

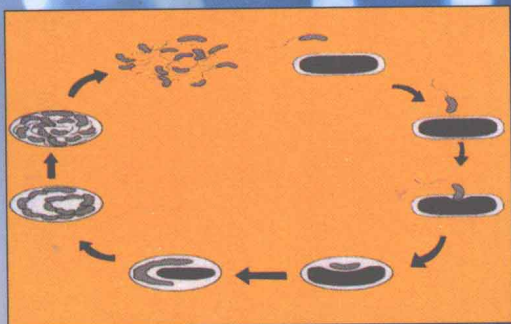
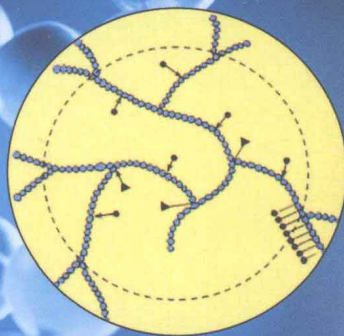


普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等农林院校生命科学类系列教材

应用微生物学

第2版

洪坚平 来航线 主编



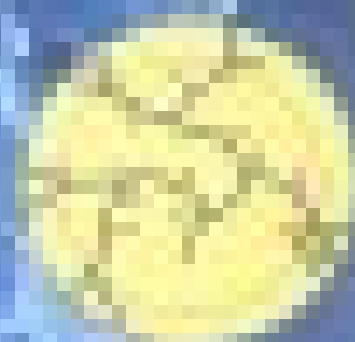
中国林业出版社



中国轻工业出版社
地址：北京东长安街2号
电话：(010) 65259086
网址：http://www.clc.com.cn

应用微生物学

第2版 2007年11月第1次印刷



中国轻工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等农林院校生命科学类系列教材

应用微生物学

(第2版)

洪坚平 来航线 主编

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

应用微生物学/洪坚平, 来航线主编. -2 版. -北京: 中国林业出版社, 2011. 2
普通高等教育“十一五”国家级规划教材, 高等农林院校生命科学类系列教材
ISBN 978-7-5038-6086-7

I. ①应… II. ①洪… ②来… III. ①应用微生物学 - 高等学校 - 教材 IV. ①Q939.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 017513 号

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

网址 <http://lycb.forestry.gov.cn>

E-mail: forestbook@163.com 电话 010-83222880

发行 中国林业出版社

印刷 北京北林印刷厂

版次 2005 年 9 月第 1 版(共印 1 次)

2011 年 2 月第 2 版

印次 2011 年 2 月第 2 次

开本 787mm × 1092mm 1/16

印张 24

字数 530 千字

印数 1 ~ 5000 册

定价 35.00 元

高等农林院校生命科学类系列教材

编写指导委员会

顾 问：谢联辉

主 任：尹伟伦 董常生 马峙英

副主任：林文雄 张志翔 李长萍 董金皋 方 伟 徐小英

编 委：（以姓氏笔画为序）：

马峙英	王冬梅	王宗华	王金胜	王维中	方 伟
尹伟伦	关 雄	刘国振	张志翔	张志毅	李凤兰
李长萍	李生才	李俊清	李国柱	李存东	杨长峰
杨敏生	林文雄	郑彩霞	胡德夫	郝利平	徐小英
徐继忠	顾红雅	蒋湘宁	董金皋	董常生	谢联辉
童再康	潘大仁	魏中一			

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等农林院校生命科学类系列教材

《应用微生物学(第2版)》

编 写 组

- | | | |
|-----|-----|----------|
| 主 编 | 洪坚平 | 山西农业大学 |
| | 来航线 | 西北农林科技大学 |
| 副主编 | 郝鲜俊 | 山西农业大学 |
| | 张福元 | 山西农业大学 |
| | 颜 霞 | 西北农林科技大学 |
| | 卢显芝 | 天津农学院 |
| 参 编 | 段学军 | 中原工学院 |
| | 林雁冰 | 西北农林科技大学 |
| | 马艳弘 | 江苏省农业科学院 |
| | 韦青霞 | 西北农林科技大学 |
| | 杨丽华 | 内蒙古农业大学 |
| | 裴彩霞 | 山西农业大学 |

