

Мир РНК

Выполнила: Санаева Юлия,
Магистрант 2 года

УрФУ,
2014

Схематическое
представление
пути
происхождения
жизни согласно
белково-
коацерватной
теории А.И.
Опарина



НО:

Если спонтанно, путем случайных безматричных синтезов в коацервате возникали единичные удачные конструкции белковых молекул (например, эффективные катализаторы, обеспечивающие преимущество данному коацервату в росте и размножении), то как они могли копироваться для распространения внутри коацервата, а тем более для передачи коацерватам-потомкам?

Теория оказалась неспособной предложить решение проблемы точного воспроизведения - внутри коацервата и в поколениях - единичных, случайно появившихся эффективных белковых структур.

Все началось не с белков, а с НК

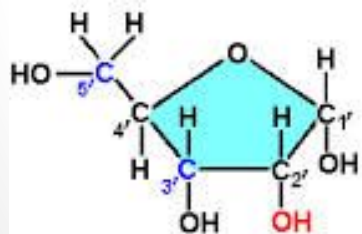
Принцип комплементарности при синтезе новых цепей НК обеспечивает возможность воспроизведения (репликации) полимера, его микроструктуры.

Поэтому только нуклеиновые кислоты, но не белки, могут быть генетическим материалом, то есть воспроизводимыми молекулами, повторяющими свою специфическую микроструктуру в поколениях.

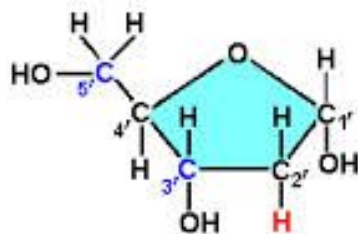
Почему РНК ,а не ДНК?

Отличия ДНК и РНК

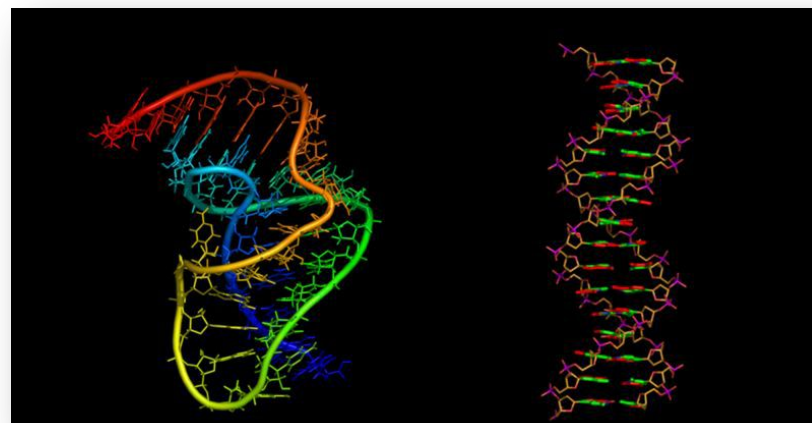
| Признак | ДНК | РНК |
|---------------------|---------------|------------|
| Азотистое основание | А, Г, Ц, Т | А, Г, Ц, У |
| Углевод | Дезоксирибоза | Рибоза |
| Вид цепи | Двойная* | Одинарная* |



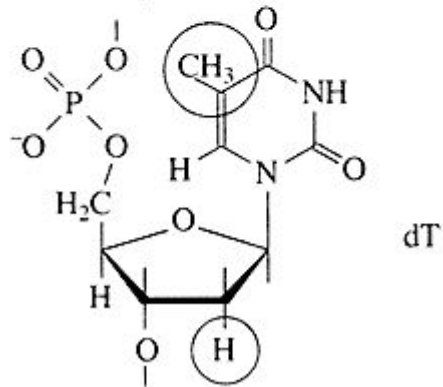
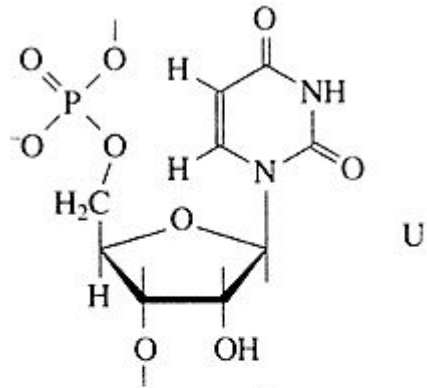
D-рибоза



