

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ставропольский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Реферат по дисциплине «Химия БАВ»
на тему: «ДНК-главная молекула жизни.»

Выполнил: студент
Лечебного факультета

Содержание

Введение

1. Общие понятия о дезоксирибонуклеиновых кислотах
2. Структура ДНК
3. Способы получения ДНК
4. Содержание в клетках и тканях
5. Секреты генетического кода
 - 5.1 История доказательства, что ДНК - носитель генетической информации
 - 5.2 Расшифровка генетической информации
6. Биологическая роль

Заключение

Литература

Введение

Нуклеиновые кислоты имеют первостепенное биологическое значение и представляют собой сложные высокомолекулярные биополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды. Они впервые были обнаружены в ядрах клеток, откуда и их название (нуклеус -- ядро). Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) -- один из двух типов нуклеиновых кислот, обеспечивающих хранение, передачу из поколения в поколение и реализацию генетической программы развития и функционирования живых организмов. Основная роль ДНК в клетках -- долговременное хранение информации о структуре РНК и белков. Молекулы ДНК хранят сведения об этих свойствах и передают их в поколениях потомков, т.е. ДНК-носитель наследственной информации.

Немного из истории. Немного из истории. ДНК впервые были открыты Мишером (F. Miescher, 1869), который назвал полученное вещество нуклеином (лат. nucleus ядро). Впоследствии было показано, что нуклеин представляет собой высокомолекулярную, содержащую фосфор кислоту, находящуюся в комплексе с белками, поэтому стали различать собственно нуклеиновую кислоту (Альтманн (R. Altmann), 1889) и ее комплексы с белками -- нуклеопротеиды. Выяснилось, что нуклеиновая кислота из дрожжей содержит аденин, гуанин, цитозин и урацил, тогда как нуклеиновая кислота, выделенная из тимуса телят, вместо урацила содержит тимин. Структура двойной спирали ДНК была предложена Френсисом Криком и Джеймсом Уотсоном в 1953 году на основании рентгеноструктурных данных, полученных Морисом Уилкинсом и Розалинд Франклин, и «правил Чаргаффа», согласно которым в каждой молекуле ДНК соблюдаются строгие соотношения, связывающие между собой количество азотистых оснований разных типов.

Эти важные открытия дали старт глубокому изучению ДНК как основы генетического материала. На основе этой молекулы строится вся жизнь.

1. Общие понятия о дезоксирибонуклеиновых кислотах

Дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК) -- нуклеиновые кислоты, содержащие в качестве углеводного компонента дезоксирибозу, а в качестве одного из пиримидиновых оснований -- тимин, которым в молекулах рибонуклеиновых кислот соответствуют рибоза и урацил. ДНК представляют собой линейные полимеры дезоксирибонуклеотидов, в последовательности азотистых оснований которых закодирована вся наследственная информация.

Таким образом, ДНК данного организма содержит в себе информацию о всех признаках вида и особенностях индивидуума -- его генотип -- и передает эту информацию потомству, воспроизводя определенную последовательность оснований в строении индивидуальных ДНК. Поскольку молекулы ДНК очень больших размеров и имеют структуру двойной спирали, существует огромное множество возможных неодинаковых последовательностей из четырех различных нуклеотидов, число разных молекул ДНК практически бесконечно.

В природе ДНК содержатся во всех организмах за исключением РНК-содержащих вирусов. ДНК являются типичным компонентом клеточного ядра, в котором они находятся в комплексе с белками, главным образом гистонами, образуя дезоксирибонуклеопротеиды, составляющие основу цитологической структуры хроматина и вещества хромосом. ДНК обнаружена также в хлоропластах растительной клетки и в митохондриях животных и растений, в которых она кодирует часть белков этих структур, благодаря чему они обладают некоторой автономией и лишь частично зависят от ДНК ядра.

2. Структура ДНК

Молекулы ДНК являются линейными макромолекулами, представляющими собой длинные двойные цепи (тяжи) полимеров, составленных из мономеров, получивших название нуклеотидов (малых органических молекул) и являющихся строительными блоками ДНК.

