

WEI GUSHI
WEISHENGWU DE QIANSHI JINSHENG




“微”故事

——微生物的前世今生

虞方伯 王李宝 李洋等 编著

本书以文字+漫画的形式，
生动有趣地介绍了微生物的特点、微生物学史上的大咖，
以及与热点事件和日常生活相关的科普知识，
科学普及微生物知识，
使人们正确认知微生物，提高科学素养。

 中国农业出版社

A cluster of golden, spiral-shaped structures resembling bacteria or viruses, positioned above the main title.

“微”故事

——微生物的前世今生

虞方伯 王李宝 李洋等 编著

中国农业出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

“微”故事：微生物的前世今生 / 虞方伯等编著.
—北京：中国农业出版社，2019.3

ISBN 978-7-109-24361-3

I. ①微… II. ①虞… III. ①微生物—普及读物
IV. ①Q939-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第159377号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街18号楼)

(邮政编码 100125)

文字编辑 魏兆猛

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2019年3月第1版 2019年3月北京第1次印刷

开本：700mm × 1000mm 1/16 印张：12.25

字数：160千字

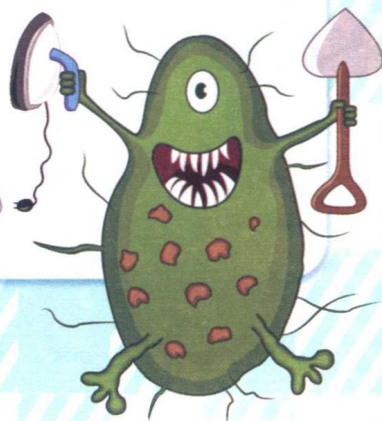
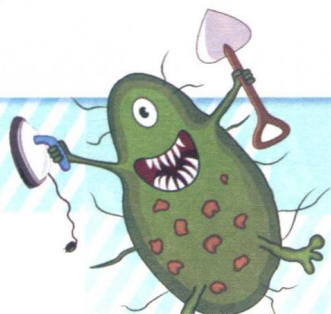
定价：49.80元

(凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换)

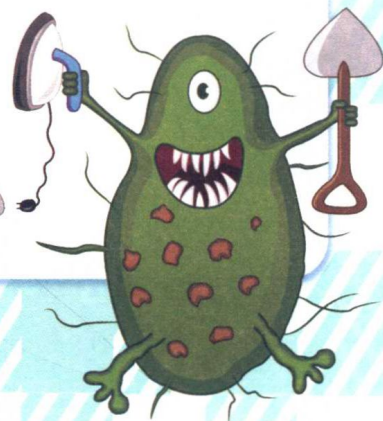
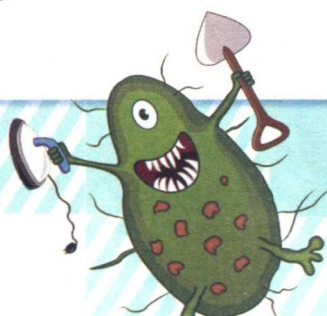
编 委 会

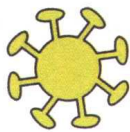
主 编 虞方伯 王李宝
副主编 李 洋 管莉菠 沈 颖
编写人员 虞方伯 王李宝 李 洋 管莉菠
沈 颖 王 卉 唐 利 潘晓艺
李 伟 陈向东 龙 珍 李晓丹
钱光辉 徐大勇 周 斌 杨仁智
庞小博 许敬亮 张一强 薛丽娟
蒋莎莎 王锦表 汪伟宸 牛南乔
王玟月 虞雯媛

编写单位 浙江农林大学
江苏省海洋水产研究所
浙江省德清县林业局
南京农业大学
上海交通大学
浙江省淡水水产研究所



江苏省农业科学院植物保护研究所
中国药科大学
江苏省环境经济技术国际合作中心
江苏省中国科学院植物研究所
淮北师范大学
南京大学
江苏菇本堂生物科技股份有限公司
上海天嵩生物科技有限公司
中国科学院广州能源研究所
扬州大学
兰州树木园
浙江省温岭市环境综合整治工作委员会
浙江省春晖中学
甘肃省兰州市第三十五中学
江苏省南通市崇川学校
浙江省青山湖科技城育才小学