2-дезокси-D-рибоза

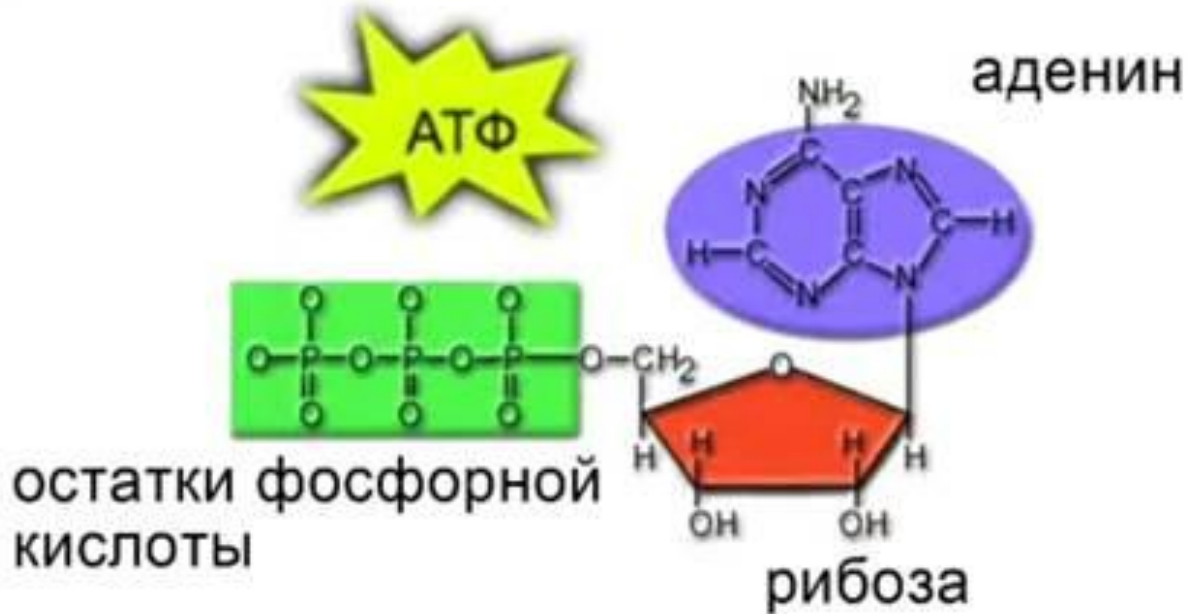


1. и в химическом синтезе, и в биохимических реакциях рибонуклеотиды предшествуют дезоксирибонуклеотидам; дезоксирибонуклеотиды - продукты модификации рибонуклеотидов

