

# Генетика пола

Наследование  
признаков,  
сцепленных  
с полом

[вернуться на главную страницу](#)

- **Пол – это совокупность самых разнообразных признаков организма, обеспечивающих его участие в половом размножении.**
- У большинства организмов ведущую роль в определении пола играют специализированные *половые хромосомы*, или *гоносомы*.
- В каждой диплоидной клетке организма имеется одна пара половых хромосом. Однако остальные хромосомы – *аутосомы* – также оказывают влияние на формирование пола.
- Если половые хромосомы у представителей определенного пола сходны между собой (например, две **X**-хромосомы), то все гаметы несут сходные хромосомы (например, **X**-гаметы содержат **X**-хромосому). Такой пол называется *гомогаметным*.
- Если же половые хромосомы различаются (например, одна **X**-хромосома и одна **Y**-хромосома), то образуется два типа гамет (например, **X**-гаметы и **Y**-гаметы). Такой пол называется *гетерогаметным*.

- В ряде случаев ген, определяющий развитие какого-либо признака, локализован (то есть находится) в одной из половых хромосом. Такие признаки называются *сцепленными с полом* (эти признаки, как правило, не связаны с формированием пола).
- Если ген локализован в хромосомах гомогаметного пола (например, в **X**-хромосоме), то в клетках данного организма имеется два аллеля этого гена. Следовательно, гомогаметный пол может быть и гомозиготен, и гетерозиготен.
- Если же ген находится в одной из хромосом гетерогаметного пола (например, в **X**-хромосоме), то в клетках этого организма имеется только один аллель данного гена. В этом случае отношение доминантности–рецессивности теряет смысл, и поэтому гетерогаметный пол называется *гемизиготным*.

# Наследование признаков, сцепленных с полом, у плодовой мушки дрозофилы

- У дрозофилы существует два типа половых хромосом: **X** и **Y**.
- У самок в соматических клетках содержатся только **X**-хромосомы (их кариотип **XX**), поэтому самки представляют гомогаметный пол. Самки могут быть и гомозиготами, и гетерозиготами.
- У самцов в соматических клетках содержатся оба типа половых хромосом (их кариотип **XY**); поэтому самцы дрозофилы представляют гетерогаметный пол. Самцы не могут быть ни гомозиготами, ни гетерозиготами (они называются гемизиготами), поэтому признаки, закодированные в **X**-хромосоме, проявляются в фенотипе самцов.
- В каждой клетке самки дрозофилы функционируют обе **X**-хромосомы. У самцов же **Y**-хромосома генетически практически инертна: она несет лишь три гена, один из которых контролирует длину щетинок, а два других определяют плодовитость.
  - Пол у мушки дрозофилы определяется количеством **X**-хромосом. Например, при кариотипе **XXY** развиваются самки, а при кариотипе **X0** – самцы.
  - У многих насекомых **Y**-хромосома вообще утрачивается; тогда кариотип самок – **XX**, а кариотип самцов – **X0**.

# Наследование признаков, сцепленных с полом, у плодовой мушки дрозофилы (на примере цвета глаз)

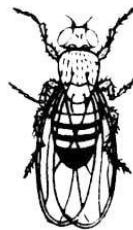
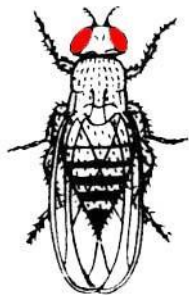
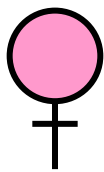
- Цитогенетические основы наследования признаков дрозофилы, сцепленных с полом, заключаются в том, что...
  - дочери (**XX**) всегда получают одну **X**-хромосому от матери, а другую **X**-хромосому – от отца,
  - сыновья (**X Y**) всегда получают **Y**-хромосому от отца, а единственную **X**-хромосому – от матери.
- Классический пример: наследование окраски глаз.
- У дрозофилы цвет глаз определяется множеством генов. Один из этих генов (ген *W* – от англ. *white* – белый) локализован в **X**-хромосоме.
- Красный цвет глаз определяется доминантным аллелем *W*, а белый – рецессивным аллелем *w*.

# Наследование признаков, сцепленных с полом, у плодовой мушки дрозофилы (на примере цвета глаз)

## Вариант I

- При скрещивании красноглазой самки и белоглазого самца все их потомки (и самки, и самцы) имели красные глаза.
- Полученных гибридов скрестили между собой. В их потомстве все самки оказались красноглазыми, а среди самцов наблюдалось расщепление – 1 часть красноглазые : 1 часть белоглазые.
- В данном случае исходная самка гомозиготна, и её генотип –  $WW$ , поскольку она обладает доминантным фенотипом и несет две  $X$ -хромосомы.
- Генотип исходного самца –  $wY$ , поскольку он обладает рецессивным фенотипом и несет одну  $X$ -хромосому.

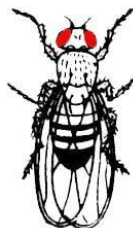
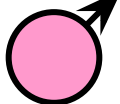
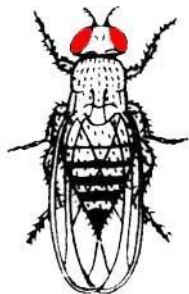
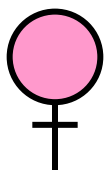
**P:**



