

*наследование
и
кроссинговер*



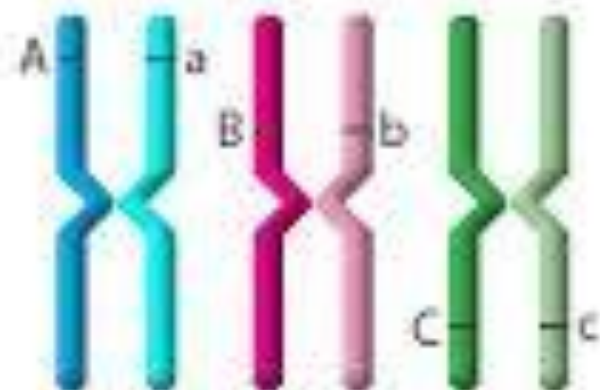


1910 г.

**Томас Морган
Гены,
расположенные в
одной хромосоме,
представляют
собой группу
сцепления.**

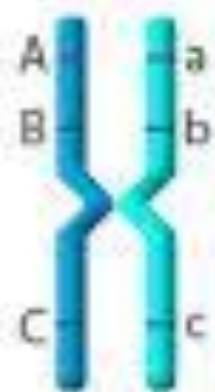
Сцепление генов — это совместное наследование генов, расположенных в одной и той же хромосоме. Количество групп сцепления соответствует гаплоидному числу хромосом.





Расположение генов в трёх парах хромосом в случае наследования признаков по Менделю.

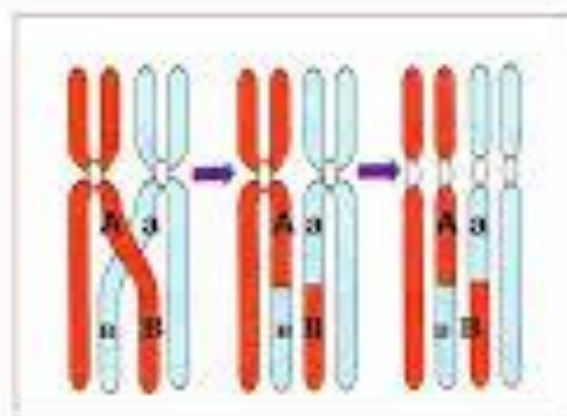
Тригетерозигота образует 8 типов гамет: ABC, ABc, AbC, aBC, Abc, aBc, abC, abc



Расположение генов в одной паре хромосом в случае сцепленного наследования.

Тригетерозигота образует 2 типа гамет: ABCи abc

Причиной *неполного сцепления* является кроссинговер (перекрест хромосом в 1 делении мейоза). Обмен генетическим материалом в мейозе происходит почти буквально между всеми гомологичными хромосомами. Гаметы и особи с новыми сочетаниями признаков, появившихся в результате кроссинговера, называются *кроссоверами* или *рекомбинантами*, а само явление - *генетической рекомбинацией*.



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

Гаметы: AB ab $\xrightarrow{\text{кроссинговер}}$ Ab aB

Чем дальше расположены в хромосоме гены друг от друга, тем меньше «сила сцепления» и тем чаще между ними происходит кроссинговер.

Гаметы, у которых аллели генов те же, что и в клетках родителей, называют *некроссоверными*, а гаметы у которых в результате кроссинговера аллели изменились - *кроссоверными*.

Частота кроссинговера определяется в процентах и показывает расстояние между генами.

$$\text{Частота кроссинговера} = n_1/N \cdot 100\%,$$

где n_1 - число кроссоверов;

N - общее число потомков.

