

# 微生物制剂的 应用研究

第二版

李维炯 主 编  
倪永珍 李 翎 副主编

WEISHENGTAI ZHIJI DE  
YINGYONG YANJIU



化学工业出版社

# 微生物生态制剂的应用研究

第二版

李维炯 主编  
倪永珍 李翎 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书对微生态制剂的种类、微生态制剂应用与研究的意义、存在的问题等进行了简要介绍,系统阐述了微生态制剂的基础知识和研究意义,微生态制剂在无污染畜牧业、生态种植业和环境保护方面的新成果和新应用。全书内容翔实、丰富,注重理论联系实际,列举了较多微生态制剂应用的成果实例,具有较强的理论性、实践性、实用性。

本书可供农业、环保科技工作者和广大农户阅读、参考,也可供各高等院校相关专业师生学习、阅读。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

微生态制剂的应用研究/李维炯主编. —2 版. —北京:  
化学工业出版社, 2019. 4

ISBN 978-7-122-33961-4

I. ①微… II. ①李… III. ①微生物生态学-制剂-应用-研究 IV. ①R945

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 034686 号

---

责任编辑: 张 艳 刘 军  
责任校对: 边 涛

文字编辑: 焦欣渝  
装帧设计: 王晓宇

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 15 字数 277 千字 2019 年 8 月北京第 2 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

## 本书编写人员名单

主 编：李维炯

副 主 编：倪永珍 李 翎

编写人员（按汉语拼音排序）：

陈 亮 李 翎 李维炯

倪永珍 王力坚 张立功

---

## 前言

---

《微生态制剂的应用研究》一书，自 2008 年 1 月出版至今已出版 10 年有余。在此期间，行业已发生了翻天覆地的变化，有了长足的发展。为进一步满足读者需求，此次在第一版的基础上做了大量修改和补充，以崭新的面貌以飨读者。根据目前的实际情况，此次修订把微生态制剂在环境治理和保护方面的应用提前，放在第二章的位置，把这些年在环境治理方面所做的工作尽可能收入其中，并把在黑臭水体治理、垃圾污泥除臭、污泥过程减量等实际工作中总结出来的微生态工程技术体系奉献给大家。在种植业方面，在过去研究的基础上，重点对在绿色（有机）果品生产、中药材等特种经济作物的重茬障碍防治等方面的应用效果和技术做了大量修改和补充；在养殖业方面，添加了生猪养殖场零污染排放微生态工程技术体系的研究成果等内容；删除了第一章绪论中第六节知识问答部分。

本书力求给读者提供微生态制剂应用和研究领域的最新进展，一方面希望能对有关的科研工作者与在生产实际中应用此类产品的用户有所帮助；另一方面，也希望借此机会，感谢 20 多年来曾经悉心引导、帮助过我们的导师、中外朋友、同行、学生以及广大的实践者们。

时光荏苒，从 1992 年我们初遇日本的 EM 制剂，至今已过去 20 多年了！EM 技术可以说是中国复合微生物技术研究和应用的启蒙者，也开创了我国微生态制剂研究的新思维、新领域和新局面。如今以复合微生物菌群组成的微生态制剂、产品已涉及种植业、养殖业、环境保护、食品加工等诸多领域；生产者与使用者遍布祖国的大江南北。作为早期的探索者，一路走过来的我们，经历其中的是非、坎坷都不重要，而在这过程中，那些于困难中得到的真诚的帮助，弥足珍贵、无法忘怀！

