



*Томас Хант Морган
(1866 - 1945)*



Drosophila melanogaster

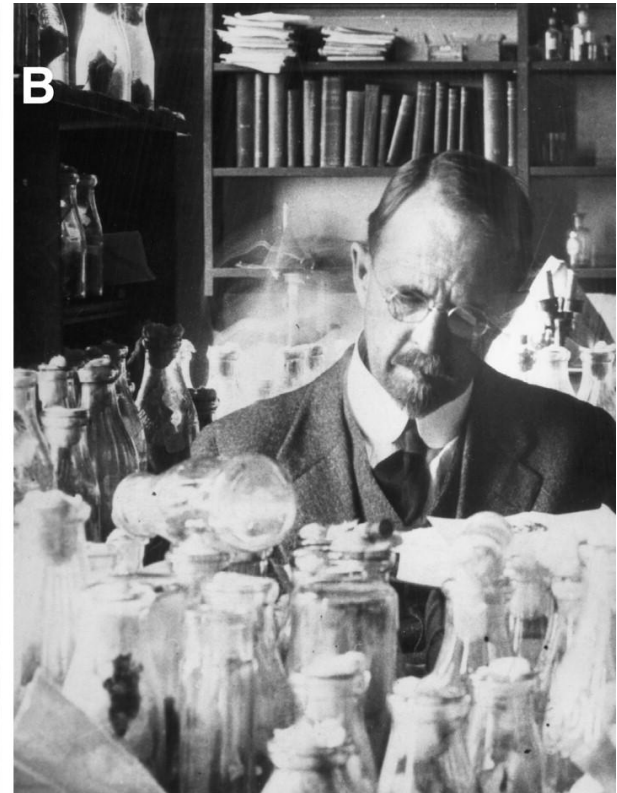
род Drosophila

семејство

Drosophilidae

отряда Diptera

Thomas H. Morgan and the Caltech fly group



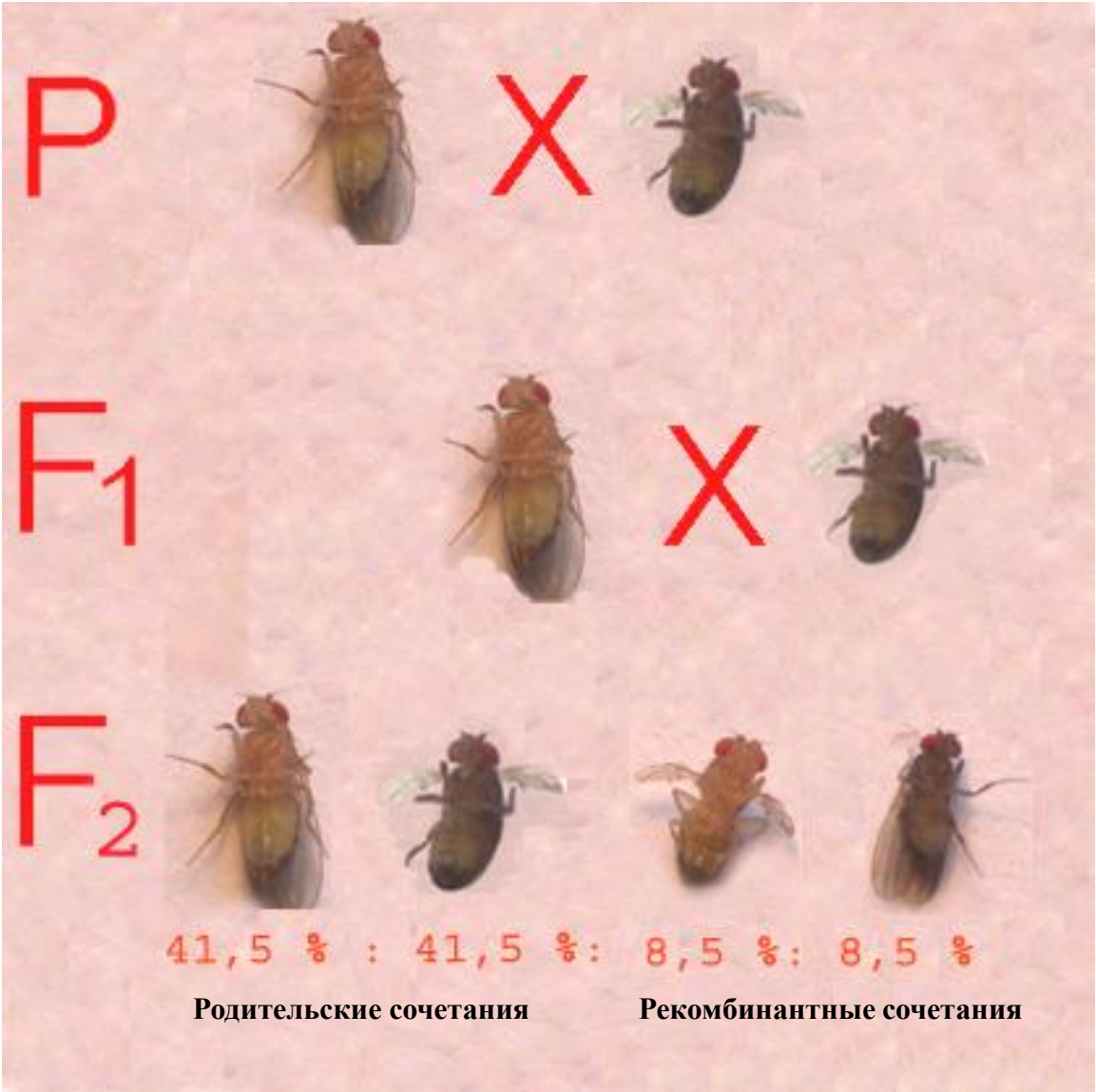
(A) Bridges (left) and Sturtevant in 1920

