



普通高等教育“十五”国家级规划教材

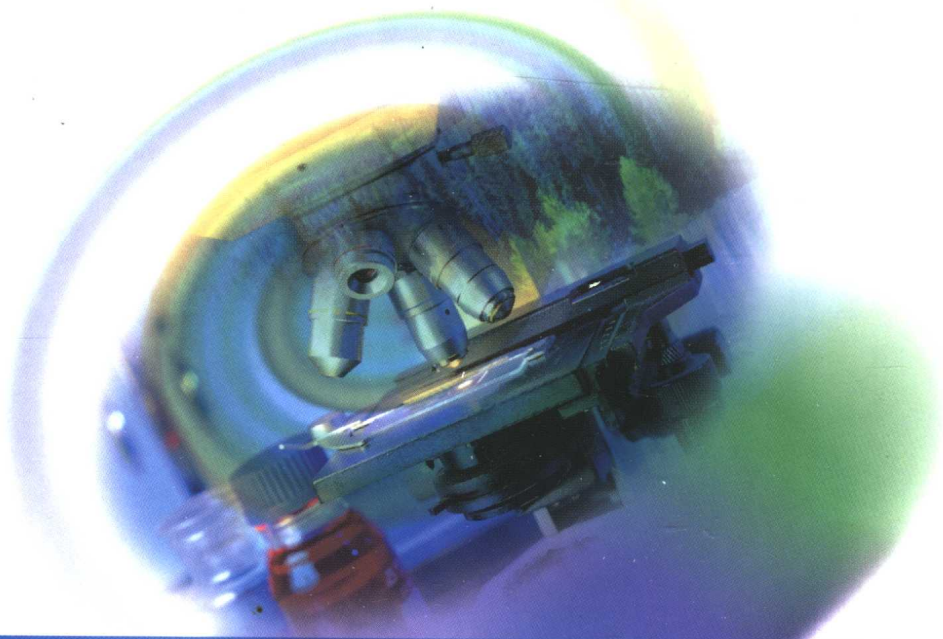
环境微生物学(第二版)

Huanjing Weishengwuxue

王家玲 主 编

李顺鹏 副主编

黄 正



高等教育出版社



普通高等教育“十五”国家级规划教材

环境微生物学(第二版)

Huanjing Weishengwuxue

王家玲 主 编

李顺鹏 副主编

黄 正



高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境微生物学/王家玲主编. —2版. —北京: 高等教育出版社, 2004. 1

ISBN 7-04-013004-1

I. 环... II. 王... III. 环境科学: 微生物学—高等学校—教材 IV. X172

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 097448 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		p://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京未来科学技术研究所 有限责任公司印刷厂	版 次	1988 年 3 月第 1 版 2004 年 1 月第 2 版
开 本	787×960 1/16	印 次	2004 年 1 月第 1 次印刷
印 张	29.5	定 价	33.60 元
字 数	550 000		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书为普通高等学校“十五”国家级规划教材。它是在第一版的基础上,根据学科的发展情况和多年的教学实践,由清华大学、浙江大学、南京大学、厦门大学、南京农业大学、华中农业大学与华中科技大学等院校教师共同修订而成。

本书以环境保护与可持续发展为主线,系统阐述环境微生物学的基本知识与原理;深入讨论微生物在环境保护中的作用与地位;具体介绍微生物对人类生存环境所产生的有利作用与有害作用及其实际调控与应用。全书分为环境微生物学基础、微生物治理环境、微生物污染环境及微生物监测环境四篇,共计十九章。为方便读者查询,书末还附有“环境微生物学专业词汇索引”。

本书第一版以合理的结构、翔实的内容和条理清晰的阐述深受广大读者的喜爱。第二版在继承和发扬第一版优势的基础上,着重补充了能体现当代学科发展的新内容和新技术,并精选了部分实例分析,以加强理论与实践的结合。

本书为理、工、农、医、师范各类高等院校环境类及生物类专业教材,也可供从事环境保护、环境监测及有关工作的人员参考。

前 言

《环境微生物学》第一版自 1988 年出版迄今已近 20 年。20 年来世界科技特别是生命科学突飞猛进,该版内容已不能反映当今环境微生物学的迅猛发展与丰富内涵;当然也难以满足 21 世纪教学的需要。本次修订的主要目的在于去旧增新、充实完善,编写出能体现本学科当代发展水平的高质量教材。

