

Цитология

Задачи на синтез белка

Практика

Винер Фаритович
Эксперт ЕГЭ по биологии

<https://vk.com/club173618207>

<https://www.instagram.com/zoobiologia/>

Skype: live:d456cce547b21d25

Известно, что в растительных клетках присутствуют два вида хлорофилла: хлорофилл а и хлорофилл b. Ученому, для изучения их структуры, необходимо разделить эти два пигмента. Какой метод он должен использовать для их разделения? На чем основан этот метод?

Элементы ответа

Метод хроматографии

Метод основан на разной скорости движения веществ смеси через адсорбент в зависимости от их молекулярной массы.

Биохимический метод исследования используется для

- 1) изучения кариотипа организма
- 2) установления характера наследования признака
- 3) диагностики сахарного диабета
- 4) определения дефектов ферментов
- 5) определения массы и плотности органоидов клетки

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 |

1 тип задач – фрагмент ДНК

- Фрагмент цепи ДНК имеет следующую последовательность: - ТТГЦГАТГЦЦЦГЦА
- Определите последовательность аминокислот в полипептиде и обоснуйте свой ответ. Какие изменения могут произойти в гене в результате мутации в, если в белке третья аминокислота заменилась на аминокислоту ЦИС? Какое свойство генетического кода определяет возможность существования разных фрагментов мутированной молекулы ДНК? Ответ поясните. Используйте таблицу генетического кода.
- Критерии.
 - 1) иРНК : АААЦГЦУАЦГГЦГУ.
Последовательность аминокислот во фрагменте полипептида - ЛИЗ-АРГ-ТИР-ТРИ- АРГ
 - 2) Замена третьей аминокислоты ТРИ на аминокислоту ЦИС возможна если триплет АТГ мутирует в триплет АТА или АЦГ –на иРНК кодоны УЦУ или УГЦ., так как аминокислота ЦИС кодируется двумя триплетами ДНК.
 - 3) 3) Свойство генетического кода – вырожденность (избыточность) так как одной аминокислоте соответствует более одного триплета

В последовательности фрагмента одной из исходных цепей ДНК- АГЦТЦТТААТГТЦТГ- произошла мутация: выпадение второго триплета.

- Используя таблицу генетического кода, определите исходную аминокислотную последовательность. Измениться ли первичная структура исходного полипептида? Ответ поясните. К какому виду мутаций относится данное изменение?

Схема решения задачи включает:

1) последовательность нуклеотидов на иРНК: УЦГАГААУУАЦАГАЦ:

Последовательность аминокислот в исходной цепи:

Сер- Арг- Иле- Тре- Асп:

2) в случае мутации за счёт выпадения второго триплета ДНК аминокислота Арг исчезнет, полипептид укоротится на одну аминокислоту, изменится его структура:

3) генная (точечная) мутация

2 тип задач – фрагмент иРНК

- Дан фрагмент иРНК
- По принципу комплементарности восстанавливаем фрагмент ДНК (заменяя У на Т)
- По принципу комплементарности подбираем под кодоны иРНК антикодоны тРНК
- По таблице с иРНК выписываем аминокислоты

3 тип задач – несколько тРНК

27

Молекулы тРНК, несущие соответствующие антикодоны, входят в рибосому в следующем порядке: АУГ, ЦАУ, ЦГУ, АЦГ. Используя таблицу генетического кода, определите последовательность нуклеотидов матричной цепи ДНК, иРНК и аминокислот в молекуле синтезируемого фрагмента белка. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Схема решения задачи включает:

- 1) по принципу комплементарности определяем последовательность иРНК:
УАЦГУАГЦАУГЦ;
- 2) нуклеотидную последовательность матричной цепи ДНК также определяем по принципу комплементарности: АТГЦАТЦГТАЦГ;
- 3) по таблице генетического кода и кодонам иРНК находим последовательность аминокислот в пептиде: тир-вал-ала-цис.

