

Эволюция протобионтов



Происхождение жизни по А.И. Опарину (1924)



Схема возникновения жизни:

Простейшие органические вещества (альдегиды, спирты, аминокислоты)

Органические полимеры (белки, жиры, углеводы, РНК)

Формирование коацерватов (открытые системы: рост, питание, дыхание, обмен веществ, деление)

Коацерваты → Пробионты (матричный синтез, самовоспроизведение РНК → белки-Ф → ДНК → генетический код)

Пробионты → Прокариотические клетки

DP+AW

Главные направления эволюции

Эволюция
протобионтов

Возникновение каталитической
активности белков

Появление генетического кода

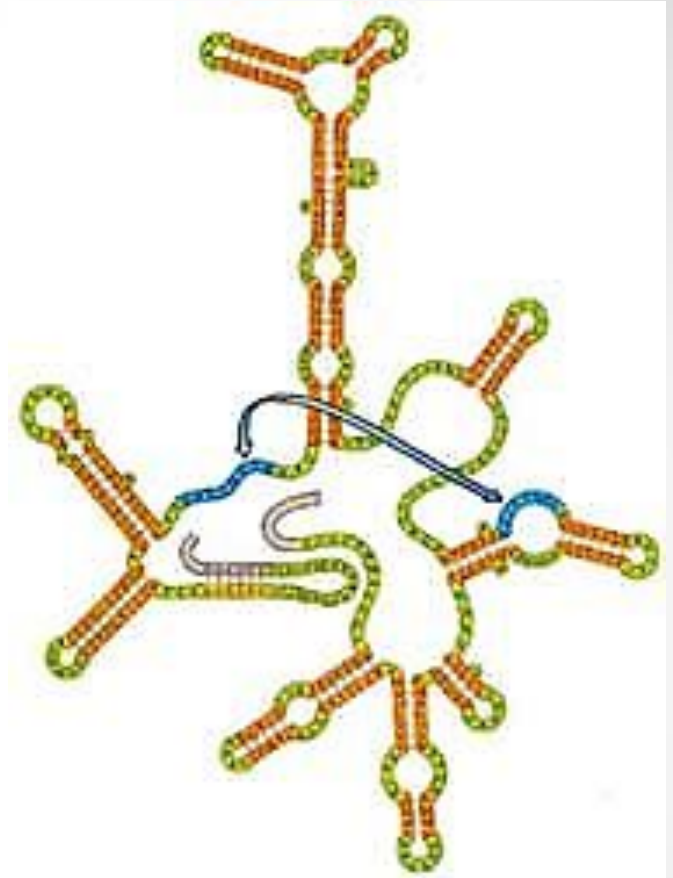
Ряд основных событий



РНК- предшественница ЖИЗНИ.

- Мир РНК — гипотетический этап возникновения жизни на Земле, когда как функцию хранения генетической информации, так и катализ химических реакций выполняли ансамбли молекул рибонуклеиновых кислот.
- Впоследствии из их ассоциаций возникла современная ДНК-РНК-белковая жизнь, обособленная мембраной от внешней среды.
- Идея мира РНК была впервые высказана Карлом Вёзе в 1968 году, позже развита Лесли Орджелом и окончательно сформулирована Уолтером Гильбертом в 1986 году.

- Вначале, в условиях молодой Земли спонтанно появились короткие цепочки молекул РНК. Некоторые из них, опять же спонтанно, приобретали способность к катализу реакции собственного воспроизведения (репликации). Из-за ошибок при репликации некоторые из дочерних молекул отличались от материнских и обладали новыми свойствами, например, могли катализировать другие реакции.



Двумерная пространственная структура рибозима простейшего организма Tetrahymena.

Древний мир РНК

- Возникновение и существование мира РНК на Земле требовало **жидкой водной среды** с нейтральной рН и растворенными солями одновалентных металлов (в первую очередь K^+ и Na^+) и Mg^{2+} .
- Скорее всего, мир РНК мог возникнуть и существовать в **мелких водоемах** (лужах, «дарвиновских прудах»), где могли **концентрироваться абиогенно возникающие органические вещества** (океанские просторы едва ли годились для этого).
- Появление и присутствие **РНК-репликазной активности** в водной среде РНК-содержащей лужи или пруда должно было давать в результате эффект **амплификации всех олиго- и полирибонуклеотидов этого водоема**, т.е. рост общей популяции молекул РНК.

