

Глава 1

НЕЗАМЕЧЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Несколько лет назад я получил возможность поработать на исследовательском судне на Черном море, у северного побережья Турции. Черное море — поразительный и уникальный водоем: ниже приблизительно 150-метровой отметки в нем нет кислорода. Задачей моей работы было изучить фотосинтезирующие бактерии в верхнем 150-метровом слое.

Фотосинтезирующие бактерии используют энергию солнечного света для строительства новых клеток. В любой части Мирового океана существуют микроскопические фотосинтезирующие организмы — *фитопланктон*, которые продуцируют кислород. Они являются предшественниками высших растений, но появились на Земле значительно раньше. Через несколько дней плавания инструмент, который моя исследовательская группа использовала для распознавания фитопланктона (особый тип флюорометра, который мы разработали уже много лет назад), зафиксировал странные сигналы, каких никто из нас прежде не видел. Сигнал исходил с довольно большой глубины — как раз из той части водной толщи, где никакого кислорода уже нет и освещенность

очень низкая. В процессе дальнейшей работы я понял, что организмы, испускающие этот странный флюоресцентный сигнал, обитают в очень тонком слое воды — толщиной, возможно, не более метра. Это были фотосинтезирующие бактерии, но в отличие от фитопланктона, обитающего в верхней части водной толщи, они не могли продуцировать кислород. Эти бактерии были представителями древнейшей группы организмов, возникших в процессе эволюции задолго до фитопланктона. Они были реликтовыми представителями того времени, когда кислород еще не появился на нашей планете.

Работа на Черном море оказала глубочайшее влияние на мои представления об эволюции жизни на Земле. Отбирая образцы из все более глубоких слоев водной толщи, я мысленно возвращался вспять во времени, обнаруживая микроорганизмы, некогда населявшие все океаны, а сейчас ограниченные лишь очень малой частью своего прежнего местообитания. Организмами, испускавшими тот странный флюоресцентный сигнал, оказались фотосинтезирующие зеленые серные бактерии — облигатные анаэробы. При помощи энергии Солнца они расщепляют сероводород (H_2S) и используют образовавшийся водород для производства органических соединений. Эти организмы могут жить при очень низком уровне освещенности, но не переносят даже весьма незначительного присутствия кислорода.

На протяжении нескольких последующих недель, курсируя по Черному морю с целью сбора образцов в различных его частях, мы наблюдали стаи дельфинов и рыб в верхних слоях воды, но ниже приблизительно 100-метровой отметки многоклеточные организмы отсутствовали. Животная жизнь не может долго существовать без кислорода, а здесь, на глубине, он исчезал. Бактерии преобразовали экосистему Черного моря: в верхнем 100-метровом слое они продуцировали кислород, но в более глубоких слоях, наоборот, поглощали его. Таким образом они сделали бассейн Черного моря своей уникальной экологической нишей.

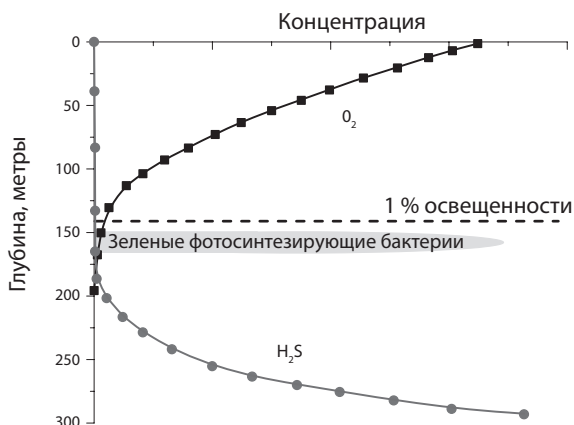


Рис. 1. Теоретический график распределения кислорода и сероводорода (газа с запахом тухлых яиц) в верхнем 300-метровом слое Черного моря. В Мировом океане этот водоем является уникальным. В большинстве океанических и морских бассейнов кислород прослеживается вплоть до самого дна. Здесь же, чуть ниже отметки, куда проникает лишь 1 % солнечного света, приходящего на поверхность, существует очень тонкий слой фотосинтезирующих бактерий, которые при помощи солнечной энергии расщепляют сероводород, используя его для своего роста. Метаболизм этих организмов чрезвычайно древен; вероятно, он возник более трех миллиардов лет тому назад, когда концентрация кислорода на поверхности Земли была еще чрезвычайно низкой

Проведя в море почти месяц, я наконец вернулся в стамбульский порт, где принялся восхищаться турецкими коврами. Гора Арарат в северо-восточной части Турции славится своими ткаными коврами, на которых изображена история Ноева ковчега. Изготавливаемые в этом регионе *килимы* представляют собой богато украшенные гобелены с вытканым рисунком в виде пар жирафов, львов, обезьян, слонов, зебр и всевозможных других знакомых нам животных. Глядя, как торговцы разворачивают свой товар, и прихлебывая бесконечно предлагаемый ими сладкий чай, я принялся размышлять над тем, как история ковчега повлияла на формирование нашего искаженного представления о жизни на Земле. С одной стороны, это история о разрушении

и воскресении. С другой — она повествует о том, как Бог поручил людям присматривать за природой. Ни в том, ни в другом случае микробы не упоминаются ни как создатели, ни как разрушители жизни.

