



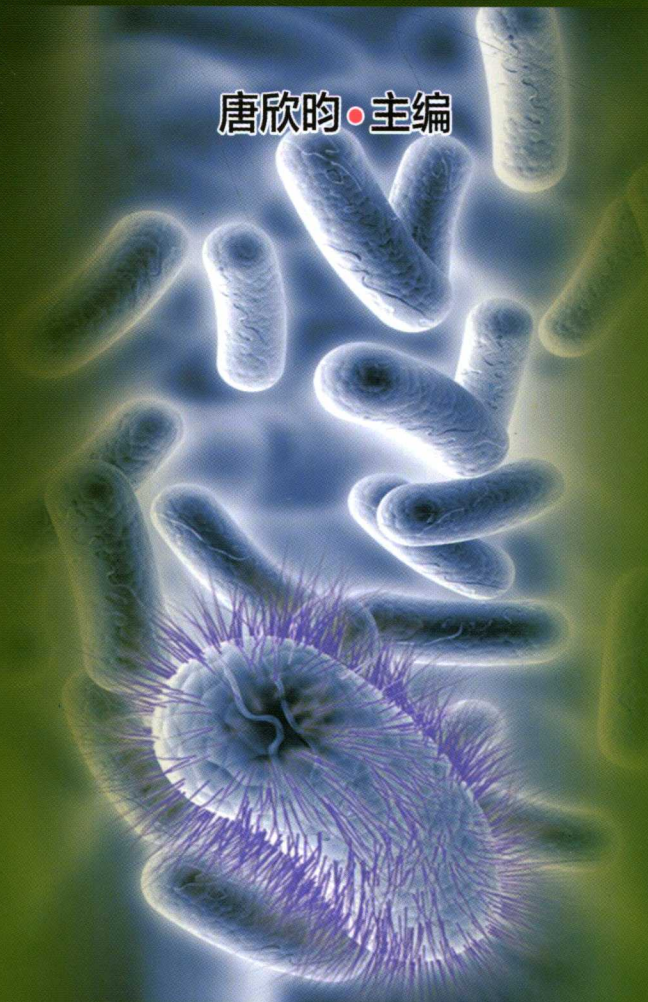
普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

微生物学

第二版

WEISHENGWUXUE

唐欣昀·主编



 中国农业出版社

普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

微生物学

第二版

唐欣昀 主编

中国农业出版社

图书在版编目(CIP)数据

微生物学 / 唐欣昀主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2016. 12

普通高等教育农业部“十二五”规划教材 全国高等农林院校“十二五”规划教材

ISBN 978-7-109-22486-5

I. ①微… II. ①唐… III. ①微生物学-高等学校-教材 IV. ①Q93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 302255 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 刘 梁

文字编辑 李 茜

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2009 年 9 月第 1 版 2016 年 12 月第 2 版

2016 年 12 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 27.75

字数: 668 千字

定价: 49.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第二版编写人员名单

WEISHENGWUXUE

主 编 唐欣昀（安徽农业大学）

副 主 编 张 明（安徽农业大学）

黄玉茜（沈阳农业大学）

许广波（延边大学）

编写人员（按姓名笔画排序）

丁延芹（山东农业大学）

马忠友（安徽科技学院）

王艳婕（河南科技学院）

许广波（延边大学）

张 明（安徽农业大学）

张 健（山西农业大学）

徐诚蛟（东北农业大学）

唐欣昀（安徽农业大学）

黄玉茜（沈阳农业大学）

黄 林（江西农业大学）

第一版编写人员名单

WEISHENGWUXUE

主 编 唐欣昀（安徽农业大学）

副主编 徐凤花（东北农业大学）

涂国全（江西农业大学）

参 编 杜秉海（山东农业大学）

张 明（安徽农业大学）

韩 梅（沈阳农业大学）

王振河（河南科技学院）

许广波（延边大学）

马忠友（安徽科技学院）

第二版前言

本版教材编者多为教学第一线的老师，编者尝试归纳投身微生物学教学事业的心得，总结教学经验，表达自己的教学理念。本教材意图突出微生物学的基础理论和基本概念，尽量理论联系实际，适当介绍学科的最新进展，呈现微生物学的魅力，调动学习者的兴趣，培养未来的微生物学家。本教材第一版出版使用已经七年，从使用效果来看，本教材的宗旨部分得以实现。

