ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ **«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Тема лекции:

Сцепленное наследование. Генетический эффект кроссинговера.

План лекции:

1. Сцепленное наследование.
2. Группы сцепления. Типы сцепления.
3. Кроссинговер. Двойной и множественный кроссинговер.
4. Факторы, влияющие на частоту перекреста хромосом.
5. Хромосомная теория наследственности Т. Моргана, ее основные положения.
6. Принципы построения генетических карт.

Немного истории…

Законы Менделя о независимом характере наследования признаков – всеобщий характер *(экпериментально подтверждено)*

Но!!!

1906г., В. Бетсон, Р. Пеннет *(Англия)* –
– исключения из законов Менделя

Начало XX века – опыты Томаса Моргана *(США)* с плодовой мушкой дрозофилой *(удобный объект)*

Сцепленное наследование

Феномен сцепления впервые установили в 1906 г. У. Бэтсон и Р. Пеннет, изучая наследование некоторых признаков у душистого

- В 1906 году У. 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, гибриды всегда повторяли признаки родительских форм. Стало ясно, что не для всех признаков характерно независимое распределение в потомстве и свободное комбинирование.

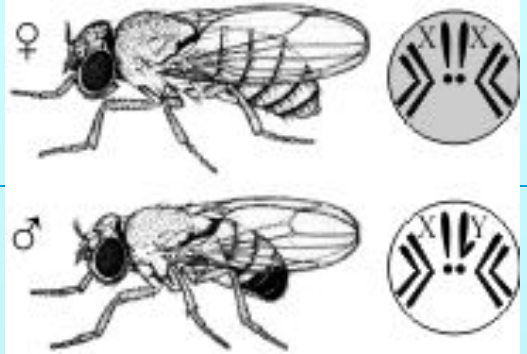
Томас Хант Морган (1866 – 1945 гг.)

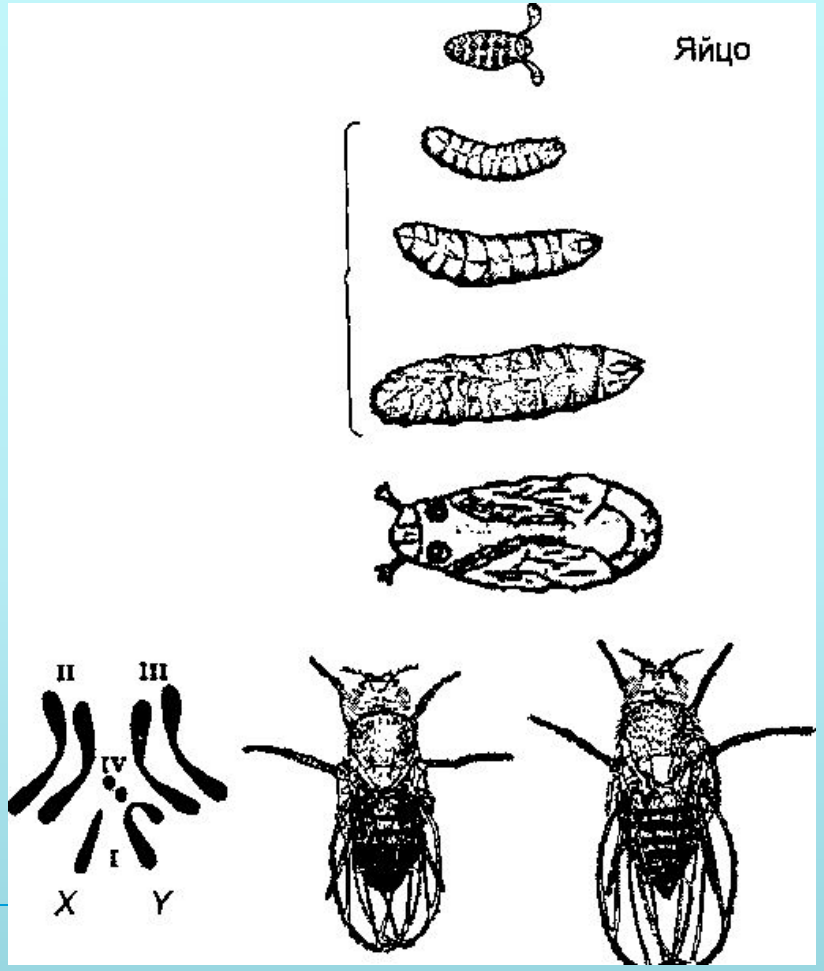
американский эмбриолог и генетик

1910 г. – «Хромосомная теория» ,установил, что гены находятся в хромосомах и располагаются там линейно.

