

# НАУЧНАЯ РАБОТА

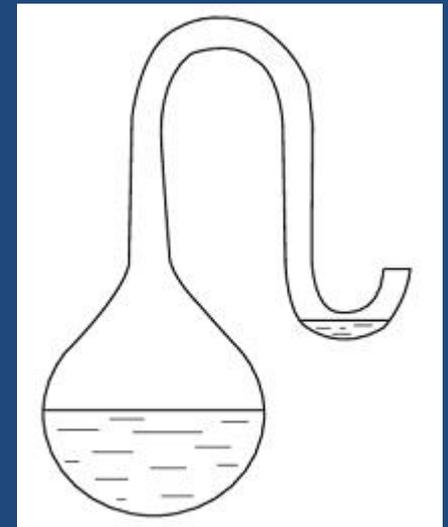
По теме: Теории  
происхождения жизни на  
земле

Написал: Исак Болатбек



В связи с этим в 1859 г. французская Академия объявила о присуждении премии тому, кто окончательно решит вопрос о возможности или невозможности самозарождения жизни. Эту премию получил в 1862 г. знаменитый французский химик и микробиолог Луи Пастер. Так же как Спаланцани, он прокипятил питательный бульон в стеклянной колбе, но колба была не обычная, а с горлышком в виде S-образной трубки. Воздух, а следовательно и «жизненная сила», могли проникать в колбу, но пыль, а вместе с нею и микроорганизмы, присутствующие в воздухе, оседали в нижнем колене S-образной трубки, и бульон в колбе оставался стерильным (рис.ниже). Однако стоило сломать горло колбы или ополоснуть стерильным бульоном нижнее колено S-образной трубки, как бульон начинал быстро мутнеть — в нем появлялись микроорганизмы. Таким образом, благодаря работам Луи Пастера теория самозарождения была признана несостоятельной и в научном мире утвердилась теория биогенеза, краткая формулировка которой — **«все живое — от живого»**.

Однако, если все живые организмы в исторически обозримый период развития человечества происходят только от других живых организмов, естественно возникает вопрос: когда и каким образом появились на Земле первые живые организмы?



# Теория №2: Теория креационизма

- **Теория креационизма** предполагает, что все живые организмы (либо только простейшие их формы) были в определенный период времени сотворены («сконструированы») неким сверхъестественным существом (божеством, абсолютной идеей, сверхразумом, сверхцивилизацией и т.п.). Очевидно, что именно этой точки зрения с глубокой древности придерживались последователи большинства ведущих религий мира, в частности христианской и исламской религии.
- Теория креационизма и в настоящее время достаточно широко распространена, причем не только в религиозных, но и в научных кругах. Обычно ее используют для объяснения наиболее сложных, не имеющих на сегодняшний день решения вопросов биохимической и биологической эволюции, связанных с возникновением белков и нуклеиновых кислот, формированием механизма взаимодействия между ними, возникновением и формированием отдельных сложных органелл или органов (таких, как рибосома, глаз или мозг). Актами периодической «сотворения» объясняется и отсутствие четких переходных звеньев от одного типа животных к другому, например от червей к членистоногим, от обезьяны к человеку и т.п. Необходимо подчеркнуть, что философский спор о первичности сознания (сверхразума, абсолютной идеи, божества) либо материи принципиально не разрешим, однако, поскольку попытка объяснить любые трудности современной биохимии и эволюционной теории принципиально непостижимыми сверхъестественными актами творения выводит эти вопросы за рамки научных исследований, теорию креационизма нельзя отнести к разряду научных теорий происхождения жизни на Земле.

# Теория №3: Теория стационарного состояния панспермии

- Обе эти теории представляют собой взаимодополняющие элементы единой картины мира, сущность которой заключается в следующем: вселенная существует вечно и в ней вечно существует жизнь (стационарное состояние). Жизнь переносится с планеты на планету путешествующими в космическом пространстве «семенами жизни», которые могут входить в состав комет и метеоритов (панспермия). Подобных взглядов на происхождение жизни придерживался, в частности, основоположник учения о биосфере академик В.И. Вернадский.
- Однако теория стационарного состояния, предполагающая бесконечно долгое существование вселенной, не согласуется с данными современной астрофизики, согласно которым вселенная возникла сравнительно недавно (около 16 млрд лет т.н.) путем первичного взрыва.
- Очевидно, что обе теории (панспермии и стационарного состояния) вообще не предлагают объяснения механизма первичного возникновения жизни, перенося его на другие планеты (панспермия) либо отодвигая по времени в бесконечность (теория стационарного состояния).

