



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Генетика**

ФИО участника олимпиады: **Минченкова Мария Валериевна**

Класс: **10-11**

Технический балл: **90**

Дата проведения: **01 марта 2022 года**

Задание	Комментарии	Баллы
1	Задание выполнено.	25
2	Задание выполнено.	25
3	Задание выполнено.	25
4	Участником не предложен специфический зонд для “короткого” транскрипта.	15

Задача 1.

Намечены рассмотреть расщепление фенотипов потомков с третьего скрещивания (скрещиваемых индивидов F_1 между собой). Так как все потомство расщепляется на 64 особи, а родители особи являются потомками двух гомозигот, то можно предположить, что ~~они~~ имеют признак наследуется с помощью трех генов, не сцепленных между собой, а родители особи в данном скрещивании — тригетерозиготы.

⑦ F_1 $AaBbCc \times AaBbCc$
гет. гет.

F_2 :

$A-B-C-$	27	черные
$A-B-cc$	9	голубые
$A-ccbC-$	9	коричневые
$aab-c-$	9	белые
$aabbc-$	3	белые
$aaB-cc$	3	белые
$A-ccbC-$	3	светло-голубые
$aabbc-$	1	белые

$\frac{16}{64}$ белых особей объясняется тем, что все они имеют рецессивный аллель одного из генов (назовем его ген А). Особи А- будут способные синтезировать какой-либо пигмент, а особи aa - нет. (возможно, ген А кодирует первую белок в биосинтезе пигмента, поэтому его нарушение не даст синтезировать никакой цвет).

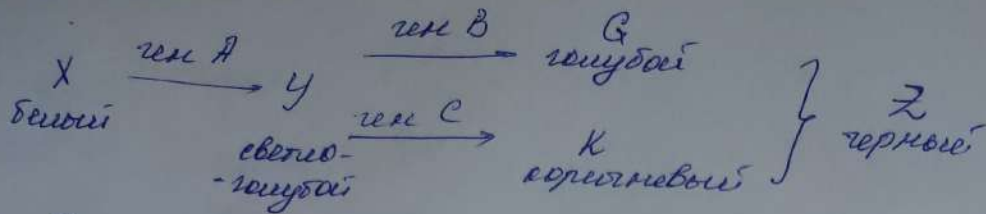
A-	aa
небелые	белые
48	16
3	1

Если рассмотреть всех небелых особей, то получим следующее расщепление:

$A-B-C-$	27	9	черные
$A-B-cc$	9	3	голубые
$A-ccbC-$	9	3	коричневые
$A-ccbC-$	3	1	светло-голубые

Отсутствие доминантных аллелей генов В и С (двух оставшихся генов, участвующих в биосинтезе пигмента, и, следовательно, работающих парами - генов, а не попарно темным) приводит к светло-голубому фенотипу. Наличие только одного гена В дает голубой оттенок окраски; только ген С - коричневый. Совпадение двух пигментов дает черную окраску.

Возможные схемы синтеза пигмента:



Рассмотрим отдельные скрещивания:

$$\text{I P: } AA BB CC \times aa bb ee$$

$$\text{II P: } Aa Bb Cc \times aabb ee$$

$$F_1: Aa Bb Cc$$

$$F_2: Aa Bb Cc \quad 1 \quad \text{черное}$$

$$Aa Bb ee \quad 1 \quad \text{голубой}$$

$$Aa bb Cc \quad 1 \quad \text{коричневый}$$

$$Aa bb ee \quad 1 \quad \text{светло-голубой}$$

$$aa Bb Cc \quad 1$$

$$aa Bb ee \quad 1$$

$$aa bb Cc \quad 1$$

$$aa bb ee \quad 1$$

белые

Данные схемы скрещиваний хорошо подтверждают данные теории о наследовании окраски у кроликов.