七年来，世界科技发展迅猛，社会形势发生很大变化，大学各专业培养方案和课程体系试图适应这些变化，这些都对微生物学的教学产生明显的影响。本教材编者多方征求意见，讨论修订原则，重新分工修订本教材。

1. 微生物学课程的框架已经成熟，国内外教材结构基本一致，本教材遵从这种趋势，因此对原有结构不做大的调整。

2. 生命科学的理论迅速发展，技术日新月异，很多课程内容交叉重复；本教材尽量删减与生物化学、分子生物学、基因工程等课程的重复部分；保持微生物学课程内容的不可替代性，坚持微生物学课程的特色。

3. 本教材突出重点，强调经典内容，适度引用新进展，删减冗余，精炼语句，压缩篇幅。

本教材由9所大学微生物学工作者合作完成，唐欣昀修订第1、7、8章，徐诚蛟修订第2、3章，王艳婕修订第4、14章，黄玉茜修订第5、6章，丁延芹修订第9、10章，许广波修订第11、15章，张健修订第12章，马忠友修订第13章，张明修订第16章，黄林修订附录。

为圆满完成修订任务，本教材编者多次讨论交流意见；安徽农业大学微生物学课程组对教材的修订多次提出宝贵意见，韩国民提供了有关微生物基因组的信息，这些都为本教材的修订质量提供保证。因编写组学术水平有限，心有余而力不足，恐难免错误，存在一些遗憾，请同行和读者不吝指正。微生物学知识更新迅速，编写人员尚不能及时反映最新的理论和成果，这也有待教者在实践中进行适当补充来弥补教材的缺陷。

本教材参考引用国内外优秀的经典和最新教材的图表，已在相应位置予以注明；本教材还参考了大量的学术论文和网络信息，在此谨向这些作者一并表达敬意。

编者

2016年10月

第一版前言

在过去的半个世纪，微生物学一直都是生命学科的先驱领域，微生物学在实践和理论两个方面所取得辉煌的成就，微生物学的研究成果奠定了分子生物学基础并促进了分子生物学的发展，促进了现代生命科学的诞生。微生物学课程将展示微生物学基础理论和基本概念，揭示微生物学与其他课程的内在联系，有助读者构建完整的知识体系。

本教材编写人员长期从事微生物学的教学和科研工作，深感内容适合的教材将能快速导引初学者走进微生物学的王国。国内外已经出版多部优秀的微生物学教材，这些教材各具特色，本书编写人员阅读这些教材，从中获益匪浅。根据参编院校的特点和教学需要，编写人员注意吸收优秀教材的长处，选材避免与其他相近课程的重叠，努力突出基础微生物学内容，尽量理论联系实际，反映微生物学的特点和魅力，熏陶和培养未来的微生物学家。当然，这种意图还有待教材的使用者在教学实践中采取适当的方式和技巧来加以实施。

在结构上本教材按照形态、生理、遗传、生态、免疫、分类、应用的顺序展开，并注意维持不同内容之间存在的复杂而深刻的内在联系。本书由8所大学微生物学工作者合作完成，唐欣昀撰写第1章、第9章和第10章，徐凤花撰写第2章和第12章，涂国全撰写第7章和第8章，杜秉海撰写第3章，张明撰写第16章，韩梅撰写第5章和第6章，王振河撰写第4章和第14章，许广波撰写第11章和第15章，马忠友撰写第13章。

本教材编写人员分工协作，多次讨论修改书稿。但学术水平有限，一方面错误恐难避免，请同行和读者不吝指正；另一方面微生物学发展迅速，难以完全及时地反映最新的理论和成果，这也有待教者在实践中进行适当补充来弥补教材的缺陷。