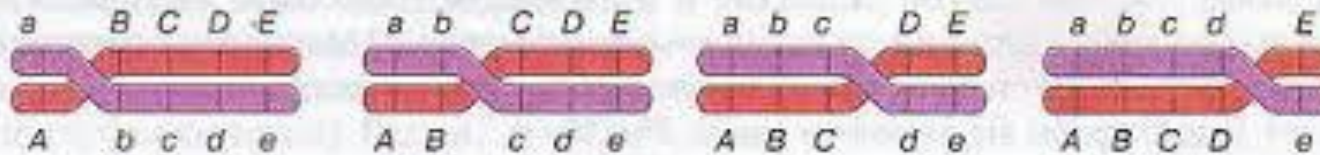


Рис. 60. Возможные варианты кроссинговера, происходящие между гомологичными хромосомами (вероятность расхождения двух генов в различные хромосомы тем выше, чем дальше друг от друга они расположены)

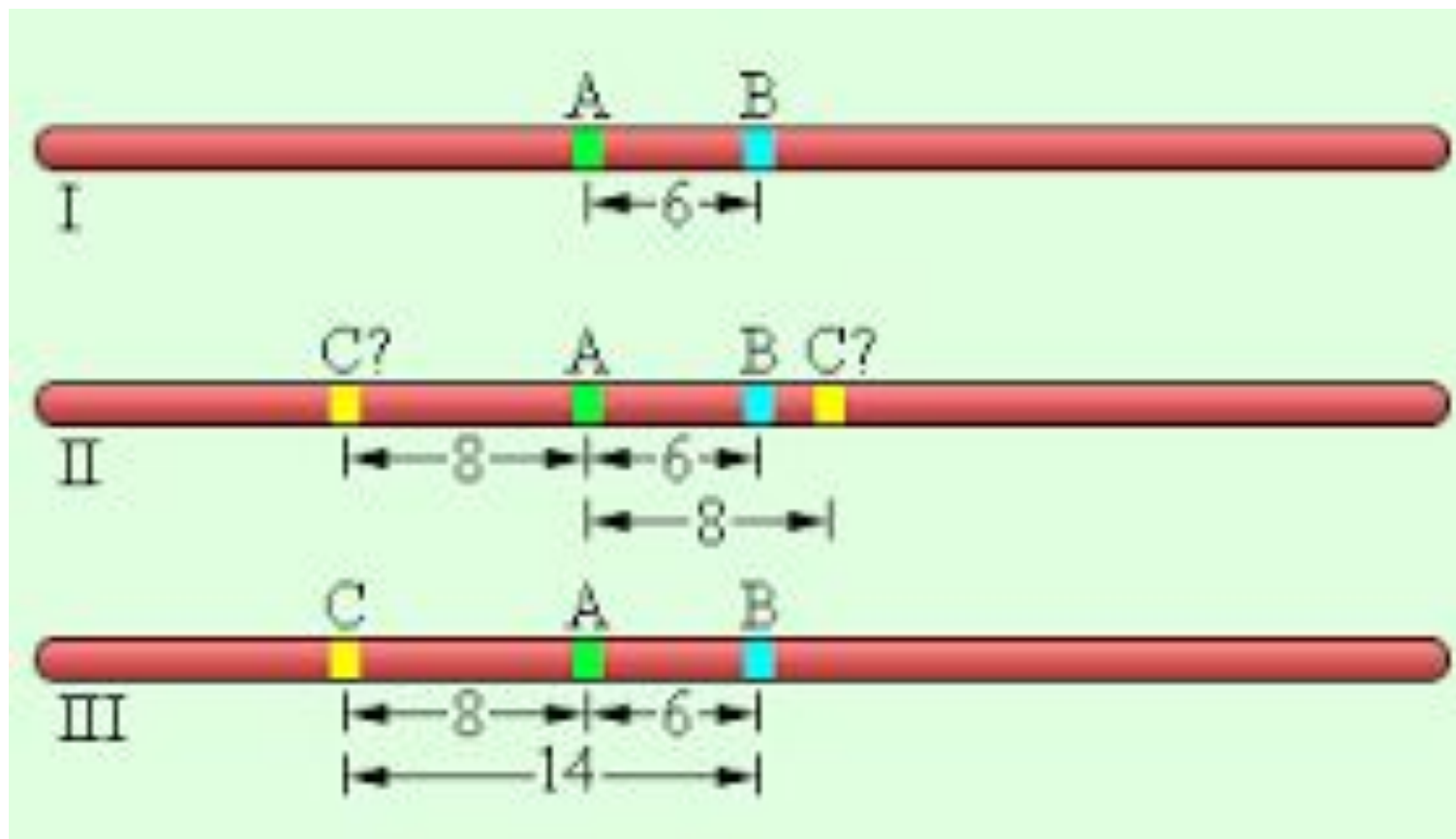
Количеством кроссоверных особей характеризуют полноту сцепления исследуемых генов. При этом за условную единицу сцепления или относительного расстояния (перекреста) между генами принят 1 % кроссинговера. Эта единица называется *морганидой* или *сантиморой*.

