



Биохими- ческая ЭВОЛЮЦИЯ

Доказательства и развитие
«коацерватной теории»
А. И. Опарина

Введение



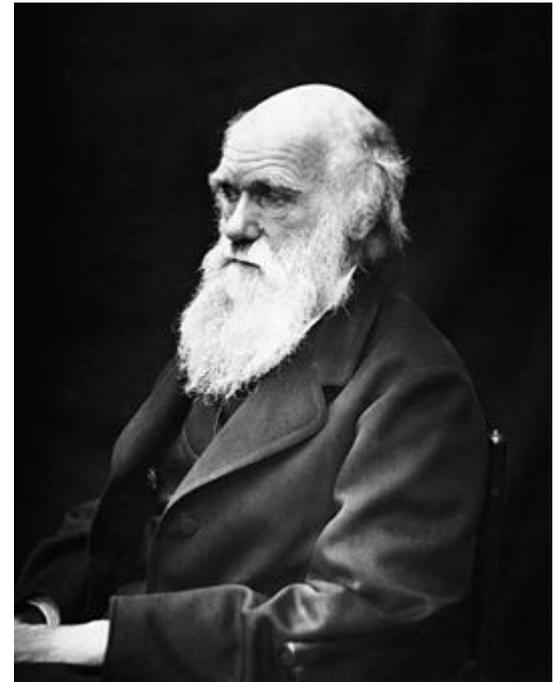
Теория абиогенной молекулярной эволюции жизни из неорганических веществ была создана русским учёным **А. И. Опариным** (1924) и английским учёным **Дж. Холдейном** (1929). По мнению естествоведов, Земля появилась примерно 4,5—7 млрд лет назад. Вначале Земля представляла собой пылевидное

облако, температура которого колебалась в пределах 4000—8000°C. Постепенно в процессе охлаждения тяжёлые элементы начали располагаться в центре нашей планеты, а более лёгкие — по периферии.

Предполагается, что самые простые живые организмы на Земле появились **3,5 млрд лет назад**. Жизнь есть результат сначала химической, а затем биологической эволюции.

УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЖИЗНИ

- По утверждению Дарвина, жизнь может зародиться только в условиях её отсутствия. Вновь образовавшиеся органические вещества немедленно уничтожаются гетеротрофными микроорганизмами. Именно поэтому в настоящее время невозможно самозарождение жизни.
- Вторым необходимым условием зарождения жизни на Земле является отсутствие кислорода в первичной атмосфере, так как наличие кислорода привело бы к расщеплению вновь образующихся органических веществ.



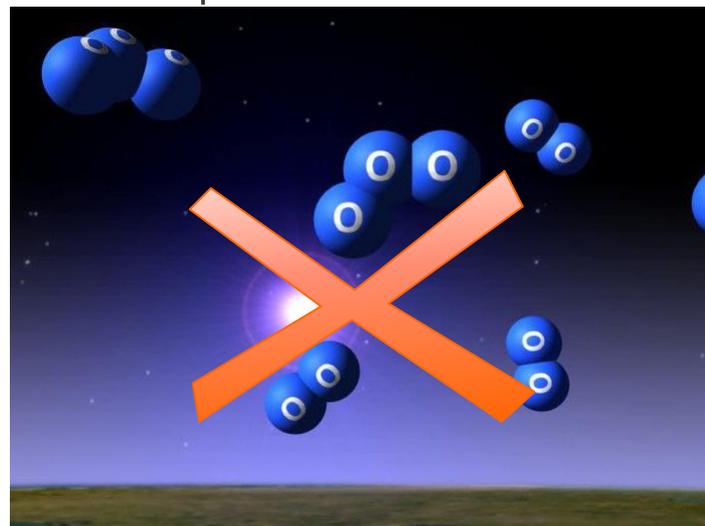
Предбиологическая (химическая) эволюция

Земля возникла около 5 млрд лет назад; первоначально температура её поверхности была очень высокой (4000-8000°C). По мере её остывания образовалась твёрдая поверхность (земная кора - литосфера). Атмосфера, первоначально состоявшая из лёгких газов (H_2 , He), не могла эффективно удерживаться недостаточно плотной Землёй, и эти газы улетучились. Более тяжёлыми: H_2O , CO_2 , NH_3 , CH_4 . Когда температура Земли опустилась ниже 100°C, водяной пар начал конденсироваться, образуя мировой океан.