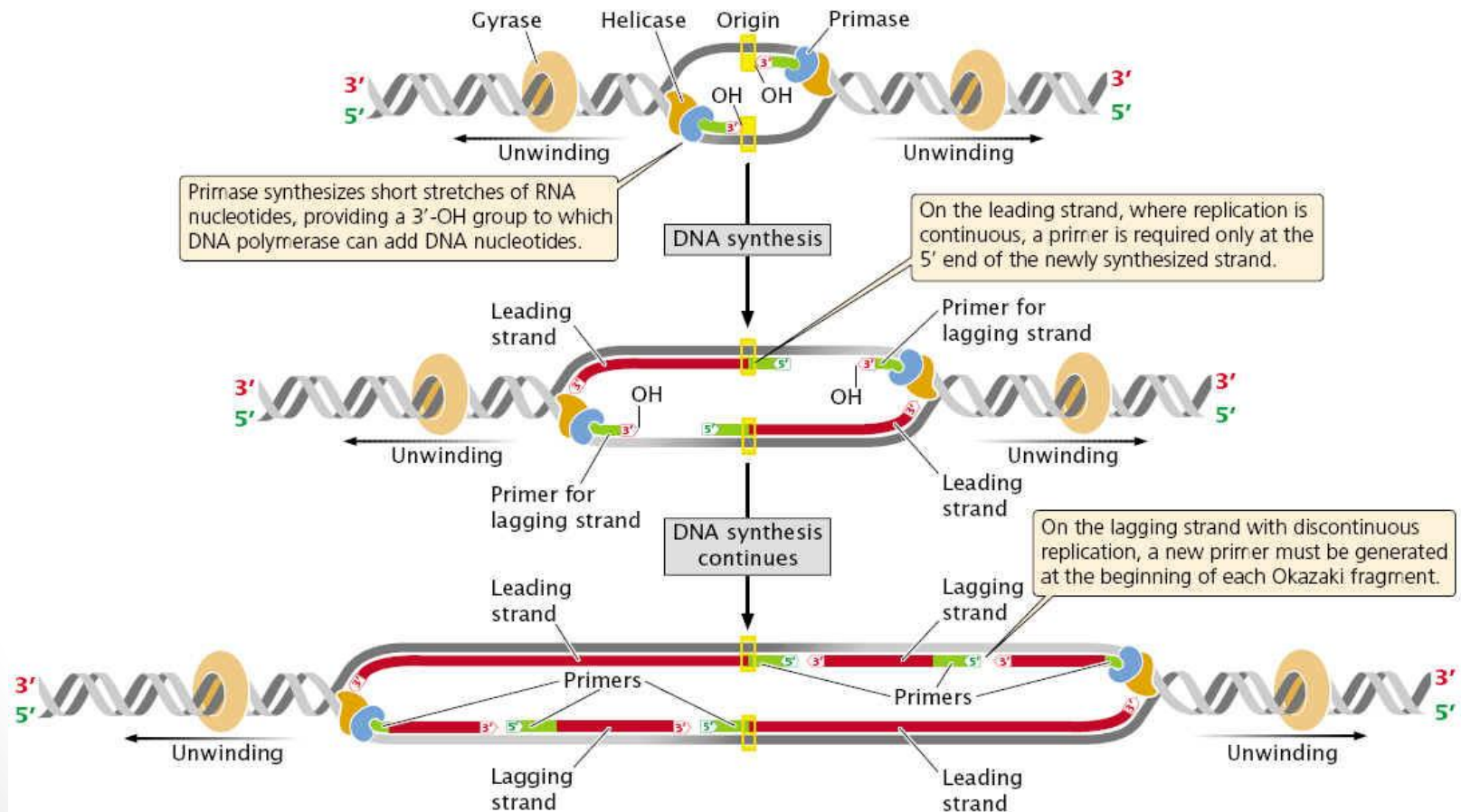


Химические формулы остатков одного из рибонуклеотидов - уридиловой кислоты (U) и гомологичного ему дезоксирибонуклеотида - тимидиловой кислоты (dT)

2. в самых древних, универсальных процессах жизненного метаболизма широко представлены именно рибонуклеотиды, а не дезоксирибонуклеотиды, включая основные энергетические носители

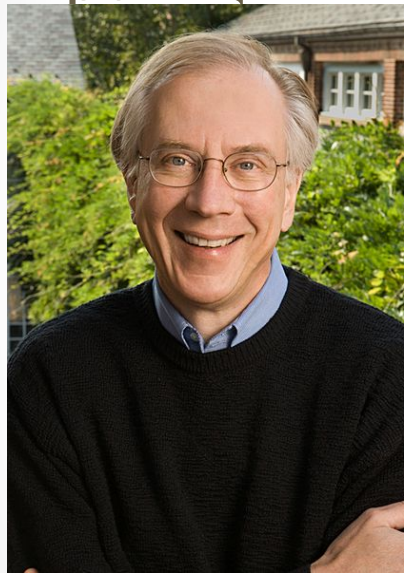


3. репликация РНК может происходить без участия ДНК, а механизм редупликации ДНК требует обязательного участия РНК-затравки в инициации синтеза цепи ДНК.



