



КЕМЕРОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ
ИНСТИТУТ

ТЕМА 5. Сцепленное наследование. Закон Т. Моргана

План



1. Сцепленное наследование. Перекрест хромосом.
2. Частота перекреста и линейное расположение генов в хромосоме.
3. Одинарный и множественный перекрест хромосом.
4. Факторы влияющие на кроссинговер.
5. Основные положения хромосомной теории наследственности.
6. Генетические и цитологические карты хромосом.





В 1906 г. английские генетики У. Бетсон и Р. Пеннет при изучении наследования окраски цветка и формы пыльцевых зерен у душистого горошка (*Lathyrus odoratus*) обнаружили отклонения от правила независимого комбинирования признаков.



У. Бетсон



Р. Пеннет



Наследование цветка и формы пыльцевых зерен у душистого горошка

- P – пурпурные цветки
- p – красные цветки
- L – удлиненная пыльца
- l – круглая пыльца

P ♀ PPLL x ♂ ppll



- F1: PpLl – пурпурные цветки и удлиненная пыльца
- F2: P-L- – 69,5 %
P-l- – 5,6 %
pp-L- – 5,6 %
ppll – 19,3 %

Соотношение 9:3:3:1 отсутствует

Это явление в дальнейшем назвали **сцеплением генов**. Сцепленное наследование подробно изучили Т.Х. Морган, А. Стертевант, Г. Мелллер и К. Бриджес

1. Сцепленное наследование. Перекрест хромосом

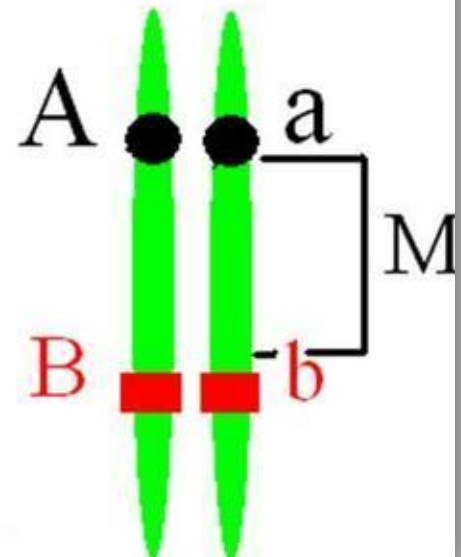


В 1910 г. Т. Морган обнаружил подобные явления у плодовой мушки дрозофилы.

На основании многочисленных фактов он пришёл к выводу, что **сцепление генов является следствием нахождения их в одной хромосоме, поэтому они не подчиняются установленному Г. Менделем правилу независимого комбинирования.**



Т. Морган



1. Сцепленное наследование. Перекрест хромосом

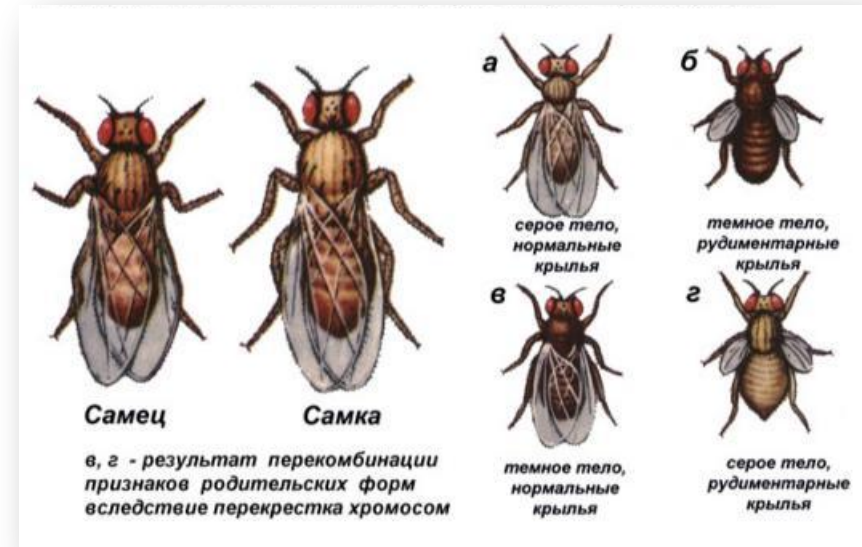


Наследование окраски тела и длины крыльев у плодовой мушки дрозофилы

- А - серое тело
- а - чёрное тело
- В - длинные крылья
- в - зачаточные крылья

P ♀ **ААВВ** х ♂ **аавв**

F1 АаВв – серое тело и зачаточные крылья



Самка, имевшая серое тело и нормальные крылья была скрещена с самцом, имеющим черное тело и зачаточные крылья. Все мухи первого поколения имели серое тело и длинные крылья.

1. Сцепленное наследование. Перекрест хромосом



Далее ставились анализирующие скрещивания, в одном из которых дигетерозиготным был самец, а гомозиготной самка, в другом скрещивании – наоборот.