前言

读者朋友们，你们好！经过二十多位老师和同学的共同努力，《“微”故事——微生物的前世今生》一书终于出版了！编者们的心情可以说是既激动又惶恐。激动的是，这本书从最初编者们的擦出创作火花，到组织编委会和内容设定，再到编写、修改、校对等，倾注了大家太多太多的心血。实事求是地讲，所有编者都是十分热爱微生物的。没有热情，何谈创作？这本书的诞生，了却了大家的一个心愿，让我们觉得做了些什么。惶恐的是，尽管在编写时对人员进行了优化配置，对内容也是咬文嚼字、斟酌再三，但是读者们喜不喜欢，内容是深了还是浅了，会不会有的内容已有新的进展而编者们不知道，会不会有谬误……

为了写好这本书，编者们结合各自实际，查阅了大量资料，并在“参考文献”部分列出，但也存在个别重要资料出处未加罗列的可能，特致以诚挚的歉意！为了能够使内容生动有趣，更好地为读者所理解，编者们不仅辅以大量图片，还特邀小学、初中、高中和大学的老师和同学们为内容“把脉”，吸收她们的建议。希望读者能在收获知识的同时，轻松、自在，如沐春风。

成书过程中，也有资深人士提出能否找到一条主线，将所有故事“串”起来。但微生物“变化多端”，本书中的几十个故事涉及多个领域。大家商议后，决定“物以群分”，将67个故事按照各自领域、类别，分别归入吾名微生物、微生物学大咖、饮食中的门道、



可怖的微生物、微生物与农业、微生物与环境、脑洞大开七个版块。希望读者朋友们能在了解微生物特点、获悉微生物学史上著名人物及其事迹之后，逐步了解其在各领域的作用、妙处，树立正确的微生物认知观，并最后自由畅想、憧憬美好“微”世界……

万分感谢在本书编写过程中给予了支持和帮助的师长、领导、朋友和同学们，你们的支持使得本书更加精致，谢谢大家！由于编者们水平有限、实践不足，加上微生物学尚处在快速发展之中，书中错误、疏漏之处敬请读者包涵、指正。

衷心希望读者朋友们能够喜爱这本书，读好这本书。你们的认可，是对编者们最大的鼓励与褒奖。如果本书能将您引上“微生物”之路，那将是编者们的无上荣光。

最后，微生物学的发展急需大量新鲜血液的不断注入，莫愁前路无知己，天下谁人不识“菌”，欢迎你们，共勉之！

虞方伯

2018年6月



目录

前言

吾名微生物

1. 微生物，地球之主	1
2. 百变星君——微生物	4
3. 生命宝库——微生物基因组	7
4. 微生物社交法则——群体感应	9
5. 微生物离体培养利器——培养基	12
6. 微生物工作者也有艺术范儿	15
7. 微生物保藏“三板斧”	19
8. 如何练就鉴别微生物的火眼金睛	22
9. 革兰氏染色法	25

微生物学大咖

10. 巴斯德拯救法国葡萄酿酒业	29
11. 巴斯德与免疫	32
12. 科赫与科赫法则	35
13. 列文虎克的显微镜	38
14. 立克次医生与立克次氏体	40
15. 意外的收获——青霉素	43



16. 樊庆笙与国产青霉素·····	46
17. 汤飞凡与沙眼衣原体·····	49
18. DNA 双螺旋结构的发现及其带来的启示·····	52
19. PCR, 奇妙的 DNA 复制法术·····	54

