



МИКРОБ ИЛИ НЕ МИКРОБ

Самый первый микроб —
трудоголик, которому мы всем обязаны

Свои лекции о домашней гигиене я обычно начинаю так: «Здравствуйте, меня зовут Маркус Эгерт, и я исследую вещи, о которых большинство людей говорит: “Я не очень-то хочу про это много знать”». Люди поначалу испытывают неприязнь к теме микробов и бактерий. Она кажется слишком неприятной, даже зловещей. Потому что она касается вещей, скрытых от наших глаз.

Но первоначальное отвращение улетучивается уже через несколько минут, ведь домашняя гигиена важна каждому из нас и никого не оставляет равнодушным. По моему опыту, большинство считает себя чисто-плотными людьми, умеющими обращаться с тряпкой и моющими средствами. Насмешкам чаще подвергаются другие. Разве у вас нет знакомого, которому так

и подмывает подарить на день рождения упаковку салфеток для уборки? И определенно есть подруга, которую вы посещаете реже, чем могли бы, потому что своей манией чистоты она действует на нервы.

То, что я, как микробиолог, занялся этой темой, произошло не само собой. Нельзя сказать, что я из кожи вон лезу, убираясь дома. Я защитил диссертацию по микробным сообществам в кишечнике личинок африканских бронзовок, личинок майских жуков и дождевых червей. Если сейчас вы решили, что микробиолог — редкая и ненужная профессия, поспешу вас успокоить. В наше время микробиолог никогда не останется без работы.

Микробиологи нужны по всему свету, чтобы мы могли продолжать жить так, как живем сейчас. Они следят за тем, чтобы в продукты и питьевую воду не попали опасные бактерии. Многие лекарства должны быть стерильными, то есть совсем без бактерий. Даже в погружных ваннах, используемых для покраски автомобилей, микробы могут присутствовать только в ограниченном количестве, иначе есть опасность, что микроорганизмы попадут на металл и краска не пристанет плотно.

Игровая площадка для микробиологов

То, что я посвятил себя домашней гигиене, не произошло случайно. В 2006 году я начал работать в дюссельдорфской компании Henkel, производящей бытовые

товары. Для незлобивого ученого из университета такой карьерный шаг — все равно что переход на темную сторону силы. Там исследования ведутся не ради исследований, а ради роста продаж стиральных порошков, средств для мытья посуды и дезодорантов.

Я стал начальником лаборатории в отделе микробиологии. Сначала мы занимались главным образом запахами тела и исследованием дезодорантов. Чувство было такое, будто я попал на огромную игровую площадку для микробиологов! Один из моих пожилых шефов любил говорить о песочнице господина Эгерта, когда я представлял свои идеи для проектов, пользуясь университетскими методами.

Например, мы изучали влияние косметики на микрофлору кожи. Для этого мы изолировали микробов из подмышек коллег и исследовали, какие из них производят пахучие вещества. Потом мы занимались бактериями, производящими запахи в кондиционерах автомобилей, микрофлорой в стиральных машинах и воздействием чистящих средств на микробов в домашнем хозяйстве.

Кроме того, мы изучали ферменты из генетически модифицированных бактерий, которые могли поглощать пятна на белье при машинной стирке. Чем-то все это напоминало лабораторию доктора Франкенштейна. Но современной микробиологии под силу создать на чертежной доске по индивидуальному заказу микроорганизм, который делает ровно то, что нужно. Ну, почти.

При этом микробиологи работают с живыми микроорганизмами примерно так же, как и Роберт Кох, открывший туберкулезную палочку 150 лет назад, — помещая в твердую или жидкую питательную среду. Потому что только живых микробов можно протестировать на то, как они реагируют на внешние раздражители; например, на чистящие средства или активные вещества в дезодорантах.

