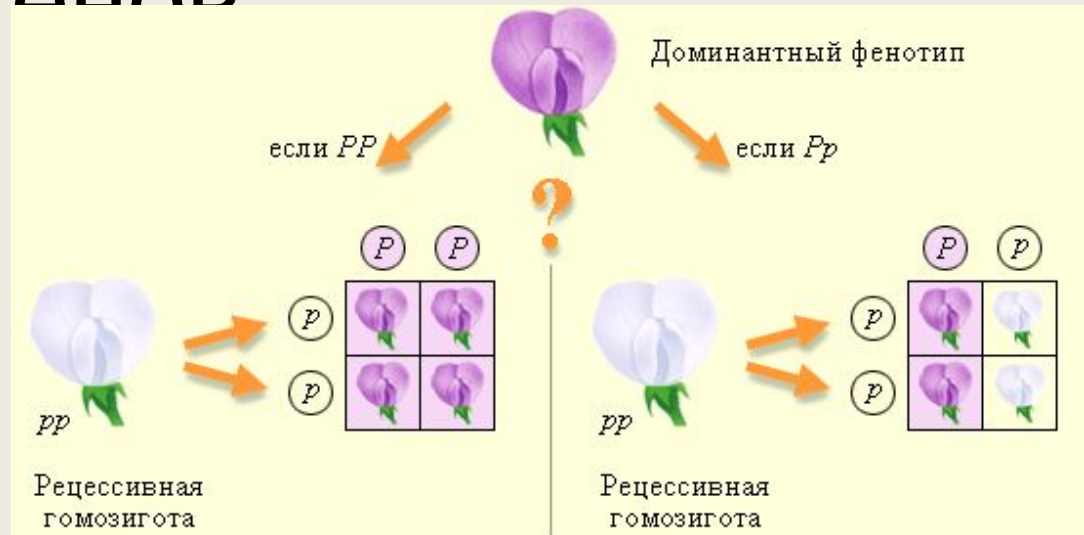
# Взаимодействие генов



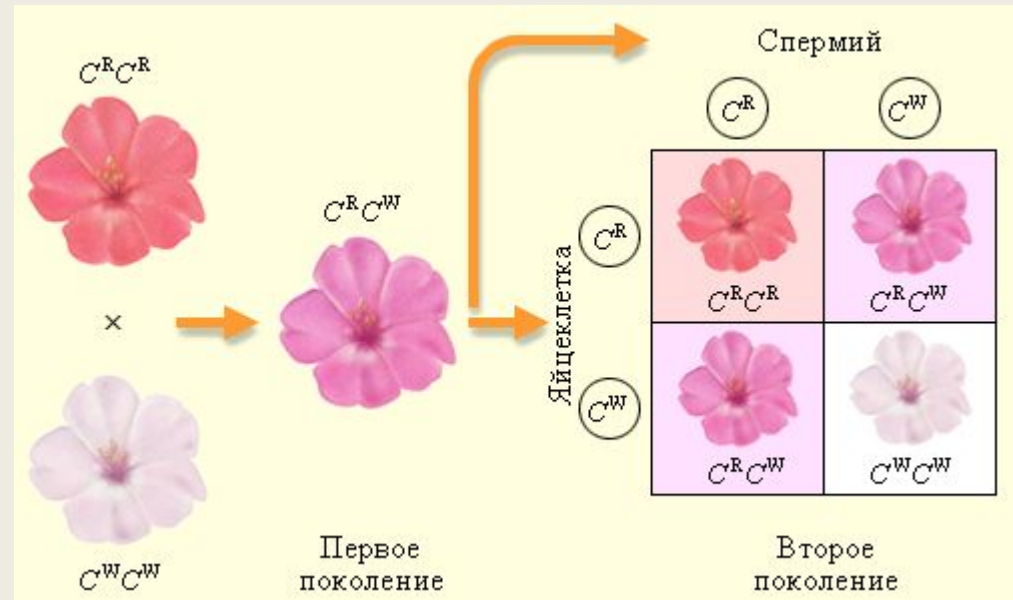
# Взаимодействие аллельных генов

## Доминирование

**Полное доминирование**  
(один из аллельных генов подавляет другой).



**Неполное доминирование**  
(один из аллельных генов не полностью подавляет другой и возникает промежуточный признак).



Два доминантных аллельных гена (BB) у человека определяют нормальное развитие пальцев. Гетерозиготы (Bb) по данному признаку рождаются с укороченными пальцами, а у рецессивных гомозигот (bb) возникают множественные нарушения развития скелета, приводящие к гибели ребёнка в раннем возрасте.



Брахидактилия



# Кодоминировани

Кодоминирование – взаимодействие аллельных генов, при котором каждый из них проявляет свое действие, а в результате чего формируется некий вариант признака, новый по сравнению с вариантом признака, определяемого каждой аллелью самостоятельно.

Возможные аллели женщины

	$I^A$	$I^B$	$i$
$I^A$	$I^A I^A$	$I^A I^B$	$I^A i$
$I^B$	$I^A I^B$	$I^B I^B$	$I^B i$
$i$	$I^A i$	$I^B i$	$ii$

Возможные аллели мужчины

Группы крови  А  В  АВ  О

Пример: формирование группы крови у человека

Ген А в отдельности определяет II группу

Ген В в отдельности определяет III группу

Гены А и В доминантны по отношению к гену  $I^0$ , определяющему I группу крови

У гетерозиготного организма АВ формируется IV группа крови

# Взаимодействие неаллельных

## ГЕНОВ

Гены, определяющие качественные признаки

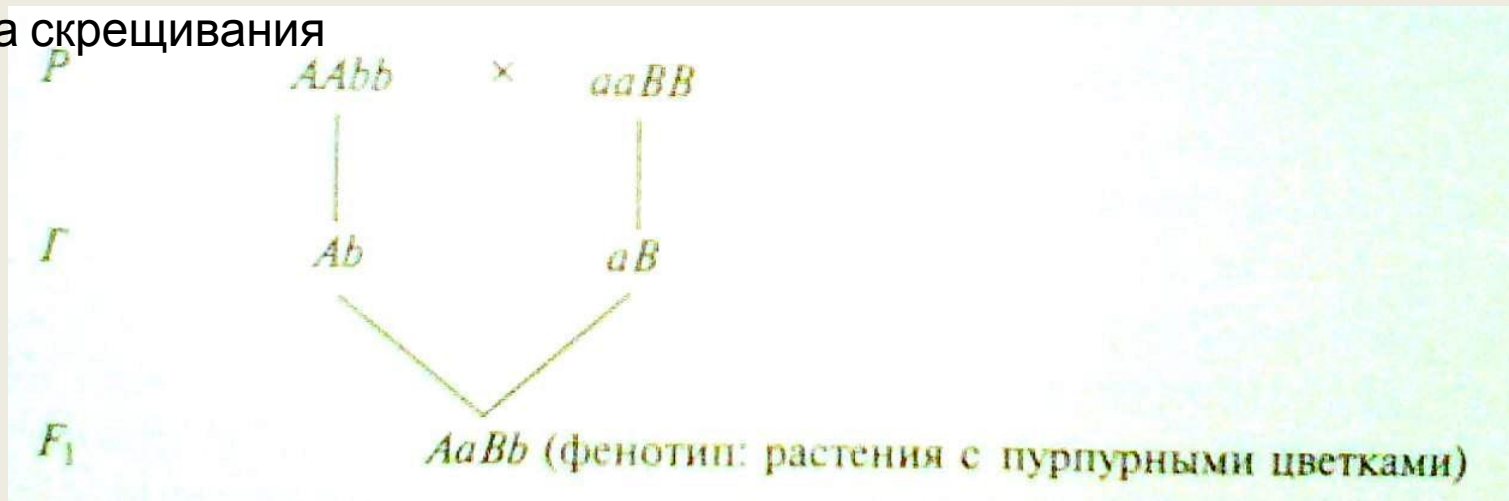
Компленментарность (взаимодополняемость) – такой способ взаимодействия между неаллельными генами, когда кодируемые ими продукты взаимно дополняют друг друга и таким образом обеспечивают развитие признака

