

Общая судьба сложных органических соединений во Вселенной

Комментарий автора

Здесь воспроизведена только вторая часть интервью. В первой части вопросы и ответы носили общий характер. Во второй части, интервьюеры — журналисты Александр Механик и Галина Костина — ставили вопросы так, что это позволило в простой форме сказать о некоторых принципиальных вещах.

Общая судьба сложных соединений в нашей Вселенной

Опубликовано в журнале «Эксперт». Февраль–март 2007 г. № 8. Интервью с Г. Костиной и А. Механиком

...Сопряженные процессы и сопряженные реакции встречаются часто. Однократных, эпизодических упорядочений сколько угодно в неорганическом мире. Сам по себе акт упорядочения не является чем-то особенным. Допустим, мы договорились, что решка у монетки — беспорядок, а орел — порядок. Мы подбрасываем, и у нас может быть и то и другое. Но представьте, что все время выпадает орел.

— Значит, неживая природа отличается от живой тем, что в живой постоянно выпадает орел, идет постоянное упорядочение?

— Да. Хотя в неживой тоже может быть упорядочение. Но его появление носит случайный характер, и оно так же случайно исчезает. А в живой природе есть закон, который объясняет это постоянное упорядочение. Там постоянно работает наша машинка — механизм по упорядочению.

Что такое упорядочение? Суть упорядочения состоит в ограничении свободы. Беспорядок, хаос — это полная свобода. А порядок — ограничение свободы. Как только вы хотите пойти по пути порядка, вы начинаете ставить ограничения, уменьшать число степеней свободы. Мало ограничений — порядок небольшой, чем больше ограничений, тем больше порядок. Высший порядок — это когда нет выбора, есть только одна возможность.

Это удивительно, как упорядочена живая клетка! И этот порядок достигается, в частности, работой тысяч белков-ферментов, именно они — главные инструменты упорядочения. Почему? Фермент дает возможность проходить только одной-единственной реакции и только в одном направлении. У молекул, участвующих в реакции, нет никакой свободы выбора. Только один путь, только одна реакция, только с одной молекулой. Сегодня, через четыре с половиной миллиарда лет развития жизни (если считать с момента образования нашей планеты), мы имеем армию ферментов, которые ведут себя именно так, как рабочие на фабричном конвейере, выполняющие каждый свою операцию.

— Но ведь ферменты не сразу стали такими?

— Да, вначале были очень примитивные ограничители. Система была малоупорядоченная и поэтому плохо организованная. Организация происходила в процессе развития. Если мы сдвинемся в самое начало развития жизни, то и там процесс был примерно такой же, как сейчас, только далеко не самый эффективный. Современный фермент — это тысячи аминокислот в цепочке, к тому же свернутых в трехмерную структуру. А вначале, предположим, случайно склеились всего пять аминокислот, потом десять, и они уже могли служить катализатором, уже могли ускорять реакции, могли упорядочивать, но слабенько. В общем, роль катализаторов могли играть глины или РНК, но куда медленнее цепочек аминокислот. И жизни бы не было. А нам нужно, чтобы катализатор обеспечивал высокую скорость протекания реакций, сохраняя условия линейности и стационарности. Цепочки аминокислот обладали не только каталитическими свойствами, но и высокой селективностью, то есть были лучшими ограничителями. И именно благодаря им упорядочение в мире органических соединений могло продвинуться гораздо дальше, чем при возникновении сопряженных процессов в неорганическом мире. Однако до жизни было еще далеко. Цепочки аминокислот не могли себя воспроизводить. Они не могли размножаться. Поэтому любое достигнутое упорядочение было обречено на деградацию.

— И здесь эволюция могла бы зайти в тупик?