красные глаза

белые глаза

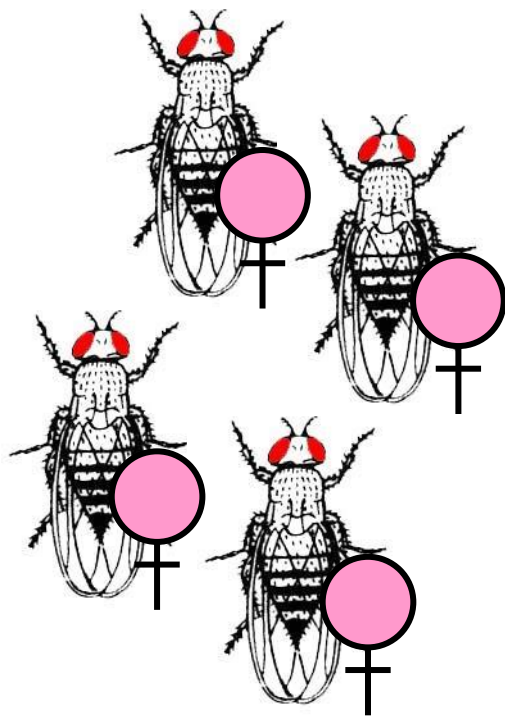
**F<sub>1</sub>:**



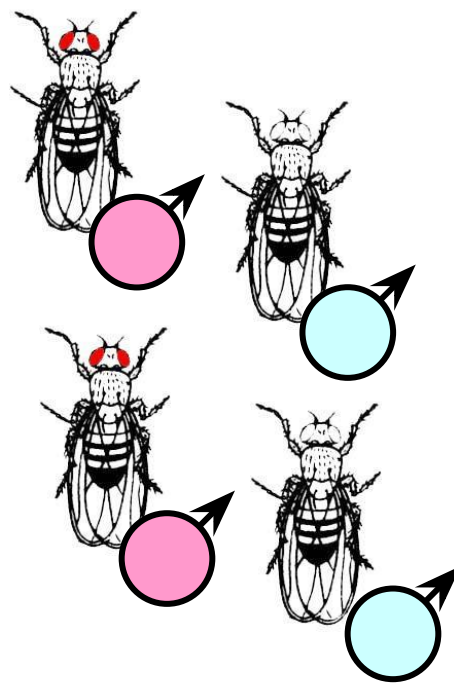
красные глаза

красные глаза

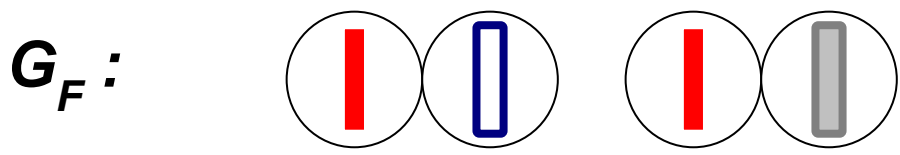
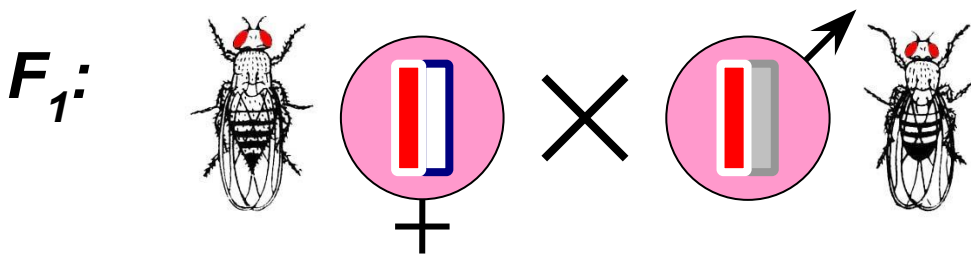
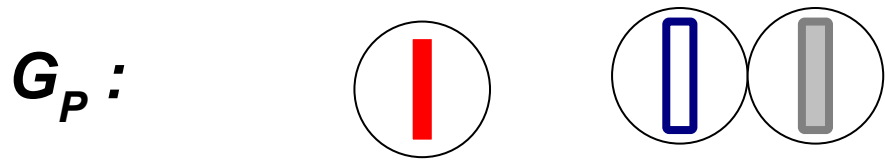
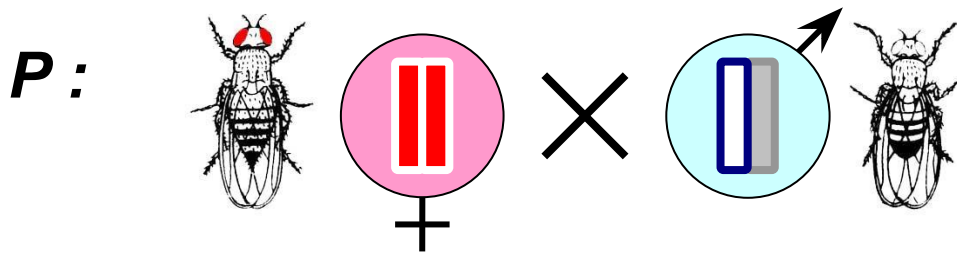
**F<sub>2</sub>:**



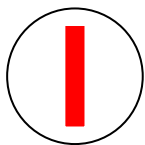
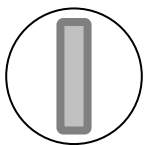
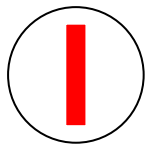

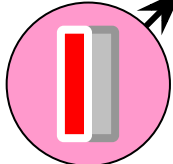
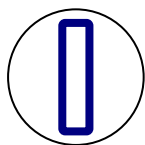
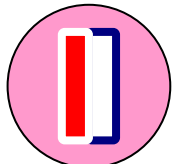
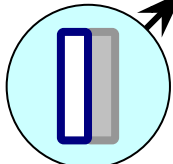
все самки –  
красноглазые



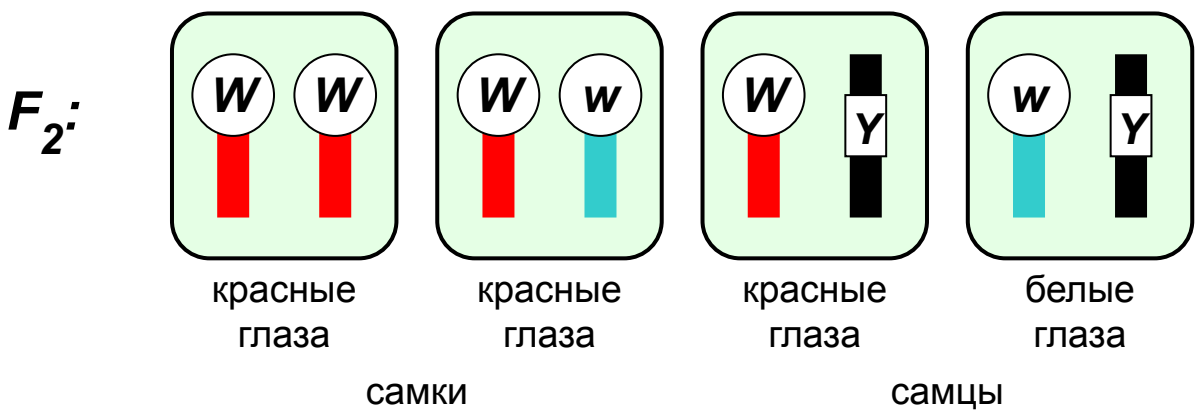
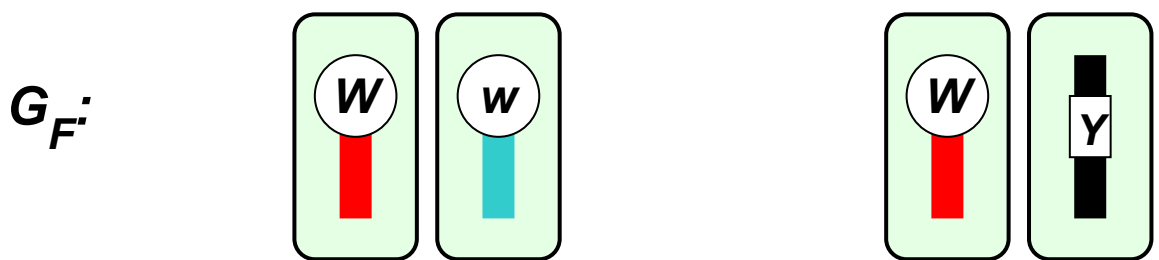
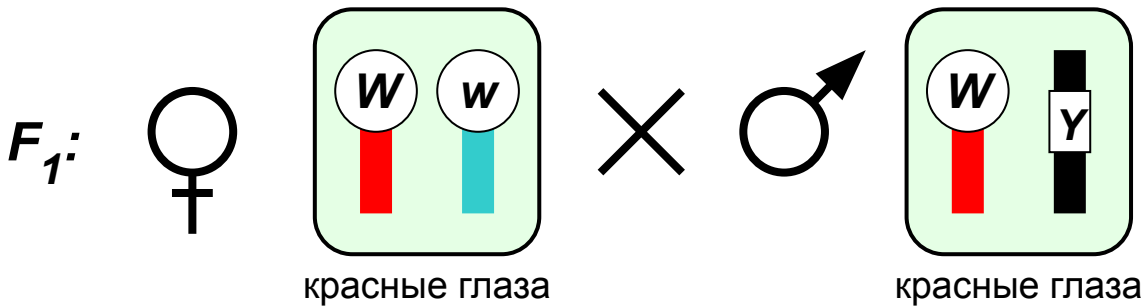
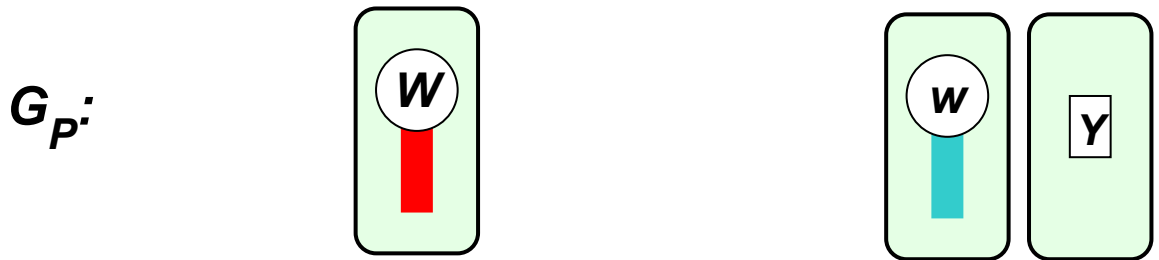
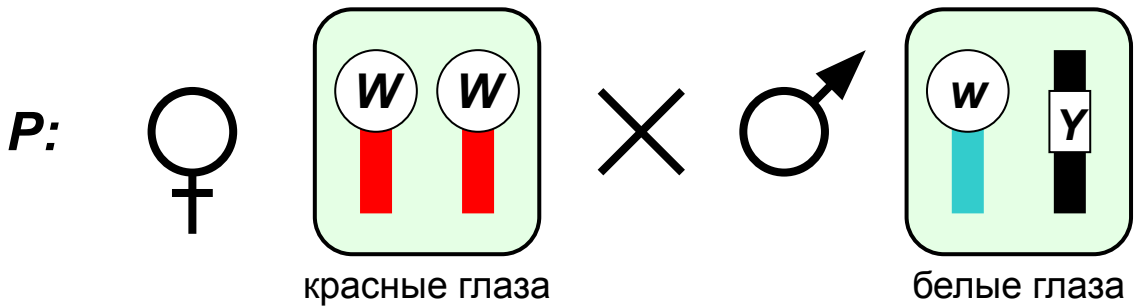
среди самцов  
расщепление –  
1 часть красноглазые :  
1 часть белоглазые



