



48-44-23-09

(37.9)



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

Вариант 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов 2020“

по биологии

Кулегиной Анастасии Александровны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«15» февраля 2020 года

Подпись участника

Акули

А. Лоп
Шерк и Решения А. В.

Ответы и решения

Задача 1.
 Ответ: 1 2 3 4
 B A B Г

Задача 2.
 Ответ: Г. -

Задача 3.
 Ответ: ДЗПХЦ
 ++ - ++

Задача 4.
 Ответ: 1 2 3 4
 ЗС Е Д А
 + + + +

Задача 5.
 Тип А: Плоские черви +
 Тип Б: Кольчатые черви -
 Тип В: Кишечнополостные +

Задача 6.
 А. Пищевые цепи: $a \begin{matrix} \nearrow e \\ \searrow \delta \end{matrix} \rightarrow b \rightarrow m \begin{matrix} \nearrow z \\ \searrow g \end{matrix}$ (всего 4 разные цепи:
 1. $a \rightarrow \delta \rightarrow b \rightarrow m \rightarrow z$
 2. $a \rightarrow \delta \rightarrow b \rightarrow m \rightarrow g$
 3. $a \rightarrow e \rightarrow b \rightarrow m \rightarrow z$
 4. $a \rightarrow e \rightarrow b \rightarrow m \rightarrow g$)

~~Б. Расчет кол-ва пестицидов:
 • Укладка (м) содержит в своих тканях $30z \cdot 0,75 \text{ мг/кг} = 30z \cdot 750 \text{ мг/т} = 22500 \text{ мг}$ пестицидов.
 • В пище укладки (в) содержится $\frac{22500}{10} = 2250 \text{ мг}$ пестицидов.
 • При переходе с одного трофического уровня на другой сохраняется 10% энергии, остальные 90% рассеиваются в виде тепла. Применим это правило относительно веса организмов.
 (В): Укладка потребляет 300z организмов в \Rightarrow
 $C_v = \frac{2250}{300} = 75 \text{ мг/з}$
 В пище в 7,5 мг пестицидов
 (Е): Организм в потребляет 10z организмов е \Rightarrow
 $C_e = \frac{7,5}{10} = 0,75 \text{ мг/з}$
 В пище е 0,0075 мг пестицидов
 (А): Организм е потребляет 20 мг организмов а \Rightarrow
 $C_a = \frac{0,0075}{20 \cdot 10^3} = 3,75 \cdot 10^{-7} \text{ мг/з}$
 В окружающей среде $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ мг/з}$.~~

Задача 7.

Ответ: $\begin{matrix} A & B & B & \Gamma & A \\ 8 & 7 & 9 & 6 & 13 \\ + & + & - & - & + \end{matrix}$

Задача 8.

А: Температура плавления ДНК зависит от 1. кол-ва водородных связей между комплементарными основаниями ($A \equiv T, G \equiv C$).
 2. от длины фрагмента ДНК (количества нуклеотидов).
 3. от преобладания двойных или тройных связей (как следствие п. 1).

Б: $5'-ЦАГ-УТГ-УАГ-ГАУ-3'$ По принципу комплементарности и антипараллельности цепей ДНК.
 $3'-ГТУ-ГАЦ-ГТУ-АТГ-5'$

В: $T_{пл.} = 38^{\circ}C$

Всего водородных связей - 31. При увеличении кол-ва водородных связей на 1, $T_{пл.}$ увеличивается на $2^{\circ}C$.

Ближайший пример под пунктом 1 (кол-во связей - 30, $T_{пл.} = 36^{\circ}C$). Правило работает, если фрагмент состоит из

12 нуклеотидов:

Фрагмент	Нуклеотиды	H-связи	$T_{пл.}$
Фрагмент 2	12	28	$34^{\circ}C$
Фрагмент 3	12	32	$40^{\circ}C$
Фрагмент 4	12	28	$38^{\circ}C$
Фрагмент 6	12	33	$42^{\circ}C$

Задача 9. Решим задачу с использованием закона

Харди - Вайнберга:

Фенотип	Генотип	} = 1
Промежуточная окраска	$(C_1/C_2/C_3)C_4 = 0,484$	
Чёрная окраска	$C_4C_4 = 3x$	
Синяя окраска	$(C_1/C_2/C_3)C_3 = x$	
Коричневая окраска	$(C_1/C_2)C_2 = 0,028$	
Белая окраска	$C_1C_1 = 0,011$	

$$0,484 + 4x + 0,028 + 0,011 = 1$$

$$4x = 0,477 \approx 0,48$$

$$x = 0,12$$

Б. Ответ: синие мыши - 12%, чёрные - 36%,

А. Рассчитаем частоты аллелей:

48-44-23-09
(37.9)

$$\begin{cases} c_4 = 0,6 & (\text{т.к. } c_4^2 = 0,36) \\ c_1 = 0,1 & (\text{т.к. } c_1^2 = 0,01) \end{cases}$$

$$c_1 + c_2 + c_3 = 0,8 \quad (\text{т.к. } (c_1 + c_2 + c_3) \cdot c_4 = 0,48)$$

$$c_2 + c_3 = 0,7$$

$$(c_1 + c_2 + c_3)c_3 = 0,12 \Rightarrow \begin{cases} c_3 = 0,15 \\ c_2 = 0,55 \end{cases}$$

2

Ответ: частоты аллелей $c_1 = 0,1$ $c_2 = 0,55$ $c_3 = 0,15$ $c_4 = 0,6$

В: Т.к. частота аллелей постоянна, то мезопородных гомозигот нулю было выпустить в соотношении:

$$W: 55:15:60$$

Белых : коричневых : алых : черных

Задача 6 (продолжение).

Б. При движении по пищевой цепи концентрация пестицидов будет уменьшаться в соответствии с коэффициентами биоаккумуляции.

$$\text{Конц. } z - 11250 \text{ мкг/л}$$

$$\text{Конц. } g = 3000 \text{ мкг/л}$$

↑↑

↗

$$\text{Конц. } m - 0,75 \text{ мкг/кг} = 750 \text{ мкг/л}$$

↓↓

$$\text{Конц. } b - 75 \text{ мкг/л}$$

↓↓

$$\text{Конц. } e \text{ и } d - 7,5 \text{ мкг/л}$$

↓↓

$$\text{Конц. } a - \cancel{0,075 \text{ мкг/л}} \\ 0,075 \text{ мкг/л}$$

↓↓

$$\text{Конц. } b \text{ в воде} - 0,003 \text{ мкг/л}$$

В каждую организмы масса пестицидов (Конц. \times масса):

- $m(z) = 3375000 \text{ мкг} = 3375 \text{ г}$
- $m(g) = 6000 \text{ г}$
- $m(m) = 22500 \text{ мкг} = 22,5 \text{ г}$
- $m(b) = 75 \text{ мкг}$
- $m(e) = 0,015 \text{ мкг}$
- $m(d) = 0,0075 \text{ мкг}$
- $m(a) = \cancel{0,000015 \text{ мкг}} \\ 0,000015 \text{ мкг}$

Черновик



$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 3 \\ \hline 15 \\ 21 \\ \hline 225 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 225 \\ - 15 \\ \hline 75 \\ - 75 \\ \hline 15 \end{array}$$

$$0,75 \text{ мс/кз} = 0,75 \cdot 10^3 \text{ мс/з} \\ 750 \text{ мс/з}$$



б) м.п.у. = $750 \text{ мс/з} \cdot 30_2 = 2250 \text{ мс}$

$$\begin{array}{r} 2250 \\ 21 \overline{) 300} \\ \underline{15} \\ 15 \end{array}$$

м.п.в = $\frac{2250 \text{ мс}}{10} = 225 \text{ мс}$

м.п.е = $\frac{225}{10} = 22,5 \text{ мс}$

м.п.с = $\frac{225 \text{ мс}}{10} = 22,5 \text{ мс}$

м.п.а = $\frac{22,5}{100} = 0,225 \text{ мс}$

м.п.дкр = $\frac{0,225}{15} = 0,015 \text{ мс}$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \overline{) 15} \\ \underline{14} \\ 10 \\ \underline{10} \\ 0 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 12 \\ \overline{) 375} \\ \underline{30} \\ 75 \\ \underline{75} \\ 0 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 15 \\ \overline{) 25} \\ \underline{25} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 750 \\ \times 15 \\ \hline 11250 \\ \underline{3750} \\ 337500 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 750 \\ + 750 \\ \hline 1500 \\ \times 3 \\ \hline 4500 \end{array}$$

