

**§ 15. Образование информационной РНК по матрице ДНК. Генетический код. (учебник
Общая биология 10-11 класс. Автор Д.К. Беляев)**

1. Внимательно изучите тему.
2. **Запишите** в конспект основное.
3. **Запишите** вопросы и **ответите** на них. (вопрос – ответ стр. 61)
4. Выслать скрин или фото мне на !!! электронную почту vg.shadrin@mail.ru

щимся клеткам, каждая из которых вследствие этого будет иметь ту же информацию, которая содержалась в материнской клетке. Так как гены — это участки молекул ДНК, то две дочерние клетки, образующиеся при делении, имеют одинаковые гены.

Каждая клетка многоклеточного организма возникает из одной зародышевой клетки в результате многократных делений, поэтому все клетки организма имеют одинаковый набор генов. Случайно возникшая ошибка в гене зародышевой клетки будет воспроизведена в генах миллионов ее потомков. Вот почему все эритроциты больного серповидноклеточной анемией имеют одинаково «испорченный» гемоглобин. Дети, больные анемией, получают «испорченные» гены от родителей через их половые клетки. Информация, заключенная в ДНК клеток (генетическая информация), передается не только из клетки в клетку, но и от родителей к детям. (Подробно об этом будет рассказано в главе VII.) *Ген является единицей генетической, или наследственной, информации.*

Трудно, глядя на типографскую матрицу, судить о том, хорошая или плохая книга будет по ней напечатана. Невозможно судить и о качестве генетической информации по тому, «хороший» или «плохой» ген получили потомки по наследству, до тех пор, пока на основе этой информации не будут построены белки и не разовьется целый организм.

- ▶ 1. Какие вещества обуславливают индивидуальные различия организмов?
- ▶ 2. Может ли замена одной аминокислоты в полипептидной цепи сказаться на функции белка?
- ▶ 3. Как вы понимаете фразу: «Молекулы ДНК — матрицы для синтеза белков»?
- 4. Какой принцип лежит в основе удвоения молекул ДНК?
- ▶ 5. Одинакова ли генетическая информация в клетке печени и в нервной клетке одного и того же организма?

§ 15. Образование информационной РНК по матрице ДНК. Генетический код

Транскрипция. К рибосомам, местам синтеза белков, из ядра поступает несущий информацию посредник, способный пройти через поры ядерной оболочки. Таким посредником является информационная РНК (иРНК). Это одноцепочечная молекула, комплементарная одной нити молекулы ДНК (см. § 5). Специальный фермент — РНК-полимераза, двигаясь по ДНК, подбирает по принципу комплементарности нуклеотиды и соединяет их в единую цепочку (рис. 22). Процесс образования иРНК называется *транскрипцией* (от лат. «транскрипцию» — переписывание). Если в нити ДНК стоит тимин, то полимеразы включает в цепь иРНК аденин, если стоит гуанин — включает цитозин, если в ДНК стоит аденин — включает урацил (в состав РНК не входит тимин).

По длине каждая из молекул иРНК в сотни раз короче ДНК. Информационная РНК — копия не всей молекулы ДНК, а только

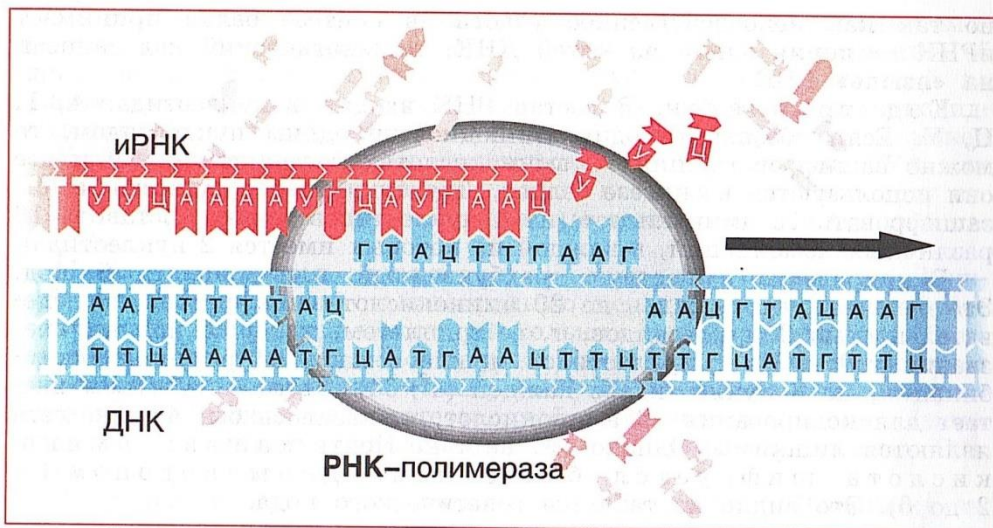


Рис. 22. Схема образования иРНК по матрице ДНК

части ее, одного гена или группы рядом лежащих генов, несущих информацию о структуре белков, необходимых для выполнения одной функции. У прокариот такую группу генов называют *опероном*. (О том, как гены объединены в оперон и как организовано управление транскрипцией, вы прочтете в § 17.)

В начале каждой группы генов находится своего рода посадочная площадка для РНК-полимеразы — *промотор*. Это специфическая последовательность нуклеотидов ДНК, которую фермент «узнает» благодаря химическому сродству. Только присоединившись к промотору, РНК-полимераза способна начать синтез иРНК. В конце группы генов фермент встречает сигнал (определенную последовательность нуклеотидов), означающий конец переписывания. Готовая иРНК отходит от ДНК, покидает ядро и направляется к месту синтеза белков — рибосоме, расположенной в цитоплазме клетки.