《环境微生物学》第二版在保持第一版结构特色的基础上,进一步将全书分为四篇,即环境微生物学基础、微生物治理环境、微生物污染环境及微生物监测环境。这样,全书总体结构和布局更加系统与明确,使学生对微生物与人类环境的关系一目了然。

《环境微生物学》第二版在总体内容上重视基础知识、基本理论、基本规律的阐述,精选具体内容与实例;删去前版中陈旧与不当之处,增加反映学科当代成就与发展趋势的新内容;同时,力求结合我国国情,反映我国环保特色。各篇主要改进如下:

一、基础篇

①“绪论”中增强微生物对人类生存环境“可持续发展”影响的论述,并以之作为主线贯穿全书之中。②“环境中的微生物”一章中增加古细菌、极端环境微生物等新进展。③充实“微生物的遗传与变异”一章,使学生更多接近分子遗传学和分子生物学的发展前沿,并在该章专节概要介绍构建环境微生物新种的主要技术与方法。

二、治理篇

①适当介绍我国与生物处理有关的环保政策与要求;突出我国环保注重无害化、减量化与资源化相结合的特色。②在新技术与新动向中,着重阐述日益受到重视并已见成效的高浓度有机废水、微污染的饮用水源水、有毒废水和含氮含磷废水等的生物处理,土壤与富营养化湖泊污染的原位生物修复等。③将“废渣与废气的生物处理”单列一章,并重点介绍城市生活垃圾的生物治理。④增设“污染环境的生物修复”和“环保型微生物制剂的开发应用”两章。后一章系首次在《环境微生物学》教材中设置,目的在于启发学生将环境微生物学原理、技术与产业化实践相结合。

三、污染篇

充实第一版内容。增加近年来引起社会严重不安、与微生物有关的环境污染问题的讨论,如饮水中的病毒污染、饮水消毒产生的致突变致癌物污染、疯牛病、禽流感、大肠杆菌 O157 致病以及 2003 年新发现的严重急性呼吸道综合征 (SARS) 等问题。

四、监测篇

对第一版已有的监测方法,如污染指示菌、遗传毒性检测等的原理及方法评价等内容予以充实。增加近年来新兴并开始应用于环境监测的微生物分子生物学技术与方法,如分子杂交、多聚酶链反应、报告基因、微生物传感器等。

本书主要供高等院校有关环境保护类专业作为专业基础课教材使用;对于非生物学的环保专业,本书兼具基础微生物学教材的作用。

环境微生物学是一门新型交叉学科,其综合性与应用性极强。本修订版特邀请国内理、工、农、医院校多年从事环境微生物学教学、有经验的教师参加编写,以发挥各家所长,使本教材达到更高水平并更具特色。参编者名单如下:

主 编	王家玲	华中科技大学同济医学院	教 授	博士生导师
副主编	李顺鹏	南京农业大学环境与资源学院	教 授	博士生导师
	黄 正	华中科技大学同济医学院	副教授	

编 委(按章次顺序)

闵 航	浙江大学生命科学院	教 授	博士生导师
运珞珈	华中科技大学同济医学院	副教授	
胡洪营	清华大学环境工程学院	教 授	博士生导师
陈朱蕾	华中科技大学环境工程学院	教 授	
喻子牛	华中农业大学生命科学院	教 授	博士生导师
程树培	南京大学环境学院	教 授	博士生导师
郑天凌	厦门大学生命科学院	教 授	博士生导师
谷康定	华中科技大学同济医学院	副教授	
唐 非	华中科技大学同济医学院	教 授	

此外,参加编写工作的还有南京农业大学崔中利、何健,华中农业大学舒正玉同志。

主编感谢全体编委与参编者认真负责的辛勤劳动。两年来全书各章历经多次修改与充实。由于集体的努力,终使本修订版顺利完成任务,达到预期目标。

在本书编写过程中,一直得到中国科学院院士、我国著名微生物学家、华中农业大学陈华癸教授,以及著名预防医学与卫生微生物学、华中科技大学同济医学院家蔡宏道教授的关心、支持与指导。对两位老前辈相继去世,我们深为悲痛;对他们的谆谆教诲与学术风范,我们将铭记终生。

