



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

Вариант \_\_\_\_\_

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по генетике  
профиль олимпиады

Иурмиевой Аделины Азатовны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«17» февраля 2024 года

Подпись участника  
[Подпись]

Уистовик.

21 Jan 1994

91-53-85-14  
(19.4)

Задача 1.

1) P: ♀ AABVcc × ♂ AABVcc  
          черная                  черная

G: (ABC)                      (ABC)

F<sub>2</sub>: AABVcc - черные

2) P: ♀ AABVcc × ♂ AABVcc  
          белая                  белая

G: (Abc)                      (Abc)

F<sub>2</sub>: AABVcc - белые

3) P: ♀ aabVcc × ♂ aabVcc  
          белая                  белая

G: (abc)                      (abc)

F<sub>2</sub>: aabVcc - белые

4) P: ♀ AABVcc × ♂ aabVcc  
          белая                  белая

G: (Abc)                      (abc)

F<sub>2</sub>: AaBVcc - серые

5) P: ♀ AaBVcc × ♂ AaBVcc  
          серая                  серая

G: ABC, ABc,            AbC, ABc,  
      Abc, abc, aBc,    Abc, abc, aBc,  
      Abc, aBc, abc     Abc, aBc, abc



AaBVcc	ABC	ABc	AbC	Abc	aBc	aBc	aBc	abc
ABC	AABVcc	AABVcc	AABVcc	AABVcc	AABVcc	AABVcc	AABVcc	AABVcc
ABc	AABVcc	AABVcc	AaBVcc	AABVcc	AABVcc	AaBVcc	AaBVcc	AaBVcc
AbC	AaBVcc	AaBVcc	aabVcc	AaBVcc	AaBVcc	aabVcc	aabVcc	aabVcc
Abc	AABVcc	AABVcc	AaBVcc	AAbVcc	AAbVcc	AaBVcc	AaBVcc	AaBVcc
aBc	AaBVcc	AaBVcc	AaBVcc	AaBVcc	AaBVcc	aabVcc	AaBVcc	aabVcc
aBc	AaBVcc	AaBVcc	aabVcc	AaBVcc	AaBVcc	aabVcc	aabVcc	aabVcc
abc	AaBVcc	AaBVcc	aabVcc	AaBVcc	AaBVcc	aabVcc	aabVcc	aabVcc

белые: aabVcc, A-b-cc, aab-cc, A-bbcs, aabVc-

черные: AABVc-

серые: ~~AaBVcc~~, AaBVc-, aabVc-, AAbVc-

темно-серые: AABVc-, AaBVc-,

светло-серые: aabVc-, AaBVc-

Ренне не сцеплены, находятся на разных хромосомах, независимые.

Взаимодействуют по принципу рецессивного эпистаза:

Гистовик

ген С в гомозиготном рецессивном состоянии подавляет пигменты (окраску), которые дают гены А и В доминантного состояния;

Гены взаимодействуют по принципу помехи: <sup>доминантные</sup> гены А и В отвечают за темную окраску, чем больше доминантных генов, тем сильнее проявляется темная окраска (если признак не подавлен).

Светло-серый окрас нельзя вывести в виде чистой линии, так как их генотипы (ааввс-, Ааввс-) должны содержать только 1 доминантный ген, отвечающий за проявление темной окраски (А или В); это невозможно если особь будет гомозиготна по обоим генам.





Гистовик:

Задание 2.

1) P: AABb × aabb  
зеленые светлые

G: (AB) (ab)

F<sub>1</sub>: AaBb - зеленые

2) P: AaBb × AaBb  
зеленые зеленые

G: без кроссинговера: (AB)<sup>45%</sup>, (ab)<sup>45%</sup>  
с кроссинговером: (Ab)<sup>5%</sup>, (aB)<sup>5%</sup>

F<sub>2</sub>: AABb - зеленые  
AaBb - зеленые  
aabb - светлые

	AaBb			
AaBb	AB (45%)	ab (45%)	Ab (5%)	aB (5%)
AB (45%)	AABb	AaBb	AABb	AaBb
ab (45%)	AaBb	aabb	AaBb	aabb
Ab (5%)	AABb	AaBb	AAbb	AaBb
aB (5%)	AaBb	AaBb	AaBb	aaBb

частота кроссинговерных гамет =  $\frac{1}{2}$  частоту кроссингов = 5%;  
тогда частота некроссоверных гамет:  
 $\frac{100\% - (5\% \cdot 2)}{2} = 45\%$

AABb = 0,45 · 0,45 = 0,2025 (зеленые)

aabb = 0,45 · 0,45 = 0,2025 (светлые)

AaBb = (0,45 · 0,45) · 2 + (0,05 · 0,05) · 2 = 0,4050 + 0,005 = 0,4055 (0,41 зеленые)

aaBb = 0,05 · 0,05 = 0,0025 (светлые)

