

Тема лекции:

**□ Сцепленное наследование. Генетический эффект кроссинговера.**

## План лекции:

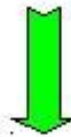
---

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.

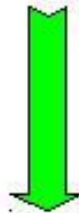
## **Немного истории...**

**Законы Менделя о независимом характере наследования признаков – всеобщий характер**  
*(экспериментально 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



Р. Пеннет

У. Бэтсон

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

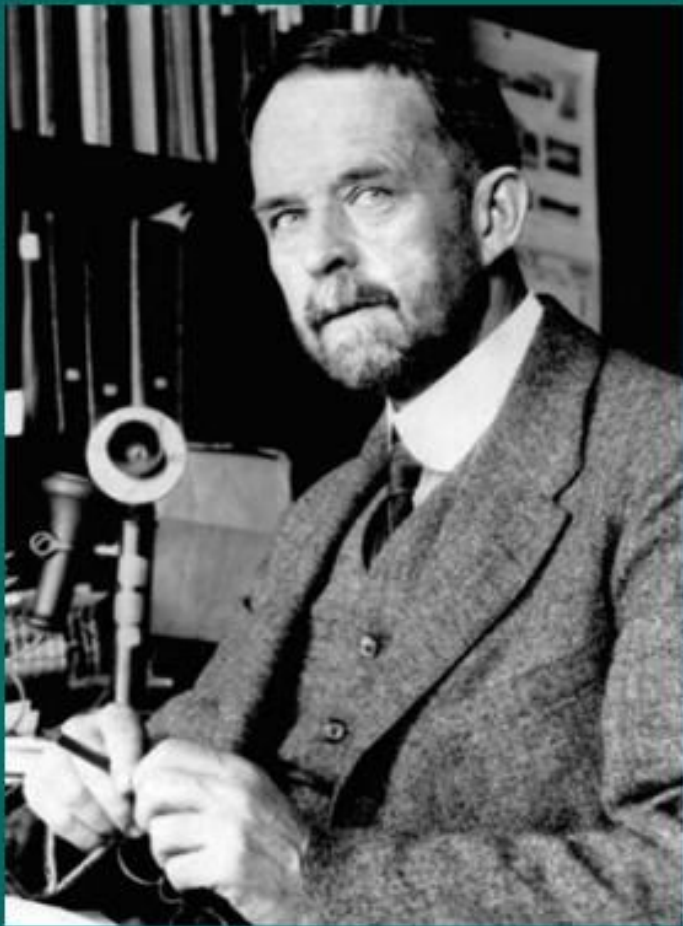


- В 1906 году У. Бэтсон и Р. Пеннет, проводя скрещивание растений душистого горошка и анализируя наследование формы пыльца и окраски цветков, обнаружили, что эти признаки не дают независимого распределения в потомстве, гибриды всегда повторяли признаки родительских форм. Стало ясно, что не для всех признаков характерно независимое распределение в потомстве и свободное комбинирование.



