

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ  
СВИДЕТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ**  
(Факты, доказывающие  
эволюционный процесс)

- Доказательства существования эволюционного процесса учёные получили из достоверных данных эмбриологии, морфологии, сравнительной анатомии, систематики, палеонтологии, биогеографии, молекулярной биологии. Все доказательства эволюции можно сгруппировать по направлениям: эмбриологические, морфологические (сравнительно-анатомические или сравнительно-морфологические), палеонтологические, биогеографические и молекулярно-биологические.



- На сегодняшнем уроке мы рассмотрим молекулярно-биологические свидетельства эволюции, вспомним строение нуклеиновых кислот и процессы реализации наследственной информации в клетке.
- **Свидетельства эволюции** (факты, доказывающие эволюционный процесс) - научные данные и концепции, подтверждающие эволюцию органического мира на Земле.



Проявления жизни на Земле чрезвычайно многообразны. Жизнь на Земле представлена ядерными и доядерными, одно- и многоклеточными существами; многоклеточные, в свою очередь, представлены грибами, растениями и животными.

*Вспомните, какие Царства выделяют в систематике органического мира? Какие существуют уровни организации жизни?*

Проявления жизни на Земле чрезвычайно многообразны.

Жизнь на Земле представлена ядерными и доядерными, одно- и многоклеточными существами; многоклеточные, в свою очередь, представлены грибами, растениями и животными.

*Вспомните, какие процессы протекают на молекулярном уровне? Какой химический состав организмов и особенности молекулярного уровня организации материи?*

Вы помните, что химический состав живых организмов, в отличие от объектов неживой природы, относительно постоянный. Из более чем 100 разных типов атомов химических элементов и их изотопов в живых организмах обнаружено 60. Одни из них являются обязательными для всех без исключения живых организмов, другие – лишь для отдельных видов. Вместе с тем, в живых организмах не обнаружено ни одного элемента, который отсутствовал бы в неживой природе. Это одно из свидетельств единства живой и неживой природы.

*Вопрос: Какие элементы относятся к органогенным? Какие неорганические вещества присутствуют в организме? В чем их функция?*

*Вопрос: Какие элементы относятся к органогенным? Какие неорганические вещества присутствуют в организме?*

*(углерод, водород, азот, кислород, фосфор и сера)*

*Задание: Установите соответствие между недостатком приведенного элемента в организме человека и последствиями этого явления:*

Кальций	Кариес зубов
Магний	Анемия, нарушение иммунной системы
Фтор	Мышечные судороги
Железо	Замедление роста



*Вопрос: Что относится к органическим соединениям клетки? Какую функцию выполняют белки, жиры, углеводы? Сколько существует уровней организации белковой молекулы?*

*Вопрос: Вспомните, что такое нуклеиновые кислоты? Какие нуклеиновые кислоты есть в клетке?*

Известно, что основные структуры на молекулярном уровне (коды наследственной информации, передаваемой от поколения к поколению) представляют собой ДНК, дифференцированную по длине на элементы кода – триплеты азотистых оснований.

*Вопрос: Вспомните, где находится ДНК? Кто из ученых установил структуру молекулы ДНК?*

*Джеймсон Уотсон и Фрэнсис Крик  
в 1953 году*

Молекула ДНК состоит из двух цепей нуклеотидов, соединенных между собой водородными связями. Эти связи возникают между нуклеотидами, которые как бы дополняют друг друга по размерам.

Расшифровка структуры ДНК имеет свою историю. В 1950 году американский ученый украинского происхождения Эрвин Чаргафф и его коллеги обнаружили количественные закономерности содержания азотистых оснований в молекуле ДНК.