AABb = 0,05 · 0,05 = 0,0025 (коричневые)

AaBb = (0,45 · 0,05) · 2 = 0,045 (зеленые)

aabb = (0,45 · 0,05) · 2 = 0,045 (светлые)

AaBb = (0,45 · 0,05) · 2 = 0,045 (коричневые)

Зеленые: 0,2025 + 0,41 + 0,045 · 2 = 0,7025 (70,25%)

Коричневые: 0,0025 + 0,045 = 0,0475 (4,75%)

Светлые: 0,045 + 0,0025 + 0,2025 = 0,25 (25%)

2. 1 скрещивание: проводим 2 скрещивания (2-возвратное)  
2 скрещивания:

P: aaBb × AAbb  
светлая коричневая

G: ab Ab

F<sub>1</sub>: AaBb - зеленые

P: AaBb × AAbb  
зеленая коричневая

G: aB, Ab, AB, ab

F<sub>1</sub>: AaBb - зеленая  
AABb - коричневая  
AaBb - зеленая  
Aabb - коричневая

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

- скрещиваем коричневых яицериц из  $F_1$  второго скрещивания с данными светлыми яицерицами:

$P: AaBb \times aaBB$   
коричневая светлая

$AaBb \times aaBB$   
коричневая светлая

$G: (Ab) (aB)$

$(Ab), (ab) (aB)$

$F_2: AaBb$  - зеленые

$AaBb$  - зеленые  
 $aaBB$  - светлые

- отбор коричневых яицериц, при скрещивании которых в потомстве наблюдается расщепление и скрещивание друг с другом:

$P: AaBb \times AaBb$   
коричневая коричневая

$G: (Ab), (ab) (Ab), (ab)$

$F_2: 1 AaBb$  - коричневые  
 $2 AaBb$  - коричневые  
 $1 aaBb$  - светлые

отбор светлых яицериц - поместить из потомства.

Чистовик:

Чистовик:

Задание 3.

Пусть:  $p(A) = p$

$p(a) = q, q = 0,2$

$p(B) = r$

$p(b) = s$

до засевания курчурных гомозигот:

белые -  $aabb, aab_2 = q^2 \cdot s^2 + q^2 \cdot r^2 + q^2 \cdot 2rs$

розовые -  $A_2bb = p^2 \cdot s^2 + 2pq \cdot s^2$

курчурные -  $A_2B_2 = p^2 \cdot r^2 + 2pq \cdot r^2 + p^2 \cdot 2rs + 2pq \cdot 2rs$

$p = 1 - q = 1 - 0,2 = 0,8$

$$0,06 = p^2 \cdot s^2 + 2pq \cdot s^2 = s^2 \cdot (p^2 + 2pq) = s^2 \cdot (0,8^2 + 2 \cdot 0,2 \cdot 0,8) = s^2 \cdot 0,96$$

$$s^2 = \frac{0,06}{0,96} = \frac{1}{16}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{16}} = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$r = 1 - s = 1 - 0,25 = 0,75$$

$$p = 0,8; q = 0,2; r = 0,75; s = 0,25$$

~~после засевания курчурных гомозигот:~~

$$p(A) = 0,8$$

$$p(B) = 0,75$$

$$P_1(\text{белых}) = q^2 \cdot s^2 + q^2 \cdot r^2 + q^2 \cdot 2rs = 0,2^2 (0,25^2 + 0,75^2) + 0,2^2 (s^2 + r^2 + 2rs) = 0,2^2 \cdot 1 = 0,25^2 = 0,0625 = 0,04 \text{ (4\%)}$$

$$P_1(\text{розовых}) = p^2 \cdot s^2 + 2pq \cdot s^2 = 0,06 \text{ (6\%)}$$

$$P_1(\text{курчурных}) = p^2 \cdot r^2 + 2pq \cdot r^2 + p^2 \cdot 2rs + 2pq \cdot 2rs = r^2 (p^2 + 2pq) + 2rs (p^2 + 2pq) = (r^2 + 2rs)(p^2 + 2pq) = (1 - s^2)(1 - q^2) = (1 - 0,25^2)(1 - 0,2^2) = (1 - 0,0625)(1 - 0,04) = 0,9375 \cdot 0,96 = 0,90 \text{ (90\%)}$$