У всех живых существ макромолекулы ДНК построены по одному и тому же плану. Они состоят в основном из одних и тех же нуклеотидов. В состав нуклеиновых кислот входят пуриновые (А, Г) и пиримидиновые основания (Ц, Т) и простейшие углеводы; выделяют аденин (А) и гуанин (Г), фосфорную кислоту и углеводы. Если в построении белка участвует 20 аминокислот, то нуклеотидов -- всего 4 (хотя сами они -- достаточно сложные образования). Их фосфатные группы освобождают в растворах ионы водорода. Сахар может быть в двух вариантах: рибоза (Р), представляющая сахар с пятью атомами углерода, к одному из которых присоединена гидроксильная группа (--ОН), и дезоксирибоза (Д), в молекуле которой в отличие от глюкозы не 6, а 5 атомов углерода (пентоза) и к одному из атомов углерода присоединен атом водорода. При этом они никогда не встречаются одновременно, поэтому этим сахарам соответствуют два типа нуклеиновых кислот -- ДНК и РНК. Сначала думали, что они тоже разобщены в клетках: ДНК -- в ядре, а РНК -- вне его. Теперь ясно, что ДНК находится в основном в ядре (хромосомах), а частично -- в других клеточных компонентах (например, хлоропластах зеленых растений).

Основания -- другой компонент нуклеотида -- названы так, потому что реагируют как основания: в кислой среде способны присоединять ион водорода. Они тоже могут относиться к двум группам: пиримидинов, в основе строения которых -- шестичленное кольцо (рис. 11.2, а), и пуринов, у которых к пиримидиновому присоединено пятичленное кольцо (рис. 11.2, б). В ДНК последовательно соединены дезоксирибонуклеотиды, каждый из которых содержит какое-то из четырех оснований (А, Ц, Г, Т), а РНК -- рибонуклеотиды, содержащие тоже по одному основанию (А, Ц, Г, У). Все молекулы имеют форму цепи (от 77 до нескольких миллионов нуклеотидов).

Нуклеотиды -- не только составная часть нуклеиновых кислот, они входят в состав ферментов в качестве активных групп -- коферментов (так Годд назвал комплекс азотного основания, углевода и остатка фосфорной кислоты). Блоки А,

Г, Т, Ц образуют длинную полимерную цепь, которая соединяется друг с другом в разных комбинациях. Американский биохимик Э.Чаргафф сформулировал (1948) правила регулярности в парных отношениях пуриновых и пиримидиновых оснований в молекулах нуклеиновых кислот: 1 -- общее количество гуанина и аденина (из группы пуринов Г и А) равно количеству цитозина и тимина (из группы пиримидинов Ц и Т), т.е. $A + G = T + C$; 2 -- отношения А/Т и Г/Ц примерно равны единице, т.е. $A = T$ и $C = G$; 3) -- при этом $G + T = A + C$; 4 -- ДНК из разных источников может иметь отличия -- в одних случаях $A + T > G + C$, а в других -- $G + C > A + T$. Эти правила явились предтечей открытия двойной спирали ДНК.

Для молекулы ДНК тоже характерна структура трех видов -- первичная, вторичная и третичная. Первичная структура ДНК состоит из нуклеотидных цепей, у которых скелетную основу составляют чередующиеся сахарные и фосфатные группы, соединенные ковалентными связями, а боковые части представлены одним из четырех оснований и присоединяются одна к другой молекулой сахара. Нуклеотиды расположены друг за другом и связаны ковалентно с фосфатом и сахарным остатком, образуя полинуклеотидную цепь.

Вторичная структура была сформулирована Д. Уотсоном и Ф. Криком. Две идущие рядом нити, скрепленные одна с другой перемычками и свившиеся в двойную спираль, и есть молекула ДНК. Обе нити одинаковы по длине, остатки пар А--Т и Г--Ц разделены одинаковыми расстояниями. Двойная спираль имеет упорядоченный характер, так как каждая связь основание -- сахар находится на одинаковом расстоянии от оси спирали и повернута на 36° , причем в каждой из них в зависимости от вида ДНК могут быть до миллионов блоков -- нуклеотидов. Порядок их чередования определяет наследственную информацию, записанную в ДНК и передаваемую следующим поколениям. Первое предположение о роли нуклеиновых кислот в качестве генетического материала сформулировал доцент Петербургского университета А. Щепотьев (1914). Химики понимали, что ДНК собрана из нуклеотидов, имеющих фосфатную группу, связанную ковалентно с пятиуглеродным сахаром, который связан с одним из четырех азотистых оснований. Нуклеотиды соединены друг с другом так, чтобы фосфатная группа одного была связана с сахаром предыдущего, и из их чередующихся комбинаций образуется длинная цепочка -- сахарофосфатный остов молекулы. По одну сторону под прямым углом к остову располагаются основания.

Молекула ДНК оказалась закручена в спираль: снаружи спирали -- остов, а внутри -- перпендикулярные ему основания. На один виток спирали приходилось примерно по десять нуклеотидов, а ее толщина указывала, что скручено более одной нити. Итак, вторичная структура отражает форму нуклеиновой кислоты. Степень скручивания ДНК зависит от ферментов.

