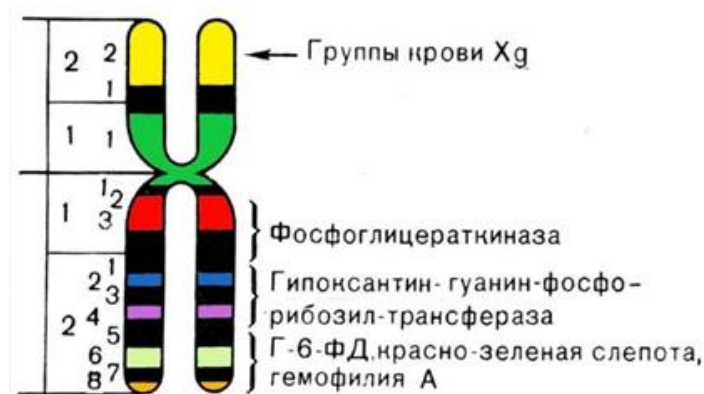


Т. Морган и сотрудники его лаборатории показали (1913-1915г.), что знание частоты кроссинговера между сцепленными генами позволяет строить генетические карты хромосом.

**Генетическая карта** представляет собой схему взаимного расположения генов, находящихся в одной группе сцепления, с учетом расстояний между ними.



**Генетические карты позволяют ученым:**

- планировать работу по получению организмов с определенными сочетаниями признаками, широко применяется в селекции;
- для диагностики и лечения ряда наследственных заболеваний.

