

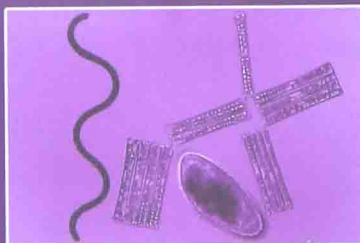
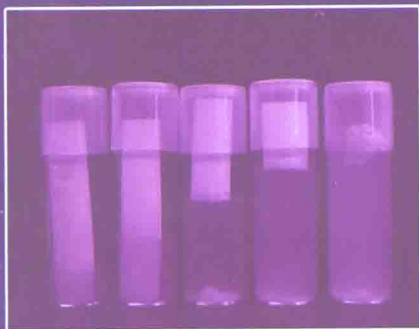


全国高等农林院校生物科学类
专业“十二五”规划系列教材

微生物学

王伟东 洪坚平 主编

Microbiology



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

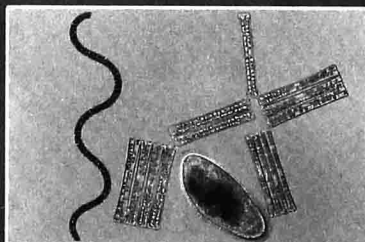
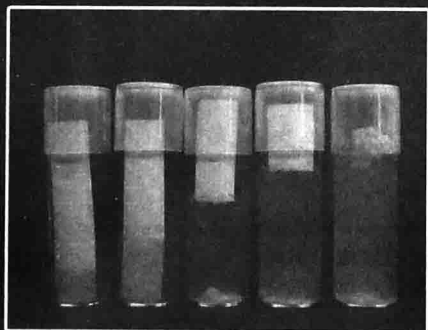


全国高等农林院校生物科学类
专业“十二五”规划系列教材

微生物学

王伟东 洪坚平 **主编**

Microbiology



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书内容分为14章,系统全面地介绍了微生物的概念、微生物的结构与功能、营养、代谢、生长与调控、遗传育种、免疫、微生物生态、微生物的分类与鉴定、微生物与环境保护、微生物在农业上的应用等。本书适用于作为全国普通高等农林类院校本科生教材,也可作为研究生教育、其他从事生命科学和工程等相关工作的科研人员的参考教材,本书也适合对微生物知识感兴趣的读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

微生物学/王伟东,洪坚平主编. —北京:中国农业大学出版社,2015.8

ISBN 978-7-5655-1300-8

I. ①微… II. ①王…②洪… III. ①微生物学 IV. ①Q93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 152541 号

书 名 微生物学

作 者 王伟东 洪坚平 主编

策划编辑 孙 勇 潘晓丽

责任编辑 田树君

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525,8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出版部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

规 格 787×1092 16开本 23.75印张 588千字

定 价 50.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

全国高等农林院校生物科学类专业“十二五”规划系列教材
编审指导委员会
(按姓氏拼音排序)

姓 名	所 在 院 校	姓 名	所 在 院 校
蔡庆生	南京农业大学	刘国琴	中国农业大学
蔡永萍	安徽农业大学	刘洪章	吉林农业大学
苍 晶	东北农业大学	彭立新	天津农学院
曹贵方	内蒙古农业大学	秦 利	沈阳农业大学
陈雯莉	华中农业大学	史国安	河南科技大学
董金皋	河北农业大学	宋 渊	中国农业大学
冯玉龙	沈阳农业大学	王金胜	山西农业大学
郭 蓓	北京农学院	吴建宇	河南农业大学
郭立忠	青岛农业大学	吴晓玉	江西农业大学
郭图强	塔里木大学	殷学贵	广东海洋大学
郭兴启	山东农业大学	余丽芸	黑龙江八一农垦大学
郭玉华	沈阳农业大学	张 炜	南京农业大学
李 唯	甘肃农业大学	赵 钢	仲恺农业工程学院
林家栋	中国农业大学出版社	赵国芬	内蒙古农业大学

编写人员

主 编 王伟东(黑龙江八一农垦大学)

洪坚平(山西农业大学)