В живых клетках цепи очень длинные, содержат до 108 пар в ряд и свиты в плотный клубок. У человека длина такой винтовой лестницы в размотанном

состоянии достигает нескольких метров, и это одна молекула! Отсюда -- огромность числа возможных вариантов расположения молекул в ДНК. И это разнообразие связано с разнообразием жизни, а расположение четырех типов пар в молекуле ДНК задает всю программу, говорит клетке, как ей развиваться и что делать.

Диаметр двойной спирали $2 \cdot 10^{-9}$ м (2 нм), расстояние между соседними парами оснований спирали $0,34 \cdot 10^{-9}$ м (0,34 нм), полный оборот спирали завершается через 10 пар, а длина зависит от организма, которому принадлежит эта молекула ДНК. Длина плодовой мушки (дрозофилы) $4 \cdot 10^{-3}$ м, а самой длинной ее хромосомы -- в 10 раз больше. У простейших вирусов ДНК содержит несколько тысяч звеньев, у бактерий -- несколько миллионов, а у высших -- миллиарды. Если выстроить в одну линию молекулы ДНК, заключенные в одной клетке человека, то получится длина в 2 м, т. е. длина в миллиард раз больше толщины. Но она умещается в клеточном ядре, значит, ее «укладка» такова, чтобы по всей длине она была доступна для белков, которым нужно «читать» гены. Основания, соединенные слабой водородной связью, взаимно дополняют друг друга, и каждая цепь автоматически предоставляет информацию для нахождения партнера. В эукариотических клетках основные части ДНК и белков сплетены так, что напоминают нить бус. Каждая такая «бусинка» окружена четырьмя ядерными блоками и содержит около 200 сдвоенных оснований, а «нить» состоит из ДНК и ядерного белка (гистона), отличного от того, что входил в состав «бусинок».

О расшифровке структуры ДНК сообщалось в статье Уотсона и Крика, занявшей всего две странички в журнале, но открывшей новую эпоху в раскрытии тайны жизни. В публикации (1953) Крик и Уотсон отметили, что такая структура хорошо объясняет процесс «воспроизводства» этой молекулы. При рассоединении цепей возможно присоединение новых нуклеотидов к каждой из них, тогда около каждой старой возникнет новая цепь, точно ей соответствующая. Так впервые пришли к структуре, способной к самовоспроизведению. Число два удовлетворило биологов, поскольку и клетки, и хромосомы воспроизводятся путем деления исходной на две.

Третичная структура ДНК, определяемая трехмерной пространственной конфигурацией молекул, пока изучена недостаточно.

Исследования показали, что ДНК может существовать в двух формах: А (при низкой влажности) и В (при высокой). Для обеих форм построили молекулярные модели. Из дифракционных картин волокон ДНК информацию получить было достаточно трудно, так как у цепи ДНК вдоль оси расположены волокна беспорядочно, но была подтверждена ее спиральная структура. К настоящему времени исследователи научились синтезировать в необходимом количестве и получать в достаточно чистом виде короткие участки ДНК заданной последовательности, что позволяет закристаллизовать фрагменты молекулы длиной от 4 до 24 пар оснований и исследовать эти кристаллы с помощью

рентгеноструктурного анализа. Исследования дали действительную похожесть обеих форм на гибкую лестницу, закрученную спирально вокруг центральной оси.

3. Способы получения ДНК

Методика выделения ДНК зависит от состава и характера используемого источника (ткани животных или растений, микроорганизмы, вирусы). Для лабораторного и промышленного получения ДНК обычно используют вилочковую железу теленка, а также сперму (молоки) рыб, селезенку млекопитающих, ядерные эритроциты птиц.

Препараты ДНК, получаемые обычно в виде натриевой соли ДНК, имеют вид белых волокон. Для сохранения нативных свойств ДНК, обработку тканей и клеток проводят на холоде, по возможности быстро, в условиях, исключающих или уменьшающих действие дезоксирибонуклеаз, как правило, содержащихся в тканях и вызывающих ферментативный распад ДНК. Помимо сохранения нативных свойств, важнейшей задачей является очистка ДНК от других веществ, в первую очередь -- от белков и РНК. В связи с этим методы получения ДНК различаются главным образом способами депротеинизации и очистки препаратов от примесей РНК. Для этих целей применяют обработку клеток и тканей различными детергентами, фенолами и другими депротеинизирующими агентами.

При получении ДНК из животных и растительных тканей чаще всего предварительно изолируют фракцию клеточных ядер или выделяют дезоксирибонуклеопротеиды, отмывая их солевыми растворами в физиологических концентрациях в присутствии ЭДТА или других соединений, связывающих двухвалентные катионы, необходимые для проявления ферментативной активности дезоксирибонуклеаз. После удаления основной массы белков препараты дополнительно депротеинизируют хлороформом с октанолом или фенолом. Нередко их обрабатывают также рибонуклеазами и протеолитическими ферментами.