(B) Morgan in 1917

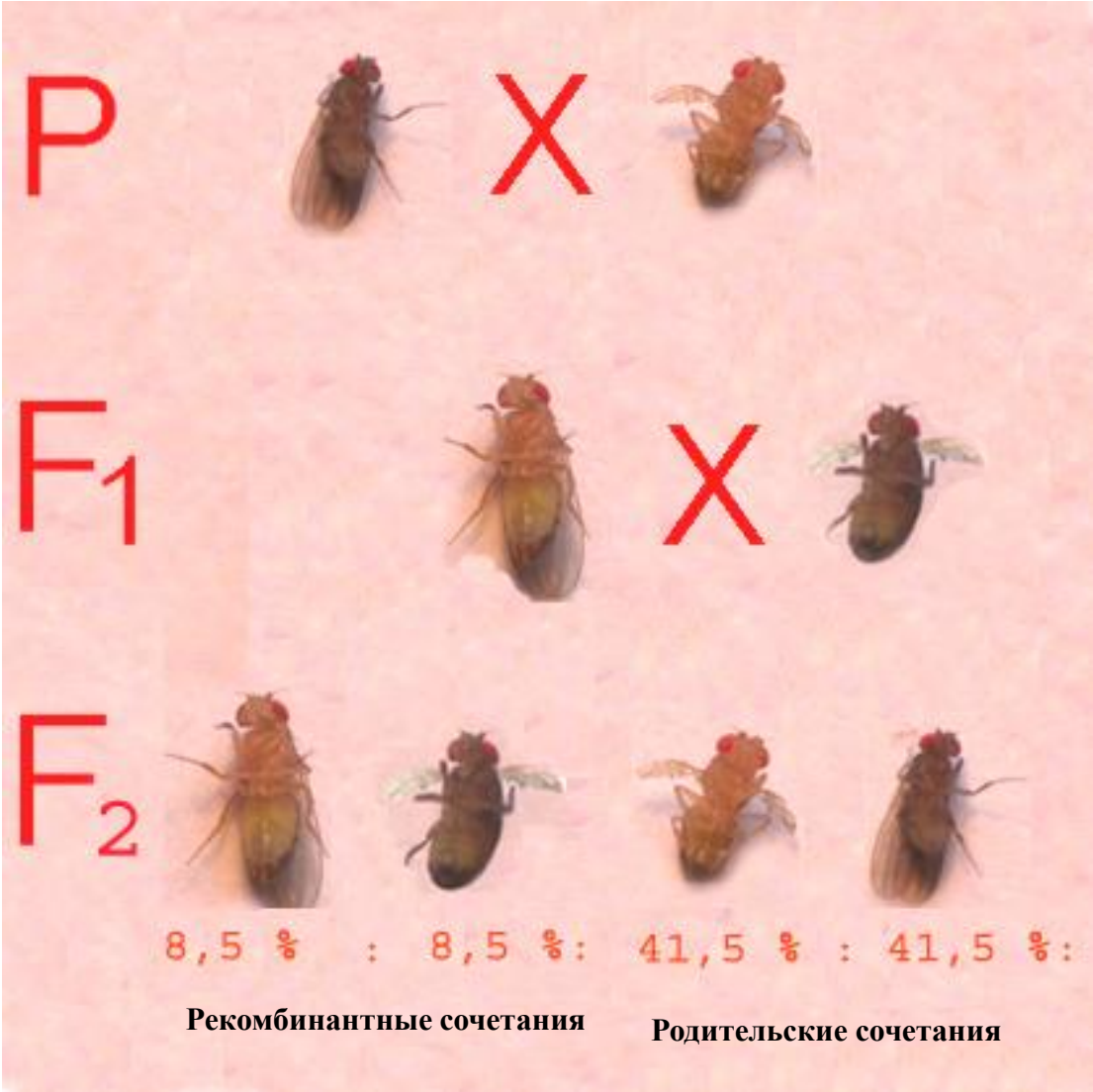


Наследственные формы плодовой мушки дрозофилы

Расщепление при сцепленном наследовании



Расщепление при сцепленном наследовании



Расщепление при сцепленном наследовании



Доминантные аллели обоих генов у
одного родителя

Каждый из родителей имеет
доминантные аллели одного и
рецессивные другого гена

Расщепление при сцепленном наследовании

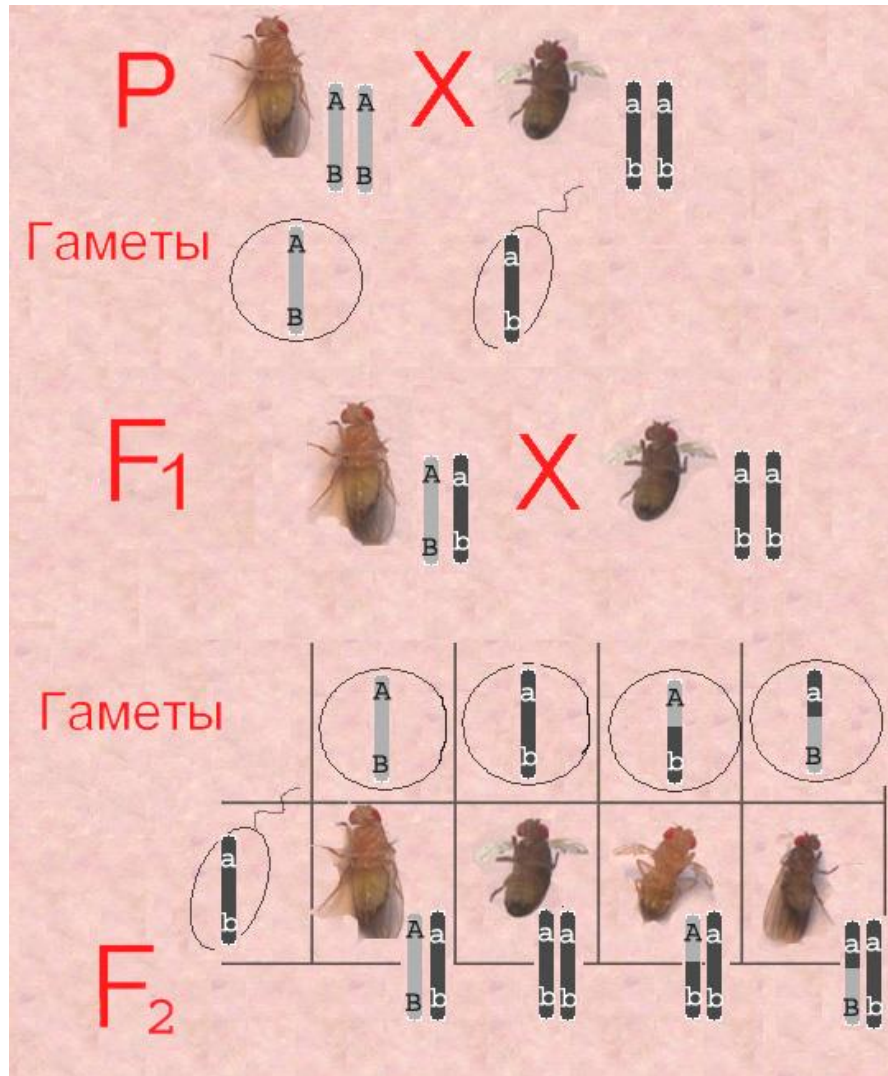


Доминантные аллели обоих генов у одного родителя

Каждый из родителей имеет доминантные аллели одного и рецессивные другого гена

Такое расщепление при скрещивании двух форм плодовых мушек является результатом сцепления генов, их расположения в одной хромосоме.

Перекрест хромосом – причина разнообразия живых организмов



Схема, иллюстрирующая, что появление новых комбинаций в потомстве является результатом перекреста хромосом и рекомбинации генов.

Перекомбинация хромосом в мейозе

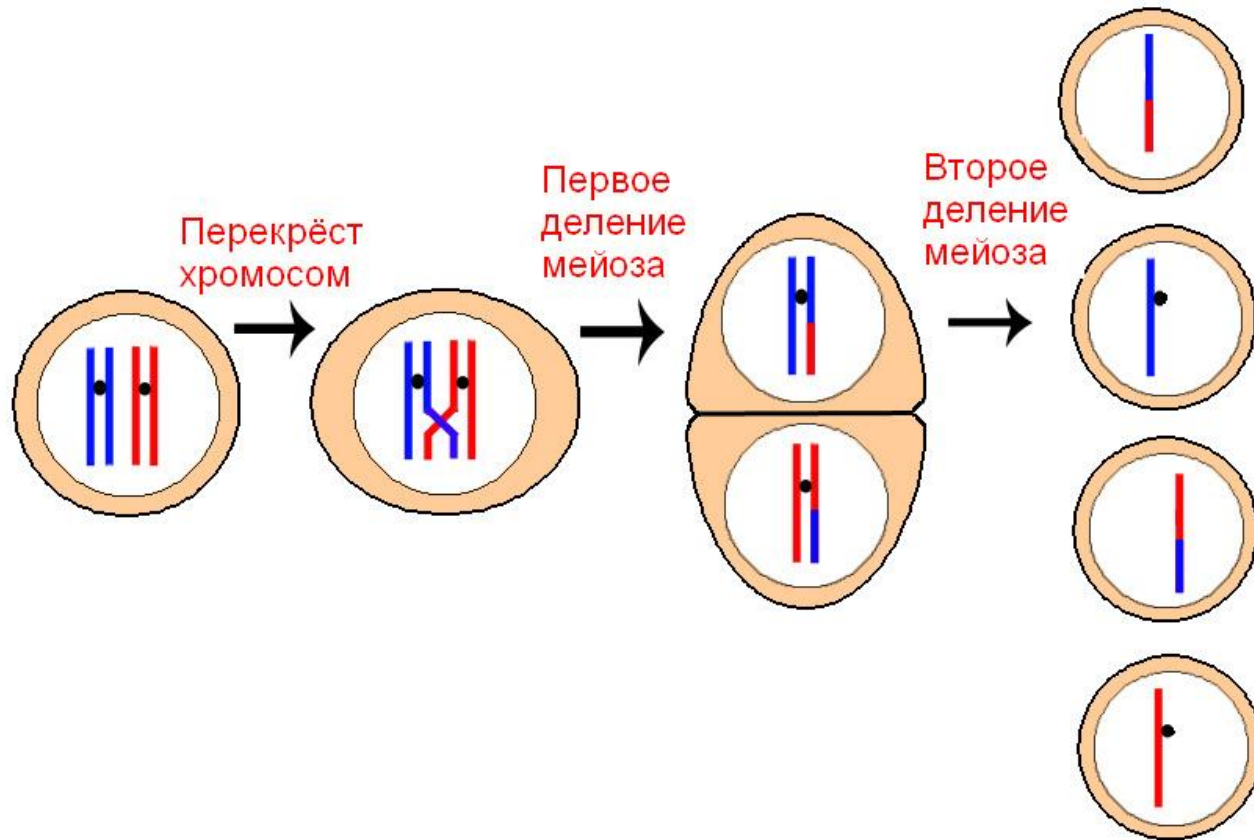


Схема перекрёста гомологичных хромосом в ходе мейоза. В результате возникают новые комбинации генов.

