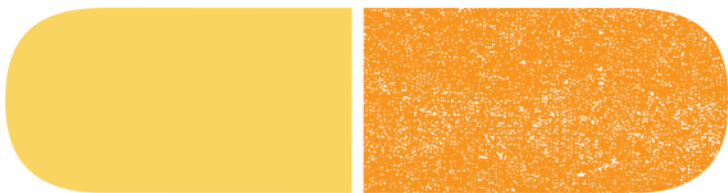


LIAM SHAW

# ZDRADLIWY



# CUD

Co nas czeka,  
gdy **antybiotyki**  
przesną działać

Tytuł oryginału: Dangerous Miracle: The Astonishing Rise  
and Looming Disaster of Antibiotics

Tłumaczenie: Agnieszka Górczyńska

ISBN: 978-83-289-3235-7

Copyright © Liam Shaw 2025

The moral right of the author has been asserted

First published by The Bodley Head in 2025

The Bodley Head, an imprint of Vintage, is part of the Penguin Random House group of companies.

Polish edition copyright © 2026 by Helion S.A.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz wydawca dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz wydawca nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

[helion.pl/user/opinie/zdrcud](https://helion.pl/user/opinie/zdrcud)

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzje.

Helion S.A.

ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice

tel. 32 230 98 63

e-mail: [helion@helion.pl](mailto:helion@helion.pl)

WWW: [helion.pl](https://helion.pl) (księgarnia internetowa, katalog książek)

Printed in Poland.

- Kup książkę
- Poleć książkę
- Oceń książkę

- Księgarnia internetowa
- Lubię to! » Nasza społeczność

# Spis treści

Wstęp	9
<i>Leki kopalne</i>	
Demony pod mikroskopem	21
<i>Teoria zarazków</i>	
Czerwona nić	37
<i>Prontosil</i>	
Uratowała więcej istnień, niż wojna zdołała pochłonąć	62
<i>Penicylina</i>	
Moce z ziemi	87
<i>Streptomycyna</i>	
Atak ze wszystkich stron	110
<i>Izoniazyd</i>	
Epoka przesytu	132
<i>Tetracyklina</i>	
Teza, antyteza	156
<i>Amoksylicyna i kwas klawulanowy</i>	
Ostatnia deska ratunku	180
<i>Kolistyna</i>	

## Spis treści

Brak realnej ścieżki <i>Plazomycyna</i>	202
Kraina złota <i>Tejksobaktyna</i>	224
Szeroka otchłań <i>Halicyna</i>	240
Zakończenie <i>Sztuka leczenia</i>	258
Podziękowania	275
Bibliografia	278
Przypisy	315
Skorowidz	353

# Demony pod mikroskopem<sup>1</sup>

## Teoria zarazków

*Świat widzialny<sup>2</sup> to późno przybyła, nadmiernie rozrośnięta część mikrokosmosu.*

— Lynn Margulis i Dorion Sagan

Wszystkie społeczeństwa zauważyły, że istnieją dwa rodzaje chorób. Pewne dolegliwości są sprawą indywidualną: „Moją jedyną plagą<sup>3</sup> jest samotność” — pisał Robert Burton w 1621 r. o swojej melancholii. Inne są zaraźliwe, zdolne do rozprzestrzeniania się wśród populacji niczym plama wsiąkająca w tkaninę. To infekcje, nazwane od łacińskiego słowa *inficere* — czasownika oznaczającego barwienie lub zanieczyszczanie. Wielki rzymski lekarz Galen pisał, że takie choroby mogą powodować, że oddech chorych staje się skażony; wyziewy, które wydychali, mogły być następnie wdychane przez innych, wywołując tę samą chorobę. Najbardziej spektakularne przejawy tych chorób zakaźnych miały miejsce podczas epidemii. Czarna śmierć, która rozpoczęła się w 1346 r., prawdopodobnie zabiła ponad połowę<sup>4</sup> ludności Europy w ciągu zaledwie kilku lat. Dla wielu musiało to wyglądać jak koniec świata.

Teorie na temat przyczyn tej klęski mnożyły się. Podczas gdy jedni uważali, że zaraza była spowodowana niekorzystnym układem planet, inni doszli do wniosku, że Bóg wymierza karę grzesznemu światu. Pojawiły się też bardziej złowrogie teorie: niektórzy twierdzili, że to Żydzi — mniejszość od dawna prześladowana przez chrześcijańską

większość — zatruli studnie. W całej Europie całe społeczności żydowskie padły ofiarą brutalnych ataków ludobójczych. Była to epoka terroru i przemocy. Około 30 lat po tym, jak czarna śmierć dotarła do Francji, księżę Andegawenii zlecił wykonanie ogromnego zestawu gobelinów przedstawiających historię apokalipsy św. Jana. Tkanina przedstawiająca apokalipsę, utkana niciami<sup>5</sup> w żywych kolorach czerwonym, niebieskim i złotym, łączyła obrazy śmierci i zniszczenia, zapewne aż nazbyt znajome tym, którzy przeżyli ten okres. Jednak prawdziwa przyczyna tej katastrofalnej epidemii była niedostrzegalna, wielokrotnie mniejsza niż najcieńsza nić gobelinu: była nią niewidzialna bakteria zwana pałeczką dżumy (łac. *Yersinia pestis*)<sup>6</sup>.

Ludzkość miała ujrzeć pierwsze bakterie dopiero trzy wieki później. W połowie lat 70. XVII w.<sup>7</sup> holenderski sukiennik Antoni van Leeuwenhoek z Delft prawdopodobnie jako pierwszy człowiek w historii zobaczył komórkę bakteryjną. Używając maleńkich szklanych kulek, przez które przepuszczał światło słoneczne wpadające do jego pokoju, Leeuwenhoek był w stanie przeniknąć do warstwy rzeczywistości ukrytej pod powierzchnią codziennego życia. Przez swoje mikroskopy ze szklanych kulek oglądał tak wiele rzeczy, opisanych w setkach listów do Towarzystwa Królewskiego w Londynie, że łatwiej byłoby wymienić, czego *nie oglądał*. Krótka lista daje pewne wyobrażenie o jego barwnej i szalonej podróży<sup>8</sup> po XVII-wiecznym holenderskim świecie: od wina po skrzek żabi, od tulipanów po ślimaki. Lecz jego najbardziej spektakularnym odkryciem było to, że świat roi się od wcześniej niewidzialnego życia.