感谢为本书提供资料并审阅修订的专家学者。中国科学院南京土壤研究所

顾宗濂研究员对“污染环境的生物修复”和“微生物与水体富营养化”两章审阅并具体帮助修改;武汉大学张甲跃教授对“污染环境的生物修复”一章提出宝贵意见;河南农业大学吴坤教授及时提供对持久性有机污染物降解的最新资料。特别感谢华中农业大学李阜棣教授多次提供学术信息与资料,并对“微生物的遗传与变异”、“微生物监测技术的新发展”与“环保型微生物制剂的开发应用”等章提出中肯修改建议。书稿完成后,李阜棣教授又予以全面审阅,特再致敬意与谢忱。

感谢多年来对本教材修订出版给予关心、支持与鼓励的教师与同行;特别感谢南京大学程树培教授的具体推动与帮助。对高等教育出版社及陈文、田军等同志对本书出版所付出的辛勤劳动一并致谢。

第一版教材编委有广东省微生物研究所臧向莹研究员撰写“微生物与废物综合利用”及中国科学院武汉病毒研究所王志通研究员撰写“生物工程在治理污染中的应用”等两章。再次感谢他们对本修订版所作的奠基性工作。

环境微生物学是一门新兴学科。它涉及面广,实践性强,发展迅速。作者限于水平,缺点错误难免。恳请专家学者及广大读者批评指正。

王家玲

2003年5月

目 录

第 1 篇 环境微生物学基础

第 1 章 绪论	3
第一节 微生物与环境	3
一、微生物的特点	3
二、微生物对人类生存环境的影响	4
第二节 环境微生物学的定义与研究任务	4
一、微生物在自然环境中存在的基本状况与活动规律	5
二、微生物对化学污染物的防治及其他有利影响	5
三、微生物对环境的有害影响及其防治	8
四、环境监测中的微生物学技术与方法	9
第三节 我国环境微生物学的兴起与发展	10
第 2 章 环境中的微生物	13
第一节 微生物类群与生物三域	13
一、微生物及其类群	13
二、生物三域特征	13
第二节 真细菌	15
一、细菌	15
二、放线菌	29
三、光合型细菌	34
四、鞘细菌	36
五、滑动细菌	37
六、其他细菌型微生物	38
第三节 古细菌	39
一、古细菌的特点	39
二、产甲烷古细菌群	40

三、还原硫酸盐古细菌群	41
四、极端嗜盐古细菌群	41
五、无细胞壁古细菌群	42
六、极端嗜热和超嗜热的代谢元素硫的古细菌群	42
第四节 真菌	43
一、真菌的营养体	43
二、真菌的繁殖与繁殖体	46
三、真菌的菌落特征	49
四、真菌的分类及常见属	49
第五节 藻类和原生动物	54
一、藻类	54
二、原生动物	56
第六节 非细胞型微生物	59
一、病毒	59
二、噬菌体	62
三、亚病毒	64
第七节 微生物的分类、鉴定和保藏	65
一、微生物分类与鉴定	65
二、微生物菌种的保藏	68
 第3章 微生物的生长与代谢	 70
第一节 微生物的营养与营养类型	70
一、微生物的化学组成与营养物质	70
二、微生物的营养类型	73
三、营养物质的摄取	76
第二节 微生物的代谢	77
一、酶	78
二、微生物的能量生成与转换	79
三、微生物呼吸作用类型	81
四、微生物的同化作用	85
第三节 微生物的生长繁殖	87
一、生长与繁殖的概念	87
二、微生物生长量的测定方法	88
三、分批培养	89
四、连续培养	90
五、细菌的非可培养状态	91
第四节 环境因素对微生物生长的影响	92

一、氧气和氧化还原电位	92
二、温度	93
三、水及其可供性	93
四、氢离子浓度	94
五、辐射	94
六、超声波	95
七、压力	95
八、化学物质	96
第4章 微生物的遗传与变异	99
第一节 微生物的遗传	99
一、微生物遗传的物质基础	99
二、细胞中 DNA 的复制	105
三、RNA 与遗传表达	106
四、微生物基因表达的调控	109
第二节 微生物的变异	111
一、微生物的变异与基因突变	111
二、突变类型	111
三、基因突变的机理	112
四、DNA 损伤的修复	115
第三节 微生物基因重组	116
一、原核微生物的基因重组	117
二、真核微生物的基因重组	119
第四节 人工构建新菌株	120
一、诱变育种	120
二、原生质体融合	122
三、基因工程	122
第5章 微生物在环境中的分布及其相互关系	127
第一节 微生物在环境中的分布	127
一、微生物在土壤中的分布	127
二、微生物在水体中的分布	130
三、微生物在空气中的分布	133
四、微生物在食品上的分布	134
五、极端环境中的微生物	135
第二节 微生物间的相互关系	138
一、互生关系	138