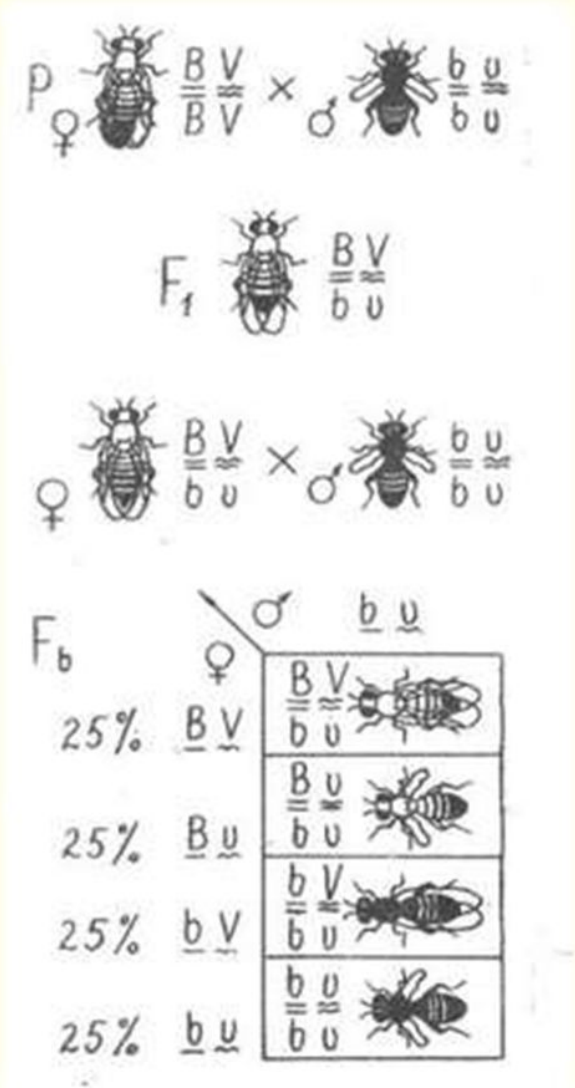
1911 г. – закон сцепленного наследования

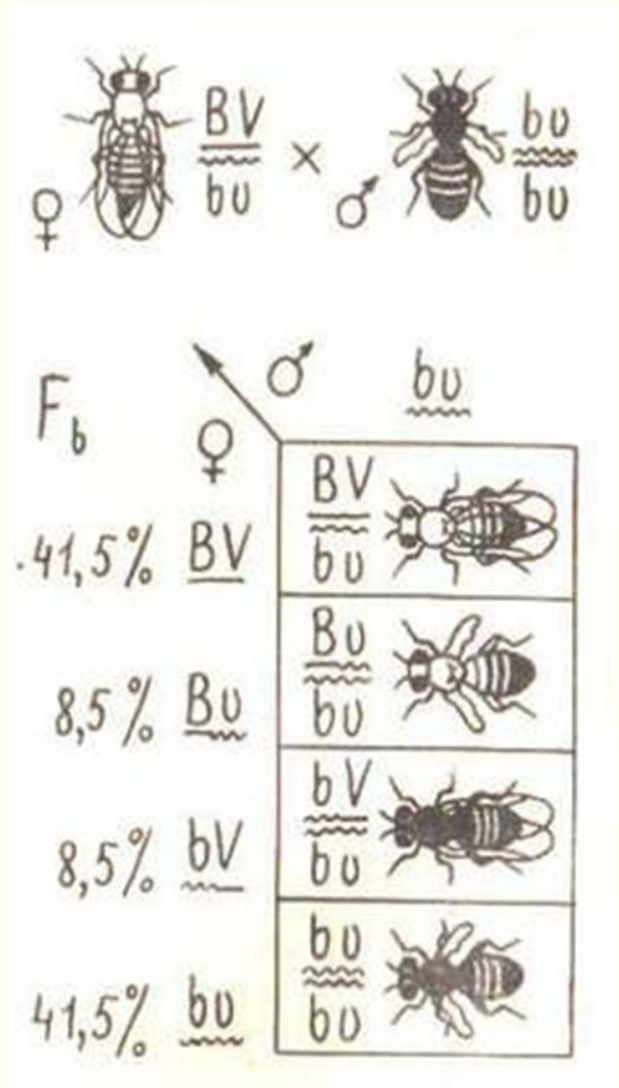
- Для Моргана основным объектом стала **плодовая мушка дрозофила.**
- Дрозофила каждые две недели при температуре 25 °С дает многочисленное потомство. Самец и самка внешне хорошо различимы — у самца брюшко меньше и темнее. Они имеют всего 8 хромосом в диплоидном наборе, достаточно легко размножаются в пробирках на недорогой питательной среде.





Сцепленное наследование





- **Сцепление генов** - это совместное наследование генов, расположенных в одной и той же хромосоме.
- **Группа сцепления** — совокупность генов в одной хромосоме, наследуемых сцеплено.
- **Число групп сцепления** соответствует гаплоидному числу хромосом, например, у дрозофилы 4 группы сцепления, у человека 23, у собаки 39, у кошки 19, у свиньи 19, у крупного рогатого скота 30 и т.д.

