

Наследие А.И. ОПАРИНА

Александр Иванович Опарин был могучей фигурой в российской (советской) науке прошлого века. И не только в российской: его популярность среди зарубежных ученых и вообще образованных людей мира была феноменальной. Его заслугой перед человечеством было создание первой тщательно продуманной и внутренне логичной теории абиогенного происхождения жизни на Земле.

Впервые идею абиогенного происхождения жизни на Земле в теплых первобытных водоемах (прудах или лужах), которую можно было бы положить в основу опаринской теории, высказал в переписке с друзьями никто иной, как Чарльз Дарвин, еще в позапрошлом веке (1871 г.). Он писал, что «в теплом маленьком пруду, содержащем наборы аммонийных и фосфорных солей, при наличии света, тепла, электричества, и т.п., можно представить себе образование белкового компонента, который бы далее подвергался еще большему усложнению». При этом он добавлял, что «в наши дни такой материал был бы немедленно сожран или поглощен, чего не случилось бы, пока не образовались живые существа» (цит. по С. Zimmer, “On the origin of life on Earth”, *Science*, vol. 323, pp. 198-199, 2009; перевод мой).

Однако, я не думаю, что Опарин знал об этом высказывании Дарвина, и вообще это высказывание почти потерялось в веках и не произвело революции в науке. Только в последующем столетии, и именно Опариним, была разработана цельная теория, шаг за шагом описывающая последовательные, химически и физически правдоподобные шаги абиогенного образования аминокислот, затем пептидов и полипептидов, вплоть до стадии образования их свернутых структур и комплексов с появлением у них различных каталитических активностей, а также возможностей фазовой сегрегации (коацервации). Это был великий прорыв: впервые проблема происхождения жизни была поставлена на научную основу. Когда же лабораторные опыты С. Миллера показали, что при пропускании электрических искр, имитировавших молнии, через газовую смесь воды, водорода, метана и аммиака действительно образовывались аминокислоты (S.L. Miller, “A production of amino acids under possible primitive Earth conditions”, *Science*, vol. 117, pp. 528-529, 1953), теория Опарина получила полное признание во всем мире.

Однако, к концу прошлого века становилось все более очевидным, что абиогенное образование белковых тел из аминокислот в соответствии с теорией Опарина, даже если некоторые из них и могли бы проявлять каталитическую активность, не давало никаких шансов на закрепление этих благоприобретенных признаков и их эволюцию, так как в

описываемом сценарии отсутствовал механизм самовоспроизведения. Сами белковые молекулы и полипептиды не способны к воспроизведению своих собственных структур. Единственным типом полимерных соединений, изобретенных природой, которые обладают свойством детерминации собственной специфической структуры благодаря способности к комплементарной репликации, являются нуклеиновые кислоты. Кроме того, нуклеиновые кислоты способны кодировать структуру белков и служить матрицами для синтеза белков, т.е. детерминировать их специфическую структуру. Наконец, решающим для смены парадигмы стало открытие рибонуклеиновых кислот (РНК) с каталитической (энзиматической) активностью (так называемых рибозимов, или РНК-ферментов) в лабораториях Т. Чека и С. Олтмана в 1982-1983 г.г. (К. Kruger et al. “Self-splicing RNA: Autoexcision and autocyclization of the ribosomal RNA intervening sequence of *Tetrahymena*”, *Cell*, vol. 31, pp. 147-157, 1982; С. Guerrier-Takada et al. “The RNA moiety of ribonuclease P is the catalytic subunit of the enzyme”, *Cell*, vol. 35, pp. 849-857, 1983). В результате к концу столетия на смену теории абиогенного происхождения жизни через первичное образование белков пришла гипотеза о древнем мире РНК как первоначальной форме жизни с ее основными свойствами – воспроизведением себе подобного и эволюцией. Идея древнего безбелкового мира РНК как возможного предшественника современной жизни на Земле была окончательно сформулирована в 1986 г. (W. Gilbert “Origin of life: The RNA world”, *Nature*, vol. 319, p. 618, 1986) и быстро приобрела многочисленных сторонников. В настоящее время гипотеза о том, что жизнь начиналась с молекул РНК и их ансамблей, является почти общепринятой (см. сборник *The RNA World*, Second Edition, eds. R.F. Gesteland, T.R. Cech and J.F. Atkins, Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, 1999, а также обзоры А.С. Спирина, «Мир РНК и его эволюция», *Молекулярная биология*, том 39, стр. 550-556, 2005, и А.С. Спирин, «Где, когда и в каких условиях мог возникнуть и эволюционировать мир РНК?», *Палеонтологический журнал*, № 5, стр. 11-19, 2007).