Mikroskopy Leeuwenhoeka wyczarowywały żywe istoty z codziennych substancji, w tym z płytki nazębnej, którą zeszkrobał z własnych zębów. Bestie, które tam zobaczył, były maleńkie, ale poruszały się „bardzo ekstrawagancko”<sup>9</sup>. Różne ich typy pływały w charakterystycznych wzorach: po liniach prostych, pętlach, spiralach. (Jego obserwacje były tak dokładne<sup>10</sup>, że dziś można z pewnością stwierdzić, które bakterie opisywał). Te „maleńkie zwierzątka”<sup>11</sup> były niewątpliwie żywe. Wykorzystując matematykę, której nauczył się podczas wcześniejszego

szkolenia jako geodeta, Leeuwenhoek przeprowadził proste obliczenia, a wynikało z nich, że w jego własnych ustach musi być więcej tych małych zwierzątek niż „ludzi w królestwie”<sup>12</sup>. Może się to wydawać dziwne z dzisiejszej perspektywy, gdy bakterie są synonimem choroby, ale w obszernych pismach Leeuwenhoek’a nie ma żadnej wzmianki o tym, aby kiedykolwiek uważał małe organizmy za zagrożenie. Skoro były one najwyraźniej wszędzie, to jak mogły powodować choroby?

Przez lata po Leeuwenhoeku bakterie były postrzegane jako niewielkie ciekawostki — jeśli w ogóle były dostrzegane. Nawet w XVIII w. szwedzki naukowiec Karol Linneusz prawie całkowicie zignorował je w swoim systemie taksonomicznym podziału królestw roślin i zwierząt. System Linneusza miał na celu wprowadzenie porządku do chaosu, a bakterie, których istnienie dość niechętnie przyjmował do wiadomości, nie pasowały do jego uporządkowanego systemu. Aby zatem symbolicznie uwzględnić ich osobliwość, trzeba było stworzyć rodzaj (jednostkę taksonomiczną znajdującą się powyżej poziomu gatunku) dosłownie nazwany *Chaos*. Dziewiętnastowieczny zoolog Ernst Haeckel poszedł w ślady Linneusza, spychając bakterie w ciemny taksonomiczny kąt: były one według niego częścią prymitywnych form — „bezszałtanych robaków”<sup>13</sup>. Bakterie długo wpadały w szczelinę między dwoma wielkimi systemami taksonomicznymi: zoologią i botaniką. Dla jednych były bliższe zwierzętom, dla innych bardziej przypominały rośliny. Tak czy inaczej nie wydawało się to mieć większego znaczenia.

W XIX w. większość przyrodników, którzy przyglądali się bakteriom, była podobnie nimi niezainteresowana. Nawet oglądane przez najlepsze mikroskopy komórki bakteryjne były wciąż tylko małymi plamkami, najprostszymi z możliwych form życia. W czasach, gdy nowe idee ewolucji przenikały biologię niczym alkohol, nielegalny i odurzający, bakterie wciąż jawiły się jako pewien problem. Ewolucja wydawała się oznaczać i podkreślać coraz większą złożoność życia. Ale w takim razie dlaczego wciąż istniały tak proste jego formy? Francuski biolog Jean-Baptiste Lamarck uważał, że ewolucja jest napędzana nieuchronną tendencją do doskonałości. Żywe organizmy wspinały się

po drabinie, wечно wznosząc się ku górze. Bakterie były jedynie brzydkim kleksem na tym szlachetnym planie. Lamarck był niejako zmuszony stwierdzić, że muszą one nieustannie powstawać z niczego w drodze samoródtwa, wyłaniając się z brudu i zgnilizny. Jak inaczej można było wytłumaczyć to, że uparcie trzymały się najniższego szczebla drabiny życia?

Niektórzy badacze nie byli jednak tego tacy pewni. Charles Darwin badał mikroorganizmy takie jak ameby i doszedł do wniosku, że „każdy przyrodnik, który badał niektóre z istot obecnie uznawanych za znajdujące się bardzo nisko w hierarchii, musiał być uderzony ich naprawdę cudowną i piękną organizacją”<sup>14</sup>. Jego punkt widzenia był taki, że pierwsze wrażenie mogło być mylące, jeśli nie miało się środków, aby przyrzeć się bliżej tym organizmom. W tamtym czasie żaden mikroskop nie był w stanie przeniknąć do wnętrza komórki bakteryjnej, ale doświadczenie sugerowało, że nie ma granic dla mikroskopijnych zawłości, które wytworzył proces ewolucji. Jak się okazało, pogląd Lamarcka, że bakterie nie mogły ewoluować, ponieważ nie przekształciły się w zwierzęta, był nieporozumieniem. Bakterie pozostały bakteriami nie dlatego, że niedawno wyłoniły się z nicości, ale dlatego, że były już doskonale wyewoluowane.

Odległa przeszłość jest ciemna i mroczna, ale wydaje się prawdopodobne, że przez co najmniej 1,5 mld lat po pojawieniu się życia na Ziemi świat należał do bakterii. Nie było innych organizmów poza takimi, które posiadały jedną komórkę: żadnych roślin, zwierząt, żadnych ciał w jakiegokolwiek formie. A jednak życie było dalekie od nudy. Świat, niegdyś jałowy i pusty, wkrótce się zappełnił, gdy komórki znalazły drogę do każdej szczeliny, do której mogły się dostać.

Gdy tylko pojawiło się życie, pojawiła się ewolucja. Całe życie opiera się na materiale genetycznym przechowywanym w cząsteczkach kwasów nukleinowych: DNA i jego bardziej elastycznego kuzyna RNA. W DNA skrypt jest zapisany za pomocą nukleotydów, z których każdy

zawiera jedną z czterech zasad azotowych umownie oznaczonych jako A, T, C i G. Wzór tych „liter” koduje genom organizmu, chroniony przed degradacją i rozpadem przez bezpieczną strukturę podwójnej helisy DNA. Ale za każdym razem, gdy komórka się dzieli, podwójna helisa musi zostać skopiowana: jest rozdzielana na dwie nici, a następnie do każdej nici skomplikowany aparat enzymatyczny dobudowuje nową, dopasowaną (komplementarną) nić. Dwie nici helisy stają się w ten sposób czterema, jedna podwójna helisa staje się dwiema, a następnie komórka się dzieli.

Każdy istniejący genom przepłynął przez miliony pokoleń, by dotrzeć tam, gdzie jest teraz, niczym statek Tezeusza, w którym każda część została niezliczoną ilość razy skopiowana i zastąpiona. Nie ma bardziej przekonującego dowodu na wspólne dziedzictwo całego życia na Ziemi niż zachowanie podstawowych cząsteczek, które przeprowadzają te procesy. W tej chwili enzymy działające<sup>15</sup> w Twoich komórkach mają fragmenty sekwencji identyczne z podobnym enzymem w pałeczce okrężnicy, bakterii żyjącej w ludzkim jelicie. Takie motywy molekularne są rymującymi się dwuwierszami w wielkiej poezji życia. Podczas gdy w innych miejscach ewolucja może improwizować, tworzy wielkie pętle dygresji lub natrafić na nowy zwrot, który przewyższa oryginał, są fragmenty, których nie można zmienić.

