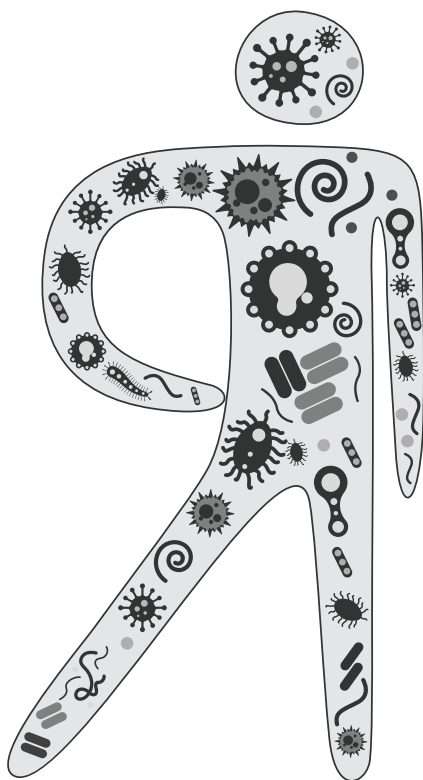


Джон Тёрни

Я – СУПЕРОРГАНИЗМ

Человек и его микробиом



ЛАБОРАТОРИЯ

пилот

U N I V E R S U M

*О науке, ее прошлом и настоящем,
о великих открытиях, борьбе идей
и судьбах тех, кто посвятил свою
жизнь поиску научной Истины*

Jon Turney

I, Superorganism

Learning to love your inner ecosystem

Джон Тёрни

Я – СУПЕРОРГАНИЗМ

Человек и его микробиом



Москва
Лаборатория знаний

УДК 612
ББК 52
Т35

Серия основана в 2013 г.

Ведущий редактор серии Ирина Опимах
Перевод с английского Алексея Капанадзе

Тёрни Дж.

Т35 Я — суперорганизм! Человек и его микробиом /
Дж. Тёрни ; пер. с англ. А. Капанадзе. — М. : Ла-
боратория знаний, 2016. — 293 с. : ил. — (Universum).

ISBN 978-5-906828-66-8

В каждом из нас живет множество бактерий и вирусов — во рту, на коже, в кишечнике. Они помогают переваривать пищу и усваивать лекарства, влияют на нашу гормональную и иммунную системы и более того — даже на мозг! Все это сообщество микроорганизмов ученые назвали микробиомом.

Джон Тёрни рассказывает о самых последних исследованиях микробиома, о его возникновении, росте и роли в развитии самых разных болезней (аллергии, диабета, желудочно-кишечных расстройств, рака и шизофрении). Прочтя эту книгу, вы, несомненно, по-новому ощутите свой организм, свое тело; по-новому посмотрите на себя как на личность.

УДК 612
ББК 52

16+

Научно-популярное издание

Серия: «Universum»

Тёрни Джон

**Я — СУПЕРОРГАНИЗМ!
ЧЕЛОВЕК И ЕГО МИКРОБИОМ**

Ведущий редактор *И. В. Опимах*
Художники *В. Е. Шкерин, И. Б. Штейнберг*
Корректор *Л. И. Трифонова*
Компьютерная верстка: *В. И. Савельев*

Подписано в печать 15.03.16. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 18,5. Тираж 2000 экз. Заказ

Издательство «Лаборатория знаний»
125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3
Телефон: (499) 157-5272, e-mail: info@pilotLZ.ru,
<http://www.pilotLZ.ru>

Copyright © 2015 Jon Turney
© Перевод на русский язык,
оформление. Лаборатория знаний,
2016

ISBN 978-5-906828-66-8

Оглавление

Введение	6
Глава 1. Странный новый мир	20
Глава 2. Микробы — не мы... или все-таки мы?	33
Глава 3. Невидимые жизни	46
Глава 4. Повсюду микробы	59
Глава 5. Нечто по-настоящему большое	90
Глава 6. Рождение микробиома	118
Глава 7. Работая вместе	145
Глава 8. Вот они, соседи	166
Глава 9. Чувствовать нутром	193
Глава 10. Вирусы — это тоже мы	209
Глава 11. Приручая микробиом	221
Глава 12. Я — суперорганизм?	252
Благодарности	272
Комментарии, примечания и литература	273
Библиография	280
Материал для дополнительного чтения	291

