**Концепции возникновения жизни**

Аруцев Александр Артемьевич, Ермолаев Борис Валерьевич, Кутателадзе Ираклий Отарович, Слуцкий Михаил Семенович

Сейчас уже прочитаны тысячи последовательностей белков и кодирующих их генов и становится ясным, что гены - не что иное, как случайные последовательности из четырех нуклеотидов, которые чередуются в разных комбинациях. Лишь в незначительной части эти последовательности "отредактированы" естественным отбором для лучшего исполнения своих функций. Такая корректировка не скрывает явных следов случайного, стохастического возникновения последовательности исходной. Но мог ли ген, скажем, гемоглобина или цитохрома С возникнуть случайно?

Вообще-то эта проблема отнюдь не нова. Философы еще в древности задавались вопросом: возможно ли возникновение достаточно сложной структуры в результате случайных, стохастических процессов? И все давали отрицательный ответ. Еще Цицерон полагал, что из случайно брошенных знаков алфавита не могут сложиться "Анналы" Энния.

Теперь эту проблему называют "парадоксом миллиона обезьян": за сколько лет миллион обезьян, посаженных за пишущие машинки, напечатают полное собрание сочинений Шекспира или хотя бы одного "Гамлета"? "Обезьяний парадокс" переходит из одного философского трактата в другой: может ли миллион людей, никогда о Шекспире не слыхавших, написать "Гамлета"? Отсюда недалеко до вопроса: а мог ли "Гамлета" написать сам Шекспир, если даже миллиону людей это не под силу? И применима ли вообще теория вероятностей к этой категории явлений?

Как видите, начав с вопроса о случайности сочетаний знаков в нуклеотидных последовательностях, мы пришли к проблеме философской, затрагивающей коренные тайны мироздания (Б.М.Медников).

Еще в 1936 г. Н.К.Кольцов писал, что вероятность случайного возникновения полипептида из 17 аминокислотных остатков (гептакайдекапептида) равна одной триллионной, и сделал из этого совершенно правильный вывод: гены синтезируются не заново, а матричным путем. Но как возникла первая матрица?

Хватает ли времени на возникновение первого гена - протогена - случайным путем, стохастическим перебором нуклеотидов? Вспомним, что солнечная система - Солнце со всеми планетами - сформировалась, по самым последним оценкам, 4.6 млрд. лет назад (плюс-минус 0.1 млрд.). Первые следы жизни на Земле имеют возраст более 3.8 млрд. лет. В период становления - а это значительный срок - наша планета явно не годилась для возникновения жизни.

Подобные соображения воскрешают гипотезу о внеземном, космическом происхождении жизни. Гипотеза панспермии еще в прошлом веке была выдвинута Сванте Аррениусом, и суть ее можно выразить так: в вечной и бесконечной Вселенной жизнь так же вечна и бесконечна; споры, микроорганизмы - эти зародыши жизни - могут покинуть родную планету и давлением света транспортируются Бог весть куда - от планеты к планете, от звезды к звезде. У нас к идее панспермии склонялся В.И.Вернадский.

Однако гипотеза достаточно слабая. Пусть во Вселенной, хотя бы в одной нашей Галактике, миллионы планет. Исчезающе малую вероятность возникновения жизни (то есть протогена) на одной из них нужно умножить на столь же малую величину - вероятность благополучного межзвездного перелета. Это только видимость решения проблемы. Кроме того, похоже, что и всей Вселенной не хватает для возникновения жизни. Манфред Эйген подсчитал, что вероятность возникновения одного лишь белка - цитохрома С, состоящего примерно из ста аминокислотных остатков,- 10-130, а во всей Вселенной хватит места лишь для 1074 молекул (при условии, что все планеты, звезды и галактики состоят из вариантов молекул цитохрома).

Как видим, положение все более драматизируется. Получается, что все мы живем вопреки теории вероятностей. Нас не должно быть вообще!

Выход из сложившегося положения попытался найти Фрэнсис Крик. В 1982 г. он совместно с Л.Орджелом издал книгу "Жизнь как она есть, ее происхождение и природа". Сначала Крик драматизирует положение. Он исходит из того, что первичный полипептид, кодируемый протогеном, имел 200 аминокислотных остатков, а не 100, как у Эйгена. Тогда вероятность его возникновения 10-260 (это десятичная дробь с двумястами шестьюдесятью нулями после запятой). Далее он напоминает, что и Вселенная, в том виде, в каком она есть, не вечна. Большинство космологов сейчас считают, что она продукт "Big Bang" - "Большого взрыва", разметавшего все планеты, звезды и галактики, прежде сжатые в предельно малом (атомных размеров!) объеме.

Когда произошел Большой взрыв? Прежние расчеты по скорости разбегания галактик и энергии реликтового радиоизлучения давали неточные и завышенные величины возраста Вселенной. Теперь она уточнена - по соотношению в звездах радиоактивного тория (период полураспада 14 миллиардов лет) и стабильного ниобия. Оказалось, что возраст самых старых звезд - не выше одиннадцати миллиардов лет. Значит, для возникновения жизни не хватает не только пространства, но и времени. Ведь Вселенная лишь примерно вдвое старше Солнечной системы.