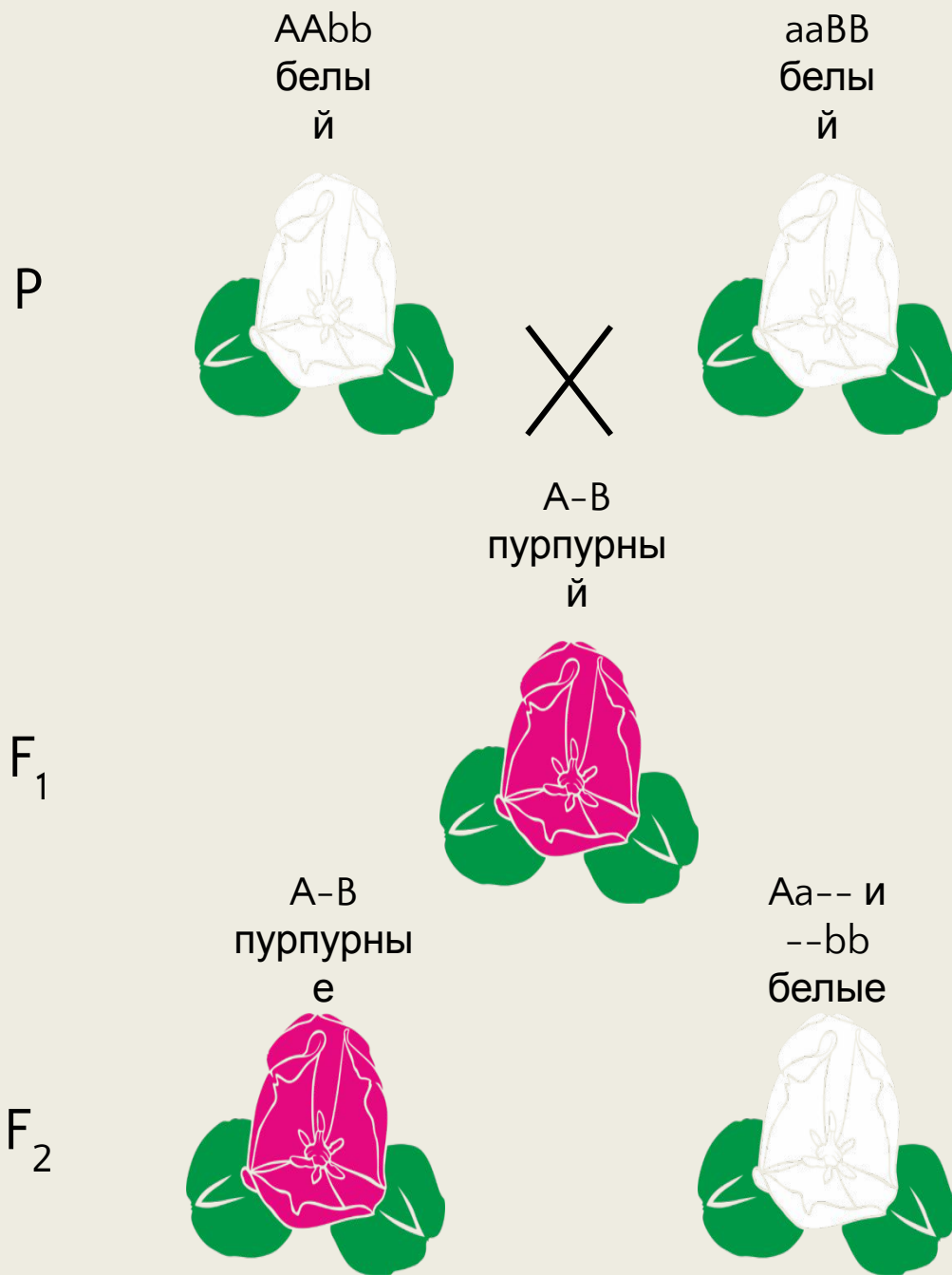
Объект: душистый горошек

Исходные условия: ген А кодирует синтез пропигмента (бесцветный), ген В кодирует фермент, превращающий пропигмент в пигмент (пурпурный).

Участники скрещивания: гомозиготные растения с белыми цветками, имеющие генотипы  $aaBB$  и  $AAbb$ ; причины отсутствия окраски у родительских форм: у  $aaBB$  – есть фермент, нет пропигмента, у  $AAbb$  – есть пропигмент, нет фермента.

Схема скрещивания



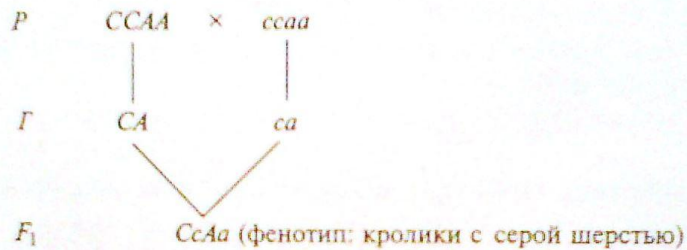


Объект: кролики

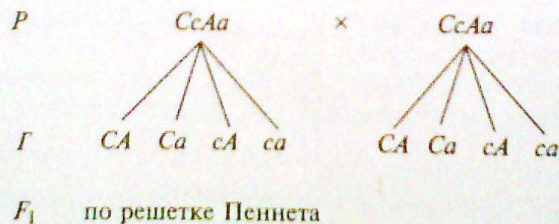
Исходные условия: ген С кодирует синтез пигмента волос (черный); ген с – отсутствие синтеза пигмента; ген А – кодирует неравномерное распределение пигмента вдоль волос (таким образом развивается серая окраска шерсти); ген а – кодирует равномерное распределение пигмента вдоль волос (черная окраска шерсти).

Участники скрещивания: гомозиготные кролики серого (ССАА) и белого (ссaa) цвета и их гибриды первого поколения – кролики серого (СсАа).

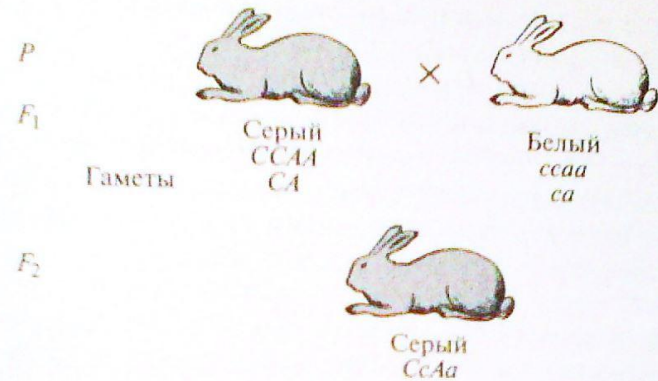
Схема скрещивания.  
Первая часть эксперимента:



Вторая часть эксперимента:



• Распределение по фенотипу: 9 – серые, 4 – белые, 3 – черные (рис. 6.12).



