



ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ

Авторы: А. В. Лопатин, А. Ю. Розанов

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ, научная проблема, связанная с объяснением возможности возникновения живой природы, рассматривающая вопросы места, времени и обстоятельств этого процесса. Осн. совр. теории (гипотезы) П. ж. на Земле: теория биохимич. эволюции (абиогенеза) и теория [панспермии](#) (перенос жизни космич. телами или разумными существами). Последняя не решает проблемы П. ж., но увеличивает число потенциальных мест возникновения и разнообразие возможных условий зарождения жизни.

П. ж. включает последоват. этапы – от синтеза простых органич. веществ и образования сложных органич. соединений до возникновения предбиологич. систем и появления первых живых существ. Ныне разработаны общие представления о предбиологич. эволюции, некоторые стадии которой подтверждены экспериментально.

В теории биохимич. эволюции выделяются две гл. гипотезы: голобиоза и генобиоза. Голобиоз подразумевает первичность структур, наделённых способностью к элементарному обмену веществ (при участии ферментов), и вторичность генетич. системы. Эта гипотеза известна как белково-коацерватная теория А. И. [Опарина](#) (1924) и англ. биолога Дж. Б. С. Холдейна (1929). В ней постулируется образование углеводов и возникновение белков в первичном океане, появление коацерватов – макромолекулярных комплексов, обособленных от окружающего раствора оболочками из гидрофобных веществ и снабжённых катализаторами, обеспечивающими способность к обмену веществ, росту (за счёт полимеризации мономеров, поступающих из внешней среды) и размножению (путём простого деления). Возможность химич. эволюции сложных органич. соединений доказали экспериментально амер. учёные Г. [Юри](#) и С. Миллер (1953) и др. Слабое место гипотезы – отсутствие механизма наследования и воспроизведения белковых структур и объяснения асимметрии (хиральности) молекул аминокислот и моносахаридов. С кон. 1960-х гг. на основе открытий в области молекулярной биологии формируется гипотеза о первичности системы со свойствами генетич. кода – генобиоз. Это направление разрабатывается исходя из идеи древнего «Мира РНК», высказанной амер. микробиологом К. Вёзе (1968) и развитой англ. химиком Л. Оргелом, А. С. [Спириным](#) и др. Гипотетич. доклеточной безбелковой формой жизни считаются временные колонии (нанокolonии) самовоспроизводящихся ансамблей молекул РНК с функциями хранения генетич. информации и катализа химич. реакций ([рибозимы](#)). Предполагается, что путём отбора на эффективность катализаторов из нанокolonий возникла совр. ДНК-РНК-белковая жизнь. В гипотезе геногенеза шотл. химика А. Г. Кернс-Смита (1971) признаётся первичность гена перед белковой системой, а матрицей для формирования структуры и свойств молекул РНК и ДНК предположительно считается решётка глинистых минералов.

Гипотеза гиперциклов М. [Эйгена](#) и австр. химика П. Шустера (1973) описывает способ объединения самовоспроизводящихся макромолекул и происхождения системы «нуклеиновая кислота – белок» на основе взаимного катализа. Сходная гипотеза прогенов рос. вирусолога А. Д. Альтштейна (1987) предусматривает одновременное появление генов и белков; в ней первое живое существо (протовироид) рассматривается как самореплицирующаяся система из дезоксирибополинуклеотида и кодируемого им фермента, возникающая из

гипотетич. прогенов, образованных динуклеотидом и аминокислотнуклеотидом и способных обеспечить синхронный синтез полинуклеотидной и полипептидной цепей.

В газовой фазе в межзвёздном, околозвёздном и кометном веществе обнаружено более 120 органич. соединений. Химич. эволюция органич. веществ шла в режиме автокатализа при внешнем высокоэнергетич. воздействии, напр. УФ-излучения. На этой основе В. Н. [Пармоном](#) (2002) и др. разрабатывается гипотеза астрокатализа – П. ж. как процесса самоорганизации вещества на протопланетной стадии, согласно которой абиогенный синтез в условиях протопланетных дисков привёл к появлению высокомолекулярных органич. соединений, включая нуклеотиды, углеводы, липиды, белки, а на формирующихся зародышах планет произошёл переход к древнему «Миру РНК».

По совр. данным (рос. планетолог Л. М. Мухин, 2009), поверхность Земли 4–4,6 млрд. лет назад могла быть в осн. относительно холодной, с отд. горячими областями, обусловленными импактными событиями. Такая сильно гетерогенная по темп-ре система и могла обеспечить возможность процессов первичных синтезов органич. соединений.

