



28-34-62-05
(37.15)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“

по Биологии

Пожаревой Анастасии Викторовны

фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

1302 - 1306 3.12.20

Дата

«15» сентября 2020 года

Подпись участника

Т.В.А.

28-34-62-05

(37.15)

Чистовик 78 (сидит восемь)

Задача 1

1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г
- + - -

Задача 2.

В -

Задача 3.

ДЖТФЦ
+ - + + +

Задача 4.

1-М, 2-Е, 3-Д, 4-А
- + + +

Задача 5.

А - тип Плоские черви +

Б - тип Ишкотики +

В - тип Кишечнополостные +

Задача 7.

А-1 -

Б-8 -

В-3 -

Г-6 -

Д-13 +

Задача 8.

№ последовательности	Длина (в парах нуклеотидов)	Количество пар		T _м (°C)	N связей
		A=T	G≡C		
1	12	6	6	36	30
2	12	7	5	34	29
3	12	4	8	40	32
4	12	8	4	32	28
5	10	2	8	36	28
6	12	3	9	42	33

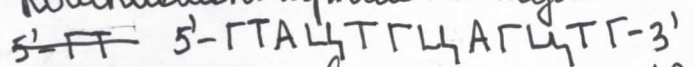
А) Температура плавления ДНК в приведенных случаях зависит от:

1) Доли, которую составляют пары G≡C среди всех нуклеотидных пар в цепочке (из приведенных последовательностей одинаковой длины (12 нукл. пар.) наибольшей T_м обладает цепочка 6, в которой пары G≡C составляют $\frac{9}{12} = \frac{3}{4} = 75\%$ от всего количества пар). Это происходит потому, что гуанин и цитозин образуют 3 водородные связи, а аденин с тиминном — 2. (а устойчивость молекулы зависит от количества водородных связей вследствие кооперативности)

2) Длины последовательности. Цепочка ДНК №5 при длине в 10 нуклеотидных пар содержит 80% пар G≡C, но её T_м ниже цепочки №6, чем у цепочки №6, которая содержит 75% пар G≡C (9/12) (т.к. она всё равно образует намного меньше водородных связей).

Чем больше длина и тем больше содержание пар G≡C в последовательности, тем выше её T_м.

Б) Комплементарная последовательность:



В) В этой последовательности 12 нуклеотидных пар, из которых 7 пар G≡C.

Чистовик

Задача 9.

Б) В условии сказано, что в популяции всего 1000 птиц. Особей с серой окраской было в 3 раза меньше, чем особей с чёрной окраской. Пусть было x серых голубей и $3x$ чёрных. Тогда:

$$x + 3x = 1000 - 484 - 28 - 11 = 1000 - 523 = 477 = 4x$$

$$x = 477 : 4 \approx 119$$

$$3x = 119 \cdot 3 = 357$$

Значит, серыми были примерно 119 голубей из 1000, а чёрными - 357

$$\text{серых} : \frac{119}{1000} = 0,119 \approx 0,12 \text{ (12\%)}$$

$$\text{чёрных} : \frac{357}{1000} = 0,357 \approx 0,36 \text{ (36\%)}$$

А) Согласно условию, фенотипам голубей соответствуют следующие генотипы:

Чёрные: C_4C_4 ; (частота - 0,36)

Тёмные (прошескуточная окраска): C_4C_3, C_4C_2, C_4C_1 ; (частота - 0,484)

Серые: C_3C_3, C_3C_2, C_3C_1 (т.к. серая окраска доминирует над коричневой и белой) (частота - 0,12)

Коричневые: C_2C_2, C_2C_1 ; (частота - 0,028)

Белые: C_1C_1 ; (частота - 0,011)

Данная популяция в течение долгого времени существовала на одной территории, свободно скрещивалась, отбор по признаку окраски не происходил.