Картирование генов

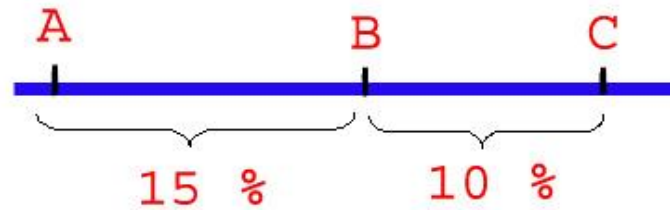
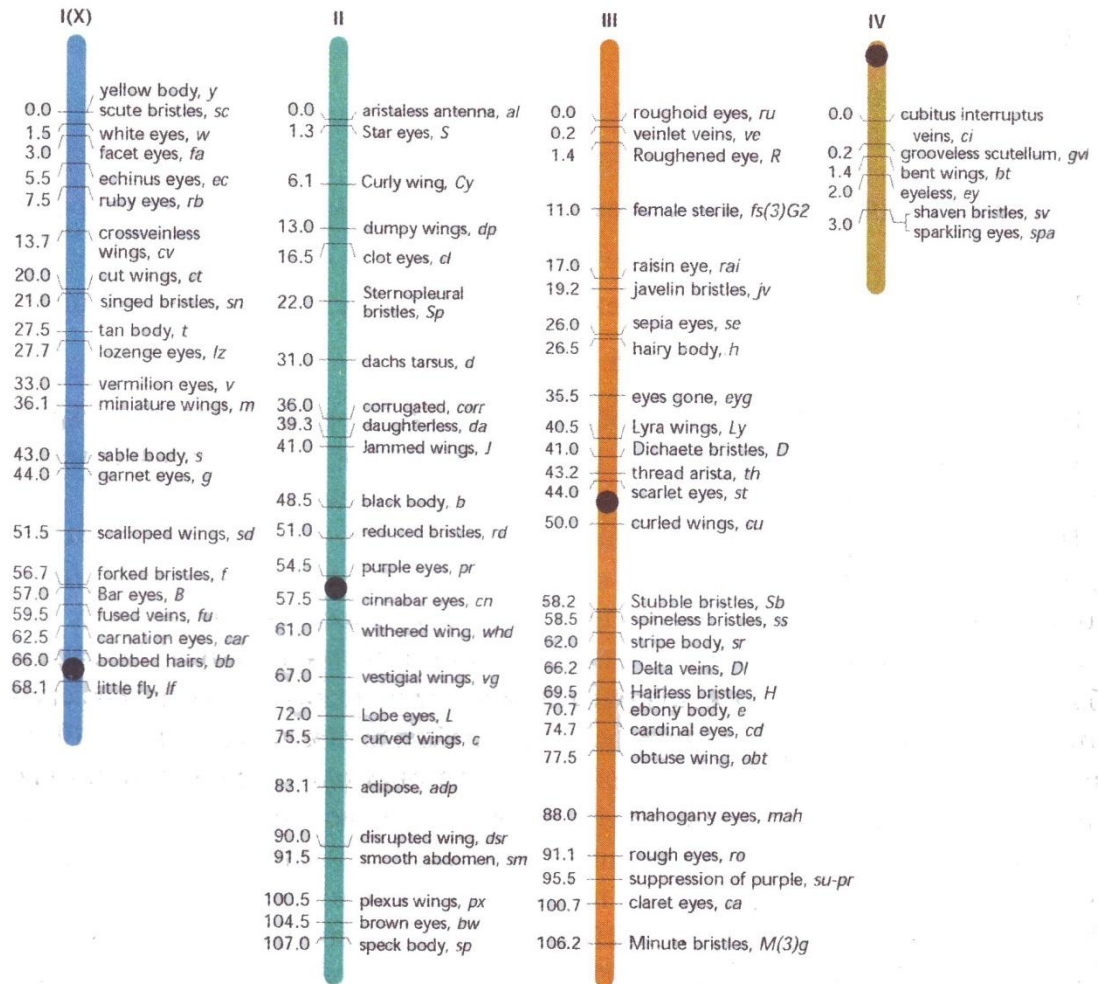


Схема картирования генов

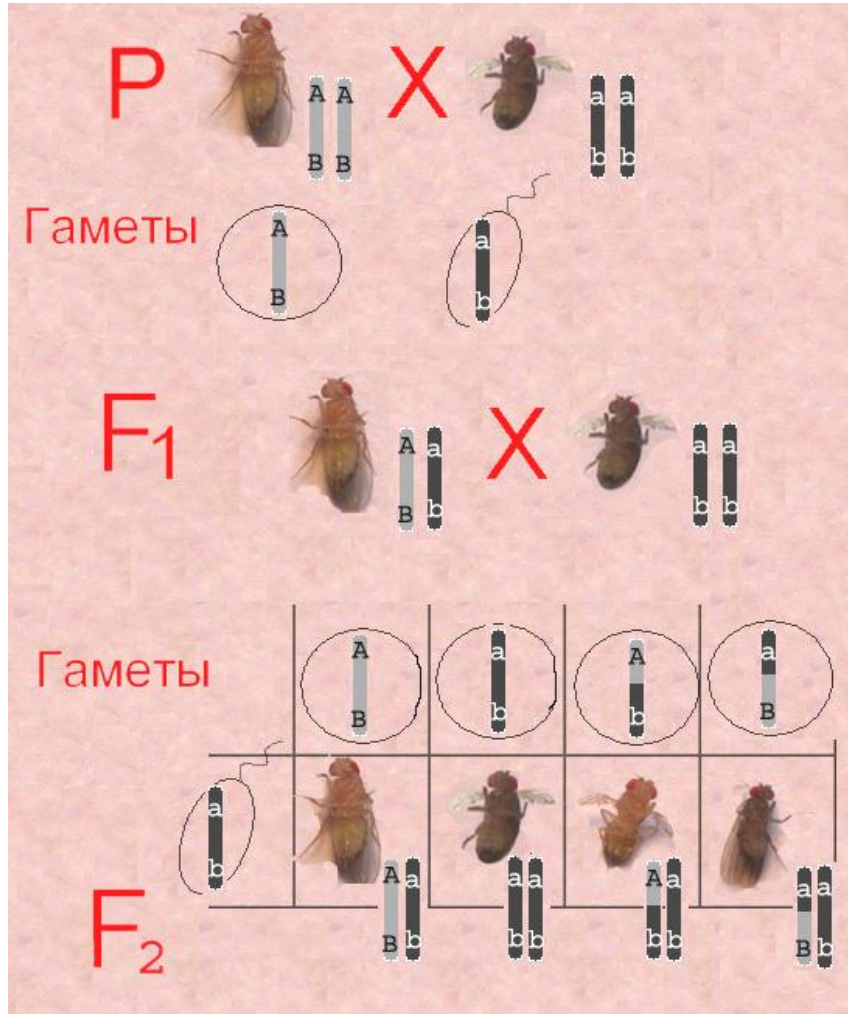
Генетическая карта плодовой мушки дрозофилы

У дрозофилы на
четырёх парах
хромосом
картировано
несколько сотен
генов

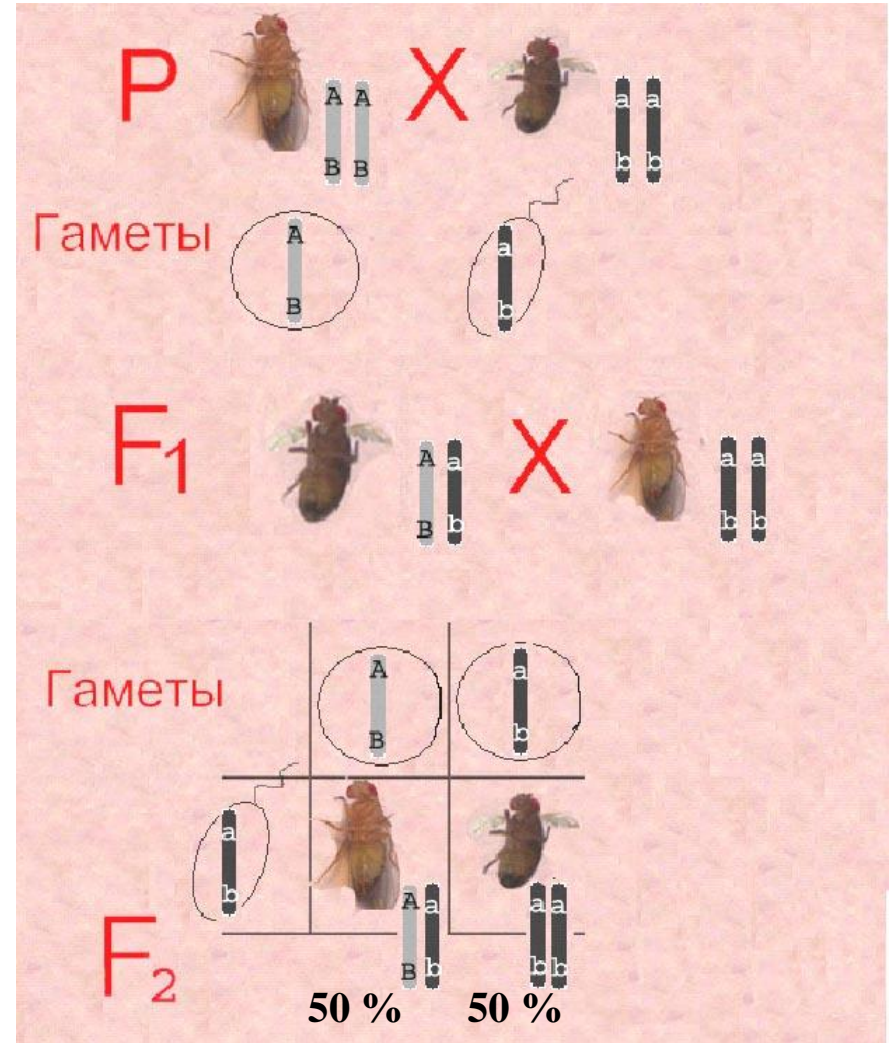


Генетическая карта четырех хромосом *Drosophila melanogaster*. Кружком показано положение центromеры.