出版说明

进入 21 世纪以来, 生命科学日新月异, 向人们展现出了丰富多彩的生命世界及诱人的发展前景, 生命科学已成为高等院校各相关专业关注的焦点, 包括理科、工科和文科在内的各个学科相继酝酿、开设了与生命科学相关的课程。为贯彻和落实教育部“十五”规划高等学校课程体系改革的精神, 满足农林院校中生物专业和非生物专业教学的需要, 中国林业出版社与北京林业大学、福建农林大学、山西农业大学、河北农业大学、浙江林学院等院校共同组织了各院校相关学科的资深教师编写了这套适合于高等农林院校使用的生命科学类系列教材, 并希望成为一套内容全面、语言精炼的生命科学的基础教材。

本系列教材系统介绍了现代生命科学的基本概念、原理、重要的科学分支及其研究新进展以及研究技术与方法。我们期望这套系列教材不仅可以让农林院校的学生了解生命科学的基础知识和研究的新进展, 激发学生们对生命科学研究兴趣, 而且可以引导他们从各自的研究领域出发, 对各种生命现象从不同的角度进行深入的思考和研究, 以实现各领域的合作, 推动学科间的协同发展。

近几年来, 各有关农林院校的一大批长期从事生物学、生态学、遗传学以及分子生物学等领域的教学和科研工作的留学归国人员及骨干教师, 他们在出色完成繁重的教学和科研任务的同时, 均亲自参与了本系列教材的编撰工作, 为系列教材的编著出版付出了大量的心血。各有关农林院校的党政领导和教务处领导对本系列教材的组织编撰都给予了极大的支持和关注。在此谨对他们表示衷心的感谢。

生命科学的分支学科层出不穷, 生命科学领域内容浩瀚、日新月异, 且由于我们的知识构成和水平的限制, 书中不足之处在所难免, 恳请广大读者和同行批评指正。

高等农林院校生命科学类系列教材
编写指导委员会
2004 年 5 月 18 日

第2版前言

本教材是2005年高等农林院校生命科学类系列教材,根据国家“十一五”规划教材建设的精神进行修订的普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

再版的《应用微生物学》继承了原教材理论联系生产实际的特色,保持原书的结构。编写人员由于年龄的原因,个别进行调整。绪论由山西农业大学洪坚平编写,江苏省农业科学院马艳弘编写第一章;西北农林科技大学来航线编写第二章;山西农业大学郝鲜俊编写第三章;天津农学院卢显芝编写第四章;山西农业大学张福元编写第五章;西北农林科技大学林雁冰编写第六章;西北农林科技大学颜霞编写第七章;中原工学院段学军编写第八章;山西农业大学裴彩霞编写第九章;西北农林科技大学韦青霞编写第十章;内蒙古农业大学杨丽华编写第十一章。本书的参编者均长期从事微生物的教学科研工作,他们不仅具有坚实的基础理论,而且在长期的科学研究工作中取得了大量的研究经验和科研成果,并在参阅了最新国内外微生物学的理论、方法、科学研究和教学研究的重要文献和最新成果上编著而成。

本书在编写过程中受到了中国林业出版社的支持,徐小英编审从该书的编写到出版始终给予了极大的支持,并对全书的编写提出了很多宝贵的意见,并参与了修改意见,在此表示衷心的感谢。

本书可以作为农林高中等院校、生产、科研单位的参考用书。

《应用微生物学(第2版)》编写组
2010年12月

第1版前言

微生物资源是地球上三大生物资源之一。也是自然界中地球生态、物质循环的重要组成部分，微生物的应用与人类的生活有着密切关系。

近年来，微生物在工、农业上以及食品加工的应用范围在不断扩大，微生物肥料、微生物饲料及微生物农药在农林牧业上也发挥着越来越重要的作用；食用药用菌生产在我国许多地区已成为发展农村经济的支柱产业；农作物秸秆的资源化利用及工业生活等有机废弃物的降解也依赖于微生物技术的进步；微生物在食品酿造加工成为丰富人类生活物质不可缺少的途径。随着科学技术的发展，微生物资源在工农林畜产品的深加工及其副产品中的广泛应用，已成为提高农林畜等产品科技含量，增加产值，实现农业高产优质高效的一个重要途径。微生物在农林牧业及环境污染治理、能源再利用上的广泛应用，急需大量从事微生物资源开发应用与研究的专门人才，对微生物学的应用在教学上也提出了更高的要求。