Крик также склоняется к неземному происхождению жизни. Но он физик и потому понимает слабости гипотезы панспермии. Конечно, давление солнечного света может придать споре микроорганизма третью космическую скорость, - но оно же будет отталкивать от звезды "чужие" микрочастицы. За миллионнолетние странствования гены неизбежно разрушатся космическим излучением. Разумеется, споры могут быть экранированы от него, например в метеоритах, но метеорит из-за большой массы не получит нужного ускорения давлением света. Да и вероятность того, что спора, ускоренная наугад, долетит до звезды с подходящими планетами, чересчур уж мала. Вероятность, что выстрел вслепую со стратосферного лайнера поразит, например, белку в глаз, намного выше. Конечно, за большой промежуток времени может произойти и маловероятное событие. Но времени-то как раз и не хватает.

И Крик выдвигает гипотезу направленной, управляемой панспермии. Предположим, пишет он, на какой-то из многочисленных планет во Вселенной миллиарды лет назад возникла некая сверхцивилизация. Ее носители, убедившись в том, что жизнь - штука редкая, возможно, уникальная, захотят распространить ее как можно шире. С этой целью сверхцивилизация начинает рассылать по всем направлениям, в свою и чужие галактики, автоматические ракетные корабли. Двигаясь со скоростью хотя бы 0.0015 % скорости света (около 3 миль/сек), они в среднем за 1000 лет достигнут ближайших систем с планетами и рассеют в их атмосферу пакеты с "пассажирами".

Такими пассажирами могут быть лишь замороженные и высушенные микроорганизмы. Они устойчивы к излучениям и перенесут сверхдлительный космический перелет. Устойчивы они и к огромным ускорениям, так что эти гипотетические корабли могут набирать скорость самым экономичным путем - взрывным ускорением в сотни g. Если условия на поверхности новой планеты окажутся пригодными, начнется стремительное размножение - и последующая эволюция, вплоть до появления человека.

А что значит пригодные условия? Мы знаем микроорганизмы, живущие без кислорода, в горячей серной кислоте, использующие в качестве источника энергии серу и восстановленные металлы. Многие земные бактерии, похоже, отлично выживут на Марсе или хотя бы на полюсах Венеры.

И Крик вспоминает старый спор между великими физиками-атомщиками Энрико Ферми и Лео Сцилардом. Сцилард был горячим сторонником сверхцивилизаций, рассеянных по космосу, и скептик Ферми спросил: "Если их много, почему мы их не видим и не слышим? Где же они?" И Крик полагает, что нашел ответ: "Они - это мы, вернее, мы - их сверхотдаленные потомки. В будущем мы, возможно, подхватим эту эстафету". (Крик подсчитывает, что даже наши современные космические корабли долетят до туманности Андромеды за 4 млрд. лет, когда от нашей цивилизации не останется даже праха.)

Однако доказательства космического происхождения жизни, выдвигаемые Криком и Орджелом, немногочисленны и неубедительны. Первое из них - повышенное по сравнению со средней концентрацией для общей массы Земли содержание молибдена в живых организмах. Молибден входит в состав ряда ферментов, например нитрогеназы микроорганизмов, связывающих атмосферный азот. Это ключевой фермент, делающий жизнь на Земле возможной. И Крик с Орджелом заключают: мы все эмигранты с богатой молибденом планеты. Но Морисабуро Эгами показал, что относительные единицы количества (кларки) для живой природы и морской воды по молибдену совпадают. Так что молибденовый след ведет не в космос, а в земной океан.

Второй довод Крика - внезапное возникновение микроорганизмов 3.8 млрд. лет назад. Увы, этот довод в равной мере годится для всех форм жизни, включая человека. Внезапность - артефакт, обусловленный спецификой палеонтологической летописи. Она всегда констатирует широкое распространение формы ("торжествующую обыденность"), а не процесс ее становления. Принцип телевидения и первые успешные попытки его применения известны с 20-х годов, но археологи будущего найдут первые обломки телевизоров, скорее всего, в слоях 50-х и ими датируют его внезапное возникновение. А на деле никакой внезапности не было.

Но главное не в этом. Самое досадное, что красивая гипотеза Крика не помогает. Даже призвав на помощь все планеты Вселенной, мы лишь в ничтожной мере повысим сверхкороткую вероятность возникновения протогена. Из исчезающе малой дроби (10-260) срежется каких-нибудь пятьдесят нулей после запятой - ни времени, ни места по-прежнему не хватает. Так что, перефразировав известное изречение Н.Бора, эта гипотеза недостаточно безумна, чтобы быть верной.

Пожалуй, до конца пошел в этом вопросе лишь астроном и математик Налин Чандра Викрамасингх (Шри-Ланка). Его исходные положения те же: жизнь не может возникнуть случайным путем. Для жизни нужно возникновение около 2000 ферментов - число пробных комбинаций 10-40000 (сорок тысяч нулей после запятой!). Вывод Викрамасингха: "Скорее ураган, проносящийся по кладбищу старых самолетов, соберет новехонький суперлайнер из кусков лома, чем в результате случайных процессов возникнет из своих компонентов жизнь". Но ведь происхождение жизни как-то надо объяснить? И Викрамасингх объясняет (или полагает, что объясняет, хотя это не одно и то же): "Свои собственные философские предпочтения я отдаю вечной и безграничной Вселенной, в которой каким-то естественным путем возник творец жизни - разум, значительно превосходящий наш".