В биосинтезе полипептида последовательно участвуют молекулы тРНК с антикодонами ЦУА, ЦАГ, ЦЦА, УАА, ГТГ. Определите аминокислоты, которые переносятся этими тРНК, и нуклеотидную последовательность участка цепи молекулы ДНК (гена), который несёт информацию о синтезируемом полипептиде. Обоснуйте последовательность Ваших действий. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

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 |

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|--|-------|
| <p>Схема решения задачи включает:</p> <p>1) последовательность иРНК – ГАУГУЦГТУАУУЦЦЦ, так как антикодоны тРНК комплементарны кодомам иРНК;</p> <p>2) последовательность нуклеотидов в цепи ДНК – ЦТАЦАГЦЦАТААГТТ, так как она комплементарна иРНК;</p> <p>3) аминокислоты определяются по кодомам иРНК: асп-вал-гли-иле-про</p> | |

- В биосинтезе фрагмента молекулы белка участвовали последовательно молекулы тРНК с антикодонами ЦГЦ, УЦЦ, ГЦА, АГА, ЦГА. Определите аминокислотную последовательность синтезируемого фрагмента молекулы белка и нуклеотидную последовательность участка двухцепочечной молекулы ДНК, в которой закодирована информация о первичной структуре фрагмента белка. Обоснуйте последовательность Ваших действий. Для решения задачи используйте таблицу генетического кода.

Решение: тРНК создается с иРНК по принципу комплементарности.

иРНК (ГЦГ)-(АГГ)-(ЦГУ)-(УЦУ)-(ГЦУ)
 алл арг арг сер алл

с помощью таблицы генетического кода можем определить аминокислоту.

П.к. иРНК считывается с ДНК, то можем восстановить ДНК.

I ДНК ЦГЦ-ТЦЦ-ГЦА-АГА-ЦГА
II ДНК ГЦГ-АГГ-ЦГТ-ТЦТ-ГЦТ

Выставленные экспертами баллы: 3/3; оценка участника –3.

Наша оценка – 2 балла.

- В ответе представлены все элементы эталона, и они правильные. Участник приводит обоснование своих действий, но в обоснованиях имеются неточности и ошибки. Если принять за стилистическую погрешность, что «иРНК считывается с ДНК», то фраза «тРНК создаётся с иРНК по принципу комплементарности» – ошибка. Кроме того, аминокислоты в белке не связаны между собой. Все это свидетельствует о том, что участник механически воспроизводит принцип решения задачи, но не понимает ее сути. Именно объяснение и позволяет определить уровень сформированности знаний. Но оба эксперта не учли это, и выставили максимальный балл. Оценка завышена.

C5

Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: АЦГТААААГЦТАТЦ. 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. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

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 | Гли | Арг | А |
| | Лей | Про | Гли | 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 берётся 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.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (правильный ответ должен содержать следующие позиции) | Баллы |
|---|-------|
| <p>Схема решения задачи включает:</p> <p>1) нуклеотидная последовательность участка тРНК: УГЦАУУУУЦГАУАГ;</p> <p>2) нуклеотидная последовательность антикодона УУУ (третий триплет) соответствует кодону на иРНК ААА;</p> <p>3) по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота Лиз, которую будет переносить данная тРНК</p> | |

4 тип задач – фрагмент петли тРНК

- 27** Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: ЦТТАТГГЦГЦЦАТТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, третий триплет которого соответствует антикодону тРНК. Какие аминокислоты будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка? Дайте объяснение, используя свои знания о свойствах генетического кода. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Элементы ответа:

- 1) по принципу комплементарности находим нуклеотидную последовательность участка тРНК: ГЦАУАЦЦГЦГГГУАА;
- 2) нуклеотидная последовательность антикодона ЦГЦ (третий триплет) по принципу комплементарности соответствует кодону на иРНК ГЦГ;
- 3) по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота Ала;
- 4) код однозначен — каждый кодон соответствует только одной аминокислоте, следовательно, данная тРНК с антикодоном ЦГЦ будет переносить только одну аминокислоту Ала.

Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: АЦЦЦГЦТААТТЦАТ. Установите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте, третий триплет которого соответствует антикодону тРНК. Какие аминокислоты будет переносить эта тРНК в процессе биосинтеза белка? Дайте объяснение, используя свои знания о свойствах генетического кода. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Элементы ответа:

- 1) по принципу комплементарности находим нуклеотидную последовательность участка тРНК: УГЦГГЦГАУУААГУА;
- 2) нуклеотидная последовательность антикодона ГАУ (третий триплет) по принципу комплементарности соответствует кодону на иРНК ЦУА;
- 3) по таблице генетического кода этому кодону соответствует аминокислота Лей;
- 4) код однозначен — каждый кодон соответствует только одной аминокислоте, следовательно, данная тРНК с антикодоном ГАУ будет переносить только одну аминокислоту Лей.

5 тип задач – несколько аминокислот

27

Фрагмент полипептида имеет следующую аминокислотную последовательность: фен-тир-глу-лиз-асп. Определите антикодоны тРНК, участвовавших в переносе этих аминокислот в активный центр рибосомы при биосинтезе этого фрагмента полипептида. Ответ поясните, используя свои знания о свойствах генетического кода. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Схема решения задачи включает:

- 1) по таблице генетического кода находим кодоны соответствующих аминокислот: фен — УУУ и УУЦ, тир — УАУ и УАЦ, глу — ГАА и ГАГ, лиз — ААА и ААГ, асп — ГАУ и ГАЦ;
- 2) по принципу комплементарности им соответствуют антикодоны тРНК: фен — переносят тРНК с антикодонами ААА и ААГ, тир — переносят тРНК с антикодонами АУА и АУГ, глу — переносят тРНК с антикодонами ЦУУ и ЦУЦ, лиз — переносят тРНК с антикодонами УУУ и УУЦ, асп — переносят тРНК с антикодонами ЦУА и ЦУГ;
- 3) код вырожден (избыточен) — аминокислоты кодируются более чем одним кодоном и переносятся тРНК с соответствующими антикодонами.

6 тип задач – РНК вируса

Генетический аппарат вируса представлен молекулой РНК. Фрагмент этой молекулы имеет нуклеотидную последовательность: ГУГАУАГГУЦУАУЦУ.

Определите нуклеотидную последовательность фрагмента двухцепочечной молекулы ДНК, которая синтезируется в результате обратной транскрипции на РНК вируса. Установите последовательность нуклеотидов в иРНК и аминокислот во фрагменте белка вируса, которая закодирована в найденном фрагменте ДНК. Матрицей для синтеза иРНК, на которой идёт синтез вирусного белка, является вторая цепь ДНК, которая комплементарна первой цепи ДНК, найденной по вирусной РНК. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Элементы ответа:

1) фрагмент двухцепочечной молекулы ДНК:

-ЦАЦТАТЦЦАГАТАГА-

-ГТГАТАГГТЦТАТЦТ-;

2) последовательность иРНК: -
ЦАЦУАУЦЦАГАУАГА-;

3) последовательность аминокислот: -гис-
тир-про-асп-арг-

Некоторые вирусы в качестве генетического материала несут РНК. Такие вирусы, заразив клетку, встраивают ДНК-копию своего генома в геном хозяйской клетки.

В клетку проникла вирусная РНК следующей последовательности: ЦГААГЦГУУГЦГ. Определите, какова будет последовательность вирусного белка, если матрицей для синтеза иРНК служит цепь, комплементарная вирусной РНК. Ответ поясните. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Элементы ответа:

- 1) по принципу комплементарности находим нуклеотидную последовательность участка ДНК, служащего матрицей для синтеза иРНК: ГЦТТЦГЦААЦГЦ;
- 2) по принципу комплементарности находим нуклеотидную последовательность иРНК: ЦГААГЦГУУГЦГ;
- 3) по таблице генетического кода определяем последовательность вирусного белка: арг-сер-вал-ала.