Сцепленное наследование



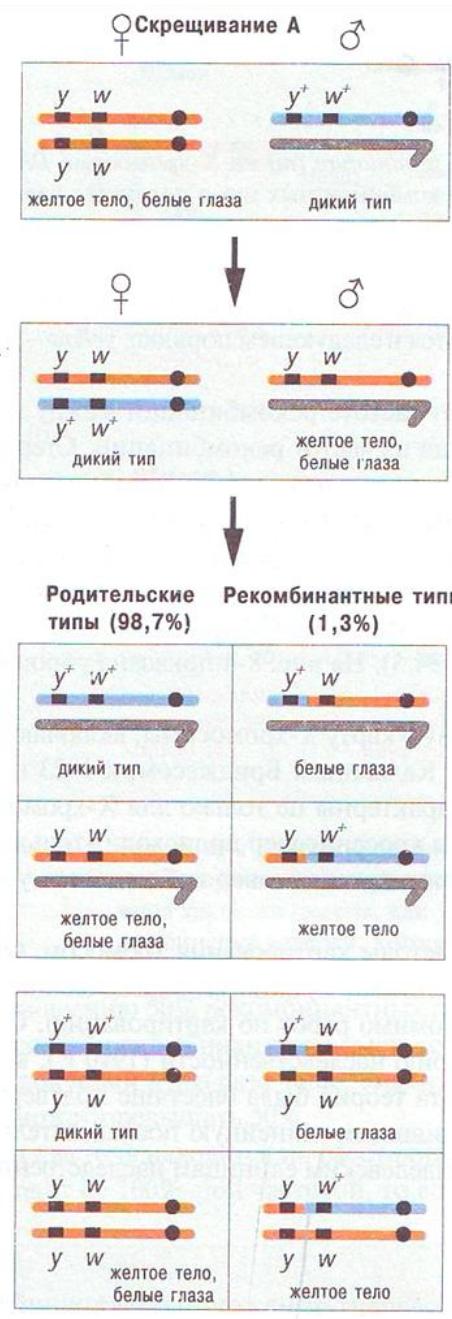
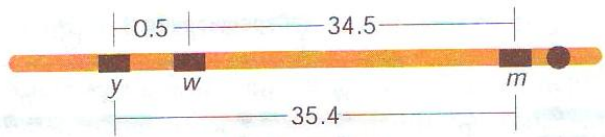
Неполное сцепление



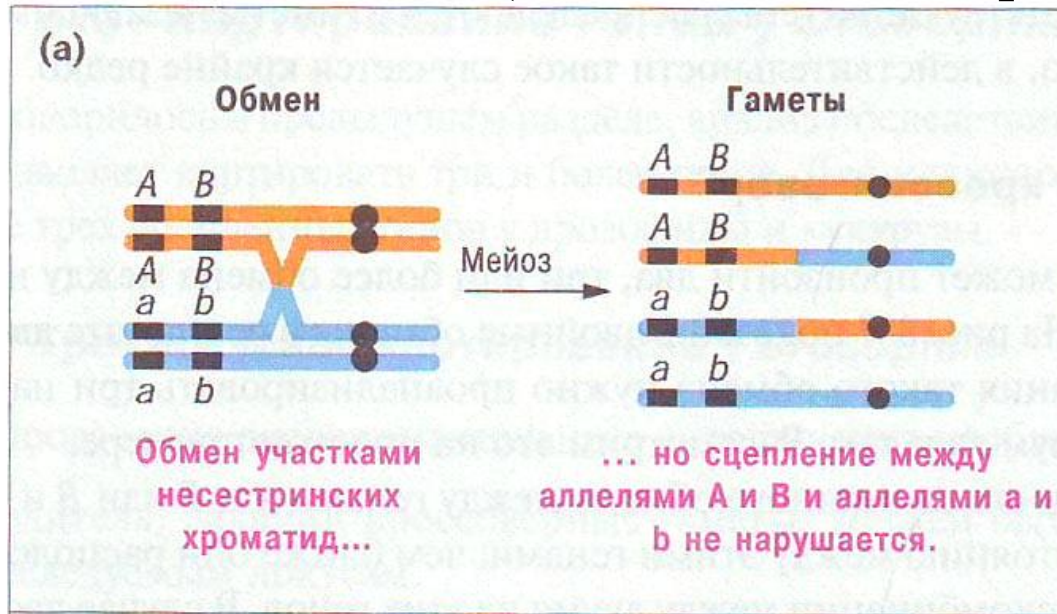
Полное сцепление

- (1) yellow, white – 0,5 %
- (2) white, miniature – 34,5 %
- (3) yellow, miniature – 35,4 %

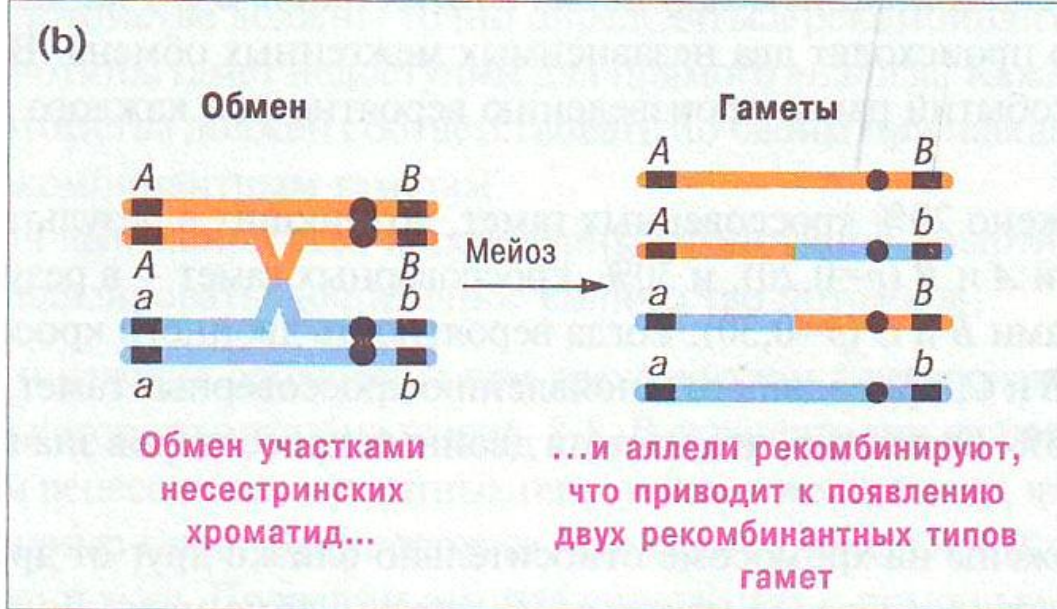
1 % рекомбинации =
1 сантиморган (сМ)



Результаты кроссинговера между несестринскими хроматидами (гомологичными хромосомами)

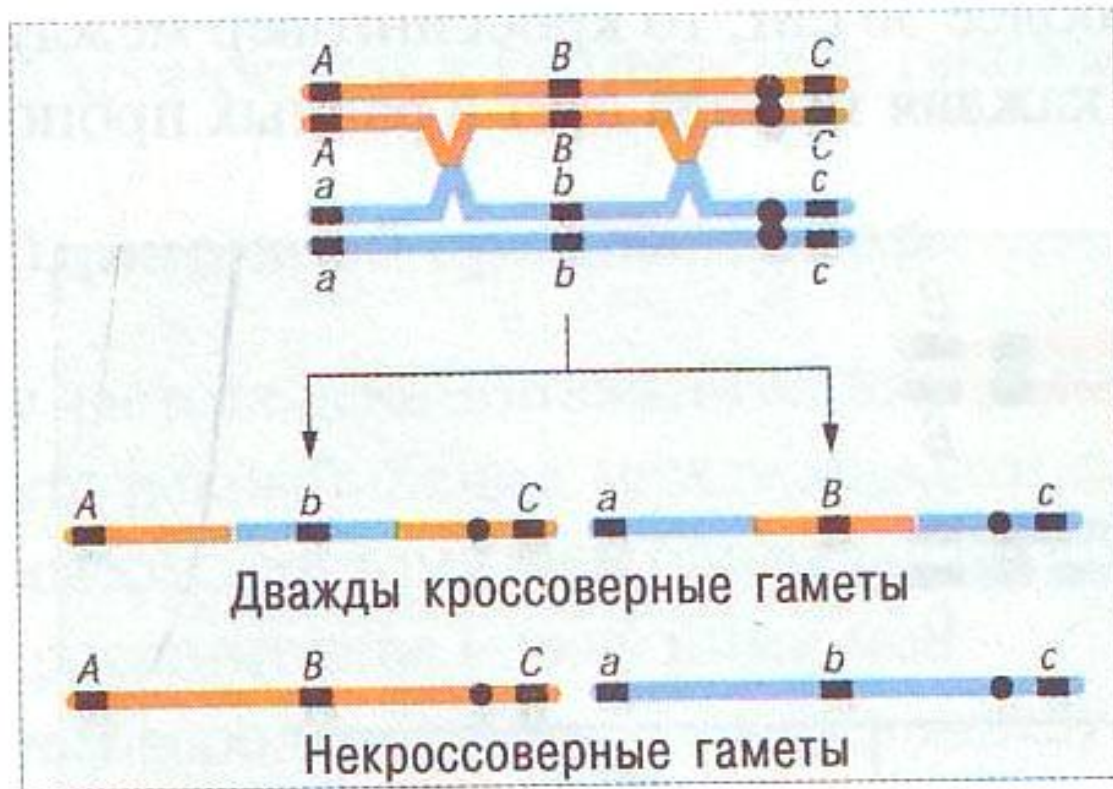


Аллели генов в обмен не вовлечены и образуются такие же гаметы, как и у родителей



Происходит рекомбинация аллелей, которая приводит к формированию новых типов гамет

