



РОБ ДАНН

НЕ ОДИН ДОМА

ЕСТЕСТВЕННАЯ ИСТОРИЯ НАШЕГО ЖИЛИЩА
от БАКТЕРИЙ до МНОГОНОЖЕК,
ТАРАКАНОВ и ПАУКОВ

АНО
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН


Книжные проекты
Дмитрия Зимина

Роб Данн

**Не один дома. Естественная
история нашего жилища от
бактерий до многоножек,
тараканов и пауков**

«Альпина Диджитал»

2018

УДК 574
ББК 28.680

Данн Р.

Не один дома. Естественная история нашего жилища от бактерий до многоножек, тараканов и пауков / Р. Данн — «Альпина Диджитал», 2018

ISBN 978-5-00-139379-5

Учитывая, сколько времени современный человек проводит в четырех стенах или в транспорте, американский биолог Роб Данн утверждает, что мы непростительно мало знаем о наших ближайших соседях и их влиянии на наше благополучие. Чтобы исправить это упущение, Роб Данн возглавил работу научного коллектива по «инвентаризации» форм жизни в наших домах и поблизости от них. Как оказалось, это многие сотни тысяч видов. Это и позвоночные, и растения, и членистоногие, и грибы, и бактерии. Какие виды для нас опасны, а какие необходимы? Автор книги ратует за биоразнообразие и доказывает его необходимость не только в дикой природе, но и в нашем жилище. Как исчезновение одного вида бабочки в какой-то местности может стать причиной роста аллергических заболеваний? Почему финские карелы, в отличие от российских, чаще страдают аллергическими заболеваниями? Как избавиться от черной плесени? Почему борьба с тараканами нередко лишь закаляет их и делает еще более жизнестойкими? Как бактерии на руках пекаря влияют на вкус хлеба и в чем польза ферментированных продуктов? Кто живет в душевой насадке и надо ли срочно менять ее? Открытия, сделанные Данном, стали для него откровением. У читателя они впереди.

УДК 574
ББК 28.680

ISBN 978-5-00-139379-5

© Данн Р., 2018

© Альпина Диджитал, 2018

Содержание

Пролог	8
Глава 1	12
Глава 2	20
Глава 3	28
Конец ознакомительного фрагмента.	32

Роб Данн

Не один дома. Естественная история нашего жилища от бактерий до многоножек, тараканов и пауков

Переводчик *Максим Винарский*, д-р биол. наук

Научный редактор *Марина Кривошеина*, д-р биол. наук

Редактор *Роза Пискотина*

Издатель *П. Подкосов*

Руководитель проекта *А. Тарасова*

Корректоры *И. Астапкина*, *Е. Сметанникова*

Компьютерная верстка *М. Поташкин*

Иллюстрация обложки *Olaf Hajek*

© Rob Dunn, 2018

© Издание на русском языке, перевод. ООО «Альпина нон-фикшн», 2021

Все права защищены. Данная электронная книга предназначена исключительно для частного использования в личных (некоммерческих) целях. Электронная книга, ее части, фрагменты и элементы, включая текст, изображения и иное, не подлежат копированию и любому другому использованию без разрешения правообладателя. В частности, запрещено такое использование, в результате которого электронная книга, ее часть, фрагмент или элемент станут доступными ограниченному или неопределенному кругу лиц, в том числе посредством сети интернет, независимо от того, будет предоставляться доступ за плату или безвозмездно.

Копирование, воспроизведение и иное использование электронной книги, ее частей, фрагментов и элементов, выходящее за пределы частного использования в личных (некоммерческих) целях, без согласия правообладателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.



*Посвящается Монике, Оливии, Огасту и всем живым существам,
живущим рядом с нами*



Книжные проекты
Дмитрия Зими́на

Эта книга издана в рамках программы «Книжные проекты Дмитрия Зими́на» и продолжает серию «Библиотека «Династия». Дмитрий Борисович Зимин – основатель компании

«Вымпелком» (Beeline), фонда некоммерческих программ «Династия» и фонда «Московское время».

Программа «Книжные проекты Дмитрия Зимина» объединяет три проекта, хорошо знакомые читательской аудитории: издание научно-популярных переводных книг «Библиотека «Династия», издательское направление фонда «Московское время» и премию в области русскоязычной научно-популярной литературы «Просветитель».

Подробную информацию о «Книжных проектах Дмитрия Зимина» вы найдете на сайте ziminbookprojects.ru.

Пролог *Homo Domashnius*

Мое детство прошло на открытом воздухе. Мы с сестрой возводили крепости, копались в земле, протаптывали тропинки и раскачивались на лианах. Мы приходили домой, только чтобы переночевать или когда на улице было так холодно, что мы боялись отморозить себе пальцы (в сельской местности штата Мичиган, где я вырос, такое случалось даже в середине весны). Но наша жизнь протекала вне домашних стен.

Со времен нашего детства жизнь сильно изменилась. Современные дети почти постоянно находятся дома, не считая коротких перебежек из одного здания в другое. Это совсем не увеличение. Среднестатистический американский ребенок 93 % своего времени проводит в помещении или в транспорте. И это типично не только для США, но и для Канады и для многих европейских и азиатских стран¹. Я не намерен здесь сокрушаться о том, как плох наш мир. Напротив, я полагаю, что это свидетельство перехода нашего вида на принципиально новый этап культурной эволюции. Наш вид превратился или превращается в *Homo domashnius*, человека домашнего. Мы живем в мире, образованном стенами наших домов или квартир и связанном скорее с переходами в соседние помещения или другие здания, чем с внешним миром. Учитывая эту метаморфозу, нам необходимо прежде всего знать, что за виды обитают в наших домах, как они могут повлиять на наше благополучие. Но на деле мы только-только начинаем этим интересоваться.

То, что бок о бок с нами существуют другие формы жизни, нам известно еще со времен, когда микробиология делала свои первые шаги. И занимался этим единственный человек на свете, Антони ван Левенгук, который обнаружил удивительный мир незримых глазу организмов, живущих в его доме и на его теле, а также в домах и на телах своих соседей. Изучая их, он испытывал чувство радостного вдохновения и даже трепета. Но в течение целого столетия после смерти Левенгука не нашлось ни одного продолжателя его дела, и лишь когда обнаружилось, что некоторые из этих существ являются патогенными (болезнетворными), все внимание обратилось на них. Вслед за этим серьезно изменилось и публичное восприятие невидимого мира. Люди начали думать, что все виды, живущие вокруг нас, опасны и их надо уничтожать. Это спасало жизни, но дело зашло слишком далеко, и в результате никому не приходило в голову заняться изучением других организмов, живущих в наших домах, или хотя бы просто обратить на них внимание. Несколько лет назад ситуация начала меняться.

Научные коллективы, включая тот, которым руковожу я, стали проводить исследования в этой области. Первым делом мы начали «инвентаризацию» форм жизни в наших домах по тому же принципу, как описывается биологическое разнообразие в джунглях Коста-Рики или саваннах Южной Африки. И здесь нас сразу же поджидали неожиданности. Мы полагали, что обнаружим несколько сотен видов. На деле же мы нашли почти 200 000 (точное число зависит от способа подсчета). Многие из этих видов микроскопически малы, но другие, хотя и более крупные, тоже оставались незамеченными. Сделайте вдох, глубокий вдох. Вдыхаемый кислород поступает в альвеолы, лежащие в глубине ваших легких. С каждым вдохом вместе с кислородом в ваши легкие попадают представители сотен или даже тысяч видов. Присядьте.

¹ N. E. Klepeis, W. C. Nelson, W. R. Ott, J. P. Robinson, A. M. Tsang, P. Switzer, J. V. Behar, S. C. Hern, and W. H. Engelmann, "The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): A Resource for Assessing Exposure to Environmental Pollutants," *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 11, no. 3 (2001): 231. Или вот, например, данные по Канаде: C. J. Matz, D. M. Stieb, K. Davis, M. Egyed, A. Rose, B. Chou, and O. Brion, "Effects of Age, Season, Gender and Urban-Rural Status on Time-Activity: Canadian Human Activity Pattern Survey 2 (CHAPS 2)," *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11, no. 2 (2014): 2108–2124.

Вас окружает целый «зоопарк» из парящих, ползающих, прыгающих видов. В своем доме мы никогда не бываем одни.

Но что за виды живут рядом с нами? Есть, конечно, крупные виды и зримая для нас жизнь. В домах по всему миру с нами соседствуют десятки и сотни разных позвоночных животных и еще больше видов растений. Еще более разнообразны членистоногие, включая насекомых и родственные им группы. Они не такие большие, как позвоночные, но все равно видны невооруженным глазом. Но и членистоногие значительно уступают по числу видов представителям царства грибов, хотя многие из них вовсе не микроскопических размеров. Бактерии гораздо мельче, чем грибы, и совершенно недоступны невооруженному глазу. Число видов бактерий, найденных в человеческих домах, превышает число видов птиц и млекопитающих, вместе взятых. Еще мельче бактерий вирусы – и те, что инфицируют растения и животных, и так называемые бактериофаги, атакующие бактерии. Мы ведем учет разнообразия каждой из этих групп по отдельности, но на самом деле они попадают в наше жилище не поодиночке. Когда ваш пес возвращается с прогулки, он может принести с собой блох, в чьих кишечниках живут грибы и бактерии, на которых паразитируют бактериофаги. Когда Джонатан Свифт, автор «Путешествий Гулливера», писал о том, как

...произвел переполох
Тот факт, что блохи есть у блох.
И обнаружил микроскоп,
Что на клопе бывает клоп...²

он не представлял себе истинного положения вещей даже наполовину.

Возможно, услышав про всю эту невидимую жизнь, вы тут же помчитесь к себе домой, чтобы поскорее начать генеральную уборку. Но тут кроется еще одна неожиданность. По мере того как мы с коллегами погружались в поиски, нам становилось все яснее, что многие формы жизни в наших домах не только приносят пользу, но просто необходимы. Некоторые из них способствуют работе нашей иммунной системы. Другие помогают держать под контролем вредные организмы и бороться с патогенами. Многие являются потенциальным источником новых ферментов или лекарств, а кое-какие могут использоваться при ферментировании новых сортов пива и хлеба. Тысячи других видов поддерживают экологические процессы, благоприятные для людей, например охраняют водопроводную воду от патогенов. Итак, большинство наших невидимых соседей или не причиняют вреда, или даже приносят нам пользу.

К сожалению, в то самое время, когда ученые начали открывать благотворные и жизненно необходимые аспекты биологического разнообразия человеческого жилища, в обществе в целом нарастало стремление стерилизовать наше жизненное пространство. Побочные последствия этих попыток человека уничтожить всю постороннюю жизнь в собственных домах несложно предугадать. Применение пестицидов и антимикробных средств вместе с возрастающими успехами в изоляции жилья от внешнего мира приводят к истреблению и изгнанию полезных видов, беззащитных против этих средств борьбы. Мы, сами того не желая, оказываем услугу таким выносливым видам, как рыжий таракан, постельный клоп или смертоносный микроб, известный как MRSA (метициллинрезистентный золотистый стафилококк, или устойчивый к антибиотику метициллину штамм бактерии *Staphylococcus aureus*). Мы не только способствуем их устойчивости, но даже ускоряем их эволюцию. Виды, живущие по соседству с нами, эволюционируют с беспрецедентной скоростью, возможно самой высокой за всю их историю на Земле. И достигается она за наш с вами счет. В результате исчезают более уязвимые

² Из стихотворения Дж. Свифта «О поэзии: рапсодия» (1733) в переводе С. Я. Маршака. – Прим. пер.

