

О ПРОБЛЕМЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИЗНИ

Иосиф Вайсман

Прежде чем рассматривать вопрос о происхождении жизни, необходимо определиться с терминологией. Оказывается, не так просто дать краткое и исчерпывающее определение жизни. Обычно приходит на память формулировка, данная Энгельсом: **"Жизнь есть способ существования белковых тел, основным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой..."** Все правильно, но, к сожалению, это определение настолько общее, что оно не дает хотя бы схематического представления о сущности жизни. Вообще говоря, самые простые фундаментальные понятия зачастую не поддаются краткой и исчерпывающей формулировке. Например, попробуйте дать краткое определение пространству, времени или даже сказать, что такое электричество.

Придется упростить задачу. Попытаемся дать определение живому организму.

Живой организм (подчеркнем: любой) – амёба или слон – не имеет значения – это **сложно организованная система органических (белки, жиры, полинуклеотиды...) и неорганических (вода, фосфаты...) веществ, воспроизводство и развитие которой происходит на основе обмена веществ и энергии с внешней средой.**

Данное определение, предлагаемое автором, не претендует на истину в последней инстанции, причём единственно возможную, но оно представляется достаточно близким к сущности рассматриваемого предмета. Белковые молекулы являются материалом для строительства клеток, из которых преимущественно и состоят живые организмы. Белковые молекулы – это биополимеры огромных размеров.

Молекулы биополимеров состоят из химически связанных атомов углерода, водорода, кислорода, азота, фосфора, серы и некоторых других химических элементов.

Ещё надо упомянуть об аминокислотах, остатки которых (NH-R-CO-) являются структурными единицами молекул белков. Аминокислоты – это органические вещества, молекулы которых содержат одну или две карбоксильные (-COOH) и аминогруппы (-NH₂).

Клетки живого организма – это сложнейшие структуры, которые до сих пор полностью не изучены. Но на кардинальный вопрос, как белковые молекулы и клетки, исполняющие разные функции, знают, что необходимо воспроизводить, с какой скоростью и в какие периоды, и вообще, почему мышь рождает мышь, а не кошку, а кошка рождает кошку, а не мышь, точный ответ имеется. За правильное целевое воспроизводство ответственны носители программы, или наследственного кода, – нуклеиновые кислоты – химические соединения, построенные из остатков нуклеотидов, каждый из которых состоит из азотистого основания, фосфорной кислоты и одной из рибоз (пентоз). Различаются два типа нуклеиновых кислот, зависящих от типа сахара – рибозы и дезоксирибозы. Это соответственно рибонуклеиновая (РНК) и дезоксирибонуклеиновая (ДНК) кислота. Оба типа кислот имеют четко разграниченные функции: ДНК хранит наследственный код, а функции РНК разнообразны: молекулы РНК, синтезированные на матрице ДНК, принимают участие в синтезе белковых молекул (на рибосомах клетки), а транспортные РНК доставляют аминокислоты к месту синтеза белка; существуют и другие функции РНК.

РНК и ДНК имеют гигантские размеры, например, ДНК может быть растянута в длину до 1,82 м при толщине 0,0000254 мкм, а информация, содержащаяся в одной молекуле, способна заполнить плотным текстом 500000 страниц! А весь объём ДНК всего человечества составляет объём, равный объёму одной таблетки аспирина!

В одной статье невозможно изложить все известные науке данные о клетке живого организма. Мы не упоминаем об энзимах, об аденозинтрифосфорной кислоте (АТФ), имеющих важнейшее значение в процессе жизнедеятельности, о строении клетки, о метаболизме и т.д.

В заключение этой части статьи дадим определение понятия «жизнь».

Жизнь – это процесс функционирования организма.

Проблема происхождения жизни до сих пор окончательно не решена. Существует несколько теорий происхождения жизни, каждая из которых имеет своих последователей, но и теориями их можно называть лишь условно. Скорее, это гипотезы. Вот перечень наиболее распространенных теорий:

1. Теория самозарождения.
2. Теория панспермии.
3. Теория стационарного состояния жизни.
4. Теория креационизма.
5. Теория биохимической эволюции.

