

Z X K W T D C S

中学课外天地丛书 00 生物系列 00

微小的精灵

SHANXI EDUCATION PRESS

彭仁旺 黄秀梨

生

物

系

列

山西教育出版社

Z X K W T D C S

中学课外天地丛书 ● 生物系列 ●

微小的精灵

●
彭仁旺
黄秀梨

山西教育出版社

社 长 任兆文
总 编 辑 左执中
责任编辑 姚霭如
装帧设计 易 一
版式设计 荷 屏

中学课外天地丛书·生物系列

微小的精灵

彭仁旺 黄秀梨

*

山西教育出版社出版(太原并州北路 69 号)

新华书店经销 山西晋财印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/32 印张:5.125 字数:110 千字

1996 年 7 月第 1 版 1996 年 7 月山西第 1 次印刷

印数:1—3000 册

*

ISBN 7-5440-0843-6
G·844 定价:5.20 元

前 言

朋友，你听说过精灵吗？在中国乃至世界的神话传说中，她们是一群无忧无虑、活泼可爱、对人类充满了爱心的小天使。青青河边，悠悠山巅，每一处阳光照耀的地方，都有她们翩翩的身影。

神话世界令人向往，但毕竟虚幻；现实中有没有真实的“精灵”呢？有。在哪里？就在你我身边。

无论繁华的现代都市，还是富饶的广袤田野；不管茫茫北国，还是幽幽江南，有人的地方，“精灵”就在。

1 万米的高空，8.5 万米深的太平洋海底，炙热的沙漠，冰冷的北极，人迹罕至之处，“精灵”亦存。

一把泥土，一杯河水，一方清新的空气，总藏着“精灵”们的倩影。

“不识庐山真面目，只缘身在此山中。”这群可爱的小“精灵”相伴人类千万年，却长期存在于我们的视野之外。

显微镜把人的视线第一次引进了那片神秘的“精灵”世界：

这里，有地球上最古老的居民；这里有世界上的赛跑冠军；这里母亲和父亲往往集于一身；这里还有绝对的超级母亲，生儿育女成千上万也不嫌累……

这个神奇的“精灵”世界就是微生物世界，一个奥妙无穷的世界。本书向你展示的正是这个古老而神秘的微生物世界。

那么，微生物世界中有哪些成员呢？主要类群有：类病毒、病毒、细菌、立克次氏体、支原体、衣原体、放线菌、霉菌，还包括一些单细胞藻类和原生动物。至今已知的微生物约有10万种。

说到此，你一定会问，这些小小的生命究竟有多大的本领，值得我们为它树碑立传呢？是的，它们具有“超人”的本领，它们的独有才能已闻名于天下。其一，它的种类多、分布广。其二，它的生长繁殖速度快，善变能力强。其三，生命力强，新陈代谢旺盛，它能快速地把体内废物排出体外，又能神速地变外界物质为自身成分。例如，生产味精的小小谷氨酸棒杆菌，只要50多个小时，它的重量便可增加几十亿倍。世界上哪类生物能与它相比呢？当然，微生物中也有一些害群之马，它们曾给人类带来巨大的灾难。有些由微生物引起的疾病现在正在危害人类的健康。在本书里我们也将介绍它们的足迹。

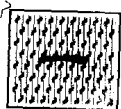
读完这本书，你就像在微生物的王国里作了一次旅行，除了惊喜，你还会认识到其中的一些奥妙和绚丽多姿。探索这些神奇的小精灵，为人类造福，该是多么有意义的伟大事业啊！

本书最后由彭仁旺博士和黄秀梨副教授审定。各章编写人是：前言，黄秀梨、彭仁旺；第一、四章，彭仁旺；第二、三、五章，翟锦彬；第六章，胡巍；第七章，黄秀梨、胡巍、翟锦彬。本书写作过程中承蒙钱存柔教授和郭华庆副教授热心指导，并提出了宝贵意见，特致深切谢意。刘全儒同志帮助绘图，一并致谢。

目 录

一	岁月沧桑话当年	(1)
	(一) 牙垢里的秘密	(1)
	(二) 艰难的求索	(5)
二	生命世界里的“小人国”	(29)
	(一) 形形色色小精灵	(30)
	(二) 让泥土芳香的魔术师	(38)
	(三) 蘑菇世家	(40)
	(四) 分子生物	(47)
	(五) 其它成员	(50)
三	生命交响曲	(53)
	(一) 微生物的美食	(53)
	(二) 生活真奇特	(56)
	(三) 超级母亲	(59)
	(四) 易变的本性	(62)
四	是敌人更是朋友	(65)
	(一) 瘟疫恶魔	(65)
	(二) 医治征程漫漫	(73)
	(三) 神奇的疗法	(89)