研究微生物应用的应用微生物学，其分支有：工业微生物学、农业微生物学、植物病理学、医学微生物学、药用微生物学、兽医微生物学、乳品微生物学、食品微生物学、酿造学及抗生素等。由于以上课程分别开设于不同的专业，特别是综合性院校的学生很难了解到微生物在其他领域的应用。

我们编写《应用微生物学》这本教材，主要是针对高等农林综合性院校的农学以及生物类专业的学生在学习了微生物学相关课程后，为拓展学生的专业知识和应用技能，使学生能更全面地了解微生物资源在工农业、食品加工等可持续发展中的作用及其合理开发利用，在土壤肥力的保持与提高营养元素的转化、环境净化与生态作用的平衡等方面的重要作用，加强学生对微生物肥料、微生物饲料、微生物农药、微生物食品、环境激素与环境工程微生物、微生物冶金等相关知识及相关生产技术的研究与应用的了解。

本书由山西农业大学和西北农林科技大学组织编写，以洪坚平教授主编的《农业微生物资源的开发与利用》及来航线教授主编的《应用微生物学》为基础，并参考其他有关书籍编写而成的。洪坚平、来航线编写绪论；马艳弘编写第一章；马艳弘、李军乔编写第二章；韦青霞、马国良编写第三章；童应凯、张磊编写第四章；张福元、林雁冰编写第五章；来航线、严霞编写第六章；张磊、来航线编写第七章；童应凯、林雁冰编写第八章；严霞、韦青霞编写第九章；洪坚平、郝鲜俊编写了第十章。此外，编写组共同编写附录：应用微生物学实验。

由于时间仓促，难免内容有不完善和错误之处，敬请广大读者提出宝贵修改意见，以便于我们修改和完善。

编者
2005年6月

目 录

绪 论	(1)
一、应用微生物学概述	(1)
二、应用微生物学的分科及任务	(9)
三、21 世纪应用微生物学的发展趋向	(10)
第一章 应用微生物学基本技术	(13)
第一节 概 述	(13)
一、微生物纯培养技术	(13)
二、微生物发酵过程	(13)
三、微生物反应动力学	(14)
第二节 微生物基本操作技术	(17)
一、无菌操作技术	(17)
二、培养基及其制备	(23)
三、微生物分离培养技术	(29)
第三节 微生物发酵过程以及控制	(32)
一、常见微生物发酵类型及设备	(32)
二、种子的扩大培养	(35)
三、微生物发酵控制	(38)
第四节 发酵产物提取与加工	(45)
一、发酵液的预处理与过滤	(45)
二、发酵液的提取与精制	(46)
三、成品加工	(48)
第二章 微生物肥料	(49)
第一节 微生物肥料概述	(49)
一、微生物肥料的种类	(50)
二、微生物肥料的作用	(51)
三、微生物肥料的施用条件	(52)
四、微生物肥料的应用前景及发展趋势	(52)
第二节 微生物肥料的生产	(55)

一、微生物肥料生产常用的菌种	(56)
二、微生物肥料生产原料及预处理	(56)
三、发酵过程的控制	(57)
四、微生物肥料生产过程的参数控制	(58)
五、微生物肥料生产工艺	(60)
第三节 微生物肥料生产	(61)
一、单一微生物肥料(以细菌类肥料生产为例)	(61)
二、复合(混)微生物肥料	(64)
第四节 生物有机肥的生产	(67)
一、生物有机肥的由来	(67)
二、生物有机肥的菌种使用	(67)
三、生物有机肥的作用机理	(69)
四、应用类型	(70)
五、生物有机肥的作用效果	(70)
六、生物有机肥肥效影响因素	(71)
七、颗粒状生物有机肥生产工艺	(72)
八、生物有机肥的生产——以鸡粪为原材料	(74)
九、生物有机肥发展趋势及展望	(75)
第三章 微生物与生物农药	(78)
第一节 生物农药概述	(78)
一、生物农药的定义、分类	(78)
二、生物农药的特性	(79)
三、生物农药的研究发展前景	(80)
第二节 细菌类微生物农药	(81)
一、细菌杀虫剂	(81)
二、细菌杀菌剂	(88)
三、细菌除草剂	(89)
第三节 真菌类微生物农药	(90)
一、真菌杀虫剂	(90)
二、真菌杀菌剂	(92)
三、真菌除草剂	(94)
第四节 病毒类微生物农药	(98)
一、病毒杀虫剂	(98)
二、病毒杀菌剂	(101)

