

# Сцепленное наследование. Закон Моргана

## Задачи:

Изучить особенности наследования генов, локализованных в одной хромосоме.

Вывести и сформулировать закон Т.Г. Моргана и научиться решать задачи на этот закон

## *Закон Моргана*



Г. Мендель проследил наследование семи пар признаков у гороха. Многие исследователи, повторяя опыты Менделя, подтвердили открытые им законы. Было признано, что эти законы носят всеобщий характер. Однако в 1906 г. английские генетики В.Бэтсон и Р.Пеннет, проводя скрещивание растений душистого горошка и анализируя наследование формы пыльцы и окраски цветков, обнаружили, что эти признаки не дают независимого распределения в потомстве. Потомки всегда повторяли признаки родительских форм.

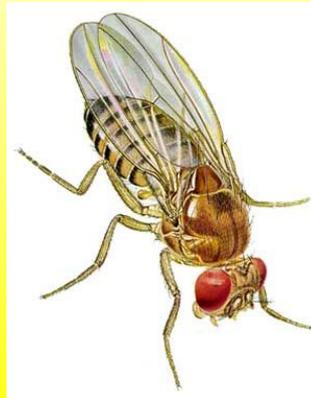
Стало ясно, что не для всех генов характерно независимое распределение в потомстве и свободное комбинирование. Каждый организм имеет огромное количество признаков, а число хромосом невелико. Следовательно, каждая хромосома несет не один ген, а целую группу генов, отвечающих за развитие разных признаков.

## Закон Моргана



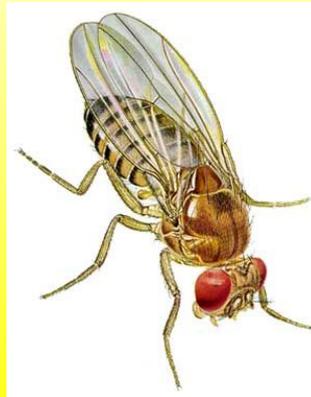
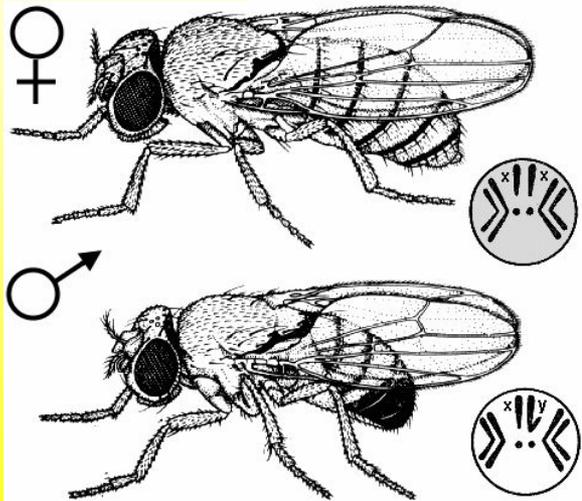
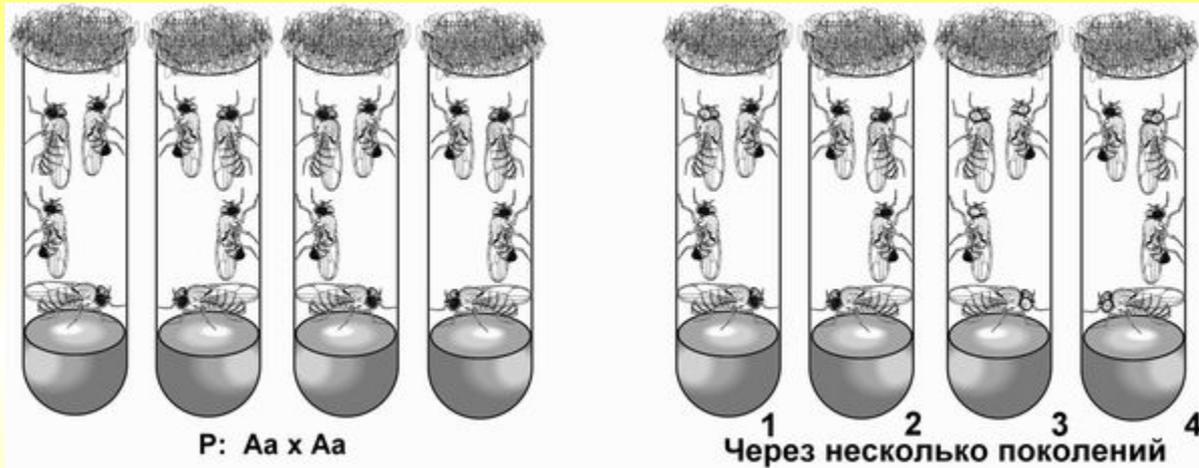
Томас Гент Морган  
(1886 — 1945)

Изучением наследования признаков, гены которых локализованы в одной хромосоме, занимался выдающийся американский генетик Т. Морган. Если Мендель проводил свои опыты на горохе, то для Моргана основным объектом стала плодовая мушка дрозофила. Мушка каждые две недели при температуре 25°C дает многочисленное потомство. Самец и самка внешне хорошо различимы — у самца брюшко меньше и темнее.