本教材参考引用了国内外一些优秀教材的图表，在此谨向这些作者表示敬意。

编者

2009年7月

目 录 | CONTENTS

第二版前言
第一版前言

第 1 章 绪论	1
第 1 节 微生物世界	1
1 形形色色的微生物世界	1
2 微生物的一般特征	1
3 微生物在生物界的位置	3
4 微生物的作用	4
第 2 节 微生物学	5
1 微生物相关类群	6
2 微生物的基础理论研究	6
3 微生物与医药	6
4 微生物的应用领域	6
5 微生物与环境	6
6 微生物的工程实验技术	6
第 3 节 微生物世界揭秘简史	6
1 人类早期对微生物的利用	6
2 列文虎克——揭秘微观世界第一人	7
3 巴斯德——微生物学的奠基人	7
4 科赫——微生物学实验操作技术设计者	8
5 贝杰林克——病毒学之父	9
6 维诺格拉斯基——土壤微生物学的拓荒者	9
7 弗莱明和瓦克斯曼——抗生素工业的启动者	10
8 德尔布瑞克——分子生物学奠基人	10
9 沃森和克里克——开创分子生物学新纪元	10
第 4 节 现代微生物学进展及其对生命科学的影响	12
1 现代微生物学的发展	13
2 微生物学对生命科学的贡献	13
3 现代生命科学的诞生	13
4 未来微生物学研究的热点	14

第2章 真细菌	18
第1节 细菌	18
1 原核微生物的主要特征	18
2 细菌的基本形态	20
3 细菌的大小	22
4 细菌细胞的基本结构与功能	23
5 细菌细胞的特殊构造	33
6 细菌的繁殖及其群体特征	41
第2节 放线菌	42
1 放线菌的形态构造	42
2 放线菌的繁殖方式	44
3 放线菌的菌落特征	44
第3节 蓝细菌	44
1 蓝细菌的形态与构造	45
2 蓝细菌的繁殖	46
3 蓝细菌的生理、生态特征	46
第3章 古细菌	48
第1节 古细菌的主要特征	48
1 古细菌的形态特征	48
2 古细菌的生理特征	49
3 古细菌的遗传学和分子生物学特征	49
第2节 古细菌的细胞结构	50
1 古细菌的细胞壁	50
2 古细菌的细胞膜	52
3 古细菌的细胞质及内含物	53
4 古细菌的核区	53
5 古细菌的S层	53
6 古细菌的鞭毛	53
第3节 古细菌的生态分布	53
1 嗜热古细菌	54
2 嗜盐菌	55
3 嗜碱古细菌	56
4 嗜酸菌	56
5 产甲烷细菌	56
第4章 真核微生物	58
第1节 真核微生物概述	58

1 真核微生物与原核微生物的比较	59
2 真核微生物的主要类群	60
3 真核微生物与人类的关系	61
4 真核微生物的细胞构造	61
第2节 真菌	70
1 真菌的形态和细胞构造	70
2 菌丝的特化结构	74
3 真菌的无性繁殖	76
4 真菌的有性繁殖	78
5 真菌的菌落	80
第3节 黏菌	81
1 黏菌的形态结构	82
2 黏菌的生活史	83
3 黏菌的主要类群	84
第4节 原生动物	85
1 原生动物的营养类型	86
2 原生动物的主要类群	86
第5节 藻类	88
1 藻细胞的形态结构	88
2 藻类的繁殖	89
第5章 病毒	92
第1节 病毒概述	93
1 病毒的一般特征	93
2 病毒的形态与大小	94
3 病毒的结构	95
第2节 噬菌体	100
1 烈性噬菌体	101
2 温和噬菌体	103
第3节 植物病毒	105
1 植物感染病毒的症状	106
2 植物病毒侵染周期	106
第4节 动物病毒	108
1 动物病毒的形态结构	108
2 动物病毒侵染周期	109
3 代表性病毒	113
第5节 亚病毒	115
1 类病毒	115
2 拟病毒	116