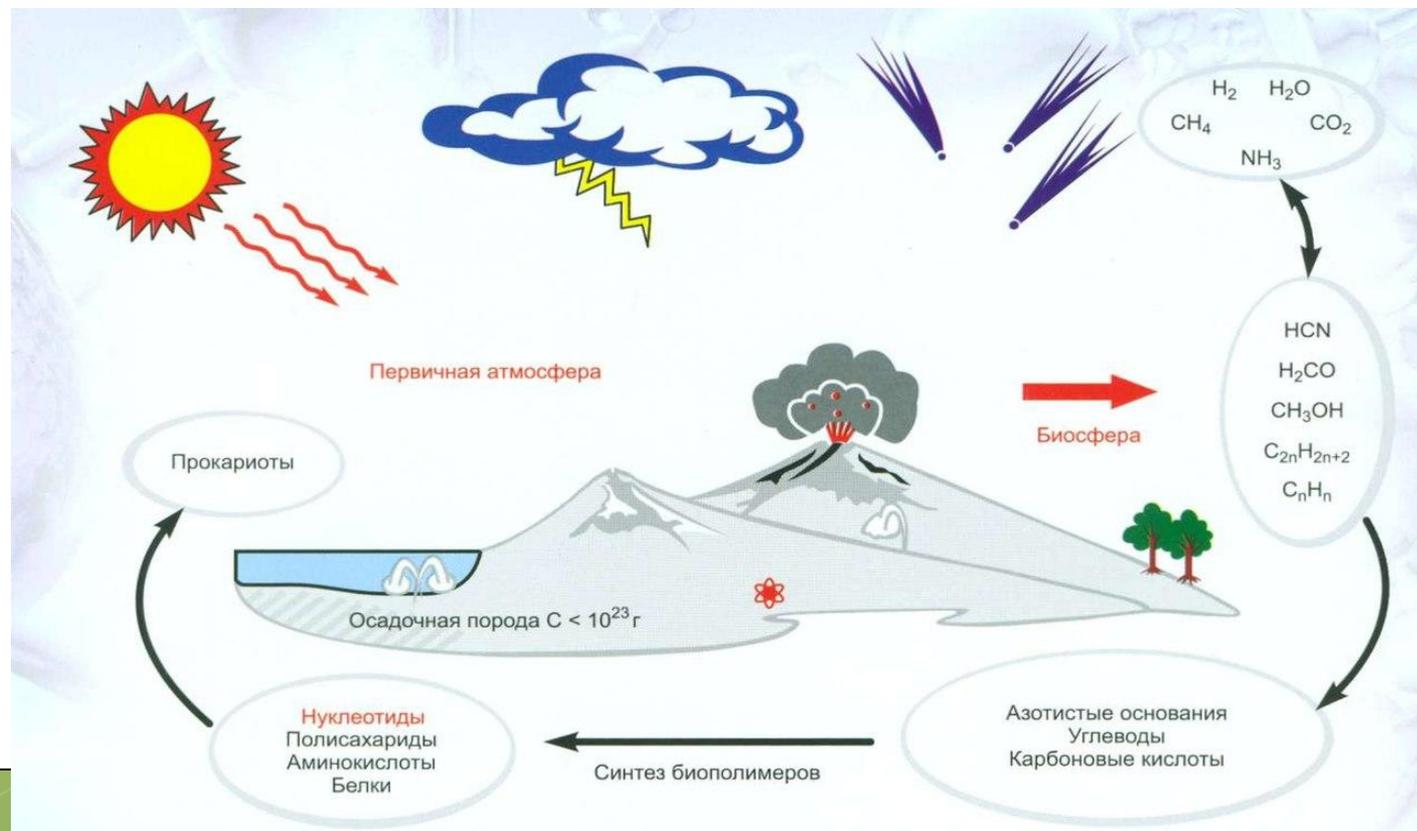
Предбиологическая (химическая) эволюция

Атмосфера была восстановительной. 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 также является важной предпосылкой возникновения жизни, поскольку кислород легко окисляет и тем самым разрушает органические соединения.



Образование органических веществ

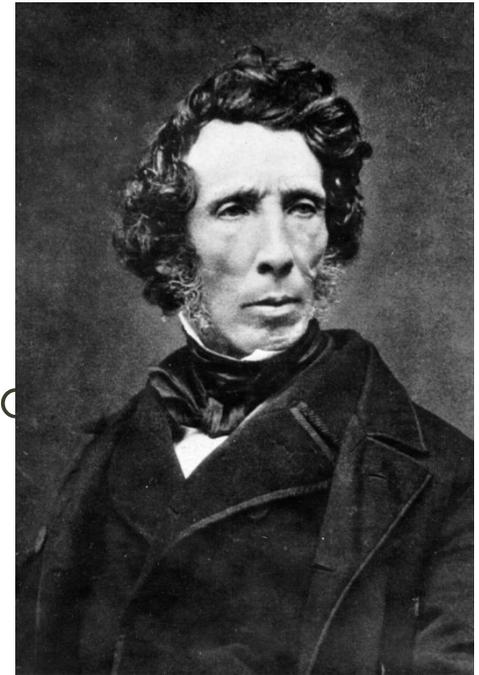
В это время состоялся абиогенный синтез, то есть «в первичном бульоне» под влиянием вулканического тепла, разрядов молний, интенсивной ультрафиолетовой радиации и других факторов среды начался синтез более сложных органических соединений, а затем и биополимеров.