Если дигетерозиготой был самец, то в потомстве наблюдалось соотношение **1:1**

P2 ♀ aаВВ х ♂ АаВв

F2 : АаВв – 50 %
ааВВ – 50 %

Сцепление полное



В ходе этого эксперимента Морган пришёл к выводу, что у самцов дрозофилы перекрёст хромосом не происходит

1. Сцепленное наследование. Перекрест хромосом



Если при реципрокном скрещивании дигетерозиготой была самка, то в потомстве наблюдалось следующее соотношение фенотипов в потомстве:

P2 ♀ AaBb x ♂ aabb

F2 :
AABb - 41,5 %
нерекомбинантные
AaBb – 41,5 % нерекомбинантные
Aabb – 8,5 % рекомбинантные
aaBb – 8,5 % рекомбинантные

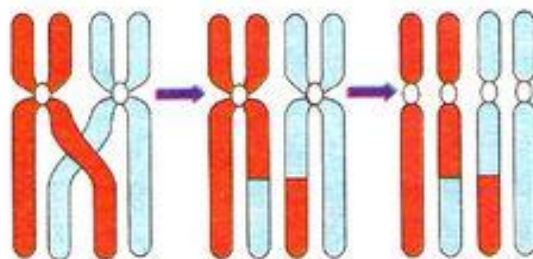


Сцепление неполное

1. Сцепленное наследование. Перекрест хромосом



Кроссинговер – обмен участками между гомологичными хромосомами в момент их временного сближения, т.е. **конъюгации**



Гаметы с хромосомами претерпевшими кроссинговер называются **кроссоверными**, а гаметы с хромосомами образованными без кроссинговера – **некроссоверными**.

Особи, возникшие с участием кроссоверных гамет, называются кроссоверными или **рекомбинантными**, а образованные без них – некроссоверными или **нерекомбинантными**.

1. Сцепленное наследование. Перекрест хромосом



Гены, локализованные в одной хромосоме наследуются вместе (сцеплено), образуя **группу сцепления**

Число групп сцепления равно числу пар хромосом



60 хромосом
(30 групп сцепления)



38 хромосом
(19 групп сцепления)



24 хромосомы
(12 групп сцепления)



20 хромосомы
(10 групп сцепления)

2. Частота перекреста и линейное расположение генов в хромосоме



Частота кроссинговера показывает относительное расстояние между генами

Схема расположения генов в хромосоме



- Чем чаще кроссинговер, тем дальше отстоят гены друг от друга.
- Чем реже кроссинговер, тем ближе гены.
- Гены расположены в линейной последовательности.

2. Частота перекреста и линейное расположение генов в хромосоме



Определим величину перекреста на примере скрещивания двух линий томатов

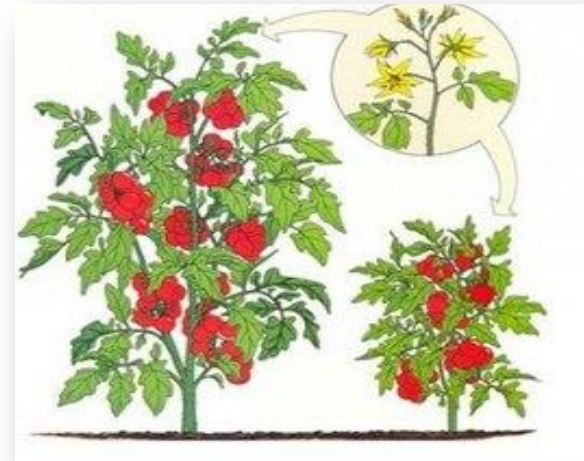
T – высокое растение томата
t – карликовое
S – округлые плоды
s – грушевидные

P ♀ TTSS x ♂ ttss

F1: TtSs – высокие с округлыми плодами

F2: TtSs – 40;
ttss – 40;
Ttss – 10;
ttSs – 10

Из 100 растений 20 рекомбинантных



Частота кроссинговера составляет
(20 : 100) x 100 % = 20 %

Гены T и S лежат на расстоянии 20 сантиморган

2. Частота перекреста и линейное расположение генов в хромосоме



В одном из опытов Морган и его сотрудники проводили скрещивание самок дрозофилы гетерозиготных по трём сцепленным рецессивным генам

y (yellow) – жёлтый цвет тела,
w (white) – белый цвет глаз,
bi (bifid) – вильчатые крылья

P $y^+y w^+w bi^+bi \times ywbiY$

F1 $yu ww bibi$, $y^+y w^+w bi^+bi$ – 1160 некроссоверов;

$yu w^+w bi^+bi$, $y^+y ww bibi$ – 15 кроссоверов

Расстояние между генами **y** и **w** (1,2 %)

