

Михаил Бухар

ПОПУЛЯРНО О МИКРОБИОЛОГИИ



Москва
2012

УДК 579.2
ББК 28.4
Б94

Редактор Полина Суворова

Бухар М.

Б94 Популярно о микробиологии / Михаил Бухар. — М.: Альпина нон-фикшн, 2012. — 218 с.

ISBN 978-5-91671-198-1

В занимательной и доступной форме автор вводит читателя в удивительный мир микробиологии. Вы узнаете об истории открытия микроорганизмов и их жизнедеятельности. О том, что известно современной науке о морфологии, методах обнаружения, культивирования и хранения микробов, об их роли в поддержании жизни на нашей планете. О перспективах разработок новых технологий, применение которых может сыграть важную роль в решении многих глобальных проблем, стоящих перед человечеством.

Книга предназначена широкому кругу читателей, всем, кто интересуется вопросами современной микробиологии и биотехнологии.

УДК 579.2
ББК 28.4

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу lib@alpinabook.ru.

ISBN 978-5-91671-198-1

© М. Бухар, 2012
© ООО «Альпина нон-фикшн», 2012

Оглавление

| | |
|--------------------------------|----|
| Предисловие к первому изданию | 7 |
| Предисловие ко второму изданию | 11 |
| Введение | 15 |

Часть I

| | |
|---|----|
| БЫЛИ И НЕБЫЛИЦЫ | 19 |
| Глава 1 Как украли железную дорогу | 23 |
| Глава 2 Потомки луддитов | 29 |
| Глава 3 Секреты самурайских мечей | 33 |
| Глава 4 Микробы и... Бермудский треугольник | 37 |
| Глава 5 Микробы и землетрясения | 43 |
| Глава 6 Фонтаны, монеты и... микробы | 49 |
| Глава 7 Расхитители музейных ценностей | 53 |
| Глава 8 Геология рядом с нами | 57 |
| Глава 9 Пятью хлебами | 61 |
| Глава 10 Микробы-криминалисты | 69 |

ЧАСТЬ II

| | |
|--|----|
| ПО ТУ СТОРОНУ ПОКРОВНОГО СТЕКЛА | 73 |
| Глава 11 От Левенгука до электронного микроскопа | 75 |
| Глава 12 Распространенность микроорганизмов | 83 |
| Глава 13 В здоровом теле... два фунта микробов | 91 |
| Глава 14 Шахматы и микробиология | 97 |

| | | |
|-------------------------------------|--|-----|
| Глава 15 | Всеядные | 103 |
| Глава 16 | Хлеб для Робинзона, или Несколько слов о пользе коллекционирования | 109 |
| Глава 17 | Честолюбивые планы Урфина Джюса и Крейга Вентера | 117 |
| Глава 18 | Если бы микробы исчезли | 121 |
| Глава 19 | Микроскопы, микроскопы... | 127 |
| ЧАСТЬ III | | |
| МИКРОБИОЛОГИЯ И ДРУГИЕ НАУКИ | | 131 |
| Глава 20 | Микробиология и генетика | 133 |
| Глава 21 | Микробы и ферменты | 143 |
| Глава 22 | Дом, в котором мы живем | 149 |
| Глава 23 | Микроб-компьютер | 161 |
| Глава 24 | Malleus et Scientia | 171 |
| Глава 25 | Микробиология и космос | 179 |
| Глава 26 | Микробы вытесняют бензин | 187 |
| Глава 27 | Микробиология — основа новейших технологий | 205 |
| Послесловие | | 217 |

*Памяти академика
Георгия Константиновича Скрябина*

Предисловие к первому изданию

Роль и прямое участие микроорганизмов в нашей жизни трудно переоценить. Они поистине вседуши, обладают огромной скоростью роста, могут существовать и размножаться на любых субстратах, в том числе и неорганических, способны давать астрономическое по численности потомство, а при неблагоприятных условиях впадают в анабиоз — удивительное состояние между жизнью и смертью. Микроорганизмы живут во льдах Антарктиды и в воде горячих источников, где температура достигает 100 °С. Они удивительные трансформаторы и аккумуляторы энергии, и именно благодаря этим мельчайшим существам продолжается величайшее чудо на Земле — жизнь.