Значит, для описания популяции применим закон Харди-Вайнберга:

Пусть p_4 - частота аллеля C_4 , p_3 - частота аллеля C_3 , p_2 - частота аллеля C_2 , p_1 - частота аллеля C_1 .

$$p_4 + p_3 + p_2 + p_1 = 1$$

$$(p_4 + p_3 + p_2 + p_1)^2 = 1$$

$$(p_4 + p_3 + p_2 + p_1)^2 = \underbrace{p_4^2}_{\text{чёрн.}} + \underbrace{p_3^2}_{\text{сер.}} + \underbrace{p_2^2}_{\text{коричн.}} + \underbrace{p_1^2}_{\text{бел.}} + \underbrace{2p_4p_3 + 2p_4p_2 + 2p_4p_1}_{\text{тёмные}} + \underbrace{2p_3p_2 + 2p_3p_1}_{\text{серые}} + \underbrace{2p_2p_1}_{\text{коричн.}}$$

Чистовик

Таким образом, частоты генотипов можно рассчитать следующим образом:

Чёрные: $p_4^2 = 0,36 \Rightarrow p_4 = 0,6$ (1)

Пёшные: $2p_4p_3 + 2p_4p_2 + 2p_4p_1 = 2p_4(p_1 + p_2 + p_3) = 0,484$

$$\Downarrow$$

$$2 \cdot 0,6(p_1 + p_2 + p_3) = 0,484$$

$$p_1 + p_2 + p_3 = 0,484 : 2 \approx 0,242$$
 (2)

Сизые: $p_3^2 + 2p_3p_2 + 2p_3p_1 = 0,12$ (3)

Коричневые: $p_2^2 + 2p_2p_1 = 0,028$ (4)

Белые: $p_1^2 = 0,011 \Rightarrow p_1 \approx 0,1$ (5)

(5) \rightarrow (4)

$$p_2^2 + 0,2p_2 - 0,028 = 0$$

$$\frac{D}{4} = 0,1^2 + 0,028 = 0,01 + 0,028 = 0,038$$

$$\sqrt{\frac{D}{4}} \approx 0,195$$

$$p_2 = \frac{-0,1 - 0,195}{1}$$

или $p_2 = \frac{-0,1 + 0,195}{1} = 0,095$ (6)

(не подходит, т.к. < 0)

\varnothing (5), (6) \rightarrow (2)

$$p_3 = 0,4 - 0,1 - 0,095 = \cancel{2,005} 0,205$$

Таким образом, $p_1 = 0,1$ ($\approx 10\%$), $p_2 = 0,095$ ($\approx 10\%$),
 $p_3 = 0,205$ ($\approx 21\%$), $p_4 = 0,6$ ($= 60\%$)

В) Чистопородные голуби - голубогорлые. \triangleleft
 (чёрные - C_4C_4 , сизые - C_3C_3 , коричневые - C_2C_2 ,
 белые - C_1C_1).

Анализ C_3

Соотношение частоты аллелей в этой идеальной популяции осталось неизменным со временем: $p(C_1) : p(C_2) : p(C_3) : p(C_4) = 1 : 1 : 2 : 6$

Чистовик

$$\text{Значит, } p(c_1c_1) : p(c_2c_2) : p(c_3c_3) : p(c_4c_4) = \\ = 1 : 1 : 2 : 6$$

1 белых : 1 коричневых : 2 сизых : 6 чёрных
белые - 10%, коричневые - 10%, сизые - 20%,
чёрные - 60%.

Чистовик

Задача 8.

В) Три одинаковых диализа нуклеотидных последовательностей T_m зависит от количества водородных связей.

