**Хромосомная теория наследования**

**Эксперименты Т. Моргана. Кроссинговер**

Американский генетик Томас Морган изучал закономерности наследования генов, расположенных в одной гомологичной хромосоме.

В экспериментах Морган использовал плодовую мушку дрозофилу, обладающую важными для генетиков качествами: неприхотливостью, плодовитостью, небольшим количеством хромосом (четыре пары), множеством чётко выраженных альтернативных признаков.

У мухи дрозофилы гены, отвечающие за окраску тела и длину крыльев, располагаются в одной хромосоме.

Морган проводил два типа анализирующего скрещивания. При скрещивании рецессивной по обоим признакам самки (чёрной с короткими крыльями) с дигетерозиготным самцом (серым с нормальными крыльями) в потомстве появилось 50 % чёрных мух с короткими крыльями и 50 % мух с серым телом и нормальными крыльями.

Томас Морган



Дрозофила и её хромосомный набор

Значит, гены, расположенные в одной хромосоме, наследовались совместно. Такие гены образуют группу сцепления.

 Явление совместного наследования генов, расположенных в одной хромосоме, Морган назвал сцепленным наследованием.

 Другие результаты получились, когда скрещивали дигибридную самку (серую с нормальными крыльями) с гомозиготным рецессивным самцом (чёрным с короткими крыльями). В этом случае потомство имело четыре фенотипа:

41,5 % — серых с короткими крыльями,

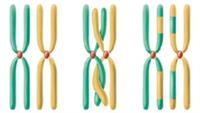
41,5 % — чёрных с нормальными крыльями,

8,5 % — серых с нормальными крыльями,

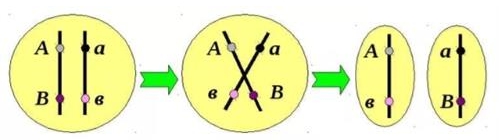
8,5 % — чёрных с короткими крыльями.

Морган пришёл к выводу, что сцепление может быть неполным. Оно нарушается в результате кроссинговера — обмена участками между гомологичными хромосомами.

**Кроссинговер**

В профазе I мейоза происходит конъюгация гомологичных хромосом. Хромосомы сближаются, а затем начинают расходиться и образуют перекрёсты (хиазмы). В процессе конъюгации между некоторыми дочерними хроматидами возможен обмен участками (кроссинговер).

Каждая из образовавшихся хроматид попадает в отдельную гамету. В результате кроссинговера возникают кроссоверные гаметы, хромосомы которых содержат новые комбинации генов.



Организмы, которые возникают в результате слияния кроссоверных гамет, называют рекомбинантными.

 Так как кроссинговер происходит не после каждой конъюгации, то и число кроссоверных гамет всегда меньше числа некроссоверных гамет.

Морган доказал, что частота кроссинговера между гомологичными хромосомами зависит от расстояния между генами в хромосоме. Чем это расстояние больше, тем чаще происходит кроссинговер и тем чаще появляются рекомбинантные организмы.

 Частота рекомбинации (кроссинговера) = число рекомбинантов  :  общее число потомков × 100 %.

Эта величина показывает относительное расстояние между сцепленными генами в хромосоме. За единицу расстояния между генами принимают 1 морганиду (1 % кроссинговера), или процент появления рекомбинантных особей.

**Типы наследования**

В природе существуют два типа наследования нескольких генов: независимое и сцепленное.

Независимое наследование

Независимое наследование происходит, если гены, определяющие неаллельные признаки, расположены в разных парах хромосом.  В этом случае наследование подчиняется третьему закону Менделя: происходит комбинирование генов и признаков во всех возможных сочетаниях. При анализирующем скрещивании дигетерозиготы появляются 4 варианта фенотипов в равных соотношениях.

Пример:

наследование признаков окраски и формы семян у гороха.

В результате скрещивания дигетерозиготных растений AaBb c рецессивными дигомозиготами aabb у потомства наблюдаются четыре фенотипа в одинаковых количествах.



**Сцепленное наследование**

Сцепленное наследование наблюдается, если гены, отвечающие за разные признаки, располагаются в одной паре гомологичных хромосом. Сцепление может быть полным или неполным.

При полном сцеплении гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются вместе.

В этом случае скрещивание дигетерозиготы  и рецессивной дигомозиготы  приводит к появлению двух фенотипов, полностью повторяющих фенотипы родителей.

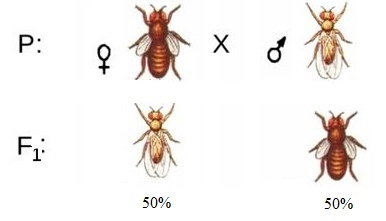
Дигетерозигота образует два вида гамет:  и , а дигомозигота — один .