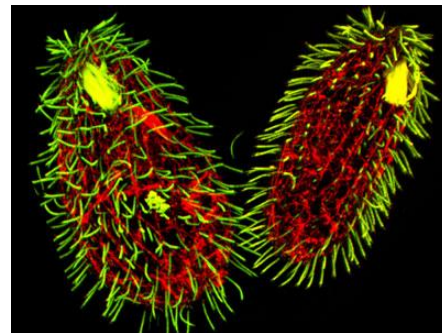
12.13 Primase synthesizes short stretches of RNA nucleotides, providing a 3'-OH group to which DNA polymerase can add DNA nucleotides.

4. обладая всеми теми же матричными и генетическими функциями, что и ДНК, РНК способна также к выполнению ряда функций, присущих белкам, включая катализ химических реакций



Каталитическая активность РНК впервые была обнаружена в 1980-е годы у пре-рРНК Томасом Чеком, изучавшим сплайсинг РНК у инфузории *Tetrahymena thermophila* (автосплайсинг), и Сидни Альтманом, работавшим с бактериальной рибонуклеазой Р.

В 1989 году Чек и Альтман получили Нобелевскую премию по химии за «обнаружение каталитических свойств РНК»

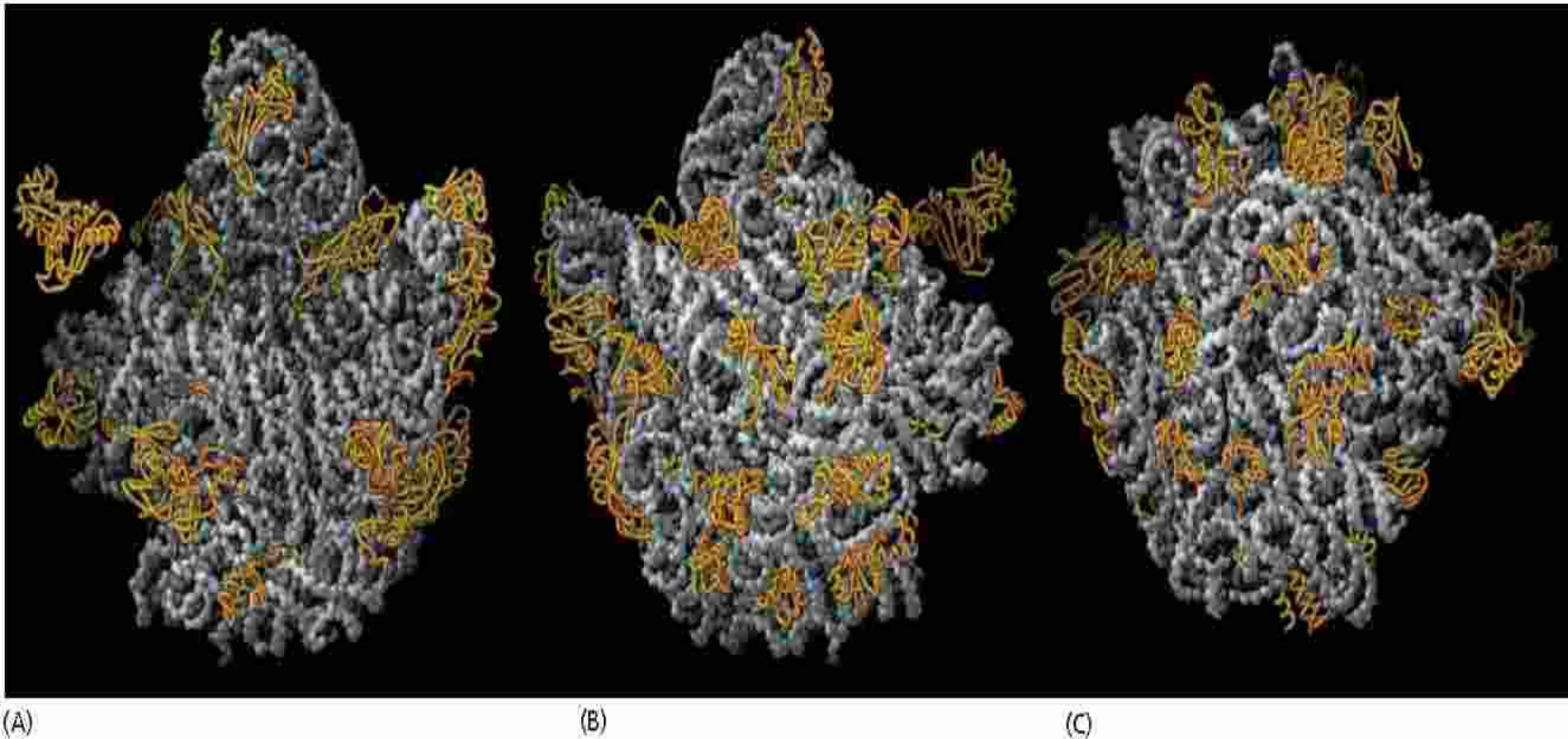


Thomas Robert
Cech

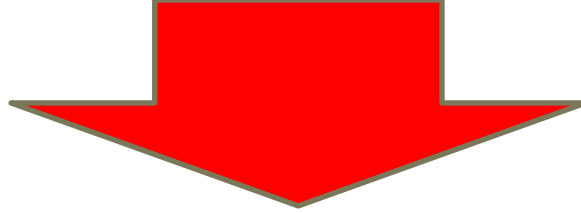
Sidney
Altman

Рибозим - это молекула РНК, обладающая каталитическим действием.

