

ГАОУ СПО РК « Керченский медколледж им. Г.К.Путинцевой »

# Хромосомная теория наследственности

Преподаватель: Путинцева Г.И.

# План лекции

1. Хромосомная теория наследственности Т.Г. Моргана
2. Линейное расположение генов в хромосомах.
- 3 Сцепленные гены. Кроссинговер.
4. Карты хромосом человека.

Хромосомная теория  
наследственности  
Т.Г. Моргана

## **1. Хромосомная теория наследственности.**

*В 1902 У.Сеттон в США, и Т.Бовери в Германии выдвинули хромосомную гипотезу наследственности, согласно которой менделевские наследственные факторы (название впоследствии генами) локализованы в хромосомах. Дальнейшее обоснование Хромосомная теория наследственности принадлежит американскому генетику Т. Х. Моргану.*



# Морган Томас Хант (1866-1945 гг.)



За труды по изучению наследственности в 1933 г. Морган получил Нобелевскую премию.

**Разработал хромосомную теорию наследственности, основные положения которой открыли путь его последователям к новым исследованиям и привели к расцвету цитогенетики, т. е. клеточной и биохимической генетики.**

**ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ**

- Гены располагаются в хромосомах; различные хромосомы содержат неодинаковое число генов, причём набор генов каждой из негомологичных хромосом уникален.

- Каждый ген имеет определённое место (локус) в хромосоме; в идентичных локусах гомологичных хромосом находятся аллельные гены.

- Гены расположены в хромосомах в определённой линейной последовательности.

- Гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются совместно, образуя группу сцепления; число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом и постоянно для каждого вида организмов.

- Сцепление генов может нарушаться в процессе кроссинговера.

- Частота кроссинговера зависит от расстояния между генами (прямая зависимость).

- Каждый вид имеет характерный только для него кариотип.



Гены, расположенные в одной паре гомологичных хромосом наследующиеся единой группой. Морган назвал ее группой сцепления. Совместное наследование генов, ограничивающее свободное их комбинирование, называют сцеплением генов.

Гены в гомологичных хромосомах расположены в одном и том же порядке у всех людей. Но аллели (альтернативные состояния этих генов) могут различаться в гомологичных хромосомах.

*Чем больше расстояние между генами, тем выше вероятность рекомбинации между ними. Впервые это предположил и доказал Морган.*

*Т.Морган предположил, что частота кроссинговера показывает относительное расстояние между генами: чем чаще осуществляется кроссинговер, тем далее отстоят гены друг от друга в хромосоме, чем реже кроссинговер, тем они ближе друг к другу.*





Морган провел количественное исследование рекомбинации на дрозофилах. Он исследовал сцепленные гены, определяющие цвет тела, цвет глаз и форму крыльев. Все эти гены находятся в X-хромосоме, то есть у самок две X-хромосомы, а у самцов – одна.

