



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

## **ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Генетика**

ФИО участника олимпиады: **Григорьева Анастасия Сергеевна**

Класс: **10-11**

Технический балл: **87,5**

Дата проведения: **01 марта 2022 года**

| <b>Задание</b> | <b>Комментарии</b>  | <b>Баллы</b> |
|----------------|---|--------------|
| 1              | Участник ошибочно назвал кодоминированием тип взаимодействия генов.         | 22,5         |
| 2              | Задание выполнено.  | 25           |
| 3              | Задание выполнено.  | 25           |
| 4              | Участником не был предложен специфический зонд для “короткого” транскрипта. | 15           |

# Чистовик

## Задача №1

Предположим, что в первом поколении получили гетерозиготы. Тогда, при скрещивании гибридов первого поколения мы наблюдаем скрещивание двух парных гетерозигот.

И получаем соотношение 27:9:9:3:16 при скрещивании двух

Что похоже на соотношение фенотипов при скрещивании двух тригетерозигот: 27:9:9:9:3:3:3:1.

Т.к. в сумме и там, и там получается 64, то можно сделать вывод, что никто не умирает.

27 A-B-C - жёлтый, 16 B в настоящем соотношении показывает, что 9 A-B-cc <sup>голубой</sup> ~~жёлтый~~ и 3 A-ввс-коричневый имеют 9+3+3+1

9 Aa B-cc - белый. Вероятнее всего, aa эпистатирует пар

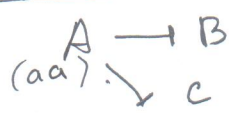
3 A-ввсс <sup>светло-голубой</sup> B и C.

3 Aa B-cc - белый. Делаем вывод, что за белый фенотип

3 Aa ввс- белый отвечают:

- 1 Aa ввсс - белый
- A-B-C - жёлтый
- A-ввсс - светло-голубые
- A-B-cc - голубые
- A-ввс- - коричневые.

Мы наблюдаем подавление, при этом рецессивно по гену A (aa) эпистатирует пар B и C. Рецессивный эпистаз. (двойной)



Распишем задачу с самого начала

P: ♀ AABVCC × ♂ aaаввсс  
жёлтый                      белый

Возвратное скрещивание:  
P<sub>1</sub>: ♀ AaBVCC × ♂ aaаввсс  
жёлтый                      белый

F<sub>1</sub>: AaBVCC  
жёлтый

|                  |     |     |        |                |
|------------------|-----|-----|--------|----------------|
| F <sub>1</sub> : | ABC | abc | AaBVCC | жёлтый         |
|                  |     | ABc | AaBVcc | голубой        |
| F <sub>1</sub> : | AVC | abc | AaVvCC | коричневый     |
|                  |     | AVc | AaVvcc | белый          |
| F <sub>1</sub> : | aBC | abc | aaBVCC | светло-голубой |
|                  |     | aBc | aaBVcc | белый          |
| F <sub>1</sub> : | avC | abc | aaVvCC | белый          |
|                  |     | avc | aaVvcc | белый          |

P<sub>2</sub>: ♀ AaBVCC × ♂ AaBVCC  
жёлт.                      жёлт.

Ответ: гены наследуются не сцеплено, по принципу подавления, при этом наблюдается рецессивный эпистаз.

4 белых : 1 жёлтый : 1 коричневый : 1 голубой : 1 светло-голубой

Общее кол-во листов: 8

Т.к. в первом поколении самовыявилась похоти на мать, а дочери похоти на отца, то произошло крисс-кросс наследование.  
 При этом все гены, отвечающие за признаки сцеплены с X-хромосомой.  
 Принцип обозначения — (X-хромосома) — (Y-хромосома).  
 У мушек дрозофилы гомогаметный пол — женский.

P<sub>1</sub>: ♀  $\frac{a b \bar{c}}{a b \bar{c}}$  × ♂  $\frac{A B C}{a b \bar{c}}$   
 жёлт. тело бел. маж. обреза. кр. сер. тело краси. ш. норм. кр.

A — сер. тело B — краси. ш. C — норм. кр.  
 a — жёлт. т. b — бел. ш. c — обреза. кр.  
 Гены наследуются группой сцепления.  
 Гены сцеплены между собой и с X-хром.  
 Взаимодействие неаллельных генов не наблюдается.

F<sub>1</sub>: ♀  $\frac{A B C}{a b \bar{c}}$  ; ♂  $\frac{a b \bar{c}}{a b \bar{c}}$   
 сер. тело краси. ш. норм. кр. жёлт. тело бел. маж. обреза. кр.

