**Решение задач по молекулярной биологии**

Для закрепления теоретического материала по способам и приемам  решения задач предлагаются задачи для самостоятельного решения, а также вопросы для самоконтроля.

**Примеры решения задач**

***Необходимые пояснения:***

**Один шаг это полный виток спирали ДНК–поворот на 360o**

**Один шаг составляют 10 пар нуклеотидов**

**Длина одного шага – 3,4 нм**

**Расстояние между двумя нуклеотидами – 0,34 нм**

**Молекулярная масса одного нуклеотида – 345 г/моль**

**Молекулярная масса одной аминокислоты – 120 г/мол**

**В молекуле ДНК: А+Г=Т+Ц (Правило Чаргаффа: ∑(А) = ∑(Т), ∑(Г) = ∑(Ц), ∑(А+Г) =∑(Т+Ц)**

**Комплементарность нуклеотидов: А=Т; Г=Ц**

**Цепи ДНК удерживаются водородными связями, которые образуются между комплементарными азотистыми основаниями: аденин с тимином соединяются 2 водородными связями, а гуанин с цитозином тремя.**

**В среднем один белок содержит 400 аминокислот;**

**вычисление молекулярной массы белка:**

**
где М min – минимальная молекулярная масса белка,
а – атомная или молекулярная масса компонента,
в – процентное содержание компонента.**

***Задача № 1.***Одна из цепочек  ДНК имеет последовательность нуклеотидов : АГТ  АЦЦ  ГАТ  АЦТ  ЦГА  ТТТ  АЦГ  ... Какую последовательность нуклеотидов имеет вторая цепочка ДНК той же молекулы. Для наглядности  можно использовать  магнитную "азбуку" ДНК (прием автора статьи) .
*Решение:* по принципу комплементарности достраиваем вторую цепочку (А-Т,Г-Ц) .Она выглядит следующим образом: ТЦА  ТГГ  ЦТА   ТГА  ГЦТ  ААА  ТГЦ.

***Задача № 2.*** Последовательность нуклеотидов в начале гена, хранящего информацию о белке инсулине, начинается так: ААА  ЦАЦ  ЦТГ  ЦТТ  ГТА  ГАЦ. Напишите последовательности аминокислот, которой начинается цепь инсулина.
*Решение:* Задание выполняется с помощью таблицы генетического кода, в которой нуклеотиды в иРНК (в скобках – в исходной ДНК) соответствуют аминокислотным остаткам.

***Задача № 3.*** Большая из двух цепей белка инсулина имеет (так называемая цепь В) начинается со следующих аминокислот : фенилаланин-валин-аспарагин-глутаминовая кислота-гистидин-лейцин. Напишите последовательность нуклеотидов в начале участка молекулы ДНК,  хранящего информацию об этом белке.

*Решение (для удобства используем табличную форму записи решения):* т.к. одну аминокислоту могут кодировать несколько триплетов, точную структуру и-РНК  и участка  ДНКопределить невозможно, структура может варьировать. Используя принцип комплементарности  и таблицу генетического кода получаем один из вариантов:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Цепь белка*  | *Фен* | *Вал* | *Асн* | *Глу* | *Гис* | *Лей* |
| *и-РНК* | УУУ | ГУУ | ААУ | ГАА | ЦАЦ | УУА |
| *ДНК* | *1-я цепь* | ААА | ЦАА | ТТА | ЦТТ | ГТГ | ААТ |
| *2-я цепь* | ТТТ | ГТТ | ААТ | ГАА | ЦАЦ | ТТА |

***Задача № 4.*** Участок гена имеет следующее строение, состоящее из последовательности нуклеотидов: ЦГГ  ЦГЦ  ТЦА  ААА  ТЦГ  ...  Укажите строение соответствующего участка белка, информация о котором содержится в данном гене. Как отразится на строении  белка удаление из гена четвертого нуклеотида?