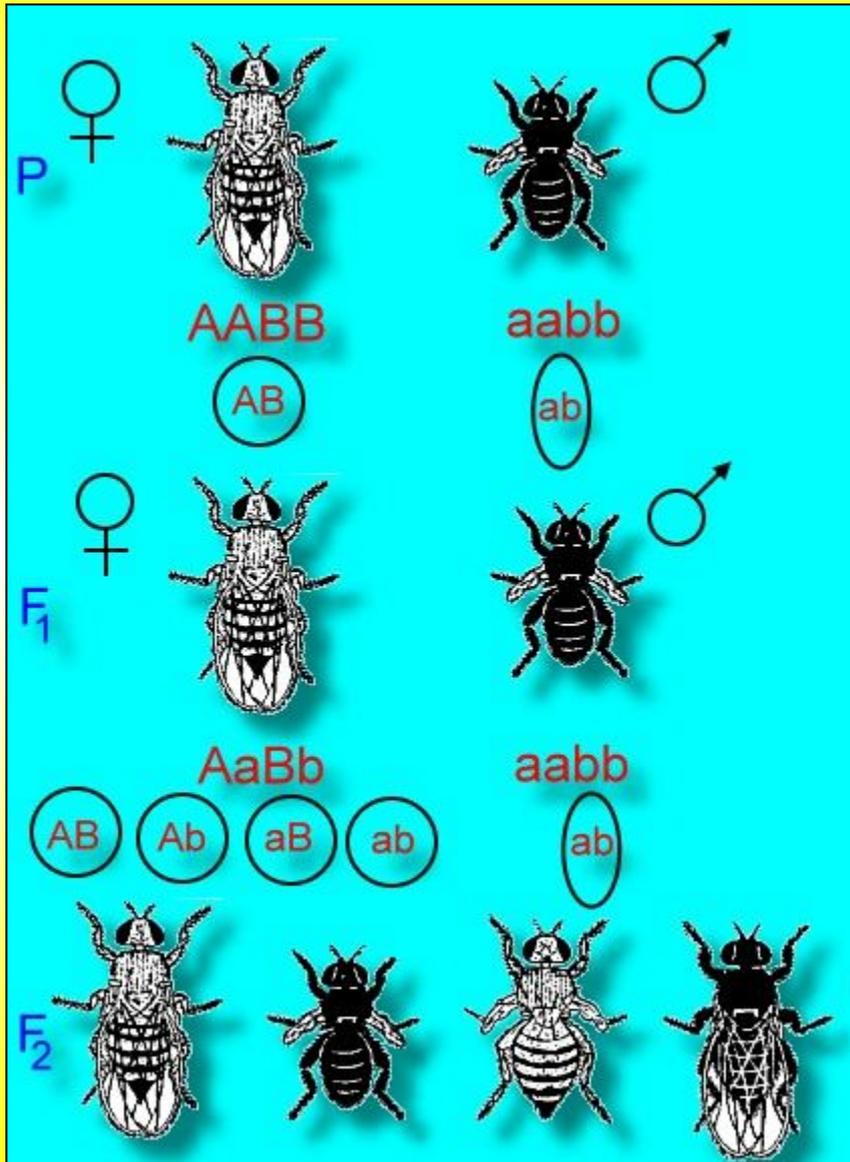


# Закон Моргана

Кроме того, они имеют всего 8 хромосом в диплоидном наборе и отличия по многочисленным признакам, могут размножаться в пробирках на дешевой питательной среде.



## Закон Моргана



Скрещивая мушку дрозофилу с серым телом и нормальными крыльями с мушкой, имеющей темную окраску тела и зачаточные крылья, в первом поколении Морган получал гибридов, имеющих серое тело и нормальные крылья.

При проведении анализирующего скрещивания самки  $F_1$  с самцом, имевшим рецессивные признаки, теоретически ожидалось получить потомство с комбинациями этих признаков в соотношении 1:1:1:1.

## Закон Моргана



Однако в потомстве было 41,5% серых длиннокрылых и 41,5% черных с зачаточными крыльями и лишь незначительная часть мушек имела рекомбинированные признаки (8,5% черные длиннокрылые и 8,5% серые с зачаточными крыльями).

Морган пришел к выводу, что гены, обуславливающие развитие серой окраски тела и длинных крыльев, локализованы в одной хромосоме, а гены, обуславливающие развитие черной окраски тела и зачаточных крыльев, — в другой.

# Закон Моргана



Явление совместного наследования признаков Морган назвал **сцеплением**. Материальной основой сцепления генов является хромосома. Гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются совместно и образуют **одну группу сцепления**.

