

ТЕМА 8. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

- 8.1. Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК)
- 8.2. Рибонуклеиновая кислота (РНК)
- 8.3. Генетический код

8.1. ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИНОВАЯ КИСЛОТА (ДНК)

Нуклеиновые кислоты наряду с белками являются важнейшими биополимерами живой клетки. Биологическая роль нуклеиновых кислот заключается в том, что в них закодирована генетическая информация. При непосредственном участии нуклеиновых кислот осуществляется синтез всех белков, а следовательно и ферментов, содержащихся в живой клетке. ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей, соединенных друг с другом. ДНК – полимер с очень большой молекулярной массой. В одну молекулу могут входить 10^8 и более нуклеотидов.

Мономеры, составляющие каждую из цепей ДНК, представляют собой сложные органические соединения, включающие азотистые основания: *аденин* (А) или *тимин* (Т), *цитозин* или *гуанин* (Г), пятиатомный сахар – пентозу – *дезоксирибозу*, по имени которой получила название и сама ДНК, а также остаток фосфорной кислоты. Эти соединения носят название *нуклеотидов*.

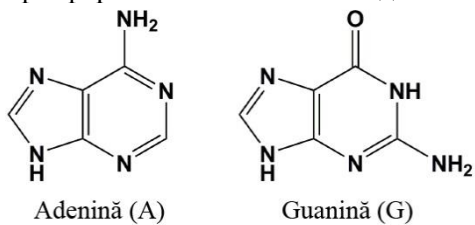


Рис. 8.1. А. Пуриновые азотистые основания

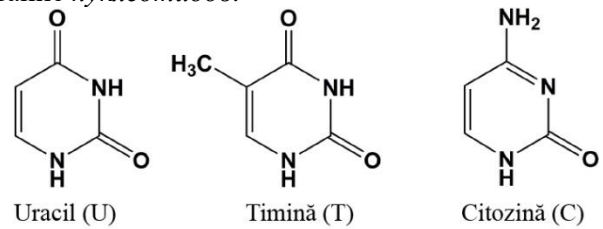


Рис. 8.1. В. Пиримидиновые азотистые основания

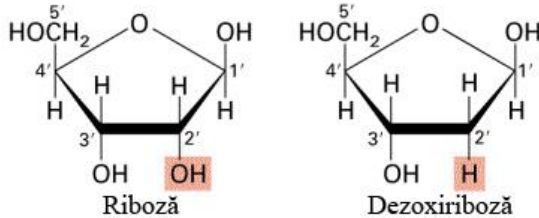


Рис. 8.2. Пентозы – компоненты нуклеотидов РНК и ДНК

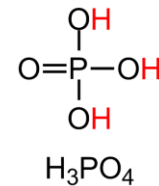


Рис. 8.3. Структура фосфорной кислоты

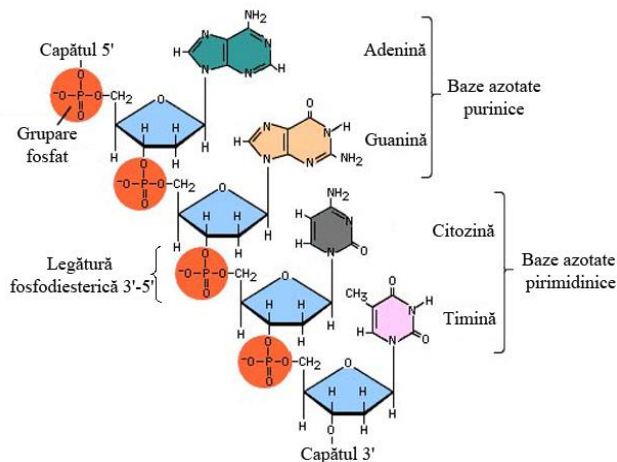


Рис. 8.4. Полинуклеотидная цепь молекулы ДНК

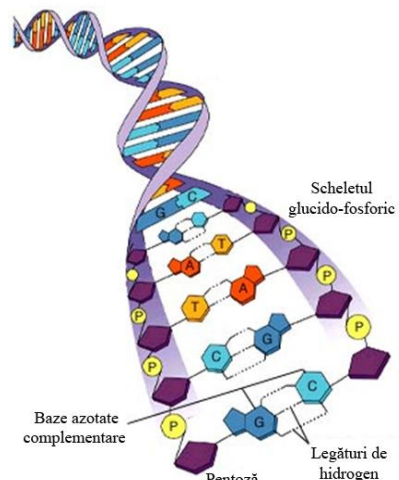


Рис. 8.5. Двухцепочечная молекула ДНК

В каждой цепи нуклеотиды соединяются между собой путем образования фосфодиэфирных связей между дезоксирибозой одного и остатком фосфорной кислоты последующего нуклеотида. Объединяются две цепи в единую молекулу при помощи водородных связей, возникающих между азотистыми основаниями, входящими в состав нуклеотидов, образующих разные цепи. Количество таких связей между разными азотистыми неодинаковое, и вследствие этого они могут соединяться только попарно: азотистое основание (А) одной цепи полинуклеотидов всегда связано с (Т) другой цепи, а (Г) – тремя водородными связями с азотистым основанием (Ц) противоположной полинуклеотидной цепочки. Такая способность к избирательному соединению нуклеотидов, в результате чего формируются пары А-Т и Г-Ц, называется *комплементарностью*.