五 美好的奉献	(101)
(一) 制作食品的“巧妇”	(101)
(二) 牛羊为什么能吃草	(103)
(三) 人造肉	(105)
(四) 生命元件	(108)
(五) 生命制药厂	(113)
 六 人类的好帮手	(121)
(一) 育肥大师	(121)
(二) 农业害虫的“克星”	(126)
(三) 美化环境的义务兵	(129)
 七 赫赫新战功 瞩目新征程	(134)
(一) 战胜癌症的生力军	(135)
(二) 新能源的开发	(142)
(三) 环境保护小霸王	(146)
(四) 生物工程舞台上的主角	(152)



岁月沧桑话当年

(一) 牙垢里的秘密

相逢不相识,视为陌路人

虽然人类认识微生物很晚,但利用微生物却有好几千年了。

中华民族在 4000 多年前就学会了酿酒、制醋和制酱。公元前 14 世纪的《书经》里有“若作酒醴,尔惟曲蘖”的记载,意思是说,要制作酒类,必须用曲蘖。这里的“醴”即甜酒,“蘖”即谷物,“曲蘖”即发酵的谷物,其中就含有微生物。现在我们已经知道,酒是酵母菌发酵的结果。酵母菌能把谷、麦中的糖类物质转变成酒精。这说明在几千年前我国人民就已知道怎样利用微生物了,这是中国对世界文明的贡献。

每逢节日,中国人喜欢自己动手酿酒制醋。酿酒制醋离不开曲子,也就是某一种微生物菌种。获得某一种性能良好的微生物菌种是极不容易的,需要通过人工的方法筛选、分离和培养。而一旦获得,就是人类的一大财富。中国的许多名酒,如茅台酒之所以具有独特的风味,很大程度上是选用了独特的

菌种发酵的结果。在我国,至少在 1000 多年前,制造酒曲的工艺就已经相当成熟了。公元 6 世纪贾思勰所著的《齐民要术》一书中,就有制曲和酿酒技术的详细记载,当时人们把发酵用的微生物制成曲饼,借以保存和传递微生物菌种,供家庭和手工作坊使用。如今,这种制曲方式仍普遍被采用。

中国是世界上最早把微生物应用于农业的国家之一。我国劳动人民早就发现:大豆可以在贫瘠的土地上茂盛生长,种过豆类植物的土地特别肥沃,因此提倡豆类和其它作物间种、轮种。这其中的道理是什么呢?原来,在豆科植物的根部长有根瘤,根瘤里生存着一种细菌,叫根瘤菌。根瘤菌有一个天大的本事:能把空气中的氮气固定,并源源不断把氮气转变成氨。氨是极好的氮肥,是农作物非常喜欢的肥料。吃饱了氮肥的作物生长旺盛,果实丰满。这不难说明,在我国古代,人们虽不知道固氮作用的存在,也不知道根瘤菌为何物,但已知道利用根瘤菌来积累氮肥了。

微生物是某些传染病的病因,这在 19 世纪末才由欧洲人得到证明。中国古代虽不知道微生物可以引起某些传染病,但从文字的记载看,中国人对传染病病因的认识以及采用的治疗手段在公元前就已达到了很高的水准,而欧洲人达到同样的水平却是几千年以后的事了。例如,公元前 556 年就有驱散狂犬来预防狂犬病的记载;名医华佗在进行外科手术时,主张割去腐肉以防感染;到了宋真宗时代,发明了种痘术,通过接种人痘来预防天花。后来,种痘术相继传到俄国、日本和朝鲜,并于 1717 年由土耳其传入英国。现在世界上广泛使用的通过种牛痘来预防天花,就是英国人琴纳受由我国传入的种人痘的启示而发明的。种人痘作为免疫预防疾病的起源,是中国古

代人民对世界医学的巨大贡献。

微生物中危害人类的只占很少一部分,大多数对人类是有益的。微生物以其特有的广泛的分布、多样的生活方式和强大的生命力,一直默默为人类造福。现在可以这样说:没有微生物的存在,就没有我们人类的今天。然而遗憾的是对于这些时时刻刻与人类共命运的有功之臣,千百年来人类竟“视”而不见,当时人们又哪里想到,酒、酱、醋这些美味竟都是微生物的功劳呢?