У нас есть выбор. Можно, конечно, согласиться с астрофизиком из Шри-Ланки и на этом покончить с разгадкой происхождения жизни. А можно рассмотреть такую проблему: все статистические выкладки, приводящие к чудовищному количеству вариантов и, следовательно, к ничтожно малым вероятностям спонтанного возникновения протогена, верны. Вот только применимы ли они?

Полагаем, что повторить создание "Гамлета" не под силу не только миллиону обезьян, но и миллиону людей с пишущими машинками. Но - последний риторический вопрос: мог ли существовать театр, если бы "Гамлет" не был написан? Ведь в бурный елизаветинский век Шекспир мог бы попасть не в "Глобус", а, скажем, в экипаж к Фрэнсису Дрейку и сложить свою буйную голову в кругосветке "Золотой лани". Ясно, что мы имели бы театр без шекспировских пьес и не переживали бы по поводу их отсутствия. Ибо нельзя скорбеть по тому, что не появилось на свет.

И М.Эйген со своим примером - цитохромом С, и Ф.Крик с гипотетическим ферментом, и Н.Ч.Викрамасингх в расчетах исходят из того, что имеется только один пригодный вариант цитохрома С, по единственному варианту каждого фермента и так далее - то есть, не будь "Гамлета", и театра не было бы. А ведь это не так. Если вариантов множество (а их практически бесконечность), то и полипептидов, пригодных для работы, например в качестве фермента, так же должно быть практически бесконечное число.

Это утверждение допускает экспериментальную проверку. Если мы правы, то полипептиды, в которых аминокислотные остатки чередуются случайным образом (стохастические полимеры), должны проявлять биологическую активность. Как только стохастический полимер смог проявить ферментную активность при синтезе своей же матрицы - протогена, возникновение жизни можно было бы считать завершенным. Пусть эти полимеры работали хуже современных ферментов - не так эффективно и специфично. Но на то и отбор, чтобы корректировать их последовательности, совершенствуя функции.

Вот хороший пример: есть целая группа ферментов - сериновые протеазы, расщепляющие белки по амидным связям. Установлено, что активность их определяется наличием в последовательности тройки: серин-гистидин-аспартат - только тогда белок ускоряет расщепление (реакцию протеолиза) в 10 миллиардов раз против контроля. Если же мы будем убирать из последовательности сначала серин, потом гистидин, потом аспартат, активность соответственно будет снижаться в 2x106, 2x1O6 и 3x104 раз. Но и без магической тройки она не исчезнет, не будет нулевой.

Отсюда следует, что в достаточно большой и разнообразной совокупности случайно синтезированных полимеров можно найти такие, которые смогут выполнять функцию любого белка, например фермента, - такие опыты уже были поставлены. Американский исследователь X.С.Фокс смешивал сухие аминокислоты и нагревал их до 200?С; в результате получались полипептиды-цепочки из аминокислотных остатков, практически неотличимые от белков малой молекулярной массы. Мономеры в этих полимерах были распределены совершенно случайно, и в этой смеси вряд ли можно было найти две одинаковые молекулы. По-видимому, такие соединения - протеиноиды - легко возникали на начальном этапе существования Земли, например на склонах вулканов.

Х.С.Фокс и его сотрудник Л.Бахадур проверили, может ли смесь протеиноидов работать как фермент. Оказалось, что она проявляла активность, имитирующую функцию ферментов пирофосфатазы, каталазы, АТФазы. Другие исследователи, многократно проверив опыты Фокса, пришли к выводу, что подобная смесь может имитировать функцию практически любого фермента. Возможно, что протеиноиды катализировали синтез первых генов - матриц, на которых синтезировались уже настоящие белки, но тоже со случайными последовательностями. Как только среди них нашлась одна, способная ускорить синтез и репликацию своей матрицы - нуклеиновой кислоты, труднейшая проблема происхождения жизни была решена.

Для этого не требовалось сверхастрономического числа Вселенных и вмешательства сверхразума. В опытах Фокса участвовало не 10230 молекул, а существенно меньше - 1023,- одного моля, как говорят химики. Для возникновения жизни вполне хватило бы случайных химических реакций в достаточно большой грязной луже, вроде той, которую воспел Н.В.Гоголь в "Миргороде".

Опровергнуть эту концепцию можно посетив несколько планет земного типа из других звездных систем. Вполне возможно обнаружить на некоторых из них, хотя бы на одной, жизнь. Вот если тамошние гены и кодируемые ими белки будут гомологичны генам и белкам земных организмов, можно принять идею Творца.

Пока это не грозит: мы знаем, что и на Земле один и тот же ген не возникал дважды, как не было написано дважды любое литературное произведение, тот же "Гамлет".