7 тип задач – мутации в ДНК

- Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов ТТАГЦТГТЦГГААГ. В результате произошедшей мутации в третьем триплете третий нуклеотид заменен на нуклеотид А. Определите последовательность нуклеотидов на и-РНК по исходному фрагменту цепи ДНК и измененному. Что произойдёт с фрагментом полипептида и его свойствами после возникшей мутации ДНК? Дайте объяснение, используя свои знания о свойствах генетического кода.
- **Схема решения задачи включает:**
- 1) последовательность на и-РНК по исходному фрагменту цепи ДНК АААУЦГАЦАГЦЦУУЦ по принципу комплементарности;
- 2) последовательность на и-РНК по измененному фрагменту цепи ДНК АААУЦГАЦУГЦЦУУЦ;
- 3) фрагмент полипептида и его свойства не изменяются, так как триплеты АЦА и АЦУ кодируют одну аминокислоту ТРЕ – генетический код вырожден (избыточен)

Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов ТТТАГЦТГТЦГГААГ. В результате произошедшей мутации в третьем триплете третий нуклеотид заменён на нуклеотид А. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК по исходному фрагменту цепи ДНК и изменённому. Что произойдёт с фрагментом полипептида и его свойствами после возникшей мутации ДНК? Дайте объяснение, используя свои знания о свойствах генетического кода. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Схема решения задачи включает:

- 1) последовательность на иРНК по исходному фрагменту цепи ДНК — АААУЦГАЦАГЦЦУУЦ по принципу комплементарности;
- 2) последовательность на иРНК по изменённому фрагменту цепи ДНК — АААУЦГАЦУГЦЦУУЦ;
- 3) фрагмент полипептида и его свойства не изменяются, так как триплеты АЦА и АЦУ кодируют одну аминокислоту ТРЕ — генетический код вырожден (избыточен).

Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов АЦГГТААГГГЦТААЦ. В результате произошедшей мутации в третьем триплете третий нуклеотид заменён на нуклеотид Ц. Определите последовательность нуклеотидов на иРНК по исходному фрагменту цепи ДНК и изменённому. Что произойдёт с фрагментом полипептида и его свойствами после возникшей мутации ДНК? Дайте объяснение, используя свои знания о свойствах генетического кода. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

Схема решения задачи включает:

- 1) последовательность на иРНК по исходному фрагменту цепи ДНК:
УГЦЦАУУЦЦГАУУГ по принципу комплементарности;
- 2) последовательность на иРНК по изменённому фрагменту цепи ДНК:
УГЦЦАУУЦГЦГАУУГ;
- 3) фрагмент полипептида и его свойства не изменяются, так как триплеты
УЦЦ и УЦГ кодируют одну аминокислоту Сер — генетический код вырожден (избыточен).

Фрагмент одной из цепей ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ТЦАТЦТТГЦГЦААЦЦ. Определите последовательность нуклеотидов иРНК и порядок расположения аминокислот в соответствующем полипептиде. Как изменится аминокислотная последовательность в полипептиде, если второй и четвёртый триплеты ДНК поменять местами? Дайте объяснение, используя свои знания о свойствах генетического кода. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.

Схема решения задачи включает:

- 1) последовательность нуклеотидов в иРНК: АГУАГААЦГЦГУУГГ;
- 2) последовательность аминокислот в фрагменте молекулы белка по данной цепи ДНК: -сер-арг-тре-арг-три-;
- 3) фрагмент полипептида и его свойства не изменяются, так как триплеты АГА и ЦГУ кодируют одну аминокислоту Арг — генетический код вырожден (избыточен).

Задачи на энергообмен и кол-во АТФ

- Какое максимальное число молекул АТФ может синтезироваться в клетке при окислении фрагмента молекулы гликогена, состоящего из 150 мономерных звеньев, до углекислого газа и воды?

Схема решения

Гликоген – полимер, мономером которого является глюкоза. При расщеплении гликогена образуется 150 молекул глюкозы, выделяемая энергия рассеивается в виде тепла;

При окислении одной молекулы глюкозы до углекислого газа и воды синтезируется 38 молекул АТФ, а при 150 – 5700 ($38 * 150$)