李维炯教授的导师、中国工程院院士、中国农业大学辛德惠教授因公殉职 20 年了，当年，就是他顶住国内学术界对 EM 技术多有争议的压力，旗帜鲜明地支持我们引进推广日本 EM 技术，亲自为我们于 1996 年 2 月出版的图书《EM 技术研究与应用》做“序”，指出：“通过试验研究，弄清其作用机理，规范其有效使用方法，进行逐步推广使用，并创造出中国的 EM 技术，则必将对我国高产、优质、低耗、高效地发展农业，净化环境和提高人民健康水平方面做出难以估量的贡献。”如今，二十多年过去了，辛先生，您看到了吗？这本书的一版再版就是交给您的答卷！我们取得的每一点进步，取得的每一个成功，都离不开在我们创业初期、局势并不明朗时您的高瞻远瞩、铿锵有力的支持和指导！我们知道，虽然我们做的离您的要求“我们的目标是：在我国，择大自然之精华，创造适宜条件，建设 EM 大环境，以促进生产-

经济-社会的持续发展和人民生活-生产环境质量的提高，即在泛生态大系统中创造优化的微生态系统，在生产与生活大环境中建造优化微生态环境，成为全球的大样板”还相差甚远，但是，我们一定把您为我们第一本书写的“序”，反复拜读和温习，我们会永远铭记您对我们的指导和鞭策！

俗话说：饮水不忘挖井人。在本书再版之际，我们除了对帮助过我们的中外老同事、老朋友和曾经是我们的学生、现在已经是国家栋梁的朋友们表示真诚的感谢外，还要对近些年给予了我们极大帮助的企业家、工程技术人员、工人师傅和农民兄弟们致以崇高的敬意，正是他们在人力、物力和财力上的鼎力相助，才使得我们的许多试验和工程项目得以顺利完成，并取得了科学的数据。

作为中国生态农业的科研与教学工作者，几十年来我们都在探索国内切实可行的生态农业技术，这是我们责无旁贷的。令人欣慰的是，我们找到了一条可行的微生态工程技术体系，有了安全可用的产品。只是由于多方面条件的限制，还有许多有待深入研究的课题、扩展的空间，尤其在作用机理和新产品开发方面还需要更多的人力、资金的投入，进行更加深入的研究。我们也殷切地期望有更多的企业家、科技工作者、工人、农民和青年学生加入到我们的队伍中来，为早日实现我们共同的事业、实现伟大的中国梦而奋斗！

本书中绝大多数案例基本上是笔者多年的亲自实践，数据也是真实的记载，以供研究者与使用者参考，权作抛砖引玉吧！

本书的具体编写分工为：第一章由倪永珍、李翎编写；第二章由李维炯、陈亮、王力坚编写；第三章由李维炯、张立功、王力坚编写；第四章由李维炯、倪永珍、李翎编写。全书由李维炯、倪永珍最后审定。

李维炯 倪永珍

2019年5月

---

## 第一版前言

---

微生物学和微生物制剂在世界上都算是新学科和新生事物了，而我国在这方面虽然起步晚但却发展迅速。随之而来的是不论在学术界，还是应用者，对微生物制剂的作用，众说纷纭，有拍手称赞的，有极力反对的，也有无可奈何的……莫衷一是。

我们是农业高校教师，长期从事农业科技工作，一方面为中国的生态农业培养高级专业人才，另一方面从事生态农业技术的研究。在 20 世纪 80 年代末，就曾经参与研制“曲周饲料酵母”，该产品在全国星火科技成果博览会上曾获得过金奖；1992 年开始，试验引进了日本的“EM”复合菌剂，并成功地把 EM 产品推广到北京、天津、福建、四川、山东、江西、甘肃、内蒙古、湖北、湖南、河北、新疆、广东、黑龙江、吉林、辽宁、山西、陕西、河南、宁夏、安徽、江苏、浙江、海南、云南。我们的工作，为中国的生态农业、为中国的绿色食品和无公害食品的生产起到了一定的促进作用。中国的第一个绿色食品肉鸡、猪肉、鸡蛋以及绿色食品蔬菜黄瓜、粮食作物小麦等都是在我们的试验中诞生的，城市生活垃圾的恶臭也是我们首先应用微生物制剂除臭的。

在成功的试验、示范、推广“EM”的基础上，我们于 20 世纪 90 年代末和 21 世纪初，在多功能复合微生物制剂理念的指导下，又研制出“生物活性饲料添加剂”“VT 微生物菌肥”和“益科乐活力菌”。这些产品从研制成功的时候起，就在国内 10 多个省（区）的种植业、养殖业和环境保护方面得到广泛应用，获得了一致的好评。