виды, неспособные конкурировать с вновь возникающими и весьма вредоносными штаммами. Добавлю к этому, что масштаб происходящих изменений огромен. Наши жилища представляют собой постоянно растущие биомы, превосходящие по площади некоторые естественные.

Наверное, нагляднее будет рассмотреть все это на примере отдельно взятого населенного пункта. Возьмем Нью-Йорк, а именно Манхэттен. На илл. П 1 представлена площадь Манхэттена. Большой круг соответствует площади всех жилых помещений, а круг поменьше – площади незастроенных участков. Первая сегодня в три раза превосходит вторую. Именно в этом закрытом мире любой вид, способный в него проникнуть, находит благоприятный стабильный микроклимат и огромное количество пищи (человеческие тела, продукты питания, содержимое наших домов). В таких условиях жизнь внутри помещений никогда не будет стерильной. Иногда говорят: природа не терпит пустоты. Правильнее сказать, что природа пожирает пустоту. Если какой-нибудь вид окажется в среде, где у него нет конкурентов в борьбе за пищу или пространство, то он захватит ее очень быстро, пройдет сквозь все двери, проникнет в каждую щель, в каждый уголок, от шкафа до кровати. Лучшее, что мы можем сделать, это заселить свой дом видами, которые полезны для нас, а не приносят вред. Но, чтобы добиться этого, надо сначала изучить те 200 000 или около того видов, которые уже соседствуют с нами и о которых так мало известно.

Эта книга рассказывает о той незримой жизни, которая, вероятно, таится в наших домах, и о том, какие изменения с ней происходят. Эта жизнь имеет самое прямое отношение к нашим секретам, нашим предпочтениям и нашему будущему. Она влияет на наши здоровье и благополучие. Она полна тайн и излучает величие и значимость. Мы до сих пор не знаем историю большинства видов, ее составляющих, но то, что нам известно о некоторых из них, изумит вас. Когда речь идет о видах, которые кормятся, спариваются и плодятся бок о бок с нами, все выглядит совсем не так, как кажется.



Илл. П 1. Площадь помещений в Манхэттене с учетом площади всех этажей в зданиях сегодня примерно в три раза превышает географическую площадь самого острова. Поскольку численность и плотность населения городов растут, скоро большая часть человечества будет жить в местностях, где площадь пола в помещениях превышает площадь участков земли. (По материалам, опубликованным Рабочей группой по эволюционной биологии застроенной среды, в статье «Эволюция биома жилых помещений», *Trends in Ecology and Evolution*, 30, no. 4 [2015]: 223–232.)

Глава 1

Изумление

Труды мои, коим я предавался столь долгое время, были предприняты вовсе не ради той славы, что я наслаждаюсь ныне, но паче всего ради тяги к познанию, которая, как я замечаю, свойственна мне более, чем большинству других людей. А посему всякий раз, когда случалось мне открыть нечто замечательное, я почитал долгом своим изложить сие открытие на бумаге, дабы сделать его достоянием всех проникательных мужей.

Из письма Антони ван Левенгука от 12 июня 1716 г.

О том, когда, где и как началась история изучения диковинной жизни в наших домах, единого мнения нет. Вполне возможно, что это произошло в голландском городе Дельфте одним весенним днем 1676 г. Антони ван Левенгук вышел из дома, чтобы купить черного перца. Пройдя полтора квартала, он оказался на рынке, миновал рыбные ряды, лавку мясника и прошел мимо городской ратуши. Расплатившись с торговцем за купленный товар и поблагодарив его, вернулся домой. Но, придя к себе, Левенгук не стал сдабривать перцем свою еду. Вместо этого он бережно высыпал треть унции черного горошка в чашку с водой, чтобы зерна пропитались влагой. Ему хотелось размягчить их, а потом раскрыть и посмотреть на их содержимое, придающее перцу остроту. В течение следующих недель он снова и снова подходил к чашке, чтобы взглянуть на зерна. Спустя три недели наступил решающий момент. Левенгук решил налить немного перечной настойки в тонкую стеклянную трубку, которую он заблаговременно выдул. Вода оказалась удивительно мутной. Тогда он исследовал ее, используя свой микроскоп, представлявший собой лупу, закрепленную на металлическом штативе. Такая установка хорошо годилась для изучения пропускающих свет объектов, таких как перечная вода, или для тонких срезов твердых предметов, которые он позже выучился делать³.

Едва Левенгук взглянул на перечную воду через свой прибор, он сразу заметил нечто необычное. Но потребовалось немало труда и изрядная ловкость рук, чтобы окончательно понять, что же он видит. Работая в ночной темноте, он перемещал свечу взад-вперед, чтобы добиться лучшего освещения. Если дело было днем, он сам ходил по комнате, меняя свое положение относительно окна, откуда падал свет. Он изучил несколько образцов перечной настойки. Наконец 24 апреля 1676 г. ему удалось добиться хорошей видимости. Было ясно, что его взору представилось нечто крайне странное, а именно, по словам самого Левенгука, он увидел «невероятное количество разнообразных мелких животных». Ему и раньше случалось наблюдать микроскопические организмы, но эти были значительно меньших размеров. Спустя неделю Левенгук повторил эту процедуру, а затем опять и опять, но теперь уже с другими объектами. Он изучил настойку молотого перца, потом использовал дождевую воду, потом сделал в своей чашке настои других специй – и каждый раз, меняя условия наблюдений, он обнаруживал все новые и новые организмы. Так человеческому глазу впервые в истории открылся мир бактерий. Это было сделано на обычной домашней кухне, с использованием самых обычных веществ – черного перца и воды. Левенгук стоял на самом краю миниатюрного живого

³ Лесли Робертсон, микробиолог и историк, с помощью микроскопов, идентичных по конструкции микроскопу Левенгука, смог увидеть многие виды организмов, которые, возможно, видел и Левенгук. Среди них были диатомовые водоросли, инфузории *Vorticella*, синезеленые водоросли, а также разнообразные бактерии. Чтобы добиться этого, понадобилось приложить немалые старания, волю и настойчивость, испытывая, подобно Левенгуку, разнообразные варианты освещения и подготовки препаратов. См.: L. A. Robertson, "Historical Microbiology: Is It Relevant in the 21st Century?" FEMS Microbiology Letters 362, no. 9 (2015): fnv057.

космоса, расположенного совсем рядом, в его собственном доме. Никто и никогда доселе не видел ничего подобного. Оставался один вопрос: поверит ли ему хоть кто-нибудь.

Десятилетием раньше, в 1667 г., Левенгук впервые начал использовать микроскоп для исследования живых существ, окружающих нас как в доме, так и за его стенами. В этих трудах прошли сотни, может быть, даже тысячи часов, прежде чем ему удалось увидеть бактерии в перечной настойке. Верно говорят, что удача улыбается тем, кто к ней готов, но еще более она благосклонна к страстно увлеченным людям. Для ученых одержимость наукой довольно естественна. Это сплав сосредоточенности и ненасытной любознательности. Людям она кажется поразительной.

Впрочем, Левенгук не был ученым в общепринятом смысле этого слова. По профессии он был купец и содержал в своем дельфтском доме лавку, где продавались ткани, готовая одежда, пуговицы и прочие сопутствующие товары⁴. Вероятно, он обзавелся увеличительным стеклом, чтобы исследовать тонкие нити некоторых видов тканей⁵. Но что-то побудило его взяться изучать подобным образом и другие предметы в собственном доме. Возможно, это была книга Роберта Гука «Микрография»⁶. Хотя Левенгук не знал других языков, кроме родного голландского, и прочитать этот труд никак не мог, но изображения того, что Гук увидел с помощью своего микроскопа, вполне могли вдохновить Левенгука⁷. Судя по тому, что мы знаем о Левенгуке, легко представить себе, как он, рассмотрев эти рисунки, вооружился первым англо-голландским словарем (изданным в 1648 г.), чтобы абзац за абзацем терпеливо разбираться в тексте, написанном Гуком.

К тому времени, когда Левенгук начал свои микроскопические исследования, другие ученые, включая Роберта Гука, уже использовали микроскопы для детального исследования живых существ, обитающих в наших жилищах. Их взорам открывались удивительные подробности, наводившие на мысль о том, что мир гораздо сложнее, чем считалось прежде. Исследование лапки блохи, мушиного глаза, а также спорангия гриба *Mucor*, растущего на стебельчатой ножке, выявляло такие тонкие детали строения, которые раньше не только увидеть, но даже вообразить было нельзя. Сегодня мы можем изучать те же самые объекты под тем же увеличением, но наш опыт восприятия несравним с опытом людей XVII в. Микроскопические объекты, увиденные впервые, удивляют нас, но все-таки мы заведомо знаем, что они *существуют*. А для первых микроскопистов это был невероятный опыт, подобный открытию никому не ведомых тайных посланий, начертанных прямо на поверхности изучаемого живого мира.

Направляя свой микроскоп на все живое в своем доме и поблизости от него, Левенгук тоже сделал много открытий. Исследовав блоху, он подтвердил многие наблюдения Гука, но нашел и немало такого, чего не разглядел Гук, например семенные пузырьки, каждый не больше песчинки. Он даже ухитрился распознать внутри этих пузырьков блошинные сперматозоиды и потом сравнил их с собственными⁸. Продолжая свои наблюдения, Левенгук убедился в

⁴ В те времена, когда Левенгук проводил свои микроскопические исследования, основной доход ему приносила скромная должность городского чиновника. Это занятие оставляло Левенгуку много свободного времени, что позволяло ему удовлетворять свою страсть к познанию.

⁵ Левенгук мог применять подобные лупы, называемые счетчиками числа нитей на единицу длины тканей, чтобы определять качество льна, шерсти и текстиля. См. L.: Robertson, J. Backer, C. Biemans, J. van Doorn, K. Krab, W. Reijnders, H. Smit, and P. Willemsen, *Antoni van Leeuwenhoek: Master of the Minuscule* (Boston: Brill, 2016).

⁶ Эта книга, содержащая различные диковины, большие и малые, сегодня бесплатно доступна по ссылке <https://www.biodiversitylibrary.org/page/786331#page/2/mode/1up>

⁷ Сэмюэль Пипс называл эту книгу «самым остроумным сочинением, какое когда-либо читал». См.: R. Hooke, *Micrographia: Or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Questions and Inquiries Thereupon* (J. Martin and J. Allestry, 1665).

⁸ В те времена считалось, что блохи не способны размножаться половым путем; полагали, что эти насекомые самозарождаются из смеси мочи, пыли и собственных испражнений. Левенгук зафиксировал спаривание блох (мелкий самец висел под брюшком более крупной самки). Он обнаружил у самца блохи пенис и сперматозоиды (всего за свою научную жизнь он описал сперматозоиды более чем 30 видов животных, включая собственные), а также нашел яйца, отложенные самкой. Левенгук

существовании крохотных существ, которых в принципе нельзя увидеть невооруженным глазом. Это были уже не просто никем не замеченные прежде детали строения, а кое-что посерьезнее. Левенгуку открылся целый мир так называемых протистов – одноклеточных организмов, объединенных в одну группу исключительно в силу их малого размера. Они делились. Они двигались. Каких там только не было: и покрупнее, и помельче, одни волосатые, другие гладкие, одни с хвостами, другие без них; одни оседлые, другие без руля и ветрил.