Слово «эволюция» буквально означает «развертывание», но, глядя, как торговец разворачивает передо мной свои восхитительные ковры, я понял, что библейский рассказ о ковчеге не дает нам ключа к пониманию того, как эволюционировала жизнь. Вся ли существовавшая на Земле жизнь была сохранена Ноем? Возможно ли, что какие-то организмы не были взяты в ковчег? Хотя история ковчега глубоко укоренилась в западной культуре, она не может служить источником информации о происхождении жизни. Чтобы подступиться к пониманию происхождения жизни, нам необходима другая перспектива, основанная на науке, и в особенности на тех ее разделах, что касаются эволюции микроорганизмов.

Наука в большой степени является искусством находить в природе закономерности. Для этого требуется терпеливое наблюдение, но мы неизбежно попадаем под влияние наших чувств. Человек — животное визуальное, и наше восприятие мира базируется главным образом на том, что мы видим. А то, что мы видим, определяется тем, какие инструменты у нас есть под рукой. История науки тесно связана с историей изобретения новых орудий, позволяющих видеть вещи в другой перспективе, однако парадоксальным образом изобретение новых инструментов зависит от того, что мы видим. Если мы не видим какой-либо вещи, мы, как правило, выпускаем ее из внимания. Так и микроорганизмы долгое время оставались вне поля зрения, в особенности в том, что касается их роли в истории эволюции.

Первые несколько глав современной истории эволюции жизни на Земле были написаны в основном в XIX столетии учеными, изучав-

шими ископаемые останки животных и растений — останки, которые они могли с легкостью видеть. Наблюдавшиеся ими природные закономерности не учитывали микроорганическую жизнь по двум простым причинам: горные породы не содержали заметных ископаемых останков микроорганизмов, а при наблюдении за живыми организмами нельзя было с легкостью различить закономерности микробиотической эволюции. Инструментов для обнаружения ископаемых микроорганизмов почти не существовало; да и в любом случае, даже если бы они и были, роль этих организмов в формировании эволюции Земли не могла быть оценена до тех пор, пока в последующие десятилетия не стали доступны другие, более совершенные инструменты. Закономерности эволюции, наблюдавшиеся для животных и растений, были исторически выведены из формы и размеров их останков, а также расположения этих останков в геологическом времени. Применительно к микроорганизмам такой подход далеко не настолько действен.

В целом то, что мы не замечали микроорганизмы — как в буквальном, так и в переносном смысле, — искажило наше представление об эволюции более чем на столетие, и включение микроорганизмов в нашу картину эволюции еще до конца не завершено. Наука — не просто искусство обнаружения закономерностей в природе (что само по себе достаточно трудно). Она требует умения находить закономерности, которые не видны невооруженным глазом.

Однако, прежде всего, давайте вкратце рассмотрим историю эволюции, какой она виделась в XIX столетии. Именно тогда были сформированы многие из наших нынешних научных концепций относительно жизни на Земле. Эти идеи во многом основывались на том, что можно было понять в рамках библейских историй о сотворении мира, включая историю о потопе и том, как Ной позаботился о Божьих созданиях, — историй, подобных тем, что были вытканы на турецких коврах.

В начале 1830-х годов дворянин-ученый Родерик Импи Мурчисон и харизматичный кембриджский профессор Адам Седжвик сообщили о находке окаменелых останков животных в толще земли в Уэльсе. Окаменелости были известны уже на протяжении нескольких веков, однако их значение не было до конца ясно. Многие понимали, что это отпечатки организмов, погибших очень давно, — однако насколько давно, никто не мог сказать; оставалось неясным и то, каким образом эти отпечатки сохранились.

Седжвик был одним из ведущих английских специалистов по окаменелостям, а одним из студентов, посещавших его лекции, был Чарлз Дарвин. Летом 1831 года Дарвин, которому на тот момент едва исполнилось двадцать два года, отправился вместе с Седжвиком на экскурсию в Северный Уэльс, чтобы своими глазами посмотреть на ископаемые останки. Эта поездка перевернула жизнь Дарвина навсегда. Он не только помогал Седжвику искать среди камней останки животных — при этом он также изучил основные принципы геологии, и эти способности к наблюдению не раз сослужили ему хорошую службу на протяжении его дальнейшей жизни.