Поскольку гомологичные хромосомы имеют одинаковый набор генов, количество групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом

**Явление совместного наследования генов, локализованных в одной хромосоме, называют сцепленным наследованием**. Сцепленное наследование генов, локализованных в одной хромосоме, называют **законом Моргана**.

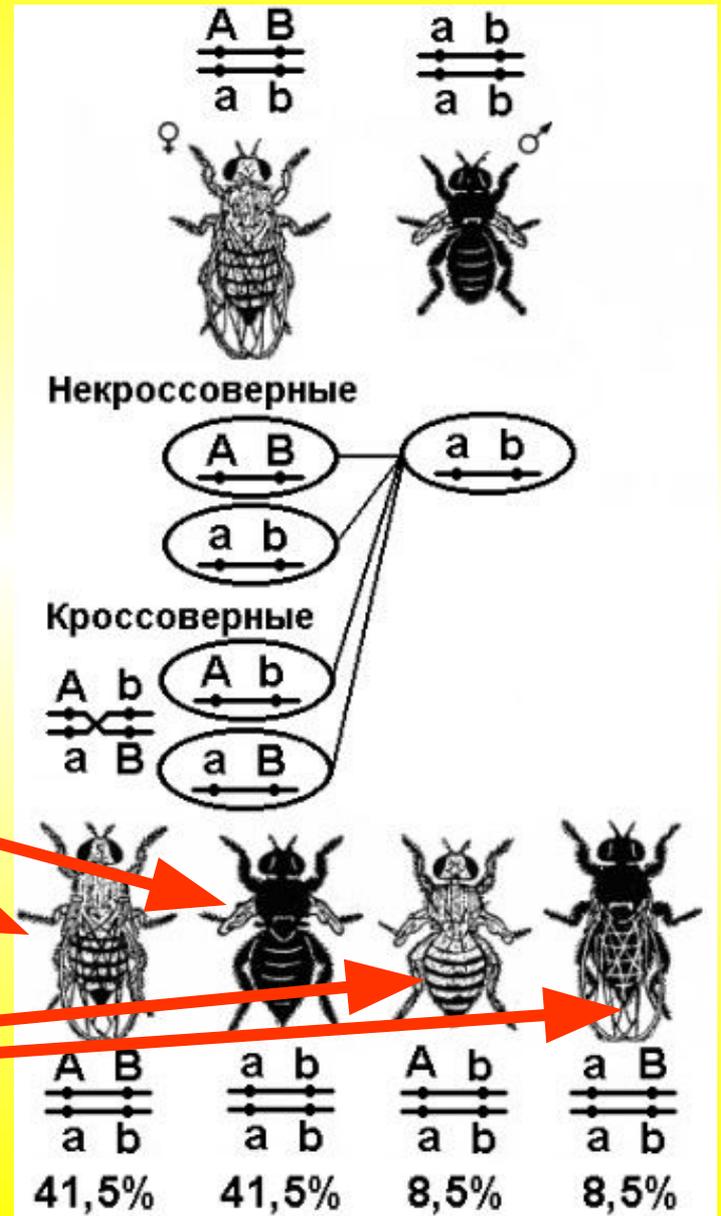
# Закон Моргана

Но если гены окраски тела и формы крыльев локализованы в одной хромосоме, то при данном скрещивании должны были получиться две группы особей, повторяющие признаки родительских форм, так как материнский организм должен образовывать гаметы только двух типов — **AB** и **ab**, а отцовский — один тип — **ab**.