Тем не менее, безусловной исторической заслугой А.И. Опарина остается формулирование главного условия в процессе перехода от неживого вещества – мономерных химических соединений и образующихся из них полимеров – к живой материи. Это условие состоит в обособлении ансамблей функционально взаимодействующих макромолекул от окружающей среды – *образованию особей* – как необходимого этапа перехода от неживого к живому, без прохождения которого эволюция невозможна. В качестве первичной формы такого обособления от окружающей среды Опарин предположил образование коацерватов, или коацерватных капель, в которых

могли бы концентрироваться макромолекулы – явление, известное для некоторых коллоидных растворов (гидрофильных золей) и представляющее собой сегрегацию более концентрированного золя в виде микрокапель, взвешенных в среде менее концентрированного золя. Однако, здесь важнее всего даже не конкретная форма этого обособления, а сам принцип образования особей, осознанный Опариным и положенный в основу его теории начальной эволюции живой материи и ее последующего развития и дифференциации.

Через много лет, уже на рубеже веков, У. Гилберт и С. деСуза, используя терминологию гипотезы о древнем мире РНК, следующим образом объясняли необходимость обособления для возникновения и начальной эволюции живой материи. «Для того чтобы естественный отбор начал свою работу по совершенствованию РНК-ферментов, необходимо образование особей, которые могут размножаться и соперничать друг с другом в размножении и у которых окружающая их мембрана объединяет мутированные РНК-гены с улучшенными и более эффективными каталитическими рибозимами, являющимися их продуктами. ... Можно было бы мысленно представить себе и целые жидкие объемы прудов или луж в качестве первых «особей», каждая из которых совершенствует свой отобранный «лучший» репликатор; но чтобы продвинуться гораздо дальше, должен быть способ упаковки этого генетического материала и копирующей его функции в какой-то окружающей оболочке, какой-то пограничной мембране. ... Гены и их продукты должны быть связаны, чтобы естественный отбор был способен идентифицировать ген, который делает улучшенный продукт.» (W. Gilbert and S.J. de Souza, "Introns and the RNA world". In: *The RNA World*, 2nd Edition, eds. R.F. Gesteland et al., pp. 221-231. CSHL Press, New York, 1999).

Хочу закончить некоторыми впечатлениями от личности А.И. Опарина, с которым я впервые встретился и познакомился в бытность мою студентом Кафедры биохимии растений Биофака МГУ (1949-1954 г.г.). Александр Иванович Опарин был заведующим Кафедрой с 1942 года, когда он сменил на этом посту основателя Кафедры профессора Александра Робертовича Кизеля (русского немца, выдающегося биохимика, репрессированного в начале войны с Германией, расстрелянного, а затем реабилитированного). Занимал он этот пост до 1960 года, когда на смену ему пришел Андрей Николаевич Белозерский, профессор той же Кафедры. Таким образом, все мои студенческие годы прошли под руководством этих двух совсем разных, но очень умных и интересных людей. Оба они имели и другое место работы, а именно возглавляли лаборатории в Институте биохимии им. А.Н. Баха АН СССР; кроме того, А.И. Опарин

был еще и директором этого Института (с 1946 года). Я же после окончания МГУ поступил в аспирантуру Института биохимии, а затем остался сотрудником в лаборатории А.Н. Белозерского в этом Институте. Во время моего пребывания в МГУ и в Институте биохимии, а также и после моего перехода в Институт белка, у нас с Александром Ивановичем, несмотря на большую разницу в возрасте, установились и поддерживались очень теплые – я бы даже сказал дружеские – отношения. Я отдавал должное его уму, он – моей науке. Как заведующий Кафедрой, он организовал и лично вел семинары по дипломным работам, которые студенты Кафедры проводили на 5-ом курсе либо на самой же Кафедре у разных руководителей, либо в других лабораториях. Поражала его способность внимательно выслушивать постановку и ход работы, проникая в суть самых разных работ и делая четкие, принципиальные замечания или своими вопросами и поправками проясняя эту суть, а часто и обнаруживая ошибки или прямые нарушения логики исследований. (Именно у А.И. Опарина я перенял практику семинаров по дипломным работам на возглавляемой мною Кафедре молекулярной биологии МГУ). В Институте биохимии, незадолго до своего годового отчета как директора Института, А.И. Опарин в конце года устраивал прослушивания годовых итогов работы каждой лаборатории в присутствии всех сотрудников данной лаборатории, с персональными отчетами сотрудников, обсуждением поставленных задач и выявлением проблем в работе. И здесь опять проявлялся ум этого человека и умение схватывать главное даже в областях, весьма далеких от его узкой специальности (энзимологии и технической биохимии).

В заключение хочу добавить, что А.И. Опарин прошел свой путь ученого и организатора науки в очень трудное и опасное для мыслящих людей время и сохранился как человек, никого не предавший, не пресмыкавшийся и не менявший своих убеждений в соответствии с попутными ветрами. Он умел окружать себя такой броней человеческого достоинства и неприступности, что всегда внушал уважение как у представителей властей, так и у своих коллег и подчиненных.

Академик А.С. Спирин

10 января 2011 года