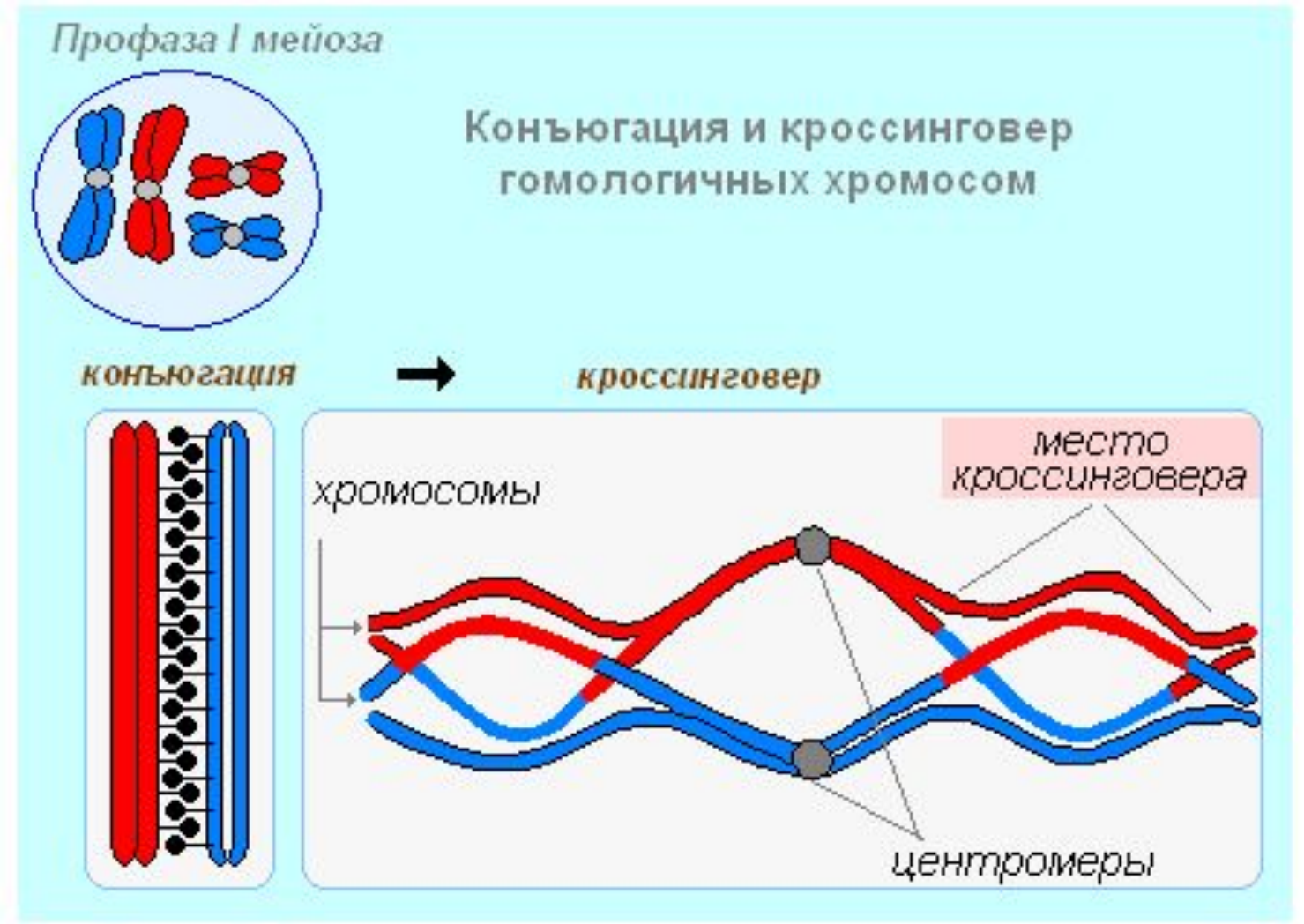
Типы сцепления

полное

неполное

Сцепленное наследование и кроссинговер

Гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются сцеплено. В процессе мейоза возможен частичный обмен одинаковыми участками гомологичных (несущих одинаковые гены) хромосом, что приводит к образованию рекомбинантных сочетаний аллелей. Такой обмен между гомологичными хромосомами получил название кроссинговер

