Эволюция протобионтов

Происхождение жизни по А.И. Опарину (1924)

MyShared

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

PPt4W

Главные направления эволюции

Эволюция протобионтов

Возникновение каталитической активности белков

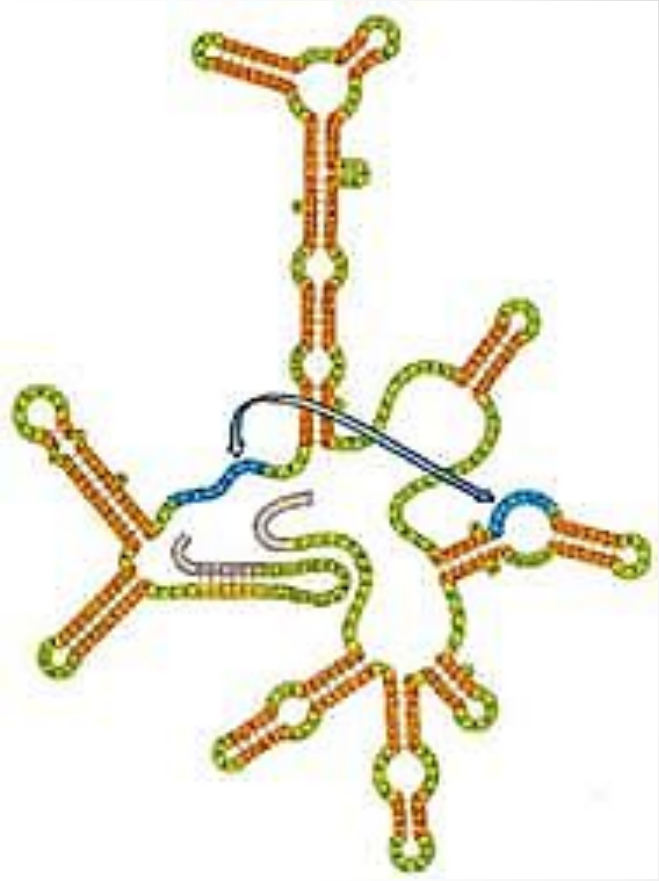
Появление генетического кода

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 pH 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.

MyShared

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.