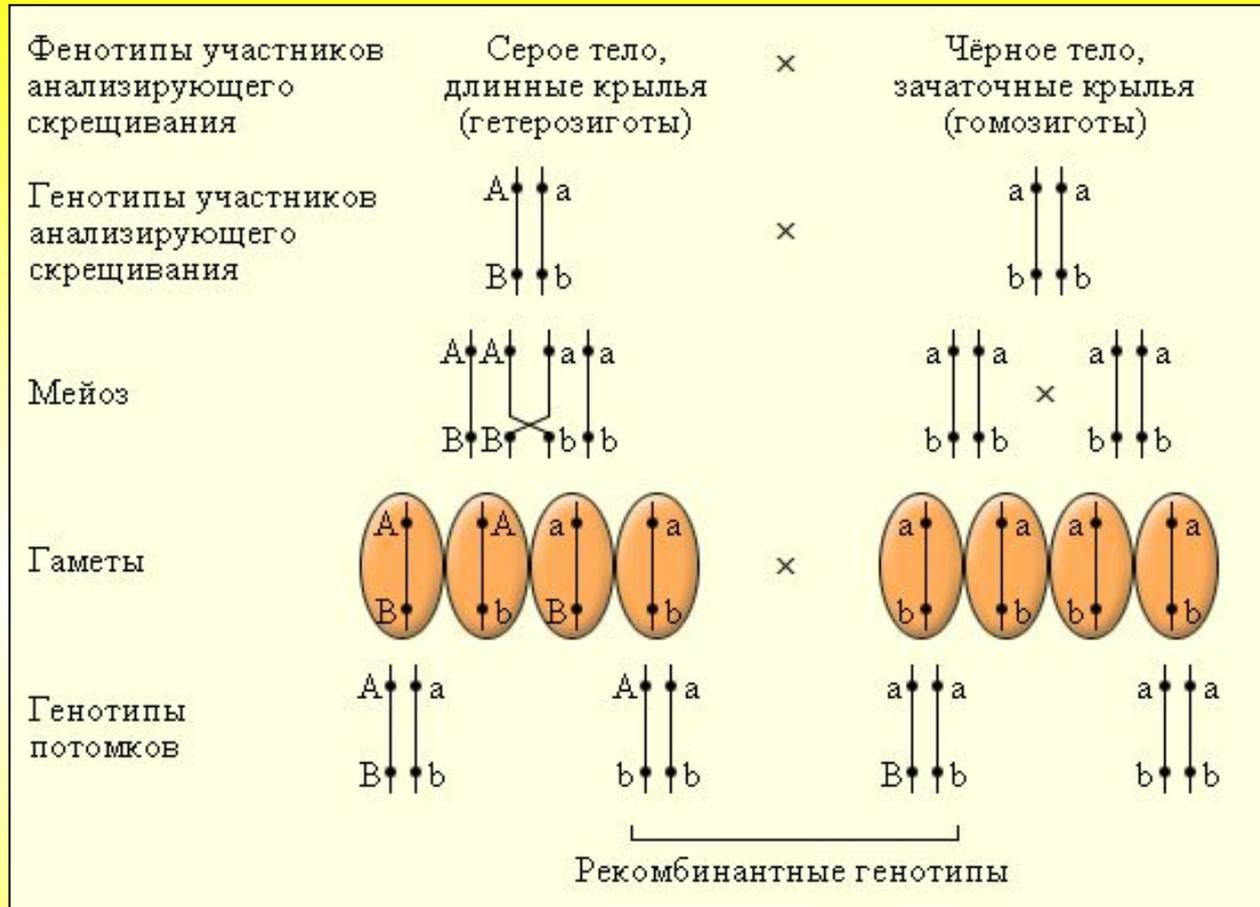
Следовательно, в потомстве должны образовываться две группы особей, имеющих генотипы:

Однако в потомстве появляются особи (пусть и в незначительном количестве) с рекомбинированными признаками.

Каковы причины появления таких особей?