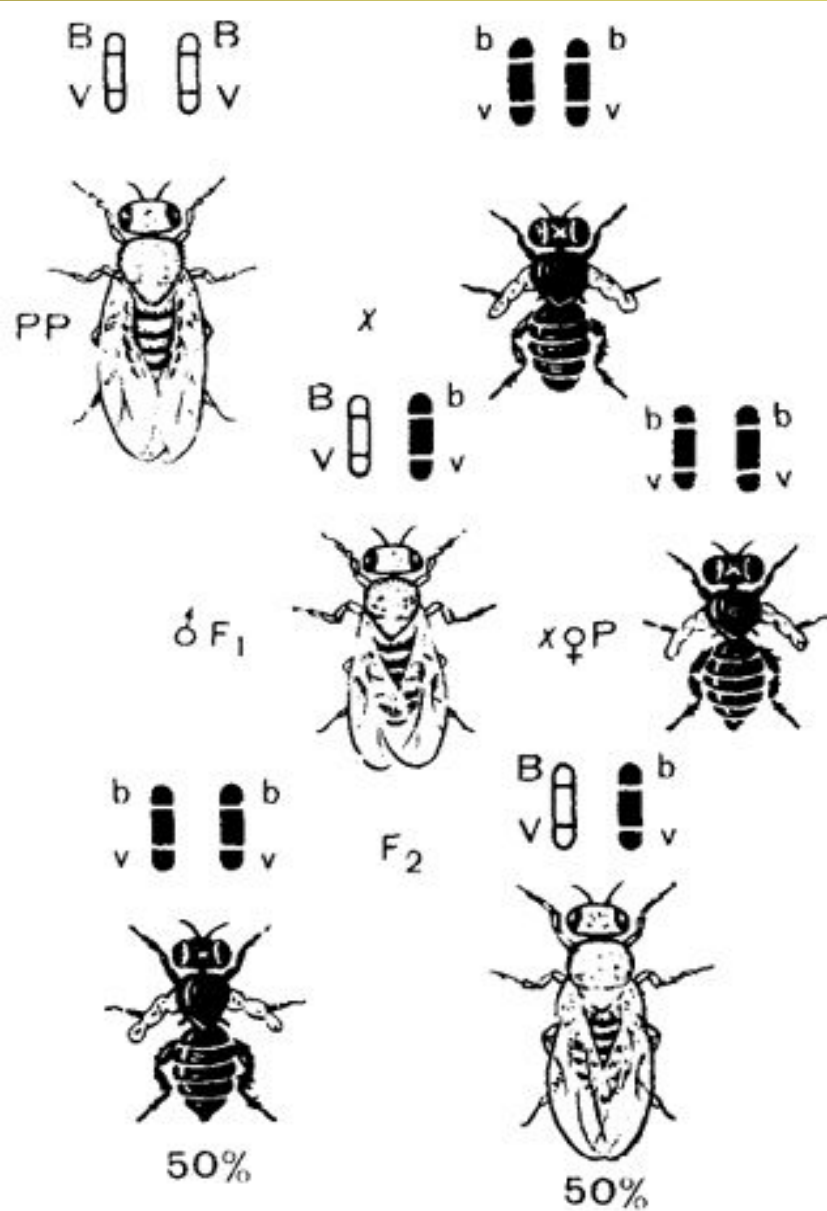
Самки, гетерозиготные по всем трем генам, были скрещены с самцами, несущими рецессивные аллели этих генов. Так как самки были гетерозиготны, они обладали признаками дикого типа. Самцы, у которых второй X-хромосомы нет, имели рецессивные признаки – желтый цвет тела (рецессивный аллель  $y$ , yellow), белые глаза (рецессивный аллель  $w$ , white) и расщепленные крылья (рецессивный аллель  $bi$ , bifid),

Морган определил, что маркеры эти наследуются практически одним блоком – это явление и было названо генетическим сцеплением. При наследовании единым блоком самки в потомстве должны были получаться двух классов, смотря какую мамину хромосому получит дочь: либо гетерозиготные по всем трем генам, -  $yY$ ,  $wW$ ,  $biBi$  (если получили от матери доминантные гены), либо гомозиготные по всем трем рецессивным генам -  $yy$ ,  $ww$ ,  $bibi$  (если получили от матери хромосому с рецессивными генами). Однако иногда гены из одной группы сцепления все же наследуются отдельно, то есть появляются также и самки с другими генотипами