显微镜下的奥秘

为什么列文虎克看到了千百年来人们看不到的微生物呢?话还得从头说起。

16世纪,随着文艺复兴,英国工业革命的相继兴起,欧洲开始摆脱封建社会的桎梏,大踏步地走到了人类文明的前列。人们在自由的空气里呼吸,各门自然科学如雨后春笋,方兴未艾。实验代替了神的指示,成了科学的第一要素,以观察为主体的科学时代来临了。荷兰,这个欧洲西海岸的小国,航运十分发达,曾经拥有世界上最大的船队。尽管荷兰是一个重视商业贸易的国家,但工业革命的浪潮还是波及到了这里。到公元17世纪,荷兰的资本主义得到了很大发展,各种手工业迅速繁荣起来,尤其是与航海有关的光学及光学器械的研究得到了极大促进。当时,荷兰一个小镇上有个布商叫列文虎克,他在业余时间磨制透镜,这是他生活中的一大业余爱好。他不但磨制透镜的水平很高,有一次,他还把两片磨好的透镜平行地固定在一个木架上,通过两片透镜往下看,令他惊愕的是,透镜下的物体变大了。他拿这个结构来观察雨水,发现了许多在里面游动的“小动物”,列文虎克称之为“微动物”。他又特意从

一个从未刷过牙的老头的牙上取下一些牙垢，放在他自制的装置下观察，这回更使他大吃一惊：原来，这牙垢里长满了各种各样的小生物，这些肉眼看不见的小生物或呈杆状，或呈螺旋状、球状。有的单个存在，有的几个连在一起，有的来去匆匆，有的则悠哉悠哉。列文虎克对这一切很感兴趣，他把观察到的结果都详细记录了下来。1676年10月9日，列文虎克给英国伦敦皇家学会（当时的科学权威机构）写了一封信，报告了他的观察结果，他写道：“1675年，在一个内层下半部上了釉的新瓦罐中，盛着不过几天前的雨水，我发现水中有小生物，这件事吸引着我，使我集中注意力去观察，特别是那些出现在我面前的比水中肉眼可见的要小万倍的小动物。”列文虎克给伦敦皇家学会的另一份报告中说，他在前一天已经把一些完整的胡椒放进井水里，当他观察井水时：“我发现，在一小滴水里有许多极小的动物，它们种类不一，大小各异，简直是不可思议。它们像鳗鱼，弯曲着运动，总是头在前方游个不停，尾巴从不向前。尽管它们运动得非常缓慢，但这些极小的动物会同样自如地向前向后运动。”英国科学家兴致勃勃地阅读了他的热情洋溢的信，但显然没有觉察到他这项发现的重要意义。

1683年，列文虎克再次给伦敦皇家学会写信，这一次还一并寄去了他绘的图。1684年，信的摘要连同列文虎克绘制的细菌图发表在《皇家协会科学研究会报》上，这是列文虎克的发现第一次公诸于世，列文虎克也毫无疑问成了第一个看到细菌和第一个绘制了细菌图的人。

列文虎克把两片透镜平行放在一起，实际上就是一台简单的显微镜。列文虎克的显微镜能放大200~300倍，只能看

到细菌的外形和轮廓，但列文虎克通过他发现的细菌却向人们第一次揭示了动、植物之外的生物的存在。继列文虎克之后，许多微小的生物被陆续发现。从此，生物范畴被大大拓宽了：除了我们所熟知的动物、植物，还有一类细小的微生物也在这个世界上生存、繁衍。但微生物的发现仅仅是洞开了这个神秘世界的一扇大门，要探索其中的奥秘，还有一条漫长的路程。

（二）艰难的求索

列文虎克发现微生物后，在科学界引起强烈轰动，一时间，去列文虎克家乡的人络绎不绝，人们都想亲眼看看微生物的庐山真面目，并一睹列文虎克的风采。连高贵的英国女皇也向列文虎克写信，要求看一眼细菌。

在当时，人们这样做只不过是满足一下自己的好奇心罢了，有谁能真正懂得发现这些微小生物的意义呢？

此后 100 多年，由于显微镜技术进展很慢，又限于当时化学、医学的水平，人们对微生物的研究仅局限于形态的观察，对其机能及与人类关系的了解则毫无进展，人们不可能把发酵、传染病与微生物联系起来。反过来，由于人们没有发现微生物的价值，又限制了对微生物的进一步研究。这种恶性循环，使微生物在从被发现到人们真正开始研究它们的差不多两个世纪内，被当成无足轻重的“小玩意儿”。

到了 19 世纪，自然科学有了巨大的进步，人们在生产实际问题中，发现了微生物的价值。首先是法国的微生物学家巴斯德，他从研究发酵的本质开始，揭示了微生物的一系列生物