*Решение (для удобства используем табличную форму записи решения):* Используя принцип комплементарности  и таблицу генетического кода получаем:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цепь ДНК  | ЦГГ | ЦГЦ | ТЦА | ААА | ТЦГ |
| и -РНК | ГЦЦ | ГЦГ | АГУ | УУУ | АГЦ |
| Аминокислоты цепи белка | Ала-Ала-Сер-Фен-Сер |

При удалении из гена четвертого нуклеотида – Ц произойдут заметные изменения – уменьшится количество и состав аминокислот в  белке:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цепь ДНК | ЦГГ | ГЦТ | ЦАА | ААТ | ЦГ |
| и -РНК | ГЦЦ | ЦГА | ГУУ | УУА | ГЦ |
| Аминокислоты цепи белка | Ала-Арг-Вал-Лей- |

***Задача № 5.*** Вирусом табачной мозаики (РНК-содержащий вирус) синтезируется участок белка с аминокислотной последовательностью: Ала – Тре – Сер – Глу – Мет-. Под действием азотистой кислоты (мутагенный фактор) цитозин в результате дезаминирова ния превращается в урацил. Какое строение будет иметь участок белка вируса табачной мозаики,  если все цитидиловые нуклеотиды  подвергнутся указанному химическому превращению?

*Решение (для удобства используем табличную форму записи решения):* Используя принцип комплементарности  и таблицу генетического кода получаем  :

|  |  |
| --- | --- |
| Аминокислоты цепи белка (исходная)  | Ала – Тре – Сер – Глу – Мет-  |
| и -РНК (исходная) | ГЦУ  | АЦГ  | АГУ  | ГАГ  | АУГ  |
| и -РНК (дезаминированная) | ГУУ  | АУГ  | АГУ  | ГАГ  | АУГ  |
| Аминокислоты цепи белка (дезаминированная) | Вал – Мет – Сер – Глу – Мет-  |

***Задача № 6.*** При  синдроме Фанкоми (нарушение образования костной ткани)  у больного с мочой выделяются аминокислоты , которым соответствуют кодоны в и -РНК : АУА   ГУЦ  АУГ  УЦА  УУГ  ГУУ  АУУ. Определите, выделение каких аминокислот с мочой характерно  для синдрома Фанкоми, если у здорового человека в моче содержатся аминокислоты аланин, серин, глутаминовая кислота, глицин.

*Решение (для удобства используем табличную форму записи решения):* Используя принцип комплементарности  и таблицу генетического кода получаем:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| и -РНК  | АУА | ГУЦ | АУГ | УЦА | УУГ | ГУУ | АУУ |
| Аминокислоты цепи белка (больного человека) | Изе-Вал-Мет-Сер-Лей-Вал-Иле |
| Аминокислоты цепи белка (здорового человека) | Ала-Сер-Глу-Гли |

Таким образом, в моче больного человека только одна аминокислота (серин) такая же как, у здорового человека, остальные – новые, а три, характерные для здорового человека, отсутствуют.

***Задача № 7.*** Цепь А инсулина быка в 8-м звене содержит аланин, а лошади – треонин, в 9-м звене соответственно серин и глицин. Что можно сказать о происхождении инсулинов?

*Решение (для удобства  сравнения используем табличную форму записи решения):* Посмотрим, какими триплетами в и-РНК кодируются упомянутые в условии задачи аминокислоты.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Организм*  | *Бык*  | *Лошадь*  |
| 8-е звено | Ала  | Тре  |
| и- РНК | ГЦУ  | АЦУ |
| 9-е звено | Сер  | Гли  |
| и- РНК | АГУ | ГГУ |

Т.к. аминокислоты кодируются  разными триплетами, взяты триплеты, минимално отличающиеся друг от друга. В данном случае  у лошади и быка в 8-м и 9-м звеньях  изменены аминокислоты в результате замены первых нуклеотидов в триплетах и -РНК : гуанин заменен на аденин ( или наоборот). В двухцепочечной ДНК  это будет равноценно замене пары Ц-Г  на  Т-А (или наоборот).
Следовательно, отличия цепей А инсулина быка и  лошади обусловлены транзициями в участке молекулы ДНК, кодирующей 8-е и 9-е звенья цепи А инсулинов быка и лошади.