曾经，我们也是微生物制剂的怀疑者，但是作为从事中国生态农业研究的专业人员，我们感到，在我国人口众多、环境日益恶化、资源过度利用和衰退的情况下，必须摆脱完全依赖化肥、化学药物等的恶性循环局面，走持续发展的道路。日本琉球大学比嘉照夫教授于 20 世纪 80 年代研制的 EM，是一个成功的尝试，在 10 多年的时间里，在世界五大洲 90 多个国家的推广都取得了成功。EM 不仅仅是一个产品，更是一个思路、一个综合的技术，对全世界都产生了深远的影响。日本自然农法国际研究开发中心支持比嘉先生将 EM 技术推向世界，这是落实他们自然农业理念成功而重大的举措，也是对全世界人民的贡献。

近 20 年来，我们一面从事教学工作，一面从事微生物制剂的实践，奔走在种植、养殖和环境保护的生产现场。现在奉献给读者的这本书，是我们多年实践活动的部分总结，其中的试验数据，基本上是我们自己以及我们的学生亲自完成的。使

用的微生态制剂，也基本上在早期是日本的 EM 菌剂，中后期使用的是我们研制过程中的产品，包括益科乐活力菌、神微和晟微微生态制剂。

在完成此书时，我们首先真诚怀念曾经支持和鼓励我们敬爱的导师——已故的中国工程院院士辛德惠教授，是他，充分肯定 EM 的功能作用，提出研制中国自己的 EM 的设想，指出我们的目标是“创造出中国的 EM 技术、建设 EM 大环境……成为全球的大样板”！在试验的早期，在面临种种责难的情况下，他能以科学家特有的智慧，远见卓识，实事求是地支持我们，实在是难能可贵。就是在今天，当我们重温他的句句箴言，仍然热血沸腾！为此，我们将不遗余力，去实现他对我们的期望。

也感谢日本自然农法国际研究开发中心及比嘉照夫教授，他们满怀拯救地球环境的良好愿望，不遗余力地传播 EM 技术，走过中国南北许多偏僻的城镇、农村，不怕脏、累，到现场指导用户。没有他们多年无私的支持和帮助，就没有我们的研究成果，也是他们大大推动了今天中国的微生态制剂的繁荣局面。

新华通讯社高级记者、国内部原主编马成广先生，从 1994 年起，一直关注并多次追踪现场考察并报道我们的试验进展情况，他对微生态制剂的关注和兴趣，意在为中国的生态农业追寻切实可行的新技术，这正是一个 30 多年来从事国内农业报道的老新闻工作者的职业敏感和极大的热忱。

最后，我们也十分感谢我们的弟子们，其中有博士生：林远哲、黄宏坤、周涛、张晖、王力刚；硕士生：王旭明（现为清华大学博士后）、曹慧、柯真山、同小娟（现为博士）、张凤杰、赵晓艳、师宏奎、周莉华、崔西勇、阳文锐（现为博士）、刘国伟、王军、张俊峰以及曾经跟我们做毕业实习的本科生们，他们在完成自己学业的同时，也为协助我们的研究流过汗水。本书的具体编写分工为：第一章由倪永珍、李维炯、李翎编写；第二章由李维炯、倪永珍编写；第三章由李维炯编写；第四章由李维炯、李翎编写；全书由李维炯最后审定。

近 20 年，时间不算短了，直接或间接帮助过我们的人太多了，无法在此一一列举，在此，我们愿意表达我们对所有人的真诚的感激：你们的支持，是我们在风风雨雨中能坚持十多年的动力；你们的付出，为我国微生态制剂的繁荣、为挽救人类日益恶化的生存环境做出了可贵的贡献。