У потомства генотипы такие же, как у родителей:   и  — поэтому и фенотипы  совпадают.

Пример:

скрещивание рецессивной дигомозиготной самки дрозофилы с дигетерозиготным самцом.

При скрещивании рецессивной по обоим признакам самки, имеющей тёмное тело и короткие крылья, с дигетерозиготным доминантным  самцом образовалось 50 % серых мух с длинными крыльями и 50 % мух с тёмным телом и короткими крыльями.



Неполное сцепление генов наблюдается, если гены расположены в хромосоме далеко друг от друга. При скрещивании дигетерозиготы и рецессивной гомозиготы получается 4 класса различных фенотипов. При этом происходит образование новых генотипов, полностью отличающихся от родительских.

В этом случае в процесс образования гамет вмешивается кроссинговер.

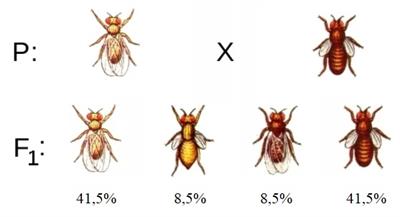
Дигетерозигота  образует не два, а четыре вида гамет: некроссоверные — ,  (больше) и кроссоверные — ,  (меньше).

При их соединении с гаметами дигомозиготы  образуются четыре генотипа и четыре фенотипа: в большем количестве — нерекомбинанты    и  , в меньшем количестве — рекомбинанты    и  .

Пример:

скрещивание дигетерозиготной самки дрозофилы с дигомозиготным самцом.

Если скрещивают дигибридную самку с гомозиготным рецессивным самцом, то в результате образуется потомство: 41,5 % — серых с длинными крыльями, 41,5 % — серых с короткими  крыльями, 8,5 % — тёмных с длинными крыльями, 8,5 % — тёмных с короткими крыльями.



Установлено, что чем меньше расстояние между исследуемыми генами в родительской хромосоме, тем выше вероятность их полного сцепленного наследования. Соответственно, чем дальше друг от друга они располагаются, тем чаще происходит перекрест при мейозе.

**Хромосомная теория наследственности**

На основании проведённых экспериментов Т. Морган сформулировал закон сцепленного наследования.

Гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются вместе, образуя группу сцепления, и сила сцепления между ними обратно пропорциональна расстоянию между этими генами.

Этот закон был положен в основу хромосомной теории наследственности.

Каждый ген имеет в хромосоме определённый локус.

Гены в хромосоме расположены линейно в определённой последовательности.

Гены одной хромосомы сцеплены, поэтому наследуются преимущественно вместе.

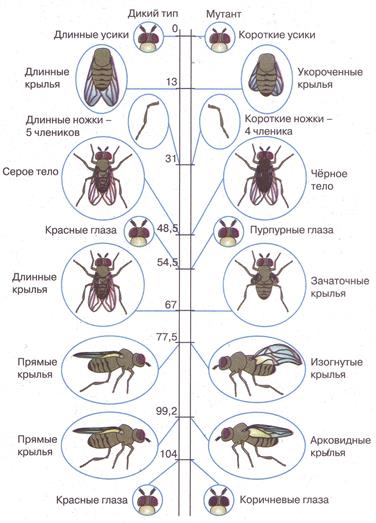
Частота кроссинговера между генами равна расстоянию между ними.

Генетические карты хромосом

Генетическая карта — это схема взаимного расположения и относительных расстояний между генами определённых хромосом, находящихся в одной группе сцепления.

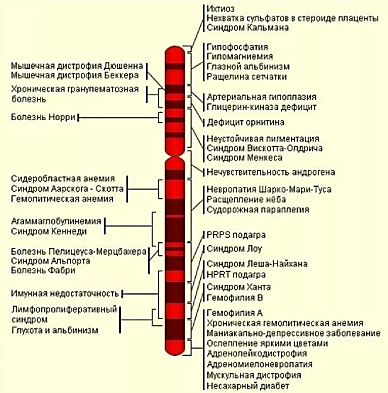
Она представляет собой отрезок прямой, на котором нанесён порядок расположения генов и указано расстояние между ними в морганидах.

Генетические карты хромосом составлены для многих видов организмов: насекомых (дрозофила, комар, таракан и др.), грибов (дрожжи, аспергилл), для бактерий и вирусов.



Генетическая карта хромосомы дрозофилы

Генетические карты человека используются в медицине при диагностике ряда тяжёлых наследственных заболеваний.



Генетическая карта X-хромосомы человека