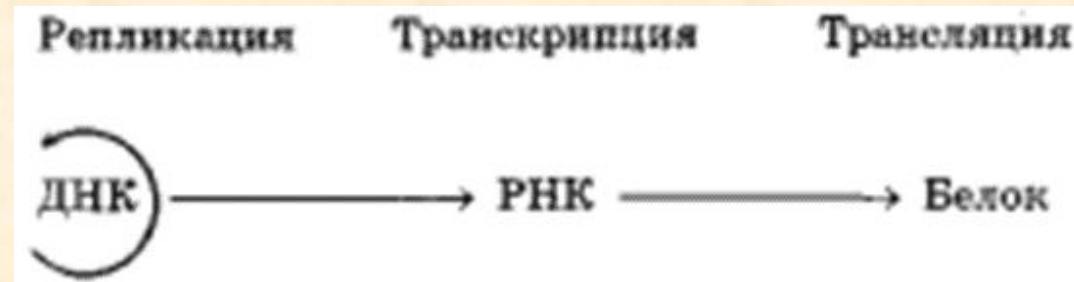
*Вопрос: Какое название имеет четкое соответствие нуклеотидов в двух цепях?*

## Вопрос: что такое ген?

*Были открыты регуляторные и структурные гены, состоящие из повторяющихся последовательностей нуклеотидов. Последовательности регуляторных генов, как правило, повторяются, они кодируют белки-ферменты и регулируют транскрипцию структурных генов. Структурные же гены уникальны, кодируют синтез полипептида, определяя последовательность чередования аминокислот. Поскольку скорость эволюции организма в некоторых ветвях превышает скорость эволюции белков, высказано предположение о большей эволюционной лабильности регуляторных генов в отличие от структурных. Однако мутации в каждом из этих типов генов имеют существенное значение для эволюции. Было показано, что различия между некоторыми близкими видами часто основаны на дупликации генов.*

**Вопрос: Как происходит синтез белка в клетке? Что такое транскрипция и трансляция?**

Синтез каждого определенного специфического белка определяется геном. Ген — это участок ДНК, являющийся элементарной частицей генетической информации. Он характеризуется определенной последовательностью нуклеотидов. Центральная догма современной биологии характеризует одну из основ жизни следующим образом:



Иными словами, наследственная информация, заключенная в ДНК, передается по наследству благодаря ее самоудвоению (репликации). Генетическая информация, записанная в виде последовательности нуклеотидов ДНК, в процессе транскрипции переписывается в нуклеотидную последовательность РНК, которая, в свою очередь, определяет последовательность аминокислот соответствующей белковой молекулы. Благодаря наличию ядерной оболочки в клетках человека (и других эукариот) процессы транскрипции и трансляции проходят в разных структурах и разделены во времени.

В клетках существует три типа РНК. Среди них информационная (мРНК) переносит информацию о нуклеотидной последовательности ДНК к рибосомам. В образовании рибосом участвует рибосомная РНК (рРНК). Небольшие транспортные РНК (тРНК) выполняют двойную функцию: они присоединяют молекулу аминокислоты, транспортируют ее к рибосоме и узнают триплет, соответствующий этой аминокислоте в молекуле мРНК.

В середине молекулы тРНК имеется группировка из трех азотистых оснований, называемая антикодоном. Антикодон может связаться с определенной группировкой трех оснований на мРНК - с кодоном. Действительно, после сближения молекул антикодон тРНК узнает кодон мРНК и соединяется с ним.

*Задание: Одна из цепей молекулы ДНК имеет такой вид: ГЦГ ГГТ ГГА ТАА ЦТА ГЦЦ. Какой вид будет иметь вторая цепь этой молекулы ДНК, синтезированная во время самоудвоения?*

Генетический код, расшифрованный в 60-х годах XX в.

М. Ниренбергом, У. Холлом и Х. Кораной, основан на триплетях, или кодонах, - три нуклеотида определяют присоединение к полипептидной цепи одной аминокислоты.

Генетический код отличается рядом важных свойств.