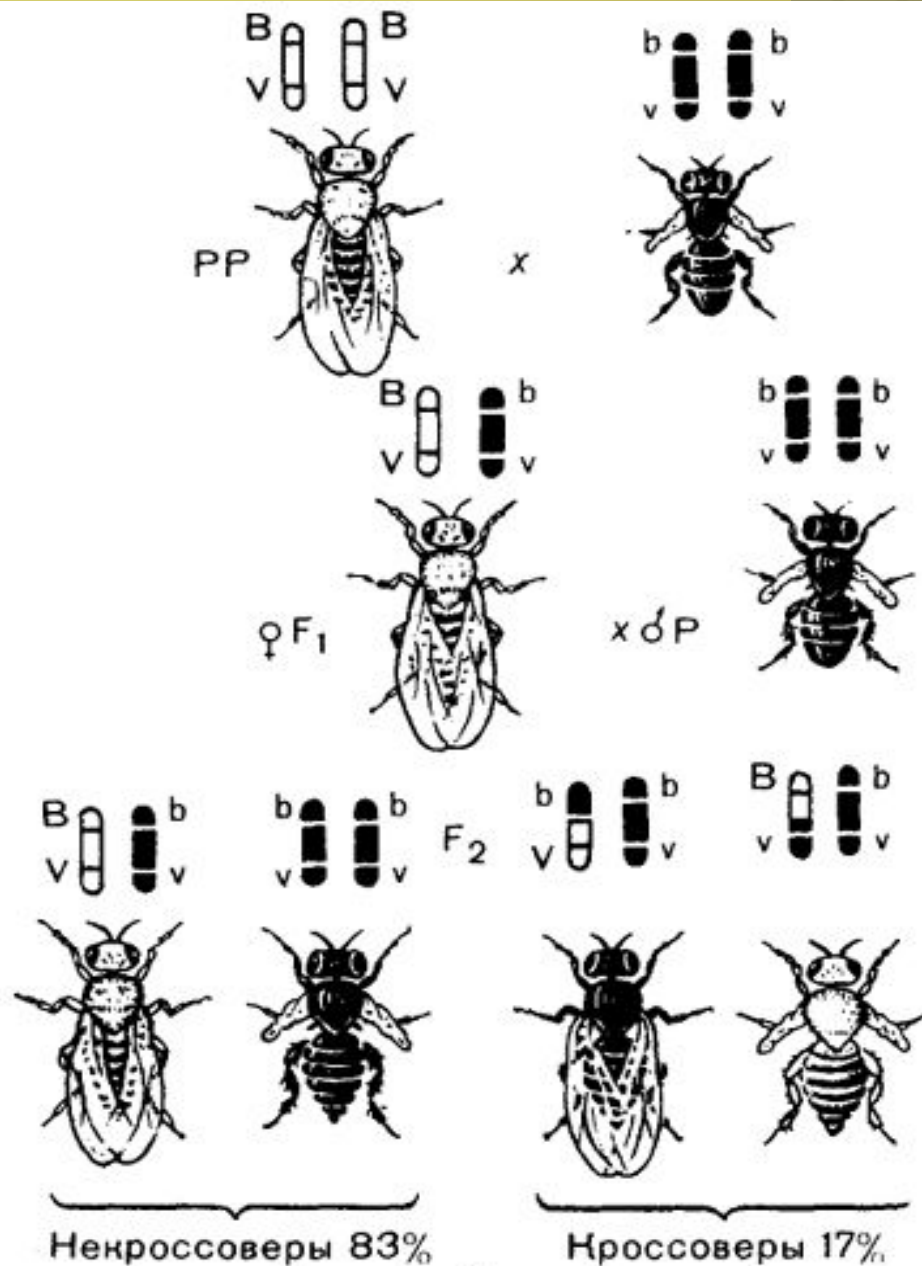
Например, с набором  $Yy, b_i b_i$ , то есть получившие от матери сочетание аллеля  $Y$  и аллеля  $b_i$ . Частота изменения комбинации маркеров  $y$  (желтый цвет тела) и  $b_i$  (расщепленные крылья) составила 4,7%. То есть на 1000 мух таких было 47. Доля рекомбинантов между маркерами  $y$  (желтое тело) и  $w$  (белые глаза) была равна 1,2%, а между маркерами  $w$  (белые глаза) и  $b_i$  (расщепленные крылья) - 3,5%. Морган определил, что маркеры эти наследуются практически одним блоком – это явление и было названо генетическим сцеплением. При наследовании единым блоком самки в потомстве должны были получаться двух классов, смотря какую мамину хромосому получит дочь: либо гетерозиготные по всем трем генам, -  $yY, wW, b_i B_i$  (если получили от матери доминантные гены), либо гомозиготные по всем трем рецессивным генам -  $yy, ww, b_i b_i$  (если получили от матери хромосому с рецессивными генами). Однако иногда гены из одной группы сцепления все же наследуются раздельно, то есть появляются также и самки с другими генотипами. Например, с набором  $Yy, b_i b_i$ , то есть получившие от матери сочетание аллеля  $Y$  и аллеля  $b_i$ . Частота изменения комбинации маркеров  $y$  (желтый цвет тела) и  $b_i$  (расщепленные крылья) составила 4,7%. То есть на 1000 мух таких было 47. Доля рекомбинантов между маркерами  $y$  (желтое тело) и  $w$  (белые глаза) была равна 1,2%, а между маркерами  $w$  (белые глаза) и  $b_i$  (расщепленные крылья) - 3,5%. Несложно заметить, что  $3,5\% + 1,2\% = 4,7\%$ . Если считать, что процент рекомбинации отражает расстояние между генами, то это означает, что гены могут быть расположены только линейно и никак иначе.







a



b



**P:**



**x**



**серое тело**  
**нормальные крылья**  
**(дикая форма)**

**чёрное тело**  
**короткие крылья**  
**(мутантная форма)**

**G:**

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



**100%**

**серое тело**  
**нормальные крылья**  
**(гетерозиготы)**

P:



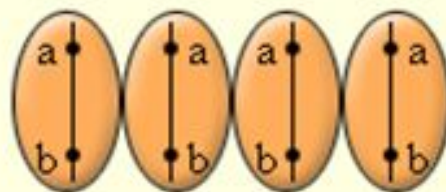
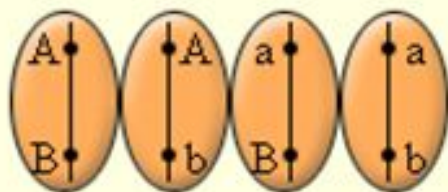
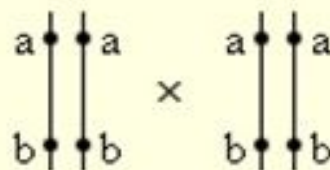
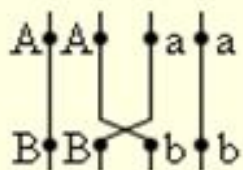
x



серое тело  
нормальные крылья  
(гетерозиготы)

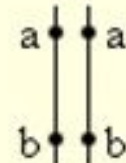
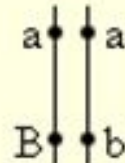
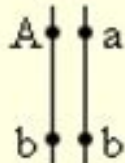
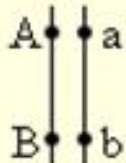
чёрное тело  
короткие крылья

G:



x

F<sub>1</sub>:



Рекомбинантные генотипы



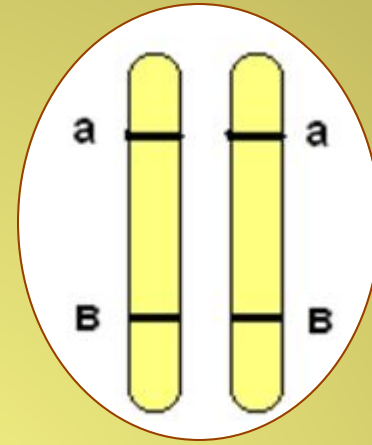
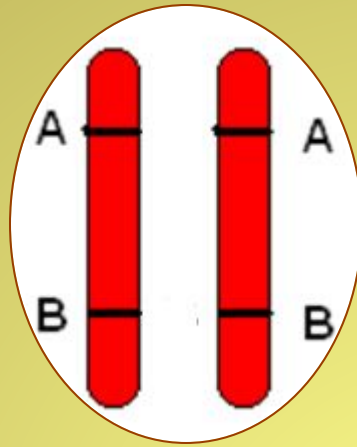
41,5%

8,5%

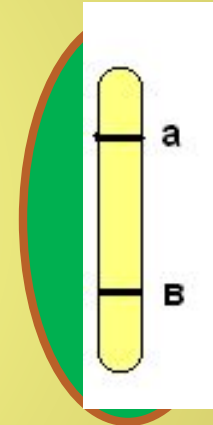
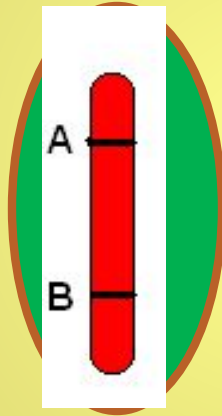
8,5%

41,5%

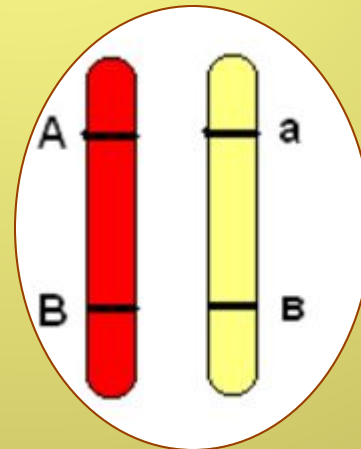
P:



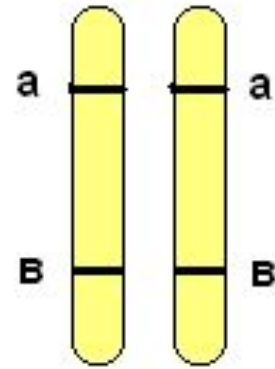
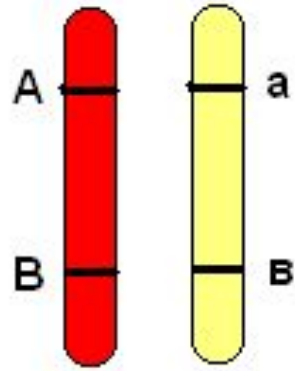
G:



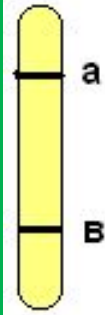
F<sub>1</sub>:



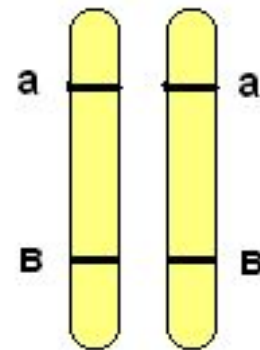
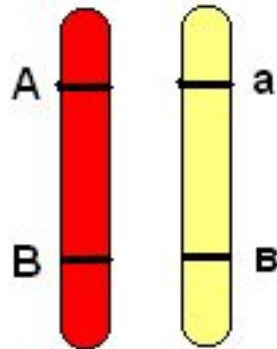
P:



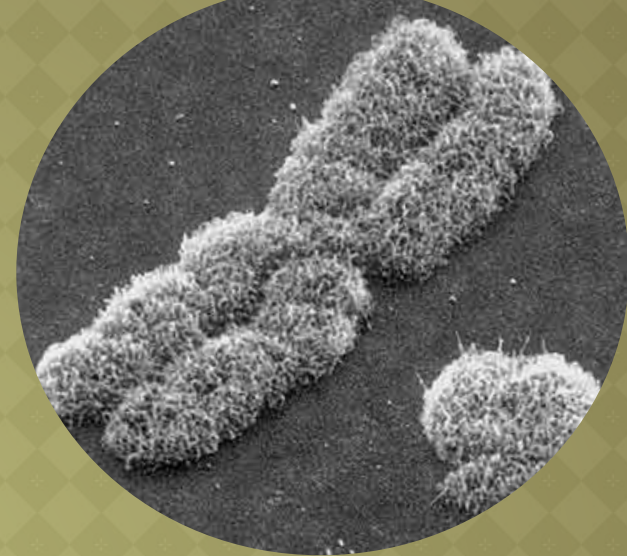
G:



F<sub>1</sub>:







**СЦЕПЛЕННОЕ  
НАСЛЕДОВАНИЕ.  
ЗАКОН МОРГАНА.**

Явление сцепления генов, локализованных в одной хромосоме, называется законом Моргана.

- Гены, расположенные в одной паре гомологичных хромосом, наследуются вместе.
- Явление совместного наследования генов, локализованных в одной хромосоме, называется сцепленным наследованием.



Сцепленное наследование признаков возникает благодаря сцеплению генов.

Сцепление генов – совместная передача двух или более генов от родителей потомкам.

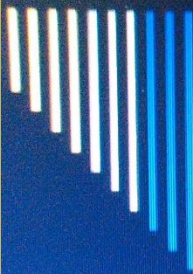
Объясняется тем, что эти гены лежат в одной хромосоме, то есть принадлежат одной группе сцепления и поэтому не могут случайно рекомбинироваться в мейозе, как это бывает при наследовании генов, лежащих в разных хромосомах.



**Сцепление генов было открыто в 1906 английскими генетиками У. Бэтсоном и Р. Пеннетом, обнаружившими в опытах по скрещиванию растений у некоторых генов тенденцию передаваться совместно и тем самым нарушать закон независимого комбинирования признаков.**

**Объяснение этому дали Т. Морган и сотрудники, обнаружившие аналогичное явление при изучении наследования признаков у дрозофилы.**





При полном сцеплении генов гены, лежащие в одной группе сцепления, всегда наследуются совместно (сцеплено). Это полное сцепление. Расстояние между генами равно 0 Морганид.

При неполном сцеплении генов гены, лежащие в одной группе сцепления, не всегда наследуются совместно (сцеплено). Это неполное сцепление. Расстояние между генами больше, чем 0 Морганид.