二、共生关系	139
三、寄生关系	139
四、拮抗关系	140
第6章 微生物在物质循环中的作用	142
第一节 碳素生物循环	142
一、微生物分解有机物的一般途径	143
二、微生物分解纤维素	145
三、微生物分解半纤维素	146
四、微生物分解果胶类物质	147
五、微生物分解淀粉	147
六、微生物分解脂质物质	148
七、微生物分解木素及芳香族物质	148
八、微生物分解烃类	151
第二节 氮素生物循环	153
一、微生物转化氮素物质的一般途径	153
二、氨化作用	153
三、硝化作用	156
四、反硝化作用	157
五、生物固氮作用	159
第三节 其他无机元素的生物循环与转化	161
一、无机元素循环与转化的一般途径	161
二、硫素的生物循环与转化	161
三、磷素的生物循环与转化	165
四、铁的生物循环与转化	166

第 2 篇 微生物治理环境

第7章 微生物对污染物的降解与转化	171
第一节 概述	171
一、生物降解与生物转化的概念	171
二、微生物降解转化污染物的巨大潜力	171
三、有机污染物的可生物降解性	173
四、微生物降解污染物的一般途径	176
五、影响微生物降解转化的生态学因素	177
第二节 微生物对有机污染物的降解	178

一、石油	178
二、芳香族与卤代烃类	182
三、化学农药	188
四、合成洗涤剂	194
五、化学塑料	196
六、其他有机污染物	198
第三节 微生物对重金属及类金属的转化	200
一、汞	200
二、砷	202
三、硒	204
四、碲	204
五、铅	205
六、锡	205
七、其他重金属	206
第8章 污水的生物处理	208
第一节 概述	208
一、水体污染及其危害	208
二、污染物浓度指标及其意义	209
三、污水排放标准及处理要求	210
四、污水处理的一般技术途径	211
第二节 有机污水的生物处理	211
一、有机污水生物处理的基本原理	211
二、好氧生物处理	213
三、厌氧生物处理	226
四、其他处理技术	234
第三节 氮磷污水的生物处理	237
一、生物脱氮技术	237
二、生物除磷技术	242
第四节 其他无机污染物废水的生物处理	246
一、含硫废水的生物处理	246
二、金属废水的生物处理	247
第9章 废渣与废气的生物处理	250
第一节 废渣的生物处理	250
一、概述	250
二、高温堆肥法	254

三、卫生填埋法	260
第二节 废气的生物处理	264
一、原理与微生物相	264
二、主要影响因素	265
三、工艺类型	265
四、应用与进展	268
第10章 污染环境的生物修复	269
第一节 概述	269
一、生物修复的概念	269
二、生物修复的原理与影响因素	270
三、生物修复的发展过程	271
第二节 生物修复的类型	272
一、原位生物修复	272
二、异位生物修复	274
三、原位-异位联合生物修复	275
第三节 生物修复的应用	276
一、农药污染的生物修复	276
二、石油污染的生物修复	276
三、污染水体的生物修复	277
第11章 环保型微生物制剂的开发应用	280
第一节 环保型微生物制剂及其品种	280
一、微生物降解剂	280
二、微生物农药	281
三、微生物肥料	285
四、生物表面活性剂	288
五、生物塑料	291
第二节 环保型微生物制剂的生产与使用	294
一、菌种选育	294
二、菌数扩增与生产	298
三、微生物制剂及其保存	299
四、微生物制剂的使用	299
第三节 环保型微生物制剂展望	299
一、关于环保型微生物制剂的迟效问题	299
二、关于环保型微生物制剂的失效问题	300

第12章 微生物与废物资源化	302
第一节 单细胞蛋白	302
一、单细胞蛋白的经济生物学特性	303
二、生产单细胞蛋白的微生物	304
三、单细胞蛋白生产的一般工艺流程	305
四、废物生产单细胞蛋白实例	307
五、单细胞蛋白的可接受性与安全性	313
第二节 细菌冶金	314
一、细菌冶金的原理	315
二、细菌冶金的微生物及主要影响因素	316
三、细菌冶金的方法	317
第三节 微生物与能源	318
一、微生物产生甲烷	319
二、微生物产生醇类	319
三、微生物产生氢气	320