после засевания курчурных гомозигот

$$P_2(\text{белых}) = \frac{P_1(\text{белых})}{2} = \frac{0,04}{2} = 0,02$$

$$P_2(\text{белых}) = \frac{P_1(\text{белых})}{2} = 0,04 = 0,02$$

$$q^2 \cdot s^2 + q^2 \cdot r^2 + q^2 \cdot 2rs = q^2 (s^2 + r^2 + 2rs) = q^2 \cdot 1 = 0,02$$

$$q = \sqrt{0,02} = \frac{\sqrt{2}}{10}$$

$$P_1(AABB) = p^2 \cdot r^2 = 0,8^2 \cdot 0,75^2 = 0,64 \cdot 0,5625 = 0,46$$

Пусть ~~засына~~ начальная численность =  $x$ , тогда

$$P_2(AABB) = \frac{P_1(AABB) \cdot x + x}{2x} = \frac{(0,46 + 1)x}{2x} = \frac{1,46}{2} = 0,73$$

$$P_2(\text{курчурных}) = \frac{P_1(\text{курчурных})}{2} + 0,73 = 0,95$$

$$(1 - s^2)(1 - q^2) = 0,95 \quad P_2(\text{розовых}) = p^2 \cdot s^2 + 2pq \cdot s^2 = s^2(1 - q^2) = \frac{0,06}{2} = 0,03$$

$$(1 - s^2) \left(1 - \left(\frac{\sqrt{2}}{10}\right)^2\right) = 0,95$$

$$\frac{s^2(1 - q^2)}{2} = 0,03$$

$$s^2(1 - 0,02) = 0,03$$

$$s^2 \cdot 0,98 = 0,03$$

$$s = \sqrt{\frac{3}{98}}$$

после увеличения численности:

$$P_2(\text{белых}) = 0,02$$

$$P_2(\text{розовых}) = 0,03$$

$$P_2(\text{курчурных}) = 0,95$$



Условие:

- Популяция снова станет равновесной после смены первого поколения.

$$P_{2\text{ белых}} = q^2 \cdot c^2 + q^2 \cdot s^2 + q^2 \cdot 2cs = q^2 (c^2 + s^2 + 2cs) = q^2 \cdot 1 = 0,02 \Rightarrow q^2 = \frac{\sqrt{2}}{10}$$

$$p^2 \cdot q^2 = 0,75$$

$$\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{10}\right)^2 \cdot q^2 = 0,75$$

$$P_{2\text{ розовых}} = p^2 \cdot s^2 + p^2 \cdot 2cs = p^2 (1 - c^2) = 0,03$$

$$\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{10}\right)^2 (1 - c^2) = 0,03$$

$$P(B)_2 = c = \frac{0,75 + 1}{2} = \frac{1,75}{2} = 0,875$$

$$P(b)_2 = s = 1 - 0,875 = 0,125$$

$$P(A)_2 = p = \frac{0,8 + 1}{2} = \frac{1,8}{2} = 0,9$$

$$P(a)_2 = q = 1 - 0,9 = 0,1$$

После равновесия:

$$P_{\text{белых}} = q^2 \cdot (c^2 + s^2 + 2cs) = q^2 = 0,1^2 = 0,01 \quad (1\%)$$

$$P_{\text{розовых}} = s^2 (1 - q^2) = 0,125^2 (1 - 0,01) = 0,125^2 \cdot 0,99 = 0,015625 \cdot 0,99 \approx 0,015 \quad (1,5\%)$$

$$P_{\text{пурпурных}} = (1 - s^2) (1 - q^2) = (1 - 0,125^2) (1 - 0,1^2) = 0,99 - 0,9844 \approx 0,98 \quad (98\%)$$

LM

## Чистовик.

## Задание 4.

1) В последовательности гена был еще один сайт рестрикции. Гены могли шиваться друг с другом при воздействии лигазы?

2) На электрофорезе изображен результат разделения белков по массе, выделенных из 3 штаммов бактерий; 1 штамм производит белок массой 30 kDa, 2 - 3 kDa, 3 - 7 kDa.

3) Полноценный белок - самый "тяжелый", имеет большую молекулярную массу на электрофорезе - 30 kDa, именно его производит штамм 1 (270 аминокислот)

4) Другие штаммы производят последовательности аминокислот, не являющиеся полноценными белками:

2 штамм: последовательность из 27 аминокислот

3 штамм: последовательность из 63 аминокислот.

Возможны  
примитивы  
?



Сермюк:

1)  $AaBb \times aabb$   
 зел. светл.  
 $AaBb, \text{зел}$

частота кроссинговера =  $\frac{\text{кол-во кр. потомков}}{\text{все потомки}} \cdot 100\%$

$AaBb \times AaBb$   
 $(AB, ab) (Ab, aB)$   
 $(aB, ab) (Ab, aB)$

$\frac{0,45}{0,45} = 0,5$

$\frac{92}{400} = 0,23$

$\frac{2025}{4050} = 0,5$

$AaBb \times aabb$   
 $AB, ab$   
 $Ab, aB$   
 $5\% \quad 5\%$

$AaBb$   
 $Aabb$   
 $aABb$   
 $aabb$

$0,05 \times 0,05 = 0,0025 \times 2 = 0,005$

$40,50 + 20,25 + 20,25 + 0,005 + s^2(1-q^2) = 0,03$   
 $s^2 \cdot 0,8 = 0,03$

$0,41 + 0,2025 \cdot 2 + 0,005 + 0,4055 + 0,2025 + 0,2025 + 0,0025 + 0,0025 + 0,045 \cdot 4 = 0,045 \cdot 4 =$