第五节 其他类微生物农药	(101)
一、微孢子虫制品	(101)
二、昆虫病原线虫制剂	(101)
三、重组微生物杀虫剂	(102)
第六节 农用抗生素	(102)
一、井冈霉素(jinggangmycin)	(103)
二、中生菌素(zhongshengenein)	(103)
三、农抗 120(agri-antibiotiel 120)	(104)
四、春日霉素(kasukamycin)	(104)
五、有效霉素(validamycin)	(104)
六、浏阳霉素	(104)
七、日光霉素	(105)
八、阿维菌素(avermectin)	(105)
九、武夷霉素(wuyiencin M)	(105)
十、宁南霉素(ningnanmycin)	(106)
十一、多抗霉素(polyoxins)	(106)
十二、灭瘟素(blasticidin S)	(106)
第四章 微生物与饲料	(108)
第一节 微生物与青贮饲料	(108)
一、青贮饲料的微生物类群	(108)
二、青贮饲料的发酵过程	(112)
三、青贮饲料添加剂	(112)
四、微贮饲料	(116)
第二节 菌体蛋白饲料(SCP)	(118)
一、菌体蛋白的概念	(118)
二、单细胞蛋白的特点	(118)
三、生产 SCP 菌株的选择	(119)
四、SCP 的生产	(120)
五、SCP 的营养价值及应用效果	(123)
第三节 动物益生菌剂	(124)
一、益生菌剂的概念	(124)
二、益生菌剂的种类、常用菌株及其生理功能	(125)
三、益生菌剂的作用机理	(131)
四、益生元	(133)

五、合生元	(135)
第四节 其他微生物饲料	(136)
一、光合细菌	(136)
二、藻类饲料	(140)
第五章 食用菌栽培技术	(145)
第一节 概 述	(145)
一、食用菌的食用价值和药用价值	(145)
二、食用菌生产在生态农业中的作用	(147)
三、食用菌的营养类型	(147)
四、食用菌生长的环境条件	(148)
第二节 食用菌菌种生产	(151)
一、菌种分级	(151)
二、制种设施	(151)
三、制种技术	(154)
四、培养基灭菌	(154)
五、接种室(箱)消毒	(154)
六、接 种	(155)
七、菌种培养	(155)
第三节 平菇(侧耳)栽培	(156)
一、平菇的生物学特性	(156)
二、栽培技术	(160)
第四节 双孢蘑菇栽培	(165)
一、双孢蘑菇的生物学特性	(165)
二、栽培技术	(168)
第六章 微生物与生物修复	(177)
第一节 概 述	(177)
一、生物修复的概念	(177)
二、生物修复中主要微生物种类	(178)
三、生物修复的原则	(181)
四、生物修复的进展	(181)
第二节 生物修复的工程设计	(182)
一、数据和资料调查	(182)
二、技术查询	(183)
三、选择技术路线	(183)

四、可处理性试验	(183)
五、实际工程设计	(183)
第三节 微生物修复的类型	(184)
一、原位生物修复	(184)
二、异位生物修复	(185)
三、复合生物修复	(188)
第四节 微生物修复的应用	(188)
一、农药污染的微生物修复	(188)
二、石油污染土壤的微生物修复	(190)
三、重金属污染土壤的微生物修复	(191)
四、污染水体的微生物修复	(193)
第七章 微生物与环境保护	(197)
第一节 微生物与环境保护概述	(197)
一、环境保护必要性	(197)
二、微生物在环境保护中的应用	(198)
第二节 微生物对废水的生物处理	(198)
一、废水的定义及分类	(198)
二、有机废水生物处理技术现状	(198)
三、废水的好氧生物处理	(199)
四、废水的厌氧生物处理	(203)
五、剩余活性污泥的资源化处理	(206)
第三节 固体废物的微生物处理	(206)
一、堆肥法	(208)
二、卫生填埋	(212)
三、固废处理的资源化	(213)
第四节 有机废气的微生物处理	(216)
一、废气污染的来源和种类	(216)
二、废气中挥发性有机污染物的生物处理方法	(216)
第八章 微生物与能源利用	(220)
第一节 概 述	(220)
第二节 沼气发酵及综合利用	(221)
一、沼气发酵的基本原理	(222)
二、沼气发酵原料	(226)
三、沼气发酵工艺	(230)