Последствия двойного обмена между несестринскими хроматидами

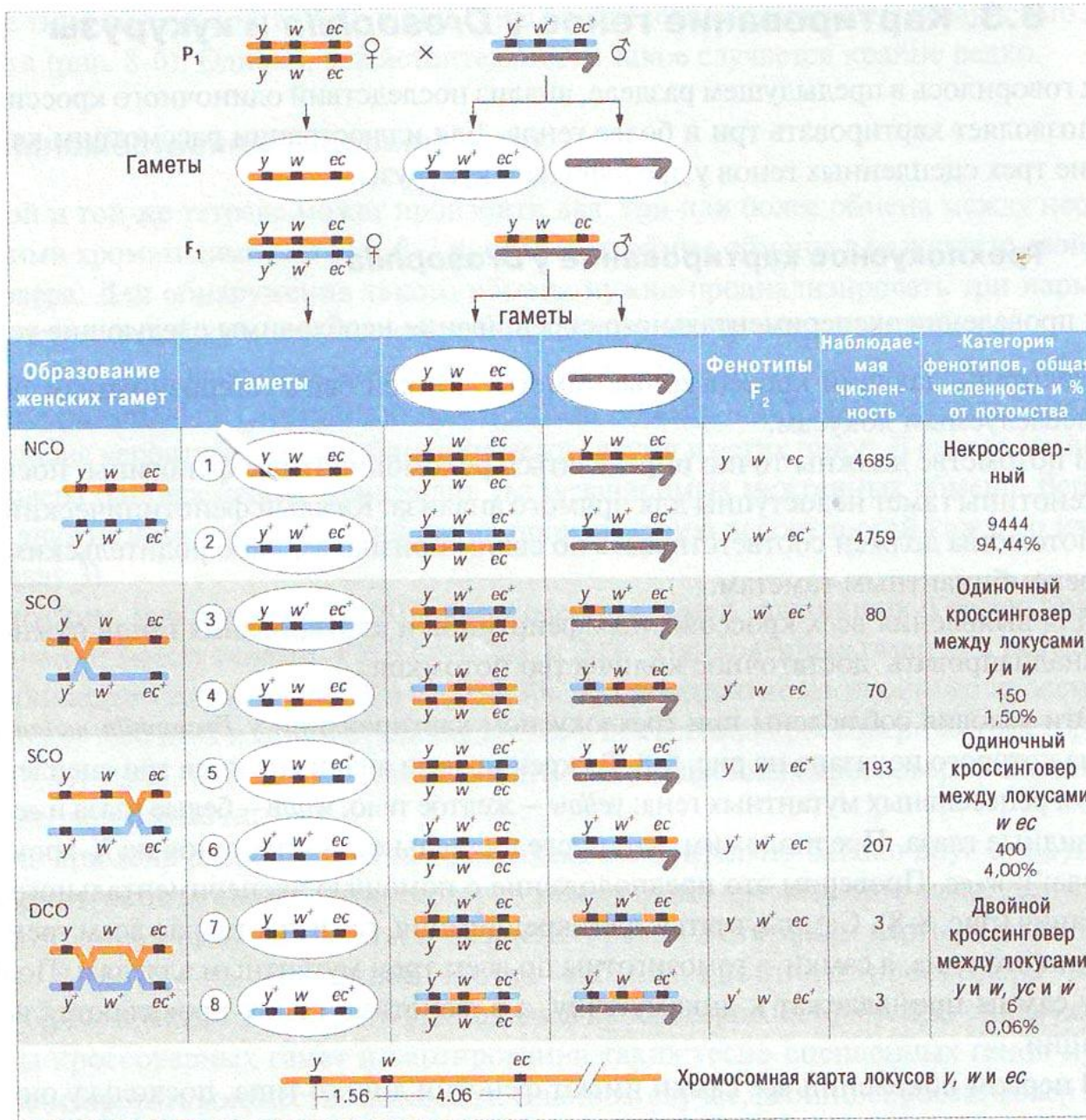


Трехлокусное картирование у дрозофилы

Для проведения экспериментального скрещивания необходимы следующие условия:

1. Родитель, дающий кроссоверные гаметы, должен быть гетерозиготным по всем исследуемым локусам.
2. В потомстве должны точно определяться рекомбинантные фенотипы, поскольку генотипы гамет недоступны для прямого анализа. Каждый фенотипический класс потомства должен соответствовать по своим признакам либо родительским, либо рекомбинантным гаметам.
3. Для выявления всех кроссоверных фенотипов и картирования генов нужно проанализировать достаточное количество потомков.

Трехлокусное картирование у дрозофилы



Определение последовательности генов

Возможно три варианта:

(1) $w - y - ec$

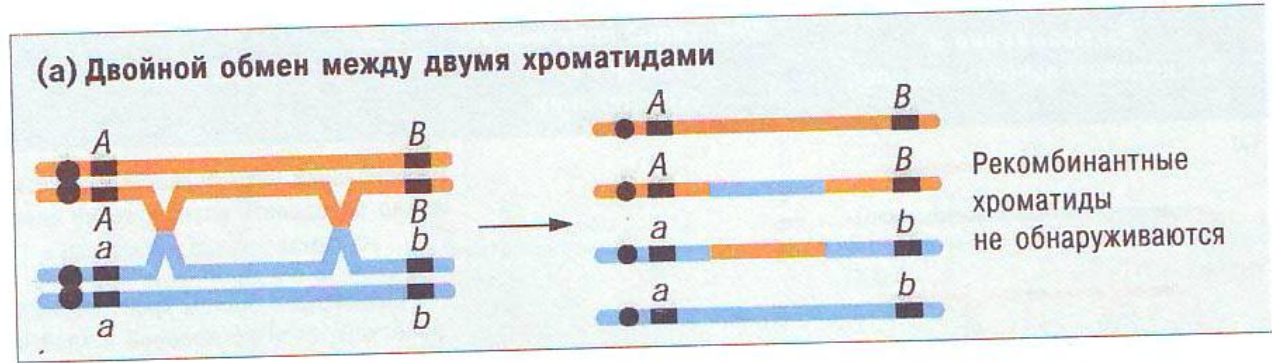
(2) $y - ec - w$

(3) $y - w - ec$

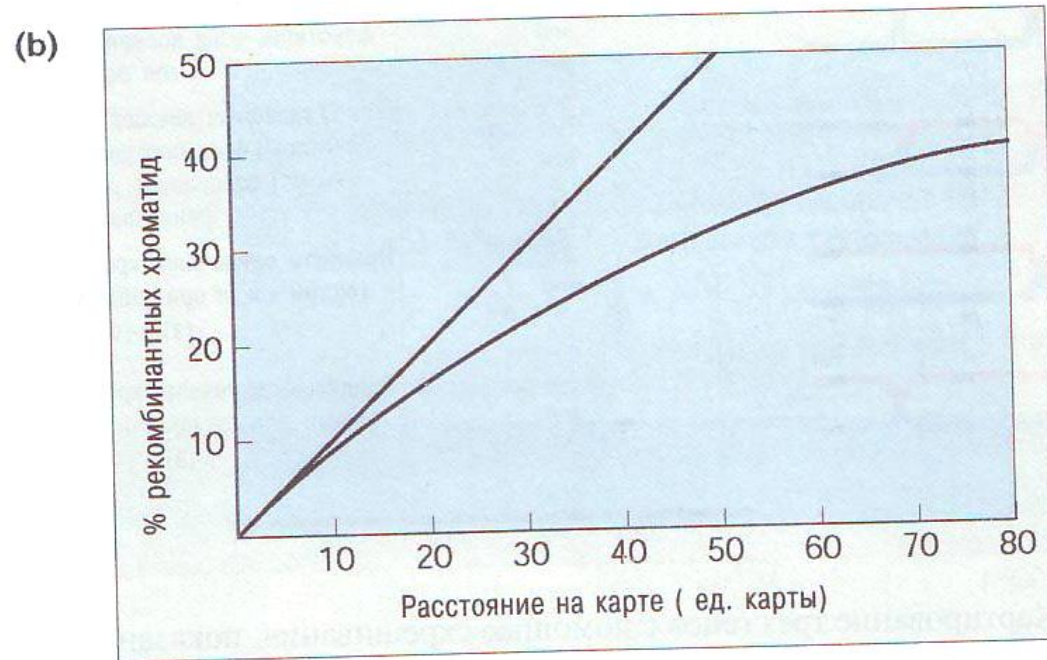


Точность генетического картирования

Двойные кроссоверы не обнаруживаются из-за отсутствия перестроек между аллелями



Наблюдаемая и ожидаемая частота рекомбинантных хроматид по отношению к расстоянию между генами на хромосомной карте



Интерференция

коэффициент коинцидентности (совпадения) (C).

$$C = \frac{\text{Наблюдаемые кроссоверы}}{\text{Ожидаемые кроссоверы}}$$

величина интерференции

$$I = 1 - C.$$

Пример синтетического тестирования хромосом человека

Гибридные клеточные линии	Наличие хромосом человека								Экспрессия генных продуктов			
	1	2	3	4	5	6	7	8	A	B	C	D
23									-	+	-	+
34									+	-	-	+
41									+	+	-	+


Пример синтетического тестирования хромосом человека

Гибридные клеточные линии	Наличие хромосом человека								Экспрессия генных продуктов			
	1	2	3	4	5	6	7	8	A	B	C	D
23									-	+	-	+
34									+	-	-	+
41									+	+	-	+

Пример синтетического тестирования хромосом человека

Гибридные клеточные линии	Наличие хромосом человека								Экспрессия генных продуктов			
	1	2	3	4	5	6	7	8	A	B	C	D
23									-	+	-	+
34									+	-	-	+
41									+	+	-	+