Окаменелости, подобные тем, что были найдены Седжвиком и Мурчисоном в Англии и Уэльсе, встречались также и в других частях Европы, в результате чего начала получать распространение система классификации, основанная на рядах сходных ископаемых останков. Зачастую внешний вид ископаемых животных напоминал знакомых нам жителей океана — моллюсков, ракообразных или рыб; наружность других, однако, была невероятно причудливой — они не были похожи ни на каких обитателей современных океанов. Относительно значения этих ископаемых кипели бурные дискуссии, но в любом случае эти открытия недвусмысленно предполагали серию последовательных изменений внешнего вида животных в толщах, сформированных этими древними морскими отложениями, — от нижних

слоев к слоям, залегающим выше. В то время уже в основном сформировалось представление о том, что горные породы, залегающие в разрезе более глубоко, образованы раньше, нежели вышележащие.

Обнаружение в толще горных пород ископаемых животных едва ли можно было назвать новостью. Вероятно, самое знаменитое из первых описаний ископаемых останков было сделано датским ученым Нильсом Стенсенем (Николасом Стено) в 1669 году. Он обнаружил среди горных пород в Италии объекты, весьма напоминавшие зубы акулы, и задался вопросом, каким образом окаменелые останки, принадлежавшие некогда жившим организмам, могли так хорошо сохраниться. Стенсен, однако, принял во внимание то, каким образом ископаемые были расположены в толще горных пород. Отложения залегают слоями, и ученому пришла в голову мысль о том, что более древние слои должны залегать ниже более молодых. Это представление, названное впоследствии принципом *суперпозиции*, является одним из базовых законов седиментологии. Оно сильно повлияло на интерпретацию найденных окаменелостей Седжвиком более сотни лет спустя. Сам Стенсен в конце концов забросил науку и обратился в лоно Церкви, решив посвятить свою жизнь Богу. Его ранние работы, посвященные окаменелостям, были почти полностью забыты, а сам он продолжал верить в то, что жизнь на Земле зародилась так, как это описано в Книге Бытия.

На мой взгляд, логический вывод о том, что сохранившиеся в горных породах останки расположены в некоем соответствии с временной шкалой, был удивительным прозрением, однако его было не так легко обосновать, поскольку в то время еще не были доступны базовые геологические данные. В значительной мере задача выявления закономерностей в окаменелых останках дождалась великого ума Чарлза Лайеля, одного из интеллектуальных наставников и близкого друга Дарвина. Лайель, шотландский адвокат, ставший натуралистом, часто именуется первооткры-

вателем нового научного направления, которое он назвал *геологией*. Подобно Стенсену, Лайель понял, что в залегании ископаемых останков есть логическая последовательность; однако в отличие от Стенсена он занялся истолкованием геологических процессов, таких как эрозия, вулканизм и землетрясения, чтобы с их помощью объяснить эту наблюденную им последовательность. Фактически именно его истолкование расположения ископаемых останков в толщах горных пород позднее побудило Дарвина задуматься над тем, как организмы изменяются с течением времени. Длившаяся всю жизнь дружба между Лайелем и Дарвином была легендарным примером научного сотрудничества.

Двадцать седьмого декабря 1831 года началось знаменитое путешествие Дарвина на экспедиционном судне королевского флота «Бигль» — десятипушечном бриге длиной в девяносто футов и с командой в семьдесят четыре человека на борту. В качестве спальни Дарвину отвели чрезвычайно тесную кают-компанию, где ему было позволено держать лишь очень немного книг. Он спал в гамаке в комнатке размером 9 на 11 футов с потолком на высоте 5 футов — там было темно и неудобно, к тому же ему приходилось делить помещение с другими. Среди прочих вещей, которые Дарвин взял с собой, был и первый том первого издания новой книги Лайеля «Принципы геологии», опубликованной в 1830 году, а также его личный экземпляр Библии короля Иакова. На судах, где мне приходится работать, я имею возможность ежедневно принимать горячий душ, и, хотя иногда я вынужден жить в тесной каюте вместе с другими людьми, на большинстве исследовательских судов имеется библиотека. Учитывая условия на «Бигле», возможно, не стоит особо удивляться тому, что Дарвин, ссылаясь на морскую болезнь, стремился при любой возможности сойти на берег и пешком покрывал значительные расстояния, чтобы встретить «Бигль» в следующем порту назначения.