

В.В. Гончарук, О.В. Зуй

ВОДА И УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ КАК ОСНОВНЫЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ЗЕМЛЕ И В КОСМОСЕ

Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского
НАН Украины, г. Киев
honch@icccw.kiev.ua

Рассмотрены возможные пути возникновения органических веществ из неорганических компонентов в планетарном и космическом масштабах. Особое внимание уделено практической возможности синтеза органических кислот, аминокислот, нуклеиновых оснований из углекислого газа и воды под действием ультрафиолетового облучения в условиях Земли и других космических тел. Полученные данные позволяют выдвинуть концепцию возникновения жизни во Вселенной, базирующуюся на наличии в космосе молекул воды, углекислого газа и внешнего источника энергии в виде космического излучения.

Ключевые слова: детектирование молекул, кометы, космические тела, органические вещества, происхождение жизни.

Ранее [1], рассматривая различные сценарии возникновения жизни на Земле, нами был сделан акцент на то, что наиболее вероятными "молекулами первожизни" могут быть вода, метанол, угольная кислота, диоксид углерода. Учеными научно-исследовательского центра IMS при NASA показано [2], что при облучении ультрафиолетовым светом смесь этих веществ способна образовывать органические молекулы. Космическими зондами на спутниках Сатурна и Марса обнаружена вода; на поверхности ядра кометы Темпела – лед. Состав основной массы газов в первичной газовой-пылевой субстанции планет и других космических тел представлен молекулами H_2 , H_2O , CO_2 , NH_3 , CH_4 [3]. Таким образом, есть основания полагать, что какие-то ранние этапы возникновения жизни могли быть пройдены не на Земле, а в протопланетном облаке или на других небесных телах.

Подтверждением такой гипотезы является информация, полученная в результате исследований поверхности кометы 67P (кометы

© В.В. Гончарук, О.В. Зуй, 2015

Чурюмова-Герасименко) в ноябре 2014 г. [4]. Космический зонд Philae, задачей которого было определить, существуют ли органические соединения на кометах, успешно переслал на Землю данные об анализе первых образцов, взятых непосредственно из ядра кометы. Сделан очень важный вывод, что комета содержит в своем составе органические молекулы. Открытие органических молекул было осуществлено при помощи прибора COSAC, находящегося на борту космического зонда Philae и имеющего в своем составе миниатюрный масс-спектрометр. Данный анализатор дает возможность определять в атмосфере кометы летучие органические вещества. Выяснено, что найденные молекулы построены на основе углерода. Степень сложности этих молекул, равно как и их строение, продолжают изучаться. Полученный положительный ответ на вопрос о возможности существования органических веществ на кометах приносит дополнительные доказательства в пользу предположения, что необходимые для зарождения жизни на Земле ингредиенты могли быть занесены кометами.

Пока неясно, являются ли органические молекулы, обнаруженные на комете, простыми, как, например, метан или метанол, или более сложными, как аминокислоты, являющиеся составной частью живой материи. Однако уже сейчас можно утверждать, что найдено несколько различных типов органических соединений. В газовой оболочке кометы при помощи дистанционного анализа были найдены углекислый газ, следы формальдегида, метана, метанола и аммиака.

Кроме того, в твердых пробах из глубины ядра в месте посадки зонд Philae определил присутствие на комете больших количеств льда, находящегося под слоем космической пыли. В [5] показано, что вода, найденная на комете 67P, содержит в три раза больше дейтерия, чем океанская вода, находящаяся на Земле. Этот факт приводит к предположению, что вода, которая могла появиться на Земле благодаря столкновениям с другими космическими телами, могла быть принесена не кометами, а, скорее, астероидами, хотя этот вопрос требует дальнейшего изучения. Следует отметить, что более вероятной представляется гипотеза об атмосферном генезисе гидросферы Земли [6].

Углеводороды ранее были найдены на астероидах, на Марсе, а также на других кометах [1,2], поэтому неудивительно, что зонд Philae нашел следы органических веществ и на комете Чурюмова-Герасименко. Однако результаты, полученные этим зондом, особенно

важны, поскольку он является первым космическим аппаратом, совершившим посадку на поверхность кометы и начавшим изучать ее. До настоящего времени астрофизики имели возможность изучать состав молекул в газовой оболочке хвоста комет, и на основании этих данных лишь предполагать, какие вещества могут находиться на поверхности и в кометном ядре. Такое допущение не является достаточно строгим, поскольку по мере того, как молекулы поднимаются с поверхности кометы в газовый "хвост", они могут разлагаться под действием жесткого излучения Солнца, и это может происходить в течение очень короткого промежутка времени. Детектирование органических молекул непосредственно на поверхности кометы представляет особый интерес, так как проливает свет на то, какими были исходные молекулы ядра кометы, а не продукты их превращения, найденные в газовой оболочке.