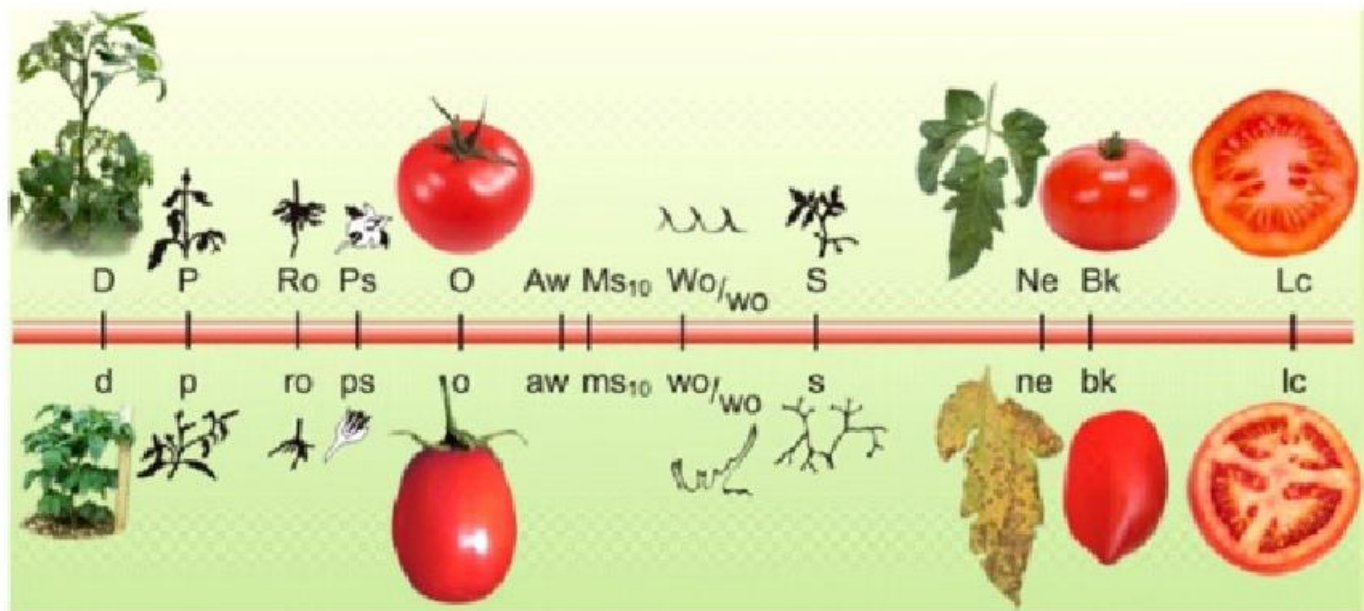
**ПОДГОТОВКА К ЕГЭ по биологии**

# **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КАРТЫ = КАРТИРОВАНИЕ ХРОМОСОМ**

**Разбор заданий №22 (примеры и задачи для  
самостоятельного решения)**

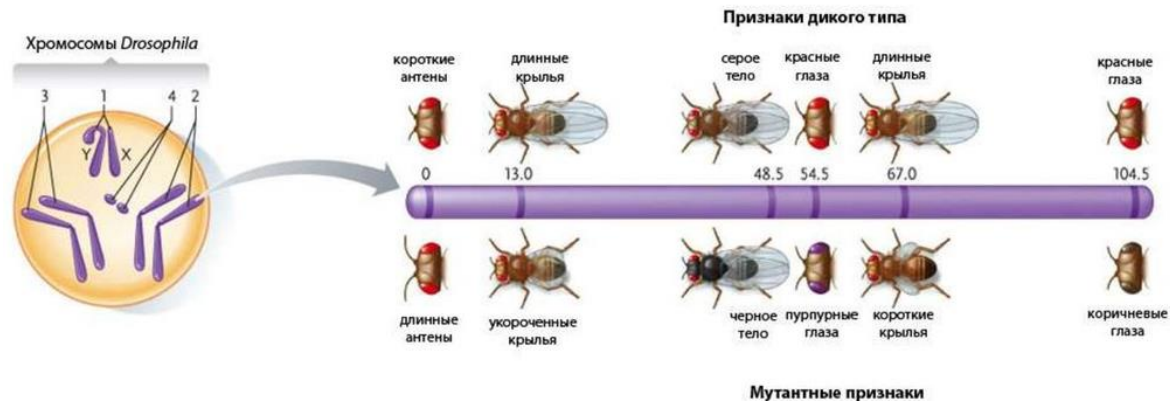
Дубровина Н.В., учитель биологии  
МБОУ «Средняя школа № 3»  
г. Дзержинск, Нижегородская область

2019-2020г.



Генетическая карта II хромосомы томата (примеры некоторых генов). D - растение нормальной высоты, d - карлик; O - круглый плод, o - овальный плод; Ne - нормальные листья, ne - пораженные болезнью; Bk - круглый плод, bk - с заостренным концом.

## Генетическая карта: *Drosophila* Хромосома 2



## Т. Морган. Сцепленное наследование признаков.

1. В одной хромосоме локализовано много генов (линейное расположение генов в хромосоме).
2. Группы генов, расположенные в одной хромосоме- **группа сцепления**.
3. Число групп сцепления = числу гаплоидного набора хромосом (у человека 23 пары хромосом, т.е. 23 группы сцепления).
4. Совместная передача группы генов из поколения в поколение – сцепленное наследование генов.
5. Причиной возникновения новых гамет (далее особей), является кроссинговер (обмен участками гомологичных хромосом).
6. Частота перекреста (%) между двумя генами, расположенными в одной хромосоме, пропорциональна расстоянию между ними. За единицу расстояния между генами принята **Морганида = 1%кроссинговера гамет**.

$$\% \text{ кроссинговера} = \frac{a + b}{n} \quad \begin{array}{l} \text{число кроссоверных особей} \\ \text{общее число особей полученных от анализ. скрещивания} \end{array}$$

Например. 208 : 9 : 6 : 195 соотношение особей

кроссоверные  
особи

$$\% \text{ кроссинговера} = \frac{9 + 6}{(206 + 9 + 6 + 195)} = 3,5 \text{ М}$$

Величина кроссинговера не превышает 50%, если она выше - наблюдается свободное комбинирование между парами аллелей (3 закон Менделя – Независимое наследование признаков).

Если известно расстояние между генами (в % или М), то **количество кроссоверных гамет будет равно: %кроссинговера / 2**

Гены в хромосомах имеют разную силу сцепления. **Сила сцепления тем выше, чем меньше расстояние между генами в хромосоме.**

О положении гена в группе сцепления судят по % кроссинговера (кол-ву кроссоверных особей).

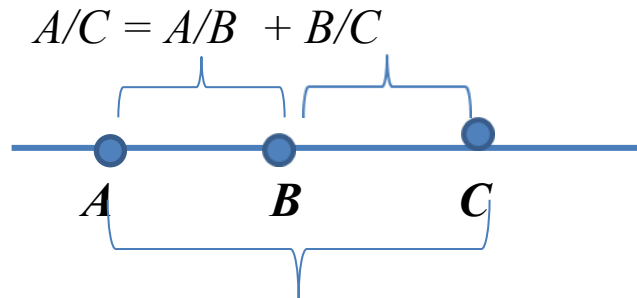
*Чем больше % кроссинговера или количество кроссоверных особей в поколении, тем дальше будут расположены анализируемые гены.*

**Если известны величины частот кроссинговера, то расстояние между генами равно либо сумме, либо разности этих величин.**

Пример.

Гены в хромосоме расположены в следующем порядке:

*ABC: расстояние между генами A и C (A/C):*



*Расстояние между  $A/B = A/C - B/C$*

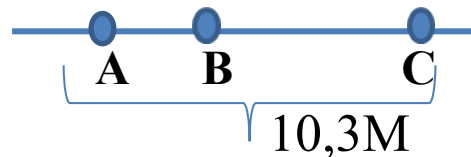
Задача 1.\* Гены А, В и С находятся в одной группе сцепления. Между генами А и В кроссинговер происходит с частотой 7,4%, а между генами В и С с частотой 2,9%.