*Когда узнаёшь больше, отвращение
иногда сменяется восхищением.*

Теодор Розбери.
Жизнь на человеке

Введение

ОРГАНИЗМ, ПОЗНАКОМЬСЯ С СУПЕРОРГАНИЗМОМ

Кто я? Зеркало всегда готово напомнить. Вот он я без всякой одежды (не беспокойтесь, я буду смотреть на это сомнительное зрелище один, чтобы вам этого делать не пришлось). Я вижу перед собой бледное прямоходящее двуногое. Средних лет, мужского пола, со светлой кожей. Сравнительно высокое по человеческим меркам. С небольшой склонностью к сутулости. Мою жизнь (по крайней мере до сих пор) вполне можно назвать благословенной с медицинской точки зрения, что вообще свойственно поколению бэби-бумеров Запада. Пока еще не видно особых признаков износа. Если вспомнить, каким я видел свое отражение 30 лет назад, можно заключить, что нынешняя моя версия делается всё упитаннее в поясе (и ногти на ногах тоже, как я замечаю, становятся толще), а вот волосы редеют. В остальном же я, пожалуй, выгляжу почти как прежде.

Такая преемственность тела, такая его неизменность — одна из составляющих моего ощущения собственного Я. Человеческое тело, довольно крупное по масштабам земных существ, служит единицей индивидуальности. Нет-нет, я не имею в виду какие-то философские смыслы. Я — автономный субъект-человек, и это мое тело. Или тут уже начинается философия? Во всяком случае, я не рассматриваю сейчас мое индивидуальное Я как нечто уникальное.

Однако я чувствую (уж не знаю, насколько это важно), что мельчайшую, ничтожнейшую, исчезающе малую долю вещества и энергии Вселенной, ту долю, которая и является мною, можно *отделить от всего прочего*. У той порции биомассы, которую я таскаю на себе (или которая таскает меня на себе), име-

ются вполне обыкновенные отверстия, куда поступают вещества, а также отверстия, откуда вещества выходят. Если я хочу и дальше оставаться живым, это должно происходить с известной регулярностью. Но мне представляется, что у данного тела есть довольно отчетливые границы. Похоже, оно довольно резко отличается от остального мира. Да, я поддерживаю сознательную связь с другими людьми главным образом благодаря языку. Более того, современные технологии позволяют мне связываться с тысячами людей, иной раз находящихся от меня очень далеко; возможности моих предков были в этом смысле куда скромнее. Однако Я, связанное с другими, имеет и телесное воплощение. Я — биологическая сущность, человеческий организм.

Признаться, я всегда ощущал это организменное Я (сейчас нас таких около 7 миллиардов) как корабль, выстроенный для одиночного плавания. Такое же интуитивное представление разделяют со мной художники и поэты. Как выражался Орсон Уэллс, мы рождаемся в одиночку, живем в одиночку, умираем в одиночку. Далее он замечает, что любовь и дружба все-таки иногда делают жизнь сносной. Что ж, это верно. Однако, как выясняется, сама его предпосылка совершенно неверна. Наука вначале потихоньку, исподволь, а в последние десятилетия всё более настойчиво возражает этому мнению. Вы, как и я, являетесь отдельным, индивидуальным человеком. Но мы не одни. У каждого из нас всегда есть спутники. И весьма многочисленные.

ВЗГЛЯНИТЕ ЕЩЕ РАЗ

Вы когда-нибудь заглядывали себе в рот? Нет, не с помощью зеркала — с помощью микроскопа? Возможно, вы проделывали это в школе. Если забыли, то вот как это делается. Осторожно поскребите внутреннюю поверхность щеки чистой ватной палочкой, плоским концом зубочистки или просто ногтем, если у вас нет под рукой никаких других инструментов. Перенесите этот комочек слизи на предметное стекло микроскопа, добавьте каплю красителя «метиленовый синий», накройте покровным стеклом, поместите под линзы микроскопа и наведите прибор на резкость.