饮食中的门道

20. “金花”与砖茶·····	57
21. “中国奶酪”·····	60
22. 低调的美味——发菜 & 地衣·····	63
23. 微生物中的“巨人”——蘑菇·····	65
24. 化身祥云的灵芝·····	68
25. 螺旋藻的那些事儿·····	71
26. 软黄金——冬虫夏草·····	74
27. 一个馒头引出的两个道理·····	76
28. 制曲酿酒·····	78
29. 古人为何偏爱银器·····	80

可怖的微生物

30. SARS 留给我们的不仅是痛·····	83
31. 破伤风的由来·····	86
32. 禽流感·····	88
33. 死亡梦魇——黑死病·····	91
34. 细菌战, 生物恐怖主义·····	93
35. 隐藏在胃里的杀手——幽门螺旋杆菌·····	95
36. 隐形的杀手——白念珠菌·····	98
37. 令人色变的 AIDS·····	100
38. 感冒与流感·····	102
39. 超级细菌·····	104
40. 解读螺原体·····	107

微生物与农业

- 41. 高效杀虫剂——苏云金芽孢杆菌 111
- 42. 肥田好哥俩——解磷菌与解钾菌 114
- 43. 根瘤菌开了一家世界第一的氮肥厂 116
- 44. 没有病毒哪来绚丽多彩的郁金香 119
- 45. 产甲烷菌的秘密 121
- 46. 马铃薯晚疫病 124
- 47. 醉马草事件的元凶——内生真菌 127
- 48. 疯牛病 129

微生物与环境

- 49. 生物之极——极端微生物 133
- 50. 移动的净水堡垒——活性污泥 136
- 51. 石油污染的微生物修复 139
- 52. 你真的了解 EM 菌吗? 141
- 53. 奇妙! 生物降解塑料 144
- 54. 净水好帮手——聚磷细菌 147
- 55. 第一个环境微生物学微信公众号——nldxhjwswx 150
- 56. 螯铁能手——铁载体菌 153
- 57. 邻硝基苯甲醛的降解者——ONBA-17 156

脑洞大开

- 58. 微生物玩转文物修复 159
- 59. 细菌也能指南北——趋磁细菌 162
- 60. 紫色细菌, 第一个被发现的外星生物? 164
- 61. 第二大脑——肠道微生物 167
- 62. 明日之花, 微生物燃料电池 169



63. 是谁成就了白蚁的好胃口·····	172
64. 爱美人士的偏爱——肉毒毒素·····	174
65. 放线菌仍是抗生素筛选的宝库吗?·····	177
66. 种痘防花·····	179
67. 细菌冶金·····	182

参考文献·····	184
后记·····	185
致谢·····	186

吾名微生物

1

微生物，地球之主

前两天送女儿上幼儿园，女儿一路上蹦蹦跳跳，突然很兴奋地问我：“爸爸，昨天老师告诉了我们谁是森林之王，你知道是谁不？”我拉着女儿的小手，反问她：“这个当然知道了，但你知道谁是地球的大王吗？”这个机灵的小家伙转了转眼珠，胸有成竹地回答：“那肯定是蓝鲸了，它是世界上已知的最大哺乳动物。”我知道她昨晚刚刚看了CCTV-9的《自然传奇》节目，这会儿是在现学现卖。可是，我还是告诉她：“亲爱的，不是蓝鲸，真正的大王是我们眼睛看不到的微生物。”女儿皱了皱小眉头，很是疑惑地进了幼儿园，还不时回头看看我。

其实，人们平时所说的微生物一般被认为是肉眼不可见，抑或是看不清楚的微小生物统称，诸如病毒、真菌、藻类、细菌，以及小型原生生物等都被囊括其中。国内外的教科书通常将微生物进一步细分为八类，即：病毒、真菌、细菌、放线菌、螺旋体、衣原体、支原体和立克次氏体，但实际上一些肉眼可见的大型真菌（如蘑菇）也是微生物，意想不到吧。