Теория самозарождения [1] господствовала в научной среде с древних времён вплоть до 17 века, когда Франческо Реди провозгласил принцип: живое только от живого. До этого момента учёные, начиная с Платона и Аристотеля, считали, что, например, в грязном белье, пропитанном потом, рождаются мыши, особенно если туда ещё подсыпать немного зерна, а в несвежем мясе рождаются черви и т.д. Фредерик Реди пришёл к своему выводу априори, и лишь Луи Пастер экспериментально доказал с помощью хитроумной системы колб, соединенных трубочками со всевозможными фильтрами, через которые наружный воздух проходил внутрь колб, очищаясь при этом, что ничто живое среди этих предметов не рождается. Пастер показал, что в стерильном бульоне зарождение микроорганизмов происходит только в том случае, когда их зародыши могут попасть в бульон из воздуха. Так было покончено с теорией самозарождения.

Теория панспермии просуществовала недолго. Идея этой теории состоит в том, что жизнь привнесена на Землю из космоса, куда попали микроорганизмы из других звёздных систем. Даже если принять эту теорию за истину, то она так и не решает проблему возникновения жизни, а отодвигает её в другое пространство и в другое время.

Теория стационарного состояния предполагает, что жизнь существует вечно. Эту теорию почему-то поддерживал академик В.И. Вернадский. Но после Большого Взрыва из непонятно какого крохотного сгустка чего-то (!?) и лишь по прошествии определённого отрезка времени после этого события начали образовываться элементарные частицы, а потом и сгустки материи. Так что сейчас вопрос об изначальном существовании жизни сам собой отпадает, а с ним и теория стационарного состояния. Предполагается, что Вселенная образовалась примерно 14,5 миллиардов лет назад.

Креационизм – это философско-методологическая концепция, в рамках которой все разнообразие органического мира, человечества, планеты Земля, а также мир в целом, рассматриваются как намеренно созданные неким сверхсуществом или божеством. Этой теории придерживаются верующие во всех религиозных конфессиях. Об этом говорят все официальные религиозные источники.

Следует заметить, что приверженность к тем или иным теориям происхождения жизни основана частично на вере, а частично на научных изысканиях, потому что ни одна теория не нашла своего подтверждения в полном объеме. Поэтому как теория креационизма, так и теория биохимической эволюции, речь о которой пойдет далее, имеют право на существование до тех пор, пока теория биохимической эволюции не будет

подтверждена окончательно и безусловно. Теория креационизма в подтверждении не нуждается, так как она полностью основана на вере, почерпнутой из религиозных источников. Следует ещё заметить, что там, где наука попадает во временной тупик, ей на выручку приходит религия, которая просто и безболезненно решает все трудности, объясняя их промыслом божьим. Затем, когда наука совершает ещё один шаг вперёд в вопросах познания объективного мира, религия на такой же шаг отступает или делает попытку привести в соответствие новое знание с существующими догмами [4].

А ещё следовало бы заметить, что иногда наука совершает забавные зигзаги. После Ф. Реди, а особенно после Л. Пастера считалось доказанным, что живое может происходить только от живого. Но до настоящего времени приверженцы теории биохимической эволюции (а нынче в среде учёных их подавляющее большинство) не прекращают поиски доказательств происхождения жизни из неживой природы.

Итак, теория биохимической эволюции. Остановимся на ней подробнее. Нелёгкая задача встала перед учёными. Блестяще доказав невозможность самозарождения, они должны теперь долго и мучительно доказывать его возможность. Пусть не здесь и сейчас, а очень давно, и не за час - другой, а за миллионы лет [1].

Известно, что Земля образовалась примерно 4,7 миллиарда лет назад, а следы живых организмов найдены палеонтологами в образцах возрастом около 4 миллиардов лет. Следовательно, жизнь появилась на Земле через 700 миллионов лет после её образования и после того, как Земля в достаточной степени остыла.

Зарождение жизни – точка отсчёта для развития всего живого на Земле. Именно в этот момент начали функционировать фундаментальные законы существования живых организмов, которые по мере развития жизни всё больше усложнялись, становясь многоуровневыми и дифференцированными. И главная задача науки – понимание этих базисных законов, так как без их понимания невозможно осмыслить основополагающие вопросы биологии, микробиологии, экологии, медицины и т.д., а также найти оптимальные подходы к гармоничному сосуществованию всего живого, особенно в период глобальных изменений экосистемы, в которой мы с вами существуем.

Как же всё-таки появилась жизнь? Существует определённая группа ученых-материалистов, которые считают, что, учитывая невероятную сложность живой клетки и даже молекулы ДНК, следует полагать, что вероятность возникновения их в результате случайной комбинации химических элементов и прочих подходящих условий практически равна нулю. И всё же...