Даже при небольшом (скажем, десятикратном) увеличении вы увидите некоторые клетки. Они плоские — и не только из-

за того, что расплющены между стеклами. Плоское состояние вообще свойственно клеткам такого типа, принадлежащим ткани, которая называется чешуйчатым эпителием. Можно увидеть ядро, отвечающее за передачу наследственных инструкций (краситель помечает, в частности, ДНК) и отделенное от всего остального, то есть от цитоплазмы. Отдельная клетка при таком увеличении выглядит не очень-то впечатляюще. Тем не менее всякая клетка напоминает нам о потрясающем факте: каждый из нас — громадная высокоорганизованная коалиция множества таких клеток, крошечных частичек куда более крупного организма, которые, как правило, способны самостоятельно расти и делиться. Таким образом, каждое прямоходящее млекопитающее состоит из своего рода элементарных частиц жизни, нужно лишь отойти от привычных нам повседневных масштабов. Начало этим частицам кладет одна-единственная — оплодотворенная яйцеклетка. Она растет и делится, в итоге порождая триллионы клеток* и играя роль в поддержании существования высокоорганизованного ансамбля, то есть вас или меня.

Мало того. Прибавьте увеличение, и вы обнаружите под комьями эпителиальных клеток и вокруг них мелкие точки, окрашенные синим (мы ведь добавили краситель). Это бактерии. Они окажутся в этой пробе, даже если вы используете не палец, а чистый ватный тампон. У вас во рту (на внутренней поверхности щек, на языке, на зубах, деснах и т.п.) их полным-полно. Там тепло и влажно, к тому же вы постоянно добавляете туда питательные вещества. Да, полость рта — всего лишь промежуточная станция на пути в желудок. Но все равно это отличное местечко для жизни, правда? Бактерии можно найти на любых других поверхностях вашего тела, в том числе на внутренних (скажем, в кишечнике).

До самого недавнего времени мало кто особенно задумывался о бактериях и других микробах, которым мы даем пристанище. Однако они сопровождают нас в течение всей нашей эволюции. Собственно бактерии вообще появились первыми. Они вплетены

* Человек мягок, податлив и довольно изменчив. Клетки — тоже. Поэтому не так-то просто подсчитать, сколько клеток у среднего взрослого. Часто приводят грубую оценку — от 10 до 100 триллионов. Согласно одной из недавних более осторожных оценок, учитывающей объемы и основные типы клеток различных органов, это количество составляет чуть больше 37 триллионов [Bianconi, 2013]. Короче говоря, их триллионы и триллионы. Сойдемся на этом.

в нашу жизнь гораздо теснее, чем нам казалось до недавних пор. Они образуют сложные, меняющиеся сообщества, формируемые под влиянием жизни других наших клеток и сами влияющие на их жизнь. Они играют неожиданно значительную роль в нашем пищеварении. Они вырабатывают необходимейшие витамины и другие ценные молекулы. Они расщепляют токсины и метаболизируют лекарства. Они оказывают невидимое воздействие на наши гормоны, на нашу иммунную систему, а может быть, и на наш мозг. Кроме того, они совместными усилиями вытесняют другие, потенциально опасные микроорганизмы, заполняя собой экологические ниши, которые эти наши враги охотно заняли бы сами. Не будь у нас этих многочисленных защитников, мы остро ощущали бы их отсутствие.

Ученые называют весь этот ансамбль микробов, существующих как постоянные попутчики более крупного организма, *микробиотой*. В наши дни всё чаще употребляется термин «микробиом»*. Мой микробиом в такой же степени живой, как и я сам. Он развивается, реагирует на изменения, приспосабливается к окружающим условиям по мере того, как жизнь идет вперед; точно так же ведут себя собственные клетки моего организма. И у вас происходит то же самое. Мы только-только начинаем разбираться в том, как это влияет на нашу жизнь и как вообще следует относиться к расширенному сообществу клеток, из которых мы состоим (к сообществу, *которое и является нами*). И тут нам помогают современные технологии, которые, прямо скажем, мощнее любого микроскопа.