Для древнего «Мира РНК» необходимость обособления нанокolonий от окружающего раствора предполагает их формирование на влажных твёрдых субстратах. Средой для образования и роста молекулярных нанокolonий мог служить гидрофильный глинистый минерал монтмориллонит, отличающийся большой сорбционной и ионообменной ёмкостью, содержащий необходимого размера поры и обладающий способностью концентрировать на себе субстраты для синтеза РНК. Этот минерал повсеместно распространён на Земле и обнаружен в составе метеоритов, а также на Марсе. В отсутствие клеточной мембраны такая среда давала возможность совместного наследования разных видов РНК, составляющих смешанную молекулярную колонию, которая могла размножаться при выветривании минерала.

Существование древнего «Мира РНК» требовало темп-ры поверхности ок. 30 °С, наличия жидкой воды и гидросиликатов типа монтмориллонита. По-видимому, на ранней Земле такие условия имелись в довольно узком временном интервале продолжительностью ок. 100 млн. лет – между окончанием последней тяжёлой метеоритной бомбардировки ок. 4–3,9 млрд. лет назад (элиминировавшей всю воду на поверхности) и появлением клеточной жизни, следы которой фиксируются в ископаемой летописи на уровне 3,85 млрд. лет назад. Эти обстоятельства позволяют предполагать внеземное существование древнего «Мира РНК» и появление жизни на Земле уже в клеточной или предклеточной форме. Условия существования древнего «Мира РНК» могли быть реализованы в родительских телах углистых хондритов, а также в планетезималях во внешней части Солнечной системы, в области образования планет-гигантов.

Гипотетич. стабильные формы нанокolonий многофункциональных РНК (рибоциты, или протоклетки) могли синтезировать или адсорбировать гидрофобные вещества для формирования примитивной оболочки. Рос. биолог Е. В. Кунин с соавторами (2006), выдвинувшие идею древнего «Мира вирусов», предполагают, что на стадии рибозитов с РНК-геномом в них возникли РНК-вирусы. На их основе появились ДНК-вирусы, начавшие синтезировать ДНК на матрице РНК. В результате заражения протоклеток ДНК-вирусами возникли клетки с ДНК-геномом и мембраной (прокариоты). Согласно представлениям, развиваемым Ю. В. [Наточным](#) (2005), первые клетки возникли в мелководных водоёмах, где доминировали соли калия и магния. В последующем произошла адаптация этих клеток к внешней водной среде, в которой преобладали соли натрия. Этот этап эволюции

потребовал образования плазматич. мембраны, способной обеспечить ионную асимметрию цитоплазмы клеток по отношению к внешней среде.

Гипотеза внеземного П. ж. поддерживается находками остатков микроорганизмов в метеоритах (углистые хондриты возрастом ок. 4,5 млрд. лет). В рамках теории панспермии рассматривается идея о возможности переноса сложных органич. соединений (амер. учёный Дж. Оро, 1961) или живых организмов в состоянии анабиоза (напр., эндоспор бактерий) в ледяных ядрах комет.

Согласно идее Г. А. Заварзина (2001), жизнь на Земле появилась сразу в виде первичной экосистемы, включающей продуцентов-автотрофов, использовавших молекулярный водород в качестве источника энергии. Появлению жизни предшествовало формирование на Земле ок. 4 млрд. лет назад (А. Ю. Розанов, 2003) физико-химич. условий, пригодных для её существования.

Литература

Лит.: Опарин А. И. Происхождение жизни. М., 1924; Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. 1980. Т. 25. № 3, 4; Эйген М., Шустер П. Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул. М., 1982; Chyba C. F., Sagan C. Comets as a source of prebiotic organic molecules for the early Earth // Comets and the origin and evolution of life. N. Y., 1997; Бактериальная палеонтология. М., 2002; Пармон В. Н. Пребиотическая фаза зарождения жизни // Вестник РАН. 2002. Т. 72. № 11; Rozanov A. Yu., Hoover R. B. Bacterial paleontology and astrobiology // Instruments, methods and missions for astrobiology IV. Bellingham, 2002; Розанов А. Ю. Ископаемые бактерии, седиментогенез и ранние стадии эволюции биосферы // Палеонтологический журнал. 2003. № 6; Orgel L. E. Prebiotic chemistry and the origin of the RNA world // Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology. 2004. Vol. 39. № 2; Наточин Ю. В. Роль ионов натрия как стимула в эволюции клеток и многоклеточных животных // Палеонтологический журнал. 2005. № 4; Спирин А. С. Мир РНК и его эволюция // Молекулярная биология. 2005. Т. 39. № 4; Проблемы происхождения жизни. М., 2009; Заварзин Г. А. Начальные этапы эволюции биосферы // Вестник РАН. 2010. Т. 80. № 12.