С начала 19 века учёные пытаются экспериментально получить органические вещества, пока лишь те, которые входят в состав живой клетки. В 1828 году была синтезирована мочевины, но у учёных это не вызвало большого интереса: подумаешь, "отход жизнедеятельности"! В 1864 году А. Бутлеров открыл реакцию синтеза углеводов из формальдегида вне живого организма. Впоследствии химики научились получать другие органические вещества из неорганических. В 1953 году американец Стенли Миллер выполнил следующий эксперимент: в одну из двух колб, соединённых в замкнутую цепь, было помещено устройство, имитирующее гроззовые эффекты, а в другой колбе постоянно кипела вода. Затем аппарат заполнили атмосферой, предположительно существовавшей на древней Земле: метаном, водородом и аммиаком. После того как аппарат проработал неделю, в растворе было обнаружено некоторое количество простейших аминокислот. **Стало ясно, что между живой и косной (неживой) материей на химическом уровне нет непреодолимой границы.**

Одним из пионеров теории эволюционного происхождения жизни является академик А. Опарин [5]. В 1924 году он изложил свои идеи в книге "Происхождение жизни".

Теорию Опарина горячо поддержал кембриджский профессор Холдейн, который творчески развивал её в последующие годы.

Перечислим основные постулаты теории биохимической эволюции [2].

1. Первобытная Земля имела лишённую кислорода атмосферу.
2. Когда на эту атмосферу стали воздействовать грозы и извержения вулканов, то при этом начали самопроизвольно формироваться основные химические соединения, необходимые для органической жизни.
3. С течением времени молекулы органических веществ накапливались в океанах, пока не достигли консистенции горячего разбавленного бульона. Однако в некоторых районах консистенция молекул, необходимых для зарождения жизни, была особенно высокой, и там образовались нуклеиновые кислоты и белки.
4. Некоторые из этих молекул оказались способными к самовоспроизводству.
5. Взаимодействие между нуклеиновыми кислотами и протеинами (белками) привело, в конце концов, к возникновению генетического кода.
6. В дальнейшем эти молекулы объединились, и появилась первая живая клетка.
7. Первые клетки не могли воспроизводить свои компоненты самостоятельно и получали их из окружающего бульона. Но со временем многие соединения стали исчезать из бульона, и те клетки, которые способны были воспроизводить свои компоненты самостоятельно, выживали, а другие просто погибали. В результате естественного отбора в клетках возник собственный обмен веществ, и стало возможным воспроизводство с вновь приобретёнными признаками.
8. Из этих клеток и появились первые живые организмы.

Следует отметить, что принцип естественного отбора как объективно существующий закон природы действовал задолго до появления жизни на Земле [6]. В первичном бульоне между химическими соединениями, образованными различными химическими элементами, происходило множество реакций. Те реакции, которые протекали за более короткое время и требовали меньше энергетических затрат, превалировали, захватывая больше химических элементов и большее пространство, а реакции, потреблявшие больше энергии и имевшие меньшую скорость протекания, затухали, а потом и вовсе исчезали. С другой же стороны, известно, что, согласно законам термодинамики, организация и поддержка существования любой упорядоченной системы требует определённых затрат энергии, тем больших, чем более упорядочена система. Если же система не подпитывается энергией, она разрушается, возвращаясь в первозданный хаос – состояние, характеризующееся высокой энтропией. Хаос не требует каких-либо затрат энергии, поэтому хаос – это наиболее устойчивая форма существования материи. Поскольку любой живой организм является упорядоченной и очень сложной системой, для поддержания его существования и развития идёт активный процесс противодействия росту энтропии. А теперь возвратимся к идеям Опарина [5].

Как уже было сказано ранее, под воздействием стихийных природных явлений в первичном бульоне стали образовываться аминокислоты, являющиеся мономерами, из которых состоят полимерные молекулы белков. Одновременно началось образование нуклеотидов – соединений, о которых уже упоминалось, и липидов – органических веществ, образованных при взаимодействии глицерина и преимущественно жирных кислот. Далее под воздействием природных явлений аминокислоты превращались в молекулы белков, а нуклеотиды – в полинуклеотиды с участием фосфорной кислоты и рибозы (или дезоксирибозы). При определённых условиях водная оболочка органических молекул приобретала четкие границы и отделяла молекулу от окружающего раствора. Молекулы объединялись в группы молекул, образуя так называемые *коацерваты*. Позже к коацерватам присоединялись группы молекул липидов, обволакивая их и ещё