Для получения ДНК из бактерий обычно пользуются методом Мармура, который заключается в отмывании бактериальной массы 0,15 М Na₂EDTA, содержащим 0,015 М цитрат натрия, лизисе клеток при 60° и рН 8,0 в 0,15 М NaCl, содержащем ЭДТА и 2% додецилсульфат натрия, депротеинизации их хлороформом, содержащим изоамиловый спирт, переосаждении спиртом, повторной многократной депротеинизации, обработке рибонуклеазой и осаждении изопропиловым спиртом. Этот метод в различных модификациях также успешно применяют для получения ДНК из животных и растительных тканей и изолированных клеточных структур, например, митохондрий.

4. Содержание в клетках и тканях

Содержание ДНК в органах и тканях животных и человека колеблется в широких пределах и, как правило, тем выше, чем больше клеточных ядер приходится на единицу массы ткани. Особенно много ДНК (около 2,5% сырого веса) в

вилочковой железе, состоящей главным образом из лимфоцитов с крупными ядрами. Довольно много ДНК в селезенке (0,7--0,9%), мало (0,05--0,08%) в мозге и мышцах, где ядерное вещество составляет значительно меньшую долю. На ранних стадиях эмбрионального развития в этих органах содержится больше ДНК, но содержание ее уменьшается в процессе онтогенеза по мере дифференцировки. Однако количество ДНК на одно клеточное ядро, содержащее диплоидный набор хромосом, практически постоянно для каждого биологического вида. Соответственно количество ДНК в ядрах половых клеток вдвое ниже. По этой же причине различные физиологические и патологические факторы почти не влияют на содержание ДНК в тканях, а при голодании, например, относительное содержание ДНК даже возрастает за счет снижения концентрации других веществ (белков, углеводов, липидов, РНК). У всех млекопитающих количество ДНК в диплоидном ядре почти одинаково и составляет около $6 \cdot 10^{12}$ г, у птиц -- около $2,5 \cdot 10^{12}$, у разных видов рыб, амфибий и простейших оно колеблется в значительных пределах.

Содержание ДНК в бактериях довольно велико и достигает нескольких процентов в пересчете на сухой вес; в вирусах оно может доходить до 50%. Вместе с тем абсолютное количество ДНК в бактериальной клетке в среднем на два порядка ниже, чем в клеточном ядре высших организмов, а в ДНК-содержащих вирусах оно ниже еще на два порядка.

У бактерий одна гигантская молекула ДНК образует генофор, соответствующий хромосоме высших организмов. Так, у кишечной палочки *Escherichia coli* молекулярный вес такой кольцеобразной двуспиральной молекулы достигает около $2,5 \cdot 10^9$ и длины, превышающей 1,2 мм. Эта огромная молекула плотно упакована в небольшой «ядерной области» бактерии и соединена с бактериальной мембраной.

В хромосомах высших организмов (эукариотов) ДНК находится в комплексе с белками, главным образом гистонами; в каждой хромосоме содержится, по-видимому, одна молекула ДНК длиной до нескольких сантиметров и молекулярным весом до нескольких десятков миллиардов. Такие огромные молекулы уместаются в клеточном ядре и в митотических хромосомах длиной в несколько микрометров. Часть ДНК остается не связанной с белками; участки несвязанной ДНК перемежаются с блоками ДНК, связанной с гистонами. Показано, что в таких блоках содержится по две молекулы гистонов 4 типов: H_{2a}, H_{2b}, H₃ и H₄.

Помимо клеточного ядра, ДНК содержится в митохондриях и в хлоропластах. Количество такой ДНК обычно невелико и составляет небольшую долю общей ДНК клетки. Однако в ооцитах и на ранних стадиях эмбрионального развития животных подавляющая часть ДНК локализована в цитоплазме, главным образом в митохондриях. В каждой митохондрии содержится по несколько молекул ДНК. У животных мол. вес митохондриальной ДНК составляет около $10 \cdot 10^6$; ее

двухспиральные молекулы замкнуты в кольцо и находятся в двух основных формах: сверхскрученной и открытой кольцевой. В митохондриях и в хлоропластах ДНК не находится в комплексе с белками, она ассоциирована с мембранами и напоминает бактериальную ДНК. Небольшие количества ДНК обнаружены также в мембранах и некоторых других структурах клеток, однако их особенности и биологическая роль остаются неясными.

5. Секреты генетического кода

В организме каждого человека - своя наследственная конституция, характерная лишь для него. Именно с этим связана тканевая несовместимость, проявляющаяся, в частности, при пересадке органов и тканей от одного организма другому. «Чужая» кожа, например, со своими особыми молекулами вступает в нежелательные реакции с организмом «хозяина». Она вызывает появление белков - антител - и в результате не «приживается». Аналогичное явление наблюдается и при пересадке отдельных органов.