Образование органических веществ

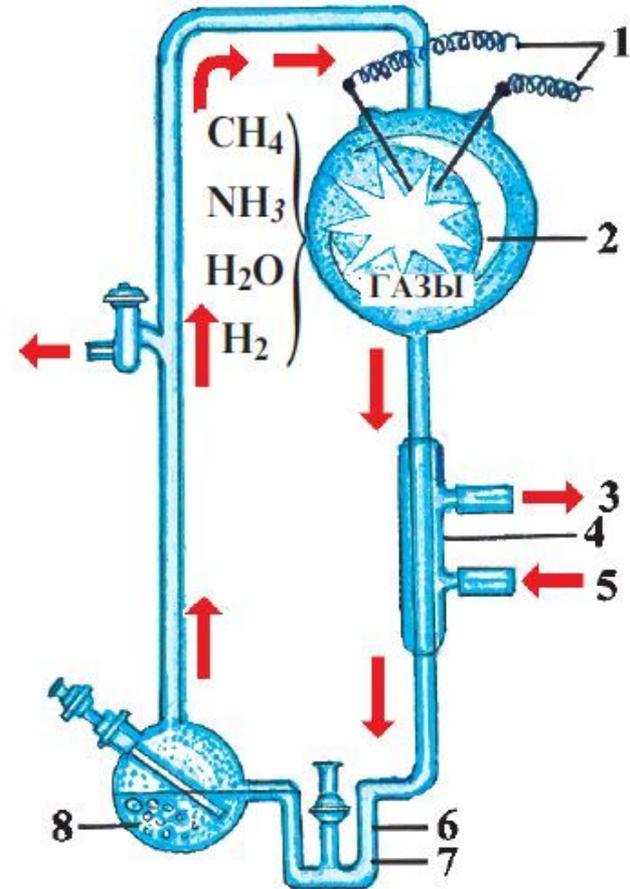
Признанию и широкому распространению теории А.И. Опарина во многом способствовало то, что процессы абиогенного синтеза органических молекул легко воспроизводятся в модельных экспериментах.

Возможность синтеза органических веществ из неорганических была доказана ещё с начала 19 в. Уже в **1828 году** выдающийся немецкий химик **Фридрих 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 Стенли Миллера.



Образование органических веществ

С. Миллер (1953) создал опытную модель первичных условий Земли. Воздействуя на нагретый метан, аммиак, водород и водяные пары электрическим разрядом, он осуществил синтез таких аминокислот, как аспарагин, глицин, глутамин (в такой системе газы имитировали атмосферу, электрический разряд — молнии).



