



Участок молекулы ДНК, содержащий информацию о первичной структуре определенного белка, рРНК или тРНК, называется геном. Передача наследственной информации, содержащейся в ДНК, к рибосомам, где происходит синтез белков, осуществляется с помощью посредника — мРНК. Генетический код — это система записи информации о первичной структуре белков в виде последовательности нуклеотидов ДНК (мРНК). Основные свойства генетического кода: триплетность, однозначность, избыточность (вырожденность), неперекрываемость, непрерывность и универсальность.



1. Что такое ген? Что представляет собой генетический код?
2. Охарактеризуйте свойства генетического кода.
3. Что представляют собой стоп-кодоны? Какую роль играет стартовый кодон АУГ?
4. Почему аминокислота кодируется не одним и не двумя, а тремя последовательно расположенными нуклеотидами?

5*. Молекула мРНК начинается со следующей последовательности нуклеотидов: АУГГУАЦЦУУГГЦАЦ... С какой последовательности аминокислотных остатков начинается белок, закодированный этой мРНК? Для решения используйте таблицу генетического кода (см. табл. 14).

6*. Как вы думаете, какое биологическое значение имеет свойство вырожденности генетического кода?

7*. Действие некоторых факторов (рентгеновских лучей, ультрафиолетового излучения, определенных химических веществ и др.) или ошибки, иногда возникающие при репликации, могут приводить к изменению последовательности нуклеотидов ДНК. При этом может происходить вставка или выпадение нуклеотидов либо замена одних нуклеотидов на другие. Как вы считаете, какие изменения чаще приводят к нарушению нормального функционирования клеток (и даже к их гибели) — вставки и выпадения или же замены нуклеотидов ДНК? Обоснуйте ответ.

§ 24. Реализация наследственной информации

Вам известно, что информация о первичной структуре белков, хранящаяся в молекулах ДНК, с помощью посредника — мРНК — передается к рибосомам. В этих органоидах и происходит синтез белков. Таким образом, реализация наследственной информации в клетке осуществляется в два этапа. Сначала информация о структуре белка копируется с ДНК на мРНК (*транскрипция*), а затем реализуется на рибосоме в виде конечного продукта — белка (*трансляция*). Это можно представить в виде схемы:



Транскрипция. Матрицей для синтеза молекулы мРНК служит определенный участок одной из цепей молекулы ДНК. Согласно принципу комплементарности порядок нуклеотидов в образующейся мРНК строго определен порядком нуклеотидов в цепи ДНК. По такому же принципу в клетках синтезируются и другие виды РНК. Синтез РНК с использованием ДНК в качестве матрицы называется **транскрипцией**. Цепь молекулы ДНК, которая при транскрипции является матрицей, называется *транскрибируемой* (в отличие от второй цепи — *нетранскрибируемой*).

Транскрипция осуществляется с помощью фермента *РНК-полимеразы*. Каждый участок молекулы ДНК, на котором может происходить транскрипция, имеет так называемый *промотор*. Это особая последовательность нуклеотидов, к которой присоединяется РНК-полимераза. После присоединения фермента происходит локальное раскручивание двойной спирали ДНК, и ее комплементарные цепи на этом участке отделяются друг от друга (рис. 61).