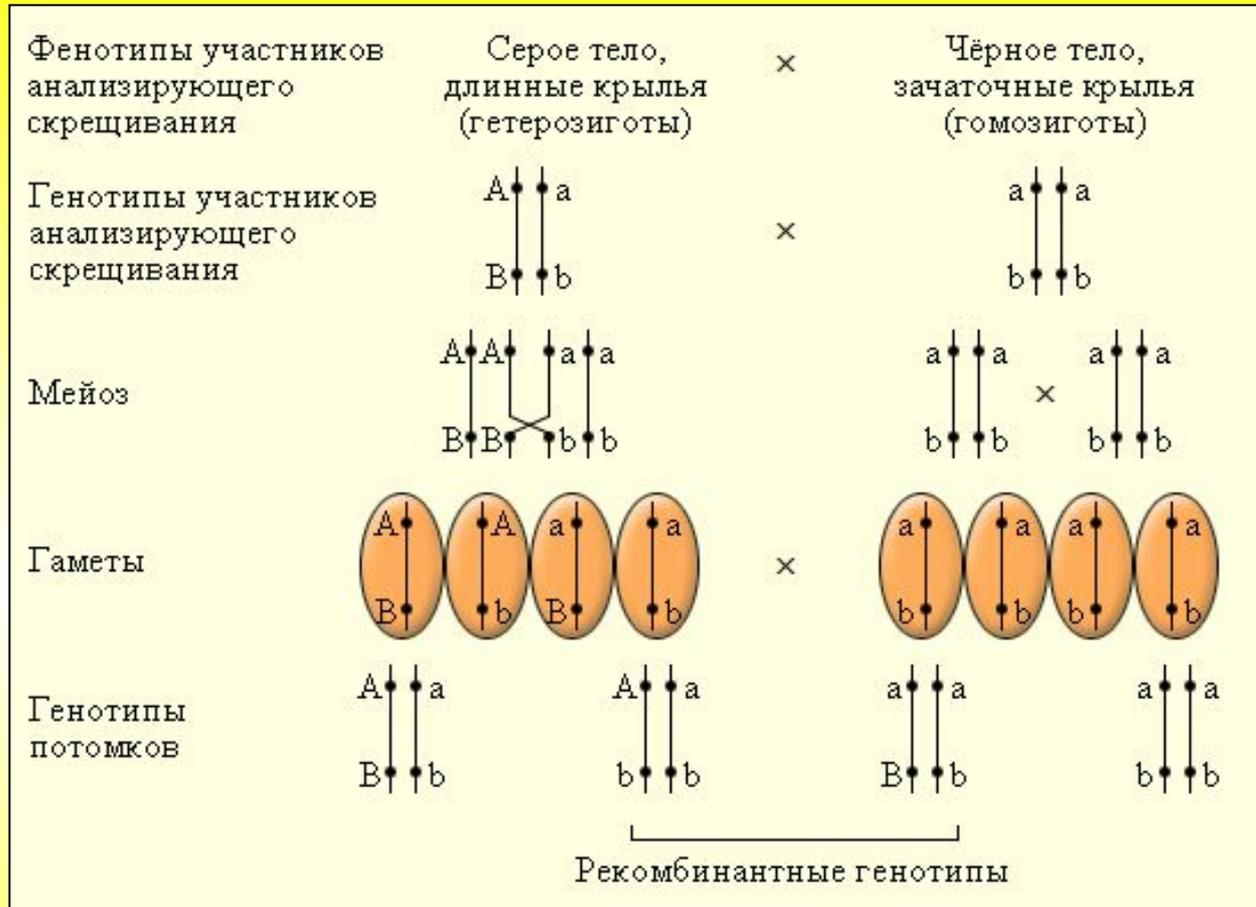


# Закон Моргана



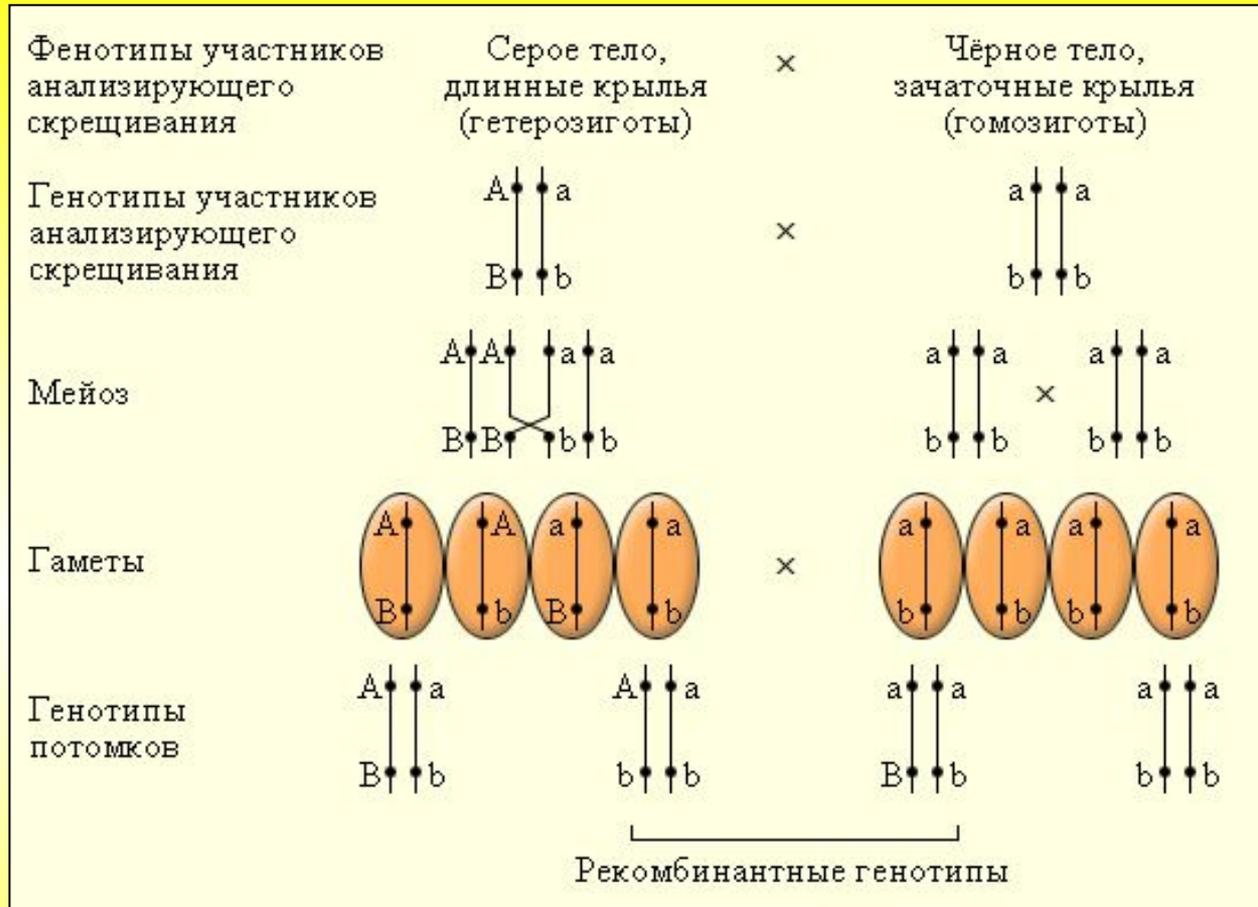
Для объяснения этого факта необходимо вспомнить механизм образования половых клеток — мейоз. В профазе первого мейотического деления гомологичные хромосомы конъюгируют, и в этот момент между ними может произойти обмен участками.