# Томас Хант Морган (1866 – 1945 гг.)

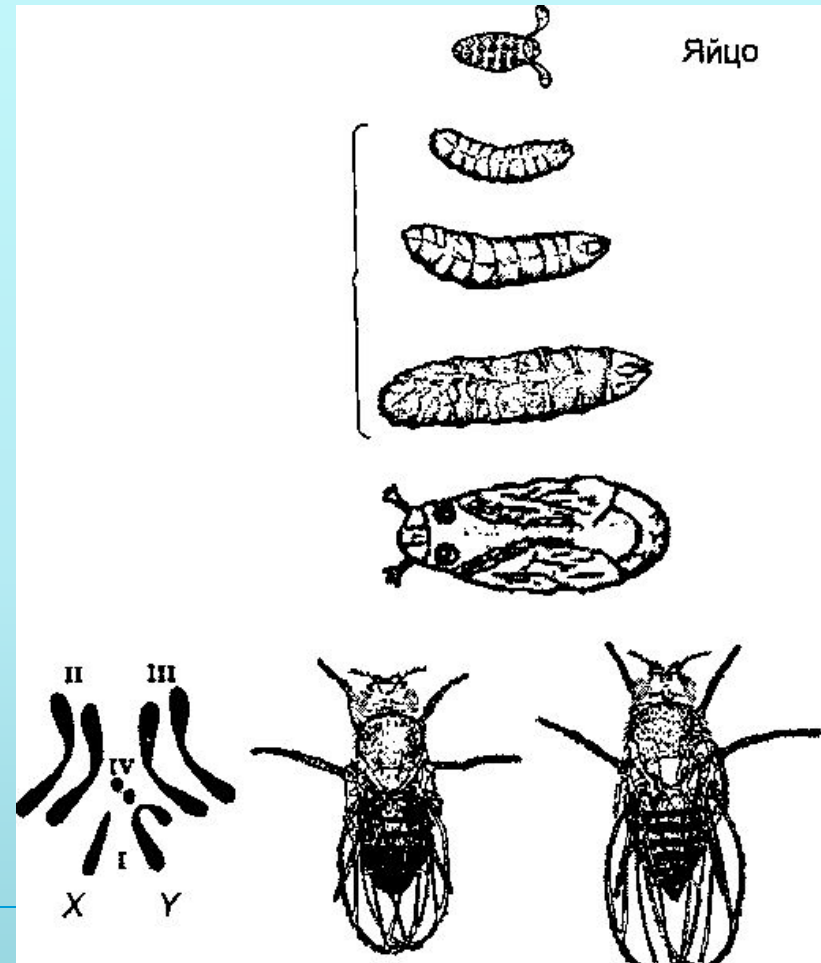
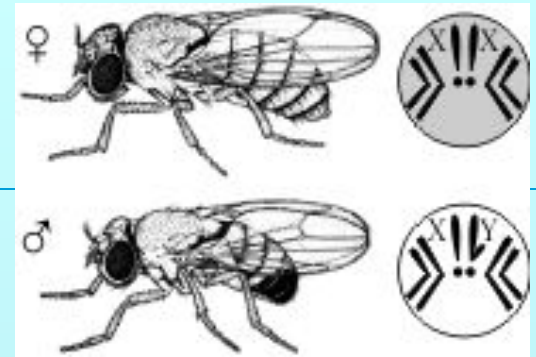
*американский эмбриолог и генетик*



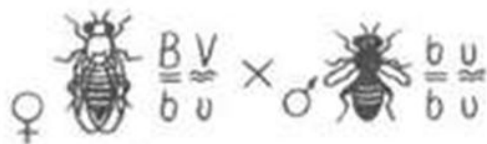
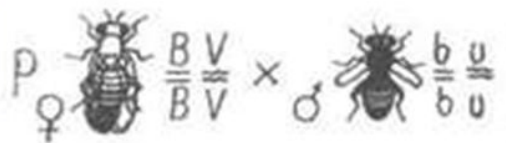
1910 г. – «Хромосомная теория», установил, что гены находятся в хромосомах и располагаются там линейно.

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.

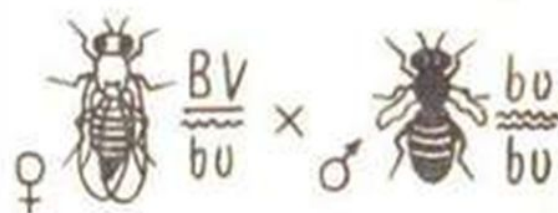


# Сцепленное наследование







F<sub>2</sub>

		♂ $\frac{bu}{bu}$	
♀	$\frac{BV}{BV}$	$\frac{BV}{bu}$ 	25%
	$\frac{BV}{bu}$	$\frac{Bu}{bu}$ 	25%
$\frac{bV}{bV}$	$\frac{bV}{bu}$ 	25%	
$\frac{bu}{bu}$	$\frac{bu}{bu}$ 	25%	



F<sub>2</sub>

		♂ $\frac{bu}{bu}$	
♀	$\frac{BV}{BV}$	$\frac{BV}{bu}$ 	41,5%
	$\frac{BV}{bu}$	$\frac{Bu}{bu}$ 	8,5%
$\frac{bV}{bV}$	$\frac{bV}{bu}$ 	8,5%	
$\frac{bu}{bu}$	$\frac{bu}{bu}$ 	41,5%	