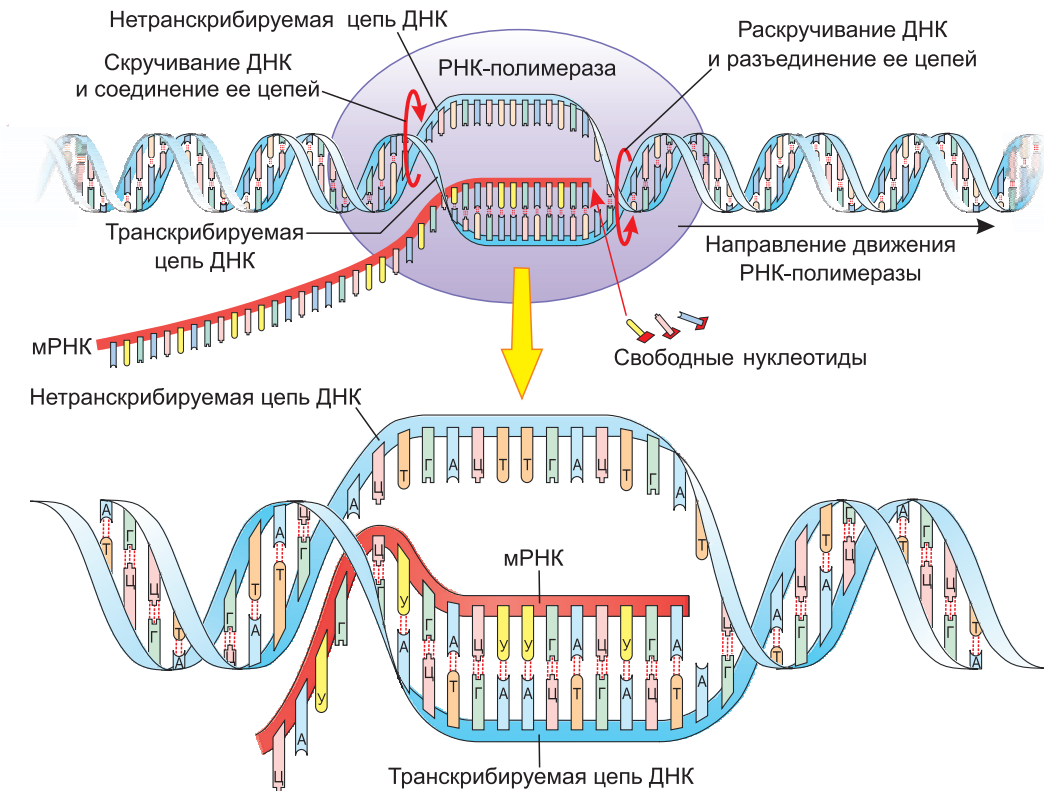


Рис. 61. Схема процесса транскрипции

Далее РНК-полимераза начинает движение вдоль молекулы ДНК. Фермент использует транскрибируемую цепь в качестве матрицы для синтеза РНК из нуклеотидов. Молекула РНК, которая при этом образуется, комплементарна транскрибируемому участку ДНК. Например, если участок транскрибируемой цепи ДНК содержит последовательность нуклеотидов ТАЦАГЦ, то в соответствующем ему фрагменте молекулы РНК порядок нуклеотидов будет таким: АУГУЦГ (вспомните, что в состав нуклеотидов РНК вместо тимина входит урацил). Так в ходе транскрипции генетическая информация «переписывается» с ДНК на РНК.

Участок молекулы ДНК, на котором осуществляется транскрипция, заканчивается *терминатором*. Это нуклеотидная последовательность, достигнув которой РНК-полимераза завершает транскрипцию. Она отделяется от молекулы ДНК и освобождает синтезированную РНК.

В клетке процесс транскрипции может одновременно протекать как на разных молекулах ДНК (хромосомах), так и на различных участках одной и той же молекулы.

Трансляция. Процесс синтеза белка из аминокислот, который осуществляется в рибосомах, называется **трансляцией**.

Доставка аминокислот к рибосомам осуществляется с помощью *транспортных РНК*. Как вы знаете, молекулы тРНК имеют форму, напоминающую лист клевера (рис. 62). Один из концов цепи тРНК — акцепторный хвост служит для присоединения аминокислоты. В противоположной части молекулы тРНК имеется особый триплет — *антикодон*. Последовательность нуклеотидов в составе антикодона определяет, с каким именно кодоном мРНК будет комплементарно соединяться та или иная тРНК и какую аминокислоту она будет переносить. Например, тРНК, имеющая антикодон УАЦ, может связаться по принципу комплементарности только с триплетом мРНК АУГ. Поскольку этот триплет кодирует метионин (Мет), данная тРНК служит для транспорта именно этой аминокислоты.