Tak jak genom organizmu przekazuje swoją zgromadzoną mądrość potomkom, tak ludzkie społeczeństwa starały się zabezpieczyć swoją wiedzę przed niszczącym działaniem czasu. Wynik tylko jednego z tych podejść pokazuje niemożliwość tego zadania. W XIII w.<sup>16</sup> dynastia Goryeo w Korei rozpoczęła wielkie przedsięwzięcie. Trzydzięciowy kanoniczny zbiór tekstów buddyjskich, znany jako Tripitaka, miał zostać wyryty na drewnie brzozowym<sup>17</sup> — tak gęstym, że tonie w wodzie — po to, aby zachować je dla potomności. Kłody brzozy moczone w wodzie morskiej<sup>18</sup> przez trzy lata, a następnie cięto na tysiące bloków, z których każdy ważył tyle co noworodek. Bloki te gotowano następnie w soli i pozostawiano do wyschnięcia na zewnątrz przez kolejne trzy lata. Dopiero wtedy ich powierzchnie były gotowe do rzeźbienia.

Przez ponad dekadę rzemieślnicy wyrzeźbili na tych blokach ponad 52 mln znaków, odmawiając modlitwę po ukończeniu każdego znaku. Dziś Tripitaka Koreana jest przechowywana w Świątyni Haeinsa, ułożona na półkach pod eleganckim zakrzywionym dachem, u zielonych podnóży góry Gayasan. Niskie drewniane budynki, chronione przez całodobową ochronę i wóz strażacki<sup>19</sup> stacjonujący na terenie świątyni, mieszczą 80 tys. pojedynczych bloków, z których każdy jest czystym repozytorium doskonałej wiedzy.

Przynajmniej taki był zamiar. Współcześni uczeni odkryli, że Tripitaka Koreana, mimo całego swego zapierającego dech w piersiach piękna, zawiera setki błędów, które prawdopodobnie wynikły z codziennego chaosu życia — plamy atramentu, błędnego odczytania lub poślizgnięcia się noża rzemieślnika.

Komórka bakteryjna ma podobny problem. Jej genom musi być kopiowany za każdym razem, gdy się dzieli, co w najbardziej żywotnej fazie wzrostu może następować nawet co 20 minut. Pałeczka okrężnicy ma w swoim genomie ok. 4,6 mln znaków (par zasad) DNA. Długoterminowy eksperyment<sup>20</sup> wykazał, że średnio w ciągu tysiąca pokoleń jej genom uległ mniej niż jednej zmianie. Co 20 minut małe komórka bakteryjna w Twoim jelicie osiąga to, czego nie udało się dynastii Goryeo, ale nadal przekazywanie informacji nie jest doskonałe. Mutacja to zdarzenie, w którym litery (oznaczające nukleotydy) w DNA zmieniają się losowo. Z punktu widzenia wierności wobec przeszłości każda mutacja jest błędem, jednak nieoczekiwane piękno polega na tym, że czasami, przez przypadek, stanowi ona ulepszenie. To właśnie ta fundamentalna nieustanna równowaga między porządkiem a chaosem jest istotą całego życia.

Pierwsze formy życia<sup>21</sup> składały się z pojedynczych komórek, przy czym niemożliwe było, aby te komórki były zamkniętymi jednostkami. Życie jest procesem: bez przepływu substancji chemicznych przez zewnętrzną granicę komórki umarłaby ona. Wraz z przepływem tych substancji pierwsze bakterie zaczęły rozwijać nowe sieci reakcji biochemicznych, docierając do nowych obszarów możliwości molekularnych.

Gdy te nowe cząsteczki rozprzestrzeniały się, niepożądany produkt jednej komórki mógł być wkładem dla innej. Proste wymiany między komórkami rozkwitły w bizantyjskie układy współzależności i konkurencji. Wraz z rozmnażaniem i różnicowaniem się drobnoustrojów tworzyły one złożoną sieć sojuszy i rywalizacji, przypominającą rozległą średniowieczną wojnę. Gdy bakterie łączyły się w grupy lub unosiły swobodnie, różnicowały się w odrębne gatunki, z których każdy był przystosowany do innego zestawu cząsteczek i środowisk. Koncepcja gatunku biologicznego opracowana przez Darwina i innych naukowców opierała się na izolacji rozrodczej: każdy gatunek był delikatną i oddzielną gałęzią na wielkim drzewie życia. Ale ta koncepcja nie odnosi się do bakterii. Implikacje są oszałamiające. „Cały świat bakteryjny<sup>22</sup> — pisze lekarz i naukowiec Stuart Levy — można postrzegać jako jeden ogromny organizm wielokomórkowy”. Od najwcześniejszych momentów życia geny były przenoszone między komórkami przez wirusy i inne ruchome elementy genetyczne, przemieszczając się tam i z powrotem, jakby na molekularnym krośnie.

W tym chaosie nadal mogły tworzyć się gatunki bakterii, ale musiały wywalczyć sobie przestrzeń. Jeśli wziąć to pod uwagę, ewolucja broni chemicznej była nieunikniona. Bakterie tworzyły cząsteczki, które truły ich wrogów i oszczędzały sojuszników. Takie cząsteczki były pierwszymi antybiotykami. Wkrótce ewolucja wyprodukowała z kolei cząsteczki, które mogły bronić się przed antybiotykami. Te wydarzenia rozwijały się mniej sekwencyjnie, niż sugeruje ten opis; musiały rozwijać się chaotycznie w równoległym tempie. Bakterie odporne na antybiotyki ewoluowały i prosperowały wszędzie tam, gdzie pojawiały się antybiotyki. Te dwa elementy były zamknięte w ekologicznej równowadze: wzrost produkcji antybiotyków przez jedną bakterię napędzał wzrost oporności u innej. Antybiotyki i oporność na antybiotyki wirowały wokół siebie jak yin i yang.

Ten jednokomórkowy świat nie trwał wiecznie. Około miliarda lat temu, zanim większość najjaśniejszych gwiazd widocznych na naszym nocnym niebie zaczęła świecić, wydarzyło się coś dziwnego.