3 朊病毒	117
4 卫星病毒	117
5 卫星 RNA	118
第 6 章 微生物的营养	120
第 1 节 微生物的营养要素	121
1 微生物细胞的化学组成	121
2 微生物的营养物质	123
第 2 节 微生物的营养类型	127
1 光能无机自养型	127
2 光能有机异养型	128
3 化能无机自养型	128
4 化能有机异养型	129
5 其他营养类型	129
6 营养类型的多样性	130
第 3 节 营养物质进入细胞的方式	130
1 被动扩散	130
2 促进扩散	130
3 主动运输	131
4 基团转位	133
第 4 节 培养基	134
1 培养基类型	134
2 培养基配制原则	137
第 7 章 微生物代谢	141
第 1 节 生物的能量	142
1 生物能量的形式	142
2 ATP 的生成方式	144
3 能量的利用	148
第 2 节 化能异养微生物的生物氧化和产能	149
1 底物脱氢的 4 条主要途径	149
2 递氢和受氢	153
第 3 节 自养微生物的生物氧化	161
1 化能自养微生物	161
2 光能营养微生物	162
第 4 节 微生物特有的合成代谢	166
1 自养微生物的 CO ₂ 固定	167
2 固氮作用	167
3 肽聚糖的生物合成	170

4 微生物次级代谢及其产物	172
第8章 微生物生长与环境	177
第1节 微生物的纯培养	178
1 稀释法	178
2 平板划线法	179
3 亨盖特滚管技术	180
4 单细胞(孢子)分离	180
5 组织分离法	180
6 选择培养分离	180
第2节 微生物生长的测定方法	181
1 生长量的测定	181
2 微生物数量的测定	182
第3节 微生物的生长规律	185
1 单细胞微生物的生长曲线	185
2 细菌的二峰生长	188
3 连续培养	188
第4节 影响微生物生长的环境因素	189
1 基本概念	189
2 温度	191
3 水分和渗透压	194
4 酸碱度	195
5 氧	196
6 辐射	198
7 超声波	199
8 液体静压强	199
9 化学杀菌剂和消毒剂	200
10 化学治疗剂	202
第5节 微生物的培养技术	204
1 固体培养法	205
2 液体培养法	206
3 厌氧培养法	207
第9章 微生物的遗传与变异	211
第1节 遗传的物质基础	212
1 病毒的遗传物质和基因组	212
2 原核微生物的遗传物质和基因组	214
3 古细菌的遗传物质和基因组	215
4 真核微生物的遗传物质和基因组	216

5 微生物的基因组学	217
6 微生物基因表达与调控	218
第2节 质粒	220
1 质粒的特性	220
2 质粒的类型	221
3 质粒与基因工程	223
第3节 转座因子	223
1 插入序列	224
2 转座子	224
3 转座噬菌体	225
4 基因水平转移与转座因子	226
第4节 基因突变	226
1 基因符号	226
2 基因突变的类型	227
3 基因突变发生的规律	228
4 基因突变的分子机制	229
5 诱变剂	230
6 DNA 损伤的修复	232
7 DNA 损伤修复的生物学意义	236
第10章 微生物的基因重组	238
第1节 原核生物的基因重组	238
1 转化	238
2 接合	241
3 转导	247
第2节 真核生物的基因重组	250
1 有性生殖	250
2 准性生殖	252
第3节 微生物菌种保藏	254
1 菌种的衰退	254
2 菌种的复壮	255
3 保藏菌种的方法	256
第11章 微生物生态	259
第1节 微生物在自然界的分布	259
1 土壤中的微生物	260
2 水域中的微生物	263
3 空气中的微生物	265
4 工农业产品上的微生物	266