**F<sub>2</sub>:**

<b>G<sub>F</sub>:</b>		
	 +	 ↑
	 +	 ↑

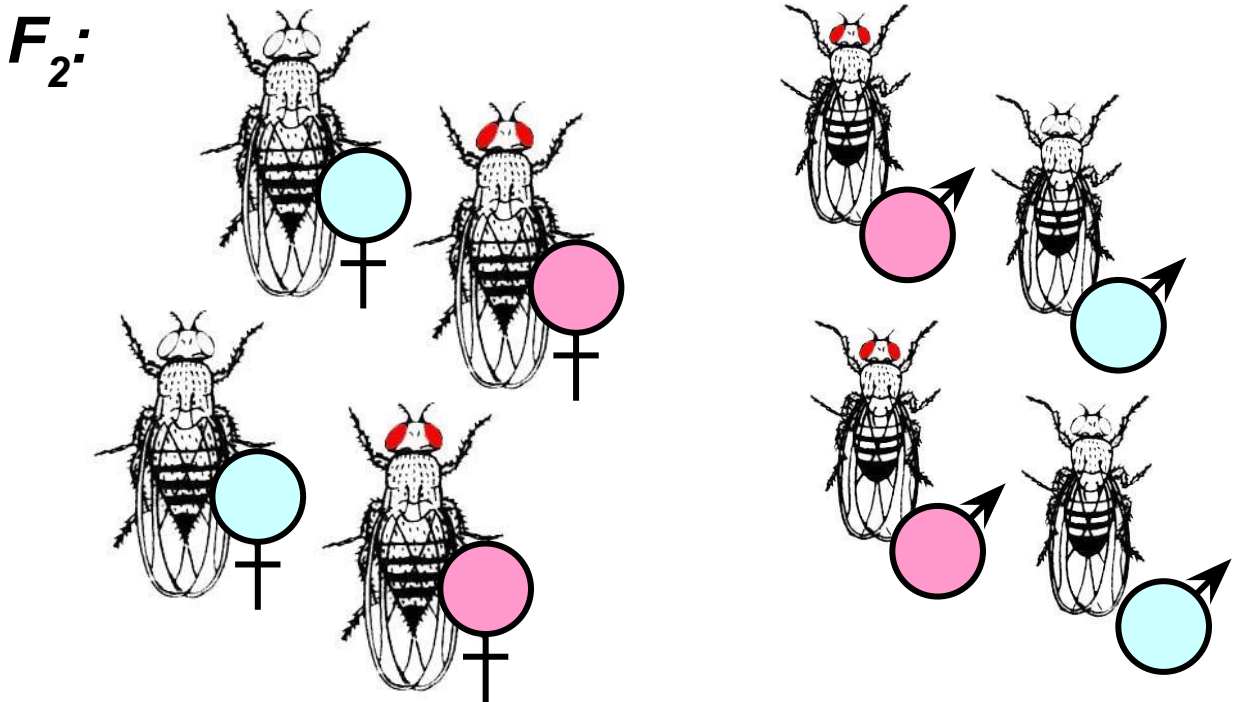
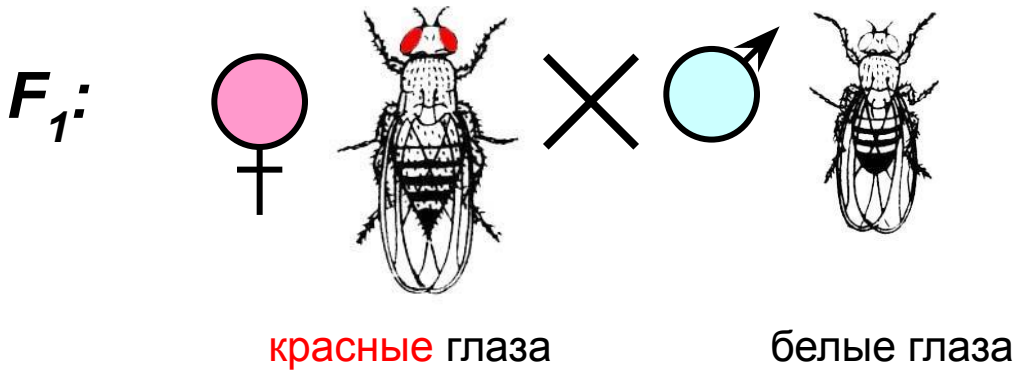




