

科学新视角丛书

新知识 | 新理念 | 新未来



**Enlisting
Bugs and Germs to Protect Our
Food and Health**

与微生物结盟

对抗疾病和农作物灾害新理念

米莉·莫诺森 (Emily Monosson) 著 朱书 王安民 何恺鑫 译

上海科学技术出版社

378-1
2019/1

与微生物结盟

对抗疾病和农作物灾害新理念

[美] 艾米莉·莫诺森 著

朱 书 王安民 何恺鑫 译



图书在版编目(CIP)数据

与微生物结盟: 对抗疾病和农作物灾害新理念/
(美) 艾米莉·莫诺森(Emily Monosson) 著; 朱书, 王安民, 何恺鑫译. —上海: 上海科学技术出版社,
2019.4

(科学新视角丛书)

ISBN 978-7-5478-4343-7

I. ①与… II. ①艾… ②朱… ③王… ④何… III.
①抗菌素—关系—健康②农药—关系—食品卫生 IV.
①R978.1; R155.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第020555号

Natural Defense: Enlisting Bugs and Germs to Protect Our Food and Health by Emily Monosson Copyright © 2017 Emily Monosson
Published by arrangement with Island Press through Bardonia-Chinese Media Agency Translation copyright © 2019 by Shanghai Scientific & Technical Publishers

上海市版权局著作权合同登记号 图字: 09-2017-1047号

封面图片来源: 东方IC

与微生物结盟

——对抗疾病和农作物灾害新理念

[美] 艾米莉·莫诺森 著
朱书 王安民 何恺鑫 译

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路71号 邮政编码200235 www.sstp.cn)

上海盛通时代印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 12.25

字数 140千字

2019年4月第1版 2019年4月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-4343-7 / N · 166

定价: 45.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题, 请向工厂联系调换

科学新视角丛书

新知识 新理念 新未来

身处快速发展且变化莫测的大变革时代，我们比以往更需要新知识、新理念，以厘清发展的内在逻辑，在面对全新的未来时多一分敬畏和自信。

译者序

20 世纪，微生物学与免疫学的发展，以及化学制剂的应用，给人类的健康和生产生活带来了巨大益处。一方面，抗生素的应用使得脑膜炎、肺炎、结核等由链球菌、金黄色葡萄球菌以及其他细菌导致的危及生命的感染得到治愈，拯救了无数生命；另一方面，农药和化肥有效地增加了粮食产量，使地球上数十亿的人口得到了供养。人类对付病原体和害虫的这场化学战争让现代医学和农业发生了天翻地覆的变化。但随之而来的，是人类对于这些化学制剂的过度依赖与不恰当使用，世界卫生组织的一项调查发现，中国约 2/3 的受访者认为抗生素可以治疗感冒或流感，而他们全然不顾抗生素对病毒无效这一事实。过度使用抗生素带来的副作用是导致一系列耐药细菌的产生，包括导致人结肠炎甚至致人性命的艰难梭菌，以及导致爱尔兰马铃薯枯萎病，造成饥荒的晚疫病菌。此外，还会破坏人体的正常菌群生态系统，直接或间接导致一系列慢性疾病，如

代谢综合征和自身免疫疾病的发生。

我从本科期间开始研究免疫学和人体健康，在耶鲁医学院期间开始了肠道微生物研究，并亲眼目睹抗生素造成的肠道微生物紊乱以及肠道耐药菌对于健康造成的极大破坏。2017年，我回到母校中国科学技术大学组建实验室，继续研究肠道免疫系统和肠道微生物相互影响的机制，并积极开发靶向肠道免疫或者微生物的手段，用以干预感染、炎症、代谢、肿瘤等人类疾病。

2018年春，我收到上海科学技术出版社编辑的来信，邀请我翻译艾米莉·莫诺森（Emily Monosson）的《与微生物结盟——对抗疾病和农作物灾害新理念》（*Natural Defense: Enlisting Bugs and Germs to Protect Our Food and Medicine*）一书。该书作者艾米莉·莫诺森是一位知名的作家和环境毒理学家，这本书是对过度依赖传统抗生素和杀虫剂问题的回应，出版之后好评如潮。2012年，艾米莉·莫诺森在《有毒世界的进化——生命如何应对化学灾害》（*Evolution in a Toxic World: How Life Responds to Chemical Threats*）一书中探索了生命各种化学防御系统的进化过程，并讨论了为什么这在当今世界如此重要。2015年，她出版了《非自然选择——如何通过基因改变生活》（*Unnatural Selection: How We Are Changing Life, Gene by Gene*），此书主要关注工业时代化学物质对细菌和鱼类的影响以及常见结果（适应或抵抗）的当代发展。本书是前两本书的后续，也是作者投入相当大的精力，寄予厚望的一本书。