Легко забыть, что микроорганизмы — живые существа, обладающие собственным обменом веществ. Размером они всего в тысячную долю миллиметра, и чтобы их увидеть, нужен микроскоп. Впервые их смогли разглядеть почти 350 лет назад, и это был гигантский скачок вперед. Первым человеком, который увидел бактерии и описал их, был Антони ван Левенгук, голландский изготовитель линз и оптики. Но ему еще не было известно, с кем он имеет дело. Даже в XIX веке медики, не зная о существовании бактерий, считали, что болезни вызываются плохими запахами. И только упомянутый выше Роберт Кох открыл их истинную природу.

Микробы в миксере

Все микробы — одноклеточные микроорганизмы. То, что они вообще могут существовать в такой форме, заслуживает особого внимания. Когда микробиологи хотят объяснить разницу между одноклеточными и высшими, многоклеточными, существами,

они прибегают к крайне простому примеру: все, что можно перемешать в миксере, не убив, — это микроорганизмы. Причина: в многоклеточных организмах клетки так специализировались, что не способны выжить поодиночке в естественной среде. Когда их разъединяют, они не могут образовать полноценный организм.

Микроорганизмы, напротив, потенциально бессмертны. Микроорганизмы размножаются делением или, выражаясь научно, экспоненциальным ростом: из одной клетки получаются две новые, из двух — четыре, из четырех — восемь... Куда это может завести? Из одной клетки, которая будет делиться каждые 20 минут в течение 48 часов, возникнет биомасса, которая в 3000 раз тяжелее Земли.

К микроорганизмам, или микробам, относятся бактерии и археи — менее известная родственная группа бактерий, которые, например, производят метан для тепла в биогазовых установках. Далее, грибы, водоросли, одноклеточные живые организмы (простейшие) и вирусы — тоже микроорганизмы. Последние составляют обособленную группу, они не живые существа, а «только лишь» сложные молекулы без обмена веществ.

Лучше всех из микроорганизмов изучены бактерии. Они способны реагировать на химические раздражители и у многих из них есть нечто вроде моторчика, с помощью которого они передвигаются. Слова «микробы» и «возбудители болезней» часто используются как

взаимозаменяемые. Это необоснованно! Большинство микробов совершенно безвредны для человека.

В отличие от клеток грибов, водорослей, простейших и других высших живых существ, у бактерий нет клеточного ядра. Их называют «прокариоты». И тем не менее наши клетки родственны бактериям. Точнее, мы от них произошли. Давным-давно бактерии и археи соединились в эукариоты: клетки с ядром, из которых, в конце концов, и состоит человек.

Самим своим существованием мы обязаны микроорганизмам! Вся жизнь на Земле произошла от них. Печально, что в истории сотворения мира об этих крошечных существах, невидимых человеческому глазу, нет ни слова. Хотя бактерии и микроорганизмы заслуживают отдельной толстой главы в каждой книге, повествующей о сотворении или эволюции человека.

Микробы стали первыми обитателями нашей планеты, когда та еще была непригодным для жизни адом, а не тем приятным местом, где розы источают аромат и поют песни соловьи, каким мы знаем его сегодня. Если бы микробы не обладали почти пугающей возможностью к приспособлению, наша Земля осталась бы безжизненной пустыней. Ни одно животное не выжило бы на ней, деревьев и цветов не существовало бы.

В быту мы думаем о микроорганизмах как о непрощенных гостях. Давайте не будем заниматься самообманом: мы живем у них, а не они у нас!



Рис. 1. К миру микроорганизмов (микробов) относятся живые существа, которые жизнеспособны, будучи одноклеточными, и чьи клетки нельзя увидеть невооруженным глазом: клетки бактерий и архей не имеют ядра (прокариоты), грибы, водоросли и простейшие (эукариоты) имеют. Вирусы — не живые существа, а лишь сложные молекулы. На рисунке масштаб не соблюден. Прокариоты размером примерно в одну миллионную метра, вирусы в десять раз меньше, эукариоты — в десять раз больше

Прародитель всей жизни — микроб

Признаюсь, нелегко питать уважение к организму, который в 40 раз меньше человеческого волоса и к тому же обладает дурной репутацией. И тем не менее от этого фундаментального постулата никуда не деться: вся жизнь на Земле восходит к одному супермикробу, который вышел на сцену около 4,3 миллиарда лет тому назад.