Гаметы	СА	Са	сА	са
СА	ССАА серый	ССАа серый	ССАА серый	ССАА серый
Са	ССАа серый	ССаа черный	СсАа серый	СсАа черный
сА	СсАА серый	СсАа серый	СсАА белый	ссАа белый
са	СсАа серый	Ссаа черный	ссАа белый	ссaa белый

Взаимодействие неаллельных генов, контролирующих окраску шерсти у кроликов





Окрашенность шерсти кроликов определяется доминантным геном. Цвет окраски контролируется другим геном, расположенным в другой хромосоме, причем серый цвет доминирует над черным (у кроликов-альбиносов гены цвета окраски себя не проявляют).

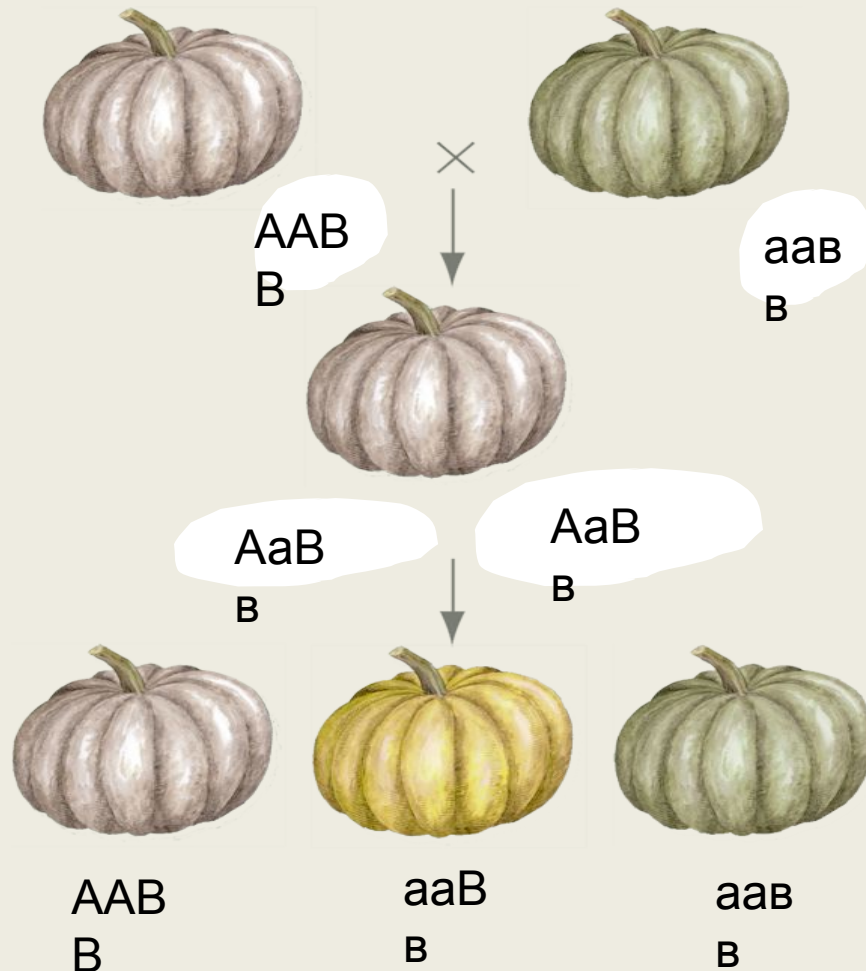


У лука доминантный ген А определяет наличие цвета у луковиц (а – бесцветные луковицы), а ген В (b) окраску луковиц (красный цвет доминирует над желтым).

Эпистаз – явление, при котором один ген (эпистатический) подавляет проявление другого неаллельного ему гена (гипостатического).

Варианты: доминантный эпистаз – развитие окраски плода у тыквы

- ген В – желтая окраска плода
- ген в – зеленая окраска плода
- ген А- подавляет развитие окраски
- у организмов с генотипами АА или Аа плоды бесцветны вне зависимости от генотипа Вв или ВВ.







AABB, AaBb, aaBb



aaBb  
bb



A-bb

При **доминантном эпистазе** один доминантный ген подавляет проявление другого доминантного гена



$AAbb, Aabb$



$A\_B\_$



$aaBB, aaBb, aabb$

При **рецессивном эпистазе** между доминантными генами наблюдается **комплементарность**, а рецессивный аллель одного гена подавляет действие неаллельного доминантного гена.



## Гены, определяющие количественные признаки.

Количественными называют признаки, степень выраженности которых плавно изменяется в определенных границах (вес, длина тела, рост, яйценоскость, жирность молока, содержание хлорофилла в зеленых растениях и т.д.)

*Полимерия* (полигенное наследование) .

Количественные признаки определяются несколькими аллельными генами (семейством генов)

Степень выраженности количественного признака зависит от соотношения общего числа доминантных и рецессивных генов в соответствующем семействе генов.

Пример: пигментация кожи человека контролируется четырьмя парами генов; если все восемь доминантные, то кожа имеет черную окраску, если рецессивные – белую; между этими крайними случаями находятся люди с промежуточным вариантом окраски кожи.



$a_1 a_1 a_2 a_2 a_3 a_3 a_4 a_4$



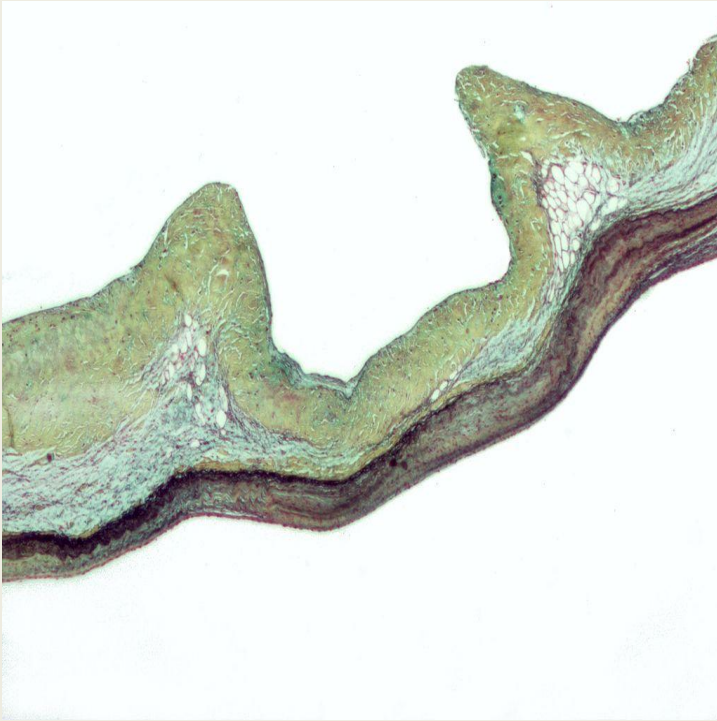
$A_1 A_1 A_2 A_2 A_3 A_3 A_4 A_4$

Множественное действие гена (плейотропия) – явление, когда один ген кодирует несколько признаков.

