

ЗАДАЧИ ЦИТОЛОГИЯ – Примеры

Определить состав ДНК

- Принцип дополнителности: $A=T(U), G=C$.
- Триплетность генетического кода: каждая аминокислота белка кодируется тройкой нуклеотидов.

Пример 1.

В одной молекуле ДНК нуклеотиды с тиминном (Т) составляют 24% от общего числа нуклеотидов. Определите количество (в %) нуклеотидов с гуанином (Г), аденином (А), цитозином (Ц) в молекуле ДНК и объясните полученные результаты.

Решение.

- аденин (А) комплементарен тимину (Т), а гуанин (Г) – цитозину (Ц), поэтому количество комплементарных нуклеотидов одинаково;
- количество нуклеотидов с аденином составляет 24%;
- количество гуанина (Г) и цитозина (Ц) вместе составляют 52%, а каждого из них – 26%.

Пример 2.

Белок состоит из 100 аминокислот. Установите, во сколько раз молекулярная масса участка гена, кодирующего данный белок, превышает молекулярную массу белка, если средняя молекулярная масса аминокислоты – 110, а нуклеотида – 300. Ответ поясните.

Решение.

- 1) генетический код триплетен, следовательно, белок, состоящий из 100 аминокислот, кодируют 300 нуклеотидов;
- 2) молекулярная масса белка $100 \times 110 = 11\ 000$; молекулярная масса гена $300 \times 300 = 90\ 000$;
- 3) участок ДНК тяжелее, чем кодируемый им белок, в 8 раз ($90\ 000/11\ 000 \approx 8$).

Построить РНК (ДНК) на основе известной последовательности ДНК.

- Принцип дополнителности – для решения задачи достаточно произвести замену букв по схеме: $A \leftrightarrow T(U), G \leftrightarrow C$.

Пример 3.

В биосинтезе полипептида участвовали тРНК с антикодонами УУА, ГГЦ, ЦГЦ, АУУ, ЦГУ. Определите нуклеотидную последовательность участка каждой цепи молекулы ДНК, который несет информацию о синтезируемом полипептиде, и число нуклеотидов, содержащих аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т) и цитозин (Ц) в двуцепочечной молекуле ДНК. Ответ поясните.

Решение.

- 1) антикодоны тРНК комплементарны кодонам иРНК, а последовательность нуклеотидов иРНК комплементарна одной из цепей ДНК;
- 2) участок одной цепи ДНК – ТГА ГГЦ ЦГЦ АТТ ЦГТ
состав второй цепи ДНК – ААТ ЦЦГ ГЦГ ТАА ГЦА
- 3) число нуклеотидов: А – 7, Т – 7, Г – 8, Ц – 8.

Определить последовательность аминокислот в молекуле белка по фрагменту иРНК.

- По строению иРНК с помощью таблицы генетического кода для каждой тройки нуклеотидов, начиная с первой, находим и выписываем соответствующую ей аминокислоту (например: ЦЦЦ – пролин, ГЦЦ – аланин и т.д.)
- При необходимости, строение ДНК и тРНК определяем по принципу дополнителности.

Пример 4.

Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ГТГТАТГГААГТ. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, антикодоны соответствующих тРНК и последовательность аминокислот в фрагменте молекулы белка, используя таблицу генетического кода.

Решение.

- 1) последовательность нуклеотидов на иРНК: ЦАЦАУАЦЦУУЦА;
- 2) антикодоны молекул тРНК: ГУГ, УАУ, ГГА, АГУ;
- 3) последовательность аминокислот молекуле белка:
гис–иле–про–сер.

| ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД (иРНК) | | | | | |
|-------------------------|------------------|-----|-----|-----|------------------|
| Первое основание | Второе основание | | | | Третье основание |
| | У | Ц | А | Г | |
| У | Фен | Сер | Тир | Цис | У |
| | Фен | Сер | Тир | Цис | Ц |
| | Лей | Сер | — | — | А |
| | Лей | Сер | — | Три | Г |
| Ц | Лей | Про | Гис | Арг | У |
| | Лей | Про | Гис | Арг | Ц |
| | Лей | Про | Глн | Арг | А |
| | Лей | Про | Глн | Арг | Г |
| А | Иле | Тре | Асн | Сер | У |
| | Иле | Тре | Асн | Сер | Ц |
| | Иле | Тре | Лиз | Арг | А |
| | Мет | Тре | Лиз | Арг | Г |
| Г | Вал | Ала | Асп | Гли | У |
| | Вал | Ала | Асп | Гли | Ц |
| | Вал | Ала | Глу | Гли | А |
| | Вал | Ала | Глу | Гли | Г |

Правила пользования таблицей

Первый нуклеотид в триплете берется из левого вертикального ряда, второй — из верхнего горизонтального ряда и третий — из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трёх нуклеотидов, и находится искомая аминокислота.

ЗАДАЧИ ЦИТОЛОГИЯ

1. +Одна из цепочек молекулы ДНК имеет такую последовательность нуклеотидов АГТАЦЦГАТАЦТЦГАТТТАЦГ. Какую последовательность нуклеотидов имеет вторая цепочка этой же молекулы?
2. +Молекула ДНК распалась на две цепочки. Одна из них имеет строение: ТАГАЦТГГТАЦАЦГТГГТГА. Какое строение будет иметь вторая молекула, когда указанная цепочка достроится до полной двухцепочечной молекулы ДНК?
3. Запишите последовательность нуклеотидов участков молекулы и-РНК, которая будет синтезирована в процессе транскрипции на участке ДНК со следующими последовательностями нуклеотидов:
 - а) ААТЦАЦГАТЦЦТТЦТАГГАГГ;
 - б) АТЦАТТЦЦГГАТТЦГГЦЦААГ.
4. Участок молекулы и-РНК имеет последовательность УЦГАГЦУУАЦГУ. Запишите последовательность нуклеотидов молекулы ДНК, с которой была синтезирована данная и-РНК в процессе транскрипции.
5. +Участки молекулы иРНК имеют следующее строение:
 - а) ЦЦЦГЦЦАЦЦУГЦГГГАУЦЦАЦ;
 - б) АГЦАГУАГАУУЦУУУЦУУГАЦ;

В каком порядке расположатся аминокислоты в соответствующих участках белка, синтезируемого на этой РНК как на матрице?

