

УЧЕБНОЕ
ПОСОБИЕ

ОБЩАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ ГЕНЕТИКА

ЗАДАЧИ

Под редакцией
профессора М.М. Азовой

Министерство образования и науки РФ

Рекомендовано Координационным советом по области образования «Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебного пособия для использования в образовательных учреждениях, реализующих основные профессиональные образовательные программы высшего образования по направлению подготовки специалитета по специальностям 31.05.01 «Лечебное дело», 31.05.03 «Стоматология», 33.05.01 «Фармация»



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2019

Глава 1

СТРОЕНИЕ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ. РЕПЛИКАЦИЯ ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

1. Определите количество водородных связей, которые образуются в данном фрагменте:

5' АГЦТЦ 3';

3' ТЦГАГ 5'.

2. Ниже приведены одонитевые фрагменты двух разных молекул ДНК (*a* и *б* соответственно), имеющие следующую последовательность нуклеотидов:

а) 5' ГЦГААТГЦЦГГА 3';

б) 5' ГГЦААТТГАТА 3'.

◇ Для каждой из молекул ДНК достройте фрагмент второй цепи.

◇ Для денатурации какой из молекул ДНК потребуется затратить больше энергии и почему?

3. На рис. 1.1 представлена структурная формула рибозы:

а) пронумеруйте атомы углерода в рибозе;

б) укажите атомы углерода, к которым присоединяются азотистое основание (А) и остаток фосфорной кислоты (Р) при образовании нуклеотида;

в) укажите атом углерода, к остатку гидроксильной группы которого присоединяется остаток фосфорной кислоты следующего нуклеотида.

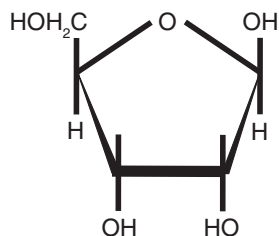


Рис. 1.1. Структурная формула рибозы



Рис. 1.2. Фрагмент молекулы

4. Рассмотрите рис. 1.2.

- Фрагмент какой молекулы приведен на схеме?
- Какие азотистые основания могут входить в состав этой молекулы?
- Как называются мономеры, которые входят в состав фрагмента этой молекулы, и как называются связи между ними?

5. На рис. 1.3 представлен фрагмент молекулы ДНК.

- Обозначьте 5'- и 3'-концы цепей этого фрагмента ДНК.
- Сколько пар нуклеотидных остатков входит в состав этого фрагмента ДНК?
- Что обозначено на рисунке цифрами 1–7?

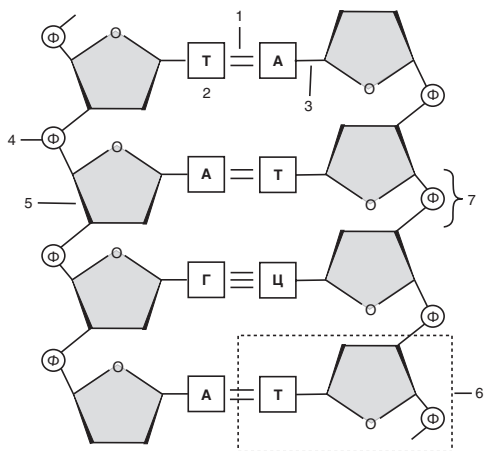


Рис. 1.3. Фрагмент молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты

- Постройте схему цепи рибонуклеиновой кислоты (РНК), состоящей из четырех нуклеотидов. Обозначьте 5'- и 3'-концы цепи.
- Постройте схему фрагмента ДНК, состоящего из трех пар нуклеотидов. Символами обозначьте остаток фосфорной кислоты, дезоксирибозы, азотистых оснований, обозначьте 5'- и 3'-концы цепей ДНК.