副主编 (按姓氏拼音排序)

王海洪(华南农业大学)

王秀然(吉林农业大学)

徐开未(四川农业大学)

周 波(山东农业大学)

参 编 (按姓氏拼音排序)

董 浩(吉林农业大学)

韩晓丽(山西农业大学)

梁利宝(山西农业大学)

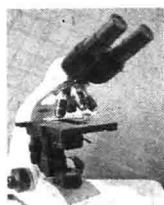
刘 凯(山东农业大学)

刘丽英(山东农业大学)

宋 鹏(河南科技大学)

张 瑶(山东农业大学)

张宝俊(山西农业大学)



出版说明

生物科学是近几十年来发展最为迅速的学科之一,它给人类的生产和生活带来巨大变化,尤其在农业和医学领域更是带来了革命性的变革。生物科学与各个学科之间、生物科学各个分支学科之间的广泛渗透,相互交叉,相互作用,极大地推动了生物科学技术进步。生物科学理论和方法的丰富和发展,在持续推动传统农业和医学创新的同时,其应用领域不断扩大,广泛应用的领域已包括食品、化工、环保、能源和冶金工业等各个方面。仿生学的应用还对电子技术和信息技术产生巨大影响。生物防治、生物固氮等生物技术的应用,极大地改变了农业过分依赖石化工业的局面,继而为自然生态平衡的恢复做出无可替代的贡献。以大量消耗资源为依赖的传统农业被以生物科学和技术为基础的生态农业所替代和转变。新的、大规模的近现代农业将由于生物科学的快速发展而迅速崛起。

生物科学在农业领域中越来越广泛的应用,以及不可替代作用的发挥,既促进了生物科学教育的发展,也为生物科学教育提出了新的、更高的要求。农业领域高素质、应用型人才对生物科学知识的需求具有自身独特的使命和特征。作为培养高素质、应用型人才重要途径和方式的农业高等教育亟须探索出符合实际需求和发展的教育教学模式和内容。为此,中国农业大学生物学院和中国农业大学出版社与全国30余所高等农林院校合作,在充分汲取各校生物科学类专业教改实践经验和教改成果的基础上,经过进一步集成、融合、优化、提升,凝聚形成了比较符合农林院校教学实际、适应性更好、针对性更强、教学效果更佳的教学理念和教材编写思路,进而精心打造了“全国高等农林院校生物科学类专业‘十二五’规划系列教材”。系列教材覆盖了近30门生物科学类专业骨干课程。

本系列教材站在生物科学类专业教育教学整体目标的高度,以学科知识内容关联性为依据,审核确定教材品种和教材内容,通过相关课程教材小规模组合、专家交叉多重审定、编审指导委员会统一把关等措施,统筹解决相关教材内容衔接问题;以统一的编写指导思想因课制宜确定各门课程教材的编写体例和形式。因此,本系列教材主导思想整体归一、各种教材各具特色。

农业是生物科学最早也是应用范围最广的领域,其厚重的实践积累和丰硕成

果使得农业高等教育生物科学类专业教学独具特色和更高要求。本系列教材较好地体现了农业领域生物科学应用的重要成果和前沿研究成就,并考虑到农林院校生源特点、教学条件等,因而具有很强的适用性、针对性和前瞻性。

系列教材编审指导委员会在教材品种的确定、内容的筛选、编写指导思想以及质量把关等环节中发挥了巨大作用。其组成专家具有广泛的院校代表性、学科互补性和学术权威性,以及丰富的教学科研经验。专家们认真细致的工作为系列教材打造成为农林院校生物科学类专业精品教材奠定了扎实的基础,在此谨致深深谢意。