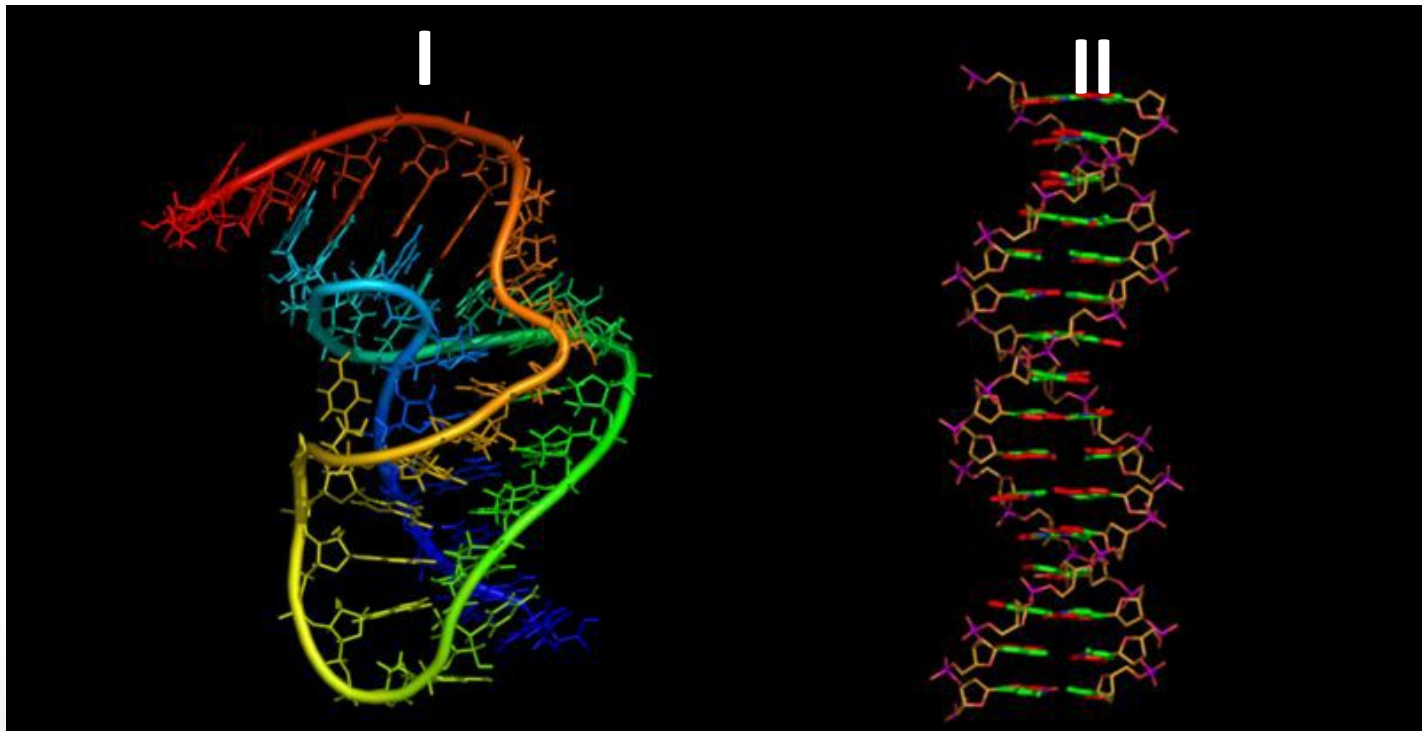
Рибосома – тоже рибозим *и живое ископаемое, как и АТФ*



Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что синтез полипептидной цепи белка в рибосоме катализируется рибосомной РНК, а не рибосомными белками.



ДНК – более позднее эволюционное приобретение – модификация РНК, специализированная для выполнения функции воспроизведения и хранения уникальных копий генов в составе клеточного генома без непосредственного участия в биосинтезе белков





В окончательном виде гипотеза мира РНК была сформирована в 1986 году нобелевским Лауреатом Уолтером Гильбертом

Схематическое представление пути происхождения жизни согласно современной концепции первичности мира РНК

**АБИОГЕННЫЕ
РИБОНУКЛЕОТИДЫ**

**ОЛИГОРИБОНУКЛЕОТИДЫ,
трансэстерификация**

ПОЛИРИБОНУКЛЕОТИДЫ

**Каталитические активности
(рибозимы)**

**Самопроцессирующиеся
и самореплицирующиеся
молекулы РНК**

Синтез белка

КОАЦЕРВАТЫ

КЛЕТКИ

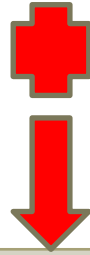
Те же условия окружающей среды, что и для образования аминокислот и пептидов

Полимеризация и сплайсинг на матрице,
размножение

**Схематическое
представление
пути происхождения
жизни
согласно современной
концепции
первичности мира РНК**

А.Б. Четверин и сотр.:
экспериментально показали, что некоторые РНК в обычной водной среде способны к спонтанной рекомбинации (обмен отрезками цепи) путем транс-этерификации. Обмен коротких отрезков цепи на длинные должен приводить к удлинению полирибонуклеотидов, а сама рекомбинация способствовать структурному многообразию молекул (каталитические активности).