Примеры:

у мышей один ген определяет развитие двух признаков – желтая окраска шерсти и сниженная продолжительность жизни;

у человека один ген определяет развитие трех признаков – светлая кожа, веснушки, рыжие волосы.



У человека плейотропность проявляется в случае генетического заболевания — **синдрома Марфана**, связанного с мутацией в пределах одного гена, контролирующего развитие соединительной ткани.

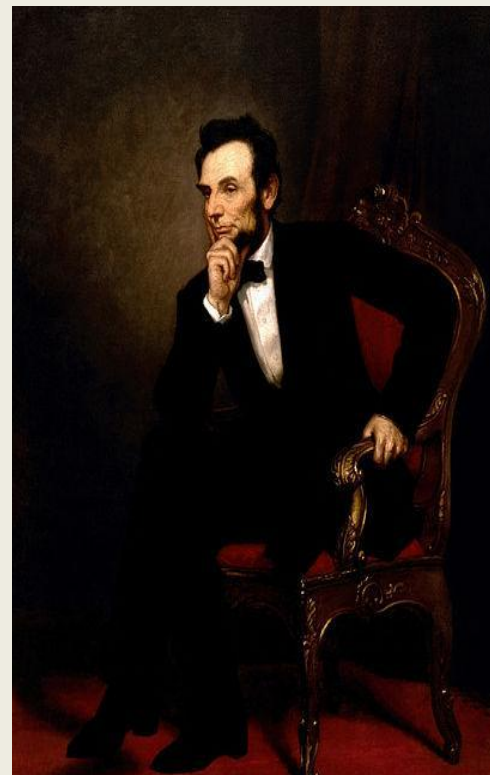
Микрофотография миксоматозной дегенерации клапана аорты в следствии синдрома Марфана.



**Никколо Паганини**  
1782–1840 гг.



**Ганс Кристиан  
Андерсен**  
1805–1875 гг.



**Авраам Линкольн**  
1809–1865 гг.

# Цитоплазматическая наследственность.

Цитоплазматическая наследственность – явление передачи признаков в ряду поколений, зависящее от передачи определенных цитоплазматических структур.

Плазмагены – отдельные цитоплазматические гены.

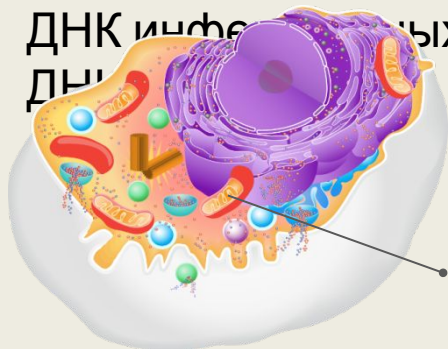
Плазмон – вся совокупность цитоплазматических генов (составляет около 10 % от всех генов клетки).

Материальная основа цитоплазматической наследственности!

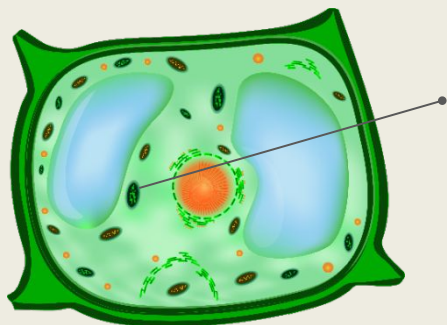
ДНК митохондрий и хлоропластов;

ДНК инфузориальных агентов;

ДНК



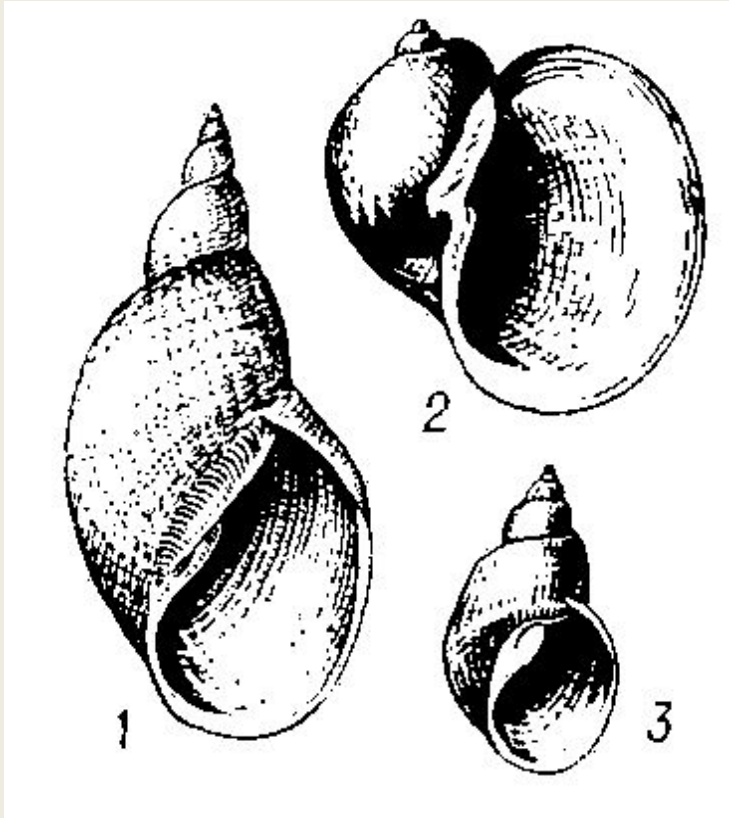
Митохондрии



Пластиды







Моллюск  
прудовик



Явление пестролистности у растений, которая наследуется через цитоплазму.

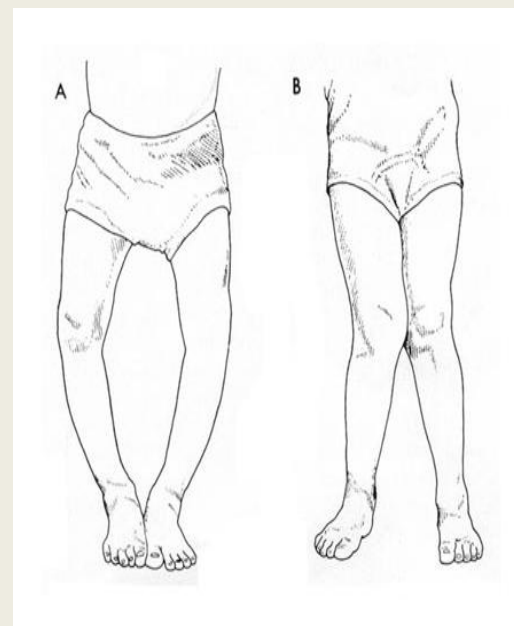
# Митохондриальные заболевания

Наследственные синдромы

Вторичные заболевания



Синдром  
Барта



Рахи  
Т





В природе большинство организмов  
раздельнополы, т.е. имеют два пола — мужской и  
женский.