作为重点规划教材,为准确把握教学需求,突出特色和确保质量,教材的策划运行被赋予更为充分的时间,从选题调研、品种筛选、编写大纲的拟制与审定、组织教师编写书稿,直至第一种教材出版至少3年时间,按照拟定计划主要品种的面世需近4年。系列教材的运行经过了几个阶段。第一个阶段,对农林院校生物科学教学现状进行深入的调查研究。2010—2011年,出版社用了近1年的时间,先后多批次走访了近30所院校,与数百位生物科学教学一线的专家和教师进行座谈,深入了解我国高等农林院校生物科学教学的进展状况及存在的问题。第二个阶段,召开教学和教材建设研讨会。2011年12月份,中国农业大学生物学院和中国农业大学出版社组织召开了有30余所院校、100余位教师参加的生物教学研讨会,与会代表就农林院校生物科学类专业教学和教材建设问题进行了广泛和深入的研讨,会上还组织参观了中国农业大学生物学院教学中心、国家级生命科学实验教学示范中心以及两个国家重点实验室,给与会代表留下了深刻的印象和较大的启发。第三个阶段,教材立项编写。在广泛达成共识的基础上,有30多所高等农林院校、近500人次教师参加了系列教材的编写工作。从2013年4月起,系列教材将陆续出版,希望这套凝聚了广大教师智慧、具有较强的创新性、反映各校教改探索实践经验与成果的系列教材能够对农林院校生物科学类专业教育质量的提高发挥良好的作用。

良好的愿望和教学效果需要实践的检验和印证。我们热切地期待着您的意见反馈。

中国农业大学生物学院
中国农业大学出版社
2013年3月16日



前言

微生物学是一门古老而又年轻的学科,发展到现在已经有几千年的历史,是与人类关系最密切的学科之一。微生物学是生物科学的基础学科,它是在个体、群体和分子水平上研究微生物的形态特征、生理代谢、遗传变异、生态分布与功能、进化分类等生命活动的基本规律,并被人类应用于与生活相关的各个领域的一门科学。随着分子生物学技术的发展,越来越多的微生物资源被人类认识、发掘,神秘的微生物世界变得越来越清晰,微生物在农业、生物工程、医学、工业发酵、环境保护、航天科学和海洋科学等方面起到至关重要的作用。因此,人类了解微生物学知识非常重要。

农林类院校与综合类院校在人才培养目标上有一定的差异,对微生物学知识理解的深度和角度不一致。本书是针对普通高等农林院校的培养目标和教学实际编写的,编写力求做到既系统全面地介绍传统知识,又引进最新的微生物学研究进展。在章节编排上遵循了一般的微生物学编写顺序,按照形态结构、营养、代谢、生长与调控、遗传变异、免疫、微生物生态和进化分类等顺序;在内容上强调了微生物与农业的结合,单独设置了微生物在农业生产中的应用、微生物与环境保护、微生物能源3章;在第2章的古菌部分,综述了目前的最新研究进展,把古菌的门类综述为5个门类,这是一个大胆的尝试。编者希望通过微生物学的学习,不仅使学生能够全面系统地掌握微生物学的基本知识和基本的实验技能,而且了解微生物在农业、生物工程、医学、工业发酵、环境保护、航天科学和海洋科学等方面的重要作用,能够运用所学知识解决生产实践和日常生活中遇到的与微生物学相关的问题。

本书的编者是国内农业院校从事多年微生物学教学和科研工作的教师,有着丰富的教学和科研经验。编写分工如下:第1章由董浩编写,第2章由洪坚平、王伟东编写,第3章由刘丽英编写,第4章由宋鹏编写,第5章由徐开未编写,第6章由王海洪编写,第7章由韩晓丽编写,第8章、13章由刘凯编写,第9章由张宝俊编写,第10章由王秀然编写,第11章由张瑶编写,第12章由周波编写,第14章由梁利宝编写。编写过程中各位编者经过多次讨论后,由王伟东、洪坚平两位主编和周波、王海洪、王秀然、徐开未四位副主编初步统稿,最后由王伟东负责全书的统稿和定稿工作。

本书在编写过程中得到了参编院校领导和同事的支持。中国科学院微生物研究所东秀珠研究员对第2章编写给予了指导和帮助;黑龙江八一农垦大学王彦杰、高亚梅、晏磊老师对全书的校稿给予了帮助;中国农业大学出版社对于本书编写给予了大力支持。在此一并表示真诚的感谢!本书编写参阅了部分参考文献,并引用了部分文献中的图片和表格,在此对原作者