由于专业知识水平的限制，试验条件的制约等多方面的因素，我们所做的工作还差得很远，还有许多问题需要解决。愿这本书能对从事这项工作的实践者们起到抛砖引玉的作用。

编者

2007 年 9 月

---

## 目 录

---

### 第一章 绪论 / 001

#### 第一节 基本概念 / 001

- 一、生态学、微生物学与微生态工程 / 001
- 二、微生态平衡与微生态失调 / 003
- 三、微生态制剂 / 003

#### 第二节 微生物知识简介 / 008

- 一、微生物的定义 / 008
- 二、微生物的主要类群 / 008
- 三、微生物的主要特点 / 016

#### 第三节 微生态制剂的种类 / 017

- 一、微生态制剂的分类体系 / 017
- 二、动物微生态制剂 / 019
- 三、植物微生态制剂 / 020
- 四、环境微生态制剂 / 025
- 五、典型微生态制剂简介 / 027

#### 第四节 微生态制剂应用与研究的意义 / 031

- 一、为无公害食品生产提供了新的技术手段 / 031
- 二、为动植物病虫害的防治提供了新途径 / 034
- 三、有利于提高我国农牧产品在国际市场的竞争能力 / 035
- 四、有利于改善生态环境, 提高人民的生活质量和健康水平 / 035
- 五、推动了我国微生态学理论和实践的发展 / 036

#### 第五节 微生态制剂应用与研究存在的问题 / 037

- 一、必须树立对微生态制剂的正确认识 / 037
- 二、必须进一步加强对微生态制剂作用机理的研究 / 038
- 三、必须提高微生态制剂产品的质量 / 039
- 四、必须尽快完善微生态制剂产品标准, 消除市场产品混乱的问题 / 039
- 五、必须加强应用技术研究和培训 / 040

### 第二章 微生态制剂在环境治理和保护方面的应用 / 041

#### 第一节 微生物在污水处理工程中的主要作用 / 042

- 一、污水的生物处理 / 042
- 二、微生态制剂在污水处理中的应用 / 049
- 第二节 微生物增强剂在污水治理和净化方面的应用实例 / 051
  - 一、污水处理厂的除臭净化研究 / 051
  - 二、污水处理厂污泥过程减量的研究 / 053
  - 三、近海滩涂除臭研究 / 055
  - 四、黑臭水体的治理 / 056
- 第三节 城市生活垃圾的微生物处理技术 / 061
  - 一、堆肥处理技术 / 062
  - 二、沼气发酵 / 063
  - 三、卫生填埋法 / 063
  - 四、焚烧处理技术 / 064
- 第四节 微生物增强剂在垃圾处理上的应用 / 065
  - 一、垃圾处理(填埋、焚烧)场除臭 / 066
  - 二、垃圾中转(运)站的除臭 / 072
  - 三、旧垃圾场的治理改造和生态修复 / 073
- 第五节 环境微生态制剂的作用机理、使用原则和方法 / 076
  - 一、作用机理初步分析 / 076
  - 二、微生物增强剂在环保上使用的基本原则 / 078
  - 三、微生态制剂在环保上应用的基本方法 / 079
  - 四、需要注意的几个问题 / 080

### 第三章 微生态制剂在生态种植业上的应用 / 082

- 第一节 生态种植业目前存在的主要问题 / 082
  - 一、人口增长与农业资源有限的矛盾 / 082
  - 二、土壤污染状况日趋严重 / 083
  - 三、化肥使用不当造成的若干问题 / 084
  - 四、化学农药的不适当使用造成的环境和农产品污染 / 088
- 第二节 微生态制剂在生态种植业上的应用研究概述 / 090
- 第三节 复合微生物菌肥和生物有机肥的研究与应用 / 093
  - 一、复合微生物菌肥 / 093
  - 二、生物有机肥 / 096
  - 三、生物有机无机复合肥的制作和应用 / 102
- 第四节 微生态制剂在种植业上应用效果分析 / 105
  - 一、促进种子发芽、种苗生根和苗期生长 / 105

