

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 11 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по генетике
профиль олимпиады

Рыльникова Екатерина Михайловна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

13:09 - 13:13

Дата
«29» марта 2026 года

Подпись участника

Чистовик

Задание №1.

71 балл
Лобрезов А.Р. 100
Нефедов А.А. 87

По аналогии с законом Харди-Вайнберга для диплоидных организмов можно вывести его для тетраплоидных организмов

p - частота аллеля A
 q - частота аллеля a

$p + q = 1$

$(p+q)^4 = 1 \rightarrow p^4 + 4p^3q + 6p^2q^2 + 4pq^3 + q^4 = 1$

частоты аллелей в сумме дают 1

возведение в 4 степени суммы частот аллелей отражает частоты генотипов, которые в сумме также дают 1

Также закон Харди-Вайнберга выводится для тетраплоидов, так как они имеют схожий с диплоидными животными механизм размножения - образование гамет в результате мейоза, сокращение ploidy в 2 раза.

- AAAA - p^4
- AAAa - $4p^3q$
- AAaa - $6p^2q^2$
- Aaaa - $4pq^3$
- aaaa - q^4
- 5 генотипов

При $q = \frac{1}{2}$ $p = 1 - q = \frac{1}{2}$

$f(AAAA) = p^4 = (\frac{1}{2})^4 = \frac{1}{16} = 0,0625$

$f(AAAa) = 4p^3q = 4 \cdot (\frac{1}{2})^3 \cdot \frac{1}{2} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4} = 0,25$

$f(AAaa) = 6p^2q^2 = 6 \cdot (\frac{1}{2})^2 \cdot (\frac{1}{2})^2 = \frac{6}{16} = \frac{3}{8} = 0,375$

$f(Aaaa) = 4pq^3 = 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot (\frac{1}{2})^3 = \frac{4}{16} = \frac{1}{4} = 0,25$

$f(aaaa) = q^4 = (\frac{1}{2})^4 = \frac{1}{16} = 0,0625$

Задание №2.

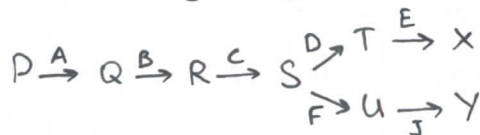
По мутанту №6 понимаем, что из T напрямую получается X

По мутантам №7 и №5 понимаем, что из U напрямую получается Y

~~По мутантам~~

По остальным мутантам понимаем, что P, Q, R, S находятся в одной "цепочке", причём P раньше всех, Q раньше R и S, S в конце.

Путь биосинтеза веществ X и Y:



- штамм №1 - мутация в гене C
- штамм №2 - мутация в гене A
- штамм №3 - мутация в гене E

Чистовик

~~Чистовик~~

штамм Δ4 - мутация в гене B

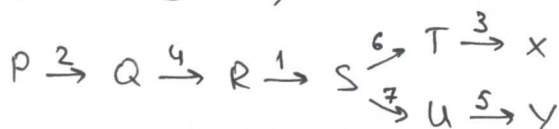
штамм Δ5 - мутация в гене J

штамм Δ6 - мутация в гене D

штамм Δ7 - мутация в гене F



Для удобства схема с мутантами (цифрой отмечен штамм, у которого в ~~каком~~ гене, отвечающим за данное превращение, произошла мутация):



Вещество S не накапливается у мутантов Δ6 и Δ7 так как при "поломке" одного из путей остается рабочим второй путь по которому расходуется вещество S.

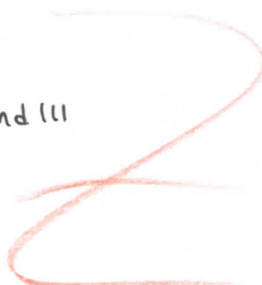
Вещество R может не накапливаться из-за того, что участвует в других метаболических путях бактерии (расходуется в других реакциях) или является токсичным в большой концентрации внутри клетки и выводится в окружающую среду, не накапливаясь в бактерии.

Задание Δ3.

Рассмотрим схемы аллелей A, a₁ и a₂:



• - сайт рестриктазы Hind III
mut - место мутации



У a₁ нет сайта рестриктазы как у дикого типа, значит в этом месте произошла мутация.