Количество кроссоверных особей никогда не превышает 50%, т.к. при очень больших расстояниях между генами чаще происходит двойной кроссинговер и часть кроссоверных особей остается неучтенной.

Основные положения Т. Моргана

1. Гены, локализованные в одной хромосоме, образуют одну группу сцепления и наследуются совместно (сцеплено).
2. Сцепленные гены располагаются в хромосоме линейно друг за другом.
3. Сцепление может быть полным при отсутствии кроссинговера.
4. Сцепление может быть неполным – прерывается кроссинговером.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КАРТА ХРОМОСОМ



Запись схемы решения задачи

$$\begin{array}{l} P: \quad \text{♀} \frac{AB}{ab} \quad | \quad \text{♂} \frac{ab}{ab} \\ G: \quad \text{некросоверные гаметы} \\ \quad \frac{AB}{ab} \quad \quad \quad \frac{ab}{ab} \\ \quad \text{кроссоверные гаметы} \\ \quad \frac{Ab}{aB} \\ F: \quad \frac{AB}{ab} ; \frac{ab}{ab} ; \frac{Ab}{ab} ; \frac{aB}{ab} \end{array}$$

ЗАДАЧИ

У дрозофилы рецессивный ген (b) обуславливает черное тело, а ген р - пурпурный цвет глаз. Их доминантные аллели - ген серого тела (В) и ген красного цвета глаз (Р). При скрещивании дигетерозиготной самки с гомозиготным самцом получено 43% потомков серого цвета с пурпурными глазами, 43% - с черным телом и красными глазами и по 7% потомков с проявлением доминантных и рецессивных признаков. Как наследуются эти гены и какой генотип потомков?

У дрозофил признаки окраски тела и длины крыльев сцеплены. Темная окраска тела рецессивна по отношению к серой, короткие крылья к длинным. В лаборатории скрещивались серые длиннокрылые самки, гетерозиготные по обоим признакам, с самцами имеющими черное тело и короткие крылья. В потомстве оказалось: серых длиннокрылых особей - 1387, черных короткокрылых - 1402, черных длиннокрылых - 285, серых короткокрылых - 286. Определите расстояние между генами окраски тела и длины крыльев.

ЗАДАЧИ

У крыс темная окраска шерсти доминирует над светлой, розовый цвет глаз над красным. Оба признака сцеплены. В лаборатории от скрещивания розовоглазых темно-шерстных крыс с красноглазыми светло-шерстными получено потомство: светлых красноглазых - 27, темных розовоглазых 30, светлых розовоглазых 27, темных красноглазых 29. Определите расстояние между генами.

При спаривании дигибридного хряка ($AaBb$) с рецессивными свиноматками получено следующее расщепление в F_1 по фенотипу: поросят с двумя доминантными признаками ($A-B-$) - 30, с двумя рецессивными признаками ($aabb$) - 32, поросят фенотипа $A-bb$ - 5 и фенотипа $aaB-$ - 3. Как наследуются эти признаки и какое расстояние между контролирующими их генами?

ЗАДАЧИ

При скрещивании курицы, дигетерозиготной по генам А и В, с рецессивным петухом, получено следующее расщепление потомства по фенотипу: А-В-; А-bb; aaВ-; aabb = 25%, 25%, 25%, 25%, соответственно. Определите, как наследуются гены А, а и В, b - сцеплено или они свободно комбинируются?