Он триплетен: именно три нуклеотида определяют присоединение к полипептидной цепи одной аминокислоты. Генетический код вырожден, т. е. большинство аминокислот кодируются более чем одним триплетом. При этом одна и та же аминокислота может кодироваться разными триплетями, однако первые два нуклеотида для них всегда одинаковы. Например, триплет –С–С–С– кодирует пролин. Кроме того, включение пролина может кодироваться триплетями CCU, CCA, CCG. Триплет AUG кодирует первую аминокислоту - метилметионин, с которой начинается синтез полипептидной цепи. Всего в генетическом коде имеется 64 кодона, три из которых (UAA, UGA и UAG) являются стоп-кодонами, завершающими синтез полипептидной цепи.



Генетический код не перекрывается, хотя в нем отсутствуют знаки, отделяющие один триплет от другого. Например, в последовательности оснований UUCAUUGUU первые три основания кодируют одну аминокислоту, вторые три — другую и т. д. Не может быть такой ситуации в приведенном примере, когда основание UUC кодирует одну аминокислоту, UCA — другую, а CAU — третью и т. д.

Код универсален, т.е. все живые организмы на планете Земля (включая вирусы) имеют один и тот же код. Рамка считывания определяет положение первого нуклеотида кодона гена (или мРНК). При изучении генетического кода было открыто явление вырожденности кода: часть замещений нуклеотидов в кодоне не меняет характера синтезируемой аминокислоты. Расчеты показали, что до  $1/3$  замещений нуклеотидных пар на молекулярном уровне не должны отражаться в изменчивости фенотипа, поэтому не должны бы контролироваться естественным отбором. Наконец, было открыто явление трансдукции — переноса генов от одной бактерии к другой посредством вирусов (бактериофагов); тем самым показано, что некоторые признаки могут передаваться в процессе эволюции у прокариот не только в чреде поколений («вертикально»), но и «горизонтально», от вида к виду.

Геном каждого вида представляет собой генетическую летопись его эволюции. Каждый организм получил свои гены от предков, а те в свою очередь от своих предков, и так до самого первого предка всех живых организмов. В большинстве случаев гены передавались без изменений, но изредка возникали случайные изменения – мутации. Некоторые мутации снижали приспособленность организмов, которые их наследовали. Такие мутации отметались естественным отбором и не передавались дальше. Большинство никак не сказывались на приспособленности организмов, и, следовательно, на вероятности передачи этих измененных генов из поколения в поколение. Наконец, были такие мутации, которые давали их носителям преимущества в борьбе за жизнь. Они распространялись в популяциях и закреплялись в генофонде вида, внутри которого они возникли, и передавались дочерним видам. Таким образом, в геномах ныне живущих видов записана все история этих видов.

Процесс эволюции на молекулярном уровне связан с изменением состава нуклеотидов в ДНК и РНК, а также аминокислот в белках. «Молекулярные часы эволюции» - понятие, введенное американскими исследователями Э.Цукер-Кандлем и Л.Поллингом. Изучая закономерности эволюции белков, исследователи пришли к выводу, что для каждого конкретного типа белков скорость эволюции своя, и она постоянна. (Говоря об эволюции белка, мы подразумеваем соответствующий ген).

Медленно изменяются, то есть являются консервативными уникальные гены, кодирующие жизненно важные белки (глобин, цитохром – дыхательный фермент и др.). Некоторые белки вируса гриппа эволюционируют в сотни раз быстрее, чем гемоглобин или цитохром. Благодаря этому к вирусу гриппа не формируется прочный иммунитет. Сравнение аминокислотной последовательности в белках рибосом, последовательности нуклеотидов рибосомных РНК у разных организмов подтверждает классификацию основных групп организмов.

Достаточно точное знание молекулярно-генетического уровня – необходимая предпосылка для ясного понимания жизненных явлений, происходящих на всех остальных уровнях организации жизни.

# ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

§2, стр. 10-14, учить;

Задание по желанию: сообщение на тему  
«Эгоистичная ДНК».