Ученые назвали первое клеточное живое существо на планете LUCA (last universal common ancestor — последний универсальный общий предок). Когда он возник, Земле было всего 100 миллионов лет.

Микробы не оставляют таких же впечатляющих следов своего существования, как, например, тираннозавр. Наличием доказательств их раннего существования мы обязаны, как ни странно, изменению климата. Из-за потепления обнажаются скальные породы, где никогда не ступала нога человека.

Недавно британско-австралийская команда исследователей обнаружила древние скалы у эскимосского поселка Нуввуагиттук (канадская провинция Квебек). Этому горному образованию, которое называют зеленокаменный пояс, 4,3 миллиарда лет, и в нем были обнаружены трубчатые структуры. Такие образования сегодня представляют собой естественный продукт метаболизма микроорганизмов, живущих на дне глубоких озер близ горячих вулканических

источников, поскольку вода этих так называемых черных курильщиков очень богата питательными веществами.

Кислород — случайное вещество

Молодая Земля, на которой возник LUCA, была непригодна для жизни. Земной атмосферы, защищающей нас от смертельного ультрафиолетового и рентгеновского излучения, в ее нынешнем виде еще не было. И кислорода, естественно, тоже не было. Кроме того, было очень жарко. LUCA зародился в воде.

Без кислорода не существовало бы высших форм жизни на нашей планете. То, что появился воздух, которым мы дышим, — настоящее чудо, совершенное цианобактериями (сине-зелеными водорослями). Они создали себе пищу из солнечного света, углекислого газа и воды — углеводы. Свободный, газообразный кислород возник как побочный продукт этого фотосинтеза.

Через 1,5 миллиарда лет концентрация кислорода в воздухе приблизилась к показателю 21%. Именно столько нам нужно, чтобы великолепно себя чувствовать. Это состояние было достигнуто впервые около миллиарда лет назад. С таким количеством кислорода в качестве источника энергии для дыхания стал возможен взрыв разнообразия жизненных форм, и голубая планета позеленела. Кроме того, возникли высшие, то есть многоклеточные, организмы.

Но ни одно из многочисленных живых существ, появившихся вплоть до сегодняшнего дня, не может отрицать своего происхождения — мы все исходим от LUCA и, таким образом, родственны между собой; от бактерии до морского огурца, от картофеля и плодовой мушки до шимпанзе и человека, мы обладаем общими признаками, такими как унаследованная ДНК или способ производства протеинов (белков).

Это также означает, что микроорганизмы связаны с нами теснейшим образом. Ведь каждая наша клетка содержит «внедрившиеся» клетки-бактерии, так называемые митохондрии, производящие до 90% нашей энергии.

Большинство ученых исходят из того, что жизнь возникла на Земле. Но один факт — способность некоторых микроорганизмов к выживанию даже в самых непригодных к жизни условиях — ставит в тупик. Откуда такая выносливость? Мы знаем, что эволюция не склонна к опережению и продвигается вперед малюсенькими шажками. Однако эти микробы развили в себе потрясающую способность к сопротивлению за относительно короткий промежуток времени.

На этот счет есть теория, у которой не слишком много поклонников в ученом мире. Но давайте отдадимся ненадолго той волне приятного ужаса, который ее сопровождает: теоретически возможно, что жизнь на Землю была занесена из космоса — утвержда-

ют сторонники панспермии. Уже развитые споры внеземной жизни поселились на пустой планете и ее колонизировали. Следовательно, все мы — пришельцы.

Старейшие в мире особи

Американские микробиологи обнаружили в кристаллах соли, возраст которых составляет 250 миллионов лет, вкрапления спор бактерий. Ученые «напитали» эти бактерии, очевидно неживые, питательным раствором из сахара, витаминов и микроэлементов. Раствор оказался волшебным напитком. Споры возродились к жизни, как будто ничего не случилось.