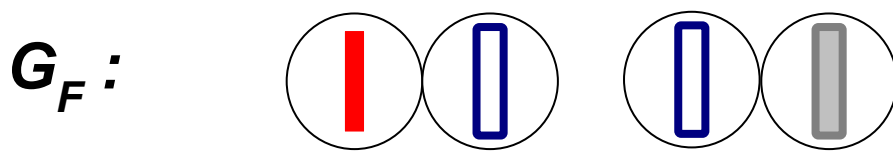
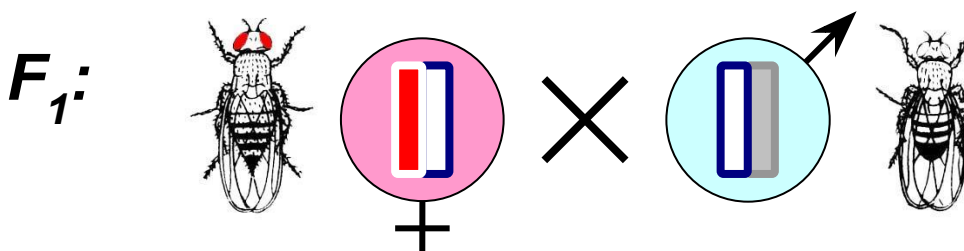
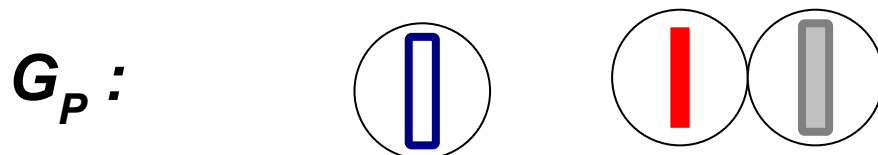
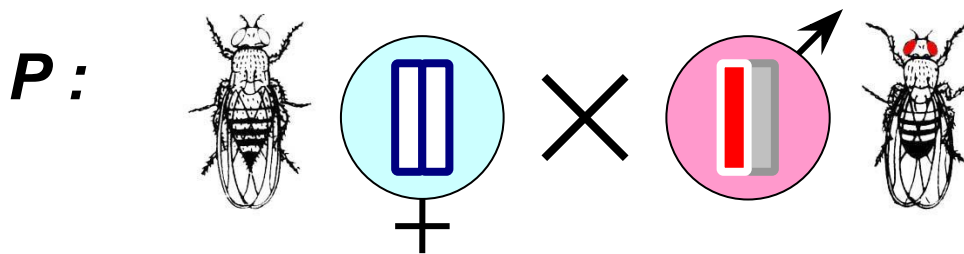
# Наследование признаков, сцепленных с полом, у плодовой мушки дрозофилы (на примере цвета глаз)

## Вариант II

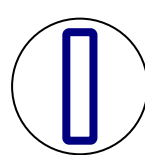
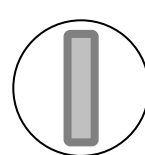
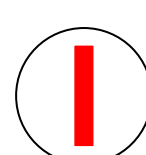
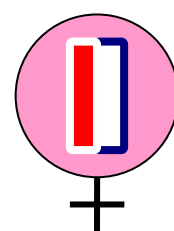
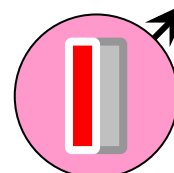
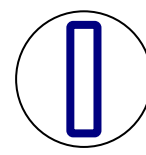
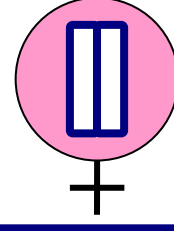
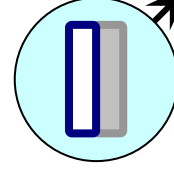
- При скрещивании белоглазой самки и красноглазого самца в первом поколении все самки имели красные глаза, а самцы – белые.
- Наследование, при котором дочери приобретают признаки отца, а сыновья – признаки матери, называется наследованием «крисс–кросс» (крест–накрест).
- При скрещивании этих гибридов между собой во втором поколении и среди самок, и среди самцов наблюдалось расщепление – 1 часть красноглазые : 1 часть белоглазые.
- Генотип исходной самки –  $ww$ , поскольку она обладает рецессивным фенотипом и несет две  $X$ –хромосомы.
- Генотип исходного самца –  $WY$ , поскольку он обладает доминантным фенотипом и несет одну  $X$ –хромосому.