У a₂ появляется новый сайт рестриктазы, отличный от дикого типа, значит в этом месте произошла мутация.

При кроссинговере между a₁ и a₂ может образоваться хромосома без мутаций (дикый тип) и хромосома с двумя мутациями.



Таким образом, у гетерозиготы a₁a₂ может образоваться 4 типа гамет:

A, a₁₂, a₁, a₂. При получении ^{потомком} A проявится дикая окраска (т.к. A доминирует).

② В результате в потомстве появились особи с окраской дикого типа.

Чистовик

Изначально: $a_1 a_1$ и $a_2 a_2$

P: ♀ $a_1 a_1$ × ♂ $a_2 a_2$

G: a_1 a_2

F₁: $a_1 a_2$ - пестичные

Первое поколение: $a_1 a_2$, $a_1 a_1$, $a_2 a_2$

P: ♀ $a_1 a_2$ × ♂ $a_1 a_2$

G: a_1 a_2 a_1 a_2
A a_{12} A a_{12}

* Также возможны и другие скрещивания, просто это отражает все возможные генотипы потомства

F₂:

♀ \ ♂	a_1	a_2	A	a_{12}
a_1	$a_1 a_1$	$a_1 a_2$	<u>$A a_1$</u>	$a_1 a_{12}$
a_2	$a_1 a_2$	$a_2 a_2$	<u>$A a_2$</u>	$a_2 a_{12}$
A	<u>$A a_1$</u>	<u>$A a_2$</u>	<u>AA</u>	<u>$A a_{12}$</u>
a_{12}	$a_1 a_{12}$	$a_2 a_{12}$	<u>$A a_{12}$</u>	$a_{12} a_{12}$

— окраска дикого типа

Ответ полноты

Второе поколение: $a_1 a_1$, $a_1 a_2$, $A a_1$, $a_1 a_{12}$, $a_2 a_2$, $A a_2$, $a_2 a_{12}$, AA, $A a_{12}$, $a_{12} a_{12}$

Размер п.и.	$a_1 a_1$	$a_1 a_2$	$A a_1$	$a_1 a_{12}$	$a_2 a_2$	$A a_2$	$a_2 a_{12}$	AA	$A a_{12}$	$a_{12} a_{12}$	
1700	—	—	—	—							1700
1500			—			—		—	—		1500
900		—		—	—	—	—		—	—	900
600		—		—	—	—	—		—	—	600
200		—		—	—	—	—	—	—	—	200

В a_{12} остался мутантный сайт рестрикции

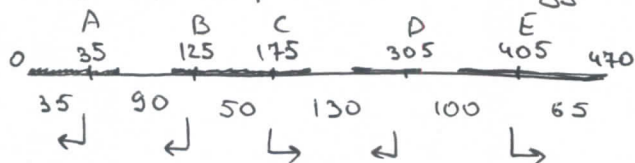


В зависимости от расположения мутантного сайта рестрикции на электрофоре могут быть либо полосы 300 и 800 п.и., либо 600 п.и. и 1100 п.и.

В гетерозиготах проявляются полосы, соответствующие результатам рестрикции обеих аллелей (возможно будут менее бледными чем в гомозиготах).

Задача №4.

Определим примерное расположение сайтов гибридизации праймеров и примерное расстояние между ними:



почему Говн!

50, 90, 240, 70, 200

получается 35, 90, 230, 65, 180

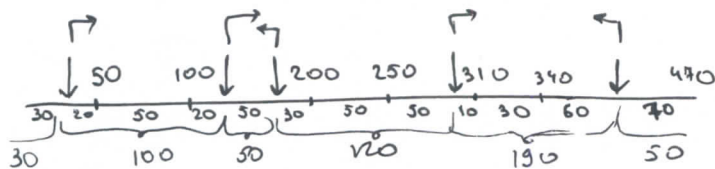
праймеры A, B, D ←
праймеры C, E →

+ погрешность в длине праймера (5-20 нуклеотидов)

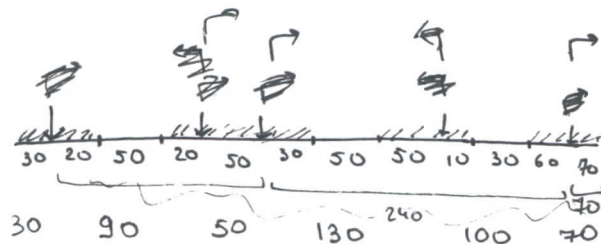
Черновик

5ч.