Komórka przeszła nagłą zmianę, tworząc nową formę życia: eukarionty. Większość biologów uważa, że powstanie organizmów eukariotycznych było wydarzeniem spektakularnie nieprawdopodobnym — być może jednorazowym w historii dziejów Ziemi, polegającym na fuzji dwóch bardzo różnych typów organizmów jednokomórkowych: archeonów i bakterii. Wyjaśnienie, jak dokładnie do tego doszło, pozostaje tajemnicą — biolog Nick Lane nazwał to „czarną dziurą”<sup>23</sup> w sercu biologii” — ale jakoś to się wydarzyło. Nowe eukarionty były fundamentalnie różne od swoich przodków. Ich nazwa pochodzi od greckiego określenia „dobrze uformowane jądro”, oznaczającego ich zmienioną strukturę komórkową. Genom nie unosił się już swobodnie w komórce, ale był gęsto upakowany w jądrze, jak żółtko wewnątrz jajka. Ewolucja eukariontów stanowiła ważny kamień milowy w ewolucji. Ich komórki powstały w wyniku złożonej fuzji, a złożoność zaczęła rozwijać się również na poziomie wykraczającym poza komórkę. Z powodów, które nadal są przedmiotem dyskusji naukowców, komórki eukariotyczne zrobiły coś, czego żadna bakteria nigdy nie zrobiła, i rozkwitły w życie wielokomórkowe<sup>24</sup>, tworząc pierwsze plechy, tkanki, a potem narządy i wreszcie ciała złożone z wielu układów narządów. Organizm nie był już ograniczony do pojedynczej komórki, ale stał się rozległy. Pojedyncza istota mogła teraz zawierać w sobie mnogość komórek.

Istnienie organizmów wielokomórkowych nie oznaczało końca bakterii; stworzyło im nowe możliwości. Takie organizmy były bogatymi skupiskami składników odżywczych, zgromadzonymi w jednym miejscu i oddzielonymi od głodnego świata drobnoustrojów barierami w postaci muszli, skóry czy śluzu. Natomiast gdy organizm wielokomórkowy umierał, ta nierównowaga była wyrównywana. Wraz z rozkładem ciała mikroby zalewały je, przekształcając cząsteczki ciała w nowe bakterie. Z surowców dostarczanych przez śmierć bakterie mogły tworzyć nową symfonię życia.

Ale bakterie nie musiały czekać na śmierć. Podobnie jak komórka, ciało wielokomórkowe musiało zapewnić sobie wymianę substancji z otoczeniem, co uniemożliwiało całkowite powstrzymanie bakterii. Jednym z pierwszych wyzwań dla organizmów wielokomórkowych było utrzymanie tego głodnego świata na dystans. Organizmy pozwalały niektórym bakteriom na wejście, tworząc w ten sposób systemy ekologiczne we wnętrzach swoich ciał — pierwsze mikrobiomy. Rozwijające się układy odpornościowe ewoluowały, by kontrolować, a nawet selekcjonować te rezydujące bakterie. Takie bakterie mogły zapewniać organizmowi wielokomórkowemu korzyści, w tym tę, że po prostu zajmując przestrzeń, zapobiegały osiedlaniu się bardziej szkodliwych bakterii. W miarę ewolucji eukariontów gatunki bakterii, które zrezygnowały ze swojej wolności, aby żyć wewnątrz tych coraz bardziej złożonych ciał, stanowiły mniejszość. Była to jednak skoncentrowana mniejszość. Jelito ssaka stworzyło być może najbogatsze nagromadzenie różnorodności bakteryjnej w historii życia, gdzie setki różnych gatunków bakterii współistniały w bliskiej odległości.

Ciało niosło ze sobą też inne wyzwania. Jeden organizm mógł teraz zawierać wiele różnych typów komórek, ten sam genom rozwijał się w nieuporządkowaną menażerię, która jakoś wspólnie działała. Twoje ciało zawiera ponad 200 różnych typów ludzkich komórek. Od maleńkich spodeczków czerwonych krwinek po metrowej długości neurony ciągnące się wzdłuż kręgosłupa jesteś chwiejnym zbiorem różnic połączonych przez dobór naturalny. Ten sam genom dał początek wszystkim tym typom komórek, a każdy z nich jest regulowany i równoważony względem innych w precyzyjnym kontrakcie społecznym. Twoje ciało, jako całość, utrzymuje homeostazę, reagując na warunki i zasoby, aby zapewnić przetrwanie organizmu. Zdrowa komórka wykonuje polecenia i dzieli się w kontrolowany sposób, nawet uśmiercając się na żądanie, jeśli otrzyma właśnie taki sygnał. Ale ten kontrakt społeczny może czasami się załamać. W przypadku nowotworu zmutowana komórka po prostu dzieli się, jakby zupełnie oszalała i zapomniała o swoich obowiązkach: raz, dwa razy, cztery, osiem, szesnaście...

Po dwudziestu podziałach będzie ponad milion komórek. Pozostawione bez kontroli, dążąc do nieskończonego wzrostu, sięją spustoszenie w skończonym ciele. Siddhartha Mukherjee nazwał raka „patologicznym lustrem”<sup>25</sup> naszego własnego istnienia. Jego komórkowy atawizm<sup>26</sup> ciągłego niekontrolowanego wzrostu jest powrotem do pierwotnego stanu życia, najczystszy ewolucyjnym wyrazem egoizmu.

Bakterie nie mogą zachorować na nowotwór: one już go mają. Jako organizmy jednokomórkowe nie ewoluowały, aby koordynować złożoność wielu typów komórek. Podczas gdy dobrą wiadomością jest, że żadna bakteria nie życzy Ci krzywdy, złą jest to, że może Cię zabić, jeśli jej bezmyślny wzrost przytłoczy normalne funkcje Twojego ciała. Weźmy rzadkie bakteryjne schorzenie znane jako infekcyjne zapalenie wsierdzia<sup>27</sup>. Jak zaobserwował Leeuwenhoek w XVII w., ludzka jama ustna zawiera wiele różnych bakterii rozwijających się na dziąsłach i zębach. Zwykle bakterie te nie stanowią poważnego zagrożenia, o ile ich wzrost jest ograniczany poprzez regularne szczotkowanie zębów. Ale jeśli te bakterie przedostaną się do krwiobiegu — np. poprzez usunięcie zęba z ropniem przez dentystę — mogą przemieścić się do innych części ciała. W rzadkich przypadkach niektóre gatunki mogą dostać się wraz z krwią do serca, gdzie mogą przyczepić się do powierzchni uszkodzonej zastawki. A wtedy mogą zacząć się niekontrolowanie namnażać, tworząc skupisko bakterii w skrzepie, przypominające guza. Serce jest wtedy zagrożone i osłabione: możliwa jest jego perforacja lub pęknięcie. Fragmenty tego skupiska bakterii mogą się oderwać od serca, dostać do krwiobiegu i popłynąć dalej z krwią, powodując chaos wszędzie tam, gdzie się osadzą w ciele. Podobnie jak w przypadku nowotworu, w ciele złożonym z wielu typów komórek niekontrolowany wzrost tylko jednego może siać spustoszenie. Co gorsza, niektóre gatunki bakterii wytwarzają toksyny, aby pomóc w swojej inwazji, i ewoluowały, by rozprzestrzeniać się nie tylko wewnątrz, ale i między ludzkimi ciałami. Infekcja bakteryjna jest formą jednokomórkowej zemsty na złożoności życia wielokomórkowego.