# Генетика пола.

## Сцепленное с полом

Определенное наследование (я) пола

— совокупность биологических процессов, в результате которых формируются половые признаки

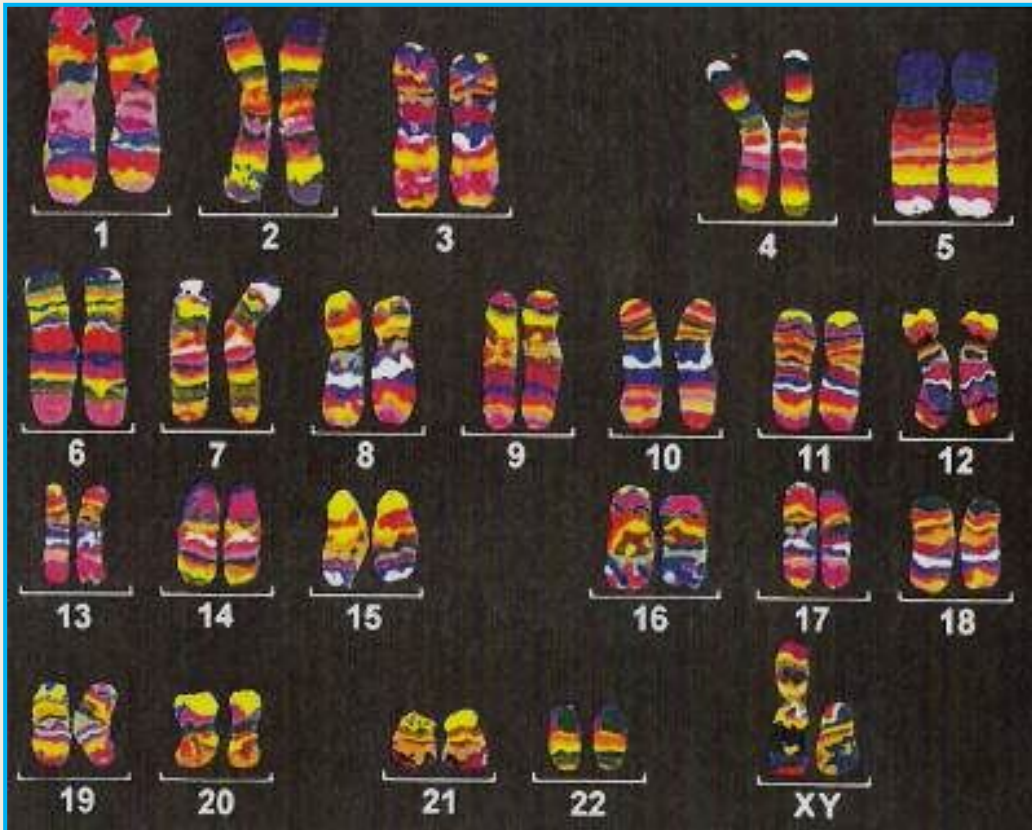
организма. — неполовые хромосомы.

Аутосомы материнские и отцовские морфологически и физиологически равноценны.

# Половые хромосомы

у разных полов имеют морфологические и физиологические отличия.

X-хромосома представлена в двойном числе, а Y-хромосома - в одном экземпляре.



Кариотип  
человека:  
1-22 – аутосомы,  
23 - половые  
хромосомы

# Половые хромосомы

Пол, содержащий в своих клетках две X-хромосомы, называется гомогаметным, а содержащий X- и Y-хромосомы – гетерогаметным.

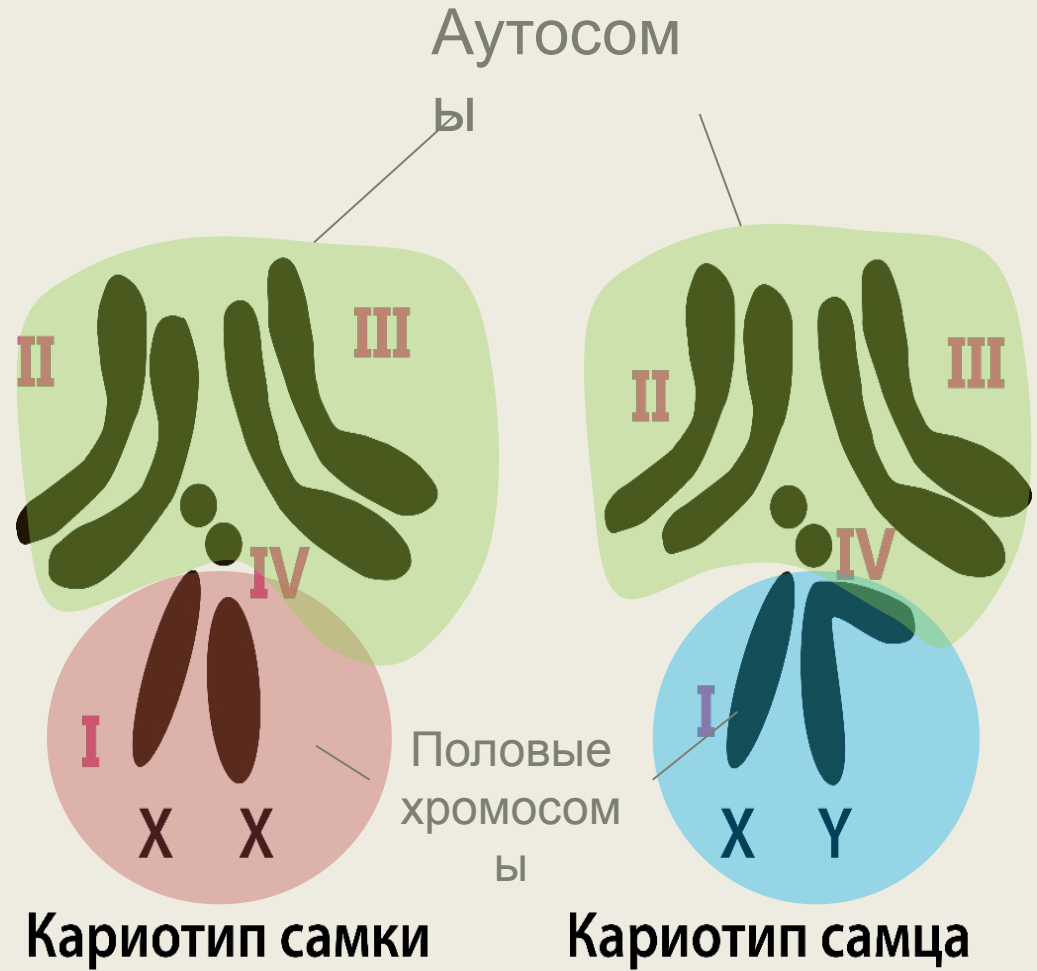
**XX – гомогаметный пол.**

**XY – гетерогаметный пол.**

Гомогаметный организм образует гаметы одного вида, а гетерогаметный – двух видов (с X- и Y-хромосомами).

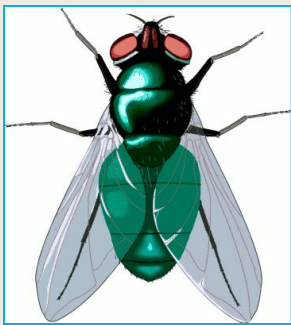


# Хромосомы дрозофилы



# Половые хромосомы

*Гомогаметный (XX) женский пол и гетерогаметный (XY) мужской имеют: двукрылые, клопы, жуки, прямокрылые, многие рыбы, бесхвостые амфибии и все млекопитающие.*



# Половые хромосомы

*Гомогаметный (XX) мужской пол и гетерогаметный женский пол (XY) у бабочек, рептилий, хвостатых амфибий, птиц.*





# Механизм формирования пола

В зависимости от того или иного соотношения половых и неполовых хромосом запускаются различные группы генов, определяющие развитие женского или мужского организма.