По-иному проходят эти процессы у однояйцовых близнецов, которые развиваются из двух клеток, образовавшихся из одной оплодотворенной яйцеклетки - зиготы. Такие близнецы всегда однополы и внешне поразительно похожи друг на друга. У однояйцовых близнецов пересадка тканей и органов вполне возможна, никакого отторжения их не происходит. Иначе и быть не может. Один и тот же комплекс всех наследственных факторов не провоцирует появления антител в их организмах.

Эти и многие другие факты показали, что программирование синтеза белков - главное свойство ДНК. Однако, прежде чем прийти к такому заключению, необходимо было доказать, что именно ДНК - носитель генетической информации. Первое подтверждение тому было получено при изучении явлений трансформации.

5.1 История доказательства, что ДНК - носитель генетической информации

Явление это было открыто в опытах с пневмококками, то есть с бактериями, вызывающими воспаление легких. Известны две формы пневмококков: А-форма с полисахаридной капсулой и В-форма без капсулы. Оба эти признака наследственны.

Пневмококки А-формы при заражении ими мышей вызывают воспаление легких, от которого мыши погибают. В-форма для них безвредна.

В 1928 году английский бактериолог Ф. Гриффитс заражал мышей смесью, состоящей из убитых нагреванием пневмококков А-формы и живых пневмококков В-формы. Ученый предполагал, что мыши не заболеют. Но вопреки ожиданиям подопытные животные погибли. Ф. Гриффитсу удалось выделить из тканей погибших мышей пневмококки. Все они оказались капсулированными, то есть А-формы. Следовательно, убитая форма каким-то образом передавала свои

свойства живым клеткам Б-формы. Но как? С помощью какого именно вещества: полисахарида, из которого состоит капсула, белка или ДНК?

От решения этого вопроса зависело многое, так как, установив вещество, передающее наследственный признак - образование капсулы, можно было получить нужный ответ. Однако сделать это не удавалось довольно долго. Лишь спустя 16 лет после опытов Ф. Гриффитса, в 1944 году, американский ученый А. Эвери с сотрудниками, поставив ряд четких экспериментов, сумел с полным обоснованием доказать, что полисахарид и белок не имеют никакого отношения к передаче наследственных свойств пневмококка А-формы.

В процессе этих экспериментов с помощью специального фермента растворили полисахаридную капсулу убитых пневмококков А-формы и проверили, продолжают ли остатки клетки формы А передавать наследственную информацию клеткам формы Б. Оказалось, что продолжают. Стало ясно, что полисахарид как источник генетической информации отпадает.

Далее ученые при помощи других ферментов удалили из остатков пневмококков А белки и снова проверили их действие. Передача наследственной информации от А к Б продолжалась. Следовательно, и белок ни при чем.

Таким образом, методом исключения было установлено, что наследственную информацию в клетке хранит и передает молекула ДНК. И действительно, когда разрушили ДНК, образование капсульных форм А из безкапсульных Б прекратилась.

Явление преобразования, то есть наследственного изменения свойств одной формы бактерий под воздействием веществ другой формы, было названо трансформацией. Вещество же, вызывающее трансформацию, получило название трансформирующего агента. Им, как было установлено, служит ДНК.

ДНК основа генетический материал

5.2 Расшифровка генетической информации

Полимерные цепи белков состоят из мономерных звеньев - аминокислот и последовательность расположения их в белковой молекуле строго специфична. В связи с этим очевидно, что в ДНК должна храниться информация не только о качественном и количественном составе аминокислот в молекуле данного белка, но и о последовательности их расположения. Соответственно каким-то образом должны быть закодированы в полинуклеотидной цепи ДНК каждая аминокислота и белок в целом.

Зная, что аминокислот всего 20, а нуклеотидов - 4, легко представить себе, что 4 нуклеотидов явно недостаточно для кодирования 20 аминокислот. Недостаточно также и кода из двух нуклеотидов на каждую кислоту ($4 = 16$). Для кодирования 20 аминокислот необходимы группы по меньшей мере из трех нуклеотидов ($4 =$

64). Подобная группа, несущая информацию об одной аминокислоте в молекуле белка, называется кодоном. Весь же участок ДНК, ответственный за синтез одной молекулы белка, в целом как раз и есть ген. Значит, в гене столько кодонов, сколько аминокислот входит в состав данного синтезируемого белка.