***Задача № 7 .*** Исследования показали, что в и- РНК содержится 34% гуанина,18% урацила, 28% цитозина и 20% аденина.Определите процентный состав  азотистых оснваний в участке ДНК, являющейся матрицей для данной и-РНК.
*Решение (для удобства   используем табличную форму записи решения):* Процентное соотношение азотистых оснований высчитываем исходя из принципа комплементарности:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| и-РНК  | Г | У | Ц | А |
| 34% | 18% | 28% | 20% |
| ДНК (смысловая цепь, считываемая) | Г | А | Ц | Т |
| 28% | 18% | 34% | 20% |
| ДНК (антисмысловая цепь) | Г | А | Ц | Т |
| 34% | 20% | 28% | 18% |

Суммарно  А+Т  и Г+Ц в смысловой цепи будут составлять: А+Т=18%+20%=38%  ; Г+Ц=28%+34%=62%. В антисмысловой (некодируемой) цепи суммарные показатели будут такими же , только процент отдельных оснований будет обратный: А+Т=20%+18%=38%  ; Г+Ц=34%+28%=62%. В обеих же цепях в парах комплиментарных оснований будет поровну, т.е аденина и тимина – по 19%, гуанина и цитозина по 31%.

***Задача № 8.***  На фрагменте одной нити ДНК нуклеотиды расположены в последователь ности:  А–А–Г–Т–Ц–Т–А–Ц–Г–Т–А–Т. Определите процентное содержание всех нукле отидов в этом фрагменте ДНК и длину гена.

*Решение*:

1) достраиваем вторую нить (по принципу комплементарности)

2) ∑(А +Т+Ц+Г) = 24,из них ∑(А) = 8 = ∑(Т)

|  |  |
| --- | --- |
| 24 – 100%  | => х = 33,4% |
| 8 – х% |

|  |  |
| --- | --- |
| 24 – 100% | =>  х = 16,6% |
| 4 –  х% |

∑(Г) = 4 = ∑(Ц)

3) молекула ДНК двуцепочечная, поэтому длина гена равна длине одной цепи:

12 × 0,34 = 4,08 нм

***Задача № 9.*** В молекуле ДНК на долю цитидиловых нуклеотидов приходится 18%. Определите процентное содержание других нуклеотидов в этой ДНК.

*Решение:*

1. т.к. Ц = 18%, то и Г = 18%;
2) на долю А+Т приходится 100% – (18% +18%) = 64%, т.е. по 32%

***Задача № 10.*** В молекуле ДНК обнаружено 880 гуанидиловых нуклеотидов, которые составляют 22% от общего числа нуклеотидов в этой ДНК. Определите: а) сколько других нуклеотидов в этой ДНК? б) какова длина этого фрагмента?

*Решение:*

1) ∑(Г) = ∑(Ц)= 880 (это 22%); На долю других нуклеотидов приходится 100% – (22%+22%)= 56%, т.е. по 28%; Для вычисления количества этих нуклеотидов составляем пропорцию:

22% – 880
28% – х, отсюда х = 1120

2) для определения длины ДНК нужно узнать, сколько всего нуклеотидов содержится в 1 цепи:

(880 + 880 + 1120 + 1120) : 2 = 2000
2000 × 0,34 = 680 (нм)

***Задача № 11.*** Дана молекула ДНК с относительной  молекулярной массой 69 000, из них 8625 приходится на долю адениловых нуклеотидов. Найдите количество всех нуклеотидов в этой ДНК. Определите длину этого фрагмента.

*Решение:*

1. 69 000 : 345 = 200 (нуклеотидов в ДНК), 8625 : 345 = 25 (адениловых нуклеотидов в этой ДНК),∑(Г+Ц) = 200 – (25+25)= 150, т.е. их по 75;
2) 200 нуклеотидов в двух цепях, значит в одной – 100. 100 × 0,34 = 34 (нм)

***Задача № 12.*** Что тяжелее: белок или его ген?

*Решение:* Пусть х – количество аминокислот в белке, тогда масса этого белка – 120х, количество нуклеотидов в гене, кодирующем этот белок, – 3х, масса этого гена – 345 × 3х.  120х < 345 × 3х, значит ген тяжелее белка.