*Как при полном, так и при неполном сцеплении законы Г.Менделя нарушаются.*

# Нарушение сцепления

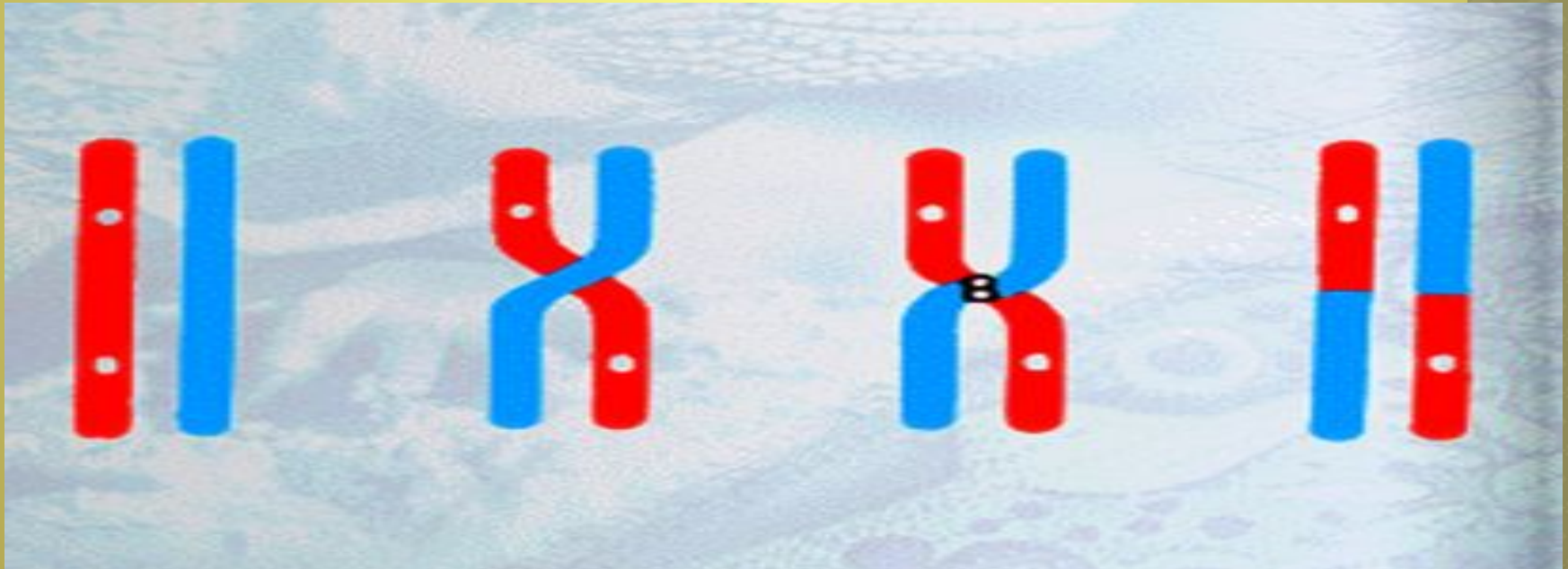
Перекомбинация генов обусловлена тем, что в процессе мейоза при конъюгации(сближении) гомологичных хромосом они иногда обмениваются своими участками, т.е. между ними происходит перекрест (кроссинговер).

Мейоз - период созревания гамет - половых клеток.