Многие из полученных от Philae данных еще требуют расшифровки и уточнения. Наиболее важным и правдоподобным результатом было бы обнаружение аминокислот – строительных блоков протеинов. Исследователи космоса считают: существует вероятность того, что элементы, необходимые для зарождения жизни, а именно углерод, водород, фосфор, азот, могли быть доставлены на Землю большими космическими телами. Детектирование аминокислот на комете 67P предоставило бы данные в поддержку такой гипотезы. Если бы часть найденных органических молекул действительно оказалась аминокислотами, это еще не служило бы доказательством, что жизнь на Землю пришла из космоса, а лишь показало бы, что это – один из возможных путей. Однако, даже если окажется, что найденные органические вещества представляют собой более простые молекулы, это добавит доказательств к массиву данных, указывающих на то, что основные ингредиенты, необходимые для жизни, могут существовать во всей нашей Солнечной системе и в галактике. Подтверждение этого увеличивает шансы зарождения жизни на других планетах.

Следует особо подчеркнуть, что на комете 67P в значительных количествах были найдены углекислый газ и вода, из которых возможно образование органических веществ. В работе [7] описано образование муравьиной кислоты и других органических кислот, являющихся исходным материалом для синтеза более сложных органических соединений, из CO_2 и H_2O под действием солнечного излучения в естественных земных условиях. В других работах, например

[8], практически показана возможность синтеза аминокислот, оснований нуклеиновых кислот и органических кислот в условиях Земли при действии ультрафиолетового излучения на водные растворы, в которых находятся углекислый газ и аммиак, или же карбонат аммония. Для фотосинтеза аминокислот и нуклеиновых оснований эффективным является облучение ультрафиолетовым светом с длиной волны < 280 нм при $> 80^\circ\text{C}$, а также присутствие ионов металлов. Такие условия вполне соответствуют условиям ранней Земли, не исключено формирование подобных условий и на других космических телах. Так, на Марсе роботизированным марсоходом Curiosity были найдены хлорметан, формат и другие органические вещества [9].

Таким образом, в результате изучения комет и планет, в частности Марса, *in situ* получены убедительные доказательства образования органических веществ, являющихся основой жизни, из чисто неорганических компонентов под действием ультрафиолетового излучения Солнца не только в планетарном, но и в космическом масштабе. Это позволяет прийти к принципиально новой концепции возникновения жизни во Вселенной, базирующейся на наличии в космосе молекул воды, углекислого газа и внешнего источника энергии в виде космического излучения.

Резюме. Розглянуто можливі шляхи виникнення органічних речовин з неорганічних компонентів в планетарному та космічному масштабах. Особливу увагу приділено практичній можливості синтезу органічних кислот, амінокислот, нуклеїнових основ з вуглекислого газу та води під дією ультрафіолетового опромінення в умовах Землі та інших космічних тіл. Отримані дані дають можливість висунути концепцію виникнення життя у Всесвіті, яка ґрунтується на наявності в космосі молекул води, діоксиду вуглецю та зовнішнього джерела енергії у вигляді космічного випромінювання.

V.V. Goncharuk, O.V. Zuy

WATER AND CARBON DIOXIDE AS THE MAIN PRECURSORS OF ORGANIC MATTER ON EARTH AND IN SPACE

Summary

Possible ways of occurrence of organic compounds from inorganic components in the planetary and cosmic scale are considered. Particular attention is given to the feasibility of the synthesis of organic acids, amino acids, nucleic bases from carbon dioxide and water under the action of ultraviolet radiation on Earth and other celestial bodies. The data obtained allow us to propose the concept of the origin of life in the Universe, based on the presence of water molecules, carbon dioxide in the space as well as the external source of energy in the form of cosmic radiation.

Список использованной литературы

- [1] *Goncharuk V.V.* // Science about water. – К.: Akadempriodyka, 2014. – P. 39–46.
- [2] *Cottin H., Gazeau M.C., Raulin F.* // Planetary and Space Sci. – 1999. – 47. – P. 1141–1162.
- [3] *Марков А.В.* Рождение сложности. Эволюционная биология сегодня: неожиданные открытия и новые вопросы. – М.: Астрель, CORPUS, 2012. – 552 с.
- [4] *Gautam Naik* // Wall-Street J. – 2014. – November 17. – P. 1.
- [5] *Altwegg K., Balsiger H., Bar-Nun A. et al.* // Science Express. – 2014. – P. 1–2.
- [6] *Goncharuk V.V., Demikhov Yu.N., Samsoni-Todorov A.O.* // J. Water Chem. and Technol. – 2014. – 36, N1. – P. 11–18.
- [7] *Goncharuk V.V., Zuy O.V.* // Ibid. – 2013. – 35, N 2. – P. 51–54.
- [8] *Kihara S., Maeda K., Hori T., Fujinaga T.* // Advances in Chemical Conversions for Mitigating Carbon Dioxide. – 1998. – 114. – P. 189–194.
- [9] *Kepler F., Harper D.B., Greule M. et al.* // Scientific Reports. – 2014. – 4. – P. 7010.

Поступила в редакцию 16.12.2014 г.