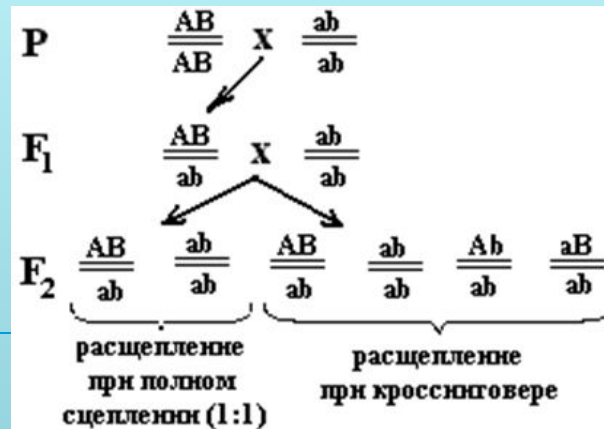


- ❑ **Сцепление генов** - это совместное наследование генов, расположенных в одной и той же хромосоме.
- ❑ **Группа сцепления** — совокупность генов в одной хромосоме, наследуемых сцеплено.
- ❑ **Число групп сцепления** соответствует гаплоидному числу хромосом, например, у дрозофилы 4 группы сцепления,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

## Типы сцепления

ПОЛНОЕ

НЕПОЛНОЕ

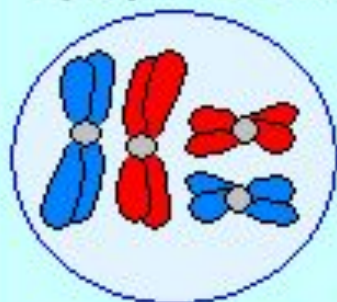


# Сцепленное наследование и кроссинговер



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

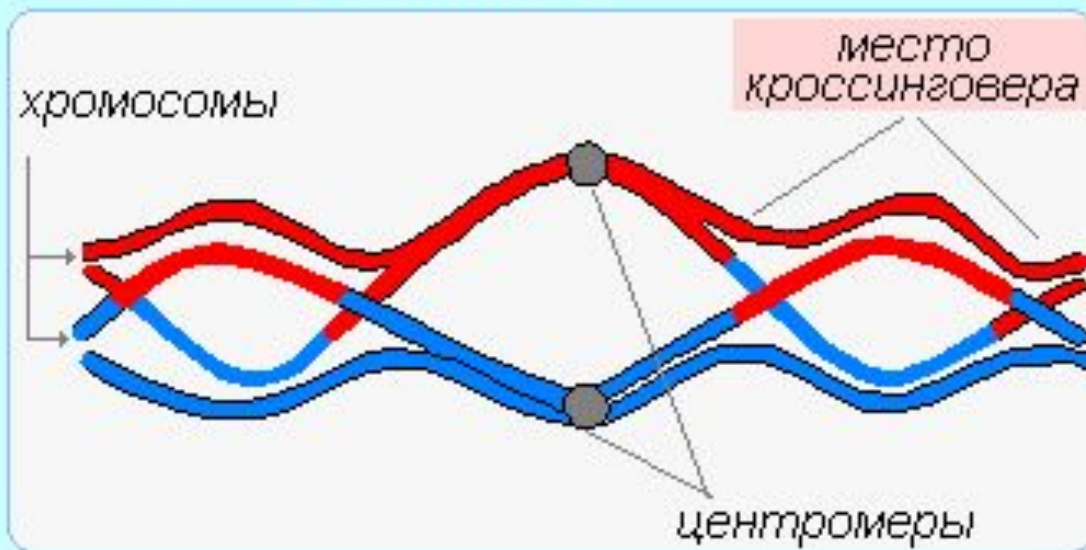
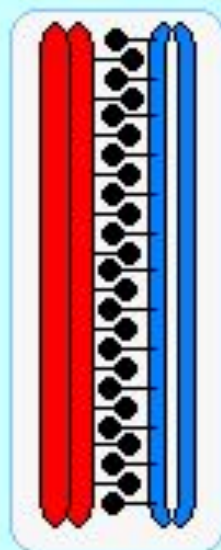