8. Молекула вирусной РНК имеет следующий состав: А — 15%, Г — 35%, У — 15%, Ц — 35%. Что можно сказать о строении молекулы РНК этого вируса?
9. В изучаемой молекуле ДНК на долю адениловых нуклеотидов приходится 36% общего числа нуклеотидов. Определите процентное содержание других нуклеотидов в данной молекуле.
10. Фрагмент двухцепочечной молекулы ДНК имеет следующий состав: Г — 20%, А — 30%, Ц — 20%, Т — 30%.
 - а) Напишите две разные нуклеотидные последовательности ДНК, состоящие из 10 пар нуклеотидных остатков и имеющие вышеуказанное соотношение нуклеотидов разного типа.
 - б) Обозначьте 3'- и 5'-концы нуклеотидных последовательностей молекул ДНК.
11. Молекула РНК имеет следующий нуклеотидный состав: А — 10%, У — 20%, Г — 30%, Ц — 40%.
 - а) Напишите две разные нуклеотидные последовательности РНК, состоящие из 10 нуклеотидов и имеющие данное соотношение.
 - б) Обозначьте 3'- и 5'-концы полученных молекул РНК.
12. Бактериальные клетки длительное время выращивали в питательной среде с тяжелым изотопом азота. Молекулы ДНК таких бактерий содержат данный изотоп в обеих цепях. После перенесения бактерий на питательную среду, содержащую легкий изотоп азота, произошло два деления. Сколько дочерних молекул ДНК у потомков каждой клетки будут содержать тяжелый изотоп азота?
13. Фрагмент одной из цепей ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: 5' ААГЦТАЦЦГА 3'.
 - а) Напишите последовательность нуклеотидных остатков дочерней цепи ДНК и обозначьте ее 3'- и 5'-концы.
 - б) Стрелкой укажите направление, в котором будет перемещаться ДНК-полимераза.
 - в) В какой последовательности будут соединяться нуклеотиды друг с другом в синтезируемой цепи ДНК с помощью фермента ДНК-полимеразы?
14. РНК-праймер имеет последовательность 5' ГЦЦУА 3'.
 - а) Под РНК-праймером укажите последовательность оснований ДНК-матрицы.
 - б) Укажите 5'- и 3'-концы ДНК-матрицы.

- в) Стрелкой укажите направление синтеза РНК-праймера.
- г) Укажите последовательность нуклеотидов в том фрагменте ДНК, который замещает РНК-праймер после его удаления.
15. Фрагмент одной из цепей ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: 5' АТТГЦТТАААГЦГГАААТТТГЦГЦАТ-ТАТТ 3'.
- а) Напишите последовательность нуклеотидных остатков дочерней цепи ДНК и обозначьте ее 3'- и 5'-концы.
- б) Стрелкой укажите направление, в котором будет перемещаться ДНК-полимераза.
16. Постройте схему фрагмента ДНК, состоящего из пяти пар нуклеотидов. Символами обозначьте остаток фосфорной кислоты, дезоксирибозы, азотистых оснований, обозначьте 5'- и 3'-концы цепей ДНК.
17. Постройте схему цепи РНК, состоящей из шести нуклеотидов. Обозначьте 5'- и 3'-концы цепи.
18. Молекула вирусной РНК имеет следующий состав: А — 20%, Г — 30%, У — 20%, Ц — 30%. Что можно сказать о строении молекулы РНК этого вируса?
19. В изучаемой молекуле ДНК на долю гуаниловых нуклеотидов приходится 45% общего числа нуклеотидов. Определите процентное содержание других нуклеотидов в данной молекуле.
20. В изучаемой молекуле ДНК на долю цитидиловых нуклеотидов приходится 10% общего числа нуклеотидов. Определите процентное содержание других нуклеотидов в данной молекуле.
21. В изучаемой молекуле ДНК на долю тимидиловых нуклеотидов приходится 15% общего числа нуклеотидов. Определите процентное содержание других нуклеотидов в данной молекуле.
22. Фрагмент двухцепочечной молекулы ДНК имеет следующий состав: Г — 35%, А — 15%, Ц — 35%, Т — 15%.
- а) Напишите три разные нуклеотидные последовательности ДНК, состоящие из 10 пар нуклеотидных остатков и имеющие вышеуказанное соотношение нуклеотидов разного типа.
- б) Обозначьте 3'- и 5'-концы нуклеотидных последовательностей молекул ДНК.
23. Молекула РНК имеет следующий нуклеотидный состав: А — 15%, У — 20%, Г — 25%, Ц — 40%.
- а) Напишите две разные нуклеотидные последовательности РНК, состоящие из 10 нуклеотидов и имеющие данное соотношение.
- б) Обозначьте 3'- и 5'-концы полученных молекул РНК.