больше отделяя коацерваты от окружающего раствора. Липидная пленка начала играть роль мембраны, пропускающей внутрь коацервата только вещества, поддерживающие его существование. При включении в коацерватные капли различных катализаторов и ферментов в них происходили реакции, в т.ч. полимеризация мономеров, поступающих из окружающего раствора. За счёт этого капли могли увеличиваться в объёме, а затем дробиться на дочерние образования. Таким образом, коацерваты могли расти, размножаться и осуществлять обмен веществ. Далее коацерватные капли подвергались естественному отбору, что обеспечило их эволюцию, в первую очередь, в направлении повышения их жизнестойкости и приспособляемости к меняющейся окружающей среде. Как уже было сказано, наряду с полимеризацией аминокислот и образованием белков происходила полимеризация нуклеотидов с образованием некоторых типов рибонуклеиновых кислот, обеспечивших копирование и создание дочерних образований с помощью наследственного кода. Впоследствии в процессе естественного отбора из этих коацерватов образовались первые клетки. Скорее всего, необходимость в делении клеток возникла в связи с тем, что скорость роста поверхности отставала от скорости роста объёма клеток, лимитированного их мембранами. Ускоренное поглощение клеткой биомассы давало ей значительное преимущество в конкурентной борьбе и позволяло ей более интенсивно заполнять жизненное пространство – всё тот же естественный отбор! Это привело к феномену клеточного дробления, который и был удачно использован для переноса наследственного материала от материнской особи к дочерним клеткам.

Конечно, теория Опарина не отвечает на многие вопросы, возникающие при её рассмотрении, тем более что наши знания о происхождении жизни в большей части не могут пока что быть подтверждены экспериментально или иным образом добытыми неоспоримыми фактами. Но, тем не менее, эта теория является наиболее логичной и последовательной, несмотря на указанные недостатки.

А теперь может возникнуть логичный вопрос: а происходит ли образование живых организмов в настоящее время? Ответ один: нет, не происходит, потому что это невозможно. Во-первых, предполагается, что атмосфера Земли на начальной стадии не содержала кислорода, следовательно, вновь образованные белки не подвергались реакции окисления. Во-вторых, отсутствовала опасность поглощения органических веществ, в т.ч. белков, какими-либо более развитыми живыми организмами, а если это и случалось на начальной стадии, то в порядке естественного отбора и борьбы за жизненное пространство и исходные материалы между нарождающимися живыми организмами, находящимися на примерно одинаковых стадиях развития. В этой связи можно предположить, что интенсивность появления новых живых организмов снижалась по мере заполнения пространства жизнью и насыщения атмосферы кислородом. И, в-третьих, в настоящее время не происходят столь интенсивно, как это было на ранней стадии, извержения вулканов, сплошные грозы с мощнейшими разрядами и прочие катаклизмы.

А теперь кратко изложим предполагаемую последовательность процесса появления жизни на Земле [3].

1. Появлению жизни на Земле предшествовала химическая эволюция, о ходе которой имеются только предположения.
2. Появление первых протобактерий – около 4 миллиардов лет назад.
3. Первые клетки с ядром – 2 миллиарда лет назад.
4. Первые многоклеточные – 1 миллиард лет.
5. Первые животные – рыбы, членистоногие и др. – 600 миллионов лет назад.
6. Жизнь вышла на сушу – 400 миллионов лет.
7. Деревья и пресмыкающиеся – 300 миллионов лет.
8. Динозавры и яйцекладущие млекопитающие – 200 миллионов лет.
9. 65 миллионов лет назад вымерли динозавры и появились плацентарные млекопитающие.

10. Расхождение предков человекообразных обезьян и человека началось примерно 15 миллионов лет назад.
11. Современный человек появился 100 тысяч лет назад.

Каждый год приносит всё новые и новые сведения о достижениях науки в области исследований проблемы происхождения жизни, и нет сомнения, что рано или поздно эта проблема будет решена полностью. И нам, любознательным, будет чрезвычайно интересно узнать об этом.

Как сказал когда-то Владимир Набоков:

Наука – это слово манит нас
Щемящим сердце ароматом тайн
И приближает бесконечность грёз
О том, что будет...или не сбылось,
Границы бесконечности сужая...

Источники

1. А. Марков. Зарождение жизни. Прокариотная биосфера.
www.ru/archive/science.natural.evolution/200605/
2. Б. Соколов, М. Филонкин. Обзор древних этапов эволюции жизни, 1988.
3. А. Любарев. Происхождение жизни на Земле: поиск продолжается. Газета "Биология" №20, 1997.
4. П. Тейлор. Откуда произошла жизнь. Является ли эволюция лучшим ответом науки? "Известия АН СССР. Сер. Биологическая", 1970.
5. Опарин А.И. Возникновение и начальное развитие жизни. М.:1966.
6. Calvin M. Chemical evolution. Oxf., 1969.