Задача 4

Во время транскрипции данного гена происходит альтернативный сплайсинг, из-за чего синтезируются РНК имеют разную длину. По схеме гена можно понять, что РНК длиной 2550 нуклеотидов встроится в себе все экзоны (т.к. $Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 = 781 + 519 + 841 + 409 = 2550$), а РНК длиной 2031 нуклеотид содержит все экзоны, кроме второго (т.к. $2550 - 519 = 2031$). Таким образом, для носителя гибрида можно синтезировать зонд, содержащий участок второго экзона. Такой зонд будет комплементарен участку РНК длиной 2550 нуклеотидов (мы увидим светлые пятна зондики - ровать, и тот же зонд не будет комплементарно соединяться с РНК длиной 2031 нуклеотидов (т.к. там не будет данного участка). Так мы различим полученные транскрипты.

Задача 3

A-B- } белые 0,36

A-ВВ } желтые 0,6

aaВВ } зелёные 0,04

Популяция находится в равновесии, значит, можем рассмотреть генотипы A- и aa и принять, что $P(A)=p, P(a)=q$.

$$P(aa) = 0,6 + 0,04 = 0,64 = q^2 \Rightarrow \begin{cases} q = 0,8 \\ p + q = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p = 0,2 = P(A) \\ q = 0,8 = P(a) \end{cases}$$

Особь aaВВ наследует в популяции только от внешней гаметы $(aB) \times (aB)$, которые распространены в популяции с одинаковой частотой: $P(aB) = x \Rightarrow x^2 = 0,04 \Rightarrow x = 0,2$.

Рассмотрим все гаметы, содержащие аллель a одного гена и аллели B и b другого гена:

$$P(aB) + P(aB) = P(a-\phi) \Rightarrow P(aB) = 0,6$$

$\begin{matrix} 0,2 & & 0,8 \end{matrix}$

Т.к. частота аллели B (или b) не зависит от частота аллели a (т.к. гены не сцеплены), то распределение данного аллели среди гамет с аллелем a и гамет с аллелем A одинаково:

$$\frac{P(B)}{P(b)} = \frac{P(aB)}{P(aB)} = \frac{0,6}{0,2} = \frac{3}{1} \Rightarrow P(B) = 0,75; P(b) = 0,25,$$

т.к. $P(B) + P(b) = 1$.

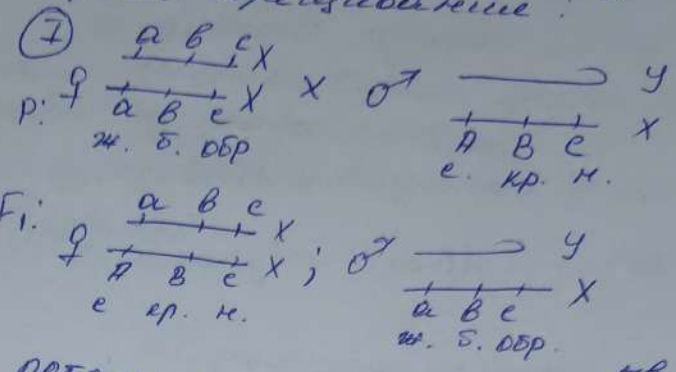
Ответ: $P(A) = 0,2; P(a) = 0,8; P(B) = 0,75; P(b) = 0,25$.

Задача 4

Мы видим, что в F₁ потомки имеют комбинированный фенотип в зависимости от пола, и наблюдаем крест-кросс нашерования, поэтому делаем вывод, что данные гены сцеплены с полом и находятся на X-хромосоме.

- Пусть, А - серое тело
 а - желтое тело
 В - красное тело
 в - белое тело
 С - нормальное крылья
 с - обрубанные крылья

Это можно установить из первого скрещивания:



Заметим, что в F₂ фенотип потомков однозначно описывает их генотип (т.к. от отца потомки получают либо Y-хромосому, либо X-хромосому, содержащую только рецессивные аллели). Генотип особи будет зависеть от гамет матери, и так как мы точно знаем расщепление по данным скрещивания, мы сможем установить частоту кроссинговера на каждом промежутке:

A B c	295
A B e	59
A b c	1
A b e	5
a B c	5
a B e	1
a b c	59
a b e	295
<hr/>	
	720