24. В изучаемой молекуле ДНК суммарное содержание аденина и тимина составляет 40% общего числа нуклеотидов. Определите процентное содержание гуаниловых нуклеотидов в данной молекуле.
25. В изучаемой молекуле ДНК на долю Г + Ц приходится 35% общего числа нуклеотидов. Определите процентное содержание адениловых нуклеотидов в данной молекуле.
26. Определите количество водородных связей, которые образуются в данном фрагменте:

5' ГАТЦЦААТЦТТ 3';

3' ЦТАГ ГТТАГАА 5'.

27. Ниже приведены одонитевые фрагменты двух разных молекул ДНК (*a* и *b* соответственно), имеющие следующую последовательность нуклеотидов:
- а) 5' ТАТТГЦТТАЦГЦЦАТ 3';
- б) 5' ААТГЦААТГЦАААТАГЦ 3'.
- ◇ Для каждой из молекул ДНК достройте фрагмент второй цепи.
 - ◇ Для денатурации какой из молекул ДНК потребуется затратить больше энергии и почему?
28. В табл. 1.1 приведены гипотетические данные, касающиеся процентного содержания нуклеотидов с различными азотистыми основаниями в нуклеиновых кислотах, выделенных из различных организмов. Для каждого из образцов определите, является ли нуклеиновая кислота ДНК или РНК, а также одноцепочечная она или двухцепочечная.

Таблица 1.1. Содержание различных азотистых оснований в молекулах нуклеиновых кислот исследуемых образцов

Номер образца	Тимин	Гуанин	Цитозин	Аденин	Урацил
1	30	20	20	30	0
2	21	29	29	21	0
3	0	26	26	24	24
4	30	30	20	20	0
5	0	26	24	26	24

Глава 2

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД

Таблица 2.1. Таблица генетического кода

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен*	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	Стоп	Стоп**	А
	Лей	Сер	Стоп	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

* Трехбуквенные сочетания — сокращенные названия аминокислот.

** Стоп — стоп-кодоны.

1. Пептид содержит 12 аминокислотных остатков. Сколько нуклеотидов молекулы матричной рибонуклеиновой кислоты (мРНК) кодируют эту аминокислотную последовательность?

2. Полипептид содержит 40 аминокислотных остатков. Сколько пар нуклеотидов ДНК содержат информацию о первичной структуре этого пептида?
3. Какой аминокислотный остаток в молекуле белка кодируется в ДНК триплетом ГЦГ?
4. Какой аминокислотный остаток в молекуле белка кодируется в РНК кодоном 5' ГЦА 3'?
5. Какую аминокислотную последовательность кодирует приведенный ниже фрагмент молекулы мРНК?

5' АЦЦГЦААААЦЦЦГАГ 3'.

6. Напишите одну из возможных последовательностей нуклеотидов мРНК, кодирующих следующую аминокислотную последовательность:
NH₂—аланин—лизин—лизин—фенилаланин—серин—тирозин—метионин—пролин—COOH.
Обозначьте 5'- и 3'-концы этой мРНК.
7. Генетический код является триплетным, поэтому для одного фрагмента мРНК теоретически возможны три разные рамки считывания. Фрагмент молекулы мРНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:
5' АААЦУЦАГЦГУУАЦЦАУ 3'.
 - а) Какие три разные рамки считывания возможны для этой последовательности нуклеотидов мРНК?
 - б) Напишите три последовательности аминокислотных остатков, которые будут синтезироваться в рибосоме при разных рамках считывания.
8. Фрагмент кодирующей (смысловой) цепи ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:
5' ГЦАЦААТТГАГГЦЦЦАГТТААГТА 3'.
Напишите аминокислотную последовательность, которая закодирована в указанном фрагменте ДНК.
9. При расшифровке генетического кода использовали синтетическую молекулу мРНК, которая содержала только УАЦ-кодона. Определите аминокислотную последовательность белка, который синтезируется на этой мРНК.
10. Напишите последовательность аминокислот, которую кодирует следующий фрагмент молекулы мРНК:
5' ГЦГАУУГГГЦГААААЦЦГ 3'.