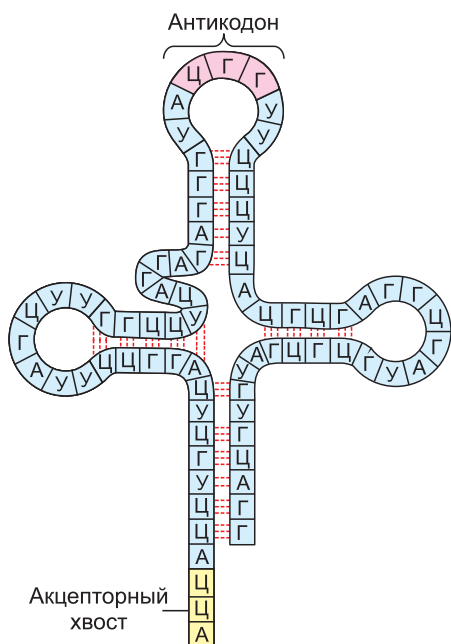


Рис. 62. Строение тРНК

Процесс трансляции осуществляется следующим образом. Сначала мРНК соединяется с малой субъединицей рибосомы в области стартового триплета АУГ. Этот триплет кодирует аминокислоту метионин. Далее со стартовым кодоном с помощью своего антикодона комплементарно связывается тРНК, несущая метионин. Поскольку синтез белка начинается с кодона АУГ, практически все белки, образующиеся в ходе трансляции (за редким исключением), начинаются с остатка метионина. Позднее у большинства белков происходит отщепление этого остатка.

После связывания первой тРНК к образовавшемуся комплексу присоединяется большая субъединица рибосомы. Затем в рибосому поступает вторая тРНК с аминокислотой. Если антикодон этой тРНК комплементарен второму кодону мРНК, она связывается с данным триплетом (рис. 63, а).