抗生素的广泛使用，源于其显著的疗效与安全的特性。但几十年来，人们逐渐开始认识到，滥用这种强效药物是需要付出代价的。与同类书不同的是，本书探讨的不仅仅是抗生素以及农药这些人造产

品对自然、对人类的威胁，更是在寻找解决现状的方法。我想，这正是本书的特点所在。作者在书中没有掺杂过多的个人情感和主观因素，相反，她希望从一个旁观者的角度观察社会对抗生素和农药的态度，并结合自己的科学知识储备，以叙事的方式最终给予读者正确的引导——亲近自然，顺应自然。本书还有一个特色，就是作者采访了来自不同领域、不同身份的人，他们既有普通的母亲，也有生物公司的高管、大学教授和农场主。与这些人的深入交流给作者带来了丰富的信息，也让作者陷入了深思，“我们能做什么”，怎样才能“做得更好”。作者解释了抗生素和农药是如何影响人体和田间的生态系统，从而影响人类与作物的健康，也提出了针对现存困境的新的解决方案。但是，她并不是想呼吁人们远离人造化学品，也不希望人们盲目地使用新的技术或者设备来应对困境，她更多的是想表达一个理念：与自然合作，不断寻找绿色的科学创新方法，才能给人类带来更好的未来。

本书的翻译过程历时近半年，翻译时尽量遵循忠实原著的准则，力求将原作者想表达的理念用通俗易懂的文字呈现在读者的面前。在翻译的过程中，我们也遇到了很多困难，三位译者的通力合作对于成书至关重要。其中，王安民和何恺鑫两位中国科学技术大学从事相关专业的研究生花费了大量时间翻译、讨论，并互相校对，而我主要负责本书的统筹、协调及修改润色。也特别感谢美国耶鲁大学免疫生物学系前系主任、讲席教授，美国霍华德休斯医学研究所研究员，美国科学院院士理查德·弗拉维尔（Richard Flavell）参与本书英文原著理念的探讨。另外，美国田纳西大学诺克斯维尔分校的博士生陈沁韵同学对翻译稿多次提出修改意见，谨

此一并致谢。

由于我们并非专业的译者，因此疏漏之处在所难免，尚祈读者不吝指正。

朱书

2018年9月26日于合肥

前 言

这是一本关于解决方案的书。几年前，我做了一个关于现代农业和医学方面的演讲，特别强调了随着害虫和病原体对农药及抗生素耐药性的增强，我们逐渐失去了与它们对抗的优势。之后，一位听众问道：“那么我们该怎么办？”我耸耸肩说：“少用点儿。”这时我听到台下有些轻微的笑声，所以我停顿了一下，可是我并没有多说什么。我们如何在不过度使用广谱抗生素的情况下治愈疾病？或者如何在较少地使用农药的同时保护作物免受害虫和杂草的侵害？本书的目的就是想回答这些问题。

毫无疑问，20 世纪化学品在粮食种植和疾病预防方面发挥了巨大的作用。农药和化肥与其他农业实践一起有效地增加了粮食产量，供养了地球上数十亿的人口。在美国，为了追求生活品质，40% 的食物被浪费了，人们甚至希望全年都能找到漂亮、无斑点的水果。另一方面，我们已经习惯了抗生素所带来的奇迹。在抗生素得到应用之

前，从脑膜炎到链球菌和金黄色葡萄球菌的感染通常是无法治愈的杀手。青霉素拯救了无数生命，当青霉素失效时，另一种抗生素就会出现，然后取代它。现在每当我们刚刚开始咳嗽，就会去医院要求医生使用抗生素。

我们今天大多数仍然活着的人，都是人类对付害虫和病原体的这场化学战争的受益者。这场战争在一段时期内生效过，但随之而来的是耐受和其他意想不到的副作用，如生态系统的改变和伴生的偶发疾病：一个年轻男子在使用过量抗生素后，不得不与使正常肠道菌群紊乱的肠道耐药性感染持续斗争；导致爱尔兰马铃薯饥荒的枯萎病现在对杀菌剂有越来越强的耐受性；侵略性的杂草占据作物的生长空间；常见农药会杀死益虫。我们该如何将这造物主在 20 世纪赐予我们的农药，或者可以拯救我们的抗生素暂放一边，以便在我们最需要的时候可以更好地使用它们呢？