11. В состав полипептида входят следующие аминокислоты: серин—аланин—глицин—глутаминовая кислота—валин—триптофан—валин—лизин. Используя таблицу генетического кода, запишите два варианта нуклеотидной последовательности в участке ДНК, кодирующем данный полипептид.
12. В состав полипептида входят следующие аминокислоты: лизин—цистеин—гистидин—лейцин—метионин—аланин. Используя таблицу генетического кода, запишите два варианта нуклеотидной последовательности в участке ДНК, кодирующем данный полипептид.
13. Фрагмент смысловой цепи ДНК имеет следующую нуклеотидную последовательность:
5' АТТГЦЦЦАТАТГГТАТГА 3'.
 - а) Запишите вторую цепь ДНК.
 - б) Запишите последовательность нуклеотидов мРНК, синтезируемой на данном фрагменте молекулы ДНК.
 - в) Какая последовательность аминокислот закодирована в указанном фрагменте?
14. Ниже представлены две последовательности мРНК:

5' ЦУУЦЦУААУАГУАГАГУЦ 3';

5' ЦУЦЦЦАААЦАГЦАГГГУА 3'.

- а) Запишите аминокислотные последовательности, закодированные в данных фрагментах мРНК.
 - б) Сравните полученные полипептиды.
 - в) Объясните полученные результаты.
15. Определите последовательность аминокислот в полипептиде, мРНК которого состоит только из адениловых остатков.
16. При расшифровке генетического кода учеными были использованы искусственно синтезированные мРНК, состоящие из одного типа нуклеотидов. В одном из экспериментов был получен полипептид полипролин. Какое азотистое основание было использовано в ходе данного эксперимента?
17. Пептид содержит 30 аминокислотных остатков. Сколько нуклеотидов молекулы мРНК кодируют эту аминокислотную последовательность?
18. Какой аминокислотный остаток в молекуле белка кодируется в ДНК триплетом ААА?

19. Какой аминокислотный остаток в молекуле белка кодируется в ДНК триплетом ГАЦ?
20. Какой аминокислотный остаток в молекуле белка кодируется в РНК триплетом АУЦ?
21. Установите рамку считывания и определите, какую аминокислотную последовательность кодирует приведенный ниже фрагмент молекулы мРНК:

5' ААГУАУГААЦУГГЦЦАУГЦ 3'.

22. Установите рамку считывания и определите, какую аминокислотную последовательность кодирует приведенный ниже фрагмент молекулы мРНК:

5' ГЦАУГААГЦУАААГГУЦЦАУ 3'.

23. Напишите одну из возможных последовательностей нуклеотидов мРНК, кодирующих приведенную ниже аминокислотную последовательность. Обозначьте 5'- и 3'-концы этой мРНК.

NH_2 —метионин—фенилаланин—лизин—лизин—серин—аланин—
валин—тирозин—метионин—пролин— COOH .

24. Фрагмент кодирующей (смысловой) цепи ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' ААГГАЦАААГТЦТТАГЦЦТТТАГЦ 3'.

Напишите аминокислотную последовательность, которая закодирована в указанном фрагменте ДНК.

25. При расшифровке генетического кода использовали синтетическую молекулу мРНК, которая содержала только ЦУУ-кодоны. Определите аминокислотную последовательность полипептида, который синтезируется на этой мРНК.
26. Определите последовательность аминокислот в полипептиде, мРНК которого состоит только из цитидиловых остатков.