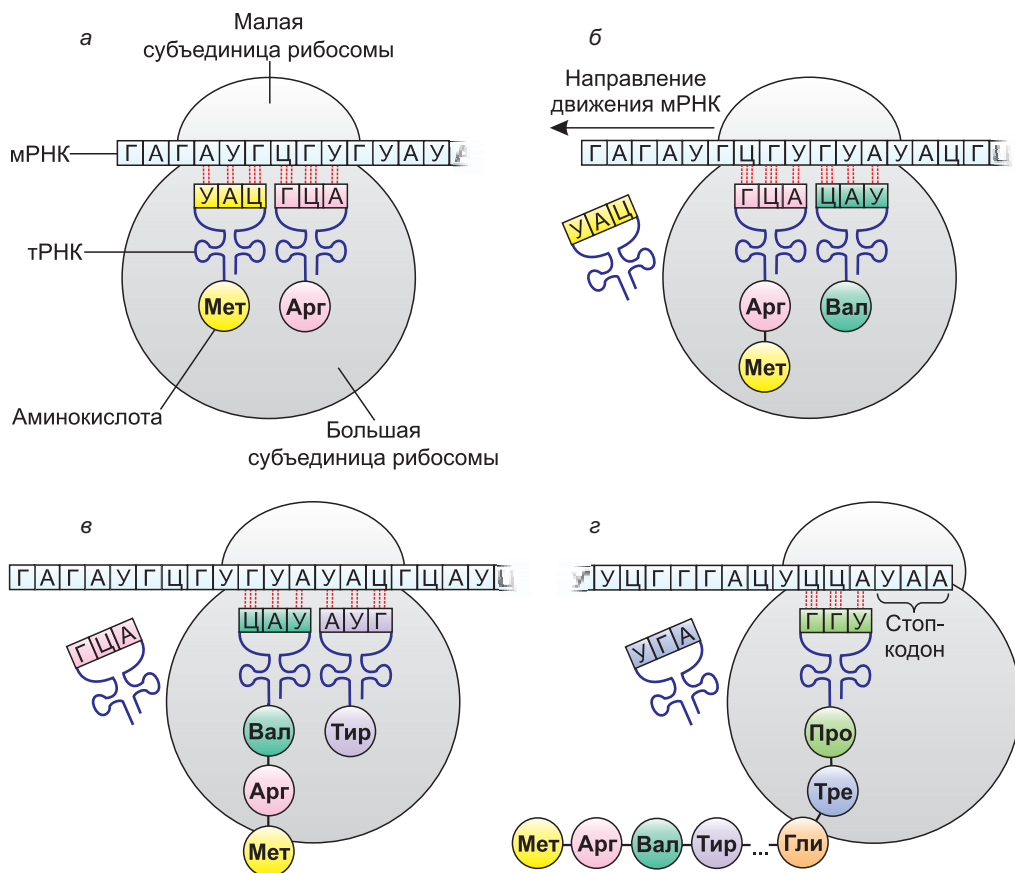


Рис. 63. Схема процесса трансляции

Далее между двумя аминокислотами, доставленными в рибосому молекулами тРНК, образуется пептидная связь.

Первая тРНК (метиониновая) освобождается от аминокислоты. Затем мРНК сдвигается на один триплет. Вместе с мРНК смещаются и связанные с ней тРНК. При этом первая тРНК отделяется от молекулы мРНК и покидает рибосому, а вторая тРНК, соединенная с дипептидом, занимает место первой (рис. 63, б). Далее в рибосому поступает следующая тРНК с аминокислотой. В результате образованный ранее дипептид соединяется с третьей аминокислотой. После этого мРНК сдвигается еще на один триплет. Вторая тРНК покидает рибосому, на ее место становится третья. В рибосому поступает очередная тРНК с аминокислотой (рис. 63, в), и описанные выше процессы повторяются. Так происходит наращивание полипептидной цепи.

Биосинтез белка продолжается до тех пор, пока в рибосому не попадет один из стоп-кодонов — УАА, УАГ или УГА (рис. 63, г). В клетках не существуют тРНК, антикодоны которых соответствовали бы этим кодонам. Поэтому процесс трансляции прекращается, и субъединицы рибосомы отделяются друг от друга.



Синтез белков в клетках осуществляется быстро, при участии особых ферментов, с затратами энергии АТФ и ГТФ (макроэргического соединения, сходного по структуре с АТФ). Установлено, что за 1 мин в рибосоме образуются приблизительно 5—6 тыс. пептидных связей. Таким образом, время синтеза небольших белковых молекул исчисляется секундами, а на образование крупных, содержащих по несколько тысяч аминокислотных остатков, уходит около минуты.

В организме человека массой 70 кг содержится примерно 10 кг белков. При этом ежедневно около 300—400 г белков, входящих в состав клеток и тканей, расщепляется до аминокислот и приблизительно такое же количество аминокислот включается во вновь синтезированные белковые молекулы. Это значит, что все белки организма обновляются в среднем за 30 дней.

По мере продвижения мРНК через рибосому с ее освободившимся концом может связываться следующая рибосома. Благодаря этому на одной молекуле мРНК могут одновременно находиться несколько рибосом, синтезирующих с небольшой разбежкой во времени идентичные молекулы белка. Такие комплексы рибосом, связанных одной молекулой мРНК, называются *полисомами*.

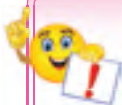
Таким образом, генетическая информация, которая содержится в ДНК, в результате процессов транскрипции и трансляции реализуется в виде молекул белков. Синтез белка обеспечивается взаимодействием различных видов РНК. Рибосомные РНК являются главным структурным

компонентом рибосом. Матричная РНК — носитель информации о первичной структуре белка. Транспортные РНК доставляют в рибосому аминокислоты.