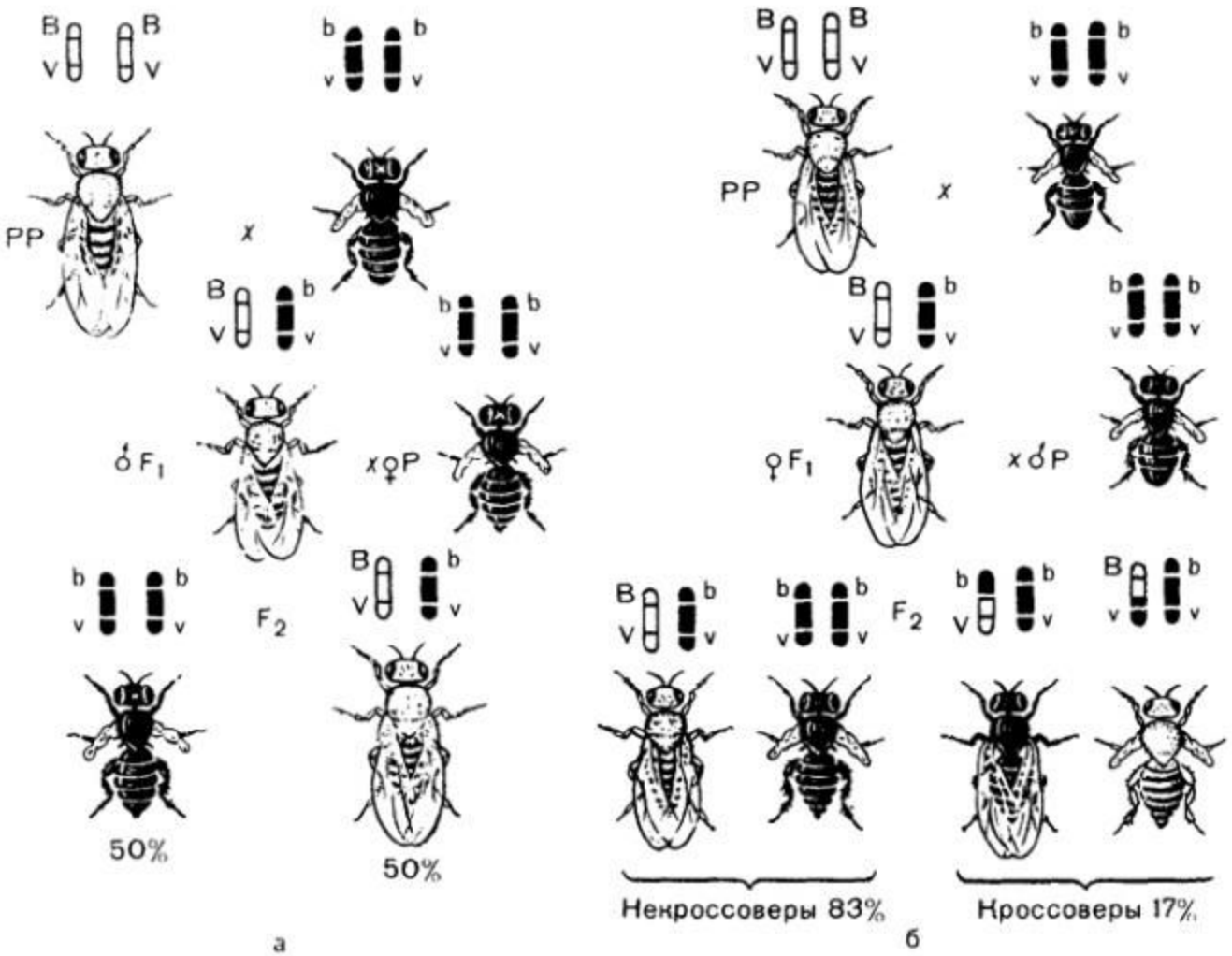

Профаза I мейоза
Конъюгация и кроссинговер гомологичных хромосом
конъюгация
кроссинговер
хромосомы
место кроссинговера
центромеры

- **Кроссинговер** (перекрест) - обмен гомологичных хромосом своими частями.
- **Кроссоверы** - особи с новым сочетанием признаков, образовавшимся в результате кроссинговера.
- В результате исследований Морган пришел к выводу, что количество появления новых форм зависит от **частоты перекреста**, которая определяется по формуле:

- Частота перекреста = $\frac{\text{число кроссоверных форм} * 100\%}{\text{общее число потомков}}$
- Так, например, если всего было 800 потомков, а новых кроссоверных форм - 160, то частота перекреста будет равна 20%.

- Морган установил, что частота перекреста между определенной парой генов - относительно постоянная величина, но различная для разных пар генов. На основании этого сделан вывод о том, что по частоте перекреста можно судить о расстояниях между генами.
- За единицу измерения перекреста принята его величина, равная 1%, называемая **морганидой (М).** Расстояние между изучаемыми генами влияет на частоту перекреста.
- Чем дальше расположены гены друг от друга, тем чаще происходит перекрест, и наоборот.
- 1 М. = 100 сантиморганид (сМ), 1 сМ соответствует физическому расстоянию на генетической карте между двумя маркерами, рекомбинация между которыми происходит с частотой 1%.