* Некоторые подразумевают под микробиотой совокупность всех микроорганизмов, обитающих в каком-то ограниченном пространстве, а под микробиомом — общий массив генетического материала, который эти микроорганизмы в себе несут. Второй термин, придуманный генетиком Джошуа Ледербергом, несколько двусмысленен, что (на мой взгляд) даже полезно. Термин этот можно воспринимать как результат слияния слов *микроб* и *биом*, причем биом здесь воспринимается в экологическом значении — как набор различных взаимодействующих видов. Более свежая версия: термин возник благодаря соединению слова *микроб* и суффикса *-ом*, имеющегося в таких терминах, как «геном», «протеом» и другие «-омы», столь любимые нынешними биологами. В этом как бы проявляется напряжение (и сотрудничество), существующее между различными ветвями биологии, изучающими проблемы микробиома. Похоже, на практике термины «микробиота» и «микробиом» взаимозаменяемы, и второй в наши дни часто вытесняет первый. Здесь я буду использовать термин «микробиом» в смысле «все организмы», если только из контекста не явствует, что речь идет лишь о ДНК.

ПОКАЖИ-КА НАМ СВОЮ ДНК

Мы рассматриваем микроскопические организмы уже лет триста, но лишь совсем недавно взглянули на них по-новому. Впервые геном человека (полный набор генов, имеющийся в каждой нашей клетке) был полностью прочитан, то есть секвенирован, лишь чуть больше десяти лет назад. Это достижение позволило специалистам начать заниматься полномасштабным секвенированием в рутинном порядке. Конечно, нам предстоит еще многое узнать о наших генах и о том, как они функционируют. Но уже сейчас мы точно знаем, как секвенировать большие количества ДНК. А это в свою очередь открывает нам удивительные возможности исследования мира микробов.

Раньше биологи изучали микробы (главным образом бактерии и вирусы) по отдельности, одного за другим. В основе наших знаний о ДНК и о функционировании генов лежат исследования, предметом которых вначале служили бактерии, особенно одна лабораторная «рабочая лошадка» — *Escherichia coli* (кишечная палочка). «Что верно для *E. coli*, то верно и для слона», — гласил веселый девиз пионеров молекулярной генетики 1960-х. Сей девиз показывает, сколько усилий они вложили в изучение одного крошечного организма.

Эти исследования базировались на солидной микробиологической практике, берущей начало еще в XIX столетии. Поколения молекулярных генетиков XX века работали с колониями бактерий, выращенных из одной-единственной клетки в плоской чашке с питательным желе. В нелабораторных условиях микробы, разумеется, живут иначе. Поэтому такой исследовательский подход пригоден лишь для небольшой доли разновидностей микробов. Обычно бактерии, как и мы, обитают в мире, кишачем другими формами жизни. На теоретическом уровне мы давно это знали. ДНК-анализ принес нам множество новых открытий. Особенно это касается разнообразия и сложности микробной жизни.

В наши дни уже неважно, есть ли у вас чистый образец одной культуры. Достаточно взять любую доступную вам биологическую смесь, извлечь из нее генетический материал — и его можно исследовать. Этим занимается новая наука *метагеномика*. Всё начинается с отбора пробы, в которой могут присутствовать живые клетки (или, возможно, вирусы). Затем все содержащиеся-

ся в ней ДНК нарезаются на фрагменты и секвенируются. Весьма годятся в этом смысле морская вода, почва, экскременты. Результат анализа обычно дает громадный неупорядоченный список всевозможных генов. А уж потом ученые пытаются выяснить, что это за гены и кому они принадлежат.

Такое «генетическое окно» позволяет совершенно по-новому взглянуть на совокупность клеток, человеческих и микробных, из которых состоит существо, наблюдаемое мною в зеркале. И это весьма современный подход. В моей толстой кишке, к примеру, содержится около килограмма бактерий. И это значительная клеточная масса. В ней очень много информации.

Насколько много? Ответ может вас шокировать, если вы думаете, что Я, изучаемое вами в зеркале, и есть вы. Видите ли, ваши гены по большей части вам не очень-то и принадлежат.