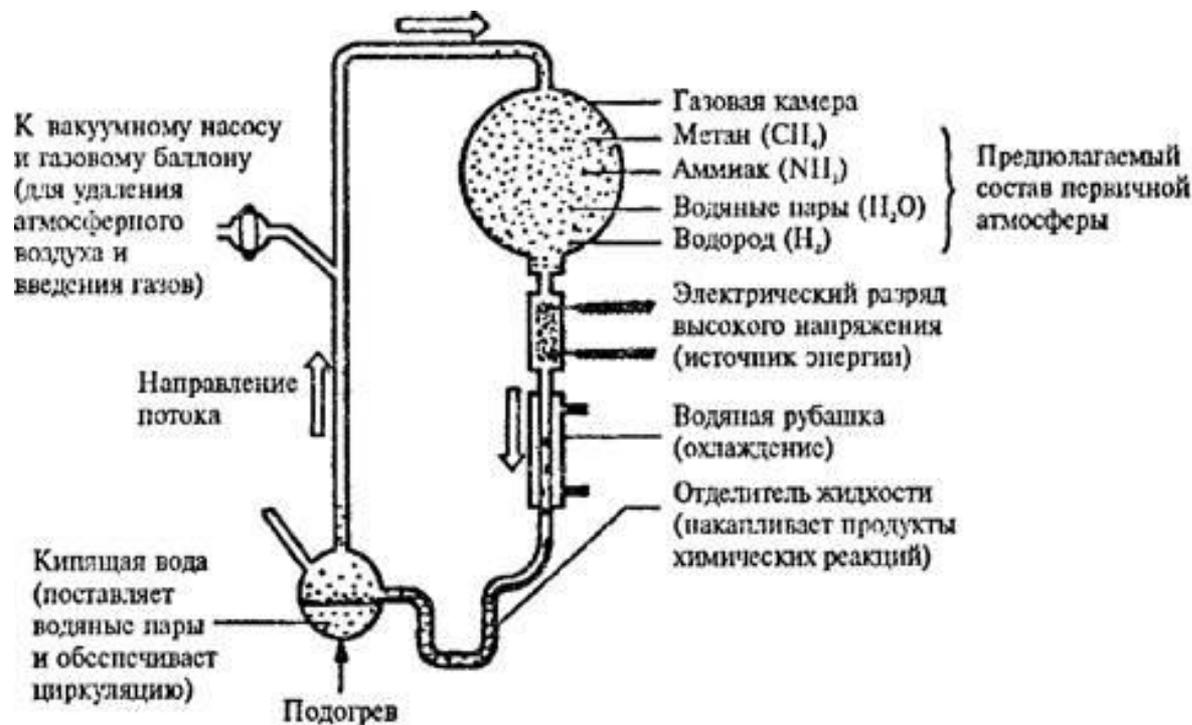
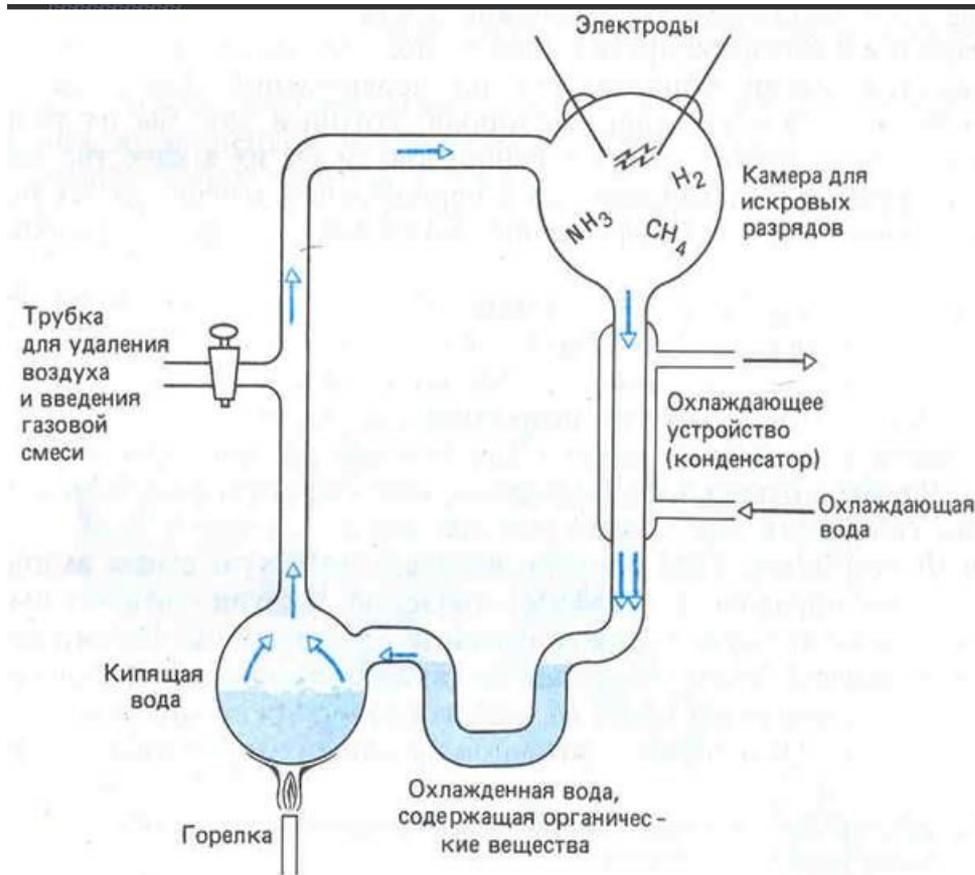


Рис. 2. Установка Стэнли Миллера, в которой он синтезировал аминокислоты из газов, создав условия, предположительно существовавшие в атмосфере первобытной Земли. Газы и водяные пары, циркулировавшие в установке под высоким давлением, подвергали в течение недели воздействию высокого напряжения. После этого вещества, собранные в "ловушке", исследовали методом хроматографии на бумаге. В общей сложности было выделено 15 аминокислот, в том числе глицин, аланин и аспарагиновая кислота