Опыты Моргана по сцеплению у дрозофилы. Расстояние генов B и V – 17 морганид



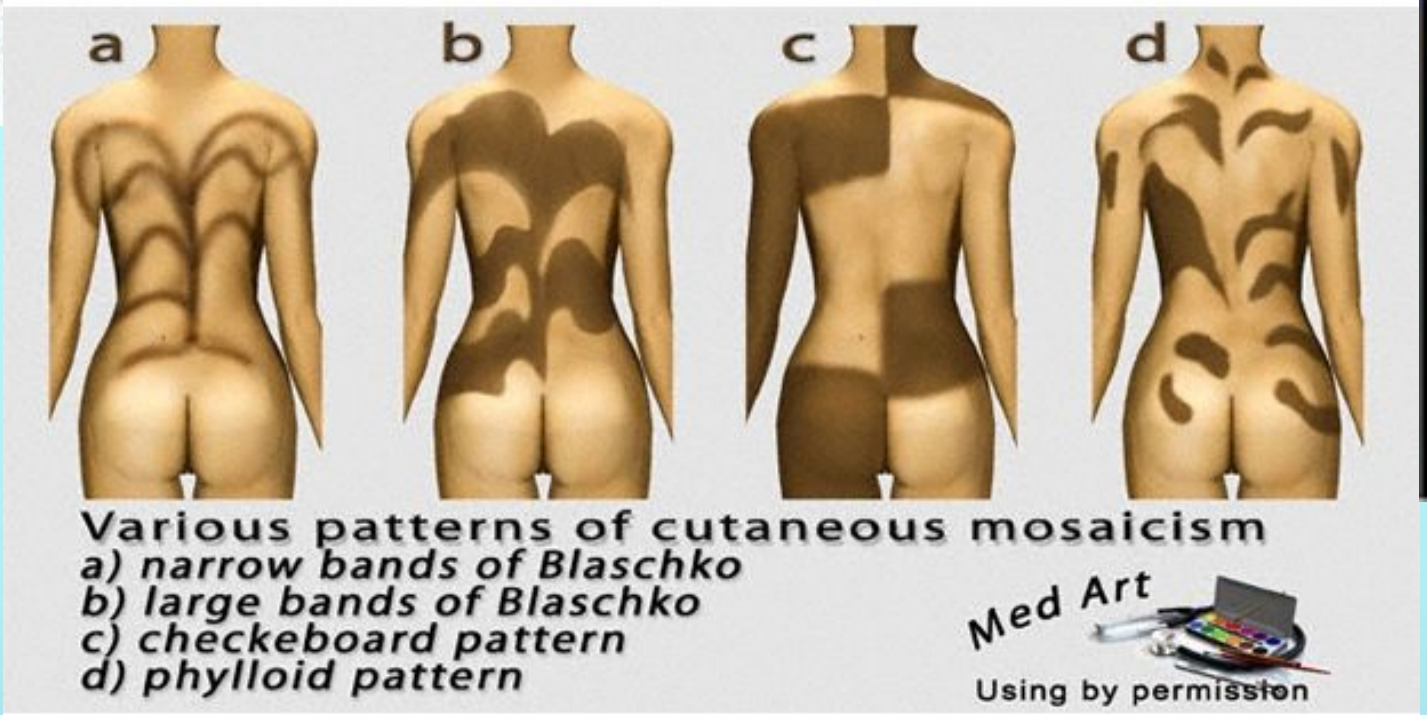
Типы кроссинговера

- Различают **кроссинговер:**
  - **мейотический**
  - **митотический (соматический)**
- Соматический кроссинговер впервые был выявлен у дрозофилы **Куртом Стерном**. Происходит со значительно меньшей частотой, чем при мейозе. Генетического значения не имеет. Индивидуумы с митотическим кроссинговером - **мозаики**