Конъюгация и кроссинговер  
гомологичных хромосом

конъюгация



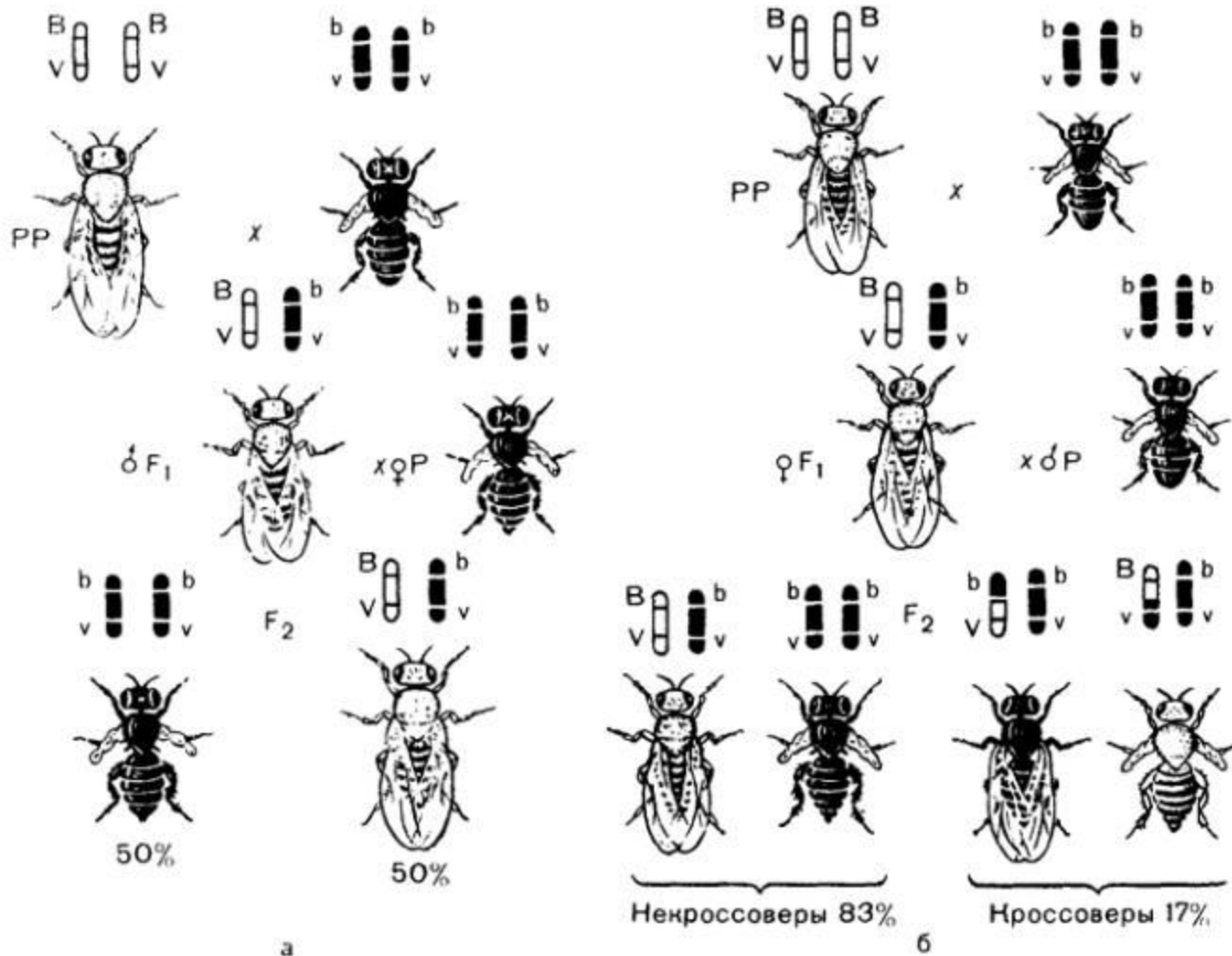
кроссинговер



- 
- **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.