КОЛОНИИ РНК КАК ПЕРВИЧНЫЕ ОСОБИ

Смешанные колонии РНК на твердых или полутвердых поверхностях и могли быть первыми **эволюционирующими бесклеточными ансамблями**, где одни молекулы выполняли генетические функции (репликацию молекул РНК всего ансамбля), а другие формировали структуры, необходимые для успешного существования (например, такие, которые адсорбировали нужные вещества из окружающей среды) или были рибозимами, ответственными за синтез и подготовку субстратов для синтеза РНК.

Такая бесклеточная ситуация создавала условия для **очень быстрой эволюции**: колонии РНК не были отгорожены от внешней среды и могли легко обмениваться своими молекулами – своим генетическим материалом.

Происхождение жизни из древнего мира РНК

Gilbert, W. (1986). Origin of life: The RNA world. *Nature* 319, 618.



**ДРЕВНЯЯ
ЗЕМЛЯ**

СИНТЕЗ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ



**ОБРАЗОВАНИЕ РНК ИЗ РИБОЗЫ,
ФОСФАТНЫХ ГРУПП И АЗОТИСТЫХ ОСНОВАНИЙ**



**РНК ВОСПРОИЗВОДИТ
САМА СЕБЯ С ПОМОЩЬЮ РИБОЗИМОВ**



**РИБОЗИМЫ «СШИВАЮТ» АМИНОКИСЛОТЫ,
ОБРАЗУЯ ПЕПТИДЫ И БЕЛКИ**



**БЕЛКИ-ФЕРМЕНТЫ
БЕРУТ НА СЕБЯ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ**



ДНК ЗАМЕНЯЕТ РНК В КАЧЕСТВЕ ХРАНИТЕЛЯ ИНФОРМАЦИИ



РНК СТАНОВИТСЯ ПОСРЕДНИКОМ В ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ

ВРЕМЯ

ВРЕМЯ

ВРЕМЯ

ВРЕМЯ

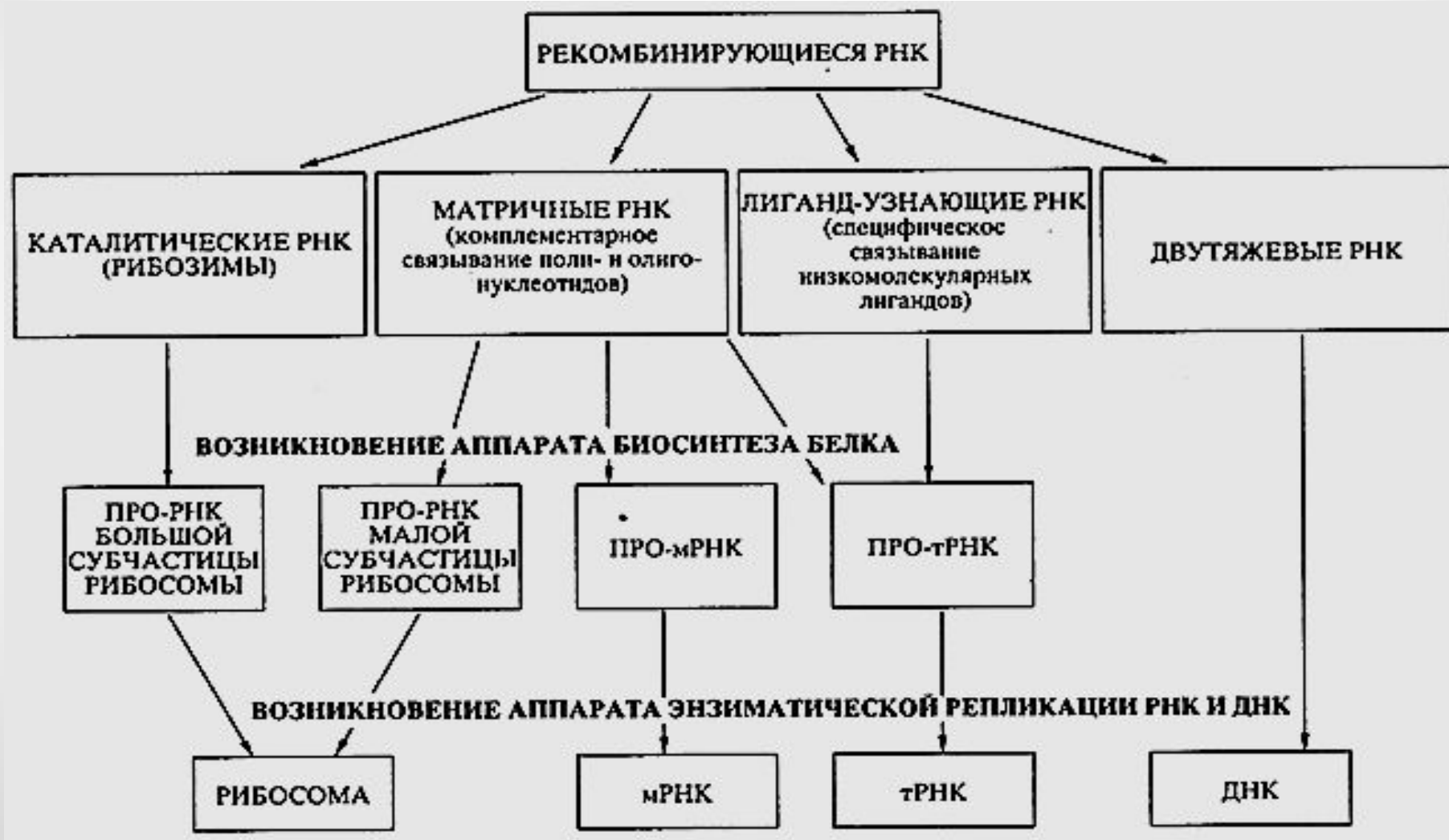
ВРЕМЯ

ВРЕМЯ

ВРЕМЯ



Возникновение биосинтеза белка



Возникновение энергетических систем



малые
Органические
биомолекулы

способны

+ много H₂O

**Вступать во
все реакции**

**Синтез полимеров в протоклетках
обеспечивали активированные фосфатом
промежуточные соединения**

**Только когда
активированы
фосфатом**

отбирались

Более длинные полипептидные цепочки

В ходе эволюции

Обладали способностью ускорять течение химических реакций

**Первичный
метаболизм
протоклеток**

Фотосинтетическое образование пирофосфата

**Современные
фотосинтезирующие
клетки**

**Синтез в качестве
аккумулятора энергии**

**Аденозинтрифосфат
из
аденозиндифосфата**

Более эффективен

Образование полимеров

Не имели генетического и белоксинтезирующего аппарата

протоклетки

Факс показал что...

Произвольно организованные полипептидные молекулы

обладают

Неспецифической каталитической активностью

Т. К.

На поверхности многочисленные заряды

Больше возможностей по образованию молекул

Параллельно происходило становление генетического кода

Эволюция метаболизма

Появление генетического аппарата

протокилетки

Способность синтезировать специфические полипептиды

Смогли передавать потомкам

Подвергались естественному отбору

Образовывались родственные протокилетки

Развили способность к синтезу крупных белков

Биологическая природа



Все биологические системы используют одинаковые пути биохимических превращений

Все живые существа потомки исходной предковой популяции первичных клеток

Результат эволюции клетки в направлении максимального использования единственно пригодного для этого молекул

**Хлорофилла
(фотосинтез)**

Ферментной транспортной системы электронов

**Кислород в атмосферу
(цианобактерии)**

фотосинтез

Первые в бескислородной среде

**Озоновый экран появился 2250
млн. лет назад**

Появление аэробных бактерий