Левенгук рассказывал о своих открытиях дельфтским знакомым. Среди его многочисленных друзей были торговцы рыбой, хирурги, анатомы, аристократы. Один из них, Ренье де Грааф, проживал по соседству с Левенгуком. Это был еще молодой, но весьма образованный человек, который к своим 32 годам успел открыть среди прочего назначение фаллопиевых труб у человека. Де Граафа настолько впечатлили открытия друга, что 28 апреля 1673 г. он, по поручению Левенгука, направил письмо Генри Ольденбургу, секретарю Королевского общества в Лондоне⁹. Он сделал это, несмотря на траур по недавно умершему новорожденному сыну. В письме де Грааф отмечал, что Левенгук располагает великолепными микроскопами, и предлагал Королевскому обществу поручить ему исследования, где он мог бы применить свои умения и свою оптическую технику. К письму прилагались некоторые заметки, которые Левенгук сделал о своих открытиях¹⁰.

Получив письмо, Ольденбург напрямую обратился к Левенгуку с просьбой выслать рисунки, иллюстрирующие его открытия. В августе Левенгук ответил (к этому времени де Граафа уже не было в живых: он трагически погиб), добавив некоторые подробности об объектах, которые его предшественники пропустили, а он сумел изучить, – о строении плесневого гриба, жала, головы и глаза пчелы, о теле вши. Между тем первое письмо Левенгука, посланное при посредничестве де Граафа, 19 мая было опубликовано на страницах *Philosophical Transactions of the Royal Society* («Философских трудов Королевского общества») – второго из старейших научных журналов в мире (к тому времени журнал издавался только восемь лет). Это было первое из множества писем Левенгука, которые стали время от времени появляться в печати, словно в современном интернет-блоге. Письма были не слишком тщательно отредактированные и не всегда последовательные, с частыми лирическими отступлениями и повторами. И все же эти ежедневные наблюдения над мельчайшими тварями, живущими в доме Левенгука и в его окрестностях, представляли собой совершенную новость; никто раньше не мог видеть ничего подобного. В одном из тех писем, 18-м по счету, отправленном 9 октября 1676 г., Левенгук и описал свои наблюдения за перчаточной водой¹¹.

ИТАК, ЛЕВЕНГУК обнаружил в перчаточной воде протистов. Эта группа включает множество видов одноклеточных организмов, состоящих в более близком родстве с животными, растениями и грибами, чем с бактериями. Описанные Левенгуком существа относились, по-видимому, к трем родам простейших, питающихся бактериями, – *Bodo*, *Cyclidium* и *Vorticella*. *Bodo* имеет длинный бичеобразный «хвост» (то есть жгутик), поверхность тела *Cyclidium* покрыта волнообразно движущимися ресничками, а *Vorticella* живет прикрепившись к субстрату с

зарисовал личинок в момент вылупления, и затем наблюдал их метаморфозу. По его оценке, весь цикл спаривания, оплодотворения, откладки яиц и развития может проходить семь-восемь раз в год. Он все время поднимал планку, не задумываясь о том, замечает ли хоть кто-нибудь его усилия. Куда бы Левенгук ни шел, он всюду носил в своей сумке блошинные яйца, как ребенок таскает с собой ручную лягушку. См.: Robertson et al., *Antoni van Leeuwenhoek*.

⁹ Королевское общество (*The Royal Society*) – одно из старейших научных обществ мира, английский аналог академии наук. Основано в Лондоне в 1660 г. – *Прим. науч. ред.*

¹⁰ Сопроводительное письмо де Граафа можно полностью прочитать здесь: M. Leeuwenhoek, "A Specimen of Some Observations Made by Microscope, Contrived by M. Leeuwenhoek in Holland, Lately Communicated by Dr. Regnerus de Graaf," *Philosophical Transactions of the Royal Society* 8 (1673): 6037–6038.

¹¹ Левенгук жил в замечательное время. Естествознание только-только начало переход от абстрактных рассуждений и комментирования древних текстов к оригинальным наблюдениям за природой. Вслед за французским философом Рене Декартом это новое поколение ученых верило, что именно наблюдение является самым эффективным способом познания истины.

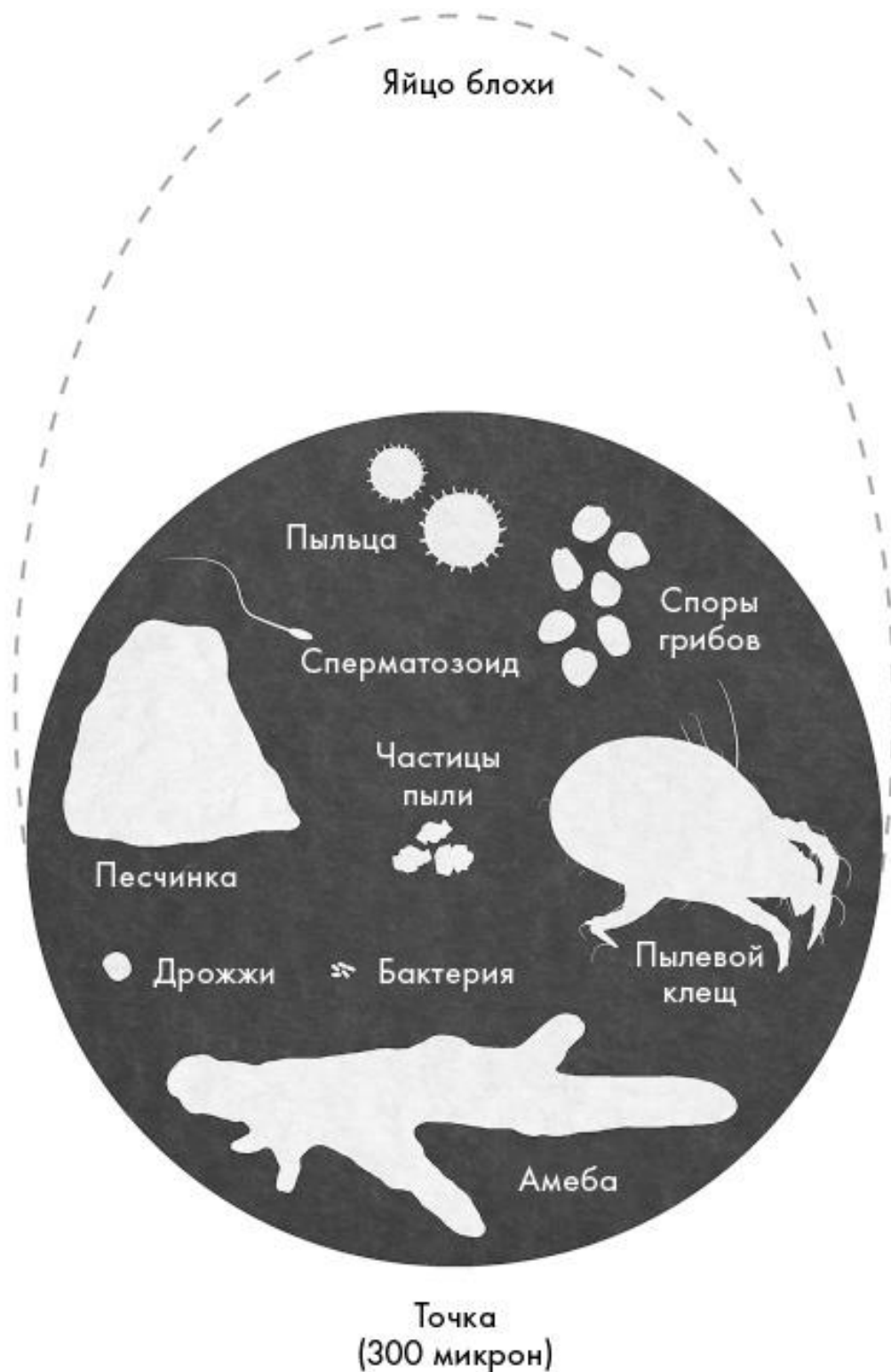
помощью длинного стебелька и отфильтровывая из воды съедобные частички. Но, кроме них, Левенгук смог разглядеть в капле перечной воды кое-что еще. Мельчайший из организмов в перечной воде был, по его подсчетам, в сто раз меньше песчинки в диаметре, и в миллион раз – по объему. Сейчас-то мы знаем, что такой маленькой могла быть только бактерия, но в 1676 г. бактерии были еще никому не известны... Открытие настолько потрясло Левенгука, что он немедленно направил отчет Королевскому обществу, в котором сообщил:

...это было чудеснейшее их всех чудес, открытых мною прежде в природе, и я должен сказать, что еще не представало моему взору более прекрасного зрелища, нежели эти тысячи живых созданий в капле воды, мельтешащие и движущиеся каждое на свой особый манер¹².

Первые 17 Левенгуковых писем члены Королевского общества прочли с удовольствием. Но в этом, 18-м, автор зашел слишком далеко, свернув с прямого пути истины в область чистой фантазии! Больше всех возмущался Роберт Гук. Он, автор знаменитой «Микрографии», признанный королем микроскопистов, никогда не видывал столь крошечных живых существ. Гук и еще один почтенный член Королевского общества, Неемия Грю, решили сами повторить наблюдения Левенгука, чтобы доказать их ошибочность. Проведение экспериментов, в том числе для подтверждения результатов других ученых, было одной из задач Общества. Обычно их проводили в виде простых демонстрационных опытов, но в этом случае эксперимент был поставлен одновременно и для демонстрации, и для проверки истинности результатов, о которых сообщал голландский ученый.

Первым попытку воспроизвести наблюдения Левенгука предпринял Неемия Грю. У него ничего не вышло. Тогда за дело взялся сам Гук. Он в точности повторил все этапы эксперимента с перечной водой и микроскопом, но так ничего и не увидел. Гук брюзжал, Гук насмеялся, но не отступал, прилагая немалые старания. Обзавелся микроскопами помощнее. И только с третьей попытки он, а вслед за ним и другие члены Королевского общества начали, наконец, видеть то, что первым увидел Левенгук. Тем временем Ольденбург перевел на английский язык письмо о перечной воде, и оно было опубликовано Обществом. После того как это случилось и результаты Левенгука были подтверждены, родилась новая наука – бактериология. Замечательно, что это произошло благодаря исследованиям бактерий, найденных в человеческом жилье, в воде, настоянной на обычном кулинарном перце.

¹² A. R. Hall, "The Leeuwenhoek Lecture, 1988, Antoni Van Leeuwenhoek 1632–1723," *Notes and Records the Royal Society Journal of the History of Science*, 43, no. 2 (1989): 249–273.



Илл. 1.1. Различные формы жизни и частицы, наблюдаемые Левенгуком с помощью своих микроскопов. Изображены в масштабе, сопоставимом с точкой в конце этого предложения. (Рисунок Нила Маккоя.)

Спустя три года Левенгук повторил свой эксперимент с перцем, но на этот раз он поместил перечную воду в запечатанную пробирку. Бактерии скоро израсходовали весь растворенный в воде кислород, но, несмотря на это, продолжали жить, и пробирка буквально кишела ими. Так Левенгук, экспериментируя с перечной водой, вновь открыл нечто новое, на этот

раз – анаэробные бактерии, то есть такие, которые способны жить и размножаться в отсутствие кислорода. И снова это было открытие, сделанное в ходе исследования жизни в его собственном доме. Изучение как бактерий в целом, так и анаэробных бактерий в частности началось с изучения жизни внутри дома.