# Закон Моргана



В результате кроссинговера в некоторых клетках происходит обмен участками хромосом между генами **A** и **B**, появляются гаметы **Ab** и **aB**, и, как следствие, в потомстве образуются четыре группы фенотипов, как при свободном комбинировании генов. Но поскольку кроссинговер происходит не во всех гаметах, числовое соотношение фенотипов не соответствует соотношению 1:1:1:1.

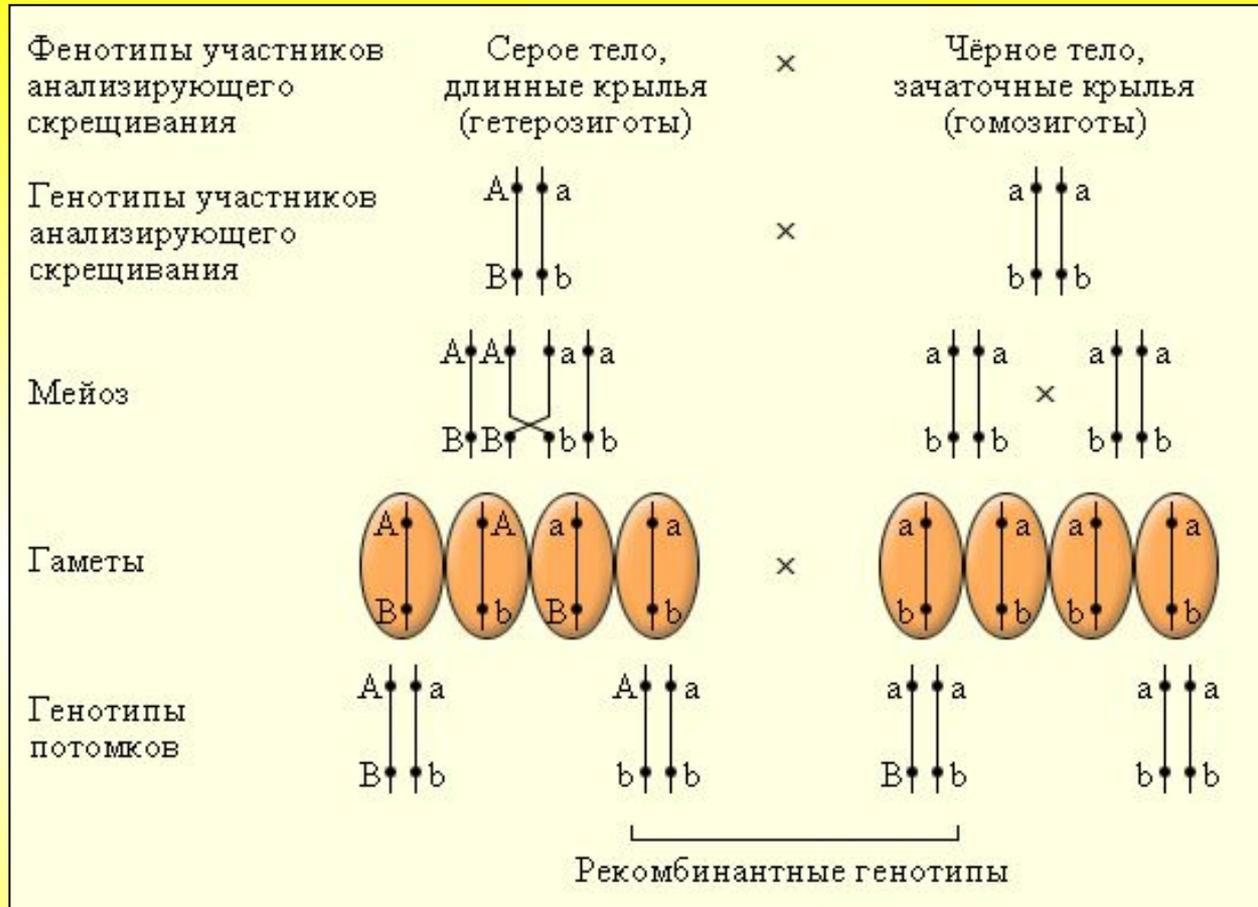
# Закон Моргана



В зависимости от особенностей образования гамет, различают:  
**некроссоверные гаметы** — гаметы с хромосомами, образованными без кроссинговера:

**кроссоверные гаметы** — гаметы с хромосомами, претерпевшими кроссинговер:

# Закон Моргана



Вероятность возникновения перекреста между генами зависит от их расположения в хромосоме: чем дальше друг от друга расположены гены, тем выше вероятность перекреста между ними.