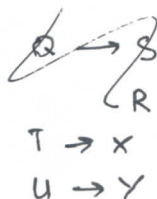
$$\begin{array}{r} 470 \cdot 2 = 940 \\ - 650 \\ \hline 290 \end{array}$$



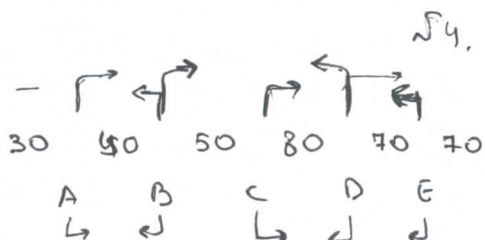
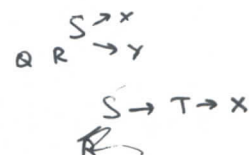
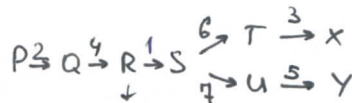
50	
70	
90	
200	650
240	



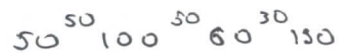
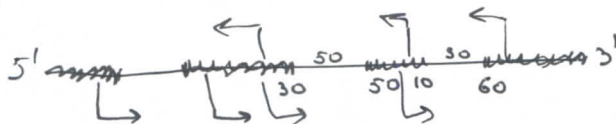
52.
P Q R S T U X Y min 7 регов



4ч



5' → 3'



Черновик

№ 1.

p - частота A $\frac{4n}{16}$
q - частота a

2n: $(p+q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$

4n: $(p+q)^4 = (p^2 + 2pq + q^2)(p^2 + 2pq + q^2) = p^4 + 2p^3q + p^2q^2 + 2p^3q + 4p^2q^2 + 2pq^3 + p^2q^2 + 2pq^3 + q^4 = p^4 + 4p^3q + 6p^2q^2 + 4pq^3 + q^4 = 1$

$p+q=1$

- AAAA - $p^4 = 0,5^4 = \frac{1}{2^4} = \frac{1}{16}$ 1122
- AAAa - $4p^3q = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$ 1212
- AAaa - $6p^2q^2 = \frac{6}{16} = \frac{3}{8}$ 1221
- Aaaa - $4pq^3 = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$ 2121
- aaaa - $q^4 = \frac{1}{16}$ 2211
- 5 генотипов 2112

$\frac{1}{16} + \frac{4}{16} + \frac{6}{16} + \frac{4}{16} + \frac{1}{16} = 1$

$\frac{100}{96} \frac{16}{0,0625}$
 $\frac{40}{32}$
 $\frac{80}{0}$

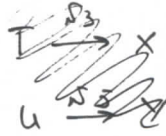
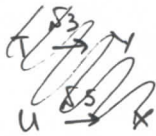
№ 2.

Синтез X и Y
промеж. P, Q, R, S, T, U

min 7 генов

$\frac{3}{625}$
 $\frac{625}{375}$
 $\frac{25}{25}$

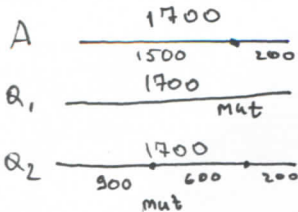
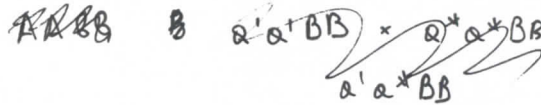
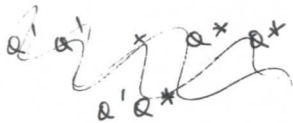
 1,0000



T → X
U → X

S →
R →

№ 3.



Q1, Q2
при кроссинговере $\frac{mut \ mut}{\text{зигот тип A}}$ Q12