Сейчас мы знаем, что бактерии живут повсюду: в местах, богатых кислородом и совсем лишенных его, в местах холодных и жарких, – образуя «пленку жизни», где тонкую, а где плотную, на всех поверхностях, а также внутри живых существ, в воде, в облаках и на дне морском. К настоящему времени описаны десятки тысяч их видов, но, как полагают, миллионы (или даже миллиарды) других видов остаются пока неоткрытыми. Однако в 1677 году микроорганизмы, открытые Левенгуком и членами Королевского общества, были единственными известными человеку бактериями.

ИСТОРИЮ ЛЕВЕНГУКОВЫХ ОТКРЫТИЙ часто описывали (и продолжают порой описывать) примерно так: некий человек просто применил новый научный инструмент для познания окружающего мира и открыл совершенно новый мир. В таком изложении эта история сводится к использованию микроскопа и увеличительных стекол. Но реальность была сложнее. В наши дни вы можете прикрепить микроскоп, соответствующий по увеличению левенгуковскому, к вашей фотокамере (это стоит попробовать!) и, вооружившись ею, начать поиски в собственном доме. Но вы не увидите этот микромир таким, каким видел его голландский ученый. Открытия Левенгука были сделаны не только потому, что он имел набор очень хороших микроскопов и прекрасные увеличительные стекла. Нет, они были плодом его терпения, настойчивости и технических умений. Волшебством были не микроскопы, а соединение оптических инструментов, умелых рук Левенгука и его чудесного ума.

Левенгук больше, чем кто-либо другой, преуспел в наблюдении окружающего мира во всем его величии. Но это потребовало от него работы, которую многие сочли бы непосильной. Так, члены Королевского общества хотя и убедились в реальности открытого Левенгуком мира, но не смогли серьезно продвинуться в его дальнейшем изучении. Гук, подтвердив результаты голландца, еще около полугода наблюдал жизнь микробов, используя собственные микроскопы. На большее его не хватило. Гук и другие ученые оставили этот новый мир Левенгуку. Ему было суждено стать первопроходцем этой миниатюрной вселенной, более разнообразной и сложно устроенной, чем могли осознать современники Левенгука.

На протяжении последующих 50 лет своей жизни Левенгук систематично задокументировал буквально все объекты, которые его окружали, как в Дельфте, так и в других местах (часто используя материалы, полученные от друзей), но в первую очередь те, что мог найти у себя дома. Добычей Левенгука становилось все вокруг. Он изучал воду из сточных канав, дождевую и талую воду. Он отыскивал микробов в собственном рту, а потом во рту своего соседа. Он неоднократно наблюдал за живыми сперматозоидами и отметил, что их строение различается у разных видов животных. Он показал, что опарыши выводятся из отложенных мухами яиц, а не самозарождаются в нечистотах. Он впервые обнаружил разновидность ос, откладывающих яйца в телах тли. Он заметил, опять-таки впервые, что взрослые осы переживают зиму в состоянии вялости и оцепенения. За годы упорного труда он стал первооткрывателем множества видов простейших, запасующих вакуоли в клетке¹³, впервые заметил поперечную полосатость мышечных волокон. Обнаружил существ, живущих в сырной корке, в пшеничной муке, повсюду. Левенгук прожил 90 лет и 50 из них он непрерывно искал, наблюдал, удивлялся, совершая все новые и новые открытия. Подобно Галилею, он не переставал испытывать вос-

¹³ Вакуоли – это замечательные устройства для хранения, используемые в клетках растений, животных, протистов, грибов и даже бактерий. В них могут храниться не только питательные вещества, но и отходы жизнедеятельности. Внутри вакуолей поддерживаются условия, отличные от тех, что в остальной части клетки. Можно сравнить их с глиняными сосудами и тростниковыми корзинами первобытных людей; вакуоли – это многоцелевые контейнеры, используемые разными видами, в разных обстоятельствах и для разных нужд.

торг и вдохновение. Но если Галилей был вынужден довольствоваться простым созерцанием космоса и движения небесных светил, что помогало проверить предсказания его физической теории, то Левенгук мог прикоснуться к открытому им миру. Он обнаруживал жизнь в воде, которую он пил, в уксусе, который добавлял в пищу, и даже на собственном теле (что, видимо, его нимало не беспокоило).

Поскольку не так-то просто определить, с какими именно микроскопическими организмами Левенгук имел дело и каковы их современные научные названия, мы не можем говорить о количестве форм жизни, увиденных им. Несомненно одно: он видел тысячи разновидностей. Очень соблазнительно провести сплошную линию, ведущую от Левенгука к современным исследователям жизни в человеческих домах, но это было бы неправдой. После кончины Левенгука работы в этом направлении практически прекратились. Хотя Левенгук воодушевил множество людей, со смертью де Граафа у него не осталось коллег в Дельфте¹⁴. В последние годы жизни он проводил свои исследования вместе с дочерью, но, когда отца не стало, она прекратила наблюдения. До конца своих дней она берегла микроскопы и образцы, оставшиеся от Левенгука, но так ими и не воспользовалась. Когда дочь умерла, то, в согласии с завещанием ее отца, все эти вещи ушли с молотка. Так пропало большинство микроскопов Левенгука, а его сад, где он проводил свои наблюдения, постепенно был поглощен городской застройкой¹⁵. Дом детства Левенгука, где в нем впервые проснулось вдохновение, постепенно обветшал, и в XIX в. его сломали. Теперь на его месте находится школьная спортплощадка. Такая же участь постигла и тот дом, где он сделал так много открытий. Даже табличку, показывающую место, где стоял дом, расположили не там, где следовало. Чтобы исправить ошибку, установили другую памятную доску, но снова не совсем в нужном месте (за один или два дома поодаль, в зависимости от того, как вести подсчет).

К тому моменту, когда все-таки другие ученые вновь принялись исследовать живые организмы, обитающие на теле человека или в его жилище, со смерти Левенгука минуло больше ста лет... Тогда уже было известно, что некоторые виды могут вызывать болезни. Им дали название «патогены». Обычно авторство самой первой теории о существовании болезнетворных микробов приписывают Луи Пастеру (хотя к тому времени, как он доказал, что микробы могут вызывать болезни у человека, уже было известно, что микроскопические существа могут быть причиной заболеваний культурных растений). После появления микробной теории в центре внимания исследователей микробиальной жизни человеческого жилища оказались патогены. Похоже, Левенгук догадывался о том, что эти мельчайшие создания могут создавать проблемы (он показал, что некоторые микробы превращают доброе вино в кислый уксус). Но, по его представлению, по большей части наблюдаемая им микробная жизнь безвредна. И в этом он был прав. Из великого множества известных видов бактерий менее 50 вызывают заболевания у людей. Всего 50. Все остальные виды для человека или неопасны, или приносят ему пользу. То же самое верно и по отношению к простейшим и даже к вирусам (вирусы будут открыты только в 1898 г. и опять-таки в голландском Дельфте)¹⁶. Как только среди невидимых обита-

¹⁴ Дельфт, город, в котором жил Левенгук, был центром не науки, а живописи. Дельфтыские художники тоже изучали домашние интерьеры и ландшафты, но для того, чтобы запечатлеть их на своих картинах. Они изображали жилища, которые мог обследовать Левенгук. Множество дворовых сцен можно видеть на полотнах Питера де Хоха; кисти Карела Фабрициуса принадлежит не только знаменитый «Щегол», но и городские пейзажи Дельфты. Кроме них, там работал Иоганн (или Ян) Вермеер. Он раз за разом писал одни и те же комнаты с группами людей, застывшими словно на каком-то натюрморте.

¹⁵ На земельном участке, где некогда стоял дом Левенгука, никогда не проводились раскопки. Теоретически можно ожидать найти там потерянные микроскопы, препараты и еще множество разных вещей. Теперь на этом месте расположена модная кофейня. Мы с Лесли Робертсоном пытались убедить ее владельцев позволить нам просверлить их новенький пол, чтобы найти какие-нибудь оставшиеся от Левенгука предметы. Нам было отказано, поэтому я провел несколько следующих дней, глядя через окна кофейни на задний двор, где Левенгук когда-то провел очень-очень много времени.

¹⁶ В советской и российской литературе первооткрывателем вирусов обычно называется Д. И. Ивановский. Вот как характеризуют его вклад американские вирусологи: «В 1892 г. Ивановский сообщил о возможности передачи мозаичной болезни табака соком, профильтрованным через бактериальные фильтры. Его сообщение осталось незамеченным, даже сам автор

телей наших домов обнаружили патогены, всем нашим соседям-микробам была объявлена война на уничтожение. И чем ближе был враг, тем ожесточеннее становилась борьба. Изучение переносимости, дождевой воды, а также разнообразных причудливых существ, которыми кишат наши жилища, стало забываться. Чем дальше, тем больше.

В 1970-е гг. практически все биологические исследования в домах сводились к изучению патогенов и вредителей и способов борьбы с ними. Микробиологи искали средства их уничтожения. Впрочем, не только микробиологи. К ним присоединились энтомологи, борющиеся с вредными насекомыми, а также ботаники, разрабатывавшие методы избавления от пыльцы. Исследователи пищевых продуктов допытывались, может ли перец вызывать болезни у человека. Мы забыли о том, что жизнь вокруг нас состоит не из одних паразитов и вредителей, что она может приносить пользу и быть чудесным источником вдохновения. Мы приучились видеть только ее темную сторону. Это было большой ошибкой, которую лишь с недавних пор начали исправлять. И первые шаги к этому были сделаны на горячих источниках – в Йеллоустонском национальном парке и в Исландии – местах, которые вроде бы не имеют ничего общего с нашими домами.

полностью не осознал значения своего открытия» (Лурия С., Дарнелл Дж. 1970. *Общая вирусология*. М.: Мир. С. 15). Патогены, настолько мелкие, что проходят через фильтры, предназначенные для улавливания бактериальных клеток, были позднее названы вирусами. Это сделал в 1898 г. голландский ученый М. Бейеринк, работавший в Дельфте, который предположил, что возбудитель относится к ранее неизвестной группе патогенов. Сам Ивановский полагал, что мозаичная болезнь может вызываться токсинами, выделяемыми бактериями. – *Прим. науч. ред.*

Глава 2

Гейзеры в вашем подвале

Так пусть же любопытство и ужас – отталкивающий, но в то же время завораживающий – приведут нас к открытию. Обратимся же к тем странным и крошечным существам, которых нам так хочется просто не замечать...