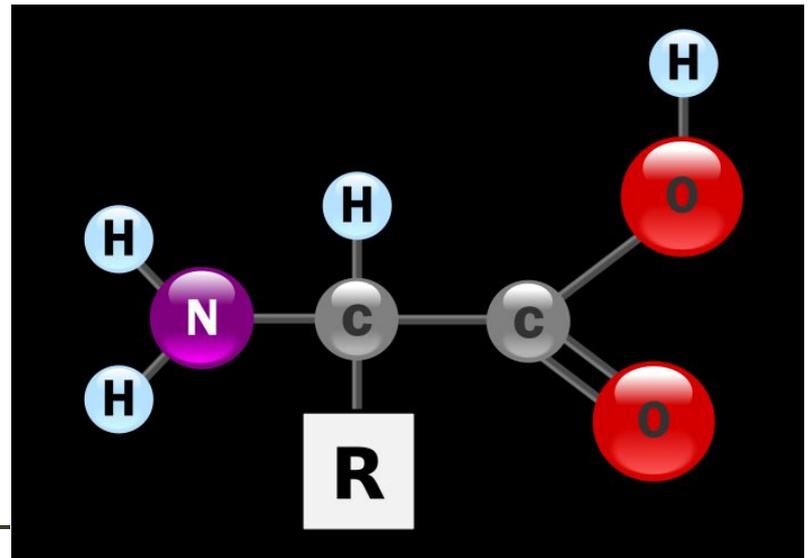
Образование органических веществ

После этого Орджел в Институте Солка в сходном эксперименте синтезировал нуклеотидные цепи длиной в 6 мономерных единиц (простые нуклеиновые кислоты).



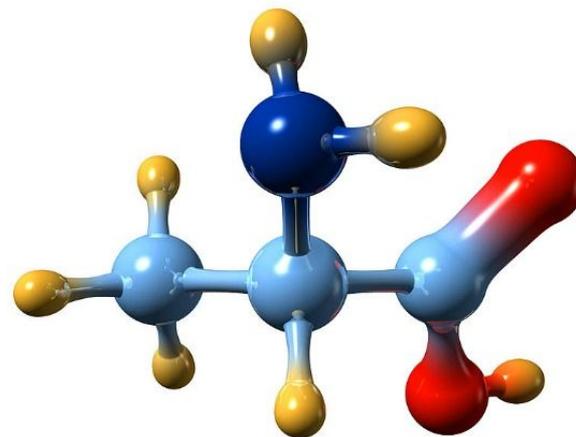
Образование органических веществ

В 1961 году Хуан Оро из альдегидов и синильной кислоты HCN, полученных в эксперименте Миллера, синтезировал серин, рибозу и аденин. Как известно, из рибозы, аденина и трифосфата возникает аденозинтрифосфат (АТФ), который используется в организме в качестве энергоносителя и строительного элемента (как монофосфат) рибонуклеиновых кислот (РНК). А это доказывает возможность дальнейшего образования в процессе химической эволюции сложных органических веществ.