Около 300 лет назад благодаря мастерству и любознательности Антони ван Левенгука человечество узнало о существовании микроорганизмов. И лишь еще через 100 лет, в результате гениальных открытий Луи Пастера стала проясняться их роль как действующего начала многих пищевых производств, история которых уходит в глубокую древность. На фоне впечатляющих достижений физики и химии первой по-

ловины XX в. успехи микробиологии в послепастеровский период выглядели более чем скромными. Между тем именно в это время была создана микробиологическая промышленность и освоено получение разнообразных веществ, в том числе и лекарственных препаратов — антибиотиков, стероидных гормонов и вакцин. Но только в настоящее время в результате использования современных физических и физико-химических методов, а также благодаря успехам смежных биологических дисциплин, таких как молекулярная биология и генетическая инженерия, наука о микробах взяла реванш и стала одной из бурно развивающихся областей естествознания.

Последние десятилетия характеризуются широким проникновением микробиологии во многие сферы человеческой деятельности. Взаимосвязь технической микробиологии с другими науками настолько глубока, что результатом этого стало рождение новых научных дисциплин и технологических подходов. Выявленные при этом возможности микробиологии и созданных на ее основе новых направлений позволяют говорить о наступлении новой технологической эры — эры биотехнологии. И хотя использование микроорганизмов — лишь одно из ее направлений, можно утверждать, что благодаря таким особенностям микроорганизмов, как широкий набор синтетических программ, высокая интенсивность обмена веществ и неприхотливость к питательным средам, именно микробиология возьмет на свои плечи основную груз будущих технологий.

Писать популярно о микробиологии непросто. Даже сегодня для неспециалиста знания о ней обычно ограничены сведениями о существовании болезне-

творных микробов. Вот почему заслуживает поддержки замысел автора показать место и значение микробиологии в окружающей нас действительности, а также перспективы этой науки в ближайшем будущем в связи с глобальными задачами, стоящими перед человечеством.

Предлагаемая вниманию читателя книга состоит из трех частей, связанных в единое целое. Первая часть посвящена всевозможным проявлениям жизнедеятельности микроорганизмов, которые видны невооруженным глазом, однако их внутренняя микробиологическая сущность скрыта от неискушенного наблюдателя.

Собственно объекту микробиологии — микроорганизмам, истории их открытия, характерным особенностям, методам обнаружения и культивирования и, наконец, роли в поддержании жизни на Земле посвящена вторая часть.

В третьей части книги показана интеграция микробиологии с другими областями знания и перспективы, открывающиеся в результате ее «симбиоза» с другими науками. Надо заметить, что не все положения последней части книги могут быть приняты бесспорно. В особенности это касается глав, посвященных взаимосвязи микробиологии с энергетикой и кибернетикой. Однако это не умаляет достоинств книги, поскольку научно-популярная литература призвана знакомить читателя не только с достоверными фактами, но и с гипотезами и тенденциями, намечающимися в развитии той или иной науки, ошибочность или бесспорность которых определит время.