Брук Борел. Заражено: как постельный клоп проник в наши спальни, а потом завоевал весь мир (Infested: How the Bed Bug Infiltrated Our Bedrooms and Took Over the World)

Весной 2017 г. я снимал в Исландии документальный фильм о микробах¹⁷. При съемке одного из эпизодов мы неоднократно останавливались у источников – горячих, пузырящихся, дышащих серой гейзеров. Я должен был обратить внимание зрителей на них и рассказать перед камерой о происхождении жизни на Земле. Однажды меня даже оставили у одного из этих гейзеров, и мне пришлось долго ждать, когда вернется грузовик и заберет меня¹⁸. Киношники бывают безжалостными. Я решил воспользоваться проволокой, чтобы получше приглядеться к гейзерам. Было холодно, и я подошел поближе, несмотря на сильный серный запах. Гейзер согрел меня. Вода в таком источнике нагревается под земной корой за счет вулканической активности и выходит на поверхность через образующиеся в коре трещины. В некоторых уголках нашей планеты можно легко забыть о тектонических процессах, идущих в ее недрах, как легко можно забыть обо всем, созерцая ночное небо. Но только не в Исландии. Этот остров разорван на две половины – западную и восточную, и распоротая земля явственно проступает в нагромождениях скал и грязевых потоках. Порой здешние вулканы извергаются так яростно, что на небе меркнет Солнце. И каждый божий день из-под Земли вырываются гейзеры, точно такие же, как тот, рядом с которым я стоял. При этом в них существует жизнь, и вы даже не представляете, насколько она близка к тем формам жизни, которые населяют ваш собственный дом.

О том, что есть виды, способные выжить в горячих гейзерных водах, не было известно вплоть до 1960-х гг. В те годы Томас Брок, сотрудник университета штата Индианы, проводил исследования в Йеллоустонском национальном парке, а потом и в Исландии, как раз неподалеку от того места, где сейчас стоял я. Его заинтриговала странная окраска поверхности грунта вокруг гейзеров, где можно было наблюдать постепенный переход красок от желтого, красного и даже розового цвета к зеленому и пурпурному. Брок предположил, что это результат деятельности одноклеточных организмов¹⁹. Так оно и оказалось. В составе этих микробных сообществ были не только бактерии, но и археи. Археи – это совершенно особое царство живых организмов, не менее древнее и не менее уникальное, чем сами бактерии²⁰. Кроме того,

¹⁷ Этот фильм – «Пятое царство: как грибы сотворили наш мир» (The Fifth Kingdom: How Fungi Made the World) – рассказывает об эволюционной истории грибов и ее последствиях. Я стоял возле горячего источника и рассказывал об эволюции грибов на фоне одинаковых по размерам вулканов и микробов.

¹⁸ Вполне допускаю, что ученые тоже могут вести себя ужасно! Впрочем, я думаю, что все произошло из-за того, что съемочная группа была совершенно поглощена поисками эффектного гейзера, и никому не пришло в голову посчитать перед отъездом, все ли люди на месте.

¹⁹ Слово «гейзер» на исландском языке означает «горячий источник». Увлекательную автобиографию Брока можно прочитать в статье T. D. Brock, "The Road to Yellowstone – and Beyond," *Annual Review of Microbiology* 49 (1995): 1–28.

²⁰ Археи, как и бактерии, возникли несколько миллиардов лет назад. Как и бактерии, археи – это одноклеточные организмы. И, подобно бактериям, в их клетке нет ядра. Впрочем, на этом сходство заканчивается. Клетки архей отличаются от бактериальных больше, чем наши клетки от клеток растений. Их открыли в самом начале XX в. Есть много видов архей, но чаще всего (хотя и необязательно) они встречаются в экстремальных местообитаниях. Они никогда не паразитируют на

Брок обнаружил, что многие виды микробов, живущих в гейзерах, – «хемотрофы», то есть они способны превращать химическую энергию гейзера в биологическую. Хемотрофы производят органическое вещество из неорганического без всякой помощи солнечного света²¹. Судя по всему, такие микробы населяли Землю задолго до того, как в ходе эволюции возник фотосинтез. Их современные сообщества должны быть похожи на сообщества самых первых на планете микроорганизмов. Именно в них «стартовали» первые в истории биосферы биохимические процессы. И вот теперь я, греясь теплом от гейзера, мог наблюдать, как они растут, образуя вокруг него хрустящую корку.

Но археи – не единственные обитатели гейзера. В его горячих водах можно встретить цианобактерии, способные к фотосинтезу. Кроме них, Брок нашел бактерии, утилизирующие любое органическое вещество, которое можно обнаружить в кипящей воде, будь то клетки других бактерий или трупик мухи. На первый взгляд эти падальщики кажутся не очень интересными. В отличие от хемосинтезирующих микроорганизмов, которых изучал Брок, они не могут использовать химическую энергию и употребляют в пищу живых и мертвых представителей других видов. Но позже, проводя ряд исследований, Брок убедился, что они принадлежат не только к совершенно новому виду, но и к новому роду, который он назвал *Thermus aquaticus*. *Thermus* – понятно почему, а *aquaticus* – чтобы обозначить среду, в которой они обитают. Открыть новый вид, а тем более новый род птиц или млекопитающих – это настоящее и большое событие²², а вот в науке о бактериях такие вещи довольно обыденны. Обнаружить новую разновидность микробов не очень сложно, и этот, еще один новый вид, *Thermus aquaticus*, на первый взгляд казался ничем не примечательным. Это граммотрицательный микроб, не образующий споры, его клетки по форме напоминают желтые палочки. Очень просто, очень тривиально. И все же было в нем кое-что еще.

Брок увидел *Thermus aquaticus* в лаборатории, только когда разогрел питательную среду для своих бактериальных культур до температуры чуть выше 70 °C (122 градуса по Фаренгейту). Оказалось, что этот вид предпочитает еще более высокие температуры и способен выдержать разогрев среды до 80 °C (176 градусов по Фаренгейту). Напомню, что точка кипения воды соответствует 100 °C (в высокогорных условиях она несколько ниже). Культура, выращенная Брокком в его лаборатории, оказалась самой термостойкой бактерией на Земле²³. Позже

человеке и сравнительно медленно размножаются. Археям свойственно удивительное разнообразие метаболических способностей. Я люблю бактерии, нахожу их бесконечно удивительными и интересными. Но археи еще лучше; эти организмы, столь же древние, как сама жизнь, никогда не приносят вреда и отвечают за протекание важнейших экологических процессов. Они до сих пор плохо изучены, хотя, как мы недавно выяснили, их можно встретить в повседневной жизни, например в человеческом пупке. Левенгук не заметил их, что доказывает, что мы превосходили его в центропулизме. J. Hulcr, A. M. Latimer, J. B. Henley, N. R. Rountree, N. Fierer, A. Lucky, M. D. Lowman, and R. R. Dunn, "A Jungle in There: Bacteria in Belly Buttons Are Highly Diverse, but Predictable," *PLoS One* 7, no. 11 (2012): e47712.

²¹ Хемолитотрофы, поедатели химических веществ, – это организмы, получающие энергию путем окисления неорганических соединений.

²² Каждый вид, от бактерии до обезьяны, носит имя, состоящее из родового и видового названия. Род – это группа высшего порядка, к которой принадлежит данный вид. Мы, люди, относимся к виду *sapiens* (знающий, разумный) рода *Homo* (человек). Мы – *Homo sapiens*. Часто нелегко понять, где проходит граница между двумя видами; границы рода могут быть еще более размыты. В теории часто утверждается, что биологи должны выделять роды единообразно, так, чтобы, скажем, род бактерий имел приблизительно тот же возраст, что и род приматов. На практике специалисты по разным группам организмов очень по-разному распределяют виды по родам. В систематике бактерий роды обычно включают много видов и характеризуются большим возрастом (род *Thermus* мог возникнуть несколько десятков миллионов лет назад, если не раньше). В группах организмов, более близких к нам, роды обычно включают меньшее число видов и более недавние. Надо сказать, что эта разница целиком обусловлена различными подходами к классификации, которых придерживаются бактериологи и приматологи, а не различиями между микробами и обезьянами. Родовое и видовое название всегда пишется курсивом (как можно видеть на страницах этой книги), за исключением тех случаев, когда вид открыт, но еще не получил свое имя. В этом случае курсивом пишется только название рода, а не условное обозначение вида. Например, *Thermus* X1, где X1 означает, что это, вероятно, новый вид, который еще не получил своего видового наименования. В большинстве групп организмов, помимо позвоночных и растений, многие виды известны под такими условными именами просто потому, что еще никто не удосужился дать им формальное видовое имя, хотя их существование известно.

²³ Когда Брок вырастил в лаборатории колонию *Thermus aquaticus*, он попытался создать культуру еще одного вида, кото-

он выяснил, что в принципе найти эту форму жизни не так уж трудно, просто никто до него не додумался выращивать бактериальные культуры при столь высоких температурах. Обычно пробы микробов из горячих источников содержались при температуре 55 °С, но для успешного роста *Thermus aquaticus* это слишком прохладно. Новые исследования открыли целый мир бактерий и архей, которые могут расти только в очень горячей среде. Для таких микробов температуры, к которым мы привыкли в повседневной жизни, невыносимы. Слишком холодно!

Зачем историю *Thermus aquaticus* рассказывать в книге о живности в наших домах? Да затем, что температуры и жизненные условия, существующие в гейзерах и других горячих источниках, при всей их необычности, очень сходны с теми, которые окружают нас в повседневной жизни. Один из студентов Брока предположил, что, возможно, *Thermus aquaticus* или сходные с ним микроорганизмы, живут, оставаясь незамеченными, бок о бок с нами. Для проверки этой гипотезы он вместе с Брокком обследовал их лабораторную кофемашину, температура в недрах которой вполне соответствовала предпочтениям *Thermus*. Этот автомат, столь полезный для успешной научной работы, казался прекрасным местом для этого микроба. Но его там не обнаружили.

Тогда Брок начал прикидывать, в каких еще местах поблизости могут содержаться горячие жидкости. Может, в человеческом теле? Конечно, в нем не так горячо, как в гейзере, но Брок не исключал, что теплолюбивые бактерии могут там находиться, поджидая, когда человек заболит и у него поднимется температура. Кто его знает? Не так уж сложно было проверить эту догадку. И вот Брок «выработал» порцию слюны (в электронной переписке со мной он отрицал, что слюна была его собственной, но, исходя из моего опыта общения с учеными, могу утверждать, что так оно и было), чтобы попытаться выделить из нее *Thermus aquaticus*. Опять неудача! Затем он, подобно Левенгуку, исследовал человеческие зубы и десны. Ни *Thermus*, ни других теплолюбивых микробов. Ничего подобного не нашлось ни в озере, откуда он взял пробу воды, ни в ближайшем водохранилище. Брок даже обследовал поверхность кактуса из оранжереи в Джордан-Холле (так называлось здание, в котором он работал). Ничего. Вероятно, *Thermus aquaticus* – это вид, живущий исключительно в горячих источниках.

Но для очистки совести Брок взял пробу еще в одном месте, прямо из крана с горячей водой в своей лаборатории в Джордан-Холле. Ближайший к ней горячий источник расположен приблизительно в 200 милях. Несмотря на это, в воде из лабораторного крана обнаружили микробы, очень похожие на *Thermus aquaticus*. Это была фантастика. Брок задумался: а не живут ли бактерии в водонагревателях? Вода в кране гораздо холоднее, чем в гейзере, а вот бойлер вполне мог стать для них превосходным обиталищем. Возможно, микробы жили в нем и время от времени ненароком попадали с током горячей воды в кран.