6. +Под воздействием азотистой кислоты цитозин превращается в гуанин. Как изменится структура белка вируса табачной мозаики, если РНК вируса УЦГГГУУЦАУУАЦУ, кодирующая его белок, подверглась действию азотистой кислоты?
7. +С какой последовательности аминокислот начинается белок, если он закодирован такой последовательностью нуклеотидов: АЦГЦЦАТГГЦЦГТТ? Каким станет начало цепочки аминокислот синтезируемого белка, если под влиянием облучения седьмой нуклеотид окажется выбитым из молекулы ДНК?
8. Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ЦЦТТТТЦГТЦАА. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, антикодоны соответствующих тРНК и последовательность аминокислот в фрагменте молекулы белка.
9. В молекуле ДНК находится 1100 нуклеотидов с аденином, что составляет 10% от их общего числа. Определите, сколько нуклеотидов с тиминном (Т), гуанином (Г), цитозином (Ц) содержится в отдельности в молекуле ДНК.
10. +Химическое исследование показало, что 30% общего числа нуклеотидов данной информационной РНК приходится на урацил, 26% – на цитозин и 24% – на аденин. Что можно сказать о нуклеотидном составе соответствующего участка двухцепочечной ДНК, «слепок» с которого является исследованная РНК?
11. Содержание нуклеотидов в цепи и-РНК следующее: аденинового – 35%, гуанилового – 30%, цитидилового – 15%, урацилового – 20%. Определите процентный состав нуклеотидов участка двуцепочечной молекулы ДНК, являющейся матрицей для этой РНК.
12. Сколько нуклеотидов содержит ген, кодирующий белок из 210 аминокислот?
13. +Сколько аминокислот закодировано в участке молекулы ДНК, содержащей 1230 нуклеотидных остатков?
14. +Белок состоит из 158 аминокислот. Какую длину имеет определяющий его ген, если расстояние между двумя соседними нуклеотидами в спирализованной молекуле ДНК (измеренное вдоль оси спирали) составляет $3,4 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$)?
15. Участок одной из двух цепей молекулы ДНК содержит 300 нуклеотидов с аденином (А), 100 нуклеотидов с тиминном (Т), 150 нуклеотидов с гуанином (Г) и 200 нуклеотидов с цитозином (Ц). Какое число нуклеотидов с А, Т, Г и Ц содержится в двухцепочечной молекуле ДНК? Сколько аминокислот должен содержать белок, кодируемый этим участком молекулы ДНК?
16. В процессе трансляции участвовало 30 молекул тРНК. Определите число аминокислот, входящих в состав синтезируемого белка, а также число триплетов и нуклеотидов в гене, который кодирует этот белок.
17. Участок цепи ДНК, кодирующий первичную структуру полипептида, состоит из 15 нуклеотидов. Определите число нуклеотидов на иРНК, кодирующих аминокислоты, число аминокислот в полипептиде и количество тРНК, необходимых для переноса этих аминокислот к месту синтеза.
18. +Участок молекулы ДНК имеет следующий состав: ГАТТГААТАГТГЦТТЦ. Объясните, к каким последствиям приведет случайное выпадение седьмого нуклеотида?
19. Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ТТАЦАГТТГТАТ. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК, антикодоны соответствующих тРНК и последовательность аминокислот в фрагменте молекулы белка.
20. Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ТТТАГЦТГТЦГГААГ. В результате мутации в третьем триплете третий нуклеотид заменен на нуклеотид «А». Определите последовательность нуклеотидов на иРНК по исходному фрагменту цепи ДНК и измененному. Объясните, что произойдет с фрагментом молекулы белка и его свойствами после возникшей мутации ДНК. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.
21. Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на котором синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов АТАГЦТГААЦГТАЦТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону тРНК.
22. +Одна из цепей ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ЦАТ ГГЦ ТГТ ТЦЦ ГТЦ. Объясните, как изменится структура молекулы белка, если произойдет удвоение четвертого триплета нуклеотидов в цепи ДНК?
23. В биосинтезе белка участвовали молекулы т-РНК с антикодонами УГА, АУГ, АГУ, ГГЦ, ААУ. Определите нуклеотидную последовательность участка каждой цепи молекулы ДНК, который несет информацию о синтезируемом полипептиде, и число нуклеотидов, содержащих аденин, гуанин, тимин, цитозин в двухцепочечной молекуле ДНК.
24. +Дана цепь ДНК: ЦТААТГТААЦЦА. Определите: а) первичную структуру закодированного пептида; б) количество (в %) различных видов нуклеотидов в этом гене (в двух цепях); в) длину этого гена; г) длину кодируемого пептида. Известно, что длина одного нуклеотидного звена = 0,34 нм; а одного аминокислотного = 0,3 нм.
25. Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах о соматической клетки человека составляет около 6×10^{-9} мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в сперматозоиде и в соматической клетке перед началом деления и после его окончания.