Соотношение потомков во II скрещив. зависит от процента кроссинговера у мушки-матери.

F<sub>2</sub>:  $\frac{A B C}{a b \bar{c}}$  ×  $\frac{A B C}{a b \bar{c}}$      $\frac{A B \bar{c}}{a b \bar{c}}$  ×  $\frac{A B \bar{c}}{a b \bar{c}}$      $\frac{A B C}{a b \bar{c}}$  ×  $\frac{A B C}{a b \bar{c}}$      $\frac{A B \bar{c}}{a b \bar{c}}$  ×  $\frac{A B \bar{c}}{a b \bar{c}}$

②95    ⑤9    ①    ⑤  
 сер. тел. кр. ш. норм. кр. сер. тело бел. ш. обреза. кр. сер. тело бел. ш. обреза. кр. сер. тело бел. ш. обреза. кр.

$\frac{a B C}{a b \bar{c}}$  ×  $\frac{a B C}{a b \bar{c}}$      $\frac{a B \bar{c}}{a b \bar{c}}$  ×  $\frac{a B \bar{c}}{a b \bar{c}}$      $\frac{a B C}{a b \bar{c}}$  ×  $\frac{a B C}{a b \bar{c}}$      $\frac{a B \bar{c}}{a b \bar{c}}$  ×  $\frac{a B \bar{c}}{a b \bar{c}}$

①    ①    ⑤9    ②95  
 жёлт. тел. краси. ш. обреза. кр. жёлт. тело бел. маж. норм. кр. жёлт. тело бел. маж. обреза. кр.

/ = 750

Результаты II скрещивания можно объяснить тем, что произошла кроссинговер между генами A и B, а также B и C, а также мушкина двойной кроссинговер и между генами A и B; и между генами B и C.

Чистоту кроссинговера можно вычислить.

Расстояние между A и B:

$$\frac{1+5+5+1}{750} = 0,0167$$

1,67% кроссинг между A и B  
 1,67 морганида между A и B

- 295 ABC } не кроссоверные относительно A и B
- 59 AB $\bar{c}$  }
- 59 aBC }
- 295 ab $\bar{c}$  }
- 1 ABC } кроссоверные относительно A и B
- 5 AB $\bar{c}$  }
- 5 aBC }
- 1 ab $\bar{c}$  }

Продолжение на следующей странице.

Найдём расстояние между B и C.

295 ABC  
295 aBc  
5 aBC  
5 ABc

некроссоверные  
относительно  
B и C

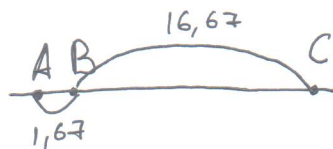
$$\frac{59 + 59 + 1 + 1}{720} = 0,1667$$

16,67% кроссинговера между B и C

59 ABc  
59 aBC  
1 ABC  
1 aBc

кроссоверные  
относит.  
B и C

16,67 морганид между B и C.



Вероятность двойного кроссинговера, если считать, что кроссинговеры - это независимые друг от друга события.

$$0,1667 \cdot 0,1667 = 0,02783389 \quad 0,278\% \text{ двойного кроссинговера.}$$

720 · 0,00278389 = 2 гаметы, образованные двойным кроссинговером.

В настоящем расчёте у нас также их 2.

В данном случае процент реального кроссинговера меньше, чем теоретического. Это считается нормальным, так как на самом деле кроссинговеры не совсем независимые события.

$$\frac{2}{720} = 0,00277778$$

И, если произойдёт 1 кроссинговер, он затруднит протекание второго.

Ответ: Частота кроссинговера между A и B 1,67%  
B и C 16,67%,

а частота двойного кроссинговера 0,278%.

Кистовики

Задача №3

$A-B-$  } белая 0,36  
 $A-BB$  } красная  
 $aaB-$  желтая 0,6  
 $aaBB$  - зелёная 0,04

Предположим, что гены наследуются независимо.

Чтобы найти частоты аллелей для генов A и B, необходимо отдельно рассмотреть популяцию по гену A и B.