功能；另一位微生物学家科赫在研究微生物的过程中，创立了一整套培养、分离微生物的实验技术，从而奠定了微生物学的基石；此后又经一代代科学家的努力，生物科学中的又一新学科——微生物学——终于诞生了。微生物学从微生物的形态、生理生化、遗传变异等领域研究微生物，是人类洞察神秘的微生物世界的一把金钥匙。下面我们撷取微生物学发展历程中的几朵浪花请读者品尝一下其中的辛酸和乐趣。

酒为什么会变酸

19世纪，法国出了一位伟大的科学家，他的名字叫做路易斯·巴斯德。巴斯德以自己卓越的才华和为科学献身的精神，把微生物从满足人们好奇心的对象变为科学研究的对象，从而引起了一场微生物学的革命。巴斯德引发的这场革命是从研究酒变酸开始的。

巴斯德生活的时代，法国的资本主义得到了极大的发展，农业已相当发达，随着葡萄的大面积种植，酿酒业成为法国的支柱工业之一。但长期以来，酒变质问题就像一个幽灵，时时徘徊在法国酿造业的上空，使酒厂蒙受空前损失。所谓酒变质，就是用传统方法酿出的酒，放不了多久，就出现酸味，放置时间愈长，酸味愈重。有时一桶酒变酸了，紧接着所有的酒都变酸了，其结果是大桶大桶的酒因不能饮用而不得不倒掉，酒厂老板为此伤透了脑筋，法国经济亦大受影响。1856年，应法国政府之邀，巴斯德开始研究酒变酸问题。

巴斯德首先将未变质的酒放在显微镜下观察，发现里面有微生物活动，这种类型的微生物个体浑圆，像个“胖娃娃”，有时候，还可以见到一个“胖娃娃”生出另一个“胖娃娃”来。实际上，巴斯德看到的这种圆乎乎的微生物叫酵母菌，是酿酒所

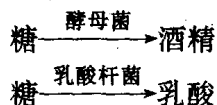
必需的。别看酵母菌个头不大,长度一般只有 $5\sim 30\mu\text{m}$ ($1\mu\text{m}=1/1000$ 毫米),其貌不扬,力量却不小。它在含糖丰富的环境里生长,把其中的糖分变成酒精。我们平时制酒时,总是要用一种叫曲的物质,这曲就含有酵母菌。爱吃水果的人也许有这样的经验:损伤或腐烂的水果总有一股酒味,这是什么原因呢?原来,损伤处沾上了酵母菌,这些酵母菌把水果中的糖分变成了酒精,所以闻起来就有了酒的香味。

巴斯德继续观察变酸了的酒。在变质的酒中他发现了两类形态迥异的微生物,一类就是好酒中见到的酵母菌;还有一类个子瘦长,看上去像根细棒,这是什么东西呢?

巴斯德是个善于动脑子的人,他设想:既然酵母菌在好酒和变质酒中都存在,说明酵母菌本身不能使酒变酸;另一种细而长的微生物只在变质酒中出现,那么酒的酸味是不是与这种细而长的东西有关呢?如果是这样,那么几乎可以肯定,这种细而长的微生物能产生一种有酸味的物质,酒变酸正是由于这种物质引起的。

实践是检验真理的唯一标准,只有实验事实才能说明问题。为了找到酒变质的真正原因,巴斯德开始了漫长的实验探索过程。巴斯德常常一个人端坐在显微镜前,一整天一整天地工作。他仔细辨别变质酒中的每一种微生物的形态。酸的酒、苦的酒、粘的酒、涩的酒,他都用显微镜逐一研究过,最终他得出结论:酒变质与微生物的存在及繁殖有关。在此基础上,巴斯德于 1857 年发表了《关于乳酸发酵的记录》。在这本书里,巴斯德第一次提出了发酵的本质,即发酵是微生物作用的结果,每一类型的发酵都是由一种特定的微生物引起。酵母菌引起酒精发酵,即通过酵母菌的分解作用,使糖变成了酒精。在

变质的酒中,那种细而长的微生物是乳酸杆菌。乳酸杆菌可以引起乳酸发酵,即通过乳酸杆菌的作用,可把糖变成乳酸。由于在酿酒过程中污染了乳酸杆菌,它们把一部分糖变成了乳酸。乳酸是有酸味的物质,因而酒变酸了。



如何防止酒变酸呢?巴斯德认为问题的关键在于防止杂菌的繁殖。为此,巴斯德尝试了很多方法,但都没有成功。最后,巴斯德发现,只要把酒放在 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的温度中几分钟,杂菌就可以被杀死,酒也就不会变酸了。巴斯德立即向工厂推荐这个办法。起初,酒厂老板不愿意把酒加热,但经过试验,都觉得这个方法挺好,经加热的酒不再变酸了。从此,法国酿酒业又恢复了生机。