Эти бактерии со своим внушительным возрастом в 250 миллионов лет являются старейшими в мире особями, когда-либо жившими на Земле. Для сравнения: самый старый из людей дожил до 122 лет. Понятно, что микроорганизмы с подобными свойствами вполне могли выдержать космическое путешествие, например, как пассажиры на метеорите.

Столкновение с Землей, по-видимому, несколько им не повредило. Резистентность спор бактерий объясняется многослойной, чрезвычайно толстой оболочкой и обменом веществ, способным практически замирать. Этим формам жизни не угрожают жара, засуха, отсутствие питательных веществ и даже антибиотики.

За 4,3 миллиарда лет эволюции микробы обжили почти все уголки планеты. Их можно найти на многокилометровой глубине в геосфере и в самых высоких слоях стратосферы. На Земле нет не созданного искусственно места, которое было бы стерильно, то есть без микробов (за исключением, возможно, раскаленной магмы). Каждый микроб обладает чрезвычайно малым размером, а потому способен оказаться в любой точке Земли. Но то, насколько хорошо он будет себя там чувствовать, сумеет ли выжить и размножиться, зависит от окружающих условий.

Это означает следующее: мы можем повлиять на то, чтобы микроорганизмы не сочли для себя идеальным местом обитания холодильник, постель или туалет, но бессмысленно пытаться защититься или спрятаться от них. Мы не сможем избавиться от них полностью. Никогда.

Последний универсальный общий предок (LUCA) и его потомки живут на Земле уже почти 4 миллиарда лет. Динозавры просуществовали всего 170 миллионов лет — относительно короткий период. Человек разумный (*Homo sapiens*) существует какие-то смешные 200 тысяч лет.

Итак, бактерии стали первыми обитателями Земли. Но это не все: когда через 2–3 миллиарда лет нашу Землю испепелит Солнце, а это неизбежно, — они определенно станут и последними.

Вместе они сила: почему микроб хороший семьянин

Когда животные рычат или ревут, они, предположительно, так общаются со своими сородичами. Сельди, например, общаются посредством выпускания газов. То, что животные болтают между собой, стало одним из самых неожиданных открытий эволюционной биологии.

Растения также взаимодействуют друг с другом, когда есть такая необходимость. Если, к примеру, животное или насекомое хочет полакомиться зелеными листьями, растение не только защищается с помощью неприятных горьких веществ, но и предупреждает об опасности своих соседей, используя летучие химические вещества.

Конечно, сложно поверить, что микроорганизмам тоже доступно такое фантастическое культурное достижение, как коммуникация. Тупые, как пробка, и могут только размножаться — столь нелестный образ намертво прилип к этим пасынкам нашей экосистемы. Поэтому когда биохимик Джон Вудланд «Вуди» Хастингс из Гарвардского университета в Кембридже впервые выдвинул предположение, что микробы незаметно общаются, к нему отнеслись скептически.

Но со временем гипотезу Хастингса признали. Потрясающая способность микробов договариваться о встрече и организовываться в большие группы по-

лучила в микробиологии громоздкое название quorum sensing («чувство кворума»). Это означает, что одноклеточные организмы могут воспринимать, сколько их сородичей находятся поблизости. И использовать это знание с пользой.

Очевидно, что самые маленькие формы жизни на нашей планете разработали удивительно сложную коммуникационную систему, выполняющую многообразные функции. Только за последние годы исследователи выявили около двадцати различных сигнальных молекул, которые позволяют микробам посылать разные сообщения. И эта расшифрованная часть, вероятно, — лишь небольшая часть их форм взаимодействия.

Языковое смешение у микробов

Имеющиеся данные указывают на то, что одноклеточные вынуждены разбираться с настоящим вавилонским смешением языков. Не каждая бактерия может понять любое переданное сообщение. Как именно бактерии отфильтровывают интересные для них молекулы из множества сообщений, является предметом крайне волнительного актуального исследования и во многом еще непонятно.

Вуди Хастингс уже в 1970-е годы начал на примере сепиолидов (моллюсков) *Eurytmna scolopes* изучать, насколько выгодно «чувство кворума» для микроорганизмов: этот подводный житель обитает у побережья