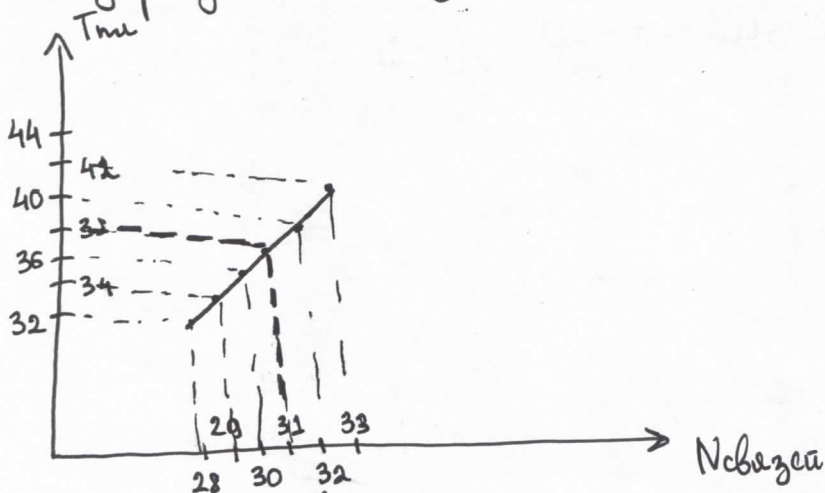


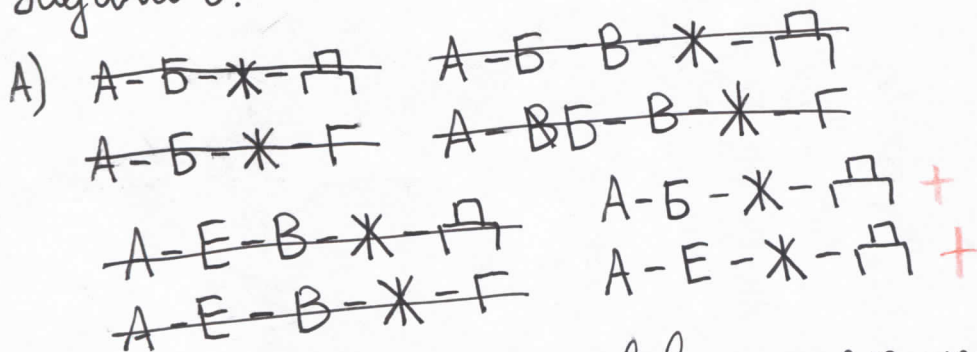
график зависимости

В данном фрагменте тоже 12 нукл. пар., а количество водородных связей равно

$$7 \cdot 3 + 5 \cdot 2 = 21 + 10 = 31$$

значит, $T_m = 38^\circ C$ для данного фрагмента.

Задача 6.



Б) Содержание пестицидов в тканях у клетки (Ж) равно 0,75 мг/кг, значит, в ~~тканях~~ ~~организме~~ ~~Г~~ и

~~организме Г~~ содержание пестицидов равно:

~~$$0,75 \cdot 15 = 11,25 \text{ мг/кг}$$~~

~~$$11,25 \cdot 0,3 = 3,375 \text{ мг-пестицидов всего в организме Г}$$~~

В организме Д:

$$0,75 \cdot 4 = 3 \text{ мкг/кг}$$

$$\text{т.е. всего: } 3 \cdot 2 = 6 \text{ мкг} +$$

В организме Б:

$$0,75 \cdot 0,1 = 0,075 \text{ мкг/кг}$$

$$\text{т.е. всего: } 0,075 \cdot 10^{-6} \text{ кг} = 75 \cdot 10^{-12} \text{ мкг} = 7,5 \cdot 10^{-11} \text{ кг} +$$

В организме Е:

$$0,75 \cdot 0,1 = 0,075 \text{ мкг/кг}$$

$$\text{т.е. всего: } 0,075 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ кг} = 150 \cdot 10^{-9} = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ кг мкг} +$$

В организме А:

$$0,075 \cdot 0,01 = 0,00075 \text{ мкг/кг} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ мкг/кг}$$

$$\text{т.е. всего: } 0,2 \cdot 10^{-6} \cdot 7,5 \cdot 10^{-4} = 2 \cdot 7,5 \cdot 10^{-11} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ мкг} +$$

В воде:

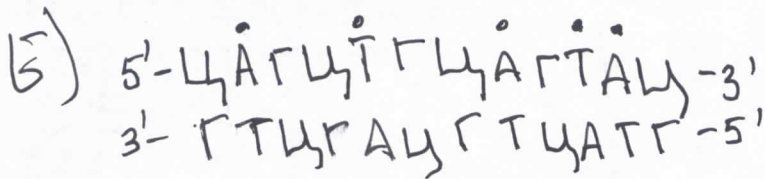
$$0,00075 : 15 = \frac{7,5 \cdot 10^{-5}}{15} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ мкг/кг} +$$

Черновик
Задача 8.

A) 1)

№	l	A=T	G=C	t _{мн}	N _{св}
1	12	5	8	36	30
2	12	7	5	34	29
3	12	4	8	40	32
4	12	8 ₄₆	4 ₃₂	32	28
5	10	2₄	8₃₂	36	28
6	18	3	9	42	33

A) От длины и от количества пар A-T и G-C.



$$\begin{array}{r} 30 \overline{) 12} \\ \underline{24} \\ 60 \end{array}$$



В) 36°C 30 - 36

29 - 34

28 - 32

2

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 0,75 \\ \hline 1,5 \\ 3,75 \\ + 7,5 \\ \hline 11,25 \end{array}$$

задача 9

1957

шт - сизая окраска (преобладают)

Особи:

тёмные (прошест.): 484

чёрная : 3x

сизая : ~x

коричневая : 28

белая : 11 (0,011)