# Генетическая схема

**Дано:**  
 Ген Признак  
 А - серое тело  
 а - черное тело  
 В - норм. крылья  
 в - зачат. крылья

Р ♀  $\frac{AB}{AB}$  x ♂  $\frac{ab}{ab}$   
 Сер.Нор. Черн.Зач.

---

F<sub>1</sub> - ? F<sub>2</sub> - ?

**Решение:**

Р ♀  $\frac{AB}{AB}$  x ♂  $\frac{ab}{ab}$   
 Сер.Нор. Черн.Зач.

Гам.  $\frac{AB}{AB}$   $\frac{ab}{ab}$

F<sub>1</sub> 100%  $\frac{AB}{ab}$   
 Сер.Нор.

♀  $\frac{AB}{ab}$  x ♂  $\frac{ab}{ab}$   
 Сер.Нор. Черн.Зач.

Некроссоверные гаметы

41,5%  $\frac{AB}{AB}$   $\frac{ab}{ab}$

41,5%  $\frac{ab}{ab}$

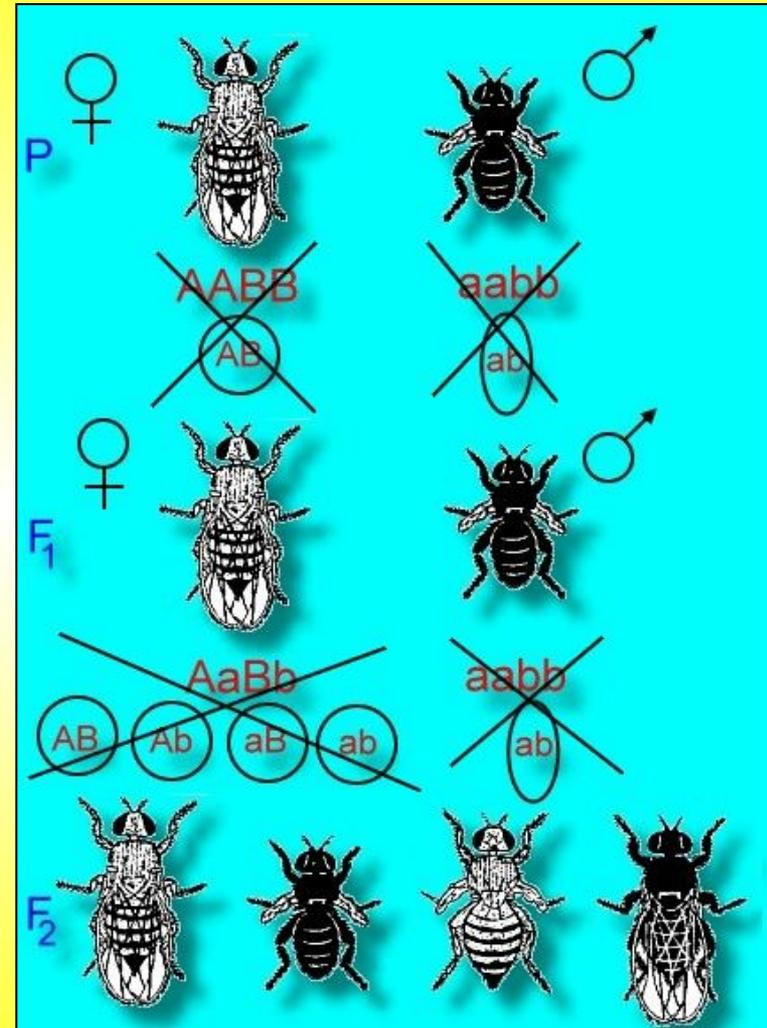
Кроссоверные гаметы

8,5%  $\frac{Ab}{Ab}$

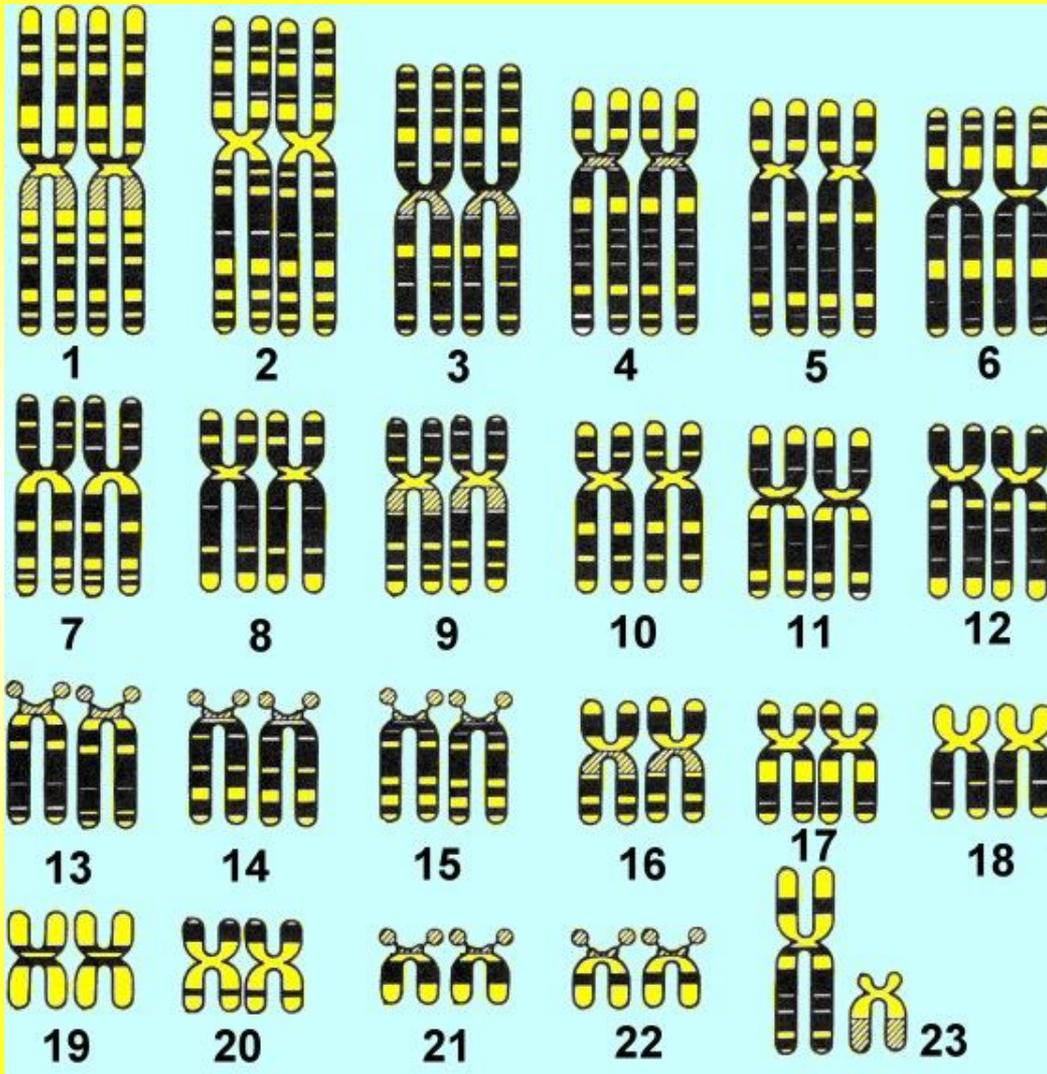
8,5%  $\frac{aB}{aB}$

41,5% 41,5% 8,5% 8,5%

	$\frac{AB}{AB}$	$\frac{ab}{ab}$	$\frac{Ab}{Ab}$	$\frac{aB}{aB}$
$\frac{ab}{ab}$	$\frac{AB}{ab}$ С.Н.	$\frac{ab}{ab}$ Ч.З.	$\frac{Ab}{ab}$ С.З.	$\frac{aB}{ab}$ Ч.Н.



## Генетическая схема



Закон Моргана: «Гены, находящиеся в одной хромосоме образуют группу сцепления и наследуются преимущественно вместе».

Количество групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом, т.к. парные, гомологичные хромосомы несут группы одинаковых генов.

## Закон Моргана



За единицу расстояния между генами, находящимися в одной хромосоме, принят 1 % кроссинговера. Его величина зависит от силы сцепления между генами и соответствует проценту рекомбинантных особей от общего числа потомков, полученных при скрещивании.