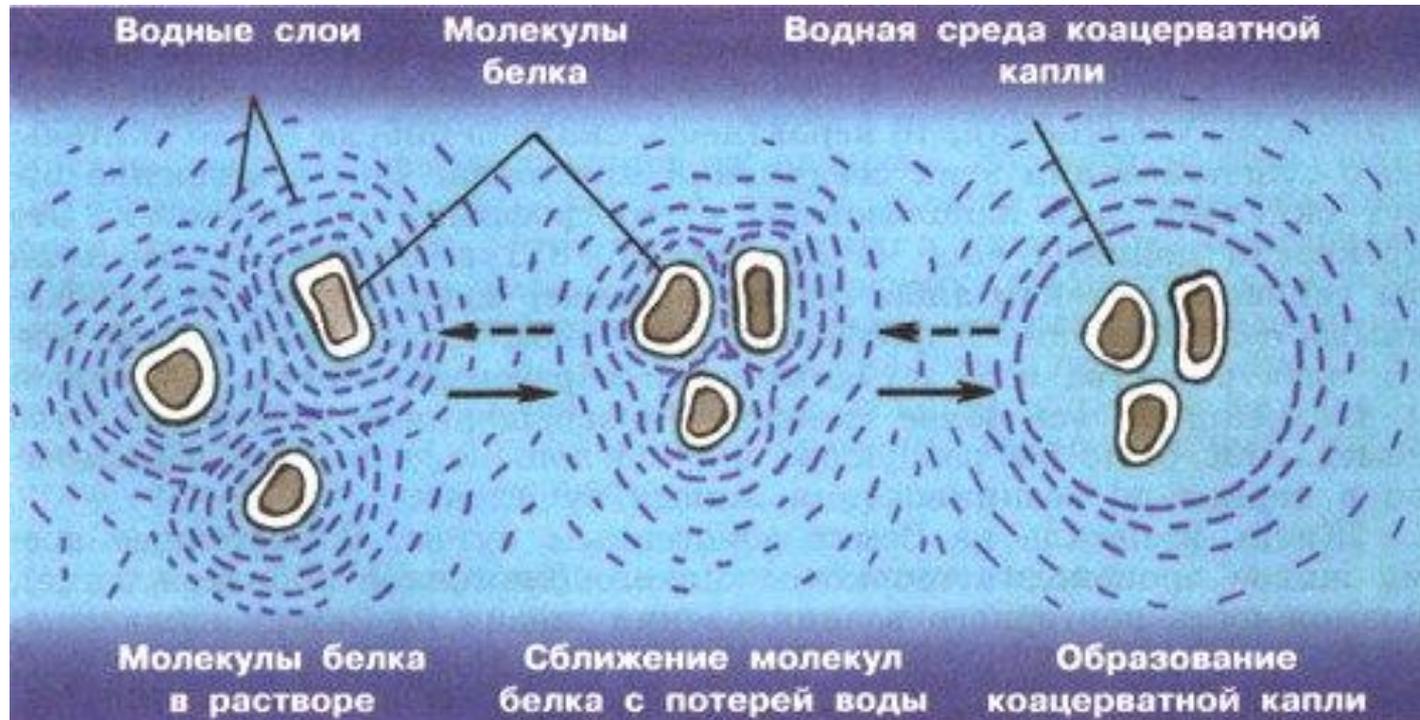


Полимеризация мономеров

Доказать полимеризацию в естественных условиях трудно, т.к. полимеры легко разрушаются. Т.е. реакции полимеризации и поликонденсации могли идти только при мягких условиях реакции при наличии катализаторов. Данные реакции по предложению Дж. Д. Бернала могли осуществляться на границе земля – вода, на скоплениях глин, которые являются прекрасными адсорбентами. Экспериментально показано, что раствор аминокислоты аланина может полимеризоваться в водной среде в присутствии особого вида глинозема.