Академик Г. К. Скрабин

Предисловие ко второму изданию

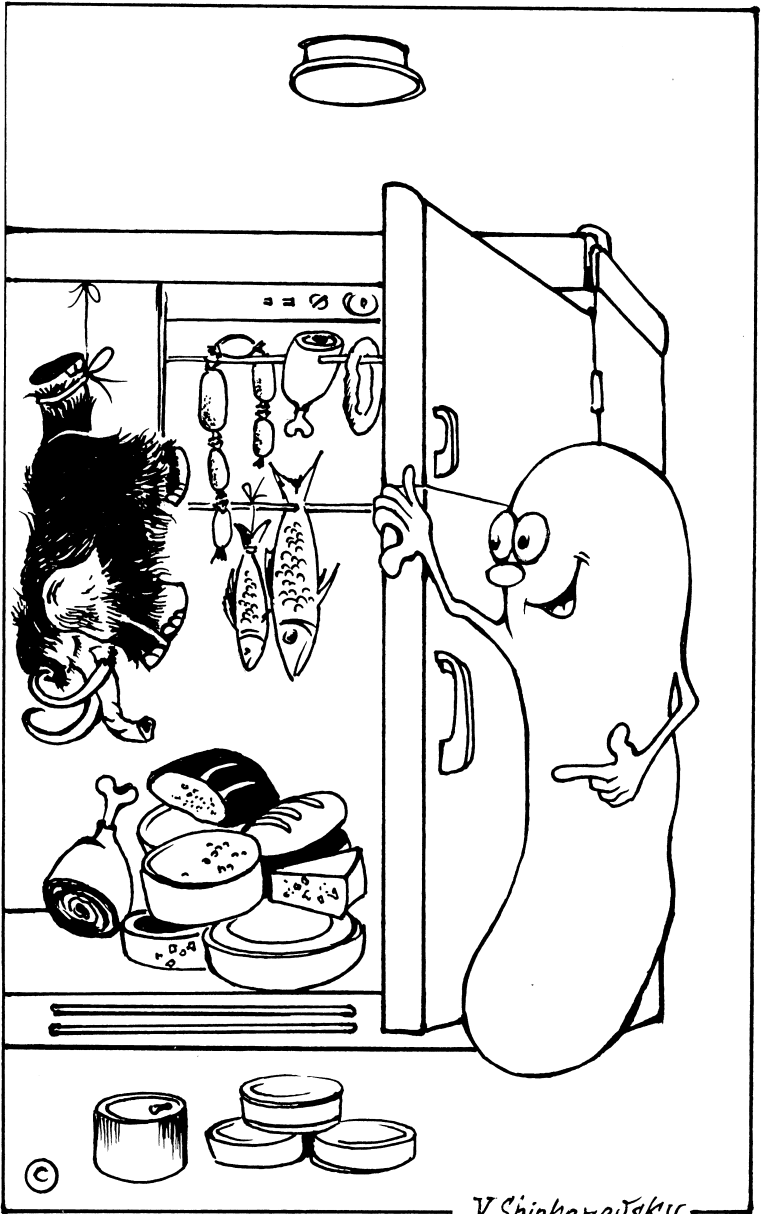
Прежде всего, следует приветствовать второе издание книги, в которой четко определяется место микробиологии в современной системе знаний и ее перспективы в решении широкого спектра прикладных задач, стоящих перед обществом.

Как известно, микробиология занимает сегодня ведущее положение среди научных дисциплин, наиболее активно проявивших себя на стыке наук. Книга уведит нас от того представления о микробиологии, к которому нас приучали с детства, настойчиво заставляя мыть руки перед едой. Автор показал эту науку во всем ее многообразии, рассказывая в популярной форме о великих делах маленьких существ. Книга не перегружена биохимическими аспектами микробиологии, поскольку они воспринимались бы с трудом. Вместе с тем обстоятельно показано многообразие биохимических функций, которые способны осуществлять микроорганизмы, поскольку благодаря наличию большого числа ферментативных каталитических систем они внедрились в процессы органического синтеза, обогащения металлических руд и решения многих проблем экологии.

Автор с увлечением заглядывает в возможное недалекое завтра, когда роль микроорганизмов в повседневной жизни, промышленности и науке неизбежно возрастет. Вполне оправданно сравнение микроорганизмов с компьютерами, так как они являются самонастраивающимися системами, созданными природой. Пианисты любят повторять: «Как хорошо, что у нас есть Шопен». Генетики должны говорить: «Как хорошо, что у нас есть микробы». Перед ними (генетиками) еще стоят непредсказуемые возможности заняться тем, что представляет собой метагеном неизведанных микроорганизмов.