Будем рассматривать пары генов:

1) ген А и В:

AB	354
Ab	6
aB	6
ab	354

$\Rightarrow P(\text{кроссинговера между A и B}) = \frac{12}{720} \approx 1,67\%$

2) ген В и с:

BC	300
Bc	60
bC	60
bc	300

$\Rightarrow P(\text{кроссинговера между B и c}) = \frac{120}{720} \approx 16,67\%$

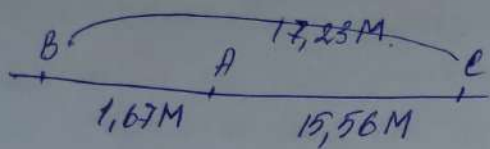
3) ген А и с:

AC	296
Ac	64
aC	64
ac	296

$\Rightarrow P(\text{кроссинговера между A и c}) = \frac{128}{720} \approx 15,56\%$

% кроссинговера то же, что и морганида \Rightarrow будем измерять расстояние на хромосоме в морганидах.

Таким образом, понимаем, что гены распределяются на хромосоме следующим образом:



$P(\text{кроссинговера между } B \text{ и } C)$ будет больше, чем расчеты вверху из-за наличия двойных кроссинговеров:

Гены ABC и abc (их фенотипы) получаются в результате двойного кроссинговера

$$P(\text{двойного кроссинговера}) = \frac{2}{720} \approx 0,28\%$$

В изначальном подходе особи с двойными кроссинговерами прилежали за собой без кроссинговера \Rightarrow если кроссоверных визуально уменьшили

$$P(B \text{ и } C) + P(\text{двойной кроссинговер}) \approx P(A \text{ и } B) + P(A \text{ и } C) \approx 17,2\text{M}$$

по расчетам

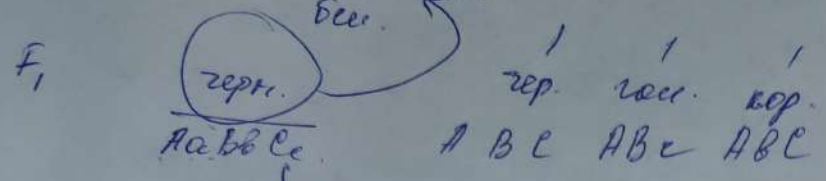
(Погрешность могла произойти из-за неточности округления).

Каждый ген на хромосоме формирует свой собственный фенотип и не влияет на экспрессию какого-либо другого гена. Значит, все три гена сцеплены по принципу комбинентарного взаимодействия.

VI) D мис. AABBCC зерн

$$\begin{array}{r} + 1556 \\ 1167 \\ \hline 1723 \end{array}$$

изменяется + 20 дней



$$\begin{array}{r} 1000000000000000000 \\ + 60892 \\ + 9336 \\ \hline 1556 \end{array}$$

III) F₁ зерн. зерн.

8 типов семян (2.2.2)

$$\begin{array}{r} a \cdot 0,25 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \\ 16,67 \\ \hline 16,92 \\ - 16 \\ \hline 48 \end{array}$$

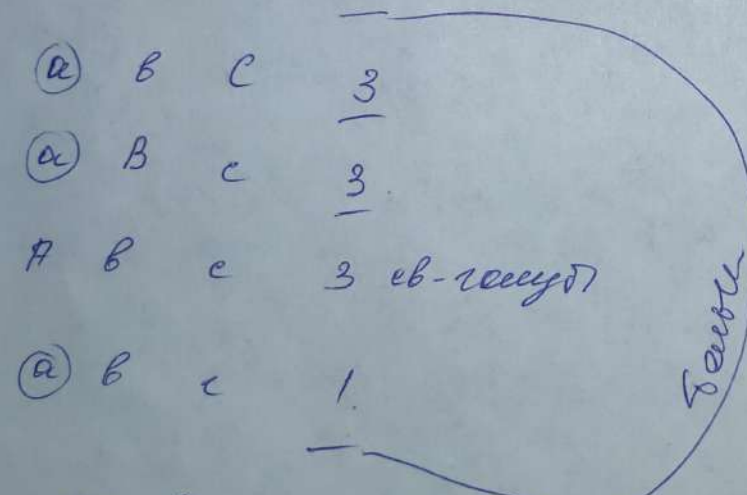
F₂

27 зерн. 9 зерн. 9 зерн. 3 ов.ч 16. Бес. / 60. зерна → 3 зерна.