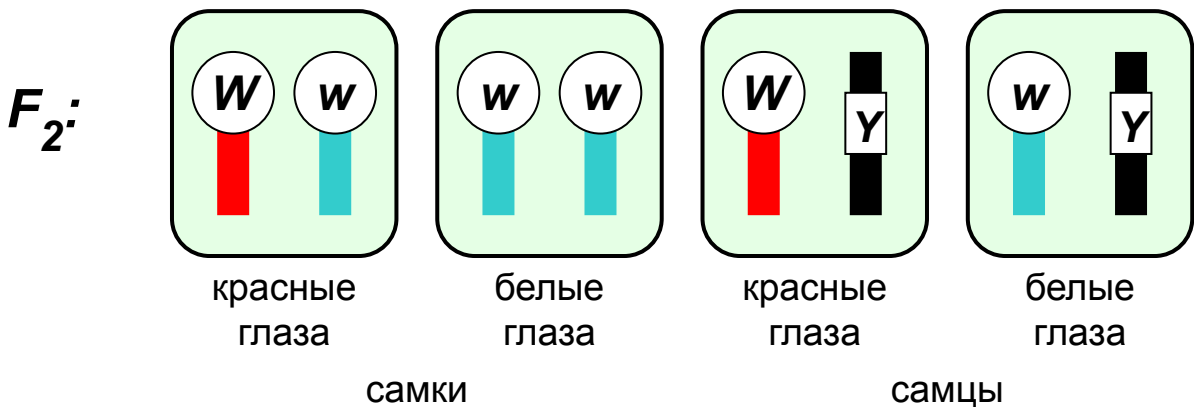
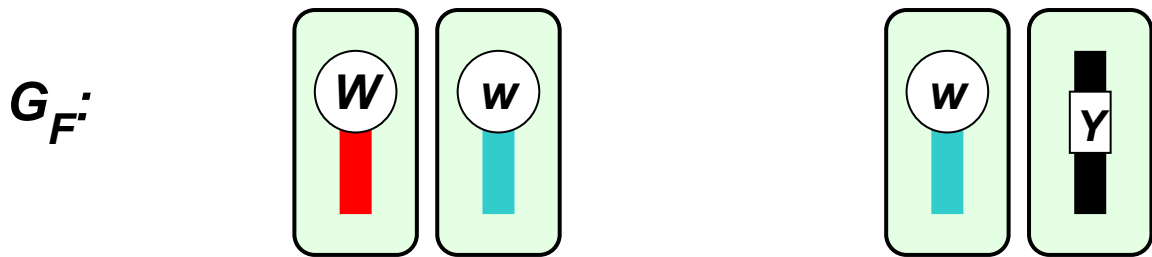
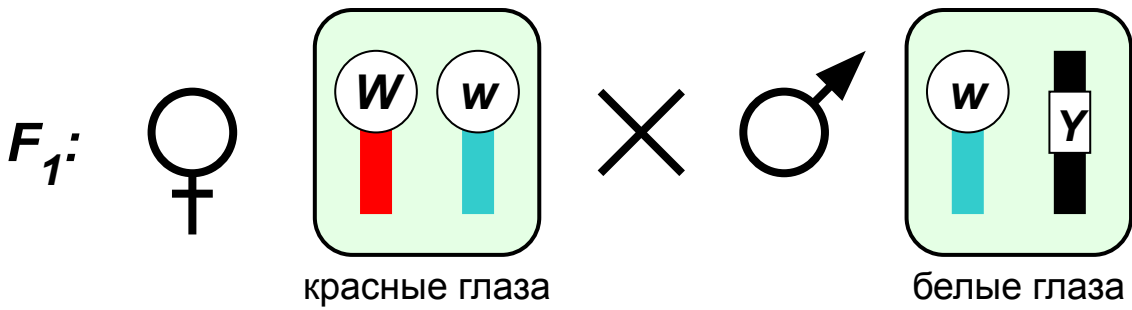
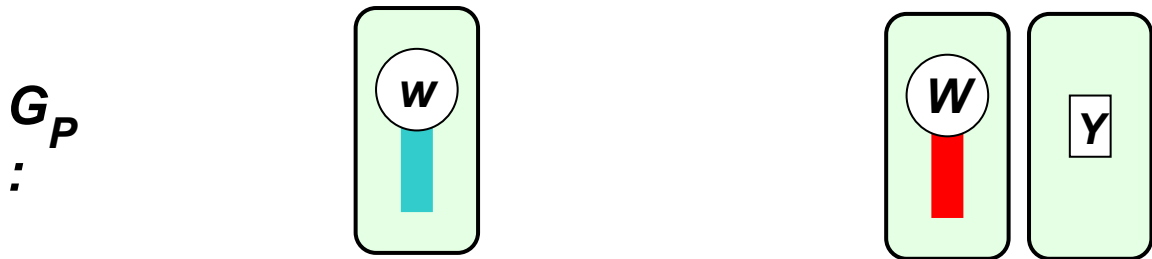
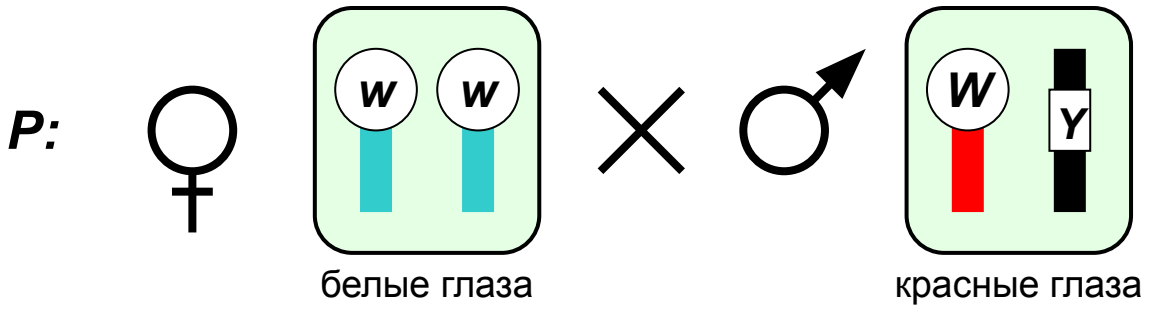


расщепление среди самок и самцов –  
 1 часть **красноглазые** : 1 часть белоглазые



**F<sub>2</sub>:**

<b>G<sub>F</sub>:</b>		
		
		

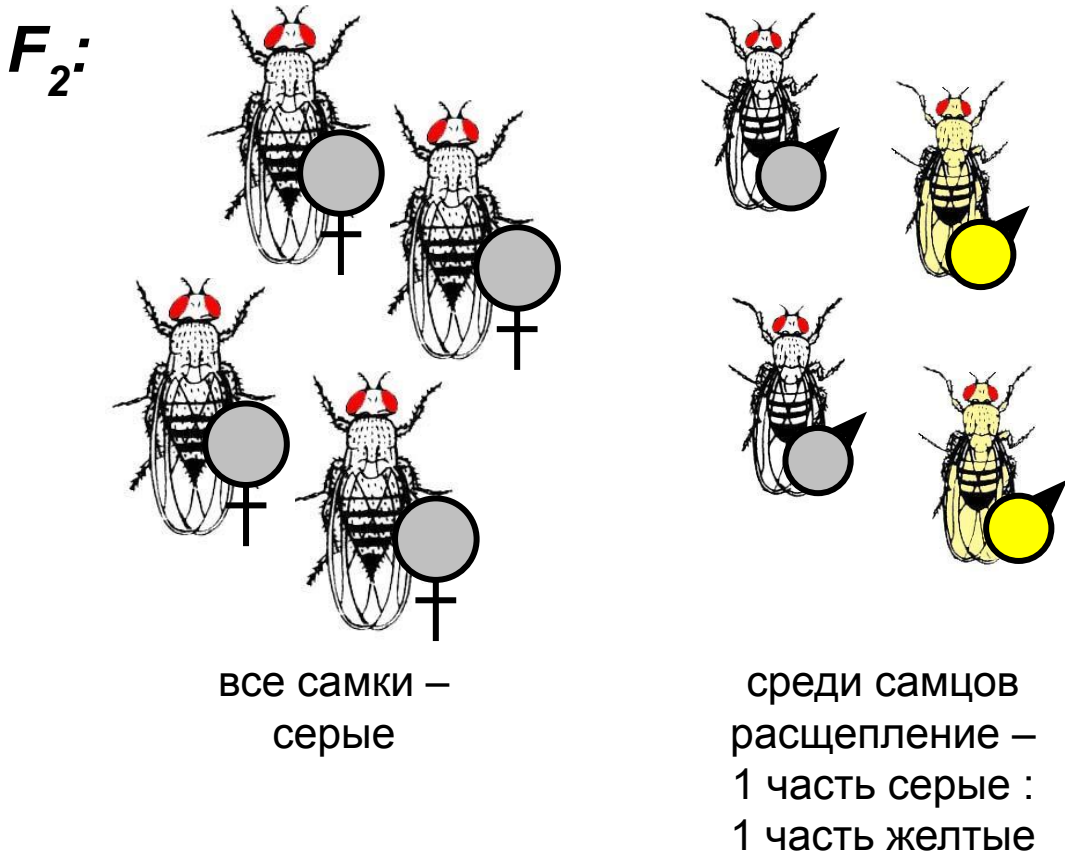
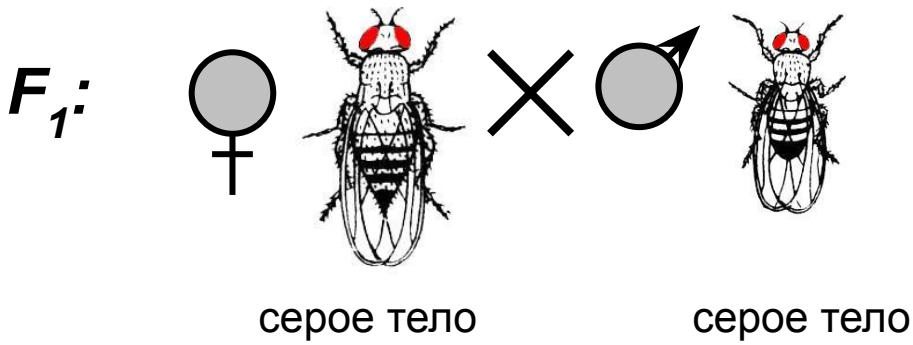
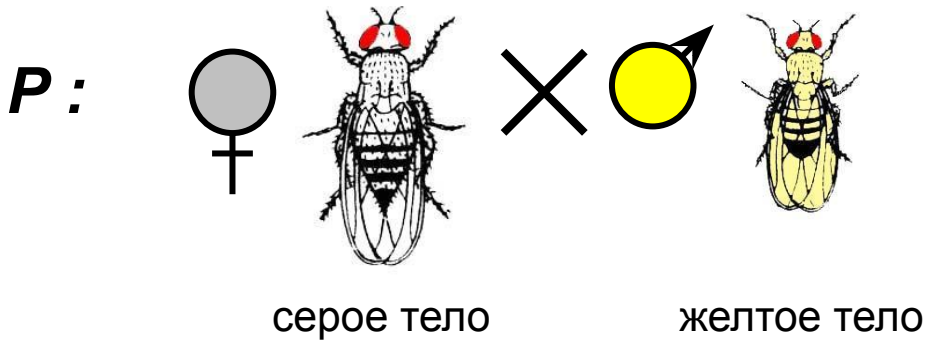