- 二、促进作物生长、提高作物产量 / 107
- 三、提高作物抗病虫害的能力 / 110
- 四、对土传病和连作障碍有很好的防治效果 / 112
- 五、提高农产品品质 / 113
- 六、微生态制剂在食用菌上的应用效果和技术 / 117

#### 第五节 微生态制剂在林果业上的应用效果和技术 / 119

- 一、林果生产目前存在的主要问题 / 119
- 二、微生态制剂在林果业上的应用效果 / 123
- 三、微生态制剂为绿色、有机果品生产提供技术基础 / 132
- 四、微生态制剂在果树上的应用技术和方法 / 133

#### 第六节 微生态制剂在种植业上作用机理的初步分析 / 136

- 一、对土壤进行生态修复,改善了土壤的理化性状 / 136
- 二、提高土壤肥力水平 / 140
- 三、提高土壤的生物活性 / 148
- 四、提高作物生长发育水平和生产性能 / 156
- 五、提高作物的光合作用能力 / 158

### 第四章 微生态制剂在无污染畜牧业上的应用 / 163

#### 第一节 无污染畜牧业生产所面临的问题 / 163

- 一、养殖业的迅速发展,造成了严重的环境污染 / 163
- 二、饲料资源不足,尤其是高蛋白饲料资源短缺和浪费 / 164
- 三、抗生素等药物的滥用,给养殖业带来种种弊端 / 165
- 四、畜禽产品品质下降 / 167

#### 第二节 微生态制剂在畜禽养殖上的作用 / 168

- 一、微生态制剂可促进畜禽生产性能的提高 / 168
- 二、微生态制剂能提高畜禽的免疫性和抗病虫害的能力 / 171
- 三、微生态制剂能去除畜禽粪便恶臭,改善生态环境 / 172
- 四、微生态制剂能提高畜禽产品品质,是生产绿色食品重要技术之一 / 175
- 五、微生态制剂与水产养殖 / 178

#### 第三节 微生态制剂在养殖上的作用机理初步分析 / 182

- 一、使饲料酸化软化,提高了饲料的适口性和利用率 / 182
- 二、微生态制剂对饲料中挥发性脂肪酸含量的影响 / 182
- 三、微生态制剂对饲料中粗蛋白、纤维素含量的影响 / 183
- 四、微生态制剂发酵对饲料中氨基酸和维生素含量的影响 / 184
- 五、微生态制剂对饲料中酶活性的影响 / 185

- 六、微生态制剂对饲料中抗营养物质的影响 / 187
- 七、微生态制剂对饲料中磷的影响 / 188
- 八、微生态制剂防治畜禽疾病的机理初探 / 189
- 九、微生态制剂对畜禽粪便除臭机理的初步研究 / 192
- 第四节 微生态制剂在养殖业上的应用技术和方法 / 194
  - 一、生物活性饲料添加剂的研制 / 194
  - 二、饲料处理技术 / 197
  - 三、饮水处理技术 / 199
  - 四、圈舍喷洒技术 / 200
- 第五节 无污染养猪技术体系研究 / 201
  - 一、复合微生物发酵床生态养猪技术研究 / 202
  - 二、生猪养殖场零污染排放微生态工程技术体系研究 / 210

## 附录 有机肥原料成分表 / 217

## 参考文献 / 225

# 第一章 绪 论

微生态制剂近年来在多个领域广泛应用，且发展迅猛。本书讲述的是有关微生态制剂的知识和应用。也是我们多年来从事这个领域研究和实践工作的总结。由于微生态制剂的理论基础是微生物学和生态学、微生态学，因此，在讨论微生态制剂之前，有必要简要介绍一下相关的基本概念和知识。

## 第一节 基本概念

### 一、生态学、微生态学与微生态工程

#### 1. 生态学

生态学在 20 世纪中期开始迅速发展。原本是生物学的一个分支，伴随着生物学的发展经历了漫长的过程，1900 年前后才成为独立学科。随着工业革命、世界人口的剧增、生产力的大幅提高，对自然与资源过度的开发与利用，对环境的污染和破坏，使人与自然的矛盾日益加剧。迫使人类为了持续发展，不得不开始关注自然，寻求与自然和谐发展的道路。生态学正是人类对自己的行为反思的结果，是关系到未来人类命运的科学。