Помимо освещения специальных аспектов микробиологии, книга интересна тем, что отвечает на многие вопросы и объясняет явления, которые происходят вокруг нас благодаря присутствию микроорганизмов. Книга написана доступным, живым языком. Привлекают многочисленные тонко подобранные эпиграфы к каждой главе. Книгу необходимо прочитать тем, кто сегодня формирует экономический потенциал России и должен понимать, какое место занимает и будет занимать микробиология в жизни общества.

*А. М. Безбородов,
заслуженный деятель науки РФ,
доктор биологических наук, профессор*



V. Shinkarevsky

Введение

Такой некультурный человек, что видел во сне бактерию в виде большой собаки.

И. Ильф

Своим рождением и существованием цивилизация во многом обязана умению человека создавать и сохранять излишки продуктов, используя их по мере потребности. Как только люди стали добывать пищи больше, чем нужно было для удовлетворения сиюминутного голода, возникла проблема сохранения запасов.

Многовековые наблюдения определили два пути: первый — защиту продуктов от порчи; второй — переработку их в другие, подверженные ей в меньшей степени. Оба пути, как мы теперь знаем, связаны с микроорганизмами: в первом случае это приемы, направленные на прекращение их деятельности, во втором — создание идеальных условий для развития.

Микробиология — наука о микроорганизмах — возникла не вчера. Она имеет солидный стаж, начало которой принято отсчитывать со времен Луи Пастера. Однако еще задолго до него человечество использовало микроорганизмы. В древности виноделы и сыро-

вары не могли даже подозревать о существовании микробов, но это не мешало им варить сыры и делать вина. И долгое время человечество пребывало в счастливом неведении, что своими успехами в этой области оно обязано микроорганизмам.

Период неведения закончился в XIX в. благодаря работам Пастера.

В Париже, на здании, где он работал, висит мемориальная доска, на ней надпись:

- « Здесь была лаборатория Пастера
- 1857 г. — Брожение
- 1860 г. — Самопроизвольное зарождение
- 1865 г. — Болезни пива и вина
- 1868 г. — Болезни шелковичных червей
- 1881 г. — Зараза и вакцина
- 1885 г. — Предохранение от бешенства».

Эти шесть открытий послужили фундаментом для дальнейшего развития микробиологии и биотехнологии.

Открытия возникают не вдруг и не на пустом месте. Даже закон всемирного тяготения, открытый якобы в результате падения яблока на голову Ньютона, потребовал на самом деле 20 лет работы! С явлениями, внутренняя сущность которых не бьет нас по голове, еще труднее. Процесс скисания молока был известен еще древним, но его микробиологическая сущность не могла быть объяснена на существовавшем в то время уровне знаний. До открытия законов строения и превращения веществ не могло быть даже правильного подхода к микробиологическим явлениям. Только на основе знания химических зако-

нов Луи Пастер (который, кстати, по образованию был химиком) дал объяснение процессам, используемым в виноделии, при получении сыров, пива и в других производствах.

Без преувеличения можно сказать, что микробиология создана Луи Пастером, и не только потому, что он вскрыл сущность микробиологических явлений, но и потому, что в своих работах ученый определил пути дальнейшего развития микробиологии и биотехнологии.

«Грядущие поколения, — писал К. А. Тимирязев, — конечно, дополнят дело Пастера, но... как бы далеко они не зашли вперед, они всегда будут идти по проложенному им пути».

Человечество можно сравнить с героем пьесы Мольера «Мещанин во дворянстве» господином Журденом, который не подозревал, что всю жизнь говорит прозой. Ставшую теперь общеизвестной истину о существовании микроорганизмов открыл Луи Пастер, и у благодарного человечества было не меньше оснований удивляться, чем у мольеровского героя.