## Наследование признаков, сцепленных с полом, у плодовой мушки дрозофилы (на примере окраски тела)

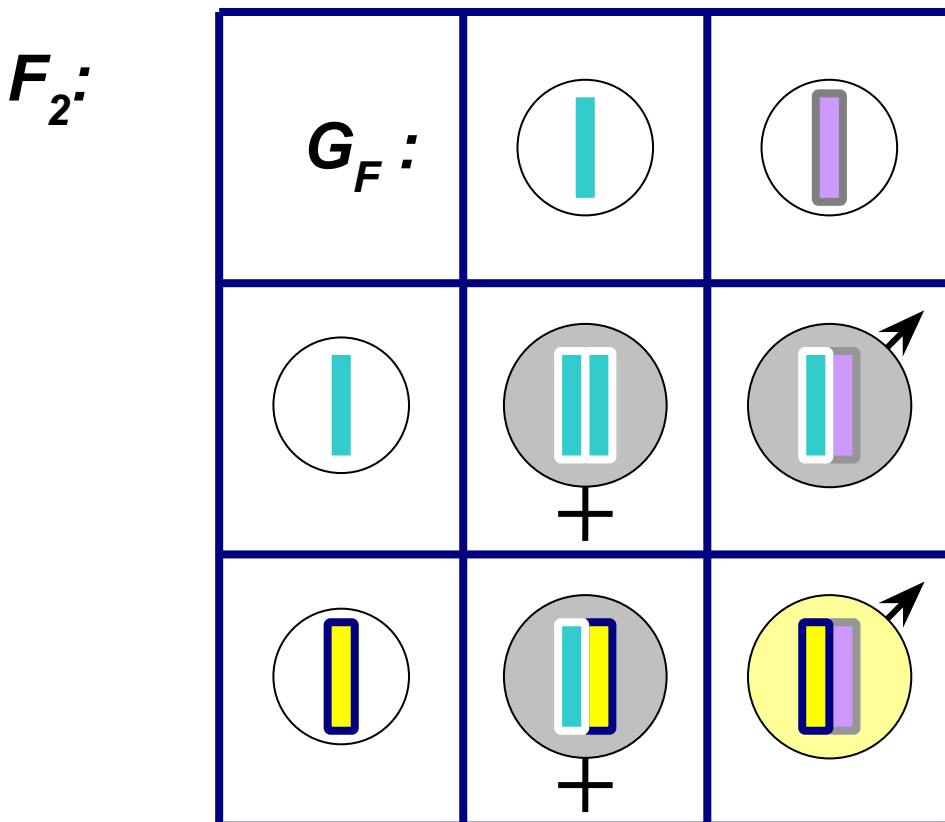
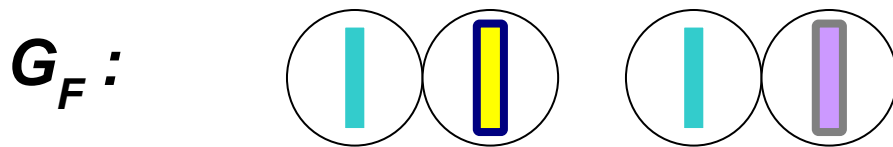
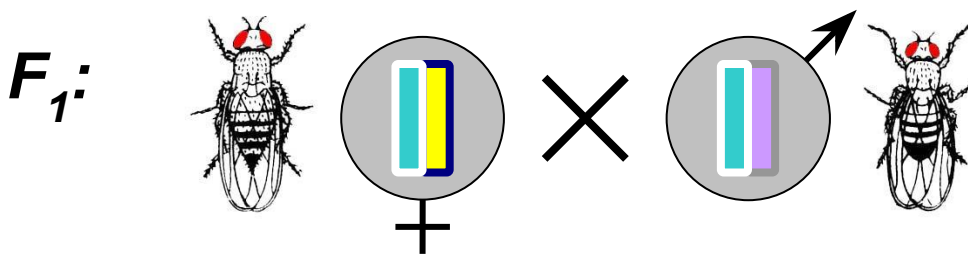
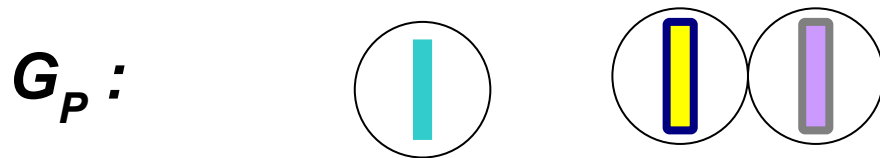
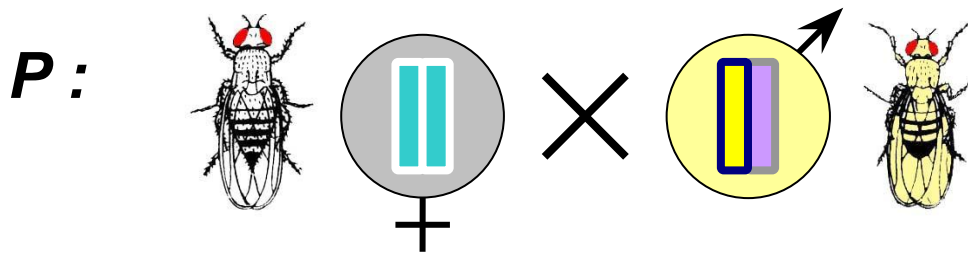
- У дрозофилы окраска тела определяется множеством генов. Один из этих генов (ген  $y$  – от англ. *yellow* – желтый) локализован в **X**-хромосоме.
- Серая окраска тела определяется нормальным доминантным аллелем «дикого типа»  $y^+$ , а желтая окраска – рецессивным аллелем  $y$ .
  - *Примечание.* Нормальные аллели «дикого типа» обычно обозначаются символом  $+$ .