2013年年底外语教学与研究出版社出版的《谁是地球的下一个主宰》一书较为全面系统地解答了本集故事开头提出的那个问题——谁是地球的主宰？当人们以地球主人翁姿态自豪地翻开此书开始阅读后，里面的一个个“猛料”不断对读者进行着“头脑风暴”。这本书将《科学美国人》这一全球



顶级科普杂志有关微生物的经典文章汇集成篇，通过一系列的陈述论证，最终揭晓了微生物无论从空间还是时间上来说都是地球绝对主宰者的事实。2016年，纽约大学的微生物学教授马丁·布莱泽（现任该校人类微生物组计划负责人）在其所撰写的《消失的微生物》一书中也言及微生物作为地球主宰的客观事实。

从空间维度上来讲，微生物占据了陆地、天空和水体的各个角落，参与了绝大多数的生命化学反应，构建起了食物链最为关键的底层基础。同时，由于其自身所具有的繁殖快、适应能力强，以及代谢途径多样等特点，使得其不仅散布于世界各地，而且还是在数量和质量上呈绝对优势的那种遍及分布。曾经有科学家报道称：微生物在每升海水中的数量是以10亿计的。换言之，即便是中国这个世界第一人口大国，其人口总数也要逊于2升海水中的微生物数量，而全世界人口之和也只不过是区区6升海水中的微生物个数。事实上，如果能够把这个星球上的所有微生物都包含在内，那它们的数量之和将远超其他肉眼可见生命体（包含昆虫、鸟类、哺乳动物以及花草树木等）的总和。

微生物可谓地球上存在最为久远的生命形式。至今，据科学家估算地球已经历了约45亿个春秋。起初，它是一块没有任何生命迹象的灼热熔岩。随后



(约 10 亿年后)，在原始海洋中首次出现了可以自由活动的细胞，而这些可以自我衍生的细胞就是最为原始的微生物，它们在随后的 30 亿年历史长河之中都是地球上存在的唯一生命形式。它们很孤单，但是它们拒绝平庸。它们“前赴后继”地为生物圈做贡献，努力为多细胞生命的衍生创造适宜条件。它们不仅制造了多数生物呼吸所必需的氧气，还肥沃了土壤，构建了海洋和陆地生态系统所赖以依存的食物网基础，等等。目前认为，人类出现在这颗行星上的历史不超过 300 万年，如果将地球过去几十亿年生命史缩至 24 小时，那么人类的原始前身大概出现在午夜前的 47 ~ 96 秒，而灵长类智人的“亮相”时间则仅仅是 24 点前的 2 秒钟。由此可见，在时间维度上微生物也是稳操胜券。

尽管，创造了灿烂文明和拥有巨大科技力量的我们拥有改造世界和左右其他生命形式存在与否的能力。但是，生命的进化仍在继续，道路依旧漫长，甚至有一天人们可能会发现自己并不是进化的终点。微生物作为地球的主宰，是名副其实地存在，理应受到人们的重视和尊重，而人类在充分发掘和利用微生物这一宝贵资源的同时，对这个世界更应抱有一颗感恩且畏惧的心。

2

百变星君——微生物

2017年4月的某天，网上传来杨洁导演离世的消息，作为70后的我不禁为之扼腕。对于许多人来说“杨洁”这个名字或许很陌生，但要是讲起86版《西游记》恐怕无人不知，无人不晓。这部承载了许多70后、80后儿时美好记忆连续剧一直是各个寒暑假期的霸屏者，也成为几代人心中经典。女儿看孙悟空腾云驾雾时的表情也像我儿时那样兴奋，也喜欢挥舞着小棒扮大圣。每每问起女儿，你最喜欢孙大圣哪里啊？女儿总是脱口而出“七十二变，七十二变”。