# Теория №4: Теория А.И.Опарина

- Из всех теорий происхождения жизни наиболее распространенной и признанной в научном мире является теория биохимической эволюции, предложенная в 1924 г. советским биохимиком академиком А.И. Опариным (в 1936 г. он подробно изложил ее в своей книге «Возникновение жизни»).
- Сущность этой теории состоит в том, что биологической эволюции — т.е. появлению, развитию и усложнению различных форм живых организмов, предшествовала химическая эволюция — длительный период в истории Земли, связанный с появлением, усложнением и совершенствованием взаимодействия между элементарными единицами, «кирпичиками», из которых состоит все живое — органическими молекулами.

## • Предбиологическая (химическая) эволюция

- По мнению большинства ученых (в первую очередь астрономов и геологов), Земля сформировалась как небесное тело около 5 млрд лет т.н. путем конденсации частиц вращавшегося вокруг Солнца газопылевого облака.
- Под влиянием сил сжатия частицы, из которых формируется Земля, выделяют огромное количество тепла. В недрах Земли начинаются термоядерные реакции. В результате Земля сильно разогревается. Таким образом, 5 млрд лет т.н. Земля представляла собой несущийся в космическом пространстве раскаленный шар, температура поверхности которой достигала 4000-8000°C (рис. 2.4.1.1).
- Постепенно, за счет излучения тепловой энергии в космическое пространство, Земля начинает остывать. Около 4 млрд лет т.н. Земля остывает настолько, что на ее поверхности формируется твердая кора; одновременно из ее недр вырываются легкие, газообразные вещества, поднимающиеся вверх и формирующие первичную атмосферу. По составу первичная атмосфера существенно отличалась от современной. Свободный кислород в атмосфере древней Земли, по-видимому, отсутствовал, а в ее состав входили вещества в восстановленном состоянии, такие, как водород ( $H_2$ ), метан ( $CH_4$ ), аммиак ( $NH_3$ ), пары воды ( $H_2O$ ), а возможно, также азот ( $N_2$ ), окись и двуокись углерода ( $CO$  и  $CO_2$ ).

- Восстановительный характер первичной атмосферы Земли чрезвычайно важен для зарождения жизни, поскольку вещества в восстановленном состоянии обладают высокой реакционной способностью и в определенных условиях способны взаимодействовать друг с другом, образуя органические молекулы. Отсутствие в атмосфере первичной Земли свободного кислорода (практически весь кислород Земли был связан в виде окислов) также является важной предпосылкой возникновения жизни, поскольку кислород легко окисляет и тем самым разрушает органические соединения. Поэтому при наличии в атмосфере свободного кислорода накопление на древней Земле значительного количества органических веществ было бы невозможно.
- **Около 5 млрд лет т.п.** — возникновение Земли как небесного тела; температура поверхности — 4000-8000°C
- **Около 4 млрд лет т.н.** - формирование земной коры и первичной атмосферы
- **При температуре 1000°C** — в первичной атмосфере начинается синтез простых органических молекул
- Энергию для синтеза дают:
- Температура первичной атмосферы ниже 100°C — формирование первичного океана -
- Синтез сложных органических молекул — биополимеров из простых органических молекул:
- простые органические молекулы — мономеры
- сложные органические молекулы — биополимеры