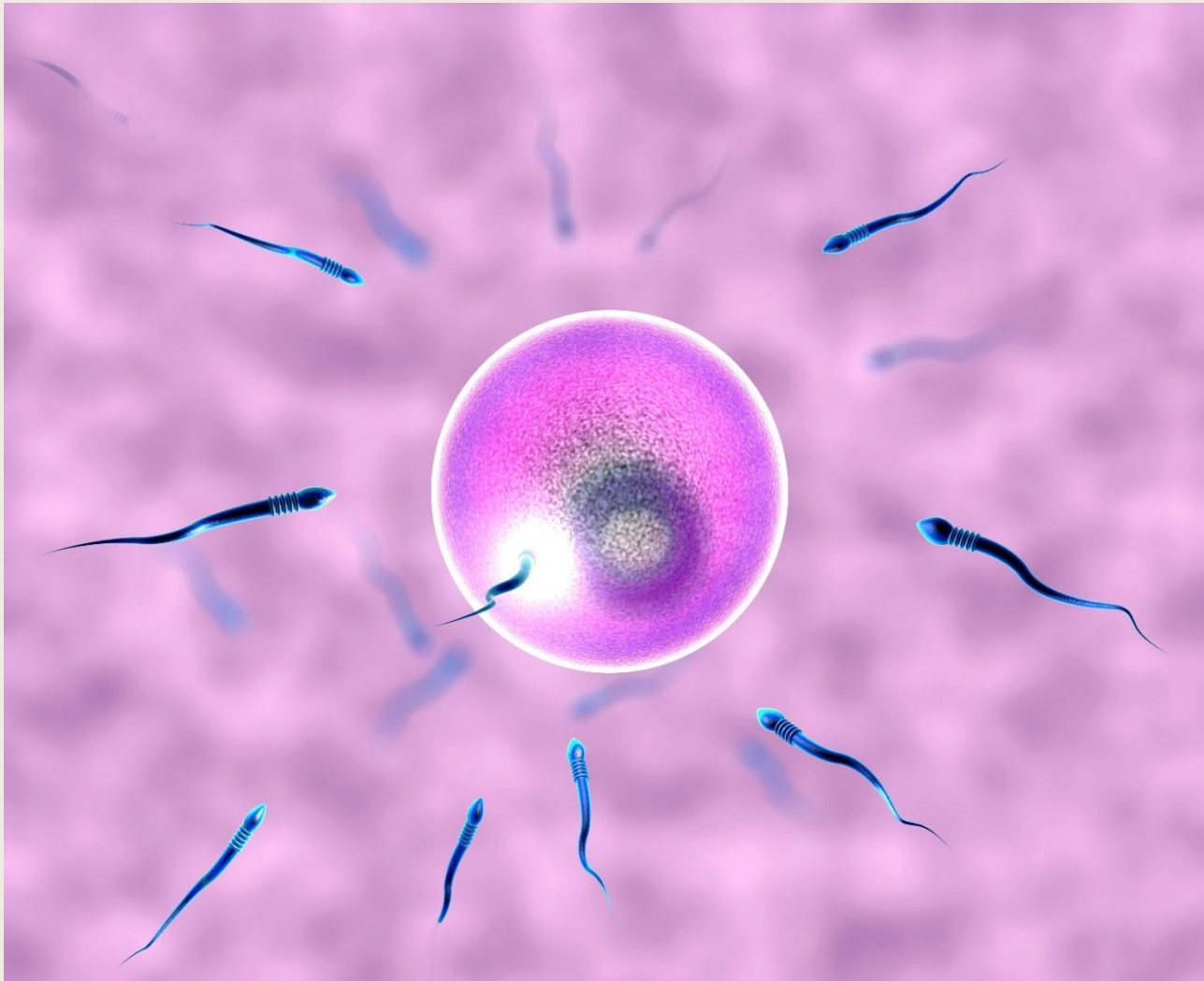
Гены, контролирующие развитие пола и сопряженных с ним половых признаков, локализируются как в половых так и в неполовых хромосомах

Количественное соотношение полов у большинства видов 1:1, однако в ряде случаев оно значительно отличается от такового; для поддержания неравновесного отношения полов выработался специальный механизм (у пчел и муравьев из оплодотворенных яиц развиваются самки, из неоплодотворенных – самцы).

Определение пола условиями внешней среды:

У морских черепах при достаточно высокой температуре окружающей среды из яиц вылупляются самки, при низкой – самцы.

У морского червя Боннелия виридис личинки индифферентны по полу, их судьба зависит от образа жизни: если личинка ведет свободный образ жизни, она превратится в самок, если прикрепится к телу женского организма, то станет самцом.



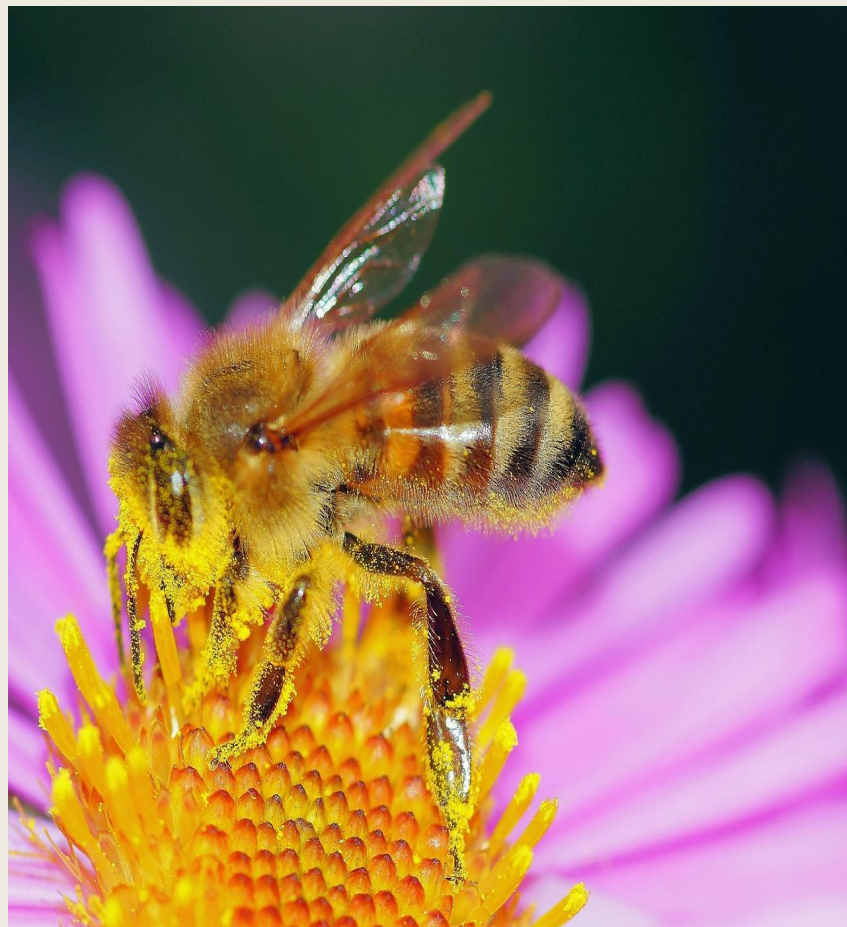
При хромосомном определении пола пол зародыша определяется в момент **оплодотворения**