作为一名从事微生物学研究的科研人员，说到变化多端，我心里的第一选择实际上是给微生物的。它们变化多端，是自然界中真正的“百变星君”。翻开任意一本微生物教科书都可以发现，微生物首先包含了原核类的细菌、蓝细菌、放线菌、立克次氏体、衣原体和支原体等，其次真核类（具备完整的细胞核）的真菌、藻类和原生动物也在其列，最后甚至连不具细胞形态的非细胞类病毒、亚病毒也囊括其中。当然，有关微生物的研究并未穷尽，还在深入，而微生物的范畴也在不断扩展。正是由于微生物涵盖了如此之多的类别、种属，其复杂性和多样性令人为之惊叹。接下来，本文将着重从原核微生物、真核微生物和病毒三个方面介绍微生物的众生百态。

原核生物（由原核细胞组成的生物）中的细菌形态通常可分为三大类：杆菌、球菌和螺旋菌。杆菌顾名思义就是杆状细菌，虽然它们都呈杆状，但在长短、粗细和大小等方面有不小的差异。大一点的杆菌（如炭疽芽孢杆菌），3~10微米长，宽度在1.2微米左右，而像布鲁氏菌这样的小杆菌长度仅有0.6~1.5微米，连炭疽芽孢杆菌的“腰身”都不如，宽度更是仅有0.6微米左右。分类学家根据杆菌的形态，又将其细分成分枝杆菌、球杆菌、棒状杆菌和链杆菌等。说完了杆菌，再来看看球菌。球菌的直径大多在1微米左右，球状或近球状（如肾形、豆形和矛头形）。根据其在繁殖时的分裂平面和排列方式等差异，可将

其细分为：链球菌（一个平面上分裂，子细胞呈链状排列，如溶血性链球菌）、单球菌、双球菌（一个平面上分裂，后对称排列，如脑膜炎奈瑟菌）、四联球菌、八叠球菌（三个相互垂直平面上分裂，子细胞叠放呈立方体，如尿素八叠球菌）和葡萄球菌（多个不规则平面上分裂，子细胞呈葡萄状粘连，如金黄色葡萄球菌）。最后，来了解一下螺形菌。螺形菌通常可分为弧菌和螺菌，弧菌较短（2~3微米），呈弧状或逗点状，而螺菌有3~6微米长，菌体有多个弯曲，如固氮螺菌就是螺菌的典型代表。

以真菌为代表的真核微生物因其构成（有单细胞和多细胞之分）和繁殖方式（有无性繁殖和有性繁殖之分）等存在显著差异，其形态更是千差万别。单从形体来看，小点的真菌需要通过显微镜方能看到，而大型真菌则肉眼可见。人们平日里喜食的蘑菇就是一大类子实体（高等真菌的产孢子结构，即果实）呈肉质或胶质的大型真菌，它们的种类可不少，如平菇、金针菇、口蘑、鸡腿菇、蟹味菇、牛肝菌、松茸和木耳等，都在其列。它们是那么的多样，外形、颜色、质感和口感等都不同，相信品尝过的朋友一定有所感悟。目前，仅仅是毒蘑菇全世界就发现了260多种，其中有200种左右存在于我国。

病毒作为没有细胞结构的微生物，个体最为微小，多数需要借助电子显





显微镜方能一窥真容。已知个体最大的痘病毒大小仅为（170 ~ 260）纳米 × （300 ~ 450）纳米，而最小的双联病毒直径则约为 19 纳米。参照病毒的结构形态可将其分为以下常见几类：二十面体对称类（大部分动物病毒）、螺旋对称类（很多植物病毒属于此类）和复合对称类（如噬菌体病毒）等。

需要说明的是，微生物形态会随着所处环境的酸碱度、温度、培养时间和养分等的变化而变化，即便是同一株细菌，在不同条件下也可能呈现多种形态。比如，芽孢杆菌在不良环境条件下，易形成芽孢，一端发生膨大，而条件适宜时，便恢复杆状。放眼这多姿多彩的大千世界，不同的环境造就了不同的微生物，而微生物反过来又影响着环境。微生物这位“百变星君”，妙用无穷，是真正的“聚宝盆”。人们在感慨之余，应当更好、更合理地对其加以开发和利用，造福人类。