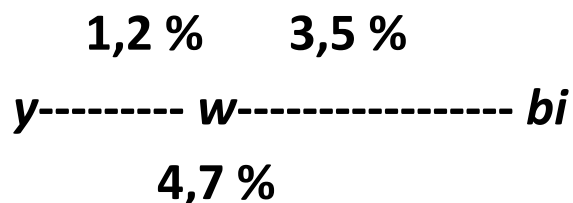


• F2 $yu ww bi^+bi$, $y^+y w^+w bibi$

43 кроссовера между **w** и **bi** (3,5 %)

• Расстояние между генами **y-w** – 1,2 между **y** и **bi** – 4,7, между **w** и **bi** – 3,5 сантиморган. Гены можно расположить в порядке **y – w – bi**

Схема расположения генов



Вывод: гены в хромосоме располагаются в линейной последовательности



ПЕРЕКРЕСТ ХРОМОСОМ

Оди́нарный перекрест хромосом

Оди́нарные кроссоверы:
Abc aBC – перекрест между генами А и В;
ABc abC – перекрест между генами В и С.

Двойной перекрест хромосом

Двойные кроссоверы:
AbC и aBc – одновременный перекрест между генами А и В, В и С

Хромосомы без перекреста: **ABC abc**



Интерференция – подавление кроссинговера в каком-либо участке хромосомы кроссинговером, происшедшем в соседнем участке

(Г. Меллер, 1916 г.)

Коинциденция – величина совпадения. На небольшом расстоянии, где имеет место влияние одного гена на другой, величина совпадения будет меньше единицы



Температура (высокая и низкая повышает частоту кроссинговера)

Пол – у самцов дрозофилы кроссинговер не происходит, у самцов млекопитающих интенсивность кроссинговера незначительна

Центромерные эффекты – гены в области центромеры менее способны к кроссинговеру

Возраст снижает частоту кроссинговера

Рентгеновские лучи – повышают частоту кроссинговера

Мутагены – повышают частоту кроссинговера или снижают

Расстояние между генами чем дальше расстояние между генами, тем выше частота кроссинговера

Пищевые эффекты – Са и Mg могут повышать или снижать частоту кроссинговера



Ген – участок хромосомы

Аллельные гены занимают одинаковые локусы гомологичных хромосом

Гены в хромосомах расположены в линейной последовательности

Гены одной хромосомы образуют группу сцепления и наследуются совместно; число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом

Сцепленное наследование нарушается в результате кроссинговера

Процент кроссинговера пропорционален расстоянию между генами.

1 сантиморган – единица расстояния равная 1 %

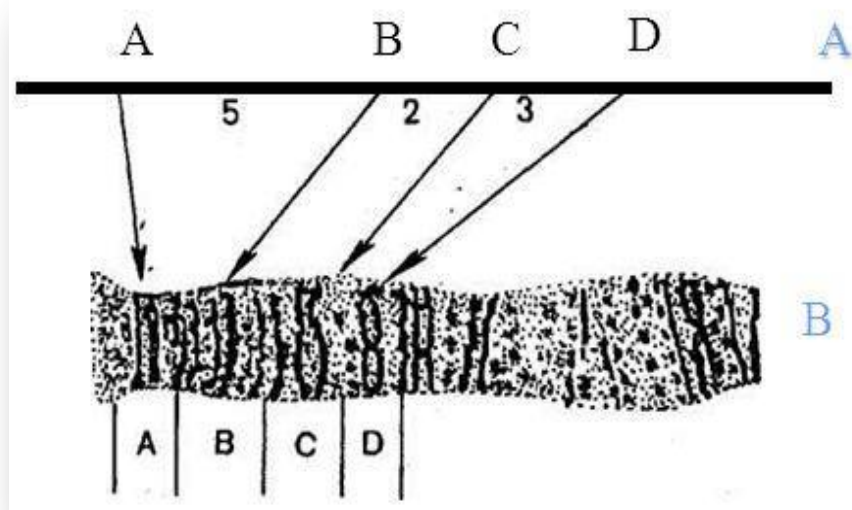
Пол определяется комбинацией половых хромосом



Генетическая карта – отрезок прямой, на котором обозначен порядок расположения генов и указано расстояние между ними в морганидах. Она строится по результатам анализирующего скрещивания

Цитологическая карта – фотография или точный рисунок хромосомы, на котором отмечается последовательность расположения генов. Строится на основе сопоставления результатов анализирующего скрещивания и хромосомных перестроек

Схема генетической (А) и цитологической (В) карт хромосом



Контрольные вопросы



1. Какое наследование называется сцепленным?

2. Как определяется группа сцепления?

3. Как определяется расстояние между генами в хромосоме?

4. Какие факторы оказывают влияние на частоту кроссинговера?

5. Перечислите основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана?

6. В чем заключается различие между генетической и цитологической картами хромосом?





Пухальский В. А. Введение в генетику (краткий конспект лекций): учеб. пособие для студ. вузов агр. спец./ В. А. Пухальский. — М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. — 224 с.



Иванищев В.В. Основы генетики: учебник / В.В. Иванищев. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2017 — 207 с.