四、沼气发酵产物及其综合利用	(237)
第三节 燃料乙醇	(240)
一、生物质原料	(241)
二、燃料乙醇生产用酶与微生物	(241)
三、燃料乙醇生产工艺	(242)
第四节 微生物与生物柴油	(245)
一、微生物油脂的原料	(246)
二、产油微生物	(246)
三、生物柴油生产工艺	(249)
第五节 微生物产氢	(250)
一、产氢微生物	(251)
二、产氢机理	(253)
三、现代生物制氢技术	(254)
四、应用实例	(258)
第六节 微生物电池	(260)
一、微生物电池的分类和原理	(260)
二、阳极微生物的筛选与分类	(262)
三、微生物驯化与鉴定	(262)
四、微生物代谢和电子传递过程	(263)
五、直接微生物燃料电池实例—— <i>Shewanella putrefaciens</i> 燃料电池	(264)
第九章 微生物与酿酒	(265)
第一节 概 述	(265)
第二节 白酒酿造	(265)
一、概 述	(265)
二、白酒的发酵机理	(267)
三、白酒生产中的微生物	(268)
四、白酒生产工艺	(269)
第三节 啤酒酿造	(276)
一、概 述	(276)
二、啤酒生产中常用的酵母	(278)
三、啤酒酿造机理	(279)
四、啤酒发酵工艺	(280)
第四节 果酒酿造	(283)
一、概 述	(283)

二、果酒生产中常用的酵母	(283)
三、果酒酿造的原理	(285)
四、果酒的发酵工艺	(287)
第十章 微生物与发酵食品	(290)
第一节 发酵食品的概述	(290)
第二节 酱油与酱制品	(291)
一、概 述	(291)
二、酱油生产中的微生物	(291)
三、酱油酿造的基本原理	(293)
四、酱油生产的工艺	(294)
五、酱及酱制品	(297)
第三节 食 醋	(297)
一、概 述	(297)
二、酿醋常用的微生物	(298)
三、食醋酿制中的生化作用	(299)
四、食醋酿制工艺	(300)
第四节 腐 乳	(302)
一、营养价值与保健功能	(303)
二、腐乳酿制中的微生物	(303)
三、腐乳发酵的机理	(305)
四、腐乳发酵工艺	(306)
五、微生物引起的腐乳质量问题	(308)
六、腐乳产品质量标准	(309)
第五节 酸乳制造	(309)
一、酸乳的营养与保健作用	(310)
二、发酵剂	(311)
三、酸乳的发酵机理	(313)
四、酸乳的生产工艺	(313)
五、酸乳的成品质量	(316)
六、酸乳生产中的异常现象及防止方法	(316)
第十一章 微生物及酶制剂	(318)
第一节 概 述	(318)
一、微生物酶的特点	(318)
二、微生物酶的种类	(319)

三、微生物细胞外酶的分泌	(320)
四、微生物酶的应用	(321)
第二节 产酶菌种的筛选	(323)
一、优良产酶菌种的标准	(323)
二、产酶微生物的来源	(323)
三、菌株产酶量的提高	(327)
第三节 固定化酶技术	(329)
一、固定化酶的发展	(329)
二、微生物酶及微生物细胞的固定化方法	(330)
三、固定化酶的性质和特征	(330)
第四节 酶制剂的应用	(331)
一、酶在医药领域中的应用	(331)
二、酶在农业领域中的应用	(333)
三、酶在轻工领域中的应用	(333)
四、酶在食品领域中的应用	(335)
五、酶在环保领域中的应用	(336)
六、酶在生物技术研究领域中的应用	(336)

附录：应用微生物学实验

实验一 乳酸菌的扩大培养及酸乳的制作	(338)
实验二 微生物肥料的质检技术	(340)
实验三 根瘤及根瘤细菌的观察	(343)
实验四 根瘤菌的结瘤试验	(344)
实验五 苏云金芽孢杆菌感染菜青虫	(346)
实验六 食用菌原种栽培种的制作	(347)
实验七 有机污染物质(表面活性剂)的生物降解实验	(349)
实验八 活性污泥耗氧速率、废水可生化性及毒性的测定	(352)
实验九 光合细菌的稀释培养计数法	(354)
实验十 啤酒麦芽汁的制备	(356)
实验十一 固定化酵母细胞发酵啤酒	(359)
实验十二 豆腐乳酿制	(361)
实验十三 β -半乳糖苷酶的固定化	(363)