**Various patterns of cutaneous mosaicism**

- a) narrow bands of Blaschko*
- b) large bands of Blaschko*
- c) checkerboard pattern*
- d) phylloid pattern*

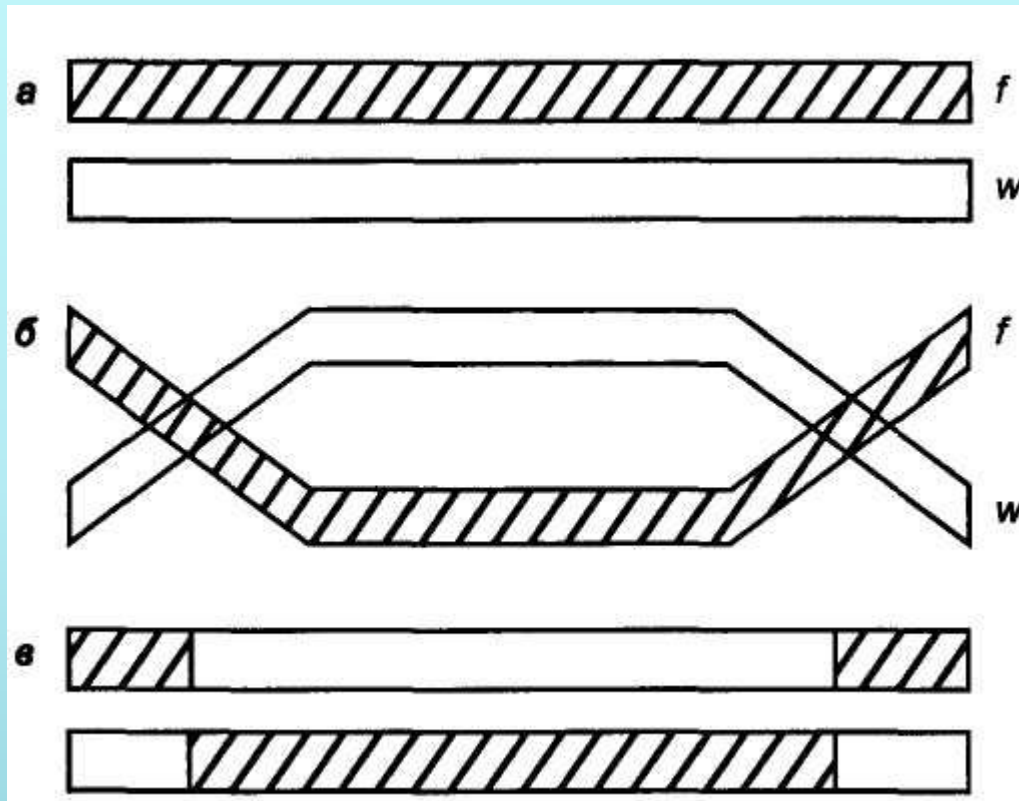
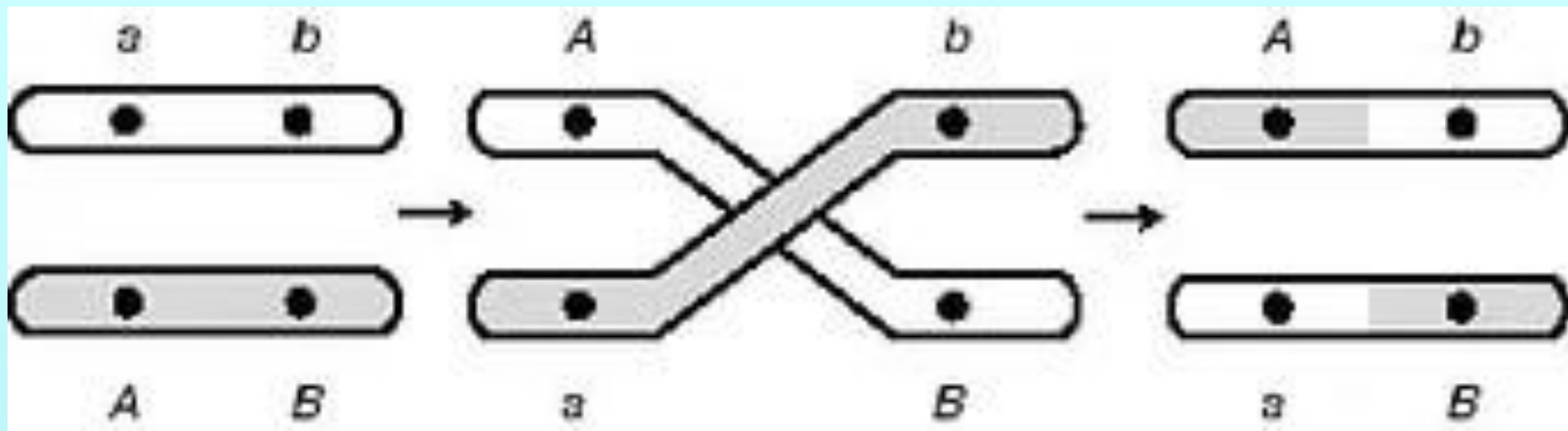
Med Art



Using by permission



- В зависимости от количества появившихся хиазм:
  - **одинокый 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.