Биосинтез РНК (транскрипция) и биосинтез белка (трансляция) осуществляются с использованием матриц — ДНК и мРНК соответственно. Поэтому, так же как и *репликация*, процессы *транскрипции* и *трансляции* являются **реакциями матричного синтеза**.



§24-1



Реализация наследственной информации в клетке включает два этапа: транскрипцию и трансляцию. Транскрипция — это биосинтез РНК на матрице ДНК. Этот процесс происходит с участием РНК-полимеразы, которая в качестве матрицы для синтеза молекулы РНК использует определенный участок транскрибируемой цепи ДНК. Трансляция — это биосинтез белка из аминокислот, происходящий в рибосомах. В ходе трансляции матрицей служит мРНК. Правильное включение аминокислот в состав белка обеспечивает комплементарным связыванием кодонов мРНК с антикодонами тРНК. Транскрипция и трансляция, так же как и репликация, являются реакциями матричного синтеза.



1. Какие процессы относятся к реакциям матричного синтеза?

Брожение, трансляция, транскрипция, фотосинтез, репликация.

2. Что такое транскрипция? Как протекает этот процесс?

3. Какой процесс называется трансляцией? Охарактеризуйте основные этапы трансляции.

4. Почему при трансляции в состав белка включаются не любые аминокислоты в случайном порядке, а только те, которые закодированы триплетами мРНК, причем в строгом соответствии с последовательностью этих триплетов? Как вы думаете, сколько видов тРНК участвует в синтезе белков в клетке?

5. Реакции матричного синтеза следует относить к процессам ассимиляции или диссимиляции? Почему?

6*. С помощью таблицы генетического кода (см. табл. 14) определите, какую аминокислоту транспортирует тРНК, изображенная на рисунке 62.

7*. Участок транскрибируемой цепи ДНК имеет следующий порядок нуклеотидов: ТАЦТГГАЦАТАТТАЦААГАЦТ. Установите последовательность аминокислотных остатков пептида, закодированного этим участком. Для решения используйте таблицу 14.

8. Установлено, что в молекуле мРНК адениловые нуклеотиды составляют 14 % от общего количества нуклеотидов, цитидиловые — 30 %, уридиловые — 34 %, гуаниловые — 22 %. Определите процентное соотношение нуклеотидов в составе двухцепочечного участка молекулы ДНК, одна из цепей которого являлась матрицей для синтеза данной мРНК.

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Обмен веществ в организме представлен одновременно протекающими и взаимосвязанными реакциями катаболизма и анаболизма.

Процессы катаболизма (клеточное дыхание и брожение) представляют собой расщепление сложных органических соединений до более простых веществ. Энергия, которая при этом выделяется, используется для синтеза АТФ. Расщепление одной молекулы глюкозы в ходе клеточного дыхания сопровождается синтезом 38 молекул АТФ, а в ходе брожения — только 2 молекул АТФ. Это связано с тем, что при брожении, в отличие от клеточного дыхания, не происходит полного окисления глюкозы до CO_2 и H_2O .

Процессы анаболизма (фотосинтез, транскрипция, трансляция и др.) сопровождаются синтезом сложных соединений из сравнительно простых веществ и протекают с поглощением энергии. В результате фотосинтеза из CO_2 и H_2O образуются органические вещества. Этот процесс происходит с поглощением световой энергии при участии фотосинтетических пигментов. От фотосинтеза прямо или косвенно зависит все живое на Земле.

Транскрипция и трансляция — этапы реализации наследственной информации, хранящейся в ДНК. В ходе транскрипции на матрице ДНК образуются различные виды РНК. Трансляция представляет собой синтез белков в рибосомах, роль матрицы в этом процессе играет мРНК. Система записи информации о первичной структуре белков в виде последовательности нуклеотидов ДНК (мРНК) называется генетическим кодом.