表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中难免有不足和疏漏之处,敬请读者批评指正,以便于我们及时修订。

编者
2015年4月



目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 微生物与微生物学	1
1.1.1 微生物的特点	1
1.1.2 微生物与人类的关系	3
1.1.3 微生物学及其研究内容	5
1.2 微生物学的发展简史	6
1.2.1 感性认识时期(约 8 000 年前至 1676 年)	8
1.2.2 形态描述时期(1676—1861 年)	9
1.2.3 生理学时期(1861—1897 年)	9
1.2.4 生物化学时期(1897—1953 年)	10
1.2.5 分子生物学时期(1953 年至今)	11
1.3 微生物学的未来	12
1.3.1 传染病防控方面	12
1.3.2 工农业方面	12
1.3.3 微生物资源、微生物生态学方面	12
1.3.4 微生物基因组学	12
1.3.5 微生物材料方面	13
第 2 章 原核微生物	14
2.1 细菌	14
2.1.1 细菌的形态与大小	14
2.1.2 细菌细胞的结构与功能	15
2.1.3 细菌的繁殖	24
2.1.4 细菌的群体特征	24
2.1.5 细菌的分类及代表属	25
2.2 放线菌	29
2.2.1 放线菌的形态构造	29
2.2.2 放线菌的繁殖	31
2.2.3 放线菌的群体特征	32
2.2.4 放线菌的主要类群	32

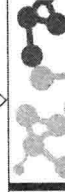


2.3	古菌	33
2.3.1	概述	33
2.3.2	古菌的细胞形态与细胞结构	35
2.3.3	古菌的类群	39
2.4	其他原核微生物	44
2.4.1	蓝细菌	44
2.4.2	支原体	46
2.4.3	立克次氏体	47
2.4.4	衣原体	47
第3章 真核微生物		51
3.1	真核微生物的细胞结构	51
3.1.1	真核细胞的基本结构	51
3.1.2	原核细胞和真核细胞结构的比较	54
3.1.3	微生物细胞的功能	55
3.2	单细胞真核微生物	56
3.2.1	酵母菌	56
3.2.2	其他单细胞真核微生物	65
3.3	霉菌	67
3.3.1	霉菌的形态	67
3.3.2	霉菌的特化结构	68
3.3.3	霉菌的繁殖	69
3.3.4	常见霉菌的类群	72
3.4	蕈菌	73
3.4.1	蕈菌的形态	74
3.4.2	蕈菌的结构和功能	75
3.4.3	蕈菌的繁殖	77
3.4.4	蕈菌的类群	77
3.5	黏菌	78
3.5.1	黏菌的形态结构	78
3.5.2	黏菌的生活史	80
3.5.3	黏菌的培养	81
第4章 病毒		83
4.1	病毒的概念	83
4.1.1	早期经验阶段	83
4.1.2	病毒的发现阶段	84
4.1.3	病毒的研究阶段	84
4.1.4	深入探索阶段	84
4.2	病毒的特点和形态	85
4.2.1	病毒的特点	85

4.2.2	病毒的形态特征	85
4.2.3	病毒的群体形态	86
4.3	病毒的类群	88
4.3.1	病毒的分类及命名的进程	88
4.3.2	病毒分类的原则	88
4.3.3	病毒的命名现状	89
4.4	病毒的结构和功能	90
4.4.1	病毒核酸	90
4.4.2	病毒壳体	90
4.4.3	病毒的包膜	90
4.4.4	病毒的刺突	90
4.4.5	病毒结构的对称性	90
4.5	病毒的繁殖	92
4.5.1	病毒繁殖的一般过程	92
4.5.2	一步生长曲线	95
4.6	亚病毒	96
4.6.1	类病毒	96
4.6.2	朊病毒	97
4.6.3	卫星病毒和卫星核酸	98
4.7	病毒学研究方法	98
4.7.1	标本的采集和处理	98
4.7.2	病毒的分离培养	98
4.7.3	病毒的鉴定	99
第5章	微生物的营养	101
5.1	微生物的营养需求	101
5.1.1	微生物细胞的化学组成	101
5.1.2	微生物的营养物质及生理功能	101
5.2	微生物的营养类型	106
5.2.1	光能无机自养型	107
5.2.2	光能有机异养型	107
5.2.3	化能无机自养型	107
5.2.4	化能有机异养型	108
5.2.5	其他营养型	108
5.3	微生物营养物质的吸收方式	109
5.3.1	简单扩散	109
5.3.2	促进扩散	110
5.3.3	主动运输	110
5.3.4	基团转位	111
5.3.5	吞噬作用	112