***Задача № 13.*** Гемоглобин крови человека содержит 0, 34% железа. Вычислите минимальную молекулярную массу гемоглобина.

*Решение:* Мmin = 56 : 0,34% · 100% = 16471

***Задача №14.*** Альбумин сыворотки крови человека имеет молекулярную массу 68400. Определите количество аминокислотных остатков в молекуле этого белка.

*Решение:* 68400 : 120 = 570 (аминокислот в молекуле альбумина)

***Задача №15.*** Белок содержит 0,5% глицина. Чему равна минимальная молекулярная масса этого белка, если М глицина = 75,1? Сколько аминокислотных остатков в этом белке?

*Решение:* Мmin = 75,1 : 0,5% · 100% = 15020 ; 15020 : 120 = 125 (аминокислот в этом белке)

**Задачи для самостоятельной работы**

Молекула ДНК распалась на две цепочки. одна из них имеет строение : ТАГ  АЦТ  ГГТ  АЦА  ЦГТ  ГГТ  ГАТ  ТЦА ... Какое строение будет иметь  вторая молекула ДНК ,когда указанная цепочка достроится до полной двухцепочечной молекулы ?

Полипептидная цепь одного белка животных имеет следующее начало : лизин-глутамин-треонин-аланин-аланин-аланин-лизин-... С какой последовательности нуклеотидов начинается ген, соответствующий этому белку?

Участок молекулы белка имеет следующую последовательность аминокислот: глутамин-фенилаланин-лейцин-тирозин-аргинин. Определите одну из возможных последовательностей нуклеотидов в молекуле ДНК.

Участок молекулы белка имеет следующую последовательность аминокислот: глицин-тирозин-аргинин-аланин-цистеин. Определите одну из возможных последовательностей нуклеотидов в молекуле ДНК.

Одна из цепей рибонуклеазы (фермента поджелудочной железы) состоит из 16 аминокислот: Глу-Гли-асп-Про-Тир-Вал-Про-Вал-Про-Вал-Гис-фен-Фен-Асн-Ала-Сер-Вал. Определите  структуру участка ДНК , кодирующего эту часть рибонуклеазы.

Фрагмент гена ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов ГТЦ  ЦТА  АЦЦ  ГГА  ТТТ. Определите последовательность нуклеотидов и-РНК и аминокислот в полипептидной цепи белка.

Фрагмент гена ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов ТЦГ  ГТЦ  ААЦ  ТТА  ГЦТ. Определите последовательность нуклеотидов и-РНК и аминокислот в полипептидной цепи белка.

Фрагмент гена ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов ТГГ  АЦА  ГГТ  ТТЦ  ГТА. Определите последовательность нуклеотидов и-РНК и аминокислот в полипептидной цепи белка.

Определите порядок следования аминокислот в участке молекулы белка, если известно, что он кодируется такой последовательностью нуклеотидов ДНК: ТГА  ТГЦ   ГТТ  ТАТ  ГЦГ  ЦЦЦ. Как изменится  белок , если химическим путем будут удалены 9-й и 13-й нуклеотиды?

Кодирующая цепь ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ТАГ  ЦГТ  ТТЦ  ТЦГ  ГТА. Как изменится структура молекулы белка, если произойдет удвоение шестого нуклеотида в цепи ДНК. Объясните результаты.

Кодирующая цепь ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ТАГ  ТТЦ  ТЦГ  АГА. Как изменится структура молекулы белка, если произойдет удвоение восьмого нуклеотида в цепи ДНК. Объясните результаты.

Под воздействием мутагенных факторов во фрагменте гена: ЦАТ  ТАГ  ГТА  ЦГТ  ТЦГ произошла замена второго триплета на триплет АТА. Объясните, как изменится структура молекулы белка.

Под воздействием мутагенных факторов во фрагменте гена: АГА  ТАГ  ГТА  ЦГТ  ТЦГ произошла замена четвёртого триплета на триплет АЦЦ. Объясните, как изменится структура молекулы белка.