Fakt, że bakterie mogą powodować choroby, jest obecnie tak głęboko zakorzeniony w naszej świadomości, że trudno nam sobie wyobrazić, jak niedorzeczny wydawał się pomysł istnienia zarazków, gdy po raz pierwszy się pojawił. W XIX w. cholera zaczęła rozsiewać się po całym świecie, powodując niszczycielskie epidemie. Chorzy cierpieli na silną biegunkę i wymioty — słowo „cholera” prawdopodobnie pochodzi od greckiego wyrazu<sup>28</sup> oznaczającego „rynsztok”. Lekarze byli zgodni, że cholera jest zakaźna. Jak napisał brytyjski lekarz John Snow, „przemieszcza się<sup>29</sup> ona wzdłuż głównych szlaków ludzkiej komunikacji, nigdy nie poruszając się szybciej niż ludzie”. Natomiast nie zgadzali się co do przyczyny tej choroby. Wielu nadal podążało za Galenem i obwinało złe powietrze, ale Snow myślał inaczej. W 1854 r. badał on epidemię cholery w dzielnicy Soho w Londynie. Epidemię najgorszą<sup>30</sup>, jaką kiedykolwiek widział. Rysując mapę przypadków i przeprowadzając lokalne dochodzenie, Snow skupił się na jednym winowajcy: pompie wodnej na Broad Street. Ale gdy po raz pierwszy zbadał wodę pod kątem zanieczyszczeń, prawie nic nie zobaczył. „Znalazłem tak mało zanieczyszczeń organicznych<sup>31</sup> — napisał — że wahałem się, czy dojść do takiego wniosku”. Był pewien, że to woda była winna, ale nie potrafił wyjaśnić dlaczego.

Leeuwenhoek widział małe zwierzątka w wodzie prawie dwa wieki wcześniej. Ale jak małe zwierzątka mogły być odpowiedzialne za chorobę, skoro były obecne prawie wszędzie i w dezorientującej różnorodności? Jak ujął to francuski filozof nauki Bruno Latour, zachorowanie z powodu jakiegoś niewidzialnego skażenia było „tym bardziej niepokojące”<sup>32</sup>, że nie zawsze się zdarzało. Kryjówka wroga została zidentyfikowana, ale jego prawdziwa tożsamość pozostawała równie niejasna, co mętna woda.

Jedynym sposobem, w jaki większość ludzi mogła dostrzec fakt istnienia bakterii, było obserwowanie psucia się żywności i napojów, a taka ogólna forma zepsucia nie mogła być przypisana pojedynczemu gatunkowi. Dopiero gdy naukowcy zaczęli katalogować i wyciszać

różnorodność bakterii, zdali sobie sprawę, że nie wszystkie bakterie są takie same. Początkowo, naśladowując rozkład żywności, bakteriologodzy próbowali hodować pojedyncze gatunki bakterii na ciałach stałych, takich jak mięso, ziemniaki, jajka czy chleb. Ale ich wzrost był nieregularny i zbyt wiele różnych typów rosło razem. Sztuczka polegała na zrozumieniu, że bakterie preferują łatwostrawne pożywienie — swoistą zupę z surowych składników — dlatego należało używać płynnego bulionu. Naukowcy stali się dostawcami *haute cuisine* (wykwintnej kuchni) dla bakterii: „Pożywkę hodowlaną<sup>33</sup> otrzymuje się poprzez pozostawienie na 24 godziny w kontakcie z wodą (w ilości dwukrotnie większej niż masa mięsa) drobno posiekanej chudej cielęciny”. Celem było wyhodowanie czystych populacji pojedynczych gatunków, aby można je było badać w izolacji.

Izolacja pojedynczego gatunku bakterii była niezwykle trudnym osiągnięciem — czystością nigdy niewidzianą w naturze<sup>34</sup>. Naukowcy zaczęli od bulionu wyjałowionego pod wpływem wysokiej temperatury, całkowicie pozbawionego życia, a jednocześnie pełnego składników odżywczych. Następnie zaszczepiali bulion najmniejszą możliwą ilością materii: pojedynczą komórką bakteryjną. Francuski naukowiec Louis Pasteur wychwalał zalety używania szklanego pręcika o grubości igły<sup>35</sup> jako narzędzia do przenoszenia bakterii, tak ostrego, że jego czubek był ledwo widoczny. Gdy komórka trafiła do bulionu, dzieliła się raz za razem, aż kolba, która kiedyś była bez życia, roiała się od niewidzialnych milionów organizmów.

Gdy kolejne epidemie cholery szalały w miastach w latach 80. XIX w., to właśnie w Kalkucie w Indiach niemiecki bakteriolog Robert Koch zidentyfikował bakterię w kształcie przecinka: *przecinkowca cholery* (łac. *Vibrio cholerae*), wywołującą tę chorobę. Jak wiele innych mogła unosić się niewidoczna w wodzie, ale tylko ona była odpowiedzialna za niszczycielską chorobę. Jeśli została połknięta, mogła namnażać się w jelitach chorego, zanim wydoستاła się z biegunką, zanieczyszczając więcej wody i zarażając kolejnych żywicieli. Jednym z lekarzy, którzy nie wierzyli w twierdzenie Kocha, był Max Pettenkofer.

Pettenkofer założył Instytut Higieny w Monachium i przeprojektował kanalizację miasta, aby rozwiązać problem poprzednich epidemii. Jednak nie zgadzał się z twierdzeniem, że bakterie są jedynym ważnym czynnikiem chorobotwórczym. Aby to udowodnić, napisał do Kocha i poprosił o czystą hodowlę płynną przecinkowca cholery<sup>36</sup>. Gdy ta do niego dotarła, wypił ją. Na szczęście Pettenkofer<sup>37</sup> przeżył. Uważa się, że Koch był świadomy jego planów i celowo wysłał mu słabą mieszankę, woląc przegrać spór, niż być oskarżonym o morderstwo.