生态学——ecology 一词来源于希腊文，由 oikos 与 logos 两词组成。oikos 指居住之地，logos 则指论述之意。两者结合则成为“ecology”，即生态学。1866 年，德国人海卡尔（Haeckel）首先提出这个术语时，曾将其定义为“活的有机体生活的内务”。1907 年，谢尔福德（Shelford）又定义为“有机体的生活要求与家务的习性”。1961 年，奥德姆（Odum）定义为“种群和群落的生物学”。1972 年，福布斯（Krebs）定义为“决定生物分布和数量相互作用的科学”。

研究”。

我国生态学家马世骏于1979年将生态学定义为“生态学是一门多科性的生物科学，它是研究生命系统与环境系统之间相互作用规律及其机理的科学”。

## 2. 微生态学

微生态学(microecology)是一门具有多分支学科、内容极其丰富的综合性边缘科学，作为一门独立的学科，只是近二三十年的事。但是，微生态学的起源是微生物学，并伴随着微生物学的发展而发展。

1977年，德国VolkerRush博士首先明确提出“micro-ecology”一词，并在德国的赫尔本建立起第一个微生态研究所。该所的主要工作是研究活菌制剂(生理性细菌治疗)，如大肠杆菌、双歧杆菌、乳杆菌等，总体来说是研究生态疗法和生态调整。因为是从正常微生物的生态规律出发，因而自然形成了一个微观生态的概念。1985年，VolkerRush提出了一个新的定义，“微生态学是细胞水平或分子水平的生态学”，明确了微生态学是生态学的微观层次。1988年，我国著名的生态学专家康白先生将其定义为“研究正常微生物群与其宿主相互关系的生命科学分支”。正常微生物群是指定居在特定个体的非但无害而且有益的、在长期的历史进化过程中形成的微生物群落或微生态系。

作者认为，从更广泛的意义上来说，微生态学是研究微生态系统中(人体、动物、植物和微环境)微生物群体的组成、结构、功能演变及其和环境之间的相互关系的科学。在实际工作中，人们可以根据研究对象的不同，把微生态学进行系统分类，如人类的各器官系统微生态学，像人类口腔微生态学、人类肠道微生态学等；不同动物种类的微生态学，如反刍动物微生态学、水生动物微生态学、昆虫微生态学等；环境微生态学，如土壤微生态学、污水微生态学等；植物微生态学，如水生植物微生态学、沙生植物微生态学、根系微生态学等。

应该指出的是，微生态学(microecology)与微生物生态学(microbiocology)是两个不同的概念。微生态学是研究人类、动物、植物以及环境与其正常微生物群相互关系的学科，而微生物生态学则是研究微生物与环境(生物的、物理的及化学的)相互关系的学科。前者以宿主为重心，后者以微生物为重心，因而在侧重点及内容方面不相同。

## 3. 微生态工程

微生态工程是微生态学的重要组成部分，是微生态学理论的实际应用。

微生态工程与遗传工程一样是现代生命科学的重要组成部分，该工程利用有益无害的微生物为人类、不同动植物和特定环境设计和研制相应的微生态制剂，用以调整、改善或保护微生态平衡，以达到抗病、促生长，提高种植业、畜牧业和养殖业产量，改善产品品质，保护生态环境和增进人类健康等目标。就目前微生态工程发展而言，它还涉及人类生存环境保护方面。

## 二、微生态平衡与微生态失调

### 1. 微生态平衡

微生态平衡的定义是严格的，有狭义和广义之分。

狭义的微生态平衡定义是：在微生物的角度，判断微生态平衡主要是看微生物在群落中的表现。1962年，外国学者 Haenel 提出的微生物群落的生态平衡定义是：“一个健康器官的，平衡的，可以再度组成的，能够自然发生的微生物群落的状态，叫做微生态平衡。”