Синтез белков происходит на рибосомах. ДНК же локализована в ядре, в его хромосомах. Возникает вопрос: каким образом генетическая информация из ядра переносится в цитоплазму на рибосому? Предположить, что ДНК сама поступает через поры ядерной мембраны, нельзя: Ведь ДНК ядер обладает огромной молекулярной массой и в связи с этим просто не может проникнуть через крошечные поры ядерной мембраны. Поэтому должны быть какие-то более мелкие молекулы - посредники, передающие генетическую информацию от ДНК к белкам. А.Н. Белозерский и А.Г. Спирин выдвинули соображение, что эту роль играют молекулы РНК.

Но сразу же возникает другой вопрос: как копируется информация с ДНК на более короткие молекулы РНК? Чтобы ответить на него, надо вспомнить, что в строении нуклеотида ДНК и РНК много общего. В частности, из-за сходства азотистых оснований информация с ДНК на РНК может переноситься по принципу комплиментарности, согласно которому образовывать пары могут не только нуклеотиды в системе ДНК-ДНК, но и нуклеотиды в системе ДНК-РНК.

Поскольку РНК так же, как и ДНК, содержит пуриновые и пиримидиновые основания, на участках одной их цепей ДНК при помощи фермента РНК - полимеразы строятся комплиментарные короткие цепи РНК. Этот процесс синтеза РНК на матрице ДНК, происходящий с помощью ферментов, носит название транскрипции. В результате процесса транскрипции закодированная в ДНК последовательность нуклеотидов, которая и представляет собой определенную генетическую информацию, передается на РНК. Транскрипция происходит на отдельных участках ДНК - генах, каждый из которых содержит набор кодонов, программирующих последовательности аминокислот в данной молекуле белка.

Рибонуклеиновая кислота, на которой сделана копия ДНК, состоит из одной цепи нуклеотидов, у которых дезоксирибоза заменена на рибозу., а тимин (Т) заменен на урацил (У).

Таким образом, в каждом кодоне ДНК транскрибируется в комплиментарный кодон РНК. В результате получается как бы негатив РНК с позитива - ДНК. Эта РНК, снимающая информацию с ДНК, называется информационной РНК (и-РНК).

К настоящему времени ученым удалось расшифровать кодоны для всех аминокислот. Оказалось, что одной аминокислоте зачастую соответствует несколько кодонов. Такой код называется вырожденным. Наряду с этим

обнаружилось, что некоторые кодоны не кодируют ни одну аминокислоту. Их называют бессмысленными. Бессмысленные кодоны имеют очень важное значение, так как определяют границы начала и конца транскрипции, то есть границы генов в данной молекуле ДНК.

Если у прокариот гены по своей записи непрерывны, то у эукариот это далеко не так. Информация необходимая для синтеза белка, оказывается записанной с пропусками, прерывисто: гены составлены из кодирующих участков (экзонов), разделенных некодирующими последовательностями (интронами). При транскрипции таких генов интроны копируются вместе с экзонами в общую молекулу м-РНК. Последняя подвергается в ядре серии реакций, в ходе которых интроны вырезаются, а экзоны соединяются друг с другом своими краями. Получившаяся молекула м-РНК покидает ядро и оказывается уже во власти системы трансляции, дешифрующей нуклеотидную последовательность. Соединение аминокислот с образованием белка происходит в цитоплазме на особых частицах-рибосомах. Все это можно сравнить с фабрикой (клетка), в которой чертежи (гены) хранятся в библиотеке (ядро), а для выпуска продукции (белки) используются не сами чертежи (ДНК), а их фотокопия (мРНК). Копировальная машина (РНК-полимераза) выпускает или по одной страничке фотокопии (ген), или сразу целую главу (оперон). Изготовленные копии выдаются через специальные окошки (поры ядерной мембраны). Их затем используют на монтажных линиях (рибосомы) с дешифратором (генетический код) для получения из заготовок (аминокислот) окончательной продукции (белки).

Как же происходит сам процесс синтеза белка?

Первый его этап связан с функционированием транспортной РНК (т-РНК). Число разновидностей этих молекул РНК равно числу основных аминокислот, то есть их 20 видов. Каждой аминокислоте соответствует определенная т-РНК и определенный фермент.

В цитоплазме клетки всегда в достаточном количестве имеются разные аминокислоты. Из них молекула т-РНК отбирает соответствующую аминокислоту. Каждая аминокислота, прежде чем вступить в белковую цепь, с помощью специального фермента соединяется с АТФ и запасается энергией. «Подзарядившись» таким образом аминокислота связывается с т-РНК, которая переносит ее к рибосомам. Характерной чертой молекул т-РНК является наличие в их структурах антикодонов. Эта особенность обеспечивается расположением соответствующих аминокислот в той последовательности кодонов, которая зашифрована в молекуле и-РНК. Между рядом расположенных аминокислот возникают пептидные связи и синтезируется молекула белка.