**Наследование признаков,  
сцепленных с полом,  
у плодовой мушки дрозофилы  
(на примере окраски тела)  
Вариант I**

- При скрещивании серой самки и желтого самца все их потомки (и самки, и самцы) имели серое тело.
- Полученных гибридов скрестили между собой. В их потомстве все самки оказались серыми, а среди самцов наблюдалось расщепление – 1 часть серые : 1 часть желтые.
- В данном случае исходная самка гомозиготна, и её генотип – ++, поскольку она обладает доминантным фенотипом и несет две **X**-хромосомы.
- Генотип исходного самца – уY, поскольку он обладает рецессивным фенотипом и несет одну **X**-хромосому.

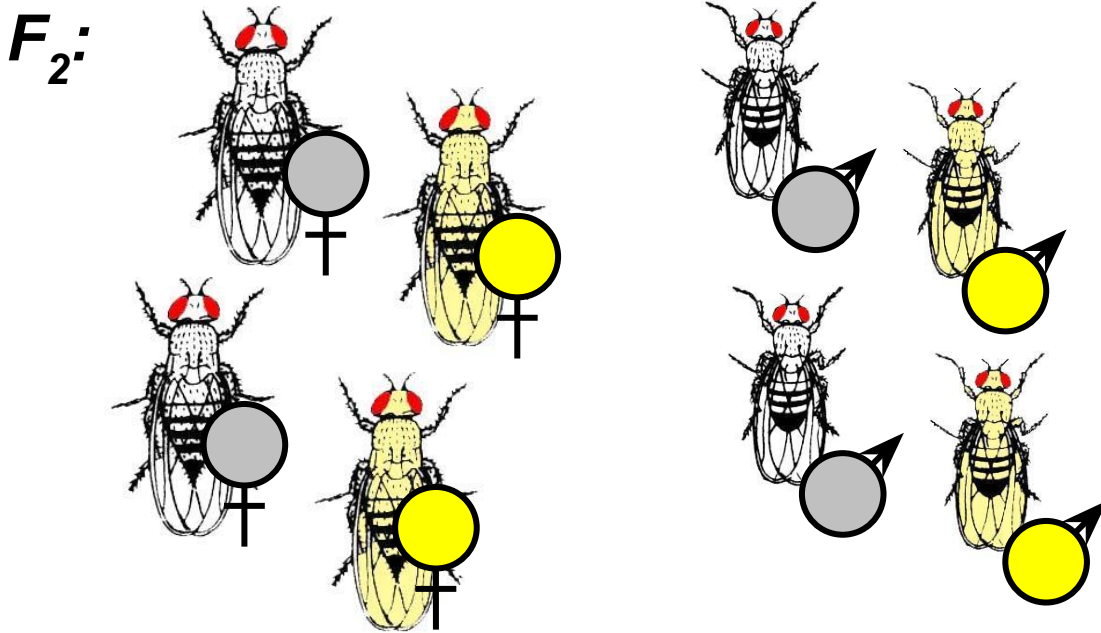
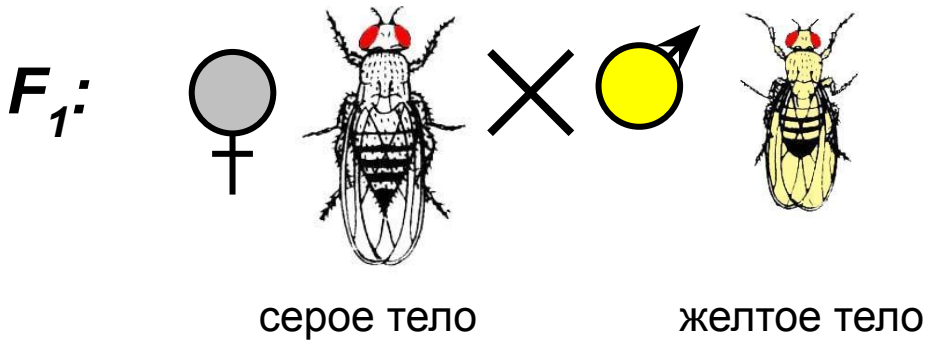
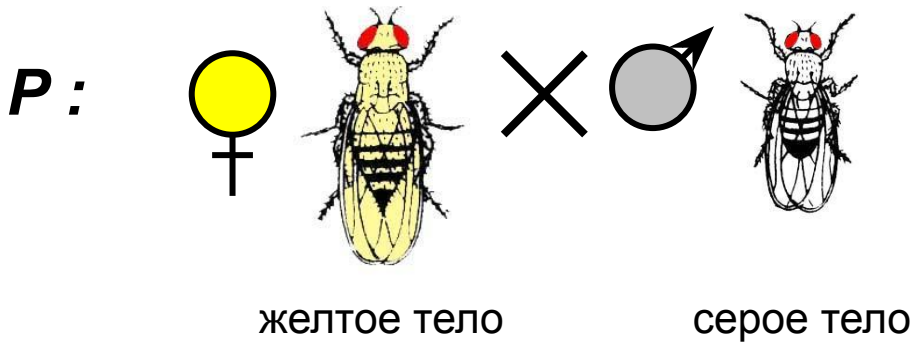