幸运的是，人们正在寻找富有创造力的办法，比如 21 世纪兴起的基因编辑，还有其他诸如粪移植这样古老的实践方法也正从历史的旧物堆中重新浮现出来，随着科技的进步和问题的紧迫性而再次焕发新生。其中许多办法都是从大自然中借鉴来的，因为自然是我们与这些古老的敌人战斗时最好的盟友之一。比如，病毒可以感染和破坏细菌；一些作物能够创造出抵御植物病原体的健康微生物群落；有些疫苗可以更好地激发我们的天然防御系统；基因编辑可以使一些植物获得能够抵抗疾病的基因，而这些基因来源于相关的物种；昆虫信息素是一种天然且非常特殊的化学物质，可以误导雌性飞蛾，阻止它们随意地将卵产在农作物上。此外，细菌提供了各种新型高选择性抗菌剂，它们仅仅靶向病原体，不会破坏我们微生物组的完整性。有成百上千

种理由让我们持审慎乐观的态度，在此，我只是优中选优地挑了一小部分。

我们同样意识到，医疗和农业的解决方案是息息相关的，因为人类和植物实际上有很多共同点。无论我们是在谈论食物、环境还是人，良好的健康都依赖于相同的生物学和生态学要素。人类粪便秘植与鼓励农场中土壤微生物的改良几乎没有什么不同。正如利用天敌防治害虫和病原体的概念一样，可以感染细菌的病毒对于人类和土壤都是有用的。不管我们是在保护孩子还是作物，一分的预防都比十分的治疗更有价值。大多数情况下，医院中的革命性方法与农场中应用的革命性方法是一样的。这就是为什么本书的章节是成对出现的，在一章中探索了某个解决方案在医疗保健领域的应用，在另一章中探讨该解决方案在农业中的应用。即使治疗技术或方法不完全相同，但我认为把它们串联起来考虑仍然是有价值的。长久以来，我们一直认为自己与环境是分离的。然而，如果我们越早开始为了食物和自身健康与自然合作，而不是对抗大自然，我们就会变得越好。

在撰写本书的过程中，我找到了一些从事尖端解决方案研究的科学家，他们使我更加深刻地认识到生态学的复杂性。从基因组学到计算生物学、再到病毒学和细菌学的新进展引人入胜，因为这些研究有望减少农药的使用并治愈疾病。然而这里需提醒：这些方法中的一部分可以帮助节省我们的食物并减少药品使用量，但其他一部分方法可能会失败。一位早期试读过部分章节的读者告诫我说，新技术激起的兴奋有时会适得其反，破坏公众对科学的信任。“这就像写关于股市的内容一样。假设你说一个好点子非常酷，是最新的、最激动人心的进展，是自切片面包出现以来最好的创意，假设出现了一个明显的失败，

它便不会出现在田野或医院中，或者甚至不会进入市场。”通过介绍一些有前景的进展，我并不是想说其中哪一个解决方案是最好的，只是想提供科学创新的例子。虽然其中一些方法不会奏效，但它们可能会激发其他成功方案的产生，这是科学的本质。正如一个刚刚创立、不断改正并前进的企业。我们生活在一个随需应变的世界，我们迫不及待地想得到下一个奇迹般的治疗方法。但科学并非如此，一种新疫苗救不了我们，一种新的全天然杀虫剂也同样如此。本书不是在呼吁大家食用有机食品，也同样没有让大家拒绝抗生素治疗。相反，它是一本关于如何逐步告别充满化学品的过去，进入一个与自然步调一致的未来的书。

总而言之，这些自然防御，从维持微生物群落到招募病毒对付昆虫，给了我一种想与读者分享的冲动。我们不需要再受到“我们能做什么”这个问题的困扰。我们有更好的方法来治理病虫害和病原体，减少我们对合成化学品的依赖，以及种植食物并保持健康。目前有一些解决方案已投入使用，将来还会有更多的方案。希望我们大家有一个更健康的未来。

目 录

译者序

前言

第 1 章 天然盟友：益生菌 001

第 2 章 天然盟友：土壤益生菌 022

第 3 章 敌人的敌人是朋友：用感染对抗感染 038

第 4 章 敌人的敌人是朋友：用天然杀虫剂取代人工杀虫剂 055

第 5 章 挑衅：抗病转基因生物 073

第 6 章 反击：下一代疫苗 090

第 7 章 识汝敌：疾病的现状 108

第 8 章 识汝敌：诊断学的未来 128

后记 147

致谢 153

注释 156

第 1 章

天然盟友：益生菌

5 年前，蒂姆·斯托克洛萨（Tim Stoklosa）感冒了。当时他 26 岁，肌肉萎缩症损伤了他的肺部，这是一种伴随他一生的神经退行性疾病。^[1] 由于蒂姆缺乏咳嗽和清理肺部的能力，感冒可能会引起肺炎。这一次，他得了慢性肺炎。医生给他开了奥格门汀，一种强效的羟氨苄青霉素和克拉维酸的组合制剂，针对阿莫西林耐药菌的酶抑制剂。作为广谱抗生素，奥格门汀不仅可以杀死有害细菌，而且还会杀死大量有益于我们肠道的共生细菌。对于我们许多人来说，几杯酸奶或者一些益生菌就可以帮助我们重建这个肠道的微观群落。