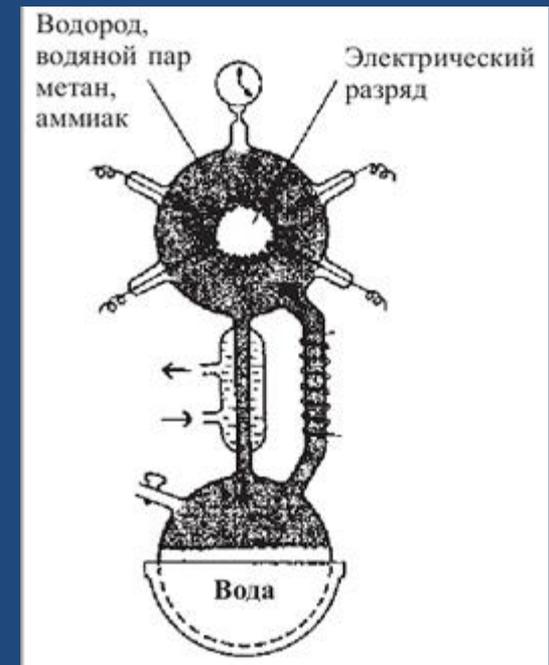


Рис.слева. Основные этапы химической эволюции

- Когда температура первичной атмосферы достигает  $1000^{\circ}\text{C}$ , в ней начинается синтез простых органических молекул, таких, как аминокислоты, нуклеотиды, жирные кислоты, простые сахара, многоатомные спирты, органические кислоты и др. Энергию для синтеза поставляют грозовые разряды, вулканическая деятельность, жесткое космическое излучение и, наконец, ультрафиолетовое излучение Солнца, от которого Земля еще не защищена озоновым экраном, причем именно ультрафиолетовое излучение ученые считают основным источником энергии для абиогенного (т.е. проходящего без участия живых организмов) синтеза органических веществ.
- Признанию и широкому распространению теории А.И. Опарина во многом способствовало то, что процессы абиогенного синтеза органических молекул легко воспроизводятся в модельных экспериментах.
- Возможность синтеза органических веществ из неорганических была известна с начала 19 в. Уже в 1828 г. выдающийся немецкий химик Ф. Вёлер синтезировал органическое вещество — мочевину из неорганической — циановокислого аммония. Однако возможность абиогенного синтеза органических веществ в условиях, близких к условиям древней Земли, была впервые показана в опыте С. Миллера.

- В 1953 г. молодой американский исследователь, студент-дипломник Чикагского университета Стенли Миллер воспроизвел в стеклянной колбе с впаянными в нее электродами первичную атмосферу Земли, которая, по мнению ученых того времени, состояла из водорода метана  $\text{CH}_4$ , аммиака  $\text{NH}_3$ , и паров воды  $\text{H}_2\text{O}$  (рис. 2.4.1.2). Через эту газовую смесь С. Миллер в течение недели пропускал электрические разряды, имитирующие грозовые. По окончании эксперимента в колбе были обнаружены  $\alpha$ -аминокислоты (глицин, аланин, аспарагин, глутамин), органические кислоты (янтарная, молочная, уксусная, гликоколовая), у-оксимасляная кислота и мочевины. При повторении опыта С. Миллеру удалось получить отдельные нуклеотиды и короткие полинуклеотидные цепочки из пяти-шести звеньев.

Рис.справа. Установка  
Стенли Миллера



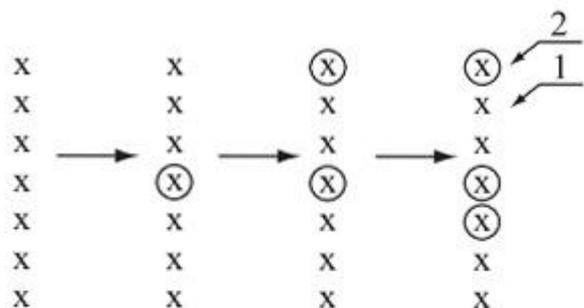
- В дальнейших опытах по абиогенному синтезу, проводимых различными исследователями, использовались не только электрические разряды, но и другие виды энергии, характерные для древней Земли, — космическое, ультрафиолетовое и радиоактивное излучения, высокие температуры, присущие вулканической деятельности, а также разнообразные варианты газовых смеси, имитирующих первичную атмосферу. В результате был получен практически весь спектр органических молекул, характерных для живого: аминокислоты, нуклеотиды, жироподобные вещества, простые сахара, органические кислоты.
- Более того, абиогенный синтез органических молекул может происходить на Земле и в настоящее время (например, в процессе вулканической деятельности). При этом в вулканических выбросах можно обнаружить не только синильную кислоту  $\text{HCN}$ , являющуюся предшественником аминокислот и нуклеотидов, но и отдельные аминокислоты, нуклеотиды и даже такие сложные по строению органические вещества, как порфирины. Абиогенный синтез органических веществ возможен не только на Земле, но и в космическом пространстве. Простейшие аминокислоты обнаружены в составе метеоритов и комет.
- Когда температура первичной атмосферы опустилась ниже  $100^\circ\text{C}$ , на Землю обрушились горячие дожди и появился первичный океан. С потоками дождя в первичный океан поступали абиогенно синтезированные органические вещества, что превратило его, по образному выражению английского биохимика Джона Холдейна, в разбавленный «первичный бульон». По-видимому, именно в первичном океане начинаются процессы образования из простых органических молекул — мономеров сложных органических молекул — биополимеров