Istnieje dziwna bliskość między wrogami. Gdy prace Kocha, Pasteura i innych mikrobiologów zyskiwały coraz szerszą akceptację, „teoria zarazków” stała się dominującym wyjaśnieniem chorób zakaźnych. Bakterie zostały przemienione z nieszczęsnych kleksów Lamarcka w demony pod mikroskopem. Zadaniem bakteriologii stało się badanie ich w laboratorium i opracowanie sposobów ich pokonania. Mimo że izolacja pojedynczych gatunków była spektakularnym osiągnięciem, dla gołego oka bakterie wciąż mogły się manifestować tylko jako mętne płyny. Chociaż zanieczyszczony bulion roił się od bakterii, w sensie wizualnym był jałowy — monotonne środowisko pozbawione wyrazu. To Koch dał żywy pokaz, który uczynił świat hodowli bakteryjnej trójwymiarowym. Po raz kolejny wymagało to zapożyczenia z kuchni. Zmieszał bulion z żelatyną zwierzęcą, tą samą substancją, której używano do robienia galaretowatych deserów. Galaretki Kocha były półprzezroczyste, czerwonobrązowe, warzone z krwi lub wołowiny. Powstały płat galarety zawierał składniki odżywcze potrzebne bakteriom do wzrostu na płaskiej powierzchni. To, co Koch nazwał „komorą wilgotną”, stało się znane, po udoskonaleniu przez jego asystenta Juliusa Petriego, jako szalka Petriego.

Gdy Koch zademonstrował<sup>38</sup> tę technikę w Londynie na międzynarodowej konferencji w 1881 r., ludzie byli zdumieni. Tu można było zobaczyć bakterie gołym okiem. W jednym pokazie pusta szalka została pozostawiona z otwartą pokrywką na zewnątrz w londyńskim powietrzu przez cztery godziny<sup>39</sup>. Koch przyniósł ją z powrotem do środka, aby pokazać widzom. Utworzyło się 40 lub 50 plamek o różnych

kolorach, a każda odpowiadała powoli rozprzestrzeniającemu się kręgowi pojedynczej komórki, która wylądowała tam przypadkiem. Jak ujął to jeden z widzów, dowodziło to, że samo powietrze zawierało gatunki o różnych cechach — to, co było niewidzialne, teraz rozkwitło „widoczne gołym okiem”<sup>40</sup>.

Żelatyna na płytce została później zastąpiona inną substancją dzięki sugestii Fanny Hesse<sup>41</sup>. Hesse, nazywana w rodzinie Liną, była żoną Walthera, mikrobiologa pracującego z Kochem. Sama pracowała z Waltherem jako mikrobiolog i zasugerowała alternatywę dla żelatyny. Hesse dorastała w Nowym Jorku, gdzie od holenderskich sąsiadów, którzy wyemigrowali z Jawy, dowiedziała się o agarze, substancji wytwarzanej z ekstraktu wodorostów. Agar, przezroczysty żel prawie bez smaku, mógł być używany w kuchni jako alternatywa dla żelatyny. Okazał się jeszcze lepszy niż żelatyna do hodowli bakterii i pozostaje w centrum prawie wszystkich badań nad bakteriami.

Koch i jego koledzy znaleźli złoty środek między rzeczywistym, ale niewidocznym światem pojedynczych komórek a namacalnym, ale abstrakcyjnym światem bulionu. Zaledwie kilka lat wcześniej Claude Monet i jego współtowarzysze impresjoniści szokowali krytyków sztuki, dając im tylko „impresję” sceny<sup>42</sup>, zamiast próbować ją odtworzyć. Podobnie bakterie mogły teraz być poznawane poprzez „impresje”, które pozostawiały w laboratorium. Pojedynczy gatunek mógł być „namalowany” na czystym podłożu niczym na pustym płótnie do bliższego zbadania. Jego nieprzezroczystość, pigmentacja i tekstura na szalce stały się częścią jego tożsamości. Język smug, kręgów i dysków wszedł do wizualnego leksykonu nauki. Gdy bakterie stały się widoczne, nie można było ich już nie widzieć.

Cholera nie była przypadkiem. W miarę jak bakteriologia rozwijała się jako dyscyplina, jedna po drugiej niektóre z najbardziej śmiertelnych chorób zakaźnych na świecie zostały zdemaskowane jako mające przyczynę bakteryjną. Niestety ta wiedza nie przekładała się na skuteczną medycynę. Nastąpiła poprawa zdrowia publicznego, ale była ona zasługą głównie lepszych warunków sanitarnych i warunków

życia, o jakie postulował intelektualny przeciwnik Kocha, Pettenkofer, a także lepszego odżywiania. W Wielkiej Brytanii w 1800 r. 329 na 1000 dzieci umierało przed ukończeniem piątego roku życia. Do 1900 r. liczba ta spadła do 228, a do 1930 r. miała się zmniejszyć o ponad połowę. Jak ujął to Latour, bakteriologia była „daleka od bycia<sup>43</sup> źródłem i przyczyną higieny” — była „jedynie falą na powierzchni”, kroplą w morzu. Zapobieganie, a nie leczenie, było sposobem na ratowanie życia.

Nieliczne dostępne metody leczenia chorób bakteryjnych wykorzystywały inne bakterie. Gdy bakteriologowie mogli już izolować pojedyncze gatunki, byli w stanie je łączyć, próbując odtworzyć środowisko — od czystości pojedynczego gatunku do złożoności „brudnego” rzeczywistego świata. Stosując darwinowskie idee o ewolucji w odniesieniu do drobnoustrojów, zainteresowali się konkurencją między różnymi gatunkami bakterii. Czy te antagonizmy mogły być wykorzystane dla korzyści człowieka? Pod koniec XIX w. naukowcy odkryli, że bakteria znana jako *pałeczka ropy błękitnej* (łac. *Pseudomonas aeruginosa*) mogła zabijać patogenne bakterie. Niestety sama była śmiertelnym patogenem, związanym z charakterystyczną niebieską ropą, która sączyła się z miejsc infekcji. Ten brudny, zanieczyszczony bulion trudno było uznać za wiarygodny lek. W końcu z tego niebieskiego bulionu udało się wyizolować pojedynczą cząsteczkę zwaną piocyjaniną<sup>44</sup>, ale jej zastosowanie ograniczało się do kropli do oczu, sprayu lub płynu do płukania ust, ponieważ połknięcie jej było toksyczne.