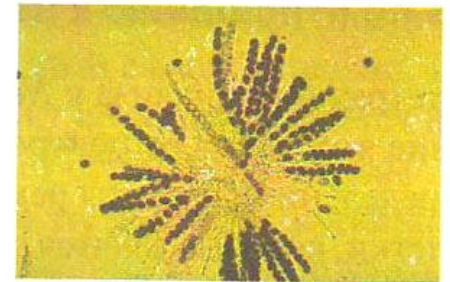
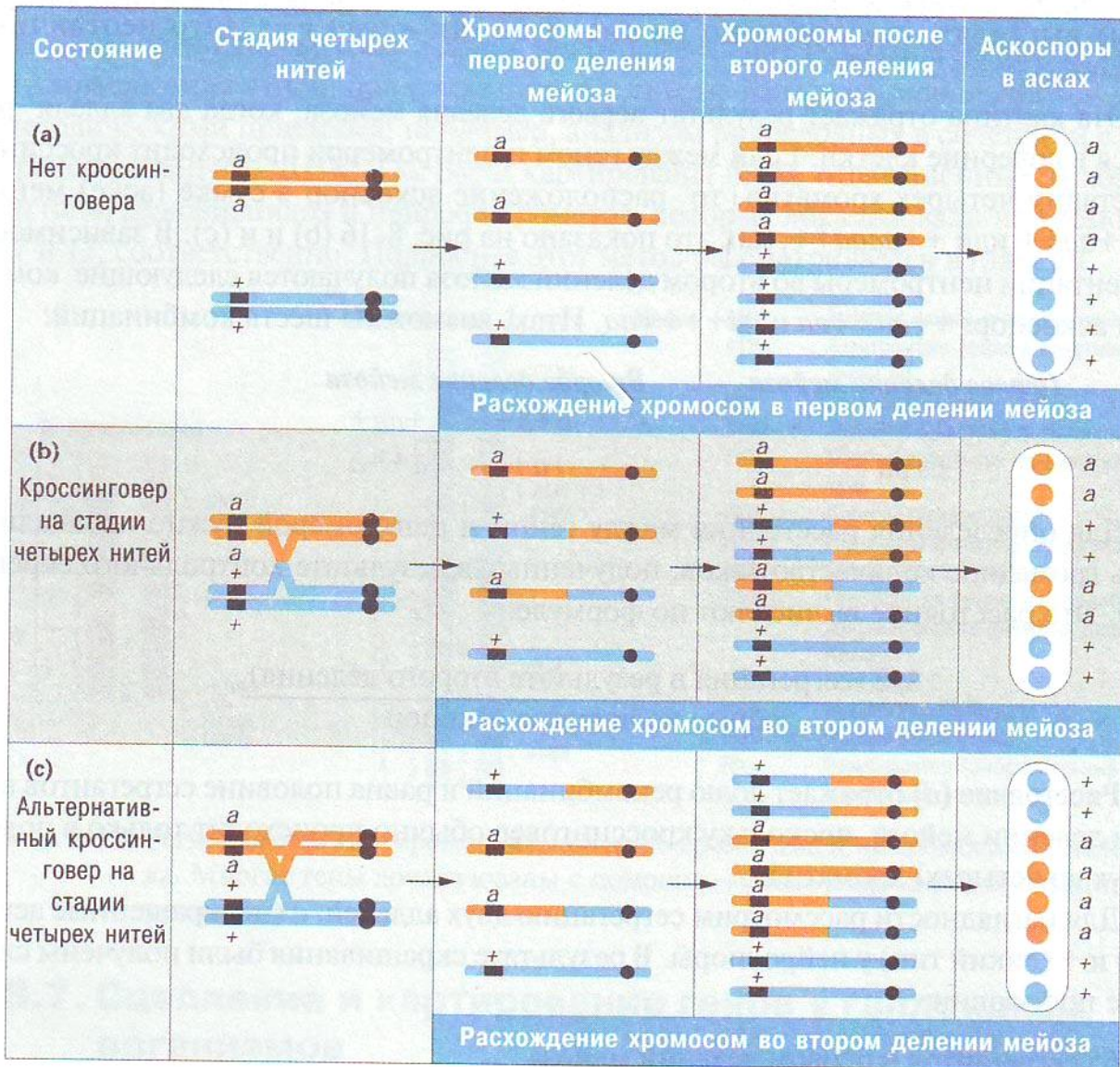
Пример синтетического тестирования хромосом человека

Гибридные клеточные линии	Наличие хромосом человека								Экспрессия генных продуктов			
	1	2	3	4	5	6	7	8	A	B	C	D
23									-	+	-	+
34									+	-	-	+
41									+	+	-	+

Пример синтетического тестирования хромосом человека

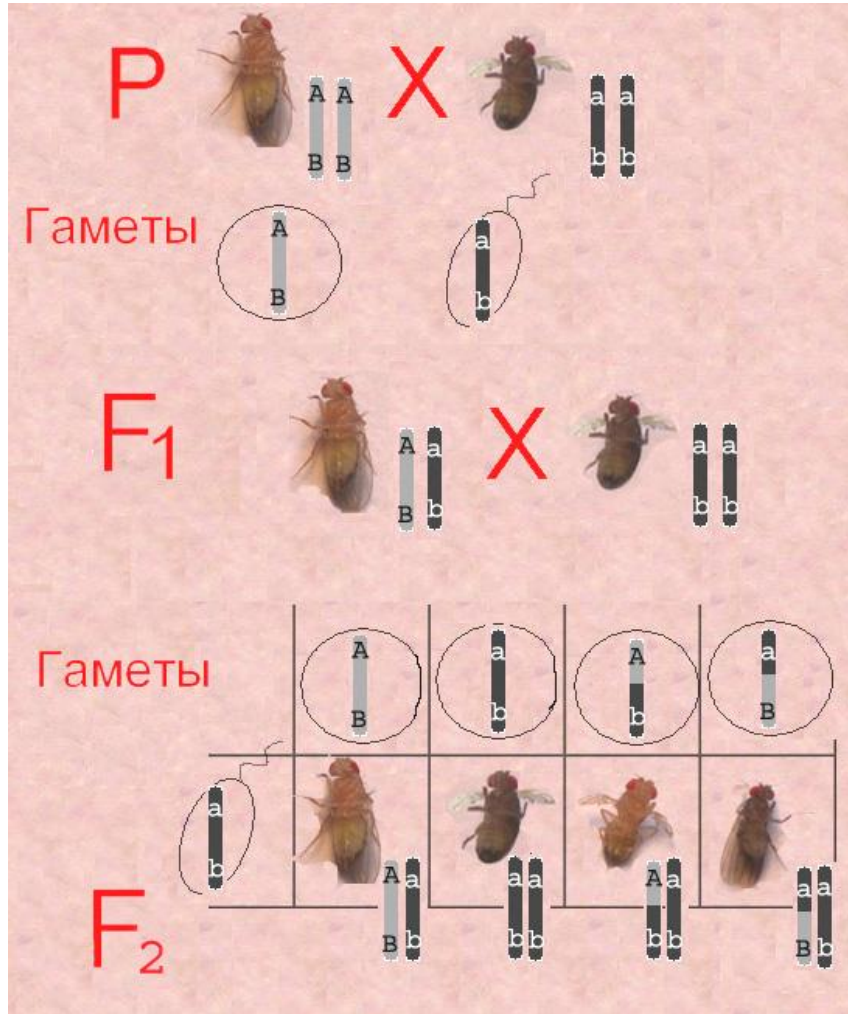
Гибридные клеточные линии	Наличие хромосом человека								Экспрессия генных продуктов			
	1	2	3	4	5	6	7	8	A	B	C	D
23									-	+	-	+
34									+	-	-	+
41									+	+	-	+