У мухи дрозофилы ген нормального цвета глаз доминирует над геном белоглазия, ген ненормального строения брюшка над геном нормального строения. Обе пары расположены в X-хромосоме на расстоянии 4 морганид. Определите вероятные генотипы и фенотипы потомства от скрещивания гетерозиготной по обоим признакам самки с самцом, имеющим нормальный цвет глаз и нормальное строение брюшка.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ГЕНОВ А-В-С

Расстояние между генами А-С равно частоте одинарных кроссоверов плюс удвоенная частота двойных кроссоверов, т.е.
 $(A - B + B - C) + 2 * \text{дв. крос.}$

Интерференция – подавление кроссинговера на участках, непосредственно прилегающих к точке произошедшего обмена.

Коэффициент коинциденции (совпадение - C) = деление фактически наблюдаемой частоты двойного кроссинговера на теоретически ожидаемую.

$C < 1$ – интерференция положительная, т.е. один обмен препятствует обмену на соседнем участке хромосомы.

$C > 1$ – интерференция отрицательная (такой нет в природе)

НАПРИМЕР

Дано: А-В-С; А-В=8%; В-С=10%; С=0,6

Найти: Каково ожидаемое соотношение фенотипов в потомстве анализирующего скрещивания (в%) растения с генотипом АВс/авС?

$$C = \frac{\text{дв.кр. в опыте}}{\text{теоретич.ожд.}}, \text{ если } C=0,6,$$

$$\text{теоретич. ожд.} = (A-B \cdot B-C) \cdot 100\%; 0,08 \cdot 0,1 \cdot 100\% = 0,8,$$

$$\text{то } 0,6 = \frac{x}{0,8} \quad ; x=0,48 \text{ (т.е. по } 0,24\% \text{ на гамету)}$$

НАПРИМЕР

PP: ♀ $\frac{ABc}{aBc}$ x ♂ $\frac{aBc}{aBc}$

	A-B 8%	B-C 10%	
ABC		ABC од.кр.	4,76
ABc			41,24
AbC	AbC од.кр.		3,76
Abc дв.кр.	Abc дв.кр.	Abc дв.кр.	0,24
aBC дв.кр.	aBC дв.кр.	aBC дв.кр.	0,24
aBc	aBc од.кр.		3,76
aBc			41,24
abc		abc од.кр.	4,76
	8% - 0,48% = 7,52% , т. е. по 3,76%	10% - 0,48% = 9,52% , т.е. по 4,76%	100%-7,52%-9,52% -0,48% = 82,48%

ЗАДАНИЕ

(345) Гены А, В, и С локализованы в одной хромосоме в указанном порядке. Расстояние между генами А-В = 30%, между генами В-С = 20%. Какое потомство получится при скрещивании гомозиготной особи АВС с гомозиготной особью авс и при скрещивании гибридов F1 с исходной особью авс?

НАПРИМЕР

(343) Дано: Проведите генетический анализ результатов двух анализирующих скрещиваний тригетерозигот:

	Скрещивание № 1	Скрещивание № 2
ABC	255	84
ABc	20	76
AbC	128	82
Abc	124	78
aBC	136	86
aBc	140	74
abC	28	82
abc	266	80
Всего особей	1097	642

РЕШЕНИЕ:

А-В	АВ	АВ*	аВ*	ав	1:1:1:1 независимое расхождение хромосом
	255+20=275	128+124=252	136+140=276	28+266=294	
В-С	ВС	Вс*	вС*	вс	
	255+136=391	20+140=160	128+28=156	124+266=390	
А-С	АС	Ас*	аС*	ас	
	255+128=383	20+124=144	136+28=164	140+266=406	

$$\text{дв. кр.} = \frac{\quad}{1097} * 100\% = 4,4\%$$

таким образом расстояние А-В с учетом дв. кр.

$$A-B = (28,8+28,1)+(2*4,4) = 65,7\%$$

$$\text{теоретич. ожид.} = 0,288*0,281 = 0,08$$

$$C = \frac{0,04}{0,08} = 0,5 < 1, \text{ интерференция положительная}$$

расположение генов А-С-В

$$\text{исходные формы РР: } \text{♀} \frac{ACB}{ACB} \times \text{♂} \frac{acb}{acb}$$

$$\text{генотип гибридов F1: } \frac{ACB}{acb}$$