В конце концов два других сотрудника университета Индианы, Роберт Рэмели и Джейн Хиксон, взяли дополнительные пробы в разных уголках Джордан-Холла. Изучив их, они тоже нашли какую-то разновидность термофильной бактерии. Она была похожа на *Thermus aquaticus*, найденную Брокком, но не вполне идентична ей. Поэтому на первых порах ее называли *Thermus X-1*²⁴. В отличие от желтоватого *Thermus aquaticus*, бактерия была прозрачной. И скорость роста у нее была выше. Рэмели предполагал, что это может быть новый неизвестный штамм *Thermus aquaticus*. Желтый цвет мог быть просто приспособлением к жизни в открытой воде источников, защищающим клетки от прямого действия солнечного света. Поселившись в водонагревателях, микробы уже не нуждались в такой защите и поэтому утратили способность синтезировать ненужный и энергозатратный пигмент. Брок, перешедший к этому времени на

рый называл просто «розовой бактерией», живущей в еще более горячей среде. Ему это не удалось, как не удалось и никому впоследствии. Первая работа, посвященная *Thermus*, это: T. D. Brock and H. Freeze, "Thermus aquaticus gen. n. and sp. n., a Nonsporulating Extreme Thermophile," *Journal of Bacteriology* 98, no. 1 (1969): 289–297.

²⁴ R. F. Ramaley and J. Hixson, "Isolation of a Nonpigmented, Thermophilic Bacterium Similar to *Thermus aquaticus*," *Journal of Bacteriology* 103, no. 2 (1970): 527.

работу в университет штата Висконсин, рассудил, что настало время поближе познакомиться с *Thermus* в человеческом жилье.

Вместе со своим лаборантом Кэтрин Бойлен он принялся изучать содержимое водонагревателей в жилых домах и прачечных самообслуживания в ближайших окрестностях Висконсинского университета. В прачечных водонагреватели используются чаще и интенсивнее, чем в жилых домах. Резонно предположить, что куда больше шансов отыскать термофильных микробов именно в них. Во всех изученных местах Брок и Бойлен поднимали крышку бойлера и внимательно обследовали внутреннюю поверхность сливных труб. Температура внутри такого агрегата может быть не ниже, чем в гейзере. Вдобавок водопроводная вода содержит достаточное количество органики, чтобы *Thermus aquaticus* мог питаться.

Более ста лет назад эколог Джозеф Гриннел предложил называть набор жизненных условий, необходимых для существования определенного вида, *экологической нишей*. Слово «ниша» в английском языке происходит от среднефранцузского глагола *nicher* – «гнездиться», которое, в свою очередь, происходит от латинского *nidus* – «гнездо». Сначала оно использовалось для обозначения особых стенных выемок в домах древних греков и римлян, куда могли помещаться на всеобщее обозрение статуи и тому подобные предметы. Размеры статуи точно соответствовали габаритам ниши²⁵, примерно так, как температура воды в водонагревателе и растворенные в ней питательные вещества соответствуют жизненным запросам *Thermus aquaticus*. Но, если в каком-то местообитании имеются пригодные для данного вида условия, это отнюдь не значит, что он обязательно там поселится. Современные экологи проводят различие между нишей фундаментальной (условиями, в которых вид может существовать) и нишей реализованной (условиями, в которых он действительно живет). Водонагреватели вполне соответствуют фундаментальной нише *Thermus aquaticus*, но была ли эта возможность реализована, еще предстояло выяснить.

Ответ оказался положительным. Брок и Бойлен установили, что, помимо подтвержденных действию магмы гейзеров и кранов с горячей водой в университете штата Индианы, *Thermus aquaticus* встречается в бойлерах частных домов и прачечных самообслуживания в Мэдисоне, штат Висконсин. Мало того, эти микробы способны выдерживать самые экстремальные температурные условия, при которых в принципе может существовать жизнь. Чтобы найти бактерии рода *Thermus*, Броку пришлось отправиться на самый край света. Но, как выяснилось, он мог бы совершить это открытие, не покидая стен собственной лаборатории²⁶.

С того времени, как Брок провел свое исследование, о новых находках *Thermus aquaticus* в водонагревателях не сообщалось. Однако новый вид рода *Thermus* отыскан в кране с горячей водой в Исландии²⁷. Это был точно такой же бесцветный микроб, какой Брок и Бойлен нашли в водонагревателях, только теперь вид назывался *Thermus scotoductus*, а не *Thermus X-1*²⁸. Регина Уилпишески, аспирантка университета штата Пенсильвании, потратила несколько лет, выясняя, насколько этот микроб распространен в бойлерах. Оказалось, что достаточно: она обнаружила его в пробах, взятых из водонагревателей по всей территории Соединенных Штатов. В 35 пробах из нескольких сотен, взятых ею, присутствовал *Thermus scotoductus*. Исследование еще не окончено, но уже возникают новые вопросы. Почему этот вид присутствует в водонагревателях и как вообще он туда попадает? И почему другие виды теплолюбивых микробов, способных жить в гейзерах, до сих пор не колонизировали эти устрой-

²⁵ Впоследствии этот термин у экологов позаимствуют экономисты.

²⁶ T. D. Boylen and K. L. Boylen, "Presence of Thermophilic Bacteria in Laundry and Domestic Hot-Water Heaters," *Applied Microbiology* 25, no. 1 (1973): 72–76.

²⁷ J. K. Kristjánsson, S. Hjörleifsdóttir, V. Th. Marteinsson, and G. A. Alfredsson, "*Thermus scotoductus*, sp. nov., a Pigment-Producing Thermophilic Bacterium from Hot Tap Water in Iceland and Including *Thermus* sp. X-1," *Systematic and Applied Microbiology* 17, no. 1 (1994): 44–50.

²⁸ Kristjánsson et al., "*Thermus scotoductus*, sp. nov.," 44–50.

ства? Отчего в прослуживших много лет водонагревателях нет столь же пестрого и сложного микробного сообщества, как в горячих источниках? Пока еще на эти вопросы никто не сумел ответить.

Я подозреваю, что в бойлерах, работающих в других уголках мира, тоже обитают теплолюбивые бактерии. Легко вообразить, что где-нибудь в далеких странах, в Новой Зеландии или на Мадагаскаре, отыщутся совершенно уникальные виды этих созданий. Но мы не знаем этого наверняка. У Левенгука, как мы помним, нашлось мало последователей. То же самое верно и в отношении исследований Брока²⁹. Регина Уилпишески работает практически в одиночку. Мы не знаем, какие последствия (положительные или отрицательные) ожидают нас или наши бойлеры после их заселения *Thermus scotoductus*. Бактерии этого вида, взятые из других местобитаний, способны, кроме всего прочего, обезвреживать токсичные формы хрома³⁰; но мы не знаем, обладают ли *Thermus scotoductus* из водонагревателей этим или каким-то еще полезным свойством. И все-таки история бактерий рода *Thermus* стала ключом ко всей истории изучения жизни в наших домах. Она прекрасно показала – может быть, впервые со времен Левенгука, – что экосистема человеческого жилища куда более разнообразна, чем принято думать, и что в нее входят не только патогены, которым прежде доставалось все внимание. Кроме того, находка *Thermus* в водонагревателях показывает, что современный дом стал прекрасным местом обитания для многих других видов, раньше не соседствовавших с нами, и что они могут проникать в наши жилища незамеченными. Наконец, присутствие термофильных бактерий в бытовой технике пробудило, хотя и не сразу, интерес к поискам других форм жизни в домах. Оно заставило меня и моих коллег предположить, что находка *Thermus* совсем не случайна и является частью куда более грандиозной истории. В наших домах можно найти такие местечки, где температура ниже, чем в самом холодном месте планеты, и такие, где царит просто адская жара. Дом – это истинный микрокосм, где представлены любые возможные условия. Вполне допустимо, что разнообразные микробы давным-давно проникли в наши жилища и освоились в них, просто никому не приходило в голову заняться их поиском. Следующий революционный шаг в этом исследовании не мог осуществиться без новых технологий – технологий, позволяющих идентифицировать микроорганизмы даже в том случае, если их нельзя выращивать в чашке Петри, технологий, сама разработка которых была связана с необычным образом жизни бактерий рода *Thermus*.

С НЕКОТОРЫХ ПОР НАМ ИЗВЕСТНО, что большинство видов бактерий невозможно вырастить в лаборатории – они были и остаются «некультивируемыми». Но мы не знаем, какие жизненные условия и какая пища им требуются. Поэтому, даже если подобные микробы окажутся в нашей пробе, мы их не увидим. Это значит, что на протяжении почти всей истории микробиологии такие виды оставались практически недоступными для изучения, пока какой-нибудь настойчивый и грамотный микробиолог не выяснял, что же им требуется для жизни. Так произошло и с видами рода *Thermus*: их никто не видел, пока Брок не принялся культивировать их при очень высоких температурах. Но недавно ситуация изменилась, и мы получили возможность исследовать и описывать виды, даже не имея ни малейшего понятия о том, как их

²⁹ Брок в своих публикациях не устает подчеркивать что, хотя промышленность взяла на вооружение экстремофильных микробов, открытых им и его коллегами в 1970–1980-е гг., очень немногие исследователи продолжили изучать их экологию в естественной среде обитания. См.: Brock, "The Road to Yellowstone," 1–28.

³⁰ D. J. Opperman, L. A. Piater, and E. van Heerden, "A Novel Chromate Reductase from *Thermus scotoductus* SA-01 Related to Old Yellow Enzyme," *Journal of Bacteriology* 190, no. 8 (2008): 3076–3082. Поскольку микробы беспрестанно преподносят сюрпризы, недавно было установлено, что новый штамм этого вида может при необходимости переходить на хемотрофный тип питания. На научном жаргоне такое явление называется «миксотрофией». См.: S. Skirnisdottir, G. O. Hreggvidsson, O. Holst, and J. K. Kristjánsson, "Isolation and Characterization of a Mixotrophic Sulfur-Oxidizing *Thermus scotoductus*," *Extremophiles* 5, no. 1 (2001): 45–51.

выращивать. И произошло это не в последнюю очередь благодаря открытому Томасом Броком виду *Thermus aquaticus* и его родственникам³¹.

Основной инструмент, используемый теперь для первичного обнаружения и идентификации некультивируемых микробов, представляет собой целую серию лабораторных процедур, которые часто называют «конвейером». Это подразумевает, что все процедуры должны выполняться в определенном порядке³². На входе в «конвейер» помещается проба, а на выходе мы получаем перечень содержащихся в ней видов микроорганизмов независимо от того, в каком состоянии они находятся – активном, латентном или даже мертвом. В нашем исследовании нам придется не раз к этому возвращаться, так что давайте разберемся более детально в устройстве этого «конвейера».

Все начинается с проб. Когда они доставлены в лабораторию, каждая проба помещается в небольшую пробирку с каплей жидкости. В качестве проб подойдет все, что может содержать клетки или ДНК: образцы пыли, помета животных или воды. Жидкость в пробирке содержит мыло, белки, а еще крохотные стеклянные шарики, с помощью которых клетки «разбиваются» (примерно так, как разбивают яичную скорлупу), после чего из них можно извлечь ДНК, где хранится генетическая информация бактерий. Пробирки запечатывают, нагревают, встряхивают и центрифугируют. При центрифугировании тяжелые стеклянные шарики вместе с «обломками» клеток опускаются на дно, а драгоценные нити ДНК, будучи менее плотными, поднимаются к поверхности. Оттуда их уже легко снять, как снимают пенку или вытаскивают дохлую муху из бассейна³³. Все эти операции в общем довольно просты, их могут выполнить даже сонные студенты на лабораторном практикуме, и даже если они пропустили мимо ушей большую часть инструктажа.