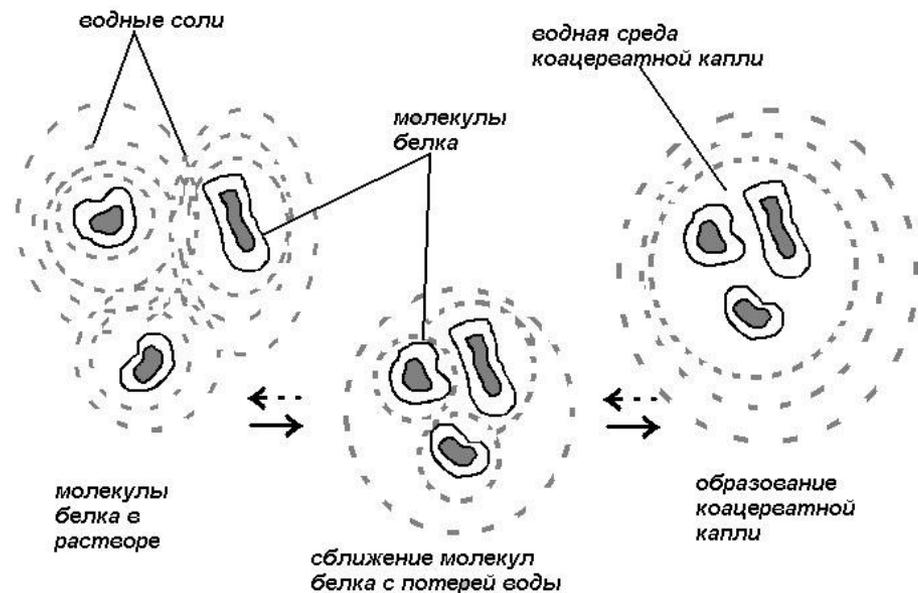


Появление коацерватов



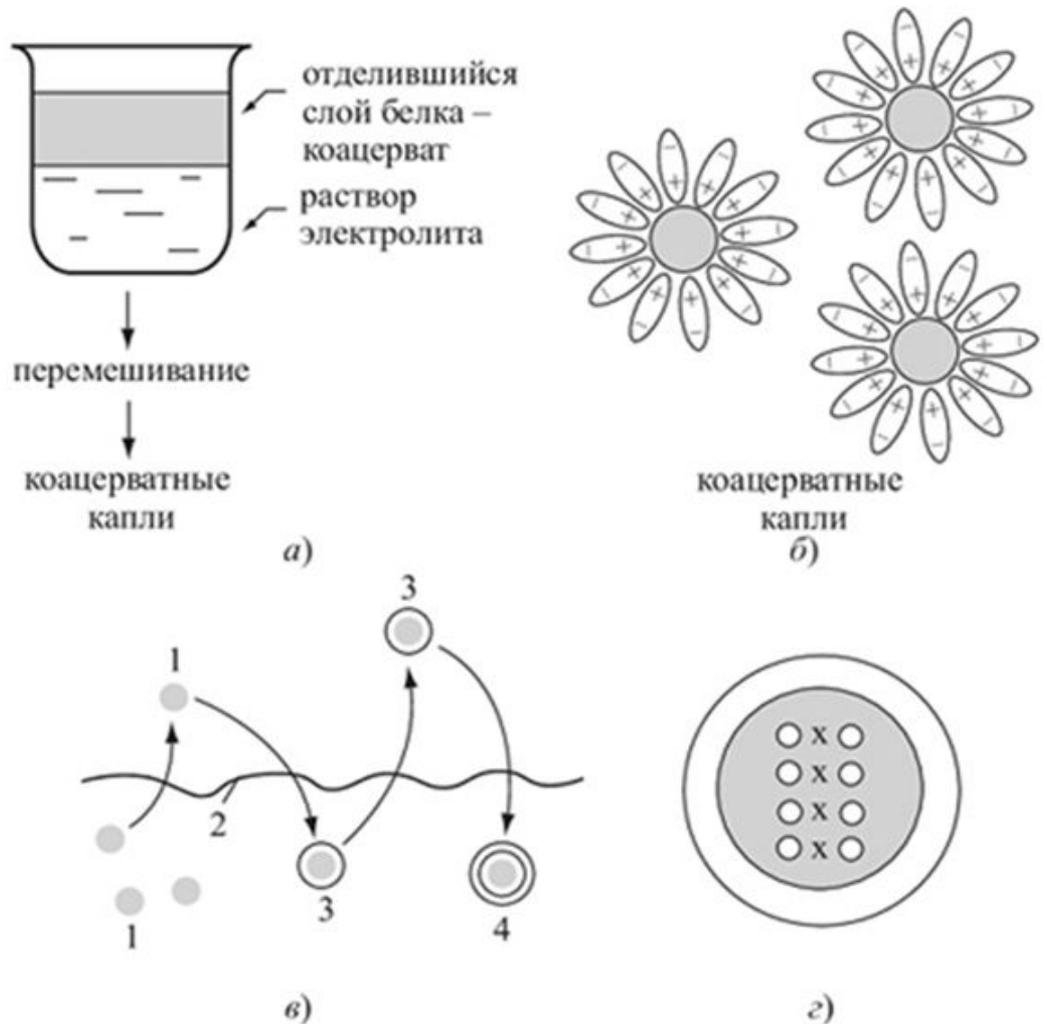
Появление коацерватов

По мнению А. И. Опарина, белковые молекулы образовывали коллоидные соединения, которые превращались в коацерватные капли (коацерваты — от лат. *coacervus* — накопленный, собранный — это коллоидные гидрофильные комплексы белков). Коацерваты могли присоединять к себе различные вещества из воды и постепенно стали приобретать различные свойства в них происходили химические реакции, из них выделялись ненужные вещества. Однако коацерваты ещё не могут быть названы живыми существами.



Появление коацерватов

На границе между коацерватами и внешней средой выстраивались молекулы липидов (сложные углеводороды), что приводило к образованию примитивной клеточной мембраны, обеспечивавшей коацерватам стабильность.



Появление коацерватов

Важно то, что в зависимости от совершенства внутренней организации капель одни из них могут расти быстро, тогда как другие, находясь в той же среде, замедлены в своем росте или подвергаются распаду. Таким образом, на модели коацерватных капель А.И Опарину и его сотрудникам удалось экспериментально показать предбиологический отбор, т.е. зачатки естественного отбора, который в дальнейшем явился движущей силой всего эволюционного процесса.