— В органическом мире был и есть класс соединений, которые прекрасно умеют себя воспроизводить. Благодаря комплементарности пуринов и пиримидинов одна цепочка РНК или ДНК может выстроить на себе свое зеркальное изображение. Способность к самокопированию у этих молекул не имеет себе равных в мире органических соединений. Так случилось в природе, что два важнейших свойства, необходимых для эволюции, — способность к упорядочению и способность к воспроизведению — оказались разделенными между двумя классами органических структур. Однако логика эволюции упорядочения привела к естественному разрешению этой коллизии: для того чтобы эволюция двинулась дальше, аминокислоты должны были воспроизводиться опосредованно через нуклеотидные структуры. Для этого должно было установиться соответствие между данной аминокислотой и представляющим ее в мире нуклеотидов набором нуклеиновых оснований. Это соответствие, найденное в ходе эволюции упорядочения, известно как генетический код.

— Но как все-таки он появился?

— Здесь нет никакой мистики. Он появился методом проб и ошибок, пока не получилось то, что полезно. С появлением генетического кода завершился этап предбиологической эволюции и начался собственно этап эволюции жизни.

— И все же, как объяснить, что из сотен аминокислот природа выбрала всего двадцать, чтобы задействовать их в организме, и исходя из этой двадцатки предложила механизм комбинирования (или генетического кода) на основе троичного кода?

— А мы не знаем, сколько вначале участвовало аминокислот. Может, шесть, потом двенадцать. Может, вначале пробовался двоичный код, который мог бы зашифровать шестнадцать аминокислот (напомним, что всего четыре нуклеотида ДНК и РНК должны участвовать в комбинациях генетического кода). Но количество аминокислот в цепочке росло, потому что машинка по упорядочению искала лучшие свойства. И нужен был новый код, ведь двоичный уже не мог зашифровать семнадцатую. А их в конечном итоге набралось двадцать. Таким образом, понадобился троичный код с триплетами нуклеотидов, из которых можно составить шестьдесят четыре комбинации. Это больше, чем нужно, но одну аминокислоту стали шифровать несколько триплетов. Почему были отобраны двадцать аминокислот? Потому что двадцать первая, вероятно, никакой пользы уже не приносила. Но их могло быть и восемнадцать. И вы тогда бы спрашивали, а почему восемнадцать.

— Ну а после того, как появился код, все пошло как по маслу?

— С этого момента, я считаю, тайн больше нет. Потом уже идет биологическая эволюция, и мы понимаем, как она может идти. И туда приложим дарвинизм. А до этого действует моя конструкция, тот закон, который я тут пытаюсь сформулировать. Это природный закон, такой же, как второй закон термодинамики, — закон разупорядочения. Я же утверждаю, что есть закон непрерывного упорядочения. Эти два закона связаны, они сопряжены.

— Механизм упорядочения мог бы проявиться и на другой планете?

— Меня самого вначале поразила, хотя позже это стало понятным, абсолютная детерминированность тех условий и компонентов, которые в этом процессе эволюции и возникновения жизни участвуют. Фантасты часто придумывают то силикатную жизнь, то Солярис — океан-мозг. Это все, на мой взгляд, абсолютно закрытые возможности. Я уже говорил, что путь такой жизни, как наша, был неизбежен. Кажется, что за неизбежностью почти всегда скрывается цель. Почему, к примеру, возникают религиозные подходы в решении, в частности, проблемы происхождения жизни? Потому что человеческий разум не видит возможности объяснить развитие иначе, как приписав ему цель. Когда мы имеем дело с живыми организмами, мы все время видим, что они действуют целесообразно. И это питает религиозное отношение к проблеме происхождения жизни: изначально была поставлена цель, изначально был креатив или дизайн. А как еще объяснить, ведь законы природы не указывают цель?

Философы часто задаются вопросом: если в природе что-то действует соответственно цели, то почему нам изначально не считать, что эта категория присутствует в мире? А откуда она берется? Легче всего ответить: от Бога.

Я бы ответил по-другому: может происходить упорядочение, но без цели. Процесс упорядочения заключен в очень узком диапазоне возможностей. Он идет так, как если бы была цель. Цели нет. Но путь предопределен. Условно говоря, он предопределен таблицей Менделеева, теми соединениями, которые нас окружают. И было достаточно появления АТФ, чтобы она привела к нам с вами. Она и есть дизайнер. И этот дизайнер укладывается во все химические и физические законы.