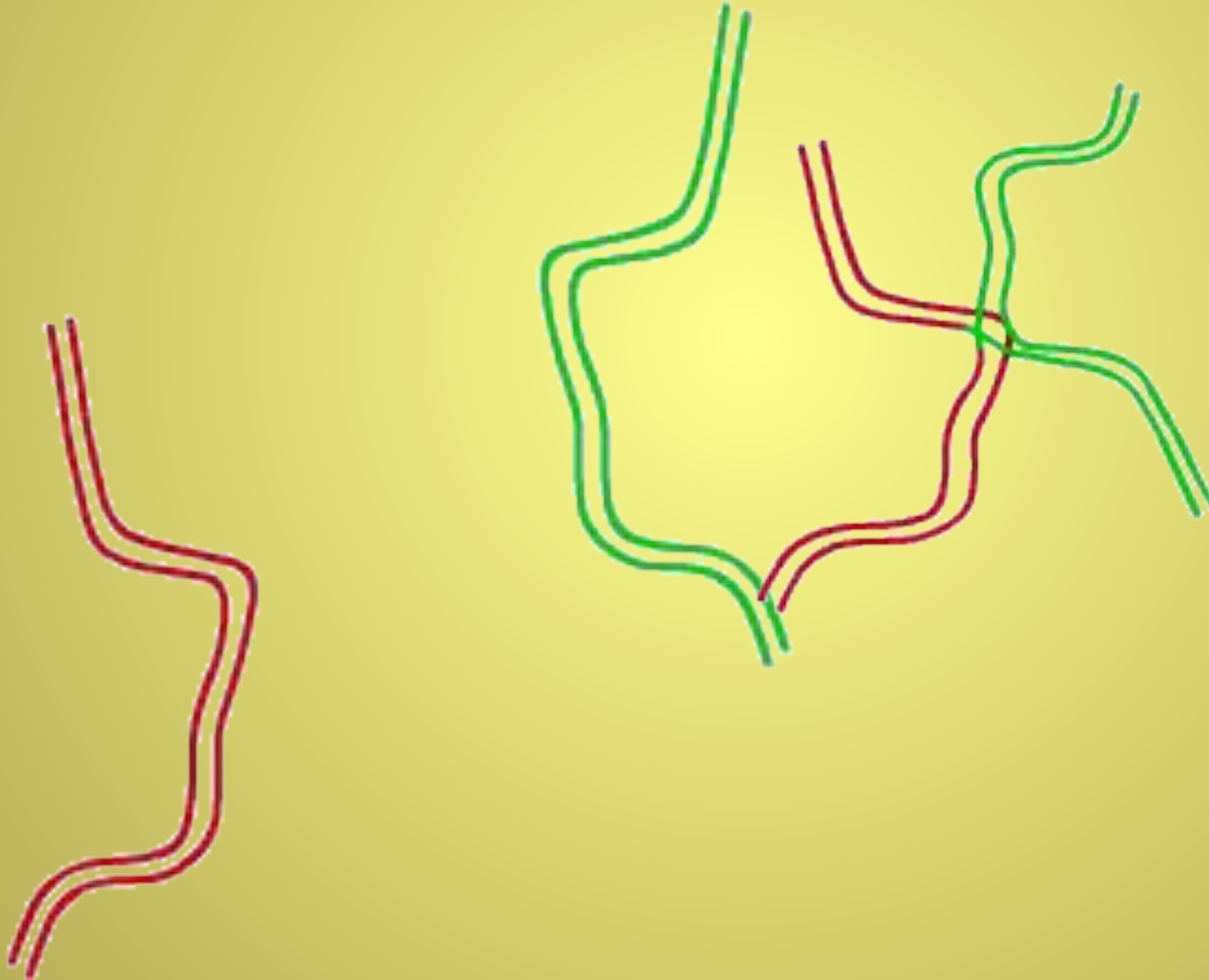


# Схема перекреста хромосом

**КРОССИНГОВЕР** (англ. *crossing-over*), взаимный обмен участками гомологичных (парных) хромосом, приводящий к перераспределению (рекомбинации) локализованных в них генов.