Теперь мы с детства узнаем о существовании микробов. Из-за них нас заставляют мыть руки, смазывать зеленкой или йодом царапины, мыть фрукты (правда, в последние полвека из-за пестицидов тоже). Для большинства из нас это становится привычкой, и мы не задумываемся о значительно большей роли микроорганизмов в нашей жизни.

Рожденная, как Афина, дважды — опытом всего человечества и гением Луи Пастера, микробиология переживает сейчас период бурного расцвета. Перефразируя известное выражение М. В. Ломоносова, можно сказать: «Широко простирает микробиология руки

свои в дела человеческие». И действительно, трудно назвать прямо или косвенно не связанную с ней область знаний.

Вот этому проникновению микробиологии во многие отрасли науки, техники и промышленности, ее взаимосвязи с другими биологическими и небиологическими дисциплинами, а также ключевой роли в становлении биотехнологии как технологии XXI в. и посвящена эта книга.

Часть I

БЫЛИ И НЕБЫЛИЦЫ

Но дней минувших анекдоты
От Ромула до наших дней
Хранил он в памяти своей.

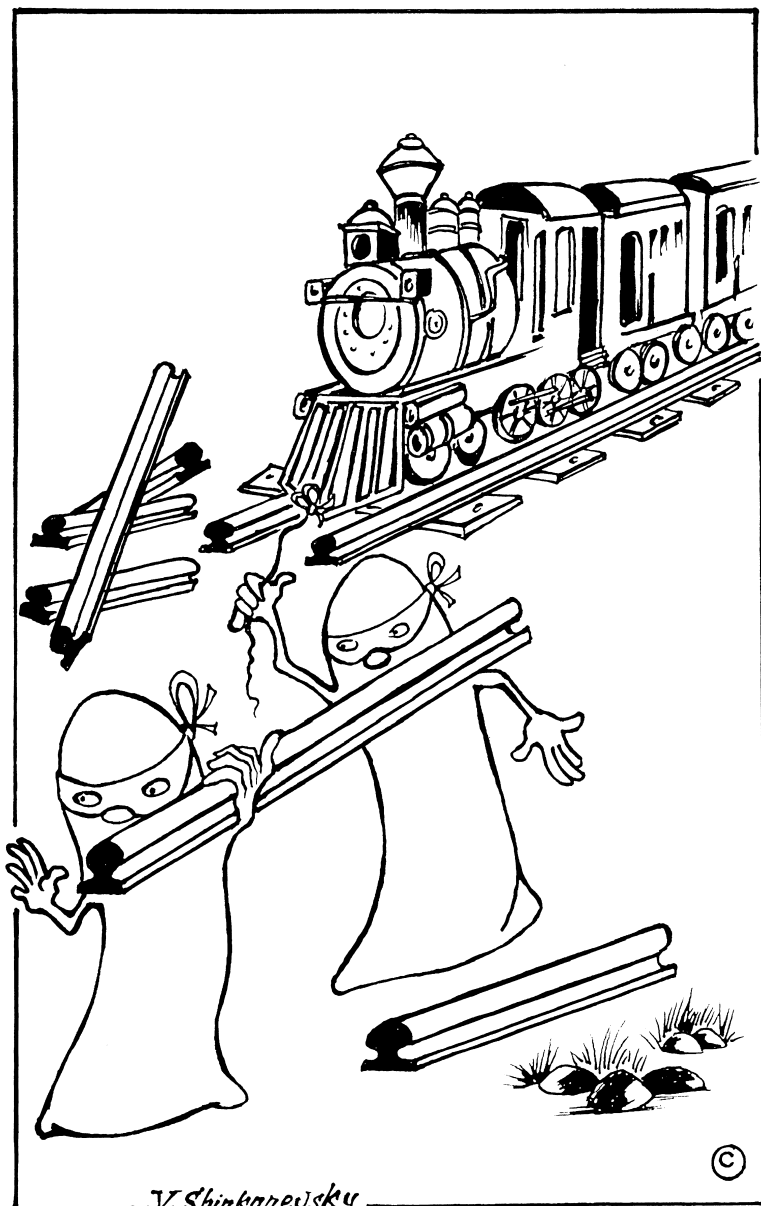
А. С. Пушкин

Несведущие люди, как правило, знают лишь о негативной стороне деятельности микроорганизмов. В самом деле, микробы вызывают болезни растений, животных и самого человека. Более того, в некоторых случаях они могут оказаться вредителями и в промышленности.