Рис. 162

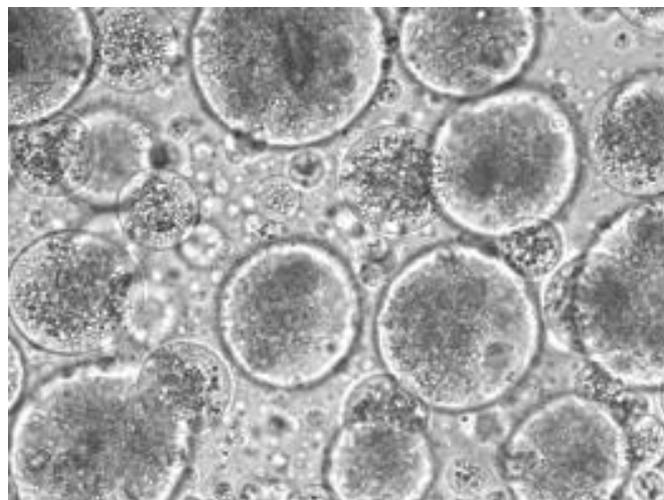
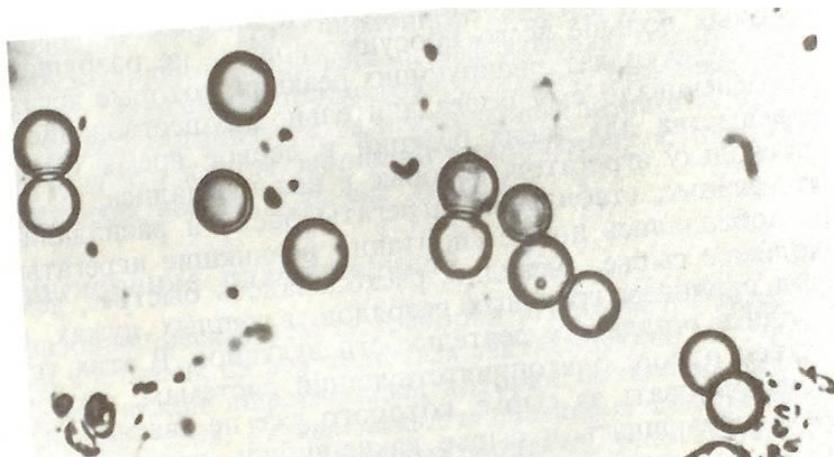
Коацерваты

Исследования Опарина подтверждены другими учеными. Это «пузырьки» Гольдейкера, «микросферы» Фокса, «джейвану» Бахадура. «пробионты» Эгами и многие другие.



Опыт С.Фокса (1953)»Возможность абиогенного синтеза биополимеров».

Эти «микросферы»- агрегаты, образовавшиеся при добавлении воды к протеиноидам, полученным при нагревании смеси аминокислот.



Возникновение клетки (матричный синтез)

- Грань, отделяющая преджизнь от жизни – возникновение матричного синтеза. До этого момента существовали индивидуумы, с появлением матричного синтеза можно говорить о популяциях.
- Жизнь всех современных живых существ — это процесс непрерывного взаимодействия важнейших биополимеров живой клетки — белков и нуклеиновых кислот.
- Тайна зарождения жизни — это тайна возникновения механизма взаимодействия белков и нуклеиновых кислот.
- 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).

Возникновение клетки (матричный синтез)

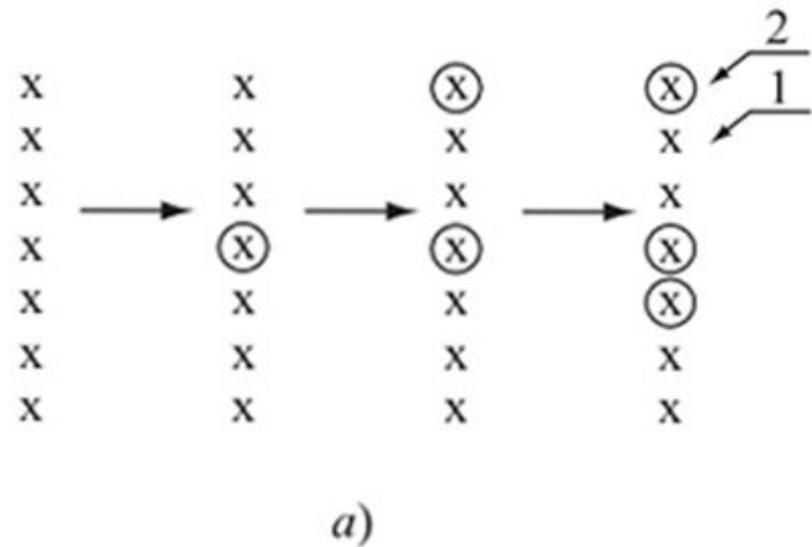
В 1982 г. американский биохимик Томас Чек открыл автокаталитические свойства РНК. Он экспериментально показал, что в среде, содержащей в высокой концентрации минеральные соли, рибонуклеотиды спонтанно (самопроизвольно) полимеризуются, образуя полинуклеотиды — молекулы РНК. На исходных полинуклеотидных цепях РНК, как на матрице, путем спаривания комплементарных азотистых оснований образуются РНК-копии.



Возникновение клетки (матричный синтез)

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.



Возникновение клетки (матричный синтез)

Возникновение клетки (матричный синтез)