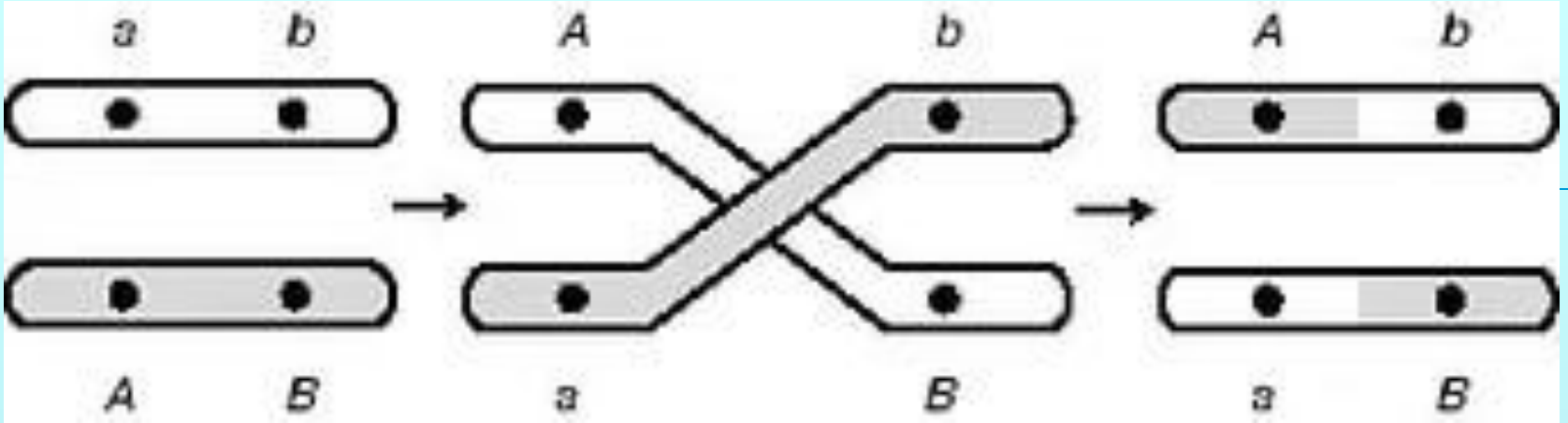
34

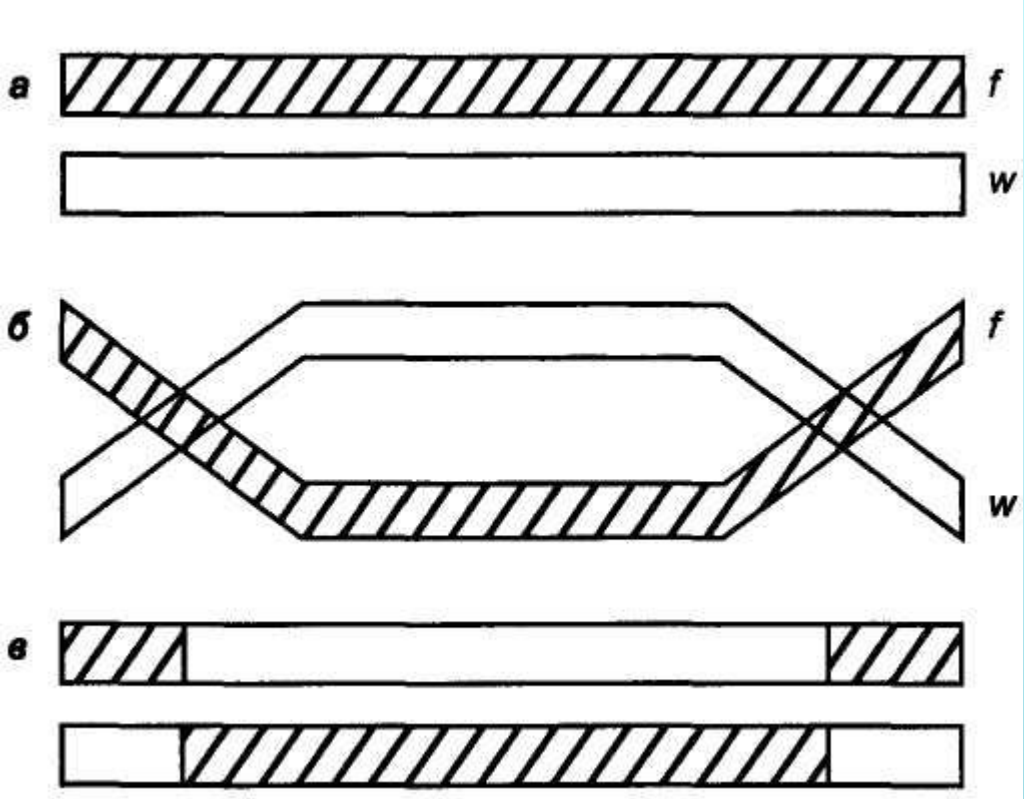
- **Соматический кроссинговер** - кроссинговер между несестринскими хроматидами гомологичных хромосом при митотическом делении.

AVITO.RU


a
b
c
d
Various patterns of cutaneous mosaicism
a) narrow bands of Blaschko
b) large bands of Blaschko
c) checkeboard pattern
d) phylloid pattern
Med Art
Using by permission

- В зависимости от количества появившихся хиазм:
  - ***одиночный кроссинговер*** – образуется только одна хиазма, что приводит к обмену только одним участком ДНК гомологичных хромосом. *Это наиболее распространенный тип кроссинговера*
  - ***двойной кроссинговер*** - образуются две хиазмы. Этот тип кроссинговера приводит к обмену двумя участками ДНК гомологичных хромосом
  - ***множественный кроссинговер*** - образуется более, чем две хиазмы между несестринскими хроматидами гомологичных хромосом. Далее они могут быть классифицированы как ***тройные*** (3 хиазмы), ***четвертные*** (4 хиазмы) и т.д.


a
b
A
B
A
b
a
B
A
b
a
B


а
f
w
б
f
w
в

Факторы, влияющие на кроссинговер

- пол (у женщин чаще)
- возраст
- радиация
- химические вещества
- гормоны
- лекарства
- температура (острое воздействие высокой температурой приводит к увеличению частоты обменов более чем в 30 раз)
- структурные мутации хромосом

Хромосомная теория наследования Т. Моргана

1. Гены расположены в хромосомах, их количество неодинаково.
2. Каждый ген имеет определённое место в хромосомах; в идентичных локусах гомологичных хромосом находятся аллельные гены.
3. Гены расположены в хромосомах линейно.
4. Гены, локализованные в одной хромосоме, образуют группу сцепления и наследуются совместно. Количество групп сцепления = n (гаплоидный набор хромосом).
5. Сцепление генов может нарушаться в результате кроссинговера.
6. Частота кроссинговера находится в прямой зависимости от расстояния между генами.
7. Каждый вид имеет характерный только для него набор хромосом – кариотип.

- **Генетическая карта хромосомы** - схема относительного расположения генов, входящих в состав одной хромосомы и принадлежащих к одной группе сцепления.