Сцепление и картирование генов у гаплоидных организмов

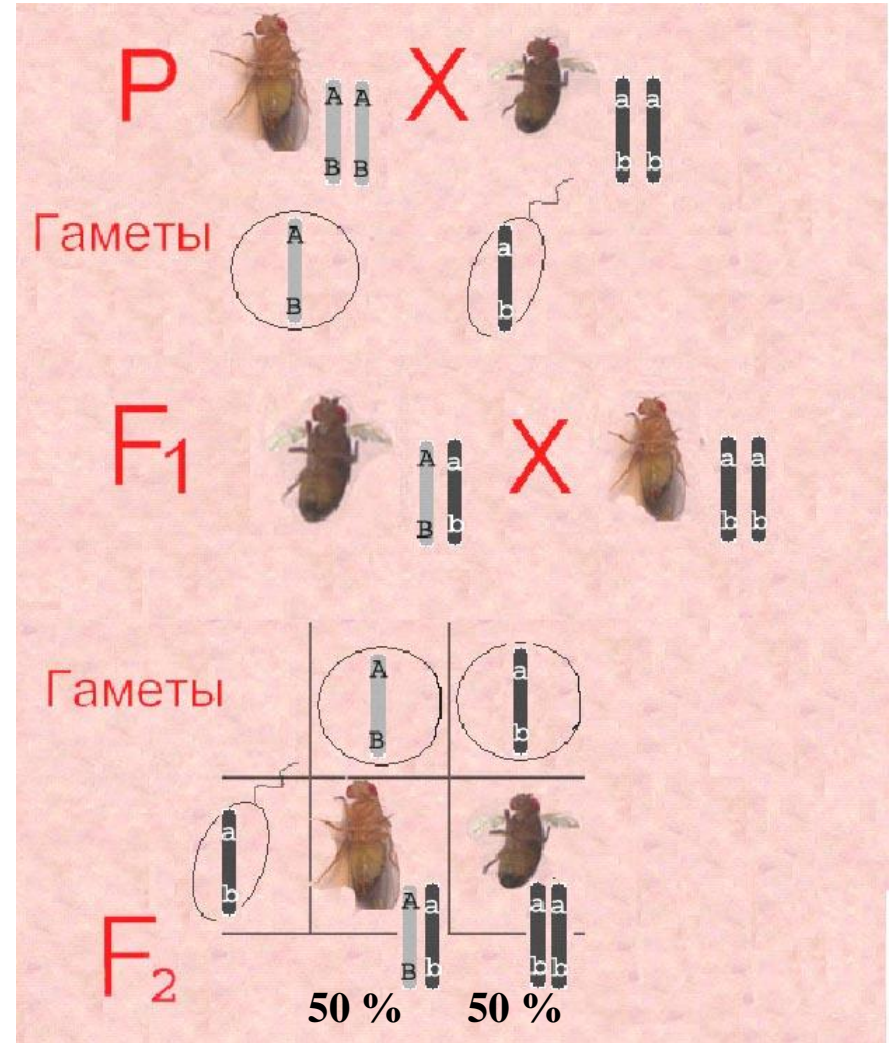


Тетрадный анализ у *Neurospora*

Сцепленное наследование

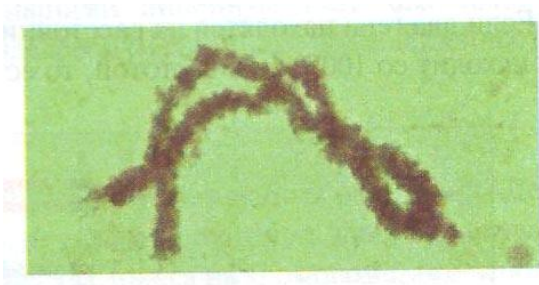
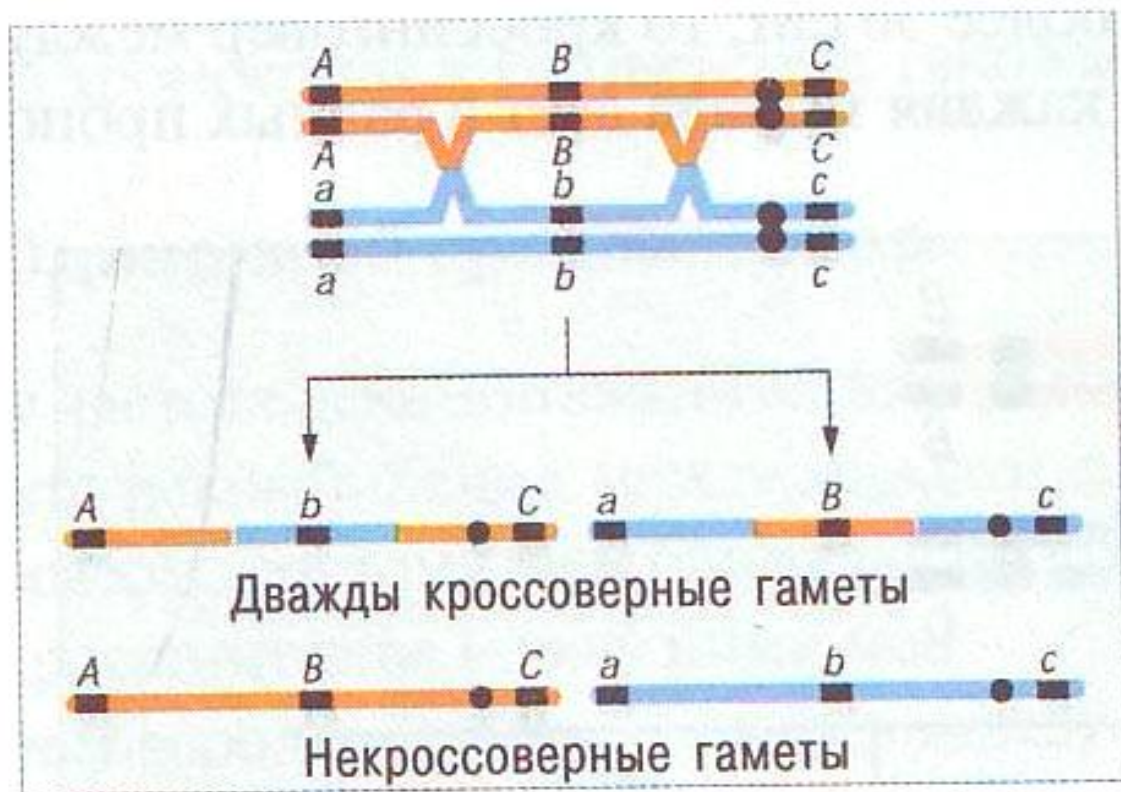


Неполное сцепление



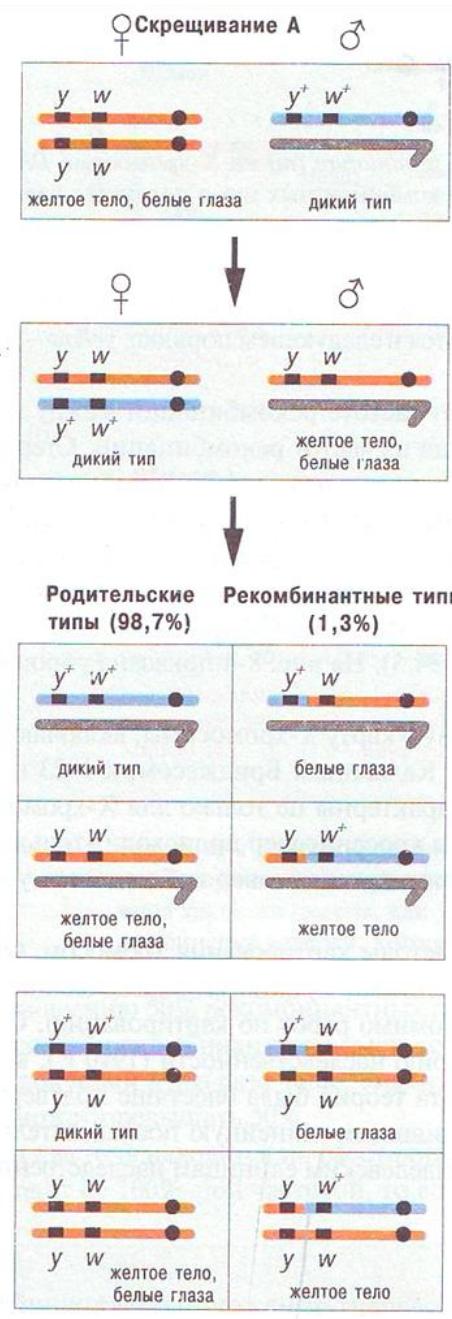
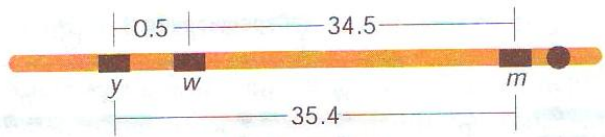
Полное сцепление

Последствия двойного обмена между несестринскими хроматидами

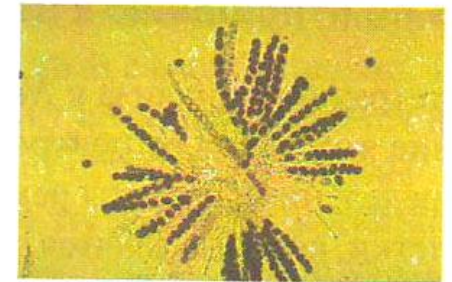
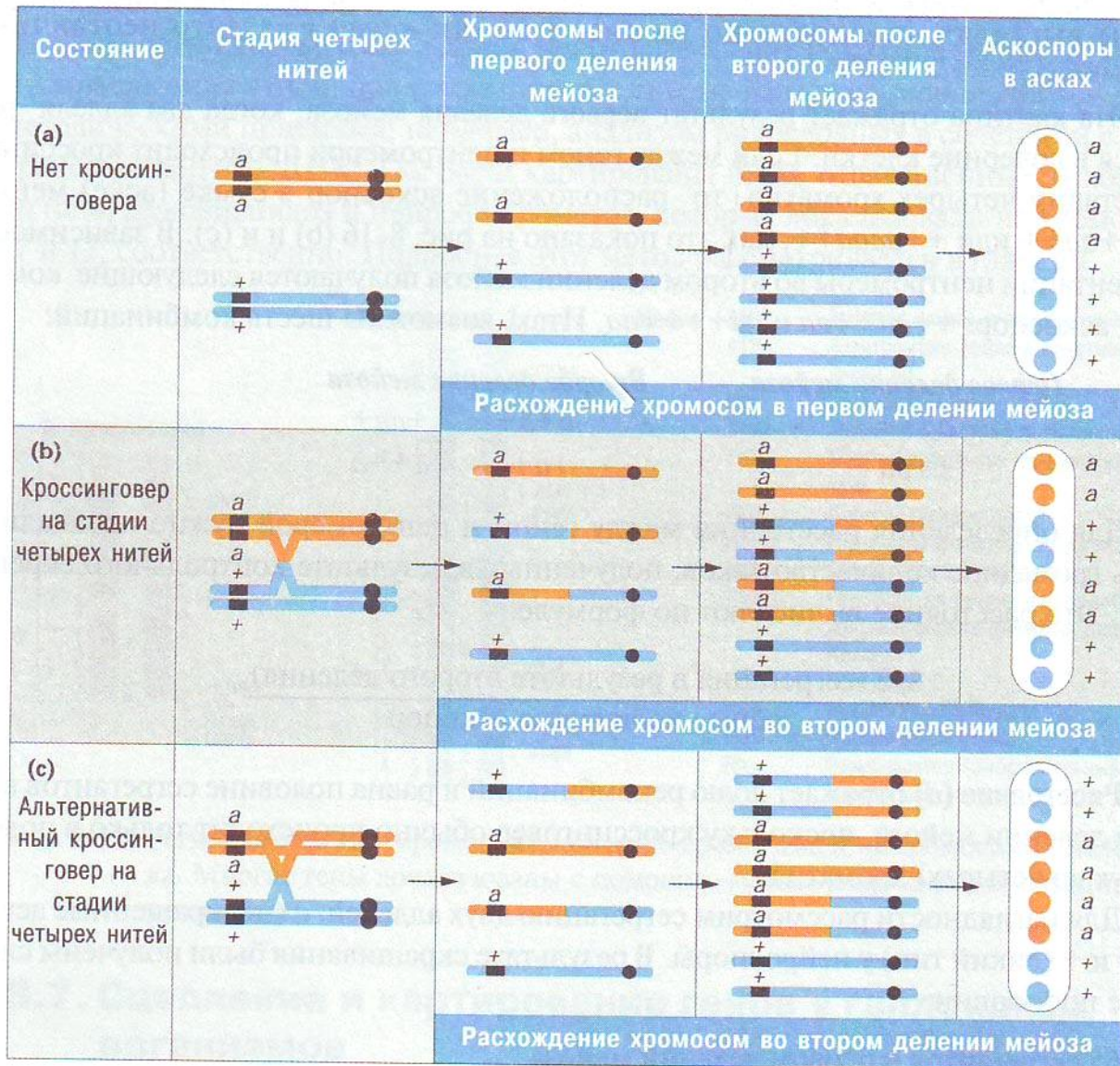