Inne podejście wykorzystywało zwierzęta, a nie bakterie, do produkcji leków. Naukowcy odkryli, że bakterie często uwalniają toksyny, które zabijają ludzkie komórki. W 1890 r.<sup>45</sup> pruski naukowiec Emil Behring i japoński bakteriolog Kitasato Shibasaburō odkryli, że wstrzykiwanie koniom, świnkom morskim i kozom toksycznych bakterii pozwalało uzyskać „antytoksynę” z surowicy ich krwi. Antytoksyna była substancją chemiczną, która wiązała się z toksyną bakteryjną i dlatego, jeśli została wstrzyknięta innym zwierzętom, zmniejszała nasilenie choroby znanej jako błonica. Oto lek wytwarzany przez układ odpornościowy zwierzęcia. Zastosowanie tej samej zasady do cholery

również przyniosło podobne leczenie. Dwie ważne choroby bakteryjne miały teraz swoje metody leczenia, nawet jeśli tylko zmniejszyły one zjadliwość choroby poprzez wchłanianie toksyny, zamiast bezpośrednio atakować bakterie. Najskuteczniejszą metodą produkcji antytoksyny błonicy było wstrzykiwanie bakterii koniom, a następnie pobieranie ich krwi z antytoksyną i podawanie takiej surowicy dzieciom. Zapotrzebowanie na tego rodzaju lek było tak ogromne, że departamenty zdrowia publicznego w Ameryce nabyły własne stajnie. W jednej stajni w Nowym Jorku siedmioletni kasztanowaty wałach był kłuty 9 razy<sup>46</sup> w roku, produkując 22 butelki surowicy.

Antytoksyna i niebieski bulion były próbami butelkowania żywych eliksirów. Działały, ale były niczym nieuporządkowana magia. Czy ludzkość musiałaby potrzebować innej stajni dla każdej choroby?

Na początku XX w. niektórzy uważali, że poszukiwanie leków w biologii było błędne. Natomiast dostrzegali promyk nadziei w innej dziedzinie naukowej. Zamiast ufać żywym organizmom, ci naukowcy zobaczyli nową, toksyczną możliwość w pozbawionych życia związkach chemicznych. W swoich próbkach zaczęli warzyć trucizny o bezprecedensowej mocy.

# Skorowidz

6-APA, 163

## A

Abraham Edward, 72  
Achromycin, 143  
Acinetobacter baumannii, 236, 244  
agar, 34  
Aggen Jim, 206  
AI, 246  
aminoglikozydy, 206  
amoksycylina, 156  
ampicylina, 169  
antybiotyki, 27, 39, 99, 143, 269  
    beta-laktamowe, 172, 179, 184  
antybioza, 99  
antydepresant, 129  
antytoksyny, 35, 44  
arsen, 45  
Asimov Isaac, 170  
Augmentin, 172  
Aureomycyna, 139, 143, 187

## B

Bacillus brevis, 97  
Baglivi Giorgio, 113  
bakteria  
    Acinetobacter baumannii, 236, 244  
    Micromonospora, 206  
    Moraxella, 197  
    Shigella, 172, 173  
    Streptomyces, 101, 106, 139, 224  
bakterie, 22, 225  
    Gram-dodatnie, 44, 97  
    Gram-ujemne, 44, 66, 147, 193  
bakteriofagi, 237  
Barber Mary, 81, 109, 166  
barwniki, 44  
barwniki azowe, 54  
Beechams, 164  
Behring Emil, 35  
Bernheim Frederick, 112  
Blair John, 145, 149  
błonica, 91  
Brotzu Giuseppe, 168  
Bugie Elizabeth, 101, 106  
Burton Robert, 21

## C

cefalosporyny, 169, 182  
 Chain Ernst, 68, 85, 162  
 Chandler Clare, 272  
 Chatwin Bruce, 63  
 chinina, 40  
 chloramfenikol, 152  
 cholera, 31  
 Chruszczow Nikita, 188  
 CRE, 184, 194, 210, 212, 216  
 czarnoziem, 88

## D

daptomycyna, 182, 183  
 Darwin Charles, 24  
 Datta Naomi, 174  
 Demerec Milislav, 77  
 depresja, 129  
 DNA, 24, 77  
 Domagk Gerhard, 53  
 Drug Repurposing Hub, 243–245  
 drzewo chinowe, 40  
 Dubos Jean, 127  
 Dubos René, 92, 121  
 dwoinka rzeźączki, 171

## E

Ehrlich Paul, 43, 273  
 endospory, 207  
 eukarionty, 28

## F

fagi, 237  
 fermentacja wglębna, 84  
 Finland Max, 142, 147  
 firma  
   Achaogen, 204, 210–214, 221  
   Bayer, 52, 57, 119  
   Beechams, 169  
   Chester County Mushroom  
     Laboratories, 78  
   CIBA, 247  
   Cyanamid, 188  
   DeepMind, 255  
   Deloitte, 247  
   Eli Lilly, 136, 203, 229  
   Geigy, 247  
   Genentech, 203  
   GlaxoSmithKline, 248  
   GSK, 183  
   Heyden, 144  
   Hoechst AG, 47  
   Johnson & Johnson, 264  
   Lederle, 139, 143  
   Lilly, 182  
   May & Baker, 60  
   Merck, 99, 102, 106, 135, 186  
   Novartis, 248, 258  
   Parke-Davis, 136, 152  
   Pfizer, 78, 134, 140, 251  
   Phare Bio, 255  
   Purdue Pharma, 141  
   Roche, 115, 117, 119, 258  
   Sandoz, 248  
   Shionogi, 251  
   Squibb, 117  
 Fleming Alexander, 62, 65  
 Florey Howard, 68

## G

gangrena, 70  
 Garvan J.P., 51  
 genofor, 175  
 genom, 26  
 geny oporności, 177  
 geosmina, 102  
 Gram Hans, 43  
 gramicydyna, 97  
 gronkowce, 157  
 gronkowiec złocisty, 181  
 Grunberg Emanuel, 116  
 gróźlica, 43, 100, 114, 263  
 gróźlica prosówkowa, 116  
 grypa „azjatycka”, 157  
 grzyby, 64

## H

Haeckel Ernst, 23  
 halicyna, 240  
 Hata Sahachiro, 45  
 Heatley Norman, 69  
 Hesse Fanny, 34  
 Hillan Kenneth, 211  
 Hodgkin Crowfoot Dorothy, 161  
 homeostaza, 29  
 Hörlein Heinrich, 53

## I

iChip, 227  
 infekcyjne zapalenie wsierdza, 30  
 insulina, 203  
 iproniazyd, 129  
 izoniazyd, 110, 117, 120

## J

Jevons Patricia, 166  
 Judice Kevin, 204

## K

Kafka Franz, 110  
 karbapenemy, 213  
 kartel antybiotykowy, 145  
 Kefauver Estes, 149, 151  
 Kelsey Frances, 152  
 kiła, 45  
 Kloepper William, 155  
 Koch Robert, 32, 100  
 kolistyna, 180, 184, 194, 196, 199  
 kropidlak czarny, 133  
 kwas  
     6-aminopenicylanowy, 163  
     cytrynowy, 133  
     klawulanowy, 156, 171  
     p-aminosalicylowy, 112

## L

Lamarck Jean-Baptiste, 23  
 LaMattina John, 248  
 Lane Nick, 28  
 laseczka wąglika, 207  
 Latour Bruno, 31  
 Leeuwenhoek Antoni, 22, 30  
 Lehmann Jörgen, 112  
 lek 606, 46  
 Levy Stuart, 27  
 Lewis Kim, 226  
 Ling Losee, 227  
 Linneusz Karol, 23