广义的微生态平衡定义：微生态平衡是在长期历史进化过程中形成的正常微生物群与其宿主在不同发育阶段的动态的生理性组合。这个组合是指在共同的宏观环境条件影响下，正常微生物群各级生态组织结构与其宿主（人类、动物与植物）体内、体表的相应的生态空间结构正常的相互作用的生理性统一体。这个统一体的内部结构和存在状态就是微生态平衡。

### 2. 微生态失调

微生态失调是微生态平衡的反义词。在康白编写的《微生态学》一书中，认为其定义是：“正常微生物群之间与正常微生物群与宿主之间的微生态平衡，在外环境影响下，由生理性组合转变为病理性组合的状态。”对于一般人来说，这些定义很专业，难理解。早期的解释通俗易懂，比如对肠道菌群来说，其菌群的紊乱状态就叫做微生态失调。根据定义，我们也可以泛泛地理解为：微生态失调包括菌与菌的失调；菌与宿主的失调；菌和宿主的统一体与外环境的失调。但对于从事有关专业工作和研究的人员来说，都有详细而严格的标准来界定，在此就不做讨论了。

## 三、微生态制剂

### 1. 微生态制剂的概念

微生态制剂是指在微生态学的理论指导下，调整微生态失调、保持微生态平衡、提高宿主（人、动植物）健康水平或增进健康状态的生理活性制品及其代谢产物以及促进这些生理菌群生长繁殖的生物制品。近年来进一步发展到治理和改造环境方面的微生物制品，即微生物增强剂、微生物絮凝剂和微生物传感剂等。

微生态制剂，尤其是由多菌种组成的复合微生态制剂的研究和应用是近年发展起来的应用微生物学的一项重要内容，是把微生态学理论和微生态工程技术直接应用到种植业、养殖业、环境保护和人体保健等领域的重要产品技术，是把微生态科学的理论转化为现实生产力的纽带和桥梁。

我们认为，微生态制剂应该描述为：在微生态学理论的指导下应用微生态工

程技术,从自然界本来就存在的有益(有效)微生物中筛选出那些功能性强、共生性好、互不拮抗的多种微生物,通过适当的组配和科学的发酵工艺组合成能广泛应用于种植、养殖、环境保护和人体保健方面,调整微生态失调、保护微生态平衡的活菌制剂。

微生态制剂的显著特点:①由从自然界本来就存在的有益微生物中所筛选出来的一种或两种以上的微生物所组成,对人、动植物不仅无害而且有益;②组成微生态制剂的所有微生物种群能协同共生、互不拮抗、功能互补,符合系统功能整合原理,有较强的作用功能;③微生态制剂的主要功能作用是组成微生态制剂的所有活的有益微生物共同作用的结果,功能主体是活的有益微生物。这是它区别于其他添加剂的根本所在。

下面简述一下微生态制剂的由来。

从前述可知,微生物学的定义出现较晚,是近几十年的事。但微生物的利用却有着悠久的历史。

有资料显示,公元前200年,古埃及和古希腊等地就有了乳酸菌制作的发酵食品。公元1008年,在德国出现了世界上第一个酸奶作坊。16世纪中期,发酵乳酪逐渐成为一些民族的传统食品。我国制作酸奶的历史也很悠久,在贾思勰所著的《齐民要术》一书中,详细描述了制作的方法。

显微镜的发明无疑极大地推动了微生物学的发展。人们第一次见到了微生物。世界上第一个描述乳酸菌的人是巴斯德,那是在1857年。

1905年,乳酸菌的生理功能——酸奶能使人长寿的报道首次问世。

20世纪50年代,国内外都有很多人尝试用健康人体内的混合菌群来治疗肠道疾病且取得了成功。这以后,更多的科学家在肠道微生物区系、单一菌和多种菌引进无菌动物和悉生动物体后菌间关系与功能方面都进行了大量深入的研究,为微生态学科的形成与发展奠定了深厚的基础。