в) +

в) А: Частоты аллелей: $c_1 =$
 $c_2 =$
 $c_3 =$
 ~~$c_4 = 48$~~

$$\begin{array}{r} 11250 \\ \times 300 \\ \hline 75 \\ 3375000 \end{array} \qquad 32/2 \cdot 2000_2$$

Харди Вайнберга: $(p+q)^2 = 1$
 $(p^2 + 2pq + q^2) = 1$

1

$$\begin{cases} (c_1/c_2/c_3)c_4 = 0,484 - \text{красная} \\ c_4 = 3x - \text{серая } 0,11925 \cdot 3 \\ \frac{c_1}{c_2} c_3 = x - \text{шуря } 0,11925 \\ \frac{c_1}{c_2} = 0,028 - \text{коричневая} \\ c_1 c_1 = 0,011 - \text{белая} \end{cases}$$

$$0,484 + 4x + 0,028 - 0,011 = 1$$

$$\underbrace{0,039}_{4x = 0,477}$$

x

$$\begin{array}{r} 0,484 \\ + 0,028 \\ \hline 0,512 \\ \underline{0,039} \\ 0,551 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,477 \\ \times 4 \\ \hline 1,908 \\ - 4 \\ \hline 1,868 \\ - 37 \\ \hline 1,831 \\ - 26 \\ \hline 1,805 \\ - 3 \\ \hline 1,772 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11925 \\ \times 4 \\ \hline 47700 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11925 \\ \times 3 \\ \hline 35775 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,028 \\ \times 4 \\ \hline 0,112 \\ - 0,02 \\ \hline 0,092 \end{array}$$

✓ Ответ:

$$C_4 = 0,6 \quad C_5 = 0,15$$

$$C_1 = 0,1 \quad C_2 = 0,55$$

$$\begin{cases} C_1 + C_2 + C_3 = 0,8 \\ (C_1 + C_2)C_2 = 0,038 \\ (C_1 + C_2 + C_3)C_3 = 0,12 \\ 0,8 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} C_2 + C_3 = 0,7 \\ (0,1 + C_2)C_2 = 0,038 \\ 0,8C_3 = 0,12 \end{cases}$$

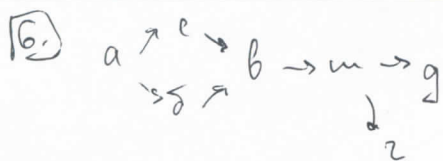
$$C_3 = 0,15$$

$$C_3 = 0,15$$

$$C_2 = 0,55$$

$$\begin{aligned} 0,1C_2 + C_2^2 &= 0,038 \\ C_2^2 + 0,1C_2 - 0,038 &= 0 \\ C_2 &= 0,01 + 0,038 \cdot 4 = \\ 0,1C_1 + 0,12 &= 0,122 \\ C_2 &= \frac{0,1 + \sqrt{0,122}}{2} = 0,5 + \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ - 8 \\ \hline 112 \end{array} \quad \left| \frac{4}{0,85} \right.$$



Колл. $m = 750 \text{ мк/2} \rightarrow b = 75 \text{ мк/2} \rightarrow e 7,5 \text{ мк/2}$

$7,5 \text{ мк/2} \cdot 2 \text{ мк}$
 $0,0022 = 0,015 \text{ мк}$

$7,5 \cdot 10^{-3}$
 $0,0075$ $0,075$

$7,5 \text{ мк/2} = \frac{7,5 \text{ мк}}{1000 \text{ мк}^2}$
 7500 мк/мк^2

$l_2 = 1000 \text{ мк}$

$0,075 \text{ мк/2} \cdot 0,2 \text{ мк} = 0,000015$
 $0,0002$ $\frac{2}{10}$

$0,075 \text{ мк/мк} = 0,075 \cdot 10^3$

$$\begin{array}{r} 0,075 \cdot 10^3 \\ \times \quad 0,2 \\ \hline 0,0000150 \end{array}$$