В клетке генетическая информация передается благодаря транскрипции от ДНК к белку:



Генетический код и его свойства. Генетическая информация, содержащаяся в ДНК и в иРНК, заключена в последовательности расположения нуклеотидов в молекулах. Каким же образом иРНК кодирует (шифрует) первичную структуру белков, т. е. порядок расположения аминокислот в них? Суть кода заключается в том, что последовательность расположения нуклеотидов в иРНК определяет последовательность расположения аминокислот в белках. Этот код называют *генетическим*, его расшифровка — одно из великих достижений науки. Носителем генетической информации является ДНК,

но так как непосредственное участие в синтезе белка принимает иРНК — копия одной из нитей ДНК, то генетический код записан на «языке» РНК.

Код триплетен. В состав РНК входят 4 нуклеотида: А, Г, Ц, У. Если обозначить одну аминокислоту одним нуклеотидом, то можно зашифровать лишь 4 аминокислоты, тогда как их 20 и все они используются в синтезе белков. Двухбуквенный код позволил бы зашифровать 16 аминокислот (из 4 нуклеотидов можно составить 16 различных комбинаций, в каждой из которых имеется 2 нуклеотида).

В природе же существует трехбуквенный, или триплетный, код. Это означает, что каждая из 20 аминокислот зашифрована последовательностью 3 нуклеотидов, т. е. триплетом, который получил название *кодон*. Из 4 нуклеотидов можно создать 64 различные комбинации, по 3 нуклеотида в каждой ($4^3=64$). Этого с избытком хватает для кодирования 20 аминокислот, и, казалось бы, 44 триплета являются лишними. Однако это не так. Почти каждая аминокислота шифруется более чем одним кодоном (от 2 до 6). Это видно из таблицы генетического кода.

Таблица генетического кода

Аминокислота	Кодирующие триплеты — кодоны					
Аланин	ГЦУ	ГЦЦ	ГЦА	ГЦГ		
Аргинин	ЦГУ	ЦГЦ	ЦГА	ЦГГ	АГА	АГГ
Аспарагин	ААУ	ААЦ				
Аспарагиновая кислота	ГАУ	ГАЦ				
Валин	ГУУ	ГУЦ	ГУА	ГУГ		
Гистидин	ЦАУ	ЦАЦ				
Глицин	ГГУ	ГГЦ	ГГА	ГГГ		
Глутамин	ЦАА	ЦАГ				
Глутаминовая кислота	ГАА	ГАГ				
Изолейцин	АУУ	АУЦ	АУА			
Лейцин	ЦУУ	ЦУЦ	ЦУА	ЦУГ	УУА	УУГ
Лизин	ААА	ААГ				
Метионин	АУГ					
Пролин	ЦЦУ	ЦЦЦ	ЦЦА	ЦЦГ		
Серин	УЦУ	УЦЦ	УЦА	УЦГ	АГУ	АГЦ
Тирозин	УАУ	УАЦ				
Треонин	АЦУ	АЦЦ	АЦА	АЦГ		
Триптофан	УГГ					
Фенилаланин	УУУ	УУЦ				
Цистеин	УГУ	УГЦ				
Знаки препинания	УГА	УАГ	УАА			

Код однозначен. Каждый триплет шифрует только одну аминокислоту. У всех здоровых людей в гене, несущем информацию об одной из цепей гемоглобина, триплет ГАА или ГАГ, стоящий на шестом месте, кодирует глутаминовую кислоту. У больных серповидноклеточной анемией второй нуклеотид в этом триплете заменен на У. Как видно из таблицы генетического кода, триплеты ГУА или ГУГ, которые в этом случае образуются, кодируют аминокислоту валин. К чему приводит такая замена, вы знаете из предыдущего параграфа.

Между генами имеются знаки препинания. Каждый ген кодирует одну полипептидную цепочку. Поскольку в ряде случаев иРНК является копией нескольких генов, они должны быть отделены друг от друга. Поэтому в генетическом коде существуют три специальных триплета (УАА, УАГ, УГА), каждый из которых обозначает прекращение синтеза одной полипептидной цепи. Таким образом эти триплеты выполняют функцию знаков препинания. Они находятся в конце каждого гена.

Внутри гена нет знаков препинания. Поскольку генетический код подобен языку, разберем это его свойство на примере такой, составленной из триплетов, фразы:

жил был кот тих был сер мил мне тот кот

Смысл написанного понятен, несмотря на отсутствие знаков препинания. Если же мы уберем в первом слове одну букву (один нуклеотид в гене), но читать будем также тройками букв, то получится бессмыслица:

илб ылк отг ихб ылс ерм илм нет отк от

Бессмыслица возникает и при выпадении одного или двух нуклеотидов из гена. Белок, который считывается с такого «испорченного» гена, не будет иметь ничего общего с тем белком, который кодировался нормальным геном. Поэтому ген в цепи ДНК имеет строго фиксированное начало считывания.

Код универсален. Код един для всех живущих на Земле существ. У бактерий и грибов, злаков и мхов, муравья и лягушки, окуня и пеликана, черепахи, лошади и человека одни и те же триплеты кодируют одни и те же аминокислоты.

- 1. Какой принцип лежит в основе процесса синтеза иРНК?
- 2. Что называют генетическим кодом? Перечислите основные свойства генетического кода.
- ▶ 3. Объясните, почему синтез белка происходит не непосредственно по матрице ДНК, а по иРНК.
- ▶ 4. Используя таблицу генетического кода, нарисуйте участок ДНК, в котором закодирована информация о следующей последовательности аминокислот в белке: — аргинин — триптофан — тирозин — гистидин — фенилаланин —.