- (1) yellow, white – 0,5 %
- (2) white, miniature – 34,5 %
- (3) yellow, miniature – 35,4 %

1 % рекомбинации =
1 сантиморган (сМ)

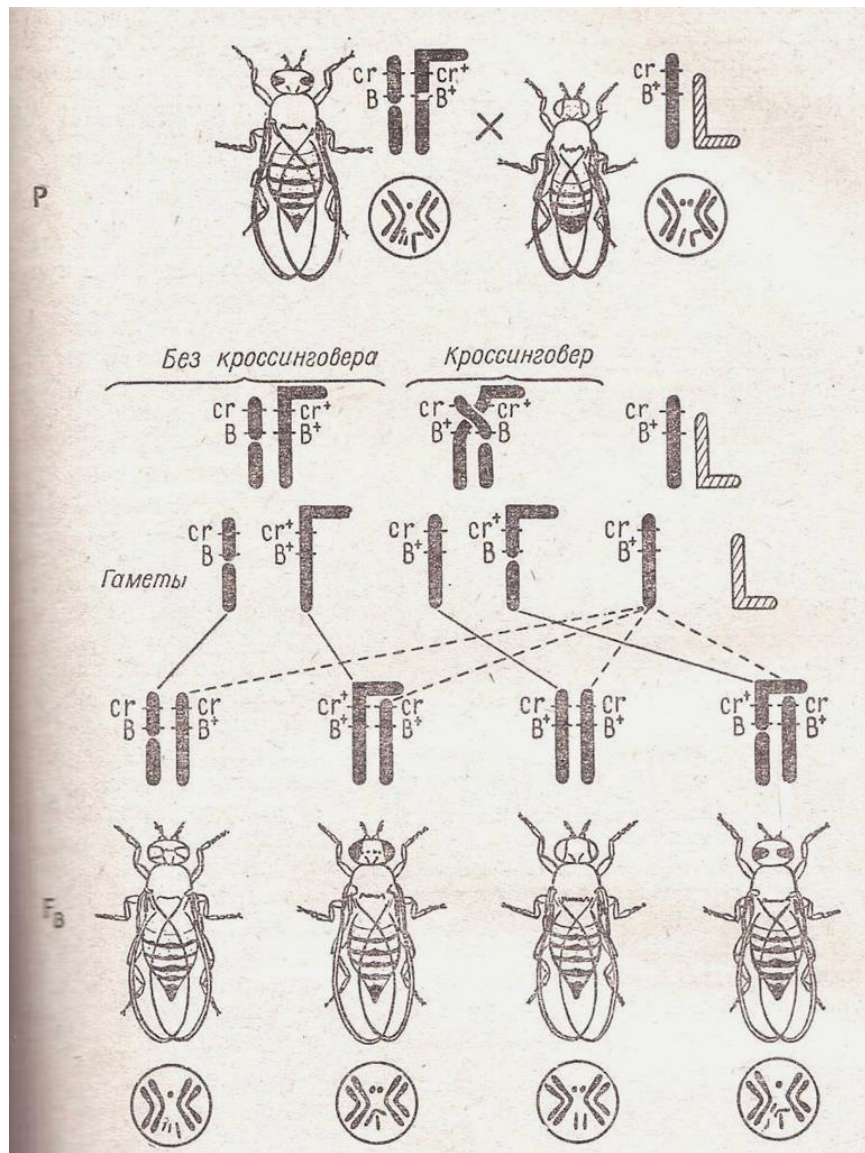


Сцепление и картирование генов у гаплоидных организмов



Тетрадный анализ у *Neurospora*

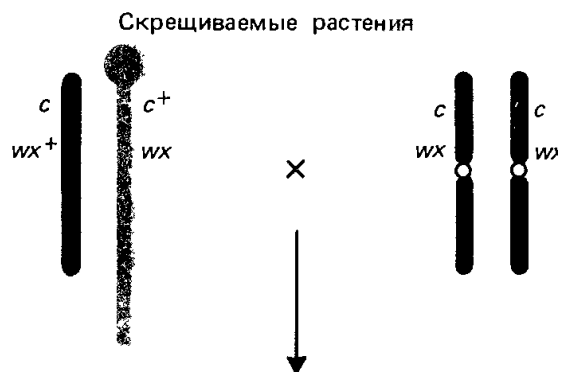
Цитологические доказательства кроссинговера у *Drosophila* (К. Штерн, 1931)



cr (*carnation*) – глаза цвета
красной гвоздики

B (*Bar*) – полосковидные
глаза

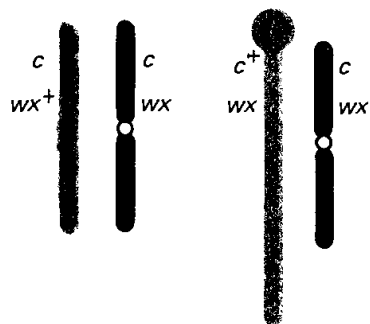
Цитологические доказательства кроссинговера у *Zea mays* (Б. Мак-Клинток, Г. Крейтон, 1931)



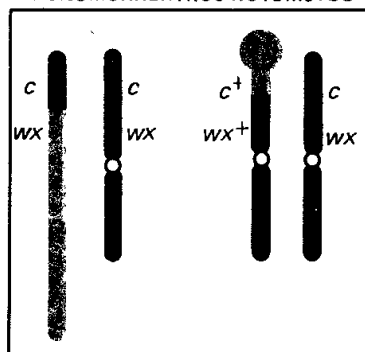
c (*colorless*) – неокрашенный эндосперм

wx (*waxy*) – восковидный эндосперм

Нерекombинантное потомство



Рекомбинантное потомство



Основные положения хромосомной теории наследственности

1. Гены (наследственные факторы) расположены в хромосомах

Значит именно хромосомы обеспечивают передачу наследственной информации из поколения в поколение.

2. В каждой хромосоме много генов

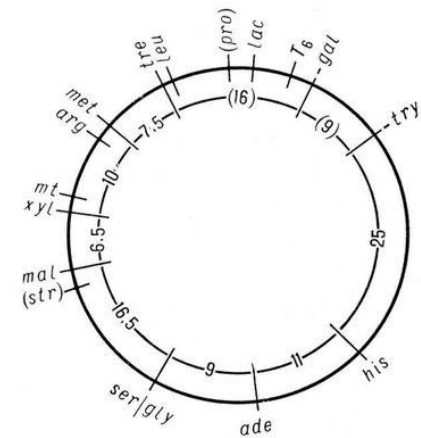
Доказательством являются построенные генетические карты. Так для дрозофилы на 8 хромосомах известно несколько сотен генов.

3. Гены расположены в хромосомах в линейном порядке

Говоря образно, хромосомы можно сравнить с нитями, на которые нанизаны бусинки - гены.

4. Каждый ген имеет в хромосоме определённое положение

То есть, одни и те же гены даже у разных особей одного вида в хромосомах занимают одинаковое положение. Это подтверждает одинаковая частота перекрёстов между одними и теми же генами в различных вариантах скрещиваний.



Генетическая карта бактерии кишечной палочки. На 1 хромосоме – более 10 генов

Цитологические основы наследственности

Клеточная теория стала основной предпосылкой для признания законов Менделя.

- **1855 г. , Р. Вирхов:** «*Omnis cellula e cellulae*» — всякая клетка от клетки
- **1879 г., В. Флемминг** подробно описал деление ядра в клетках кожи саламандры
- **1883 г., В. Е. ван Бенеден** обнаружил, что дочерние хромосомы, распределяющиеся между дочерними клетками, повторяют строение материнской хромосомы. Ввел термин «хромосома»
- **1884 г., Э. Страсбургер** выделил стадии митоза
- **1884 г., В. Ру, О. Гертвиг, Э. Страсбургер** сформулировали ядерную гипотезу наследственности
- **1896 г., Э. Вильсон** выделил цитогенетику в отдельную науку