Для составления хромосомной карты необходимо:

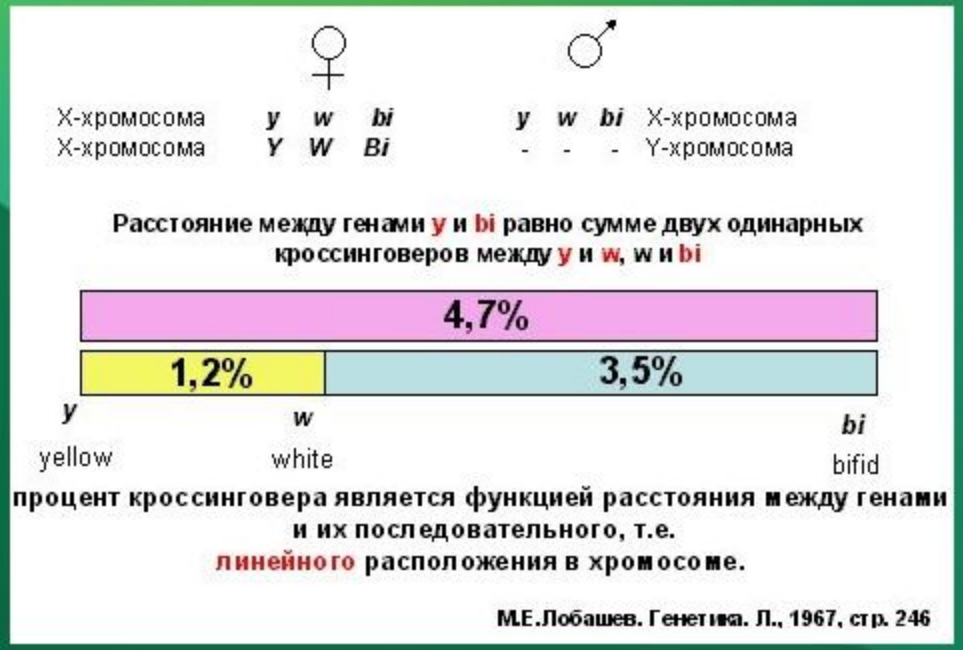
1. определить число групп сцепления,
2. определить принадлежность гена к той или иной группе сцепления,
3. определить расположение гена в хромосоме по отношению к другим генам.

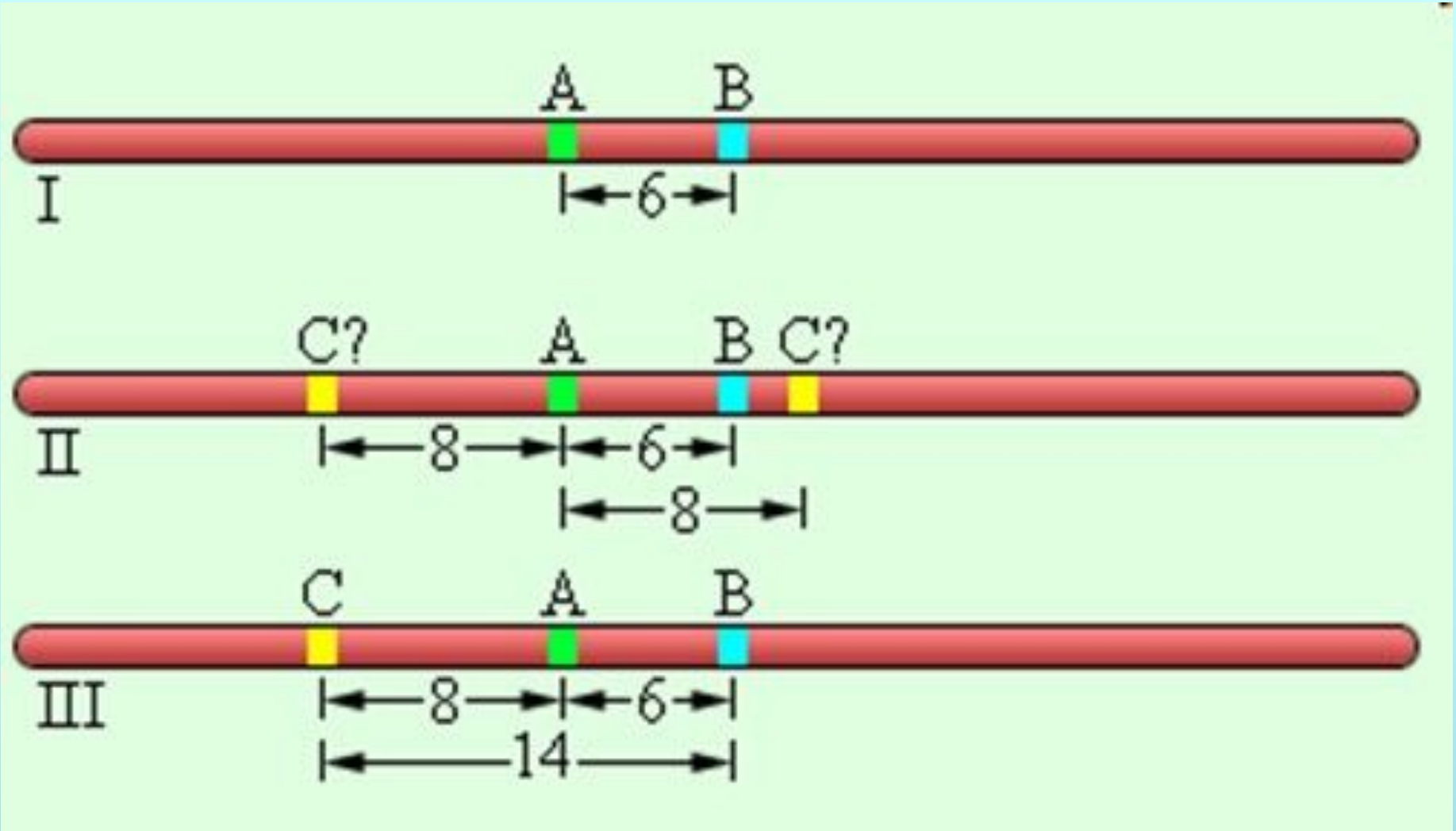
Генетическое картирование - это определение группы сцепления и положения картируемого гена относительно других генов данной хромосомы.