Определить взаиморасположение генов А, В и С, если расстояние между генами А и С = 10,3% единиц кроссинговера.

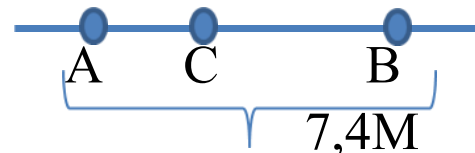
Как изменится взаиморасположение этих генов, если частота кроссинговера между генами А и С будет составлять 4,5%?

### Решение .

1. По условию задачи расстояние от гена А до гена С = 10,3 М, т.е. равно сумме расстояний между генами А/В (2,9 М) и генами В/С (7,4 М), следовательно, ген В располагается между генами А и С и расположение генов следующее:



2. Т.К. расстояние А/С = 4,5%, то это расстояние от гена А до гена С равно разности между парами генов: А/В и В/С ( $4,5 = 7,4 - 2,9$ ), тогда гены располагаются в следующей последовательности:

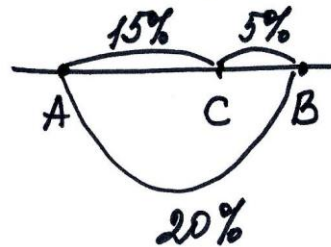


**Задача 2.\*** Как расположены гены в хромосоме, если известно, что % кроссинговера между А/В равен 20%, между В/С – 5%, между А/С -15?

$$A/B = B/C + A/C$$

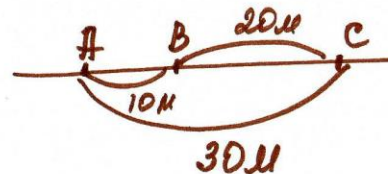
$$20\% = 5\% + 15\%, \text{ то карта}$$

участка хромосомы:



**Задача 3.\*** Расстояние между генами А и В составляет 10 М, между генами А и С -30 М. Определите расстояние между генами В и С.

$$B/C = A/C - A/B = 30M - 10M = 20M$$





**Задача 4.** Гены A, L и W относятся к одной группе сцепления. Определите расстояние между генами A и W, если расстояние между генами A и L равно 7,5М, а между генами L и W—3,5М.

**Задача 5.** Кроссинговер между генами A и B составляет 10,5%, между генами A и D— 25,5%. Определите расстояние между генами B и D.

**Задача 6.** Количество кроссоверных особей по одной группе сцепления из четырех признаков:  $A/B = 3\%$ ,  $A/C = 8\%$ ,  $A/D = 11\%$ . За начало хромосомы возьмите локус гена A. постройте хромосомную карту расположения этих генов.

**Задача 7.** Гены A,B,C локализованы в одной хромосоме в указанном порядке. % перекреста хромосом между  $A/B = 8\text{М}$ , между  $B/C = 25\text{М}$ . Определите расстояние между генами A/C.

**Задача 8.** Составьте карту хромосомы, содержащую гены А, В, С, D, Е, если частота кроссинговера между генами С и Е равна 10%, С и А- 1%, А и Е -9%, В и Е- 6%, А и В- 3%, В и D- 2%, Е и D- 4%.

**Задача 9.\*** Расстояние между А/В = 6М. Сколько кроссоверных и некроссоверных гамет образуется у данной особи? Какова сила сцепления между генами?.

кол-во кросс. гамет;

$$\frac{6}{2} = \text{по 3М (по 3\%)}$$

кол-во некроссов. гамет:

$$\frac{100-6}{2} = \frac{94}{2} = \text{по 47\%}$$

$$\text{Сила сцепления} = 100\% - 6 = 94\%$$



**Задача 10.** Вероятность кроссинговера между генами А и В — 7%, между генами В и С — 10%, между генами А и С — 17%. Каков вероятный порядок расположения генов в хромосоме, если известно, что они сцеплены?

- 1) А — В — С
- 2) А — С — В
- 3) В — С — А
- 4) С — А — В

**Задача 11.** Составьте карту хромосомы, содержащую гены А, В, С, D, Е, если частота кроссинговера между генами В и С равна 2,5%, С и А — 3,7%, А и Е — 6%, Е и D — 2,8%, А и В — 6,2%, В и D — 15%, А и D — 8,8%.

**Задача 12.** Составьте карту хромосомы, содержащую гены А, В, С, D, Е, если частота кроссинговера между генами С и Е равна 5%, С и А — 14%, А и Е — 19%, В и Е — 12%, А и В — 7%, В и D — 2%, В и С — 7% .