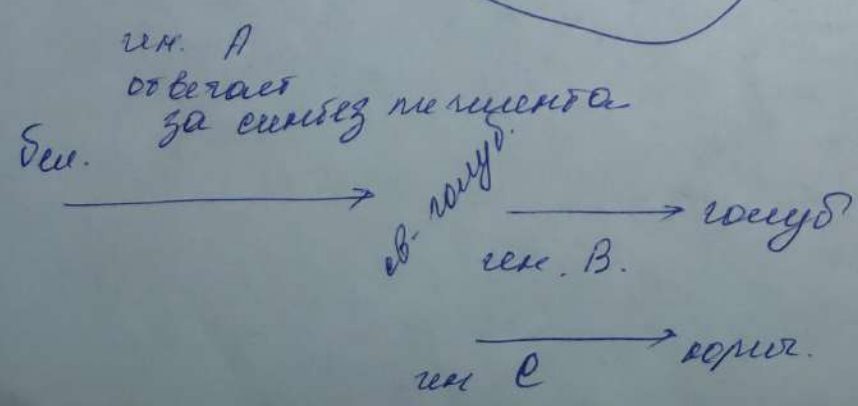
- A B C 27 зерн.
- A B C 9 кокуб.
- A B C 9 кермак.
- (a) B C 9.

$$4(0,2 - y) + 0,4y + 0,6(0,2y) + 0,2y + (0,2 - y) = 0,36$$

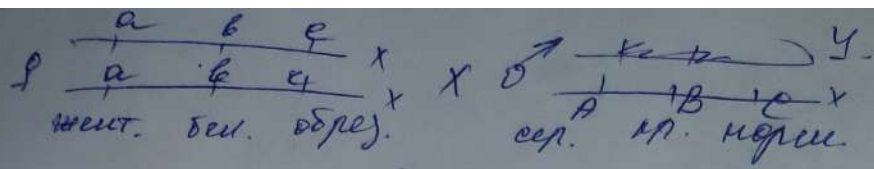
$$\begin{array}{r} 1000 \overline{) 360} \\ 720 \\ \hline 2800 \overline{) 900} \\ 2520 \\ \hline 280 \end{array}$$



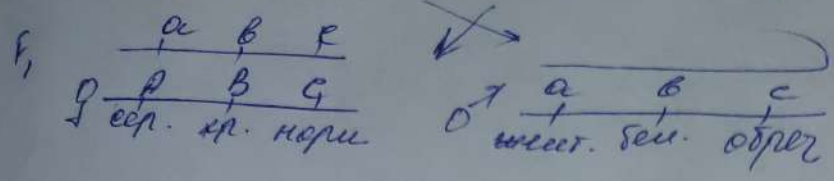
$$\begin{array}{r} 590 \overline{) 360} \quad 25 \\ 360 \\ \hline 2350 \overline{) 0,1839} \\ 2100 \\ \hline 1400 \\ 1080 \\ \hline 3200 \end{array}$$



+ зерн. Черновик (стр 6)



кросс-кросс
→ X-сцепл.