$0,41 + 0,41 + 0,18 \cdot s^2 \cdot 0,08 = 0,03$

$0,82 + 0,18 = 0,03 / 0,08$

$AaBb \times aabb$

$AaBB \times aB$

$AB, ab$

$Ab, aB$

$\frac{0,8}{2} = 0,4$   
 $\times 0,875$   
 $\frac{3}{5}$

$0,06$   
 $0,0625$

$0,1225$

$125$

$125$

$250$

$5625 = 0,9$

$Aabb \times AaBB$

$Ab, ab$

$AaBb$

$AaBb$

$AaBb$

$AaBb$

$AaBb$

$AaBb$

$AaBb$

$AaBb$

$0,04 \cdot 0,4055$   
 $\times \frac{1,46}{2}$   
 $0,8120$

$0,000 + 0,18$

$0,18$

$0,95$

$0,08$

$950$

$118$

$15$

$50$

$50$

$50$

$50$

$50$

$50$

$50$

$50$

$Aabb \times aabb$

$Ab, ab, ab$

$AaBb$

$aaBb$

$aaBb$

$aaBb$

$aaBb$

$aaBb$

$aaBb$

$aaBb$

$aaBb$

$aabb \times AaBb$   
 $Aabb$

$aabb \times AaBb$   
 $Ab, ab$   
 $Ab$

$AaBb$

$Aabb$

$Aabb$





Черновик:

A-B - керреулик

A-bb - роз.

aab-, aabb- бас

~~p=0,2~~

A-p

a-q

B-r

b-s

p=0,2

q=1-0,2=0,8

0,06 = x^2 \* (0,8^2 + 0,2 \* 0,8 \* 2) <sup>0,16 \* 2 = 0,32</sup>  
Aabb  
AAbb

p^2 \* s^2 + 2pq \* s^2 = 0,06

0,06 = x^2 \* (0,64 + 0,32) = x^2 \* 0,96

x^2 = 0,06 / 0,96 = 6/96 = 3/48 = 1/16

0,015 = 125 / 1000 = 1/66,6

p^2 \* r^2 = 0,73

~~p(A) = 0,2~~  
~~p(B) = 0,2~~  
p(A) + p(B) = 0,4  
p(A) + p(B) + p(A) + p(B) = 0,9375  
0,9375 + 0,0625 = 1,0000

Aabb = 0,2 \* 0,02 = 0,004  
0,02 + 0,04 + 0,96  
- 0,04 + 0,9

9375 / 96

p^2 \* r^2 + 2pq \* r^2 = r^2 \* (p^2 + 2pq) = r^2 \* (1 - q^2) = (1 - q^2) \* (1 - s^2) = (1 - q^2) \* (1 - 0,25^2) = (1 - 0,2^2) \* (1 - 0,0625) = (1 - 0,04) \* (1 - 0,0625) = 0,96 \* 0,9375 = 0,9000

0,0625 / 0,96

0,625 / 0,96

1250 / 192

1875 / 288

2500 / 384

3125 / 512

3750 / 672

4375 / 896

5000 / 1152

5625 / 1536

6250 / 2048

6875 / 2712

7500 / 3584

8125 / 4704

8750 / 6144

9375 / 8000

q=0,02

q=0,04

q=0,08

q=0,16

q=0,32

q=0,64

q=1,28

q=2,56

q=5,12

q=10,24

q=20,48

0,08 \* 0,08

3/100 \* 100/8 = 3/8

s^2 \* 0,08 = 0,03

s^2 = 3/8

q=0,02

q=0,04

q=0,08

q=0,16

q=0,32

q=0,64

q=1,28

q=2,56

q=5,12

q=10,24

(1 - p^2) \* (1 - q^2) = 0,03

(1 - 0,73 / r^2) \* (1 - z^2) = 0,03

1 - 0,73 / r^2 - z^2 - 0,73 \* z^2 = 0,03

- 0,73 / r^2 - z^2 = -0,24

z^2 + 0,73 / r^2 - 0,24 = 0

p^2 \* r^2 = 0,73

p^2 = 0,73 / r^2

0,73 / r^2 - z^2 = -0,24

z^2 + 0,73 / r^2 - 0,24 = 0

z^2 + 0,73 - 0,24 \* z^2 = 0

z^2 + 0,73 - 0,24 \* z^2 = 0