# КОНЬЮГАЦИЯ И КРОССИНГОВЕР



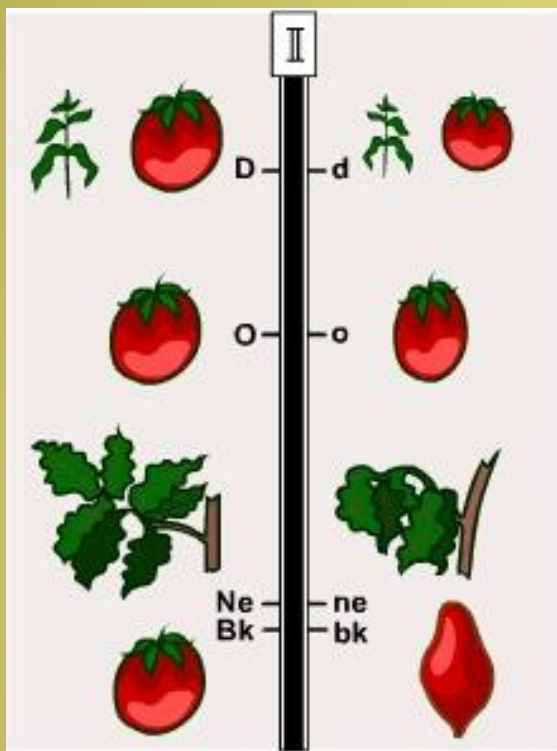


## Генетические карты хромосом.

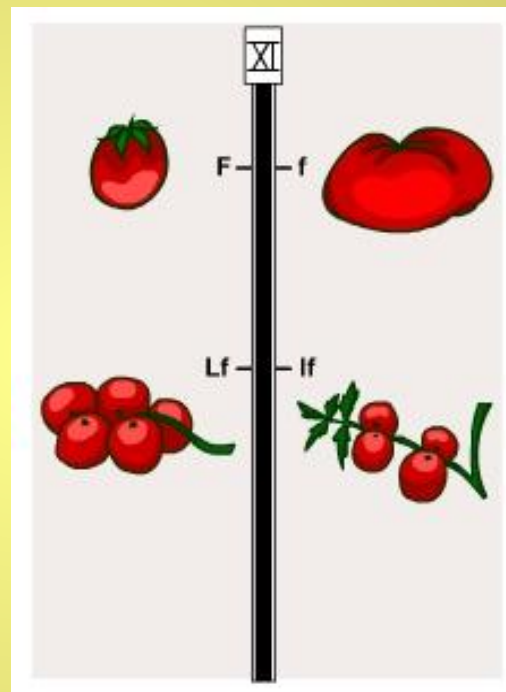
Генетические карты хромосом — схемы относительного расположения генов в хромосомах, позволяющие предсказывать характер наследования изучаемых признаков организмов.

Генетические карты хромосом отображают реально существующий линейный порядок размещения генов в хромосомах.

# Генетическая карта томата



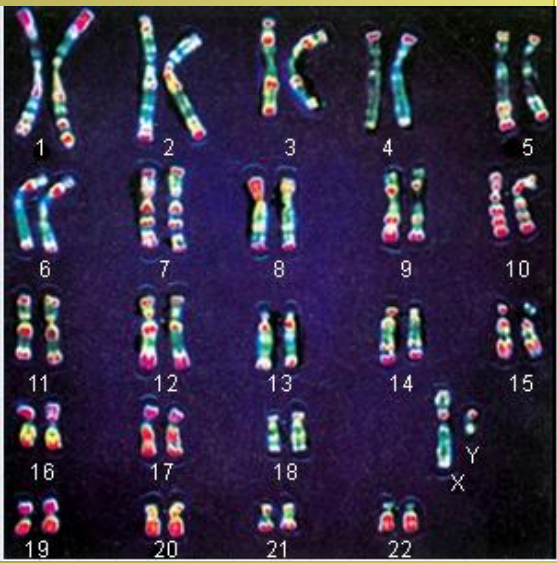
**D** - растение нормальной высоты,  
**d** - карликовое растение;  
**O** - округлый плод,  
**o** - овальный плод;  
**Ne** - нормальные листья,  
**ne** - поражённые болезнью;  
**Bk** - круглый плод,  
**bk** - плод с заострённым концом



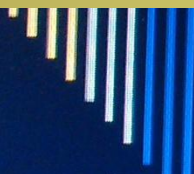
**F** - гладкий плод,  
**f** - ребристый плод;  
**Lf** - соцветие необлиственное,  
**lf** - соцветие облиственное



# Карта Х-хромосомы человека







## Цитогенетические карты хромосом.

Цитогенетические карты хромосом - схематическое изображение хромосом с указанием мест фактического размещения отдельных генов, полученное с помощью цитологических методов.

*Сопоставление цитологических карт хромосом с генетическими показало, что физическое расстояние между генами в хромосомах не соответствует генетическому (частота кроссинговера неодинакова в разных участках хромосом), поэтому плотность распределения генов на цитологических и генетических картах хромосом различна.*





Методы картирования хромосом человека.

Генетическое картирование.  
Цитогенетическое картирование.  
Физическое картирование.

Анализ явлений сцепленного наследования, кроссинговера, сравнение генетической и цитологической карт позволяют сформулировать

## **основные положения хромосомной теории наследственности:**

- Гены локализованы в хромосомах. При этом различные хромосомы содержат неодинаковое число генов. Кроме того, набор генов каждой из негомологичных хромосом уникален.
- Аллельные гены занимают одинаковые локусы в гомологичных хромосомах.
- Гены расположены в хромосоме в линейной последовательности.
- Гены одной хромосомы образуют группу сцепления, то есть наследуются преимущественно сцепленно (совместно), благодаря чему происходит сцепленное наследование некоторых признаков. Число групп сцепления равно гаплоидному числу хромосом данного вида (у гомогаметного пола) или больше на 1 (у гетерогаметного пола).
- Сцепление нарушается в результате кроссинговера, частота которого прямо пропорциональна расстоянию между генами в хромосоме (поэтому сила сцепления находится в обратной зависимости от расстояния между генами).
- Каждый биологический вид характеризуется определенным набором хромосом — кариотипом.