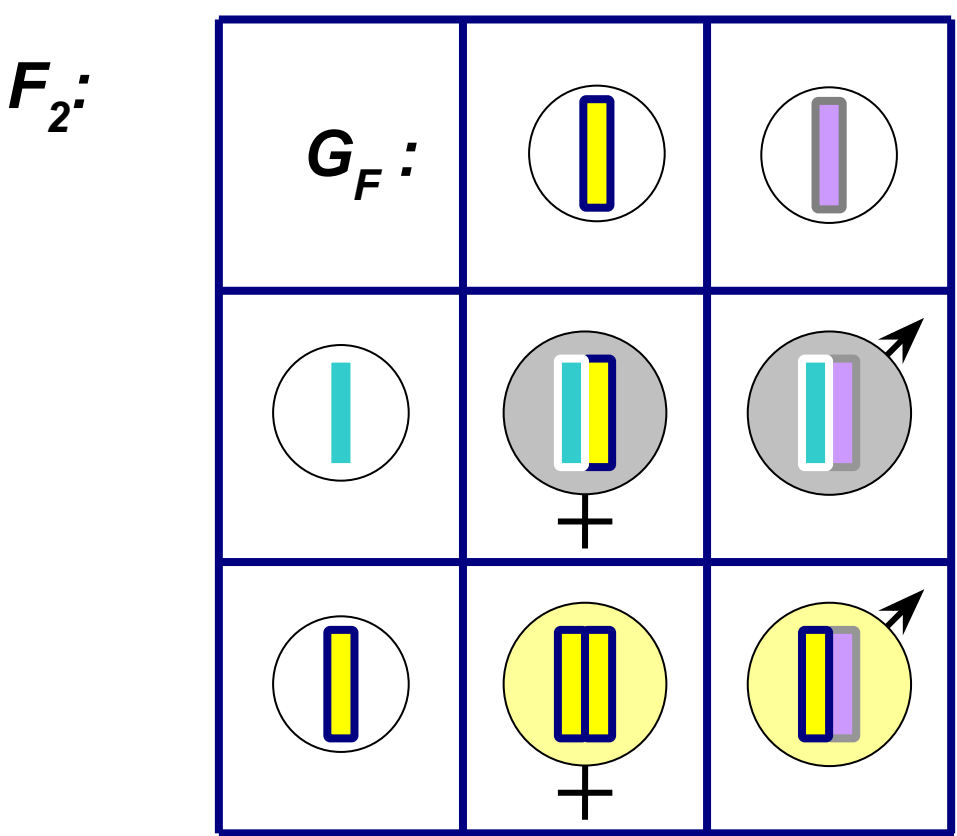
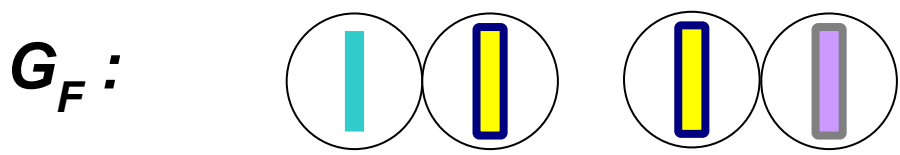
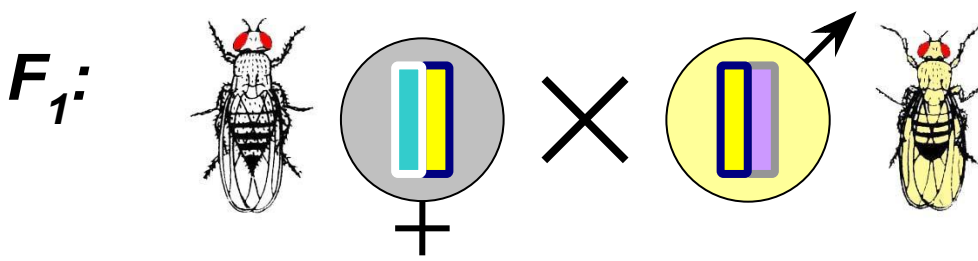
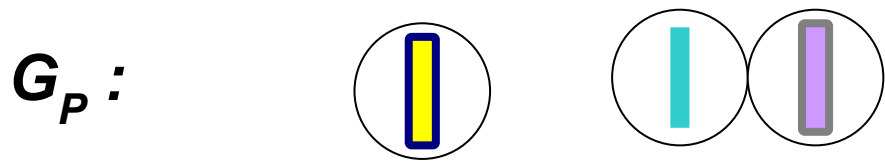
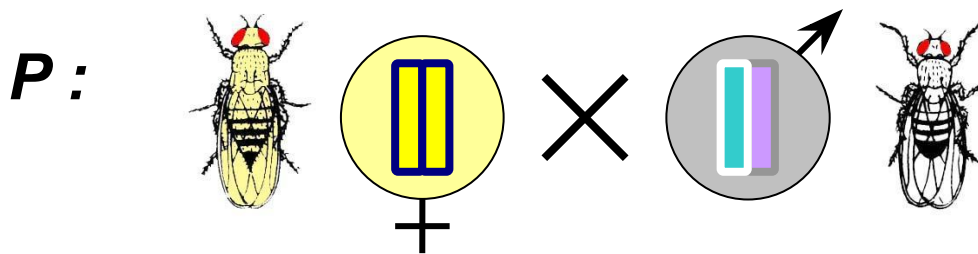


**Наследование признаков,  
сцепленных с полом,  
у плодовой мушки дрозофилы  
(на примере окраски тела)  
Вариант II**

- При скрещивании желтой самки и серого самца все их дочери имели серое тело, а сыновья – желтое.
- Полученных гибридов скрестили между собой. В их потомстве наблюдалось расщепление и среди самок, и среди самцов – 1 часть серые : 1 часть желтые.
- В данном случае исходная самка гомозиготна, и её генотип –  $uu$ , поскольку она обладает рецессивным фенотипом и несет две  $X$ -хромосомы.
- Генотип исходного самца –  $+Y$ , поскольку он обладает доминантным фенотипом и несет одну  $X$ -хромосому.



расщепление среди самок и самцов –  
1 часть серые : 1 часть желтые



# Наследование признаков, сцепленных с полом, у млекопитающих

- У млекопитающих самки являются гомогаметным полом (их половые хромосомы представлены двумя **X**-хромосомами), а самцы – гетерогаметным полом (их половые хромосомы представлены одной **X**-хромосомой и одной **Y**-хромосомой).
- Самки могут быть и гомозиготами, и гетерозиготами, самцы – не могут.
- Пол у млекопитающих определяется наличием **Y**-хромосомы, что подтверждается цитогенетическим анализом некоторых заболеваний, связанных с изменением числа половых хромосом:
  - при отсутствии **Y**-хромосомы из зиготы развивается самка,
  - при наличии **Y**-хромосомы – самец.

- Несмотря на то, что женские особи млекопитающих имеют две X-хромосомы, а мужские – только одну, экспрессия генов X-хромосомы происходит на одном и том же уровне у обоих полов.
- Это обусловлено тем, что в каждой клетке самки функционирует лишь одна из двух X-хромосом.
- Вторая X-хромосома на ранних стадиях эмбрионального развития (в период имплантации) инактивируется и превращается в генетически инертное *тельце Барра* (половой хроматин).
- При этом в разных клетках отцовская и материнская X-хромосомы выключаются случайно. Состояние инактивации данной X-хромосомы наследуется в ряду клеточных делений.
- Таким образом, женские особи, гетерозиготные по генам половых хромосом, представляют собой мозаики.
- Цитогенетические основы наследования признаков млекопитающих, сцепленных с полом, заключаются в том, что...
  - дочери всегда получают одну X-хромосому от матери, а другую X-хромосому – от отца,
  - сыновья всегда получают Y-хромосому от отца, а единственную X-хромосому – от матери.

# Наследование черепаховой окраски шерсти у кошек

- Широко известный пример проявления мозаичности — *черепаховые кошки*, имеющие черные и желтые (рыжие) пятна.
- В данном случае окраска определяется аллелями гена  $O$ : аллель  $O$  определяет желтую (рыжую) окраску меха, аллель  $o$  – черную.
- Черепаховые кошки гетерозиготны по этому гену, их генотип –  $O/o$ . Желтые и черные пятна у них развиваются в результате случайной инактивации в раннем эмбриогенезе  $X$ -хромосомы с аллелем  $O$  или  $o$ .
- Коты могут быть только гемизиготами  $O/Y$  (рыжие) или  $o/Y$  (черные). Коты черепаховой окраски встречаются крайне редко – они характеризуются хромосомной конституцией  $XXY$  и генотипом  $O/o/Y$ .