Неизбежные ошибки в копировании (мутации)



рекомбинации в самореплицирующихся популяциях РНК

Всё большее разнообразие этого мира

Предполагаемый древний мир РНК – это *"самодостаточный биологический мир, в котором молекулы РНК функционировали и как генетический материал, и как энзимоподобные катализаторы"*

Возникновение биосинтеза белка

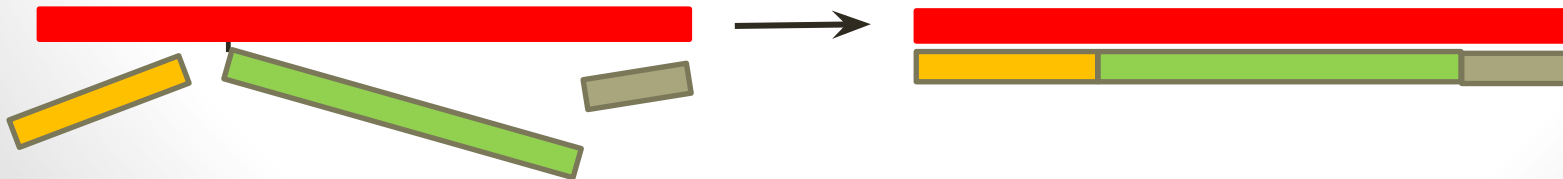
- Проблема перехода от древнего мира РНК к современному белок-синтезирующему миру - наиболее трудная даже для теоретического решения.
- Возможность абиогенного синтеза полипептидов не помогает в решении проблемы, т.к. не просматривается никакого конкретного пути, как этот синтез мог бы быть сопряжен с РНК и подпасть под генетический контроль.
- Генетически контролируемый синтез белков должен был развиваться независимо от первичного абиогенного синтеза, на базе уже существовавшего мира РНК.
- Несколько гипотез происхождения современного механизма биосинтеза белка в мире РНК

Гипотеза А.С. Спирина

(академик, директор Института

белка РАН, член Президиума РАН)

1. Абиогенно синтезируемые олигорибонуклеотиды активно рекомбинировали посредством механизма спонтанной неэнзиматической трансэстерификации, приводя к образованию удлиненных цепей РНК и давая начало их многообразию. Именно этим путем в популяции РНК и могли появиться как каталитически активные виды РНК (рибозимы), так и другие виды РНК со специализированными функциями. Неэнзиматическая рекомбинация олигонуклеотидов, комплементарно связывающихся с полинуклеотидной матрицей, могла обеспечить сшивание (сплайсинг) фрагментов, комплементарных этой матрице, в единую цепь. Именно таким способом, могло осуществляться первичное копирование (размножение) РНК. Разумеется, если появлялись рибозимы, обладавшие полимеразной активностью, то эффективность копирования на комплементарной матрице должна была значительно



2. первичный аппарат биосинтеза белка возник на базе нескольких видов специализированных РНК до появления аппарата энзиматической (полимеразной) репликации генетического материала - РНК и ДНК.

Этот первичный аппарат включал:

- каталитически активную про-рРНК, обладавшую пептидил-трансферазной активностью;
- набор про-тРНК, специфически связывающих аминокислоты или короткие пептиды;
- другую про-рРНК, способную взаимодействовать одновременно с каталитической прорибосомной РНК, про-мРНК и про-тРНК.

Такая система уже могла синтезировать полипептидные цепи за счет реакции транспептидации.

Среди прочих каталитически активных белков появились и белки, катализирующие полимеризацию нуклеотидов - репликазы.