Проект «Геном человека» обращал главное внимание на наши собственные хромосомы — аккуратно упакованные цепочки двойной спирали ДНК, располагающиеся в ядре каждой человеческой клетки и помогающие формированию нашей индивидуальности. Как выяснилось, всего в них 24 тысячи генов. Это намного меньше, чем «около ста тысяч» — величины, которую регулярно приводили в научной литературе совсем недавно. Но и такое количество, оказывается, вполне достаточно, дабы поддерживать существование сложного организма, состоящего из триллионов клеток примерно двухсот различных типов.

Наши микробы организуют свои гены совсем не так, как это приучились делать клетки крупного многоклеточного организма, использующие подход, который можно свести к коммерческой формуле «Одна модель подходит всем». Начнем с того, что микробных клеток попросту больше. Подсчитать их нелегко. Следует учитывать микробное население кишечника, рта, носа, половых органов, кожи. В литературе встречаются разные оценки количества наших бактериальных клеток — от 30 до 400 триллионов. Если бы имеющиеся у нас клетки принимали решения касательно нашей жизни большинством голосов, бактерии наверняка бы побеждали*.

* Многие приводят цифру «100 триллионов» (по сравнению с 10 триллионами клеток тела), однако эта оценка нашего бактериального населения проведена давно и основана на анализе одного грамма кала [Smith, 2014]. Впрочем, точное количество не играет роли в наших дальнейших рассуждениях.

Но это лишь половина дела. Сколько у нас микробных генов? Опять-таки здесь трудно дать точную цифру. ДНК-анализ показывает, что общее количество генов в типичном микробиоме человека составляет около 2 миллионов — в 100 раз больше, чем в наших собственных клетках. Более того, у всех людей на Земле одно и то же количество генов, но микробиомы у всех разные. Количество известных нам микробных видов и микробных генов, сопутствующих человеку, растёт по мере того, как исследуются новые образцы. Общее число всех генов, когда-либо обнаруженных в человеческих микробиомах, впятеро превышает число генов в микробиоме любого *отдельного* человека. Напомним: в человеческих клетках 24 тысячи генов. А все микробы, живущие на человеческих существах и внутри них, имеют около 10 миллионов генов*.

Гены позволяют организмам делать самые разные вещи, и эти 10 миллионов — невероятно богатый генетический ресурс. Мы лишь сейчас начинаем понемногу понимать, что он способен нам дать. Мы уже знаем, что наш персональный набор бактерий помогает нам переваривать пищу, усваивать лекарства, активировать иммунную систему. Эти бактерии играют роль в развитии целого ряда заболеваний, особенно затрагивающих кишечник. Косвенно они могут влиять на то, разовьётся у вас ожирение или онкологическое заболевание, даже на то, будете ли вы страдать от повышенного кровяного давления, грозит вам инфаркт или инсульт. Похоже, астма тоже возникает не без их участия. Есть указания на то, что состав бактериального населения нашего кишечника может влиять даже на развитие мозга и наше поведение.

Но это лишь начало. Мы пока не знаем функций многих микробных генов, уже обнаруженных нами, но при этом продолжаем находить новые виды, новые гены, новые взаимодействия. В микробиоме содержатся не только бактерии, но и другие одноклеточные организмы. Так, многочисленные грибки считают человека очень удобным хозяином. Кроме того, с нами сосуществуют самые разные вирусы (по большей части еще не классифицированные), что лишь добавляет богатства нашему совокупному генофонду. Мы покрыты живыми существами, завалены

* Когда я писал черновик этого раздела, в самом обширном каталоге числилось 987 9896 генов [Li, 2014]. К тому времени, как текст книги отправился в типографию, это количество перевалило за 10 миллионов [Karlsson, 2014].

ими, пропитаны ими. И их колоссальное разнообразие трудно себе представить.

Как выясняется, наш микробиом — это не только впечатляющий генетический ресурс, но и неисчерпаемый (и по большей части не исследованный) источник *человеческого* многообразия. У разных людей набор видов и штаммов бактерий может очень сильно отличаться. Даже близкие родственники или просто совместно проживающие люди обладают микробными различиями. Кроме того, в разных частях нашего тела — от подмышек до анального отверстия — имеются разные популяции микробов. Они меняются с течением времени: мы едим различную пищу, стареем, перемещаемся, моемся, дезинфицируемся, глотаем антибиотики. Наука в кои-то веки показала нам поистине новый мир. Этот мир — наше внутреннее пространство. Этот мир — часть нас самих.

