

Эссе на тему «Возможные пути происхождения биомолекул на Земле и во Вселенной».

Биомолекулы — это органические вещества, которые синтезируются живыми организмами. В состав биомолекул включают белки, полисахариды, нуклеиновые кислоты, а также более мелкие компоненты обмена веществ. Биомолекулы состоят из атомов углерода, водорода, азота, кислорода, а также фосфора и серы. Другие атомы входят в состав биологически значимых веществ значительно реже.

Среди биомолекул выделяют:

- Малые молекулы:
 - Липиды (жиры), фосфолипиды, гликолипиды, стеролы, глицеролипиды
 - Витамины
 - Гормоны, нейромедиаторы
 - Метаболиты
- Мономеры, олигомеры и полимеры

Пребиотический синтез сложных соединений молекул может делиться на три последовательных этапа:

- Возникновение простых органических соединений (спиртов, кислот, гетероциклических соединений: пуринов, пиримидинов и пирролов) из неорганических материалов.
- Синтез более сложных органических соединений — «биомолекул» — представителей наиболее распространённых классов метаболитов, в том числе и мономеров — структурных единиц биополимеров (моносахаридов, аминокислот, жирных кислот, нуклеотидов) из простых органических соединений.
- Возникновение сложных биополимеров (полисахариды, белки, нуклеиновые кислоты) из основных структурных единиц — мономеров.

Одним из вопросов является химический состав среды, в которой осуществлялся пребиологический синтез, в том числе то, какие неорганические компоненты являлись источниками различных элементов, входящих в состав различных органических соединений.

Все гипотезы исходят из того, что, помимо воды и фосфатов, на начальных этапах истории Земли в атмосфере и гидросфере в достаточном количестве имелись только восстановленные формы, отличающиеся от обычных в современный период химических соединений, так как древняя атмосфера не содержала молекулярного кислорода.

В качестве источника энергии, инициирующей синтез, в это время могли выступать ультрафиолетовое излучение Солнца, тепло вулканических процессов, ионизирующие излучения радиоактивного распада и электрические разряды. Существуют также теории, в рамках которых источником необходимой для возникновения биомолекул энергии могут служить окислительно-восстановительные процессы между вулканическими газами (восстановитель) и частично окисляющими сульфидными минералами, например, пиритом (FeS_2).

Одна из самых известных гипотез эволюции была опубликована в двадцатые годы XX столетия русским исследователем А. И. Опариным и британским исследователем Дж. Холдейном. Теория утверждала, что условия на Земле того времени благоприятствовали химическим реакциям. Из неорганических соединений в атмосфере и море должны были синтезироваться сложные органические соединения. Необходимая энергия поставлялась очень интенсивным ультрафиолетовым облучением, которое могло беспрепятственно проникать в атмосферу в связи с малым содержанием в ней O_2 и O_3 .

В 1953 году эта теория была обоснована химиками Стэнли Миллером и Гарольдом К. Юри очень хорошими результатами эксперимента с первичным бульоном. Опытным путём ими было доказано, что в среде, похожей на среду с предположительными пребиотическими условиями, посредством притока энергии извне (молнии), из неорганических соединений (вода, метан, аммиак и водород) могут возникнуть аминокислоты и более простые карбоновые и жирные кислоты — одни из важнейших строительных элементов биомолекул (причём современные исследования сохранившегося содержимого колб Миллера показало, что там содержалось большее количество аминокислот, чем смог выявить Миллер).

В более поздних, в большинстве случаев, более сложно построенных опытах с первичным бульоном экспериментаторы смогли получить как все важнейшие строительные элементы живых существ — аминокислоты, жиры, сахара, нуклеотиды, — так и более сложные органические соединения — порфины и изопреноиды.

По замечанию биохимика Роберта Шапиро, аминокислоты, синтезированные Миллером и Юри, значительно менее сложные молекулы, чем нуклеотиды. Самая простая из тех 20 аминокислот, что входят в состав природных белков, имеет всего два углеродных атома, а 17 аминокислот из того же набора — шесть и более. Аминокислоты и другие молекулы, синтезированные Миллером и Юри, содержали не более трёх атомов углерода.

А нуклеотиды в процессе подобных экспериментов удалось получить лишь в 2009 г.

Хотя этим была показана возможность естественного образования органических молекул, эти результаты сегодня иногда подвергаются критическим оценкам. В эксперименте с первичным бульоном исходили из того, что атмосфера на тот период времени имела щелочной характер, что соответствовало научным представлениям того времени. Сегодня же исходят из слабощелочного или даже нейтрального характера атмосферы, хотя вопрос ещё не окончательно решён и обсуждаются также локальные химические отклонения атмосферных условий, например, в окрестностях вулканов. Позднейшими экспериментами была доказана возможность появления органических молекул и в этих условиях, даже таких, которые не получились при первых опытах, но в значительно меньших количествах. Этим часто аргументируется, что происхождение органических молекул другим путём, играло как минимум дополнительную роль. Приводятся также теории происхождения органики в окрестностях гидротермальных источников срединно-океанических хребтов.

В качестве аргумента против происхождения органических молекул из первичного бульона иногда приводят тот факт, что во время опыта получается рацемат, то есть равная смесь из L и D-форм аминокислот. Соответственно, должен был существовать естественный процесс, в котором отдавалось предпочтение определённому варианту хиральных молекул. Некоторые космобиологи утверждают, что легче доказать происхождение органических соединений в космосе, так как, по их мнению, фотохимические процессы с циркулярно-поляризованным излучением, например, от пульсаров, в состоянии уничтожить молекулы только определённого вращения. И действительно, у найденных в метеоритах хиральных органических молекул преобладали на 9 % левовращающие. Однако в 2001 году Alan Saghatelian показал, что самореплицирующиеся пептидные системы тоже в состоянии эффективно отбирать молекулы определённого вращения в рацематной смеси, что делает возможным и земное происхождение полимеров из определённых оптических изомеров.

Земля все время своего существования подвергается бомбардировке кометами и метеоритами. Особенно интенсивными они были сразу после образования планеты. В некоторых метеоритах были обнаружены простые органические соединения, среди прочих аминокислоты. Одним из возможных доказательств происхождения аминокислот в космосе могла бы быть одинаковая хиральность органических соединений (L-аминокислот и D-сахаров) — у метеоритных аминокислот доказано преобладание L-типа до 9

%. Но это распределение может быть объяснено и действием неорганических жировых катализаторов. С помощью опытов, при которых симулировались условия космоса, было доказано, что основные органические соединения, в особенности аминокислоты, могут образовываться и в таких условиях.

Ссылки:

1. «Получены новые результаты старого эксперимента Стэнли Миллера». URL: <http://elementy.ru/news?newsid=430882>.
2. «Химики преодолели главное препятствие на пути к абиогенному синтезу РНК». URL: <http://elementy.ru/news/431082>.