Таким образом, генетическая информация, заключенная в ДНК, реализуется разными видами РНК в молекулах соответствующих белков.

Процесс передачи программы, принесенной с собою молекулами и-РНК, получил название трансляции.

6. Биологическая роль

Цитогенетические исследования в 20--30-х гг. 20 в. свидетельствовали о том, что передача и хранение наследственных признаков связаны с хромосомами, находящимися в ядерном веществе. То, что наследственным веществом является именно ДНК, а не белок, стало ясным в результате исследований, проведенных в 40-х гг. 20 в. на бактериях и бактериофагах (см. Ген).

В 1944 г. Эйвери, Мак-Лауд и Мак-Карти (O. T. Avery, C. M. MacLeod, M. McCarty) установили природу трансформирующего фактора у бактерий. Им оказалась ДНК. Процесс трансформации состоит, несомненно, из ряда стадий: обратимой сорбции молекул ДНК бактериальной клеткой; внедрения этих молекул внутрь клетки; интеграции молекулы чужой ДНК в хромосому клетки, расщепления образовавшейся сложной структуры и ее перехода в рекомбинанты.

При исследовании бактериальных вирусов под электронным микроскопом при помощи радиоактивной метки, вводимой в белок или в ДНК бактериофага, было показано, что вирус, фиксируясь на поверхности бактериальной клетки, вводит в нее только молекулу ДНК, оставляя снаружи свою белковую оболочку. Молекула ДНК вируса, попавшая в клетку, несущая в себе всю наследственную информацию (геном) вируса, вызывает образование в клетке новых вирусных частиц, их размножение и гибель клетки от лизиса.

Некоторые, так называемые умеренные, фаги у части бактериальных клеток не вызывают явных признаков заражения, однако их ДНК, попадая в клетку, прочно связывается с геномом самой бактерии, интегрируясь с ДНК бактериальной клетки. Многие поколения таких бактерий несут в себе бактериофаг в скрытом виде, не проявляя признаков нарушения жизнедеятельности. Однако при неблагоприятных условиях и при действии каких-либо повреждающих факторов, например ионизирующей или ультрафиолетовой радиации, вирус в таких бактериях начинает размножаться и вызывает лизис (гибель) бактерий. ДНК вируса настолько прочно связывается с ДНК бактерий, что заражение вирусом, полученным от лизогенных бактерий, сопровождается переносом вместе с ДНК вируса части ДНК бактерий, с которой передаются некоторые наследственные свойства этих бактерий, отсутствующие и у вновь заражаемых бактерий, и у самого вируса. Это явление, сходное с трансформацией, получило название трансдукции.

Последовательность нуклеотидов в цепи ДНК переписывается в комплементарную ей последовательность нуклеотидов в молекуле РНК -- так называемая транскрипция. Процесс этот осуществляется при участии фермента РНК-полимеразы. Генетическая информация, переписанная с ДНК на РНК, в конечном счете, определяет первичную структуру (последовательность

аминокислотных остатков в строящейся молекуле белка). При помощи электронной микроскопии удалось увидеть рост цепей РНК на матрице ДНК, то есть работу гена на уровне транскрипции.

В процессе реализации или выражении генов имеет место кодирование генетической информации. Показано, что три последовательно расположенных нуклеотидных остатка (триплет) в цепи ДНК кодируют комплементарный триплет в цепи РНК, который в свою очередь контролирует включение одной, строго определенной аминокислоты в полипептидную цепь синтезирующегося белка. Установлено, что полипептидная цепь синтезируется коллинеарно с ДНК, то есть в соответствии с линейным расположением триплетов ДНК. Известно, какие именно триплеты кодируют включение каждой аминокислоты.

Последовательность нуклеотидов ДНК, кодирующая образование определенной полипептидной цепи, представляет собой структурный ген, или цистрон. Изменение даже одной пары нуклеотидов в цистроне (точковая мутация) может привести к изменению структуры белка и потере им биологической активности. Такие точковые мутации могут представлять собой транзиции (замену пары нуклеотидов Г-Ц на А-Т или наоборот), трансверсии (замена А-Т на Т-А или Г-Ц на Ц-Г, то есть перемещение комплементарных оснований из одной цепи в другую), вставки пары нуклеотидов или их делению (выпадение). Трансверсии и транзиции приводят обычно к замене одной аминокислоты в строящейся полипептидной цепи, тогда как вставки и деления вызывают изменение порядка считывания и приводят к глубокому нарушению структуры белка. Вставка же или деления сразу трех пар нуклеотидов, то есть целого триплета, восстанавливает последовательность считывания, что и послужило одним из важнейших доказательств триплетности кода.