КАК НАСЧЕТ МЕНЯ?

Иногда наука развивается благодаря какому-то революционному открытию, теоретическому прорыву (вспомните Ньютона или Эйнштейна). Но чаще она движется вперед куда медленнее: мелкие наблюдения постепенно, шаг за шагом меняют картину реальности, которую мы выстраиваем в своем сознании. В наши же дни мы наблюдаем совсем другое: прогресс в микробиологии служит одним из примеров того, как внезапное, резкое усовершенствование методов наблюдения преобразует научный подход и приводит к своего рода научной революции.

Это восхищает и воодушевляет, но и немного озадачивает — по мере того как новости с переднего края науки доходят до нас, простых смертных. Перед нами понемногу вырисовывается картина микробиома, и мне хочется понять, что она означает лично для меня. Наука получает сигналы, позволяющие узнать о происхождении Вселенной. Наука открывает мельчайшие частицы вещества. Но удивительно то, что невероятное многообразие жизни, которое мы несем (и всегда несли) на себе и в себе, так долго ускользало от внимания исследователей. А ведь оно всё время находилось, можно сказать, на самом виду. Если наука — один из путей самопознания, то эту часть себя мы начали познавать далеко не сразу.

[. . .]

Глава 1

Странный новый мир

1676 год. Антони ван Левенгук, преуспевающий голландский торговец мануфактурой, вот уже 10 лет предаётся одному из самых захватывающих «запойных наблюдений» в истории науки. До того он с увлечением рассматривал иллюстрации из знаменитой «Микрографии» Роберта Гука (1665), дивясь невиданным изображениям вещей, которые никто раньше не видел в таких подробностях: вот фасеточный глаз мухи, а вот — волоски на пчелином жале, вошь, вцепившаяся в человеческий волос.

Вдохновленный этими работами, Левенгук усовершенствовал способ изготовления простых переносных микроскопов с небольшими сферическими линзами. Вскоре он сам увидел то же, что видел Гук, но его более совершенные инструменты позволили ему пойти дальше. Да, он убедился, что у крупных организмов есть чрезвычайно сложно устроенные мелкие части. Но, как выяснилось, за гранью обычного человеческого зрения происходит куда больше, чем казалось. Так, в капле воды из пруда Левенгук разглядел крошечных одноклеточных существ. Он назвал их *анималькулами*. Увидел он и еще более мелких существ, вначале — в воде, где размалывал перец в попытке выяснить, откуда берется его жгучий вкус. Выводы, изложенные в письме, которое Левенгук в 1676 году направил в лондонское Королевское научное общество, казались странными, но сам Гук вернулся к своим микроскопам и подтвердил: так оно и есть. Когда открытия голландца опубликовали в *Proceedings* [«Трудах»] Общества, анималькулы Левенгука произвели настоящую сенсацию, позволив зачарованному че-

ловечеству впервые заглянуть в микромир. Так были заложены основы микробиологии*.

Семь лет спустя в одном из своих писем в Королевское научное общество (ставших регулярными) Левенгук описывал, что он увидел, когда, соскоблив немного белого вещества, скопившегося у него между зубами и «густого, словно подмокшая мука», смешивал его с дождевой водой или слюной и затем рассматривал под микроскопом при большом увеличении. «К моему великому изумлению... указанная субстанция содержала чрезвычайно много мелких живых существ, которые передвигались самым необычайным образом».

Движение служило для Левенгука признаком жизни. Он предположил, что многие небольшие объекты, которых он наблюдал и которые казались ему неподвижными, — неживая материя. Теперь-то мы знаем, что это просто менее подвижные микробы. Но левенгуковское описание этого миниатюрного зоопарка все-таки можно считать настоящим открытием. Так обнаружили новые формы жизни, которые оставались невидимыми и невообразимыми на протяжении всей предыдущей истории человечества. Как выяснилось, они не просто пребывают «где-то там, в неизвестности»; они в буквальном смысле живут *на нас*.