Пусть  $p(A) = p$        $p(B) = m$       При этом  $p+q = 1$   
 $p(a) = q$              $p(b) = n$              $m+n = 1$

Составим систему уравнений.

$$\begin{cases} q^2 \cdot n^2 = 0,04 & m = (1-n) \\ q^2 \cdot m^2 + q^2 \cdot 2mn = 0,6 & q^2(m^2 + 2mn) = 0,6 \end{cases}$$

$p(BBaa)$        $p(AaBb)$

$$q^2 \cdot ((1-n)^2 + 2 \cdot n(1-n)) = 0,6$$

$$q^2 (1 - 2n + n^2 + 2n - 2n^2) = 0,6$$

$$q^2 (1 - n^2) = 0,6$$

$$q^2 - q^2 n^2 = 0,6 \quad q^2 n^2 = 0,04$$

$$q^2 = 0,6 + 0,04$$

$$q^2 = 0,64$$

$$q = 0,8 \quad p = 0,2$$

$$0,8^2 \cdot n^2 = 0,04$$

$$n^2 = 0,0625$$

$$n = 0,25$$

$$m = 0,75$$

Решение системы уравнений дано:

|              |               |
|--------------|---------------|
| $p(A) = 0,2$ | $p(B) = 0,75$ |
| $p(a) = 0,8$ | $p(b) = 0,25$ |

Проверим.

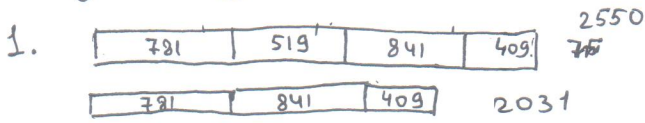
$$p(A-) = p(AA) + p(Aa) = 0,2^2 + 2 \cdot 0,2 \cdot 0,8 = 0,36$$

$$p(B-) = p(BB) + p(Bb) = 0,75^2 + 2 \cdot 0,75 \cdot 0,25 = 0,9375$$

$$0,36 \cdot 0,9375 + 0,36 \cdot 0,0625 = 0,36 \quad 0,36 = 0,36.$$

Ответ:  $p(A) = 0,2$        $p(B) = 0,75$   
 $p(a) = 0,8$              $p(b) = 0,25$

Разная длина транскриптов, ассоциированных с данным геном может указывать, что возможен альтернативный сплайсинг. Так, во втором транскрипте отсутствует экзон длиной 519 нуклеотидов.



Чтобы детектировать только один из транскриптов, лучше всего подобрать зонд, ассоциирующийся с экзоном длиной 519 нуклеотидов. Тогда, можно будет достаточно точно идентифицировать рнк, включающую и экзона, а не 3.

Возможно, фрагмент длиной 519 нуклеотидов вырезается, так как ставится блокировка на точку разделения между ними и впереди стоящими нуклеотидами.

Поэтому этот фрагмент вырезается вместе с соседними нуклеотидами. Т.е. в этой самой точке при работе специальные ферменты не могут найти разрыв между первым нуклеотидом и вырезают всё до "видимой" или точки, которая уже находится перед экзоном, длиной 841 нуклеотидов. Но данная блокировка ставится только при определённых условиях.

Черновики

7560 шум.

2550 и 2031

abc

♀ abc  
 неит. тело  
 бел. ш.  
 обр. кр.

ABC

♂ сер. телом.  
 краеш. ш.  
 норм. кр.

abc

~~abc~~  
~~abc~~  
ABC

abc  
abc

ABC

abc  
ABC

abc

P<sub>1</sub>

♀

abc  
 сер. тело  
 кр. ш.

x

♂

неит. тело  
 бел. ш.  
 обр. кр.

норм. кр.  
ABC ABC  
ABC ABC

ABC  
abc  
 1

ABC  
abc  
 5

F<sub>2</sub>:

295

сер. тел.  
 краеш. ш.  
 норм. кр.

сер. тел.  
 краеш. ш.  
 обр. кр.

сер. тел.  
 бел. ш.  
 норм. кр.

сер. тел.  
 бел. ш.  
 обр. кр.

abc  
 5

abc  
 1

abc  
 59

295  
 неит. тело  
 бел. ш.  
 обр. кр.

неит. тел.  
 краеш. ш.  
 норм. кр.

неит. тел.  
 краеш. ш.  
 обр. кр.