Людам более сведущим известно, что «простую» простоквашу и благоухающий рокфор, кефир и ряженку, масло и сметану, так сильно отличающиеся друг от друга по вкусовым и физико-химическим свойствам, получают из молока с помощью микроорганизмов.

Но даже и эти люди могут не знать, что молоко — далеко не единственный продукт, на который способны воздействовать микробы, и тем более не подозревать о великом многообразии химических превращений, которые могут осуществлять микроорганизмы с различными продуктами и веществами.

Трудно даже перечислить все виды таких превращений, вызываемых микробами, но мы попытаемся рассказать читателю о некоторых из них, чтобы из приведенных примеров стало понятно значение микроорганизмов.



V. Shinkarevsky

©

Глава 1

Как украли железную дорогу

А отчего, по-твоему, происходят крушения поездов? Отвинти две-три гайки, вот тебе и крушение!

А. П. Чехов

У Максима Горького есть притча о двух ворах: один украл доллар — его посадили в тюрьму; другой украл железную дорогу — его избрали в сенат. Некоторых представителей царства микробов можно «заслуженно» выбирать в сенат — они ежегодно крадут не одну железную дорогу. Правда, для осуществления своих планов сенаторы используют коррупцию, а микроорганизмы — коррозию. Из-за нее только в нашей стране пропадает около трети выплавляемого черного металла. При этом более половины, а по некоторым данным более трех четвертей коррозионных потерь может быть отнесено за счет микроорганизмов.

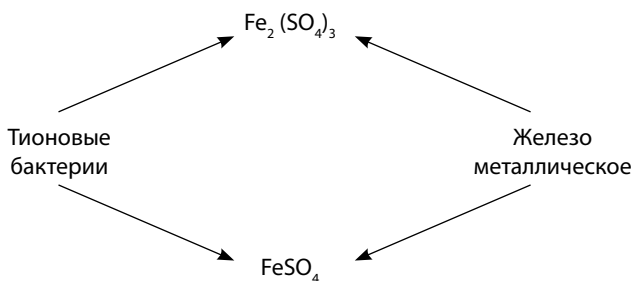
Как может украсть железную дорогу будущий сенатор, мы читали, но как это делают микроорганизмы? Ведь нужно не только украсть, но и спрятать похищенное. Известный датский физик Нильс Бор во время

вторжения немцев в Данию не захотел отдавать свою золотую медаль лауреата Нобелевской премии и спрятал ее. Причем очень надежно, растворив в склянке с царской водкой. Микробы способны не только украсть целиком железную дорогу, но и скрыть ее от посторонних глаз так же искусно, как Нильс Бор. И действительно, они превращают сотни тонн металла в окислы или соли, почти повторяя, по сути, то, что сделал Бор. Конечно, украденную таким образом железную дорогу можно найти, но, увы, использовать ее по прямому назначению уже нельзя. Железные дороги, нефтепроводы, мосты превращаются в кучи ржавчины. Однако не является ли расточительством платить этим пожирателям металла такую дань? И не пора ли отказаться от нее? Эти вопросы возникли сравнительно недавно, когда рост промышленного производства и истощение месторождений полезных ископаемых поставили перед человечеством проблему максимального сокращения потерь металла в процессе долговременной эксплуатации.