但是在蒂姆使用奥格门汀第一个疗程后的第 10 天，他仍然持续发烧，并且还感到胃部不适。因此医生又为他开了一个疗程的药，但没有效果。他的母亲凯伦·安德森（Karen Anderson）是一位为蒂姆的健康做出巨大奉献的单亲妈妈，她说：“最后，一位护士指出蒂姆感染了艰难梭菌（*Clostridium difficile*）。”艰难梭菌是一种潜在致命的结肠

感染病原体，这种细菌可能潜伏在我们的肠道中，它不会对宿主造成伤害，但它同样是一个臭名昭著的“机会主义者”，患者常常在医院感染这种细菌；在过去的几年中，就出现了一种特别危险的艰难梭菌菌株。它们能够杀死有益的肠道菌群，为病原体提供发展壮大的绝佳机会。“当你感染艰难梭菌时，”凯伦说，“就感觉像把你的结肠内层翻到外面来了，这是很恐怖的。”我们的真正目的是发动化学战争对抗一些“肇事者”，然而直接后果却是感染了艰难梭菌。这种梭状芽孢杆菌属（*Clostridium*）的菌株不仅是“机会主义者”，而且很难从人体和医院的各种设施的表面清除。一些艰难梭菌菌株对抗生素有耐药性，而且它们都可以形成孢子——细菌的一种能够抵抗化学药剂的特殊生存状态，孢子能沉睡几个月，直到条件合适时再出芽和繁殖。

为了与蒂姆的感染作斗争，医生又为他开了一个疗程的甲硝唑。可是病菌似乎是在作恶作剧，只要一停止使用药物，艰难梭菌感染就复发。于是医生准备使用万古霉素。在许多情况下，万古霉素是抗菌药中的一种“终极武器”，也就是最后使用的效果最强的药物。蒂姆服用了一年多的万古霉素，但病情反复的问题依然存在。每10天的疗程结束后，艰难梭菌感染又会复发。“蒂姆坐在轮椅上，戴着呼吸机。”凯伦说，“他忍受着治疗和艰难梭菌的持续感染，生活很痛苦。”随着感染的拖延，蒂姆和凯伦迫切地渴望得到真正的治愈。

蒂姆的案例并不是偶然现象。艰难梭菌仅在美国就造成了近50万人的感染，其中将近3万名患者在确诊后的一个月内死亡。^[2]受影响最大的是老年人和免疫缺陷的人群，但未接触过抗生素的年轻人也越来越多地受到影响。^[3]在工业化世界，艰难梭菌感染是导致医院获得性腹泻和结肠炎患病人数增加的主要原因。^[4]病原体正在增多，而我们应

该好好反省一下，当我们摧毁了一个功能多样的生态系统时，我们不能指望它会自我重建成原先的样子。然而我们每次使用广谱抗生素时，正是在做这样的事情。

我的孩子们也曾经因为各种常见的儿童疾病，去医院开了一批又一批的抗菌药物。但是即使我有着微生物学的学术背景，我也很少考虑到这些抗生素造成的破坏。我只是想让我的孩子康复，不管抗生素对病毒的感染是否有效。我的儿子萨姆（Sam）在1994年第一次吃到了黏稠的、儿童专用的甜味阿莫西林，那时他只有6个月大。美国的孩子从出生到成人平均会使用20个疗程的抗生素。“你第一次给萨姆使用抗生素时一定感觉很糟糕。”我的一位研究进化和耐药性的生态学家朋友评论道。他自己两岁的孩子最近变得非常挑剔，并开始扯自己的耳朵。这种情况如果发生在我的孩子身上，我肯定会第一时间就带他去医院找儿科医生。“你用抗生素基本消灭了他体内的细菌。”但事实上我并不觉得糟糕，相反，我感到很安心。

最近5年，我也经历了几次耳部感染，在此之后，我开设了一门针对护理系学生“了解敌人”的医学微生物学课程。我们检测了很多种病原体：研究它们的生活史、发作方式、发病位置、繁殖的速度、最喜欢的生存环境以及病人对它们的反应，即感染迹象。有一天，我给了学生们一个认识自己携带的细菌的机会。我要求他们擦拭自己的皮肤、嘴巴或身体的其他任意部位，然后接种到培养皿中，并将培养皿放入与体温一致的培养箱中。几天后，就像遗忘在冰箱后面的酸奶油盘子一样，培养皿上长满了生长物。从单细胞生长起来的数万亿细菌堆积形成菌落。培养皿里面有闪闪发光的白点、球型卵黄状突起、三文鱼颜色的泡状物，在那些有起伏的边缘或褶