Чтобы идентифицировать разнообразные организмы на основе «извлеченной» из их клеток ДНК, нам нужно прочесть эту ДНК. Ученые называют этот процесс секвенированием. Вот это уже довольно сложная штука. Микроскоп увеличивает размеры наблюдаемого объекта, чтобы сделать его доступным для изучения, а вот при секвенировании нужно сначала максимально увеличить количество ДНК, чтобы понять невидимую информацию, которую она содержит. Только в этом случае можно считать «буквы» генетического алфавита – нуклеотиды, из которых ДНК и состоит. У всех организмов, кроме некоторых вирусов, ДНК представлена двумя взаимодополняющими цепочками, соединенными друг с другом чем-то вроде молекулярной застежки-молнии. Довольно давно ученые догадались, что если бережно растянуть эту «молнию», то каждая из получившихся цепочек может быть скопирована, и это можно повторять раз за разом, пока у нас не окажется достаточно ДНК, чтобы приняться за ее расшифровку. Растянуть застежку можно путем нагрева, и это не очень сложно. А вот для копирования отдельных цепочек необходимо участие белка, называемого полимеразой, который используется для копирования ДНК всеми клетками, включая человеческие. Итак, требовалось разъединить двойную цепь ДНК, добавить немного полимеразы, а также праймер (небольшой участок ДНК, который указывает полимеразе, какой именно отрезок ДНК, или ген, нужно копировать) и некоторые нуклеотиды. Проблема состояла в том, что при таких высоких температурах, при которых происходит расщепление двухцепочечной ДНК, полиме-

³¹ О причинах того, почему так много бактерий до сих пор не поддаются культивированию, см.: Pande and C. Kost, "Bacterial Unculturability and the Formation of Intercellular Metabolic Networks," *Trends in Microbiology* 25, no. 5 (2017): 349–361.

³² Это называется «секвенирование с высокой пропускной способностью» – красивый термин, обозначающий, что с помощью такого метода можно делать несколько дел разом, а именно одновременно секвенировать гены большого числа особей. Это напоминает «Макдоналдс», где можно быстро накормить сразу много людей. А что касается «секвенирования нового поколения» (next generation sequencing), то технологии развиваются настолько быстро, что методика next generation уже давно выглядит весьма скромно по сравнению с «самым-самым новым поколением» (и это было неизбежно, о чем не подумали те, кто вводил термин «секвенирование нового поколения»).

³³ На самом деле нужны некоторые дополнительные действия, чтобы удалить из пробы все, что не является ДНК. Но я описываю процедуру в самых общих словах.

раза разрушается. Один из громоздких, дорогостоящих и трудоемких способов решения проблемы состоял в том, чтобы добавлять свежую полимеразу и праймеры после каждого цикла нагревания. Этот способ работал, но мучительно медленно, так медленно, что большинство микробиологов предпочитали сосредоточиться на изучении тех видов, которые удастся культивировать, и попросту игнорировали все неизвестные и некультивируемые в то время формы.

Но однажды решение было найдено. И этим решением был *Thermus aquaticus*, полимеразу которого дееспособна при высоких температурах. И более того, именно в таких условиях она работает наиболее эффективно. Это было как раз то, что нужно. Через несколько лет после того, как Брок открыл *Thermus aquaticus*, генетики поняли, что если полимеразу этого вида (сокращенно Taq) добавить к ДНК при высокой температуре, то процесс копирования пойдет гораздо быстрее. Процесс копирования ДНК с помощью термоустойчивых полимераз, называемый полимеразно-цепной реакцией (ПЦР), может показаться второстепенным для науки. Однако практически все генетические тесты, проводимые в сегодняшнем мире, от установления отцовства до поисков бактерий в образцах пыли, основаны на ПЦР. Так бактерии, обнаруженные в горячих источниках и бытовых бойлерах, те самые, что заставили нас заняться поисками невидимой жизни в наших домах, стали источником белков, необходимых для того, чтобы вести эти поиски на современном научном уровне³⁴.

А вот какие именно гены копируют с помощью ПЦР ученые, лаборанты или врачи и как они потом расшифровывают полученные копии ДНК, зависит уже от цели конкретного исследования и от используемой технологии. В случае если нам нужно идентифицировать все виды бактерий, представленные в отдельно взятой пробе, обычно используют ген 16S рРНК. Он так важен для жизнедеятельности бактерий и архей, что за 4 млрд лет эволюции остался почти неизменным. Именно поэтому ученые так полагаются на этот ген, который есть у всех без исключения известных видов архей и бактерий. От вида к виду ген отличается достаточно для того, чтобы идентифицировать отдельные виды, но не настолько, чтобы его не распознать. А что касается методов, используемых для декодирования множества копий этого гена, то они весьма разнообразны. Некоторые основаны на добавлении маркированных нуклеотидов (тех самых букв генетического алфавита) в пробы, ДНК которых планируется скопировать. Маркируются они особыми веществами, которые может считать машина для секвенирования, или секвенаторы. Это устройство начинает работу со считывания праймера, которым открывается нуклеотидная цепочка, а потом считывает одну за другой все последующие «буквы». Это повторяется с каждой копией ДНК в пробе, хотя там их могут быть миллиарды, и в результате формируются огромные файлы с данными, в которых записаны расшифровки всех копий ДНК. Затем эти расшифровки объединяются в группы на основе их сходства и уже тогда считанные последовательности нуклеотидов каждой группы сравниваются с последовательностями уже известных видов, полученными ранее другими исследователями³⁵. Конкретные детали этого процесса постоянно меняются, но одно остается неизменным: с каждым годом секвенирование становится все дешевле и проще. Не за горами времена, когда появятся портативные секвена-

³⁴ Со временем ученые – последователи Брока и его коллег и современников открыли еще более термофильных, даже гипертермофильных, микробов, а вместе с ними и целую библиотеку их ферментов, каждый из которых обладает особыми способностями. Например, у *Pyrococcus furiosus* была идентифицирована полимеразу, которая работает подобно Taq, но сохраняет стабильность при более высоких температурах.

³⁵ При стандартном секвенировании на выходе мы не получаем списка идентифицированных организмов с их научными названиями. Вместо этого мы имеем дело с перечнем форм, сгруппированных по их родам, например *Thermus 1*, *Thermus 2* и т. д. Под этими обозначениями скрываются отдельные секвенции, объединенные под одним родовым названием по принципу схожести последовательностей их ДНК. Понимая, что такие сущности не являются «полноценными» видами, микробиологи называют их ОТЕ (операциональными таксономическими единицами). Систематика микроорганизмов до сих пор находится в довольно запутанном состоянии, поэтому использование ОТЕ хотя и не самый совершенный способ классификации, но позволяет нам двигаться вперед, не дожидаясь, пока будет достигнут консенсус между традиционными и новыми подходами к классификации живых организмов.

торы. (На самом деле такие уже существуют, но делают много ошибок при чтении ДНК. Со временем они станут лучше.)

Итак, в наши дни, главным образом благодаря *Thermus aquaticus*, стало возможным взять пробу и пропустить ее через «конвейер секвенирования», чтобы идентифицировать все виды микробов, что в ней содержатся, неважно, живые они или мертвые. Для этого не нужно ни рассматривать пробу в микроскоп, ни выращивать культуры входящих в нее видов. Биологи могут распознавать формы жизни, представленные в почве, морской воде, облаках, фекалиях и вообще где угодно. И не только культивируемые виды микробов, но и множество иных, которых пока не умеют выращивать в лаборатории. В мои студенческие годы такая возможность казалась несбыточной, да просто невообразимой. Теперь это обычное дело³⁶. Лет десять тому назад я со своими коллегами задумал использовать эту методику для изучения жизни в домах. К тому времени уже стало возможным и вполне доступным взять пробу пыли с дверной рамы, каплю воды из-под крана или даже кусок ткани из одежного шкафа и идентифицировать почти все виды, присутствующие в образце путем расшифровки ДНК. Левенгук имел в своем распоряжении всего лишь увеличительное стекло для изучения окружающей жизни, а мы пропускаем ее через «конвейер секвенирования». На старте этого предприятия мы не могли даже предположить, что нам удастся обнаружить. А результаты оказались поразительными, причем не только по количеству найденных видов, но и по числу тех из них, что ранее не были известны.

³⁶ Не так давно Регина Уилпишески применила эту технологию к поиску неизвестных термофильных бактерий, которые могут населять водонагреватели вместе с *Thermus scotoductus*. Ей удалось выявить с полдюжины видов бактерий, которые обычно обнаруживаются в горячих источниках. Некоторые из них относятся к некультивируемым, и тем не менее их удалось обнаружить.

Глава 3

Вглядываясь во тьму

Мы перестали искать чудовищ под своей кроватью, когда осознали, что они прячутся внутри нас.

Чарльз Дарвин

Мой собственный путь к изучению форм жизни в домах начался во влажном тропическом лесу. В бытность мою студентом я провел часть второго года обучения в Коста-Рике, на биологической станции Ла Сельва. Я работал вместе с Сэм Мессье, аспиранткой из Колорадского университета в Боулдере, изучавшей один вид древесных термитов, называемый *Nasutitermes corniger*. Рабочие термиты питаются отмершей древесиной и листьями лесных деревьев. В такой еде полно углерода, но мало азота. Чтобы компенсировать недостаток этого элемента в пище, в кишечнике термитов имеются особые бактерии, способные поглощать азот из воздуха. Колонии этих рабочих термитов с их королевами, королем и потомством находятся под охраной термитов-солдат, головы которых вытянуты наподобие пушечных стволов, через которые они выпрыскивают ядовитую жидкость на своих врагов – муравьедов и муравьев. Эти «пушки» настолько длинные, что термиты-солдаты не могут есть самостоятельно и полностью зависят от питательных веществ, которые получают от рабочих термитов или от бактерий из воздуха. В некоторых термитниках этого вида можно обнаружить большое число этих беспомощных солдат; в других колониях их очень мало. Сэм хотела проверить гипотезу о том, что при повторяющихся набегах муравьедов число особей-солдат увеличивается. Сделать это было довольно легко: просто имитировать нападение муравьеда на одни термитники, не трогая другие. Это и было моей задачей. Вооружившись мачете, я день за днем ходил от одного термитника к другому.

Для мальчишки, каким я втайне оставался в свои 20 лет, такая работа – предел мечтаний. Я бродил по лесу, то и дело пуская в ход мачете. Для молодого ученого – лучше не придумаешь. За работой я вел с Сэм разговоры о науке, пока она не уставала. За ланчем и ужином досаждал своими расспросами другим ученым. Когда вокруг не оставалось никого, кто мог бы отвечать мне, отправлялся на прогулку. Ночами я бродил по лесным тропинкам с фонариком и налобной лампой (еще один фонарь был в резерве). Ночной лес был полон звуков и запахов жизни, но видеть я мог лишь то, на что падал свет моих ламп³⁷. Казалось, что свет, выхватывая из тьмы животных, сам создавал их. Я учился различать блеск глаз змей, лягушек и млекопитающих, опознавать спящих птиц по их силуэтам. Учился терпеливо присматриваться к листьям и стволам деревьев, где таились гигантские пауки, катидиды³⁸ и насекомые, мимикрирующие под птичий помет. Порой мне удавалось уломать одного немецкого зоолога, чтобы он позволил сопровождать его на ночную охоту за летучими мышами с помощью сети. У меня не было прививки от бешенства, но его это ничуть не беспокоило. Меня – в мои 20 лет – тоже. Он учил меня различать рукокрылых. Так я познакомился с нектароядными, насекомоядными и плодоядными их видами. Попадался мне и питающийся птицами большой листонос (*Vampyrum spectrum*), такой огромный, что мог проделать дыру в ловчей сети. Мои наблюдения, хотя и разрозненные, позволили мне начать строить некоторые гипотезы. Мне нравилось думать, что

³⁷ Не раз бывало, что я забредал так далеко и надолго, что во всех трех моих источниках света садились батарейки. Мне приходилось идти назад при свете луны, через кишачий ядовитыми змеями лес. Это было не очень разумно.