Например, в рассмотренном выше анализирующем скрещивании получено 17% особей с перекомбинированными признаками. Следовательно, расстояние между генами серой окраски тела и длинных крыльев (а также черной окраски тела и зачаточных крыльев) равно 17%. В честь Т. Моргана единица расстояния между генами названа *морганидой*. Сила сцепления между генами окраски тела и формы крыльев вычисляется по формуле:

$$100\% - 17\% \text{ кроссоверных гамет} = 83\%$$

## *Повторение:*

1. В каких случаях выполняется закон Моргана?
2. Сколько пар гомологичных хромосом контролируют окраску тела и форму крыльев дрозофилы?
3. Сколько кроссоверных гамет (в %) образуется у дигетерозиготной самки дрозофилы с серым телом и нормальными крыльями?
4. Какое расстояние между генами, контролирующими цвет тела и форму крыльев у дрозофилы?
5. Какова сила сцепления между генами, определяющими цвет тела и форму крыльев у дрозофилы?
6. Сколько кроссоверных гамет образуется у дигетерозиготного самца дрозофилы с серым телом и нормальными крыльями?
7. Сколько групп сцепления у дрозофилы?
8. Какое явление вызывает нарушение закона Моргана?
9. От чего зависит частота кроссинговера между генами, находящимися в одной хромосоме?
10. Генотип особи  $Ac//aC$ . Какие гаметы будут образовываться, если расстояние между генами  $Ac$  – 3 морганиды.