## 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.

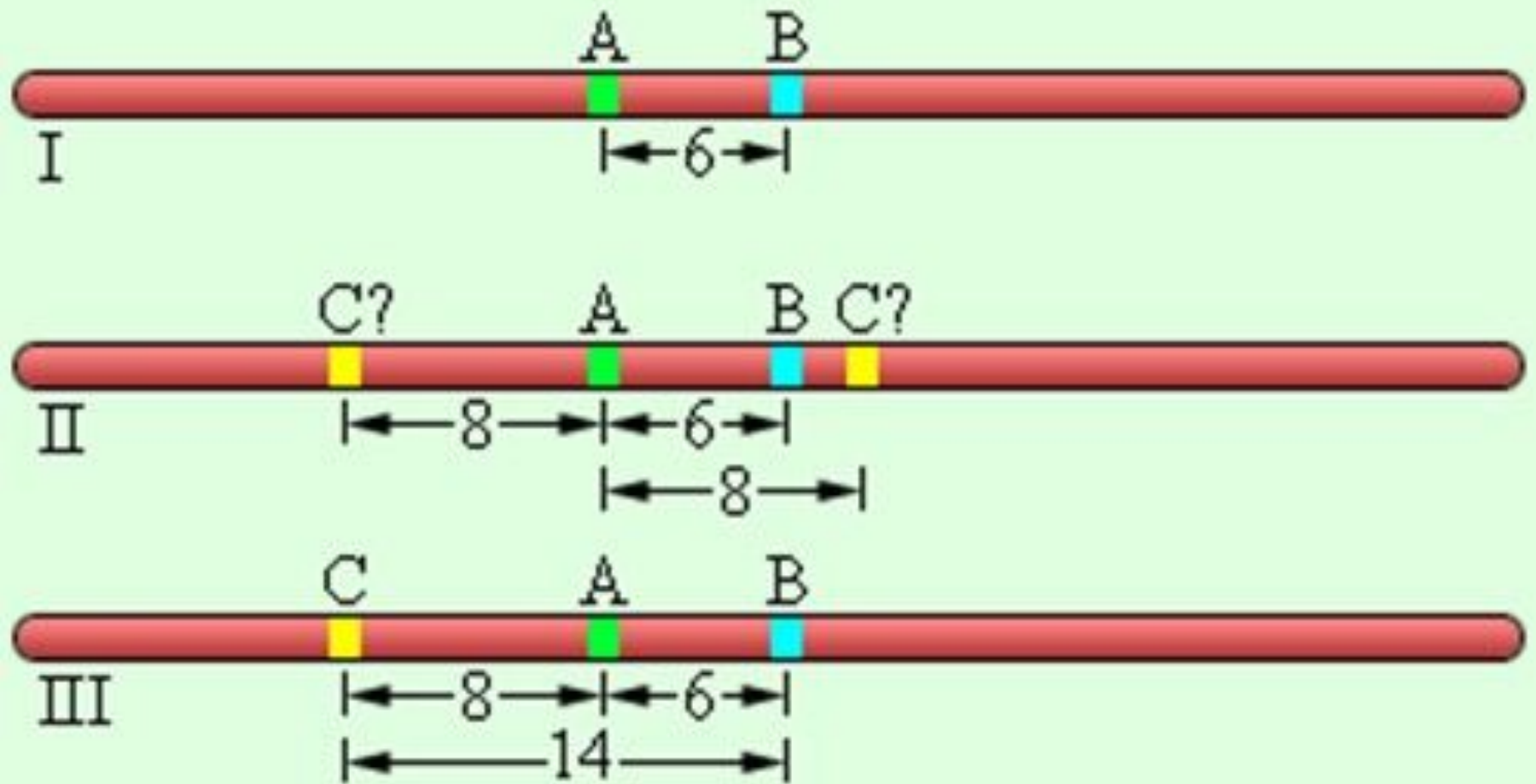
**Генетическое картирование** - это определение группы сцепления и положения картируемого гена относительно других генов данной хромосомы.