Любопытный голландец без усталости разглядывал живность, которую извлекал из собственного рта. Он восторженно описывал «прелестнейшие движения» анималькул, способы, какими они перемещаются, разнообразие их форм, само их невероятное изобилие. Мельчайшие существа были «подобны стайке мух или комаров, летящих и обращающихся друг вокруг друга на весьма небольшом пространстве». Их количество оказалось таким большим, что Левенгук решил: «Многие тысячи их могут содержаться в капле воды объемом не более песчинки».

Таких же обитателей он нашел во рту у двух дам (вероятно, его жены и дочери), которые, как и Левенгук, регулярно чистили зубы. В другом месте он сообщает, что, поскребя зубы «престарелого джентльмена, весьма небрежно относящегося к чистоте своих зубов», он обнаружил «невероятное число живых анималькул, плавающих куда быстрее, чем я когда-либо наблюдал

* Строго говоря, честь описания первого микроба принадлежит Гуку: он наблюдал грибок, о котором написал как о «маленьких грибах многообразных форм» [Gest, 2004]. Зато Левенгук стал первым, кто описал бактерии.

прежде, и в таких количествах, что вода, их содержащая (хотя с нею смешана была лишь небольшая доля субстанции, взятой с зубов), сама казалась живой». Извещая о своем умозаключении Королевское научное общество, он снова ищет подходящее сравнение: «Количество животных, обитающих в зубном налете человека, столь велико, что превышает даже, по моему мнению, число людей, живущих в каком-нибудь королевстве».

Открытие того факта, что мы буквально кишим какой-то «другой» жизнью, стало сенсацией в целой череде других чудес, которые позволил увидеть микроскоп. Наряду с открытиями Галилея, сделанными при помощи телескопа, эти изыскания, позволившие натурфилософам заглянуть уже не только в макро-, но и в микромир, со всей очевидностью показали: наука лишь выиграет, применяя новые инструменты для того, чтобы выйти за пределы, которые кладут нашему восприятию невооруженные органы чувств. Поначалу не все признавали, что явления, скрытые от человеческого глаза, реальны в той же степени, что и те, которые спокойно проходят испытания нашим зрением, идущие под девизом «Видеть — значит верить». Однако большинство полагало, что благодаря таким методам наука действительно обретает немислимый прежде доступ к ценнейшим знаниям о мире и о том, что в нем находится. Можно сказать, что наши собственные микробы сыграли ключевую роль в зарождении современного научного метода. Даже удивительно, что до самых недавних пор столь многое о них оставалось неизвестным.

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ЗВЕРИНЕЦ

Через три с небольшим века после Левенгука еще один любознательный человек скреб собственные зубы в поисках жизни. Впрочем, он привлек к сему почтенному занятию своего дантиста. А звали этого естествоиспытателя Дэвид Релман, и работал он в Стэнфордском университете. Итак, вместо того чтобы выкинуть дрянь, извлеченную из трещин в деснах Релмана, доктор поместил ее в стерильные пробирки, которые Релман, истинный ученый, предусмотрительно захватил с собой.

В то время он осваивал новые генные методики обнаружения патогенных бактерий, которые сопротивлялись традиционным способам идентификации, поскольку отказывались ра-

сти в виде лабораторной культуры. Ученый задался вопросом: может быть, по той же причине многие виды остаются незамеченными и в нашей обычной микробиоте, которая представляет собой сложную смесь разных популяций микроорганизмов? Вернувшись к себе в лабораторию, он, следуя привычным микробиологическим методам, которые вскоре усовершенствовал¹, стал выращивать культуры из принесенной от дантиста пробы. Часть образцов он подверг новейшим на тот момент процедурам ДНК-анализа, ища небольшие фрагменты генетической последовательности, характерные для бактерий, и сравнивая найденные фрагменты с известными последовательностями из существующих баз данных.

Казалось бы, что нового можно было обнаружить в пространстве между зубами и деснами (в поддесневых карманах)? За много лет ученые, методично культивирующие микроорганизмы, уже описали почти 500 видов бактерий, извлеченных из этого густонаселенного региона ротовой полости.

Однако, изучая образец, взятый с двух зубов из одного рта, группа Релмана выявила 31 новый штамм бактерий. Еще 6 штаммов обнаружилось на пластинках с выращиваемой культурой, а значит, удалось найти 37 новых разновидностей бактерий (в общей же сложности после анализа всех образцов выявили аж 77).

