

Генетическая информация в клетке



до 5 минут



базовый



1 балл

Задание № 3 проверяет знания основных законов генетики и цитологии. Чтобы решить такое задание, необходимо знать генетико-цитологические особенности организации и функционирования жизни, хранения и передачи наследственной информации.

Задание представляет собой текстовую задачу, которая решается с помощью арифметических вычислений либо основных правил элементарности генетического кода.

В ответе надо записать целое число. Если при вычислении получится дробное число, его следует округлить до целого согласно основным правилам округления дробных чисел.



Для решения задания необходимы знания правил Чаргаффа и основных закономерностей хранения и передачи наследственной информации из поколения в поколение.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задачу.
2. Проанализируйте, о каком генетическом процессе идёт речь.
3. Выполните необходимые вычисления на черновике.
4. Запишите целое число в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Задание

Эндосперм пшеницы содержит 42 хромосомы. Сколько хромосом содержат её гаметы? В ответе запишите только соответствующее число.

Решение:

Для всех покрытосеменных растений характерно двойное оплодотворение, в результате которого два спермия пыльцевого зерна прорастают до зародышевого мешка. Один из них оплодотворяет яйцеклетку (образуется зигота).



Будьте внимательны при математических расчётах. Сначала выполните вычисление на черновике, проверьте, а затем запишите ответ.

та — $2n$), а второй сливается с центральной (диплоидной) клеткой зародышевого мешка. Соответственно, эндосперм имеет тройной набор хромосом ($3n$ — триплоиден). Гаметы любого живого организма в норме имеют одинарный набор хромосом, то есть гаплоидны (n). Таким образом, чтобы определить, сколько хромосом содержат гаметы пшеницы, разделим число хромосом эндосперма (42) на 3. 42 хромосомы ($3n$) : 3 = 14 хромосом (n).

Ответ: 14.



Задание

В двухцепочечной молекуле ДНК насчитывается 4998 нуклеотидов. Определите, сколько аминокислот содержит белок, синтезируемый с этой последовательности ДНК. На область интронов приходится 15 % от общего числа нуклеотидов. В ответе запишите только число, соответствующее количеству аминокислот в синтезируемом белке.

Решение:

Интрон — область ДНК, не несущая информацию о молекуле белка. Определим, сколько нуклеотидов остаётся в экзонной части молекулы ДНК:

$$15 \% = 4998 \cdot 15 : 100 = 749,7.$$

$4998 - 749,7 = 4248,3$ — столько нуклеотидов содержится в экзонах ДНК.

Поскольку молекула ДНК содержит две цепи, а синтез белка идёт только с одной, вычислим, сколько нуклеотидов находится в одной цепи молекулы ДНК: $4248,3 : 2 = 2124,15$.

Генетический код триплетен, то есть одна аминокислота кодируется тремя нуклеотидами. Соответственно, аминокислот в три раза меньше, чем нуклеотидов: $2124,15 : 3 = 708,05$.

Полученный ответ округлим до целого числа: $708,05 = 708$.

Ответ: 708.



Округление можно произвести в первом действии: $15 \% = 749,7 = 750$ нуклеотидов.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Что необходимо помнить при решении задач

1. Каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами (одним триплетом, или кодоном), поэтому количество кодирующих нуклеотидов всегда в три раза больше, а количество триплетов (кодонов) равно количеству аминокислот в белке.

2. Каждая аминокислота доставляется к рибосомам одной тРНК, следовательно, количество аминокислот в белке равно количеству молекул тРНК, участвовавших в синтезе белка.

3. Каждая тРНК имеет антикодон, комплементарный кодону иРНК, поэтому количество антикодонов, а значит, и в целом молекул тРНК, равно количеству кодонов иРНК.

4. иРНК комплементарна одной из цепей ДНК, поэтому количество нуклеотидов иРНК равно количеству нуклеотидов ДНК. Количество триплетов, разумеется, также будет одинаковым.

Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты (НК) — высокомолекулярные органические соединения, хранящие, передающие и реализующие наследственную информацию. Различают дезоксирибонуклеиновую (**ДНК**) и рибонуклеиновую (**РНК**) кислоты. Мономером нуклеиновой кислоты является **нуклеотид**. Нуклеотид ДНК состоит из **азотистого основания** (пиримидиновые — тимин (Т), цитозин (Ц); пуриновые — гуанин (Г), аденин (А)), **пятиуглеродного сахара** — дезоксирибозы и остатка фосфорной кислоты. В РНК тимин заменяется урацилом (У), а вместо дезоксирибозы — рибоза.