C: C₁ - белый
C₂ - коричнев.
C₃ - сизая
C₄ - чёрная

ГЛАВЕНСТВО:

- 1) C₄ (C₄C₄ - чёрный, C₄ - - тёмный)
- 2) C₃
- 3) C₂
- 4) C₁

чёрные: C₄C₄

тёмные: C₄C₃, C₄C₂, C₄C₁

сизые: C₃C₃, C₃C₂, C₃C₁

коричневые: C₂C₂, C₂C₁

белые: C₁C₁

$$484 + 28 + 11 = 500 + 12 + 11 = 523$$

$$+ 477 = 900 + 90 + 10 = 1000$$

$$3x + x = 1000 - (484 + 28 + 11)$$

$$4x = 1000 - (512 + 11) =$$

$$= 1000 - 523 =$$

$$= \begin{array}{r} 477 \\ 4 \end{array} \Big| \begin{array}{r} 4 \\ 119 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 477 \\ -4 \\ \hline 37 \\ -36 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ \times 3 \\ \hline 357 \end{array}$$

$$x = 119$$

$$3x = 357$$

$$0,119 = 12\%$$

$$0,357 = 36\% \text{ тёмн.}$$

~~$$(p_1 + p_2 + p_3 + p_4)^2 = p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + p_4^2 + 2p_1p_2 + 2p_1p_3 + 2p_1p_4 + 2p_2p_3 + 2p_2p_4 + 2p_3p_4$$~~

$$(p_4 + p_3 + p_2 + p_1)^2 = p_4^2 + p_3^2 + p_2^2 + p_1^2 + 2p_4p_3 + 2p_4p_2 + 2p_4p_1 + 2p_3p_2 + 2p_3p_1 + 2p_2p_1 = 1$$

сиз.
коричн.

чёрн: $p_4^2 = 0,36 \Rightarrow p_4 = 0,6$

тёмн: $2p_4(p_3 + p_2 + p_1) = 2 \cdot 0,6(p_3 + p_2 + p_1) = 1,2 \cdot () = 0,484$

$p_3 + p_2 + p_1 \approx 0,4, p_2 + p_3 = 0,3$

сиз: $p_3^2 + 2p_3 \cdot p_2 + 2p_3 \cdot p_1 = p_3(p_3 + 2p_2 + 2p_1) = 0,12$

коричн: $p_2^2 + 2p_2 \cdot p_1 = p_2(p_2 + 2p_1) = 0,028$

бел: $p_1^2 = 0,011 \Rightarrow p_1 \approx 0,1$

~~$$\begin{array}{r} 484 \\ 4 \end{array} \Big| \begin{array}{r} 12 \\ 0,40 \end{array}$$~~

Черновик
Задача 5

A - плоские черви

Б - многоклеточные

В - ~~однослойные~~
клеточные животные

$$\begin{array}{r} 1 \\ 484 \\ + 360 \\ \hline 844 \\ + 120 \\ \hline 964 \\ + 28 \\ \hline 992 \\ + 11 \\ \hline 1003 \end{array}$$

$$p^2 + 0,2p - 0,028 = 0$$

$$D = 0,1^2 + 0,028 = 0,01 + 0,028 = 0,0380$$

$$\sqrt{\frac{D}{4}} \approx 0,195$$

$$p_1 = \frac{-0,1 - 0,195}{1} < 0$$

$$p_2 = \frac{-0,1 + 0,195}{1} = 0,095$$

$C_1 C_1$

0,1

1 : 2 : 6 : 2

$C_2 C_2$

0,2

$C_3 C_3$

0,6

$C_4 C_4$

0,2

$$\begin{array}{r} 380 \quad | \quad 2 \quad \frac{8}{19} \\ 190 \quad | \quad 2 \quad \frac{171}{19} \\ 95 \quad | \quad 5 \quad \frac{19}{361} \\ 19 \quad | \quad 19 \\ 1 \quad | \quad 20 \cdot 20 = \\ 8 \quad 400 \\ 4 \quad 19,5 \\ \cdot \quad 19,5 \\ \hline 1 \quad 975 \\ + 1955 \\ 195 \\ \hline 380,25 \end{array}$$

Задача 7.

А -

Б -

В -

Г -

Д - 2

 C_1 0,1 C_2 0,095 C_3 0,205 C_4 0,6Белые $C_1 C_1$ Черные $C_4 C_4$ Сизые
 $C_3 C_3$ коричневые $C_2 C_2$

$$2 \cdot a_2 = 0,095$$