Функции ДНК

А. Хранение наследственной информации, которая заключена в последовательности нуклеотидов одной из ее цепей. Последовательность триплетов в полинуклеотидной цепи определяет последовательность аминокислот в белковой молекуле.

Б. Передача наследственной информации из поколения в поколение. Она осуществляется благодаря репликации материнской молекулы и последующего распределения дочерних молекул между клетками-потомками. Именно двухцепочечная структура молекул ДНК определяет возможность образования абсолютно идентичных дочерних молекул при репликации.

В. ДНК участвует в качестве матрицы в процессе передачи генетической информации из ядра в цитоплазму к месту синтеза белка. При этом на одной из ее цепей по принципу комплементарности из нуклеотидов окружающей молекулы синтезируется молекула информационной РНК.

2. РИБОНУКЛЕИНОВАЯ КИСЛОТА (РНК)

РНК – так же, как ДНК, представляет собой полимер, мономерами которого являются нуклеотиды. Азотистые основания нуклеотидов те же самые, что входят в состав ДНК (аденин, гуанин, цитозин), четвертое – *урацил* – присутствует в молекуле РНК вместо тимина. Нуклеотиды РНК отличаются от нуклеотидов ДНК и по строению входящего в их состав углевода: они включают другую пентозу – *рибозу* (вместо дезоксирибозы). По структуре различают двухцепочечные и одноцепочечные РНК. Двухцепочечные РНК являются хранителями генетической информации у ряда вирусов. Существуют несколько видов одноцепочечных РНК: информационная РНК (иРНК), рибосомальная РНК (рРНК), транспортная РНК (тРНК), малая ядерная РНК (мяРНК). При участии РНК осуществляется реализация генетической информации.

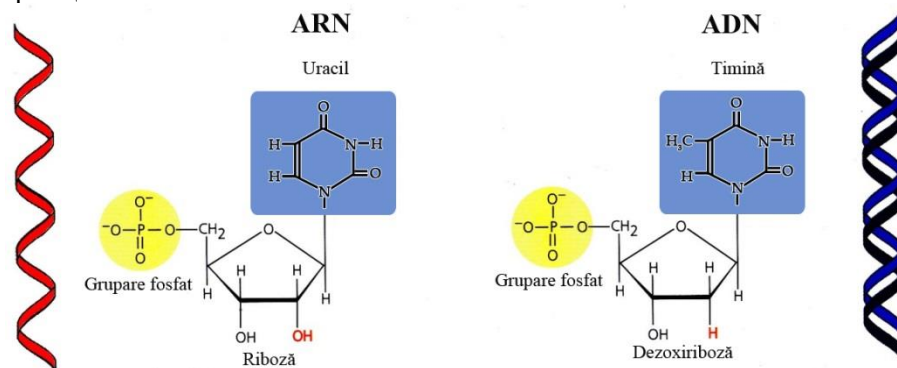


Рис. 8.6. Структурные различия между молекулами ДНК и РНК

Функции РНК

- *иРНК* – переносят генетическую информацию о структуре белков из ядра в цитоплазму клетки к месту синтеза белка (рибосомам);
- *тРНК* – доставляют аминокислоты к месту синтеза белка, «узнают» (по принципу комплементарности) триплет иРНК, соответствующий переносимой аминокислоте;
- *рРНК* – входят в состав рибосом, месту синтеза белков;
- *мяРНК* – входят в состав ферментов катализирующих метаболизм нуклеиновых кислот.