ДНК — двухцепочечная молекула нуклеиновой кислоты, содержится в ядре клетки и матриксе митохондрий и пластид (в 1953 г. Дж. Уотсоном и Ф. Криком была предложена её модель — двойная спираль). Две цепи ДНК соединяются между собой азотистыми основаниями по **принципу комплементарности** ($A = T$ (две водородные связи) и $G = C$ (три водородные связи)).

Репликация ДНК — процесс синтеза дочерней молекулы ДНК на матрице родительской. Молекула ДНК разделяется на моноспирали (разрыв водородных связей между азотистыми основаниями двух цепей), после чего к каждому основанию, потерявшему партнёра, присоединяется комплементарное основание. Дочерние молекулы получают точными копиями родительской. При этом одна цепь остаётся от материнской ДНК, а вторая синтезируется заново. Этот процесс обеспечивает точную передачу генетической информации из поколения в поколение. Репликация проходит в три этапа: инициация, элонгация, терминация.

РНК — одноцепочечная молекула нуклеиновой кислоты, которая синтезируется на молекуле ДНК и является комплементарной копией участка одной из цепочек ДНК. Выделяют следующие виды РНК:

- матричная или информационная (мРНК или иРНК) — осуществляет непосредственную передачу кода ДНК для синтеза белков, при этом каждый белок кодируется специфической иРНК;
- транспортная (тРНК) — присоединяет и переносит определённую аминокислоту к рибосомам;
- рибосомальная (рРНК) — входит в состав рибосом, выполняя структурную функцию, также участвует в формировании активного центра рибосомы.

Правила Чаргаффа

1. У каждого организма в ДНК с самым различным нуклеотидным составом отношения А/Т и Г/Ц всегда равны единице.

$$A/T = G/C = 1$$

2. Количество пуринов в ДНК равно количеству пиримидинов.

$$A + G = C + T$$

Значит, количество оснований с аминогруппами в положении 6 равно количеству оснований с кетогруппами в положении 6.

$$A + C = G + T$$



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1

Молекула ДНК содержит 23 % нуклеотидов с аденином от общего числа нуклеотидов. Какой процент нуклеотидов с цитозином содержится в этой же молекуле? В ответе запишите только соответствующее число.

Ответ: _____ %.

3.2

В молекуле ДНК 150 нуклеотидов с тиминном, что составляет 15 % от общего количества. Сколько нуклеотидов с гуанином содержится в этой молекуле ДНК? В ответе запишите только число, соответствующее количеству нуклеотидов с гуанином.

Ответ: _____ .

3.3

В молекуле ДНК насчитывается 6000 нуклеотидов (2 цепи). Определите, сколько аминокислот содержит белок, синтезируемый с этой последовательности ДНК. На область интронов приходится 20 % от общего числа нуклеотидов. В ответе за-

пишите только число, соответствующее количеству аминокислот в синтезируемом белке.

Ответ: _____.

3.4

Сколько хромосом содержится в ядре клетки листа томата, если в ядре оплодотворённой яйцеклетки содержится 24 пары хромосом? В ответе запишите только соответствующее число.

Ответ: _____.

3.5

Определите, сколько аминокислот содержится в белке, если ДНК включает 6000 пар нуклеотидов, а интроны составляют 20 % от общего числа нуклеотидов. В ответе запишите только соответствующее число.

Ответ: _____.

3.6

Фермент пепсин содержит 340 аминокислот. Определите, сколько нуклеотидов находится в кодирующей его одноцепочечной молекуле кДНК. В ответе запишите только число нуклеотидов в молекуле кДНК.

Ответ: _____.

3.7

Определите число хромосом в клетках эндосперма семени лука, если клетки корешков лука содержат 16 хромосом. В ответе запишите только соответствующее число хромосом.

Ответ: _____.

3.8

Определите, сколько аминокислот содержится в белке, если мРНК содержит 2586 нуклеотидов. В ответе запишите только соответствующее число.

Ответ: _____.

3.9

В ядрах клеток сетчатки глаза хрящевой рыбы 26 пар хромосом. Сколько хромосом будет иметь ядро зиготы этого животного? В ответе запишите только соответствующее число.

Ответ: _____.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28