5.4	培养基	113
5.4.1	培养基类型	113
5.4.2	培养基设计和制作的原则	116
5.4.3	培养基设计的方法	118
第6章	微生物的代谢	120
6.1	微生物的能量代谢	120
6.1.1	生物氧化的一般特性	121
6.1.2	微生物的产能代谢	124
6.1.3	微生物能量的利用	140
6.2	微生物的分解代谢	141
6.2.1	多糖的分解代谢	141
6.2.2	蛋白质的分解代谢	143
6.2.3	氨基酸的分解代谢	143
6.2.4	脂肪的分解代谢	145
6.2.5	其他有机化合物的分解	146
6.3	微生物的合成代谢	146
6.3.1	中间代谢产物的回补与无机养料的同化	147
6.3.2	微生物生物大分子的合成代谢	154
6.4	微生物代谢的调节	157
6.4.1	酶活性调节机制	157
6.4.2	代谢途径中的调节方式	157
6.5	微生物次级代谢与次级代谢产物	160
6.5.1	次级代谢与次级代谢产物	160
6.5.2	次级代谢的调节	160
第7章	微生物的生长	163
7.1	微生物生长的研究方法	163
7.1.1	测生长量	163
7.1.2	计繁殖数	164
7.2	微生物生长的规律	165
7.2.1	单细胞微生物的典型生长曲线	165
7.2.2	丝状真菌的群体生长	169
7.3	影响微生物生长的主要环境因素	170
7.3.1	温度	170
7.3.2	氧气	171
7.3.3	pH	173
7.4	微生物的培养方法	175
7.4.1	好氧菌的培养	175
7.4.2	厌氧菌的培养	176
7.4.3	培养过程控制	178



7.5 有害微生物生长的控制	182
7.5.1 控制有害微生物的几个措施	182
7.5.2 物理控制	183
7.5.3 化学控制	186
第8章 微生物遗传与育种	193
8.1 微生物遗传	193
8.1.1 微生物遗传的物质基础	193
8.1.2 原核生物的质粒	196
8.1.3 微生物的基因突变	197
8.1.4 微生物的基因重组	204
8.2 微生物的育种	213
8.2.1 基因突变育种	213
8.2.2 基因重组育种	222
8.3 微生物菌种的衰退、复壮与保藏	226
8.3.1 微生物菌种的衰退与复壮	226
8.3.2 微生物菌种保藏	226
第9章 微生物的生态	231
9.1 微生物在自然界中的分布	231
9.1.1 微生物在土壤中的分布	231
9.1.2 微生物在水体中的分布	232
9.1.3 微生物在空气中的分布	233
9.1.4 微生物在极端环境中的分布	234
9.2 微生物之间的相互关系	236
9.2.1 共栖关系	236
9.2.2 共生关系	237
9.2.3 竞争关系	237
9.2.4 拮抗现象	237
9.2.5 寄生关系	238
9.2.6 捕食关系	238
9.3 微生物与植物之间的关系	238
9.3.1 根际微生物	239
9.3.2 附生微生物	239
9.3.3 内生微生物	240
9.3.4 与植物共生的微生物	240
9.4 微生物与人和动物之间的关系	241
9.4.1 与人和动物互生的微生物	242
9.4.2 与人和动物共生的微生物	242
9.4.3 寄生于人体和动物的微生物	243
9.5 微生物与自然界物质循环	244