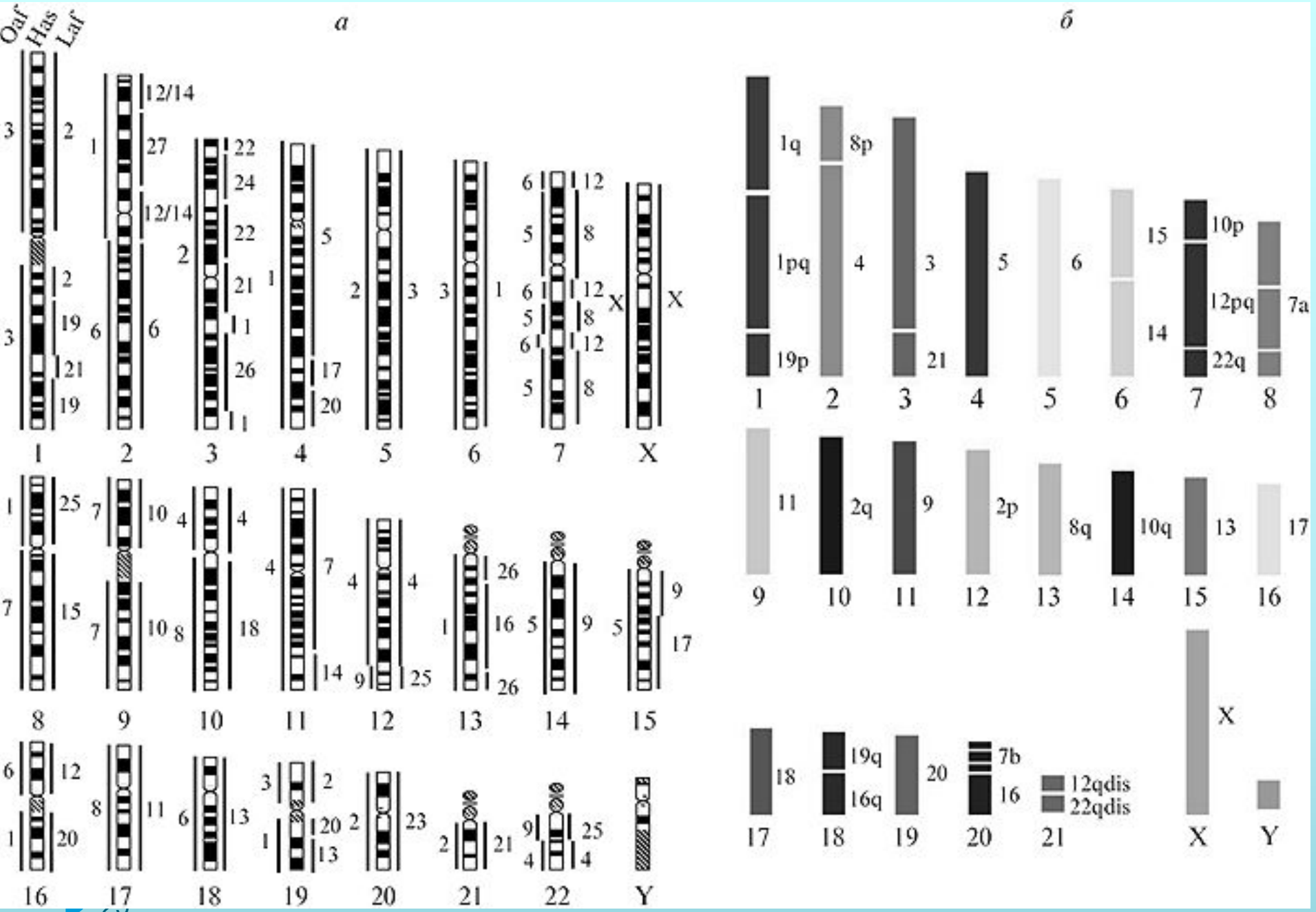
С 1990 по 2003 год, благодаря программе **«Геном человека»,** была получена целостная картина человеческого генома, основанная на его генетических и физических картах.

МОРГАНИДА

расстояние между генами в 1% кроссинговера




A
B
I
6
C?
A
B
C?
II
8
6
8
C
A
B
III
8
6
14


Oaf
Has
Laf
а
б
1q
1pq
19p
8p
4
3
21
5
6
15
14
10p
12pq
22q
7a
11
2q
9
2p
8q
10q
13
17
18
19q
16q
20
7b
16
12qdis
22qdis
X
Y

Благодарю за внимание!

Вопросы для контроля:

- **1 вариант**

1. Что такое мозаицизм?
2. Кроссинговер и факторы, на него влияющие.

- **2 вариант**

1. Что такое генетическое картирование?
2. Основные положения хромосомной теории.