В 1999 году Релман с коллегами опубликовали статью в журнале *Proceedings of the National Academy of Sciences*, где приличествующим этому изданию сухим научным языком сообщали: «Наши данные заставляют предположить, что значительная часть нормальной бактериальной флоры человека остается плохо охарактеризованной даже в этой хорошо изученной и хорошо знакомой специалисту микробной среде». Позже Релман заявил в интервью *San Francisco Chronicle*: «При помощи молекулярных методов мы нашли куда больше, чем посредством культивации. А значит, ученые в течение века с лишним невольно игнорировали огромную долю микробного мира. Недавние открытия учат нас смирению. До сих пор мы, так сказать, играли всего лишь половиной колоды».

Осознание этого факта побудило многочисленных ученых обратиться к применению новых технологий секвенирования ДНК для анализа микробных образцов, взятых из всевозможных мест человеческого тела, куда только можно забраться, чтобы наскре-

сти, наскоблить, наместить или намыть пробу. Результаты этих усилий перевернули наши представления о человеческом микробиоме и о том, как человек сосуществует с мириадами других видов.

Но прежде чем пристальнее взглянуть на результаты этих более глубоких, чем прежде, исследований незримого мира и рассмотреть терзающий сегодняшних ученых вопрос о том, что всё это означает, давайте сделаем шаг назад. Ибо за 3 века, разделяющих Левенгука и Релмана, этих двух отважных исследователей зубов, человечество еще кое-что узнало о микробах.

ХОРОШИЕ ПАРНИ И ПЛОХИЕ ПАРНИ

В эпоху Просвещения анималькулы Левенгука поразили общество, но казались по сути лишь безвредной новинкой. Тогда же несложные эксперименты с блеском продемонстрировали, что новомодный (для XVII века) напиток кофе или небольшое количество укуса уничтожают живых существ в поле зрения микроскопа. Кроме того, современникам представлялась фантастической сама идея о том, что столь ничтожные существа могут оказывать сколько-нибудь существенное влияние на большой организм, служащий для них пристанищем.

Теперь-то мы знаем, что дело обстоит иначе. Самые значительные перемены в наших познаниях о микромире произошли в XIX веке. Микробная теория заболеваний возникла, когда на помощь исследователям инфекций пришла новая наука микробиология. Долгое время считалось, что заражение, возникающие при тесном контакте с больным, и обуславливают распространение некоторых болезней. Но заражение *чем*? Становилось всё очевиднее, что главный контакт здесь происходит с микробами, а значит, можно с уверенностью предполагать, что микроскопическая жизнь оказывает громадное влияние на куда более крупные организмы и что именно микробы — главная причина некоторых смертельных недугов. Благодаря этому стало возможным принципиально новое объяснение того, как эти недуги возникают и развиваются.

Кроме того, эти открытия оказали большое влияние на отношение людей к микроорганизмам. Здесь можно выделить два эффекта — научный и культурный. Оба в значительной мере проявляются и поныне.

[. . .]

UNIVERSUM

*О науке и ее творцах –
самое интересное и невероятное*

Поразительно, но факт: в каждом взрослом человеке живет около 4 кг самых разных микроорганизмов — бактерий, грибков, вирусов! Для них мы — убежище, дом. Все эти существа вместе образуют то, что ученые называют микробиомом. Если наш микробиом живет с нами в гармонии, мы здоровы и счастливы: пища перерабатывается правильно, иммунная система работает как надо и на душе легко и спокойно. Если же какой-то член микробиома вдруг начинает бунтовать и бурно размножаться, или же в микробиоме появляется непрошенный гость, — к нам приходит болезнь. Человеческий микробиом — живая, подвижная система, о невероятной важности которой ученые совсем недавно и не подозревали.



Джон Тёрни, известный английский популяризатор науки, рассказывает о том, что такое микробиом и какое влияние он оказывает на нашу жизнь. **Прочитав эту книгу, вы уже не сможете воспринимать себя по-прежнему.**

Вы в этом мире не одни, вы — суперорганизм.