1974年,益生菌开始被用作饲料添加剂,益生菌产品从此大量出现。

与世界其他国家相比,我国晚了一些,但从20世纪80年代开始,我国也陆续开始了相关的研究,如光合细菌制剂、饲料酵母等,也从单一菌种的应用扩展到几个菌的复合,从象牙塔中走向田间地头,实现了在水产、养殖和种植方面以及医学方面多个领域的应用。1988年,康白主编的《微生物学》是我国最早的相关研究专著,那时有关微生态制剂应用的报道还很少,大量的文章和书籍涌现于20世纪90年代。这以后的微生态制剂就不仅限于人、动物和微生物的关系,也包括植物甚至环境与微生物的关系方面,有了更加广阔的空间。

## 2. 微生态制剂的构成

从微生态制剂的定义我们看到,组成微生态制剂的微生物对人、动植物和环境是有益(效)的。但是自然界的微生物种类繁多,不是所有的有益微生物都可

以被选用。只有那些人类认识较清楚、研究得较透彻的有益微生物才能被利用,因为有些微生物在某种特定条件下,有可能由有益变成有害(如条件致病菌),因此对可被用作微生态制剂的有益(效)菌,各个国家都会制定严格而统一的标准。世界各国对可以用于食品、医药和饲料添加剂的微生态制剂菌种都有严格的规定。

(1) 美国 美国食品药品监督管理局(FDA)和美国饲料管理协会(AAFCO)公布了40余种“可直接饲喂且通常认为是安全的微生物(GRAS)”作为微生态制剂的出发菌株:乳酸杆菌属、双歧杆菌属、肠球菌属、链球菌属、芽孢杆菌属、明串珠菌属、片球菌属、乳球菌属、丙酸杆菌属、拟(类)杆菌属、酵母菌属、曲霉菌属。

(2) 我国在饲料方面允许使用的菌种及作用 农业部1999年6月(105号公告)公布了干酪乳杆菌、植物乳杆菌、粪链球菌、屎链球菌、乳酸片球菌、枯草芽孢杆菌、纳豆芽孢杆菌、嗜酸乳杆菌、乳链球菌、啤酒酵母、产朊假丝酵母和沼泽红假单胞菌12种可直接饲喂动物、允许使用的饲料级微生物饲料添加剂菌种。

此外,在国内外还陆续有新的应用菌种的报道,如环状芽孢杆菌(*B. circulans*)、坚强芽孢杆菌(*B. firmus*)、巨大芽孢杆菌(*B. megaterium*)、丁酸梭菌(*Clostridium butyricum*)、芽孢乳杆菌(*L. sporogenes* 或 *sporolactobacillus*)等。

### 3. 有益(效)菌的功能作用

下面仅对我国农业部批准使用的菌种做一简单介绍。

(1) 干酪乳杆菌 革兰氏染色阳性,杆状,一般可从牛乳、乳酪、乳制品、青饲料、酸面团、人口腔等处分离到。干酪乳杆菌电镜照片见图1-1。

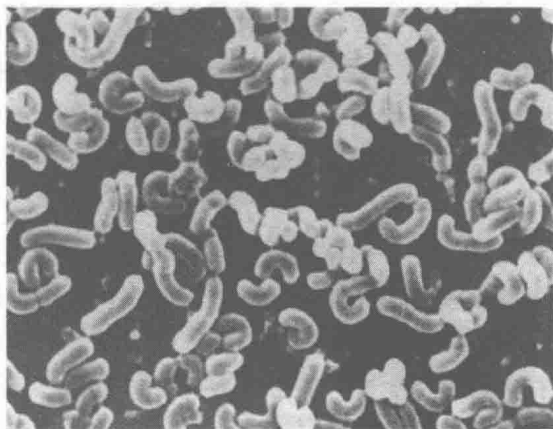


图 1-1 干酪乳杆菌电镜照片