第3篇 微生物污染环境

第13章 环境中的致病微生物	325
第一节 空气的微生物污染	325
一、空气中的病原微生物及其传播	325
二、污水处理与污水灌溉引起的空气污染	329
三、空气微生物污染的防治措施	330
第二节 水体的微生物污染	330
一、水中的病原微生物	330
二、水中微生物的污染防治	334
三、医院污水的微生物污染	334
四、医院污水的无害化处理	335
五、饮水安全与消毒	336
第三节 土壤的微生物污染	340
一、土壤中的病原微生物及其传播	340
二、土壤生物性污染的预防	341
第四节 食品的微生物污染	342
一、几种典型的食品微生物污染	342
二、食品微生物污染的防治	344

第五节 医院内感染	344
一、葡萄球菌	344
二、链球菌	344
三、厌氧菌	345
四、幽门螺杆菌	345
第六节 血源性感染	345
一、乙型肝炎病毒	346
二、丙型肝炎病毒	346
三、人类免疫缺陷病毒	346
第14章 微生物的代谢产物与环境污染	349
第一节 微生物毒素的污染与危害	349
一、细菌毒素	349
二、放线菌毒素	352
三、真菌毒素	353
四、藻类毒素	357
第二节 微生物一般代谢产物的污染与危害	358
一、氨	359
二、硝酸与亚硝酸	359
三、氮氧化物	360
四、硫化氢	360
五、酸性矿水	361
六、甲基汞	362
七、羟胺	363
八、亚硝胺类	363
九、腐殖质	364
十、农药代谢的毒性产物	365
十一、气味代谢物	366
十二、材料的霉腐与损害	368
第15章 微生物与水体富营养化	372
第一节 概述	372
第二节 富营养化水体微生物的动态变化	374
一、富营养化微生物种群	374
二、富营养化时微生物的数量变化	375
第三节 水体富营养化的影响及危害	376
一、自然景观的危害	377

二、水体生态及生物的影响	377
第四节 富营养化成因及影响因素	378
一、水体富营养化的成因	378
二、富营养化形成的其他影响因素	379
第五节 富营养化监测指标与评价	380
一、富营养化指标	380
二、富营养化的评价	381

第 4 篇 微生物监测环境

第16章 环境污染的指示微生物	385
第一节 一般污染指示微生物	385
一、细菌总数	385
二、霉菌和酵母菌总数	386
第二节 粪便污染指示菌	388
一、总大肠菌群	388
二、粪大肠菌群	391
三、粪链球菌	392
四、产气荚膜梭菌	393
五、蛭弧菌	393
第三节 其他指示微生物	394
一、致病菌的指示菌	394
二、肠道病毒的指示微生物	395
第17章 污染物生物毒性的微生物学检测方法	398
第一节 原核微生物检测法	399
一、发光细菌——细菌生物发光抑制试验	399
二、硝化细菌——硝化作用抑制试验	401
第二节 真核微生物检测法	402
一、藻类——生长抑制试验	402
二、原生动物——微尺度群落级毒性试验	404
第三节 活性污泥毒性检测法	405
一、脱氢酶活性试验	405
二、呼吸抑制试验	406
第四节 微生物学检测法评价	407

第18章 污染物致突变性的微生物检测方法	410
第一节 基因突变试验	410
一、鼠伤寒沙门氏菌/哺乳动物微粒体酶试验	410
二、发光细菌试验	414
三、其他基因突变试验	415
第二节 DNA 损伤修复试验	417
一、SOS 显色试验	417
二、聚合酶缺陷型菌株试验	418
三、重组缺陷型菌株试验	419
四、溶源性细菌试验	419
第三节 DNA 重组试验	420
第四节 微生物致突变试验与致癌物的确定	421
第19章 微生物监测技术的新发展	423
第一节 分子生物学技术在环境微生物监测中的应用	423
一、分子生物学技术与环境微生物的分类、鉴定、监测	423
二、报告基因与环境微生物监测	429
第二节 微生物传感器在环境监测中的应用	432
一、微生物传感器的构建	432
二、微生物传感器在环境监测中的应用	433
主要参考书目	436
环境微生物学专业词汇索引	438