³⁸ Катидиды – крупные кузнечики семейства Tettigoniidae. Некоторые тропические виды этой группы хорошо известны способностью к мимикрии: например, они могут быть внешне очень похожи на листья деревьев. – *Прим. науч. ред.*

мы еще не узнали большую часть того, что нам предстоит. Мне нравилось, что открытия поджидают нас чуть ли не под каждым бревном или листом, стоит лишь запастись терпением.

К концу моего пребывания в Коста-Рике Сэм доказала с моей помощью, что в колониях термитов, чаще подвергавшихся атакам мачете, действительно появлялось больше особей-солдат³⁹. Исследование закончилось, но полученный опыт сильно повлиял на меня. В следующие десять лет я побывал в Боливии, Эквадоре, Перу, Австралии, Сингапуре, Таиланде, Гане и в других странах, исходил тропические леса вдоль и поперек, словно пытаюсь выткать единое большое полотно. Хотя я всегда возвращался в умеренный пояс – в Мичиган, Коннектикут или Теннесси, но раз за разом кто-нибудь предлагал отличную возможность: бесплатный авиaperелет, важное задание, полный пансион – и я внезапно опять оказывался в джунглях. Со временем такую же радость открытия, что и в дождевом тропическом лесу, я стал испытывать в самых разных местах, будь то пустыни, леса умеренного пояса и даже городские дворы. Интерес к последним возник с приходом в мою лабораторию нового студента по имени Бенуа Генар. Бенуа очарован муравьями. Приехав в Роли (столицу штата Северная Каролина), он без устали гонялся за ними по окрестным лесам. Это закончилось тем, что Бенуа отыскал такой вид, который ни он, ни я не смогли определить. Оказалось, что это чужеродный вид – азиатский муравей-игла, или *Brachyponera chinensis*⁴⁰. Он расплодился в Роли, но умудрялся оставаться никем не замеченным. Исследуя этот вид, Бенуа обнаружил у него поведение, никогда прежде не наблюдавшееся у насекомых. Например, когда рабочий муравей-фуражир находит пищу, он не прокладывает к ней пахучую феромонную дорожку, как это делают другие виды. Нет, он возвращается в муравейник, хватает в охапку другого фуражира и, притащив его прямо к своей находке, бросает оземь: «Здесь еда!»⁴¹ Чтобы изучить повадки этого муравья на его родине, Бенуа отправился в Японию. Там он обнаружил совершенно новый вид муравьев, родственник *Brachyponera chinensis* и вполне обычный на большей части юга Японии даже в городах и их окрестностях⁴², но до сих пор не описанный. И это было только начало...

Примерно в то же время в нашу лабораторию в Роли пришла новая студентка, Кэтрин Дрисколл, которая хотела изучать тигров. Но ни я, ни Бенуа такими исследованиями не занимаемся. Вместо этого я предложил Кэтрин взяться за поиски и изучение «тигрового муравья», *Discothyrea testacea*. Правда, мы ей не сказали, что сами только что придумали название «тигровый муравей» для этого вида и что никто и никогда еще не находил его муравейник. Кэтрин отправилась на поиски. Я рассчитывал, что неудача ее разочарует, и она переключится на какой-нибудь другой объект. Ничуть не бывало! Кэтрин отыскала «тигровых муравьев», более того, она нашла их не где-нибудь, а в почве прямо возле здания, где расположены моя лаборатория и мой кабинет. В свои 18 она стала первым человеком, сумевшим увидеть живьем «царицу», или матку, *Discothyrea testacea*⁴³. Вскорости мы начали даже привлекать совсем юных учеников к нашим поискам муравьев в городских дворах, и не только в Роли⁴⁴. Мы разрабо-

³⁹ S. H. Messier, "Ecology and Division of Labor in *Nasutitermes corniger*: The Effect of Environmental Variation on Caste Ratios" (PhD diss., University of Colorado, 1996).

⁴⁰ B. Guénard and R. R. Dunn, "A New (Old), Invasive Ant in the Hardwood Forests of Eastern North America and Its Potentially Widespread Impacts," *PLoS One* 5, no. 7 (2010): e11614.

⁴¹ B. Guénard and J. Silverman, "Tandem Carrying, a New Foraging Strategy in Ants: Description, Function, and Adaptive Significance Relative to Other Described Foraging Strategies," *Naturwissenschaften* 98, no. 8 (2011): 651–659.

⁴² T. Yashiro, K. Matsuura, B. Guénard, M. Terayama, and R. R. Dunn, "On the Evolution of the Species Complex *Pachycondyla chinensis* (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae), Including the Origin of Its Invasive Form and Description of a New Species," *Zootaxa* 2685, no. 1 (2010): 39–50.

⁴³ Единственная статья об этом виде муравьев была опубликована в 1954 г.: M. R. Smith and M. W. Wing, "Redescription of *Discothyrea testacea* Roger, a Little-Known North American Ant, with Notes on the Genus (Hymenoptera: Formicidae)," *Journal of the New York Entomological Society* 62, no. 2 (1954): 105–112. Что касается Кэтрин, я не был уверен в ее склонностях, вот и решил проверить. Сейчас она работает смотрителем зоопарка в Эль-Пасо. Ее интерес к большим кошкам оказался сильнее, чем моя способность увлечь ее другим делом.

⁴⁴ Этот проект начала в качестве руководителя Андреа Лаки, которая сейчас работает доцентом в университете Флориды.

тали особый приборчик для детей, чтобы и они могли собирать муравьев около своих домов. Вскоре открытия посыпались одно за другим. Один восьмилетний натуралист отыскал азиатского муравья-иглу в Висконсине. Другой его сверстник – в штате Вашингтон. Никто и не подозревал, что этот вид успел распространиться за пределы юго-востока Соединенных Штатов.

Такая работа с привлечением детей к исследованию окрестных муравьев стала предвестником перемен в нашей лаборатории. Мы стали чаще обращаться за помощью к широкой публике. Поначалу это были десятки, потом сотни, а вскоре уже тысячи людей, готовых делать открытия там, где они живут. Вслед за этими открытиями – открытиями, сделанными в сотрудничестве с непрофессионалами, – мы постепенно перешли к изучению домашних обитателей. Поиски новых видов и неизвестных форм поведения вместе с нашими помощниками были тем более увлекательны, что они непосредственно касались повседневной жизни каждого. Мы как бы напоминали людям, что окружающий их мир хранит еще немало тайн. Я хотел верить, что мы дарим им такие же волнующие ощущения как те, что я, 20-летний, испытывал в джунглях Коста-Рики. О, если бы я знал тогда, как много нового можно обнаружить и в моем родном Мичигане! И вот мы подумали, что для наших добровольных помощников было бы еще интереснее совершать такие же открытия там, где они проводят большую часть своего времени, – в «джунглях» собственных жилищ.

Поскольку большинство исследований внутри домов было посвящено вредителям и патогенам, напрашивалась мысль, что другие виды просто остаются незамеченными. В те годы некоторые ученые время от времени изучали интересные, но не вредоносные для человека виды, встречающиеся в домах (вспомним поиски бактерий *Thermus scotoductus* в бойлерах). Но это были единичные, разрозненные исследования, а не крупные многолетние проекты. Ни на одной полевой биологической станции сотрудники не занимались целенаправленными поисками «домашних» видов. И тогда я собрал команду, чтобы изучать дома, – команду, которая, постоянно увеличиваясь, работает и сегодня и включает ученых со всего света, а также непрофессионалов – взрослых и детей, иногда целые семьи. Все вместе мы будем стремиться испытать то, что испытывал Левенгук, опьяненный восторгом первооткрывателя. Мы были уже практически готовы, оставалось только выбрать, с чего начать и как наблюдать. Решено было начать с бактерий. Еще во времена совместной работы с Сэм Мессье я заинтересовался бактериями, живущими в термитниках. Но ведь наш дом тоже можно представить себе в виде огромного термитника! Вполне вероятно, что среди невидимого невооруженным глазом мира, мира бактерий и прочих микробов, нас и ожидают самые крупные открытия. Но для такой работы нам уже было недостаточно простого микроскопа с одним окуляром. Пришли новые времена. И тут нам подвернулся Ной Фирер, микробиолог из Колорадского университета в Боулдере, работавший как раз на той кафедре, где училась в аспирантуре Сэм Мессье. Именно Ной дал нам инструмент, с которым мы могли начать поиски. Он мог идентифицировать виды микробов, живущих в комнатной пыли, с помощью их ДНК. Секвенируя гены бактерий, он мог обнаруживать невидимые формы жизни в среде, в которой мы дышим и движемся⁴⁵.

По своей научной специальности и интересам Ной – почвенный микробиолог. Он буквально околдован почвами (они для него такое же чудо, как для меня – джунгли) – настолько, что до остального ему и дела нет. Но, к счастью, его не меньше интересуют (или, может, развлекают) формы жизни, обитающие и в других местах, – лишь бы они были не крупнее гриб-

См.: A. Lucky, A. M. Savage, L. M. Nichols, C. Castracani, L. Shell, D. A. Grasso, A. Mori, and R. R. Dunn, "Ecologists, Educators, and Writers Collaborate with the Public to Assess Backyard Diversity in the School of Ants Project," *Ecosphere* 5, no. 7 (2014): 1–23.

⁴⁵ Задолго до того, как мы начали рассматривать возможность изучения микробов, живущих в человеческих пупках или домах, мы вместе с Ноем участвовали в проекте по изучению амброзиевых листоедов, которым руководил Иржи Хулкр. Он наблюдал, как жуки переносят с места на место бактерии и грибы и «высаживают» их на корм для своих личинок. Именно этот проект положил начало моему сотрудничеству с Ноем. См.: J. Hulcr, N. R. Rountree, S. E. Diamond, L. L. Stelinski, N. Fierer, and R. R. Dunn, "Mycangia of Ambrosia Beetles Host Communities of Bacteria," *Microbial Ecology* 64, no. 3 (2012): 784–793.

ной споры. Заведите с Ноем разговор о муравьях или ящерицах, и взгляд его сразу потухнет. Но как исследователь мельчайших организмов, где бы они ни жили, Ной по-своему гениален. Он, как и Левенгук, мастерски находит новые способы употребления уже известных вещей. Про Левенгука часто говорят, что он изобрел микроскоп. Это неверно, как неверно и то, что у него были какие-то особенные микроскопы. На самом деле, если что-то и было в его микроскопах особенное, так это сам Левенгук. Так и в случае с исследованиями Ноя. Дело было не в оборудовании для идентификации микробов в пробах, а в том, как Ной использовал приборы, для того чтобы увидеть то, чего не замечали другие. Ной определял, какие виды присутствуют в пробах домашней пыли, путем секвенирования ДНК, представленной в этих пробах. Он и сотрудники его лаборатории экстрагировали ДНК из каждой пробы, затем, используя полимeразу от *Thermus aquaticus*

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.