1:1

расщепление  
по признаку пола  
в каждом  
поколении



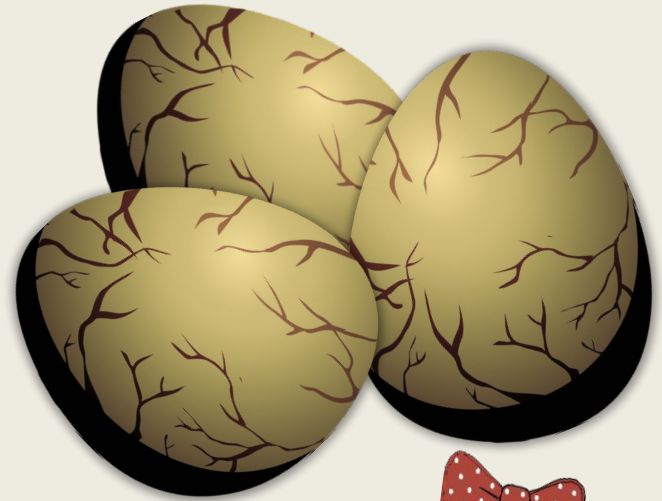
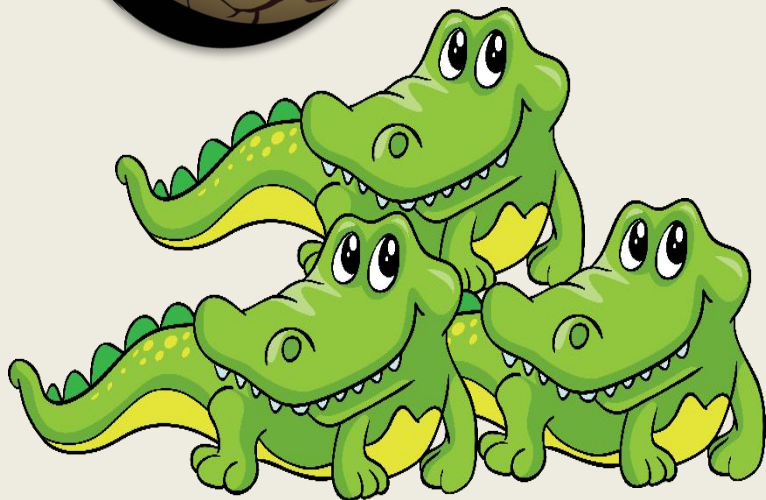


Из неоплодотворённых яиц вылупляются гаплоидные самцы,  
а из оплодотворённых — диплоидные самки.

Фенотипическое определение  
пола

+32–33°C

<31°C, или >33°C



# Сцепление генов с полом —

локализация генов в половых X- и Y-хромосомах.

# Наследование, сцепленное с полом —

наследование признаков, гены которых находятся в X- и Y-хромосомах.





**Черепаховая окраска** — чередование чёрных, рыжих и белых пятен, характерна исключительно для кошек, черепаховых котов не бывает.



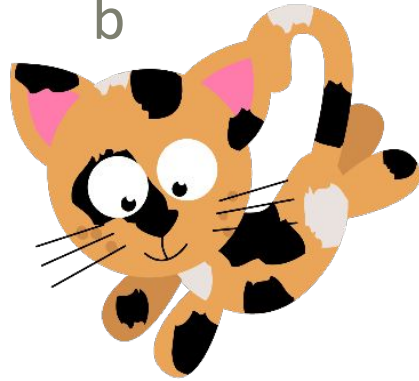
$X^B X$

B



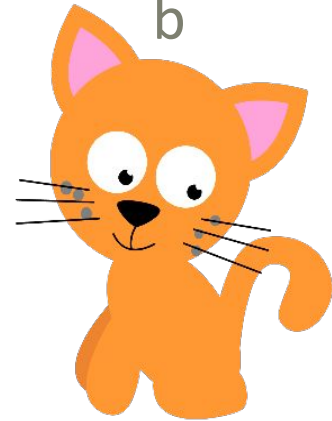
$X^B X$

b



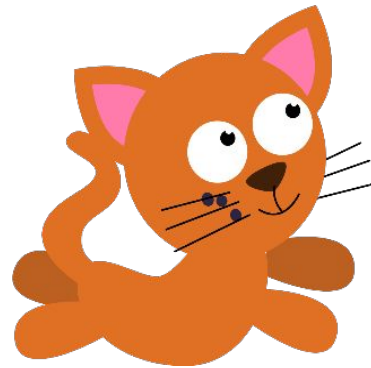
$X^b X$

b



$X^B$

Y



$X^b$

Y

В половых хромосомах могут находиться и гены, не участвующие в развитии половых признаков.

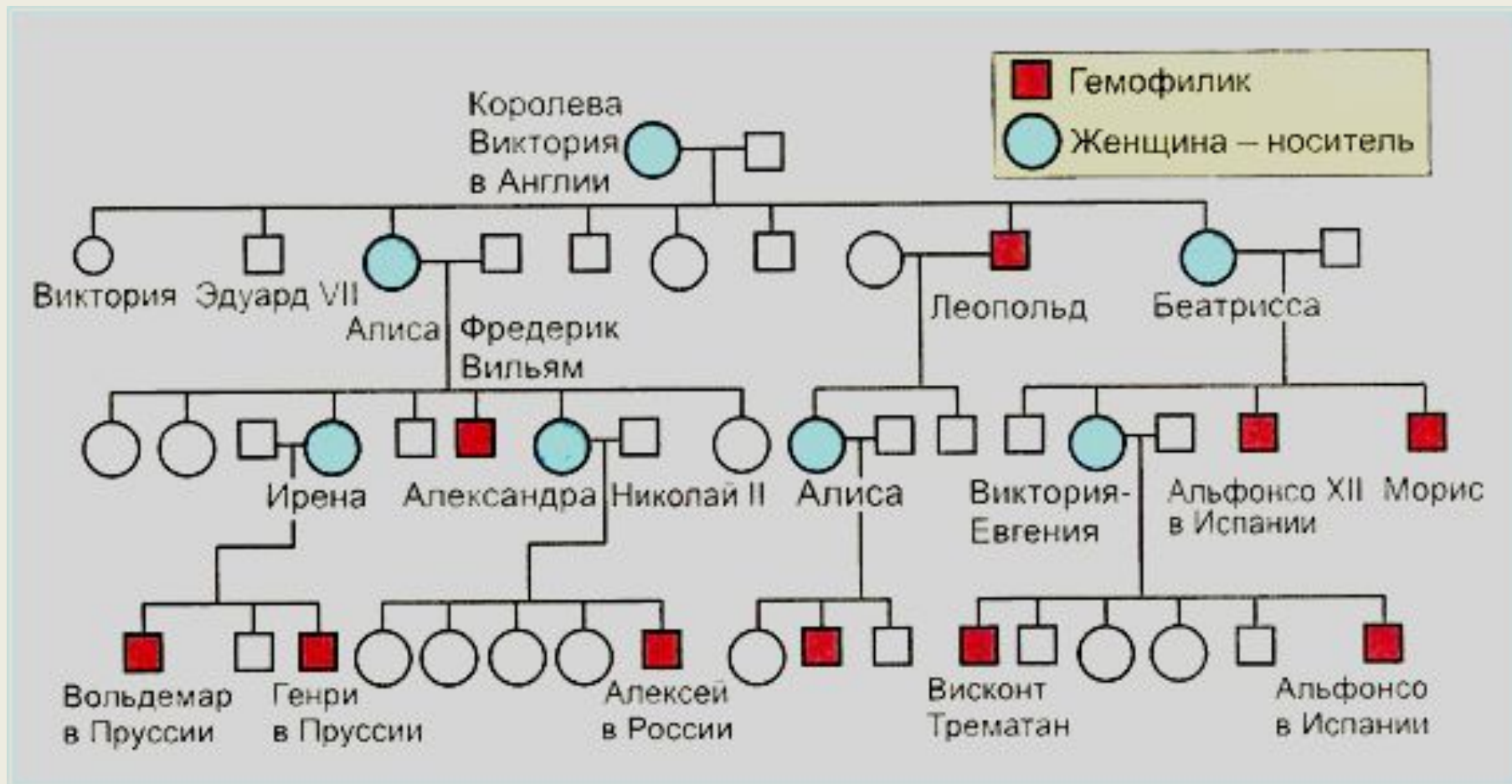
X-хромосома человека содержит гены, определяющие:

- заболевание, называемое цветовой слепотой (дальтонизм), при котором люди не распознают зеленый и красный цвет;
- склонность к облысению;
- форму и объем зубов;
- синтез ряда ферментов;
- свертываемость крови (гемофилию и др.);
- несахарный диабет
- мышечную дистрофию
- атрофию зрительного нерва и др.





# Гемофилия



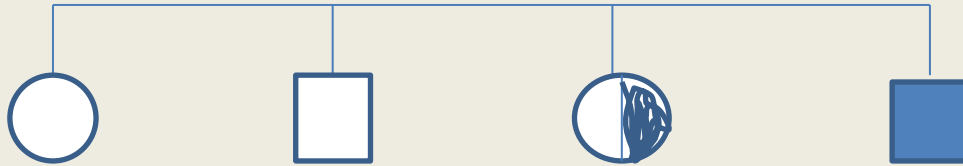
Генеалогическое древо Виндзорской династии, начиная с королевы Виктории

# Гемофилия

H – норма, h – гемофилия.

P:  $X^H X^h$    $X^H Y$  

G:  $X^H, X^h$   $X^H, Y$

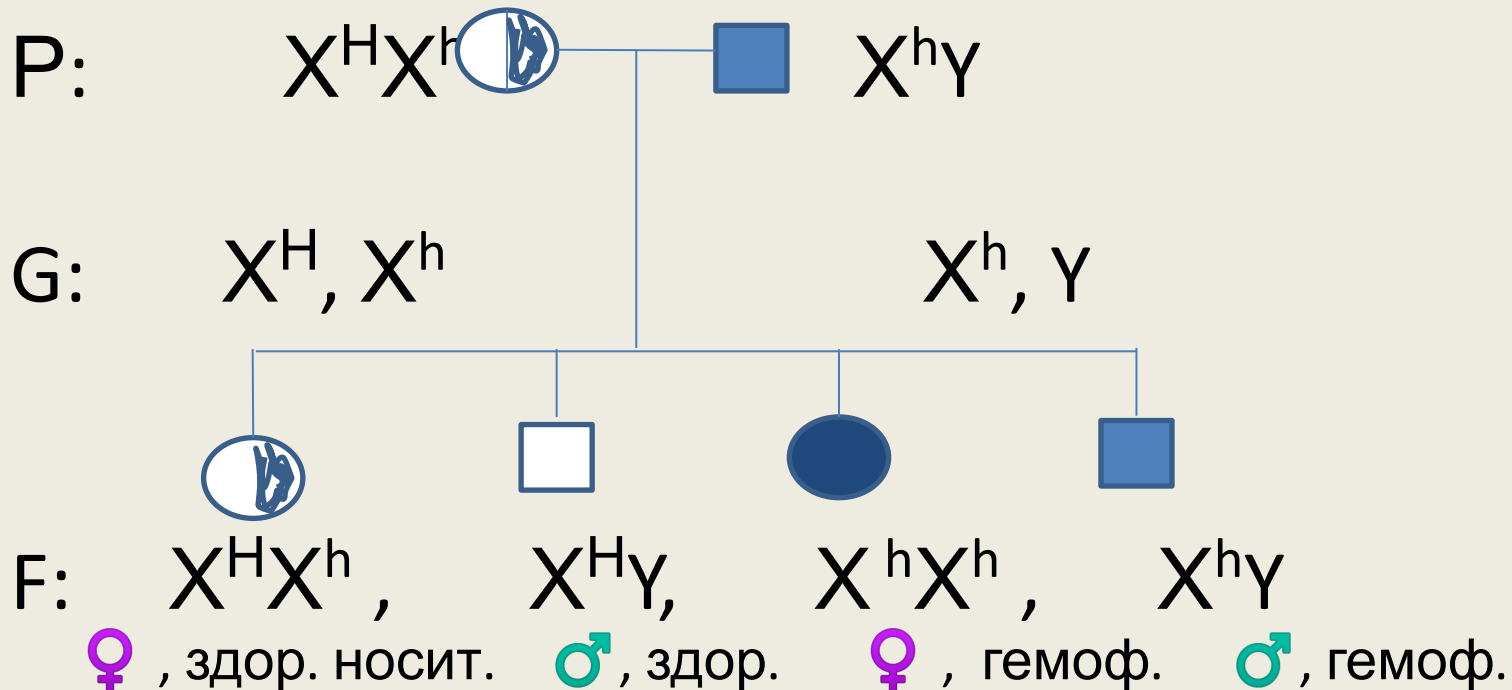


F:  $X^H X^H$ ,  $X^H Y$ ,  $X^H X^h$ ,  $X^h Y$   
♀, здоров. ♂, здоров. ♀, здоров. носит. ♂, гемоф.

Наследование гемофилии при браке матери-носительницы гена гемофилии и здорового отца. 50% дочерей здоровы и 50% - носительницы гена гемофилии, 50% сыновей здоровы и 50% сыновей больны гемофилией.

# Гемофилия

*Могут ли родиться девочки, страдающие гемофилией?*



Эмбрион с генотипом  $X^h X^h$  гибнет на ранних стадиях, такое сочетание генов летально

Известны аномалии, сцепленные с Y-хромосомой, которые от отца передаются всем сыновьям:

- чешуйчатость кожи,
- перепончатые пальцы,
- сильное оволосение на ушах
- дифференцировка семенников и др.



Имеются гены, общие для и хромосом:  
ген, контролирующий облысение головы и  
многие другие.

При этом, поскольку Y -хромосома по  
размерам значительно  
меньше X- хромосомы, факт наличия общих  
генов рассматривается  
как доказательство происхождения Y -  
хромосомы из X



Рис. 6.14. Локализация в X- и Y-хромосомах человека генов, общих для обеих хромосом:

1 — гены, специфические для X-хромосомы; 2 — гены, специфические для Y-хромосомы; 3 — гены, общие для обеих половых хромосом