- Однако процессы полимеризации отдельных нуклеогидов, аминокислот и Сахаров — это реакции конденсации, они протекают с отщеплением воды, следовательно, водная среда способствует не полимеризации, а, напротив, гидролизу биополимеров (т.е. разрушению их с присоединением воды).
- Образование биополимеров (в частности, белков из аминокислот) могло происходить в атмосфере при температуре около  $180^{\circ}\text{C}$ , откуда они смывались в первичный океан с атмосферными осадками. Кроме того, возможно, на древней Земле аминокислоты концентрировались в пересыхающих водоемах и полимеризовались в сухом виде под действием ультрафиолетового света и тепла лавовых потоков.
- Несмотря на то что вода способствует гидролизу биополимеров, в живой клетке синтез биополимеров осуществляется именно в водной среде. Этот процесс катализируют особые белки-катализаторы — ферменты, а необходимая для синтеза энергия выделяется при распаде аденозинтрифосфорной кислоты — АТФ. Возможно, синтез биополимеров в водной среде первичного океана катализировался поверхностью некоторых минералов. Экспериментально показано, что раствор аминокислоты аланина может полимеризоваться в водной среде в присутствии особого вида глинозема. При этом образуется пептид полиаланин. Реакция полимеризации аланина сопровождается распадом АТФ.
- Полимеризация нуклеотидов проходит легче, чем полимеризация аминокислот. Показано, что в растворах с высокой концентрацией солей отдельные нуклеотиды самопроизвольно полимеризуются, превращаясь в нуклеиновые кислоты.
- Жизнь всех современных живых существ — это процесс непрерывного взаимодействия важнейших биополимеров живой клетки — белков и нуклеиновых кислот.