利用加热的方法杀死有害微生物是巴斯德首先发现的,所以叫“巴斯德消毒法”。今天,“巴斯德消毒法”仍是食品工业中广泛采用的消毒措施,市场上出售的奶制品,如牛奶、酸奶及其它食品,通常都是利用“巴斯德消毒法”的原理来消毒的,但方法已有新的改进。

巴斯德的研究成果,标志着自列文虎克发现细菌以来 200 年间微生物研究徘徊不前的局面的终结,开创了微生物生理学研究的新时代,使微生物学的研究方向从单纯的形态描述走向对微生物本质的认识。

向“自然发生说”挑战

刚解决了酒变质问题,又一道科学难题横在了巴斯德面前。

事情是这样的：人们早就知道，放在空气中的新鲜肉，过不了多久就会腐烂，继而长出许多蛆虫来，一盆新鲜肉汤，在空气中放两个晚上，就会变质，在显微镜下就可以观察到里面有许多微生物繁殖。这些原本没有的蛆虫和微生物是从哪里来的呢？

围绕它们的来历，科学家们有两种意见，一种认为这些蛆虫和微生物是自然生成的，也就是说它们由非生命物质自己直接变来的；另一种观点认为，生命不可能由非生命直接变来，腐烂肉上的蛆虫和微生物一定像植物来自种子一样，来自于卵和微生物。前一种叫自然发生说，后一种叫生源说。到底孰是孰非？两派科学家彼此都拿出一些证据，宣扬自己观点的正确，攻击对方，但谁也说服不了谁。自17世纪以来，双方唇枪舌战、你来我往，发生了一场场关于自然发生说的科学论战。自然发生说到底正确与否，成了科学史上的一大悬案。

巴斯德亲眼目睹了这场论战，他敏锐地意识到：食品腐烂可能是微生物繁殖的结果，正如酒变质是由于长了别的微生物一样，如果能弄清这两者之间的关系，那么自然发生说到底是对是错也就一目了然了。

巴斯德不愧是一个伟大的天才，他不仅有高超的实验技能，更难能可贵的是他严密的科学思维和逻辑推理能力。他设想，要是生物真像自然发生论者所说的那样，可以随时随地从非生命物质转化而来，那么酒变质是不可避免的，因为即使把酒中的杂菌杀死，过后它们还会再长，所以要解决酒变酸的问题是不可能的。但事实证明，经“巴斯德消毒法”处理后的酒只要保存妥当，就不会再变酸，这说明实际情况并不像自然发生论者所想的那样。巴斯德知道，酒中的乳酸杆菌是酿造过程中

污染的结果，并不是短时间内自然生成的，由此他联想到，肉汤中的微生物肯定是来自周围的环境，极有可能是空气。

如何证明自己的设想呢？巴斯德首先要证明的是空气中是否含有细菌。这个实验是这样做的：他把一团棉花放在水中煮沸，直到杀死棉花和水中的全部细菌，然后，他把新鲜空气打入棉团，再将棉团放入原来的无菌水中立即观察，他发现棉花和水中都有微生物生存和繁殖，这似乎可以证明空气中含有微生物。

但自然发生说支持者们并不承认这一点，他们横挑鼻子竖挑眼，硬说这些微生物不是来自空气，而是在无菌的棉团和水中自然生成的。为了澄清这一点，巴斯德又设计了一个实验：用一块无菌棉团过滤空气，然后迫使过滤后的空气穿过第二块无菌棉团，再将第二块棉团放入水中，结果发现，在水中没有微生物出现，这回自然发生论者无话可说了。为什么呢？因为唯一可能的解释是：第一块棉团阻截了空气中的微生物，使它们无法接触到第二块无菌棉团或无菌水，所以第二块棉团和无菌水中没有微生物出现。

巴斯德的实验告诉人们：吸附在尘埃上的微生物在空气中到处飘荡，新鲜肉汤中出现的微生物并不是两个晚上就从肉汤中自然生成的，而可能是由于肉汤接触空气，接受了来自空气中的微生物所致。

“自然发生说”的破产

巴斯德以其独具匠心的实验，解决了一个巨大的问题，得到了空气中含有微生物的正确结论。这无疑给自然发生说一记重锤。然而，自然发生说的拥护者决非等闲之辈，他们中不少是当时颇有声望的科学家，他们千方百计维护自己的学说。