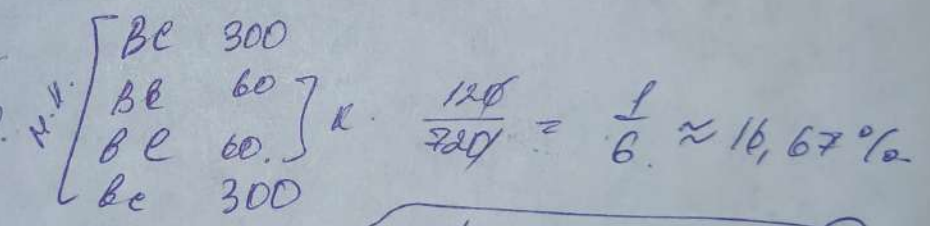
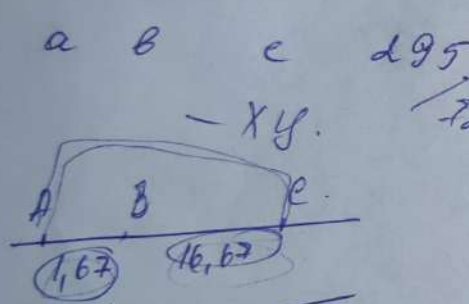
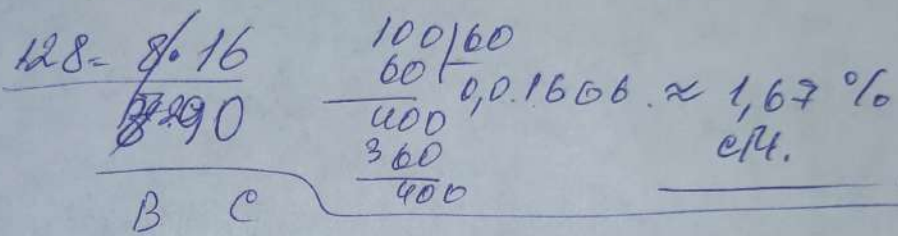
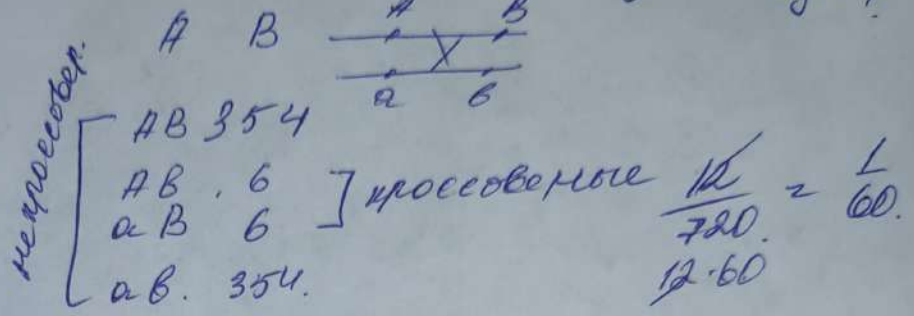


→ кросс-кросс
только у самок.

F2:

A B c	295
A B c	59
A B c	1
A B c	5
a B c	5
a B c	1
a B c	59

Какие места расщепления в потомстве?



16,67
+ 1,67

18,34
0,14

18,20 × 16,67

11,669

100 | 60
60

400 0,0166666667

160 | 90
90

500 0,15555

17,89

8% кроссовое

128 / 720 = 8/45

80 | 45 28
45

350 0,177777

17,78%

16,67
+ 1,67

18,34

1000 | 720
720

2000 0,13888

2800 | 6400
6400

4160 0,13888

$\frac{1}{2}$ (4)

(1) $\frac{a, b, c}{111}$

→ 6 permutations of numbers
→ P(remains) → P(remains)

$\left. \begin{matrix} P B C \\ a b c \end{matrix} \right\} \text{H.K.}$

$\left. \begin{matrix} a B c \\ A b c \end{matrix} \right\} \#10. \quad \frac{12}{720} = \frac{1}{60}$

$\left. \begin{matrix} a b c \\ A B c \end{matrix} \right\} 118$

$\left. \begin{matrix} P B c \\ a B c \end{matrix} \right\} \frac{2}{720} = \frac{1}{360}$

$X + Y + a_1 b x + a_2 b y + P_1 x + P_2 y = 0.9$

$\left. \begin{matrix} a b \\ a b \\ a b \\ a b \end{matrix} \right\} \text{H.B.}$
 $\left. \begin{matrix} a b \\ a b \\ a b \\ a b \end{matrix} \right\} \text{H.B.}$