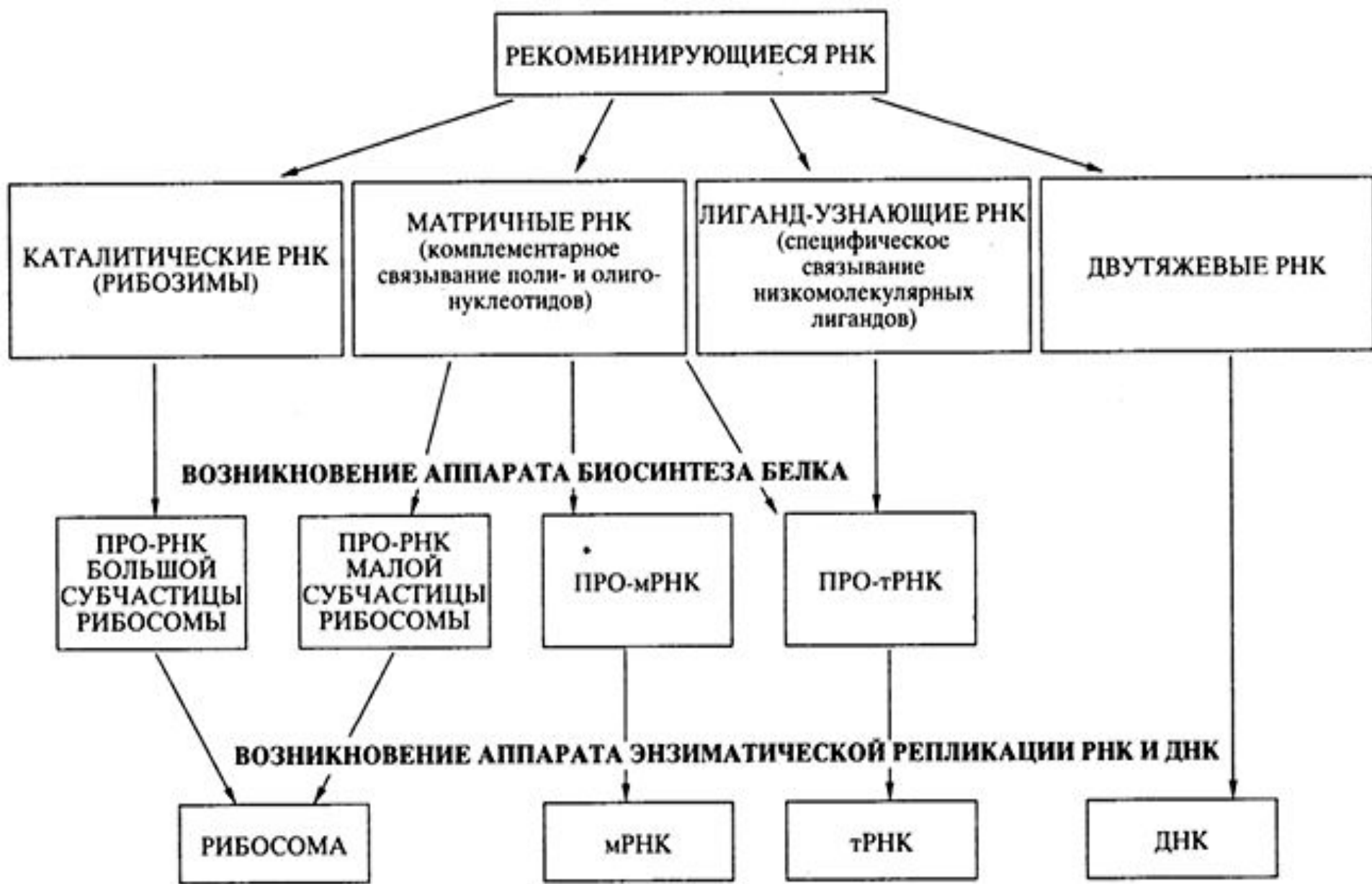


Схема эволюции и специализации молекул РНК в процессе перехода от древнего мира РНК к современному миру генетически детерминированного биосинтеза белков (по А.С. Спирину)

Альтернативная гипотеза А.Д. Альтштейна (Институт биологии гена РАН)

Репликация генетического материала и его трансляция - синтез белка - возникали и эволюционировали одновременно и сопряженно, начиная с взаимодействия абиогенно синтезирующихся олигонуклеотидов и аминокислот - смешанных ангидридов аминокислот и нуклеотидов

Спасибо за внимание!