неит. тел.  
 бел. ш.  
 норм. кр.

abc abc  
abc abc

~~ABC~~

ABC

ABC 59

• ABC 1

• ABC 5

• ABC 5

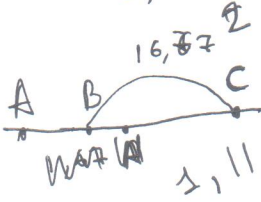
• ABC 1

ABC 59

abc

12

0,1778  
 0,0167 M  
 0,167 M  
 0,0027889



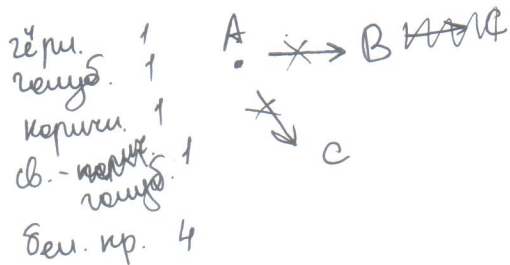


Черновик

зём. краш. x бел. краш.  
шест.

F1: зём. краш.

F2 зём. x белым.



зём. x зём.

|          |     |
|----------|-----|
| зём.     | 27  |
| шест.    | 9   |
| краш.    | 9   |
| б.-краш. | 3   |
| белых    | 16  |
| <hr/>    |     |
|          | 64. |

|               |    |      |
|---------------|----|------|
| A-B-C         | 27 | ✓    |
| A-B-cc        | 9  | ✓    |
| A-bb-C        | 9  | ✓    |
| <del>AA</del> |    |      |
| aa B-C-9      | →  | 16.  |
| A-bb cc       | 3  | ✓    |
| aa B-cc       | 3  |      |
| aa bb C-      | 3  |      |
| aa bb cc      | 1  | 1/64 |

aa - рецессивный эпистаз.  
эпистатрует над B и C.

AA BB CC x aa bb cc

Aa Bb Cc

Aa Bb Cc x aa bb cc

|       |          |          |
|-------|----------|----------|
| ABC   | Aa Bb Cc | зём.     |
| ABc   | Aa Bb cc | шест.    |
| AbC   | Aa bb Cc | краш.    |
| aBC   | aa Bb Cc | б.-краш. |
| abC   | aa Bb cc | бел.     |
| aBc   | aa bb Cc |          |
| abc   | aa bb cc |          |
| abc   | aa bb cc |          |
| abc   | aa bb cc |          |
| <hr/> |          | 8        |

A/B

$p(A) = p$        $p(B) = m$   
 $p(a) = q$        $p(b) = n$   
 $p + q = 1$        $m + n = 1$

$q^2 \cdot n^2 = 0,04$   
 $q^2 \cdot (2mn + m^2) = 0,6$   
 BB      BB

$q^2 \cdot n^2 = 0,04$   
 ~~$q \cdot n = 0,2$~~   
 $q^2 \cdot (2 \cdot n \cdot (1-n) + (1-n)^2) = 0,6$   
 $q^2 \cdot (2n - 2n^2 + 1 - 2n + n^2) = 0,6$   
 $q^2 (1 - n^2) = 0,6$

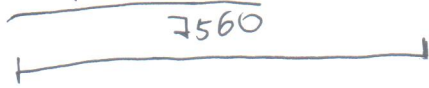
$q^2 - q^2 n^2 = 0,6$   
 $q^2 = 0,6 + 0,04$   
 $q^2 = 0,64$

$q = 0,8$   
 $n = 0,25$

3. A-B- } белая 36%  
 A-bb } окраска  
 aa B- - желтая 60%  
 aa bb - зеленая 4%

$0,5625$   
 $0,75 \cdot 0,75$   
 $0,75 \cdot (2 \cdot 0,75 \cdot 0,25)$   
 $0,04$   
 $0,2 \cdot 0,2$   
 $0,2 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 0,8$   
 $0,064$      $0,104$      $0,84375$   
 $0,104$      $0,0625$   
 $0,3375$   
 $0,0225$   
 $n^2 = 0,0625$   
 $p^2 + 2pq = 0,36$   
 $0,9375$

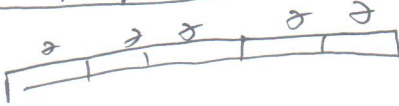
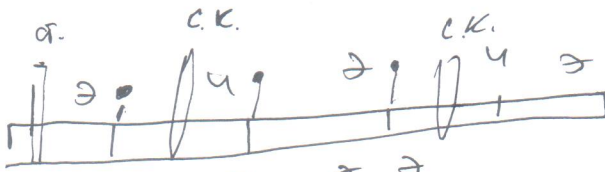
Черновики.



2550 кр.

2031 781 + 841 + 409

7560 инж.



⌋ оставшая часть