$\left. \begin{matrix} a b \\ a b \\ a b \\ a b \end{matrix} \right\} \text{H.B.}$
 $\left. \begin{matrix} a b \\ a b \\ a b \\ a b \end{matrix} \right\} \text{H.B.}$

$\Rightarrow P_2 = 0.04$
 $P = 0.8 = P(a) \Rightarrow P(H) = 0.2$
 $(a b) \times (a b) = a a b b$
 $\Rightarrow P_2 = 0.04 \Rightarrow (a b) \Rightarrow 0.2$

(1) no way A: A - : aa → (a) x (a)
aa bb see. 0.04
aa b - 0.6
A - b - } see. 0.96

Черновики 8 стр

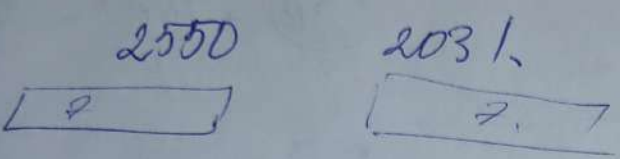
Задача 1

Черновик

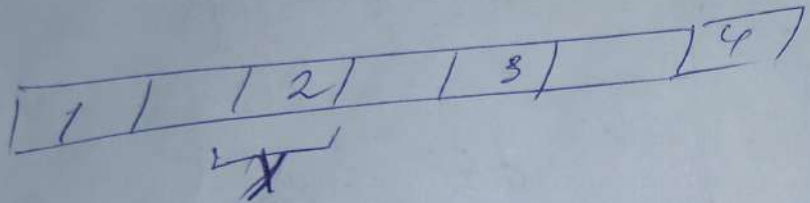
При скрещивании гибридов первого поколения между собой можно заметить, что чаще всего в потомстве - 64, что говорит о том, что признак наследуется по трем генам. Гены не сцеплены.

В первом скрещивании родительские особи были из чистых линий. В F₁ все особи имеют такой же фенотип, как и 19:19

2560 кукурузных зерен.



1) с помощью алгебры пивасов

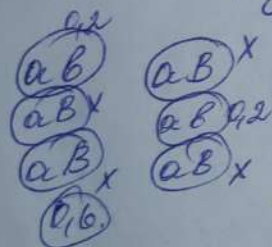


$$\begin{array}{r}
 281 \\
 + 119 \\
 \hline
 400 \\
 + 1300 \\
 \hline
 1700
 \end{array}$$

можно подсчитать золь на данных

7 генов • все приемное на данных

$$\begin{array}{r}
 2550 \\
 - 219 \\
 \hline
 2031
 \end{array}$$



уравнение $x^2 + 2ax = 0,6$
 $x^2 + 0,4x - 0,6 = 0$

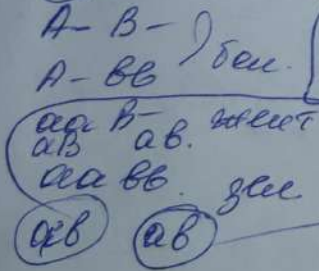
сделаем метки \Rightarrow себе \Rightarrow золь

$$D = 0,16 - 4 \cdot (-0,6) = 2,56$$

$$\sqrt{D} = 1,6$$

$$x_1 = \frac{-0,4 + 1,6}{2} = 0,6$$

$$x_2 = \frac{-0,4 - 1,6}{2} = -1$$



$x = -1$
 $x = +0,6$

$P(\text{бел}) = 36\%$
 $P(\text{желт}) = 60\%$
 $P(\text{зел}) = 4\%$
 $P(aa) = 64\%$

$\Rightarrow P(AA) = 0,04$
 $P(Pa) = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,8 = 0,32$
 $P(aa) = 0,64$

\Rightarrow т.к. получаем в равное сем.

$P(a) = \sqrt{0,64} = 0,8$
 $P(A) = 0,2$