Открытие новых месторождений нефти и газа, удаленных от промышленных центров, привело к росту протяженности нефте- и газопроводов, что в свою очередь усилило внимание к процессам биокоррозии. Почему это произошло? Дело в том, что нефть и газ представляют собой отличную среду для обитания микроорганизмов, и вполне естественно, что на богатых питательных средах корродирующее действие микроорганизмов проявляется значительно сильнее. Механизм корродирующего действия микроорганизмов заключается в следующем. В результате их жизнедеятельности образуются органические и неорганические кислоты, щелочи, аммиак, сульфиды и другие

продукты, усиливающие «агрессивные» свойства среды. Кроме того, метаболический цикл, или совокупность реакций жизнедеятельности того или иного микроорганизма может включать в себя коррозионную реакцию, и таким образом коррозия, так же, как и дыхание, сопутствует функционированию микроорганизмов. Собственно говоря, некоторые из них и осуществляют процесс дыхания за счет реакции корродирования, извлекая при этом энергию для своей жизнедеятельности.

Но самый сильный коррозионный эффект микроорганизмы оказывают тогда, когда и сама реакция, и ее продукты способствуют коррозии. Так, подкисление среды тионовыми бактериями способствовало быстрой коррозии железных болтов, скреплявших тубинги Киевского метрополитена. Всего за несколько месяцев коррозия составила почти 40%. При этом тионовые бактерии окисляют закисное железо FeSO_4 до окисного $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Окисное железо, являясь окислителем, окисляет чистое железо до закисного, которое в свою очередь вновь вступает во взаимодействие с металлическим железом. Получается замкнутый цикл, который не может быть разорван до тех пор, пока в среде будет находиться металлическое железо.