9.5.1	碳循环	244
9.5.2	氮循环	245
9.5.3	磷循环	246
9.5.4	硫循环	247
9.5.5	微生物与其他元素循环	248
9.6	微生物生态学的研究方法	249
9.6.1	生态环境中微生物丰度及多样性的研究方法	249
9.6.2	生态环境中微生物活性的检测	252
第 10 章	传染与免疫	255
10.1	传染	255
10.1.1	传染及微生物侵入寄主的过程	255
10.1.2	传染的影响因素	255
10.1.3	微生物的致病性	256
10.1.4	感染的结果	257
10.2	免疫	258
10.2.1	非特异性免疫	258
10.2.2	特异性免疫	260
10.3	变态反应	271
10.3.1	I 型超敏反应	271
10.3.2	II 型超敏反应	272
10.3.3	III 型超敏反应	272
10.3.4	IV 型超敏反应	273
10.4	免疫学方法及其应用	273
10.4.1	免疫学检测的基本原理	274
10.4.2	免疫学检测的基本方法	274
10.4.3	免疫细胞分离及检测技术	279
10.4.4	免疫学的应用	280
第 11 章	微生物的进化和分类鉴定	284
11.1	微生物的进化	284
11.1.1	进化指征的选择	284
11.1.2	系统发育树	285
11.1.3	生物界级分类学说	286
11.1.4	三域学说	288
11.2	微生物分类单元和命名	288
11.2.1	微生物分类单元	288
11.2.2	微生物的命名	289
11.3	微生物分类系统纲要	290
11.3.1	《伯杰氏系统细菌学手册》分类系统纲要	290
11.3.2	Ainsworth 等真菌分类系统纲要	295

11.4	微生物的分类鉴定方法	296
11.4.1	微生物鉴定的经典方法	297
11.4.2	微生物鉴定的现代方法	298
第12章	农业微生物生物技术的应用	305
12.1	生物肥料	305
12.1.1	生物肥料的种类	305
12.1.2	生物肥料的菌种	305
12.1.3	生物肥料的生产	306
12.1.4	生物肥料的应用	308
12.1.5	生物肥料的发展趋势及存在的问题	309
12.2	微生物农药	310
12.2.1	微生物农药的种类及作用	310
12.2.2	农用抗生素	310
12.2.3	微生物杀虫剂	311
12.2.4	除草微生物	313
12.2.5	抗病微生物	313
12.3	微生物饲料	315
12.3.1	青贮饲料	315
12.3.2	单细胞蛋白饲料	316
12.3.3	动物微生态制剂	316
第13章	微生物与能源	319
13.1	沼气	319
13.1.1	沼气发酵过程	319
13.1.2	沼气发酵微生物	319
13.2	生物制氢	321
13.2.1	微生物制氢机理	321
13.2.2	微生物制氢影响因素	323
13.2.3	产氢微生物种类	324
13.2.4	微生物制氢技术的发展	325
13.3	燃料乙醇	325
13.3.1	木质纤维素原料预处理工艺	326
13.3.2	纤维素酶及其生产工艺	326
13.3.3	纤维素乙醇生产工艺	328
13.3.4	我国纤维素乙醇发展现状	328
13.4	生物柴油	329
13.4.1	制备生物柴油的原料	329
13.4.2	生物柴油制备工艺	330
13.4.3	我国生物柴油产业现状	332
第14章	微生物与环境保护	335



14.1 微生物与环境污染·····	335
14.1.1 微生物对大气的污染·····	335
14.1.2 微生物对水体的污染·····	336
14.1.3 微生物对土壤的污染·····	337
14.1.4 微生物对食品的污染·····	338
14.2 微生物与环境监测·····	340
14.2.1 环境污染的微生物监测·····	340
14.2.2 污染物毒性的微生物监测·····	342
14.3 污染环境的微生物修复·····	344
14.3.1 水体污染的微生物修复·····	344
14.3.2 土壤污染的微生物修复·····	345
14.3.3 固体有机废弃物的微生物转化·····	348
参考文献·····	353