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

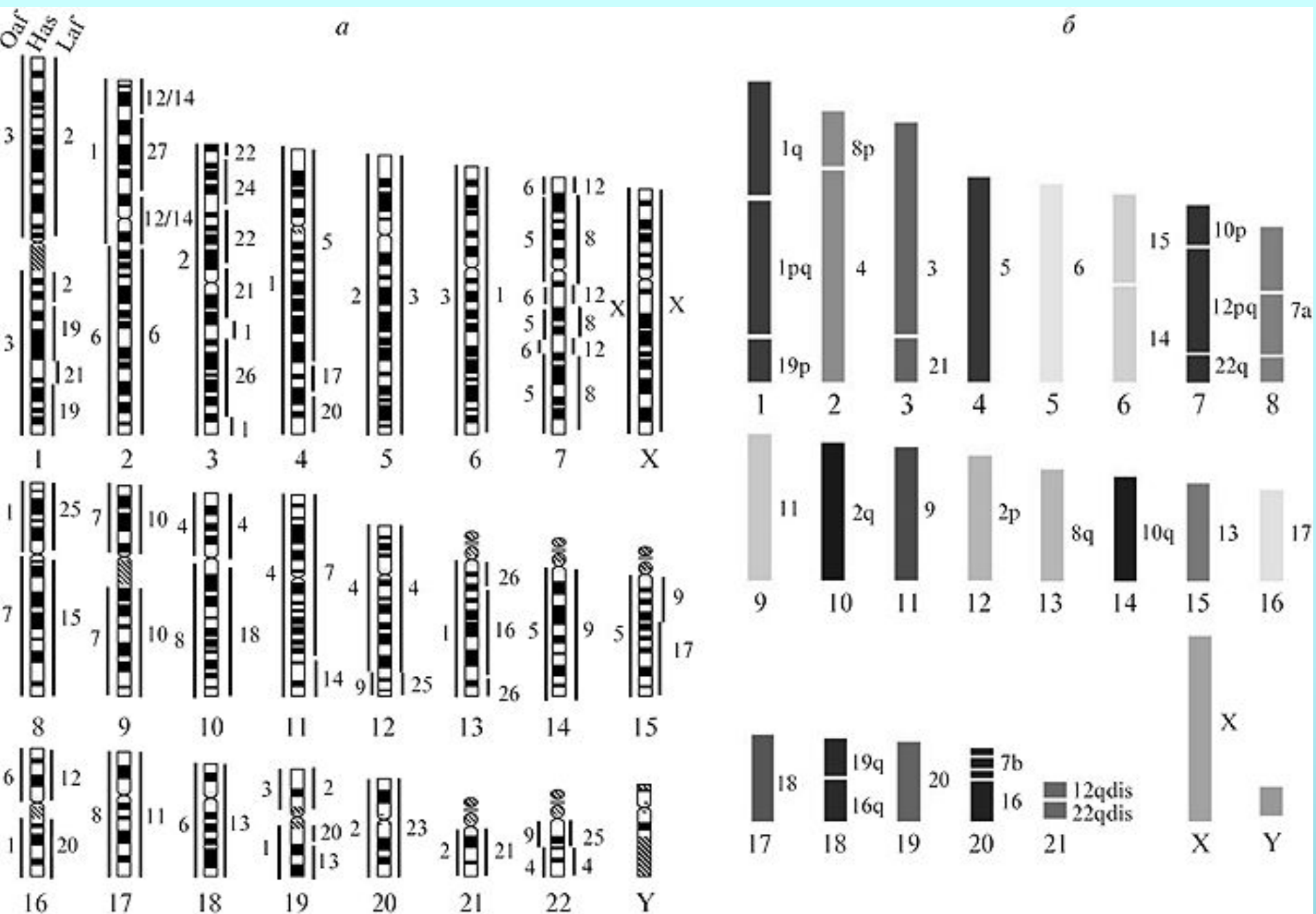
# МОРТАНДА

расстояние между генами в 1%  
кроссинговера









---

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.