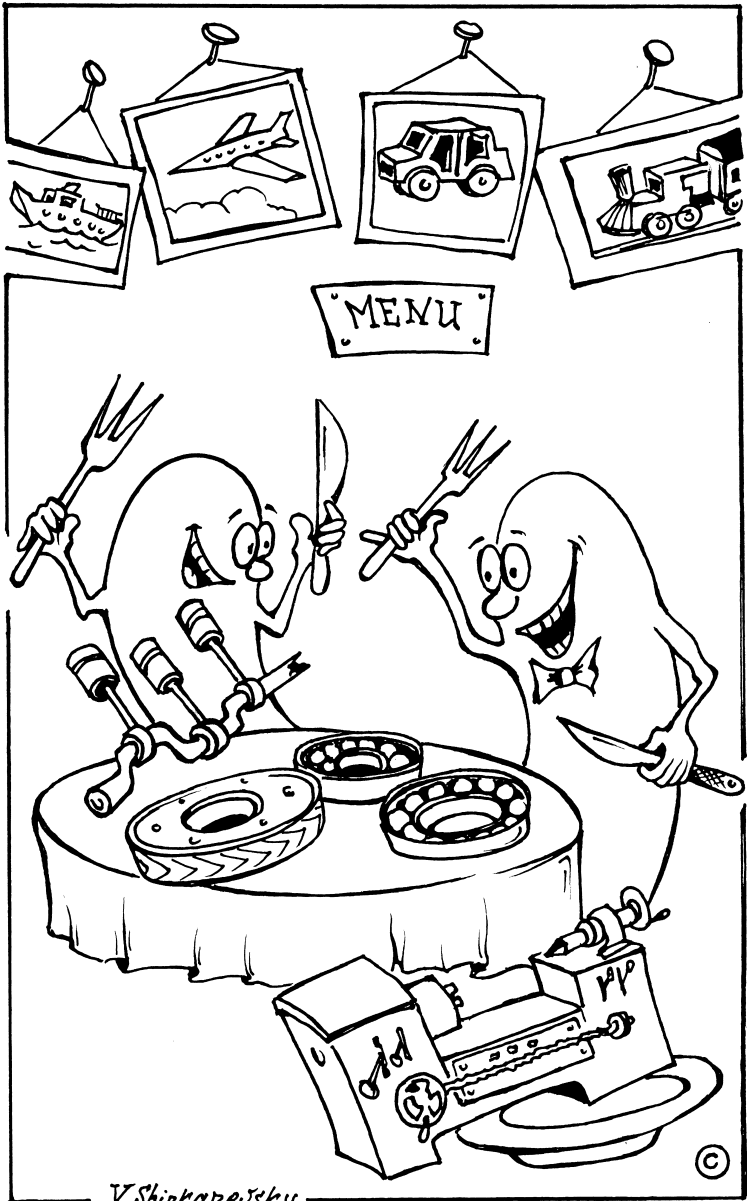


Остановиться этот процесс может только тогда, когда все железо окислится или когда условия изменятся так, что жизнедеятельность тионовых бактерий прекратится и разорвется наконец этот порочный цикл.

Даже в простых водопроводных трубах, где нет благоприятных питательных сред, все равно обнаруживается коррозионный эффект железобактерий.

Если в первом примере коррозионный процесс осуществляется за счет изменения химического состава среды продуктами жизнедеятельности микроорганизмов, то во втором случае они сами способствуют возникновению электрохимической коррозии.

Железобактерии поселяются на неровностях внутренней поверхности труб, образуя скопления (колонии), окруженные оболочками и нитевидными волокнами из гидрата окиси железа. Поверхность труб под этими колониями в меньшей степени омывается водой и растворенным в ней кислородом, чем в свободных зонах. Это приводит к образованию разности потенциалов между участками поверхности, покрытыми колониями и свободными от них; в местах с более положительными значениями потенциала железо теряет электроны, образуя трехвалентный ион, который в присутствии воды превращается в ржавчину — $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Таким образом, микроорганизмы вызывают не только биокоррозию, но и, как в данном примере, могут способствовать возникновению процесса электрохимической коррозии.



V. Shinkarevsky

Глава 2

Потомки луддитов

Со времен луддитов (особенно после принятия английским парламентом в 1811 г. специального закона, предписывающего карать их смертной казнью) никому не приходит в голову бороться с машинами. И все же иногда нам приходится сталкиваться с такими смельчаками. Вот пример: посланные в тропики трактора через некоторое время вышли из строя — разрушились детали из закаленной стали, которые обычно оставались целыми даже тогда, когда трактора сдавали на переплавку! Естественно — рекламации, комиссии, выговоры... Начали искать злоумышленников. Не нашли. Стали разыскивать более тщательно. И виновников обнаружили. Ими оказались микроорганизмы, которые аккуратнейшим образом «съели» на трущихся деталях всю смазку, включая и запрессованную в подшипники. Без нее, как известно, быстро выходят из строя подшипники самого лучшего качества, а без них не сможет работать ни один из меха-

низмов, которыми мы пользуемся. Ну чем микробы не луддиты? Эти современные разрушители машин даже умнее людей, так как не тратят энергию на то, чтобы сломать их целиком, а только чуть-чуть увеличивают коэффициент трения между трущимися деталями, после чего механизм уже сам себя «доламывает». Идеальным вариантом борьбы с микробами-луддитами было бы введение для них смертельной казни, как в свое время для английских рабочих, чей протест против внедрения машин выражался в разрушении станков и оборудования. Однако с тех далеких времен человечество накопило некоторый (зачастую печальный) опыт применения радикальных средств борьбы с теми или иными вредителями. Помимо хрестоматийного примера с завезенными в Австралию кроликами появились новые случаи неудачного вмешательства человека в жизнь природы. В той же Австралии завезенные для борьбы с насекомыми-вредителями американские жабы-аги стали бедствием, по сравнению с которым кроличье нашествие можно считать мелкой неприятностью. В живой природе все так взаимосвязано, что неизвестно, не обернется ли победа над микробами-луддитами поражением в других сферах человеческой деятельности. Вот почему вопрос состоит не в том, чтобы уничтожить микроорганизмы, а в том, чтобы максимально снизить их вредоносный эффект в определенной сфере человеческой деятельности.