— **А возможно ли будет когда-нибудь воспроизвести всю последовательность этих реакций, которая привела к таким сложным белкам? Сможем ли мы их когда-нибудь воспроизвести в условиях лаборатории?**

— Если бы мы во всем разобрались, то могли бы сделать все это сами. Но получившееся не будет жизнью, потому что за этим будем стоять мы как дизайнеры, как творцы. Если мы будем ждать, когда природа на лабораторном столе из предложенных условий сотворит нечто, могут понадобиться тысячелетия. Но если мы очень хорошо поймем, как все это делалось, то сможем смоделировать подобное на компьютере. Ведь компьютер все моделирует в миллионы раз быстрее. Это не означает, что оттуда вылетит птичка или человечек выскочит, но если мы назовем все входящие и дальше скажем, какие должны быть законы и условия, то все у нас начнет работать так, как мы предполагаем, и на том языке, который мы зададим. Мы пробуем: задаем компьютеру некоторые начальные условия, к примеру наличие АТФ, аминокислот, нуклеотидов. И вносим принципы упорядочения. Нам интересно, сумеет ли машина понять, что у нее нет иного выхода, кроме как создать генетический код. Нет другого выхода, кроме как продвигаться. И у нас кое-что получилось. Но удовлетворенности нет. Пока мы вынуждены компьютеру кое-что подсказывать.

— **Механизм упорядочения будет работать всегда? Может ли остановиться эволюция и развитие живого?**

— Я уже говорил, что в основе эволюции жизни лежат стационарные, линейные — и еще добавлю — итеративные, повторяющиеся, системы. Так вот, если система линейна и итеративна, она может жить бесконечно. Но если система содержит нелинейность и итеративность, то она имеет конец. Потому что если у вас нелинейная система, то любое возникающее отклонение начинает с каждым повтором, итерацией, увеличиваться. И через какое-то количество итераций начнутся такие отклонения, что они будут сравнимы с сигналом. Эта непохожесть и есть потеря идентичности. Это конец. Казалось бы, нам нечего бояться, у нас-то все линейно и так далее. Но идеальных линейных систем не бывает. И эта нелинейность в конце концов себя проявит.

— **Не очень понятно. То процессы линейны, то не идеально линейны...**

— Не бывает идеальной линейности. Есть состояния, очень близкие к ней. Вот мы с вами живые, а через некоторое время нас не будет. Так что ж, называть нас мертвыми? Живые пока. Наша неидеальная линейность, или нелинейность, приводит к старости и смерти.

— **То есть после двадцатой итерации мы начинаем стареть.**

— Мы начинаем стареть с самого начала, только это незаметно. То же самое характерно для вида и в целом для биосферы.

— Значит, насчет апокалипсиса не враки? Сколько осталось до конца света? Миллиард лет?

— А может быть, и гораздо меньше. Потому что есть признаки приближения к этому обрыву. О точке пика говорит резкое увеличение числа бифуркаций в единицу времени или резкое уменьшение длительности спокойного периода между двумя бифуркациями. Смотрите: два миллиарда лет ушло на прокариот, полмиллиарда — на эукариот, потом млекопитающие, а человек существует вообще миг по этим меркам. Человек вроде бы сам стал быстрее упорядочивать материю. Но природа не знает нас, она знает понятие упорядочения. И ей все равно, как это возникает. Мы для нее просто посредники этого упорядочения. Потом нас можно отбросить. Вначале были животные, потом человек. Потом человек создал повозку, потом паровоз, самолет. И с еще большим ускорением — спутники, мобильные телефоны, компьютеры. И компьютер ничем по своим функциональным характеристикам не отличается от зайца или лягушки. И то и другое функционирует. Все это виды. Все это части упорядочивающейся природы. А с ускорением точки бифуркации сближаются. Митчелл Фейнгенбаум вывел зависимость: чем чаще в системе происходят изменения, тем ближе она к концу своей жизни.

— Хорошенькое дело. А если мы все бросим — прогресс, инновации?

— А без толку. Завели, уже не остановиться. Как не изворачивайся, конца не избежать.