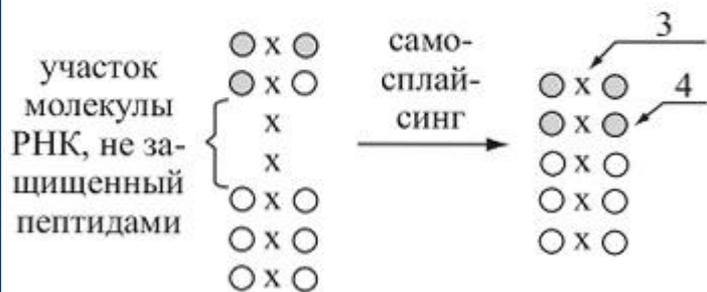


- Таким образом, тайна зарождения жизни — это тайна возникновения механизма взаимодействия белков и нуклеиновых кислот. Какими же сведениями об этом процессе располагает современная наука? Какие молекулы явились первичной основой жизни — белки или нуклеиновые кислоты?
- Ученые полагают, что несмотря на ключевую роль белков в обмене веществ современных живых организмов, первыми «живыми» молекулами были не белки, а нуклеиновые кислоты, а именно рибонуклеиновые кислоты (РНК).
- В 1982 г. американский биохимик Томас Чек открыл автокаталитические свойства РНК. Он экспериментально показал, что в среде, содержащей в высокой концентрации минеральные соли, рибонуклеотиды спонтанно (самопроизвольно) полимеризуются, образуя полинуклеотиды — молекулы РНК. На исходных поли- нуклеотидных цепях РНК, как на матрице, путем спаривания комплементарных азотистых оснований образуются РНК-ко-пии. Реакция матричного копирования РНК катализируется исходной молекулой РНК и не требует участия ферментов либо других белков.
- Дальнейшие события достаточно хорошо объясняются процессом, который можно было бы назвать «естественным отбором» на уровне молекул. При самокопировании (самосборке) молекул РНК неизбежно возникают неточности, ошибки. Содержащие ошибки копии РНК снова копируются. При повторном копировании вновь могут возникнуть ошибки. В результате популяция молекул РНК на определенном участке первичного океана будет неоднородна.
- Поскольку параллельно с процессами синтеза идут и процессы распада РНК, в реакционной среде будут накапливаться молекулы, обладающие либо большей стабильностью, либо лучшими автокаталитическими свойствами (т.е. молекулы, которые быстрее себя копируют, быстрее «размножаются»).
- На некоторых молекулах РНК, как на матрице, может происходить самосборка небольших белковых фрагментов — пептидов. Вокруг молекулы РНК образуется белковый «чехол».
- Наряду с автокаталитическими функциями Томас Чек обнаружил у молекул РНК и явление самосплайсинга. В результате самосплайсинга участки РНК, не защищенные пептидами, самопроизвольно удаляются из РНК (они как бы «вырезаются» и «выбрасываются»), а оставшиеся участки РНК, кодирующие белковые фрагменты, «срастаются», т.е. самопроизвольно объединяются в единую молекулу. Эта новая молекула РНК уже будет кодировать большой сложный белок





a)



б)

Рис.слева. Гипотеза возникновения взаимодействия белков и нуклеиновых кислот



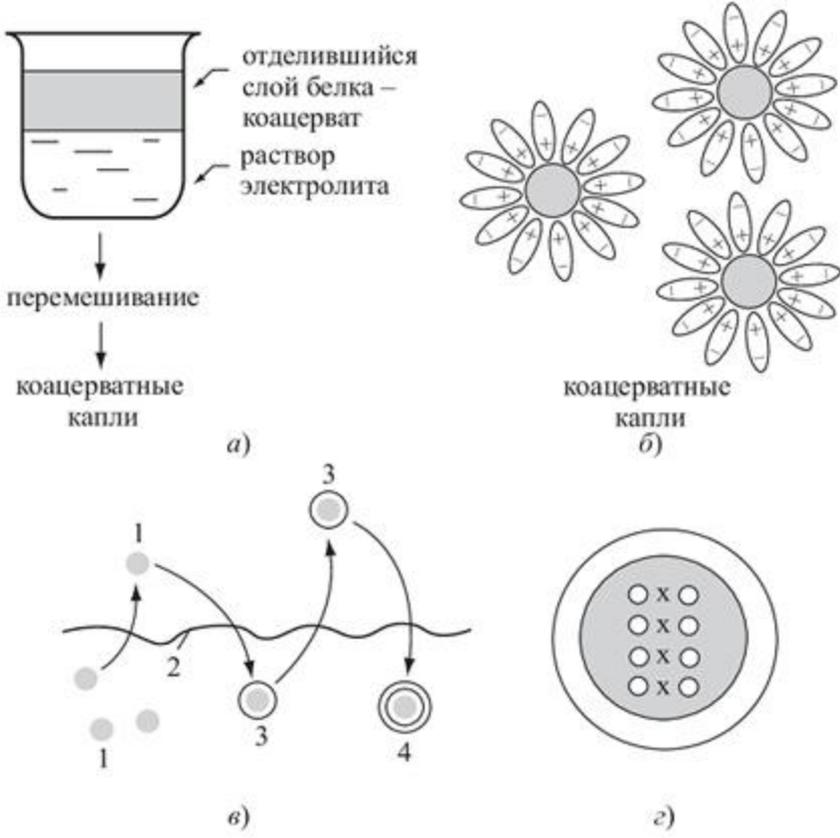


Рис.слева. Возможный путь перехода от коацерватных капель к примитивным клешам

- Б) образование коацервата; стабилизация коацерватных капель в водном растворе; формирование вокруг капли двойного липидного слоя, похожего на клеточную мембрану: 1 — коацерватная капля; 2 — мономолекулярный слой липида на поверхности водоема; 3 — формирование вокруг капли одинарного липидного слоя; 4 — формирование вокруг капли двойного липидного слоя, похожего на клеточную мембрану; коацерватная капля, окруженная двойным липидным слоем, с вошедшим в ее состав белково-нуклеотидным комплексом — прообраз первой живой клетки