У высших организмов количество ДНК на геном достаточно для кодирования миллионов белков. В действительности число генов у человека и высших животных, по крайней мере, на порядок ниже и находится, по-видимому, между 10 000 и 100 000. Огромное количество избыточной ДНК, таким образом, не несет структурных генов и выполняет иные функции. Оказалось, что часть ДНК вообще не участвует в процессе транскрипции, а преобладающая часть РНК, синтезированной на матрице ДНК у высших организмов, претерпевает распад внутри клеточного ядра, не участвуя в синтезе клеточных белков. В связи с этим Г.П. Георгиевым была высказана гипотеза, согласно которой оперон (последовательность генов, контролирующих синтез ферментов, участвующих в катализе всех этапов одного и того же процесса) у высших организмов содержит большое число регуляторных генов, расположенных в начале считывания. Синтезирующаяся на таком опероне гигантская молекула РНК распадается в процессе ее переноса в цитоплазму, куда поступает только собственно информационная РНК, содержащая структурные гены и кодирующая синтез клеточных белков. Остальная часть этой РНК имеет регуляторные функции и распадается внутри ядра.

Особенностью высших организмов является также дифференцировка клеток и тканей. Гены, содержащиеся в ДНК каждой диплоидной клетки одного и того же организма (геном), качественно и количественно совершенно одинаковы, однако тот факт, что разные ткани и клетки резко различны по своему составу, строению и функциям, объясняется тем, что в них синтезируются неодинаковые белки. Таким образом, помимо регуляции активности действующих генов, при дифференцировке имеет место выключение или блокирование большей части генов, причем, обычно активной остается небольшая часть генома, а в некоторых случаях синтезируется лишь один или несколько белков, например синтез гемоглобина в ретикулоцитах. Механизмы дифференцировки во многом не ясны, однако показано, что белки, входящие в состав дезоксирибонуклеопротеидов хроматина, оказывают выраженное действие на транскрипцию. Гистоны подавляют этот процесс, а кислые белки могут активировать его. Неактивные участки хроматина цитологически представляются более плотными, а в процессе транскрипции, напротив, хроматин выглядит более рыхлым и нити ДНК, по-видимому, частично отделяются от гистонов. Различными методами показано, что транскрипция ДНК происходит в разрыхленных участках хроматина, в так называемых пучках, представляющих собой вздутие хромосом в области действующих генов.

Заключение

Молекула ДНК-имеет форму закрученной веревочной лестницы (спирали), перекладины которой представлены парами нуклеиновых оснований. Аденин сочетается с тимином, а цитозин - с гуанином.

Основное значение ДНК - способность нести информацию о белке и способность удваиваться. Последовательность из трех связанных между собой нуклеотидов - код для конкретной аминокислоты. Из последовательности аминокислот получают белки, которые управляют в организме биохимическими механизмами развития и метаболизмом.

ДНК, молекула-репликатор: после того как молекула ДНК разделяется на две цепи, каждое нуклеиновое основание притягивает комплементарное себе. Таким образом, аденин притягивает новый тимин, гуанин - новый цитозин и т.д. В конце получают две новые молекулы ДНК, являющиеся точными копиями исходной.

Второе важное свойство ДНК - способность к репликации (удвоению). Перед делением клетки «лестница» ДНК расплетается и разрывается на две цепочки нуклеотидов. Непарные нуклеотиды начинают притягивать к себе комплементарную пару. Каждая молекула аденина притягивает к себе тимин, каждая молекула цитозина - гуанин и так далее, пока из двух половинок «лестницы» не получатся две полные спирали ДНК.

Именно эта способность ДНК к репликации делает возможным размножение всех форм жизни - от простейшего микроба до сложного многоклеточного организма.

Знание этого позволило изучить эволюцию на молекулярном уровне, отследить историю изменений в конкретных генах и в их организации, а также создать модель филогенеза, основанную на схожести ДНК между таксономическими группами. Все в биологии имеет смысл лишь в свете эволюции.

Литература

1. Ашмарин И.П. Молекулярная биология, М., 2004;
2. Биологический Энциклопедический словарь
3. Строение ДНК и положение организмов в системе, под ред. А. Н. Белозерского и А. С. Антонова, М., 2002;
4. Мушкамбаров Н. Н., Кузнецов С. Л Молекулярная биология, М., 2007
5. Айала Ф. Кайгер Дж. Современная генетика Т.1, пер.с англ. ,под ред. Ю.П. Алтухова.
6. Клеточное ядро, Морфология, физиология, биохимия, под ред. И. Б. Збарского и Г. П. Георгиева, М., 2002;
7. Дубнишева Т.Я. Концепции современного естествознания, М., 2006