MyShared

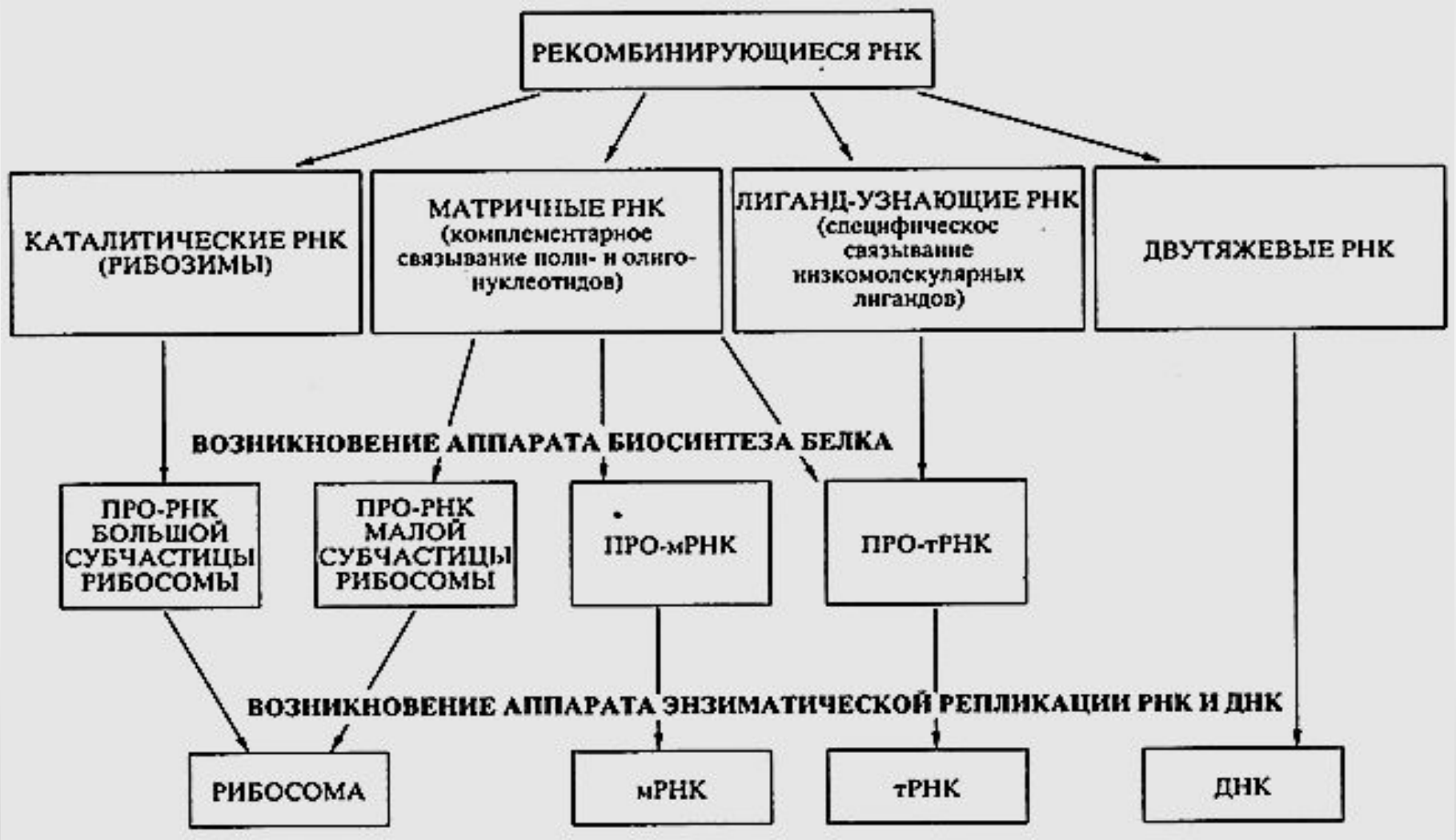
Происхождение жизни из древнего мира РНК

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

MyShared

ДРЕВНЯЯ ЗЕМЛЯ
СИНТЕЗ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ
ВРЕМЯ
ОБРАЗОВАНИЕ РНК ИЗ РИБОЗЫ, ФОСФАТНЫХ ГРУПП И АЗОТИСТЫХ ОСНОВАНИЙ
ВРЕМЯ
РНК ВОСПРОИЗВОДИТ САМА СЕБЯ С ПОМОЩЬЮ РИБОЗИМОВ
ВРЕМЯ
РИБОЗИМЫ «СШИВАЮТ» АМИНОКИСЛОТЫ, ОБРАЗУЯ ПЕПТИДЫ И БЕЛКИ
ВРЕМЯ
БЕЛКИ-ФЕРМЕНТЫ БЕРУТ НА СЕБЯ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ
ВРЕМЯ
ДНК ЗАМЕНЯЕТ РНК В КАЧЕСТВЕ ХРАНИТЕЛЯ ИНФОРМАЦИИ
ВРЕМЯ
РНК СТАНОВИТСЯ ПОСРЕДНИКОМ В ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ
ВРЕМЯ

Возникновение биосинтеза белка



Возникновение энергетических систем

Малые органические молекулы

Соединение с различными формами фосфата

Реакционноспособные в водном растворе

При переносе

Фосфатная группа

Высвобождается или поглощается

энергия

Благодаря таким переносам энергия запасается а затем используется

В настоящее время

Высокоэнергетические связи, образуемые между фосфатами и органическими соединениями, обеспечивают протекание всех биологических реакций

малые

Органические биомолекулы

способны

+ много H_2O

Вступать во все реакции

Только когда активированы фосфатом

Синтез полимеров в протоклетках обеспечивали активированные фосфатом промежуточные соединения

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

протоклетки

Не имели генетического и белоксинтезирующего аппарата

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

протоклетки

Способность синтезировать специфические полипептиды

Смогли передавать потомкам

Образовывались родственные протоклетки

Подвергались естественному отбору

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