Таблица 1. Сходства и различия в химическом составе нуклеиновых кислот

ДНК	РНК
(дезоксирибонуклеиновая кислота)	(рибонуклеиновая кислота)
Азотистое основание	
Аденин	Аденин
Гуанин	Гуанин
Цитозин	Цитозин
Тимин	Урацил
Углеводный компонент	
Дезоксирибоза	Рибоза

3. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД

Определенные сочетания нуклеотидов и последовательность их расположения в молекуле ДНК, несущим информацию о структуре белка – *генетический код*. Каждой аминокислоте в полипептидной цепочке соответствует комбинация из 3 нуклеотидов: АЦА-цистеин, ЦАА-валин, ТТТ-лизин. Код включает все возможные сочетания 3 (из 4) азотистых оснований. Таких сочетаний может быть $4^3 = 64$, в то время как кодируется только 20 аминокислот.

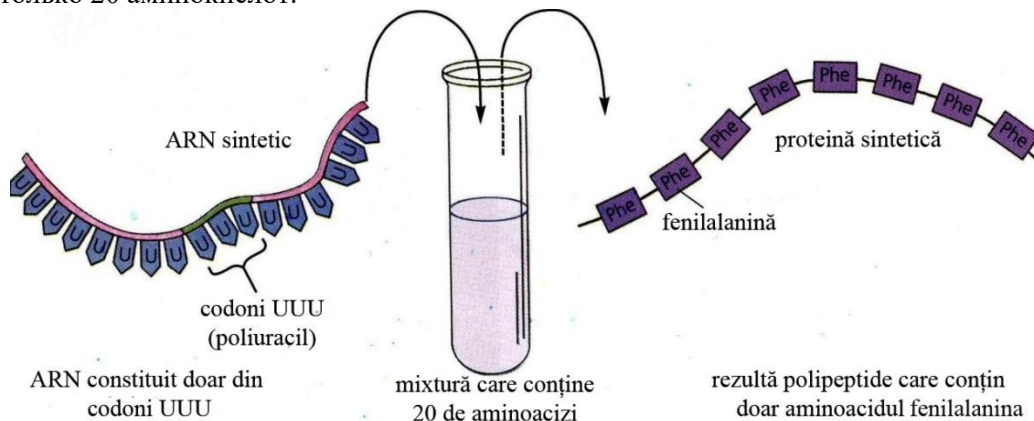


Fig. 8.7. Эксперимент доказывающий взаимосвязь между иРНК и полипептидом

Свойства генетического кода

- *триплетность* – одна аминокислота кодируется тремя нуклеотидами;
- *коллинеарность* – имеет линейный порядок считывания, т.е. совпадением порядка расположения кодонов в зрелой иРНК с порядком кодируемых ими аминокислот в синтезирующем белке.
- *вырожденность* – данная аминокислота может кодироваться более чем одним триплетом. Например, ГЦА, ГУГ, ГЦЦ, соответствуют аминокислоте аргинин.

- *специфичность* – один и тот же триплет не соответствует более чем одной аминокислоте (ГЦА-аргинин и лизин);
- *универсальность* – за редким исключением, код универсален для всех живых организмов. Одни и те же триплеты кодируют одни и те же аминокислоты у всех организмов;
- *неперекрываемость* – кодирующие аминокислоты триплеты транскрибируются – передаются в виде информации иРНК всегда целиком. Например, последовательность иРНК, начинающаяся с нуклеотидов АУГАГЦГЦА, не считывается как АУГ / УГА / ГАГ... (в этом случае перекрываются 2 аминокислоты).

Для пунктуации генетической информации во время ее трансляции имеет значение 5 кодонов: АУГ и ГУГ – иницирующие. Они определяют правильное начало синтеза генного продукта при трансляции иРНК. УАА, УАГ, УГА – терминирующие, определяющие окончание синтеза полипептидной цепи.

Таблица 2. Генетический код записанный в иРНК

Первая буква	Вторая буква				Третья буква
	U	C	A	G	
U	Phe UUU UUC Leu UUA UUG	Ser UCU UCC UCA UCG	Tyr UAU UAC Stop UAA Stop UAG	Cys UGU UGC Stop UGA Try UGG	U C A G
C	Leu CUU CUC CUA CUG	Pro CCU CCC CCA CCG	His CAU CAC Gln CAA CAG	Arg CGU CGC CGA CGG	U C A G
A	Ile AUU AUC AUA Met AUG	Thr ACU ACC ACA ACG	Asn AAU AAC Lys AAA AAG	Ser AGU AGC Arg AGA AGG	U C A G
G	Val GUU GUC GUA GUG	Ala GCU GCC GCA GCG	Asp GAU GAC Glu GAA GAG	Gli GGU GGC GGA GGG	U C A G