## M

maczugowiec błonicy, 91  
 malaria, 39  
 McDermott Walsh, 117, 122, 127  
 McKeen John, 132, 137  
 MCR-1, 197  
 Merck George Wilhelm, 103  
 metycylina, 159, 166  
 Metz Herman A., 49  
 Micromonospora, 206  
 mikrobiomy, 29, 81, 147  
 Moraxella, 197  
 Moser Heinz, 205, 234  
 moweina, 41  
 Mukherjee Siddhartha, 30  
 Mybasan, 120

## N

nikotynamid, 119  
 nowotwór, 30  
 Nydrazid, 120

## O

odpady antybiotykowe, 186  
 oleandomycyna, 148  
 oporność, 60, 81, 158, 170–174,  
 196, 201  
 organizacja  
   CARB-X, 229  
   GARDP, 230  
   Phare Bio, 244  
   Stop TB Partnership, 266  
 Orwell George, 108  
 Outterson Kevin, 229, 252  
 OxyContin, 141

## P

paciorkowce, 52, 96  
 pałeczka  
   dżumy, 22  
   okrężnicy, 26, 73, 174  
   ropy błękitnej, 35  
 pałeczki karbapenemooporne, 184  
 pandemia Covid-19, 262  
 Paracelsus, 259  
 PAS, 112  
 Pasteur Louis, 32  
 patent, 48, 104, 268  
 patogeny, 91  
 penicylina, 62, 120, 261  
 penicylinaza, 163, 166, 170  
 Perkin William, 41  
 Petri Julius, 33  
 Pettenkofer Max, 32  
 pędzlak, 63, 72  
 pierścień beta-laktamowy, 162, 171  
 piocyjanina, 35  
 plazmidy, 175–177  
 plazomycyna, 202, 211, 216, 220  
 plejotropia, 232  
 Pliniusz, 38, 41  
 polimyksyny, 192  
 Polycycline, 143  
 prawo patentowe, 48, 145  
 prątek gruźlicy, 100  
 produkcja  
   insuliny, 203  
   penicyliny, 75, 84, 161  
 profilaktyka antybiotykowa, 143  
 Prontosil, 37, 54, 56, 120  
 przecinkowiec cholery, 32  
 przestępczość zorganizowana, 153  
 Pycazid, 120

## R

reguła pięciu Lipińskiego, 234  
 Rimifon, 116, 120  
 Roehl Wilhelm, 52  
 Ross Ronald, 40  
 rzeżączka, 171

## S

Sackler Arthur, 137  
 Salwarsan, 47, 52  
 Schatz Albert, 99, 182  
 Schnitzer Robert, 116, 118  
 Semmelweis Ignaz, 156  
 sepsa, 122, 147  
 Sheehan John, 161  
 Shendelman Shoshana, 218  
 Shibasaburō Kitasato, 35  
 Shigella, 172, 173  
 Sigmamycyna, 148  
 Smith John L., 132  
 Stewart George, 166  
 Stokes Jon, 242  
 Streptomyces, 224  
   aureofaciens, 139  
   griseus, 101, 106  
 streptomycyna, 87, 101, 120, 161  
 sulfanilamid, 56  
 sulfonamid, 60  
 synteza penicyliny, 163  
 szkarlatyna, 90

## T

talidomid, 152  
 Taylor Elizabeth, 158  
 tejsobaktyna, 233, 224, 227  
 TEM, 170, 172  
 teoria zarazków, 33  
 Terramycyna, 137, 139  
 tetracyklina, 132, 140, 188  
 Tetracyn, 143  
 Tisile Phumeza, 263  
 trucizny, 45  
 tuberkulina, 100, 126

## W

Waksman Selman, 87, 98, 135, 173,  
 256  
 Walsh Tim, 196  
 Wang Yang, 196  
 wankomycyna, 182, 183, 234  
 Watanabe Tsutomu, 173  
 wąglik, 207, 209  
 Welch Henry, 148  
 Winogradski Siergiej, 94  
 witamina B12, 186

## X

XDR-TB, 264

## Z

zarodziec, 40  
 zmony cenowe, 149



# PROGRAM PARTNERSKI

— GRUPY HELION —



1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!

**Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!**

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA  
**Helion** 

# NIE PRZECENIAMY NASZYCH ZWYCIĘSTW NAD NATURĄ

Odkrycie antybiotyków było jednym z największych osiągnięć ludzkości i wywołało powszechną euforię: zakażenia groźnymi bakteriami stały się wyleczalne. Antybiotyki z pewnością uratowały miliony istnień ludzkich. Jednak każdy medal ma dwie strony i nieodłączną część tej historii stanowi lekooporność. Zjawisko, przez dekady lekceważone i pomijane, było znane naukowcom niemal od samego początku, a widmo katastrofy, choć odległe, zawsze było realne. Dziś stoimy u progu wyczerpania możliwości tych niezwykłych i przełomowych leków. **Czy uda nam się znaleźć rozwiązanie pozwalające uniknąć globalnego kryzysu zdrowotnego?**

Antybiotyki nie są jak inne leki. Nie zostały wynalezione, lecz odkryte, jak niegdyś złoto czy ropa naftowa. Ta fascynująca opowieść zaczyna się od chwili, kiedy ludzkość dopiero poznawała naturę chorób zakaźnych. Rozdziały tej historii opowiadają o różnych antybiotykach i prowadzą przez ostatnich sto lat odkryć. Pierwsze leki przeciwbakteryjne narodziły się ze smoły węglowej w laboratoriach chemicznych Trzeciej Rzeszy, inne wytraçały się z błota w dżunglach Borneo, a najnowsze są przewidywane przez algorytmy sztucznej inteligencji. Świat antybiotyków obejmuje sprawdzone substancje, które od dziesięcioleci ratują życie, po eksperymentalne cząsteczki jeszcze nieprzetestowane na ludziach.

**ZDRADLIWY CUD** opowiada o tym, jak głęboko środki przeciwdrobnoustrojowe zmieniły relacje między ludźmi i bakteriami, a także jak się przyczyniły do ukształtowania nowoczesnego przemysłu farmaceutycznego. **Nie jest to jednak jednostronne sprawozdanie, Liam Shaw przestrzega też przed narastającym zagrożeniem wywołanym opornością mikroorganizmów na wiele różnych antybiotyków. Jeśli chcemy, aby miały one przyszłość i nadal służyły ludzkości, musimy się dostosować. Nie ma czasu do stracenia!**

**Helion** 

ISBN 978-83-289-3235-7



9 788328 932357

cena: 69,00 zł