5 极端环境中的微生物	267
第2节 微生物之间的关系	269
1 共处关系	269
2 偏利关系	270
3 互生关系	270
4 共生关系	270
5 寄生关系	271
6 竞争关系	271
7 拮抗关系	271
8 捕食关系	272
第3节 微生物与植物之间的关系	272
1 根际微生物	272
2 共生微生物	273
3 附生微生物	276
4 植物内生菌	276
5 植物病原微生物	277
第4节 微生物与动物之间的关系	278
1 人体正常微生物菌群	278
2 瘤胃微生物	280
3 动物病原微生物	281
第12章 微生物与地球生物化学循环	283
第1节 碳素生物循环	284
1 碳素循环途径	284
2 淀粉的分解	285
3 果胶质的分解	286
4 纤维素的分解	286
5 半纤维素的分解	288
6 脂肪的分解	288
7 木质素的分解	289
第2节 微生物与氮素循环	290
1 氮素循环途径	290
2 含氮有机物质的分解与氨化作用	291
3 硝化作用	293
4 反硝化作用	294
5 生物固氮作用	294
第3节 硫、磷等元素的循环	296
1 硫素循环	296
2 磷素循环	299

3 钾的转化	301
4 铁的转化	301
5 锰的转化	301
第4节 微生物与甲烷形成	302
1 甲烷形成	302
2 甲烷形成过程中的产能反应	304
3 沼气发酵的意义	304
第13章 传染与免疫	306
第1节 传染	307
1 传染与传染病	307
2 影响传染结果的因素	308
3 传染的结果	310
第2节 非特异性免疫	311
1 表皮和屏障	311
2 吞噬细胞	311
3 炎症反应	313
4 抗菌物质	313
第3节 特异性免疫	314
1 抗原和抗体	314
2 免疫细胞	318
3 免疫应答	320
第4节 变态反应	322
1 I型变态反应	323
2 II型变态反应	324
3 III型变态反应	324
4 IV型变态反应	325
第5节 免疫学技术	326
1 抗原、抗体反应的规律	326
2 现代免疫测定技术	327
第6节 生物制品及其应用	329
1 人工自动免疫类制品	329
2 人工被动免疫类制品	331
第14章 微生物分类	333
第1节 微生物的分类和命名	333
1 分类单元	334
2 命名法则	336
第2节 生物分类系统	337

1 林奈二界系统	337
2 哈克三界系统	337
3 魏塔克五界系统	337
4 奥斯三域学说	338
第3节 微生物系统分类纲要	339
1 伯杰原核生物分类系统	339
2 《伯杰氏鉴定细菌学手册》和《伯杰氏系统细菌学手册》	340
3 安斯沃思真菌分类系统	341
第4节 微生物分类鉴定的方法	343
1 微生物分类鉴定的经典技术	344
2 微生物分类鉴定的现代技术	347
第15章 微生物的多样性	353
第1节 古细菌的多样性	355
1 泉古细菌门	355
2 广古细菌门	356
第2节 真细菌的多样性	359
1 产液菌门	359
2 栖热袍菌门	361
3 异常球菌-栖热菌门	361
4 绿屈挠菌门	361
5 蓝细菌门	362
6 绿菌门	364
7 变形杆菌门	365
8 厚壁菌门	371
9 放线菌门	373
10 螺旋体菌门	375
11 衣原体门	375
第3节 真菌的多样性	376
1 鞭毛菌亚门	377
2 接合菌亚门	377
3 子囊菌亚门	378
4 担子菌亚门	380
5 半知菌亚门	381
第16章 应用微生物学	386
第1节 工业微生物学	387
1 微生物与酶制剂的生产	387
2 微生物与有机溶剂和有机酸的生产	388

3 微生物与氨基酸的生产	390
4 微生物与酒类生产	390
5 微生物与发酵调味品生产	392
6 微生物在矿业上的应用	393
第2节 农业微生物学	394
1 微生物肥料	394
2 微生物农药	395
3 微生物饲料	397
第3节 环境微生物学	398
1 微生物对化学污染物的转化和降解	398
2 废水的微生物处理	399
3 生物修复技术	402
第4节 能源微生物学	403
1 甲烷的生产	403
2 燃料酒精的生产	403
3 清洁能源氢气的产生	403
4 产油微生物	404
5 其他能源微生物	405
附录1 《伯杰氏系统细菌学手册》第2版的分类纲要	407
附录2 微生物学名	412
附录3 微生物学名词术语英汉对照	419
主要参考文献	426