Фрагмент молекулы и-РНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: ГЦА  УГУ  АГЦ  ААГ  ЦГЦ. Определите последовательность аминокислот в молекуле белка и её молекулярную массу.

Фрагмент молекулы и-РНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: ГАГ  ЦЦА  ААУ  АЦУ  УУА. Определите последовательность аминокислот в молекуле белка и её молекулярную массу.

Ген ДНК включает 450пар нуклеотидов. Какова длина, молекулярная масса гена и сколько аминокислот закодировано в нём?

Сколько нуклеотидов содержит ген ДНК, если в нем закодировано 135 аминокислот. Какова молекулярная масса данного гена и его длина?

Фрагмент одной цепи ДНК имеет следующую структуру: ГГТ АЦГ АТГ ТЦА АГА. Определите первичную структуру белка, закодированного в этой цепи, количество (%) различных видов нуклеотидов в двух цепях фрагмента и его длину.

Какова молекулярная масса гена и его длина, если в нем закодирован белок с молекулярной массой 1500 г/моль?

Какова молекулярная масса гена и его длина, если в нем закодирован белок с молекулярной массой 42000 г/моль?

В состав белковой молекулы входит 125 аминокислот. Определите количество нуклеотидов в и-РНК и гене ДНК, а также количества молекул т-РНК принявших участие в синтезе данного белка.

В состав белковой молекулы входит 204 аминокислоты. Определите количество нуклеотидов в и-РНК и гене ДНК, а также количества молекул т-РНК принявших участие в синтезе данного белка.

В синтезе белковой молекулы приняли участие 145 молекул   т-РНК. Определите число нуклеотидов в и-РНК, гене ДНК и количество аминокислот в синтезированной молекуле белка.

В синтезе белковой молекулы приняли участие 128 молекул   т-РНК. Определите число нуклеотидов в и-РНК, гене ДНК и количество аминокислот в синтезированной молекуле белка.

Фрагмент цепи и-РНК имеет следующую последовательность: ГГГ  УГГ  УАУ  ЦЦЦ  ААЦ  УГУ. Определите, последовательность нуклеотидов на ДНК, антикодоны т-РНК, и последовательность аминокислот соответствующая фрагменту гена ДНК.

Фрагмент цепи и-РНК имеет следующую последовательность: ГУУ  ГАА  ЦЦГ  УАУ  ГЦУ. Определите, последовательность нуклеотидов на ДНК, антикодоны т-РНК, и последовательность аминокислот соответствующая фрагменту гена ДНК.

В молекуле и-РНК содержится 13% адениловых, 27% гуаниловых и 39% урациловых нуклеотидов. Определите соотношение всех видов  нуклеотидов в ДНК, с которой была транскрибирована данная и-РНК.

В молекуле и-РНК содержится 21% цитидиловых, 17% гуаниловых и 40% урациловых нуклеотидов. Определите соотношение всех видов  нуклеотидов в ДНК, с которой была транскрибирована данная и-РНК

Молекула и-РНК содержит 21% гуаниловых нуклеотидов, сколько цитидиловых нуклеотидов содержится в кодирующей цепи участка ДНК?

Если в цепи молекулы ДНК, с которой транскрибирована генетическая информация, содержалось 11% адениловых нуклеотидов, сколько урациловых нуклеотидов будет содержаться в соответствующем ему отрезке и-РНК?

**Используемая литература.**

*Болгова И.В.* Сборник задач по общей биологии с решениями для поступающих в вузы–М.: ООО "Издательство Оникс":"Издательство."Мир и Образование", 2008г.

*Воробьев О.В.* Уроки биологии с применением информационных технологий .10 класс. Методическое пособие с электронным приложением–М.:Планета,2012г.

*Чередниченко И.П.* Биология. Интерактивные дидактические материалы.6-11 класс. Методическое пособие с электронным интерактивным приложением. – М.:Планета,2012г.

Интернет-ссылки:

<http://ru.convdocs.org/download/docs-8406/8406.doc>

<http://bio.1september.ru/articles/2009/06>