**Задача 13.\*** При анализирующем скрещивании тригетерозиготы  $AaBbCc$  были получены организмы, соответствующие следующим типам гамет:

$ABC - 47,5\%$

$abc - 47,5\%$

$Abc - 1,7\%$

$aBC - 1,7\%$

$ABc - 0,8\%$

$abC - 0,8\%$ . Постройте карту этого участка хромосомы.

### Решение

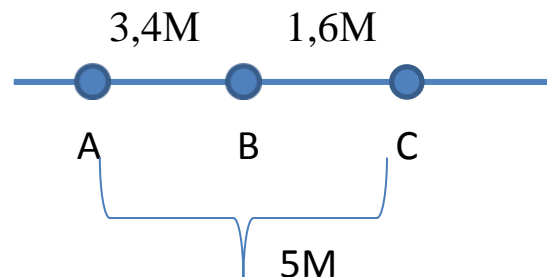
Расщепление при анализирующем скрещивании, близкое к 1:1, указывает на то, что все три пары генов находятся в одной хромосоме.

Расстояние между генами  $A/B$  равно:  $1,7 + 1,7 = 3,4$  М.

Расстояние между генами  $B/C$  равно:  $0,8 + 0,8 = 1,6$  М.

Ген  $B$  находится между генами  $A$  и  $C$ . Расстояние между генами  $A$  и  $C$  равно:  $1,7 + 1,7 + 0,8 + 0,8 = 5,0$  М.

Карта участка хромосомы:



**Задача 14. Анализ результатов нарушения сцепленного наследования генов позволяет определить последовательность расположения генов в хромосоме и составить генетические карты.**

Результаты многочисленных скрещиваний мух дрозофил показали, что частота нарушения сцепления в X-хромосоме между генами А и В составляет 7%, между генами А и С - 18%, между генами С и В – 25%. Перерисуйте предложенную схему хромосомы на лист бумаги, отметьте на ней взаимное расположение генов А,В,С и укажите расстояние между ними. Будет ли происходить с равной вероятностью нарушение сцепления этих генов у самцов и самок? Ответ поясните.

**15.** Результаты многочисленных скрещиваний мух дрозофил показали, что частота нарушения сцепления в X-хромосоме между генами А и В составляет 5%, между генами А и С - 11%, между генами С и В – 6%. Перерисуйте предложенную схему хромосомы на лист бумаги, отметьте на ней взаимное расположение генов А,В,С и укажите расстояние между ними. Какая величина принята за единицу расстояния между генами?

**16.** Результаты многочисленных скрещиваний мух дрозофил показали, что частота нарушения сцепления в X-хромосоме между генами А и В составляет 4%, между генами А и С - 11%, между генами С и В – 7%. Перерисуйте предложенную схему хромосомы на лист бумаги, отметьте на ней взаимное расположение генов А,В,С и укажите расстояние между ними. Что принято считать единицей измерения расстояния между генами?

## ОТВЕТЫ

4) ALW  $A/W = A/L + L/W = 7,5 + 3,5 = 11\%$

5) ABC  $B/C = A/C - A/B = 25,5 - 10,5 = 15\%$

6) ABCD

7) ABC  $A/C = A/B + B/C = 8 + 25 = 33$

8) CABDE

10) 1

11) BCAED

12) ABDCE

14) CAB или BAC  $B/C = A/B + A/C \quad 25 = 7 + 18$

Нарушение сцепления у самок и самцов происходит с неравной вероятностью. Последняя пара хромосом (половая): у самок – XX, между ними может происходить кроссинговер, а у самцов – XY, между которыми кроссинговер не происходит.

15) ABC  $A/C = A/B + B/C \quad 11 = 5 + 6$

За единицу расстояния между генами принят 1% кроссинговера.

16) ABC  $A/C = A/B + B/C \quad 11 = 4 + 7$

Единицей измерения расстояния между генами – Морганида.

## ИСТОЧНИКИ

1. Адельшина Г.А., Адельшин Ф.К. Генетика в задачах: учебное пособие по курсу биологии. – М.: Планета, 2015.
2. Гончаров О.В. Генетика. Задачи. – Саратов: Лицей, 2008.
3. ЕГЭ – 2019: Биология: Тренировочные варианты экзаменационных работ для подготовки к ЕГЭ /П.Г. Прилежаева. – М.: Изд-во АСТ, 2018.
4. ЕГЭ. Биология: Типовые экзаменационные варианты / Под ред. В.С. Рохлова. – М.: Изд-во «Национальное образование», 2019.
5. <https://yandex.ru/images> (картинки).
6. Кретьянинов В.Ю. , Вайнер Г.Б. Сборник задач по генетике с решениями. Методическое пособие. – Саратов: Лицей, 1998