



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

微生物学

(第3版)

■ 主编 黄秀梨 辛明秀



高等教育出版社

Higher Education Press



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

微生物学

(第3版)

主 编	黄秀梨	辛明秀			
编著者	黄秀梨	辛明秀	夏立秋	张 松	
	赵宝华	刘国生	刘丽丽	陈 军	
	范 黎	王 磊	洪 洞	傅 霖	
	李 倩				



高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

本书(第3版)是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,第2版为面向21世纪课程教材,2006年曾被评为北京高等教育精品教材。

本书具有鲜明的特色和实用性。全书共分12章,包括:绪论、原核微生物、真核微生物、病毒、微生物的营养和培养基、微生物的代谢、微生物的生长及其控制、微生物的遗传与变异、微生物生态及微生物资源开发、微生物在实际中的应用、传染与免疫及微生物的分类等内容。本书内容全面,简明扼要,取材新颖,文字简练,图文并茂。每章均有英文摘要和英文大纲以帮助提高学生阅读英语的能力;每章均有“研究进展”,对当前学科进展作简要介绍;每章除设有复习题、扩展思考题外还有考研提示、网上探究、参考文献和重要名词中英对照,利于学生掌握本章核心内容,引导学生对某领域的深入探讨和思考,便于读者查阅和参考。本书还附有内容丰富的教学辅助光盘。

本书特别适用于高等师范院校用作本科生的微生物学教材,也可作为农、林等其他高等院校教材和供微生物学工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

微生物学/黄秀梨,辛明秀主编.—3版.—北京:高等教育出版社,2009.2

ISBN 978-7-04-025345-0

I. 微… II. ①黄…②辛… III. 微生物学—高等学校—教材 IV. Q93

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第193769号

策划编辑	赵晓媛	责任编辑	张晓晶	封面设计	张志	责任绘图	尹莉
版式设计	余杨	责任校对	杨雪莲	责任印制	韩刚		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 26.25
字 数 630 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 1998年10月第1版
2009年2月第3版
印 次 2009年2月第1次印刷
定 价 35.50元(含光盘)

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

物料号 25345-00

第3版前言

《微生物学》(第3版)列为“十一五”国家级规划教材。本书于1998年出版,用作高等师范院校微生物学教材,并被许多农、林院校和综合性大学用作微生物学教材和考研的重要参考书。于2003年出版第2版,同时被列为面向21世纪课程教材,2006年与教材配套的教学辅助光盘与教材一起出版发行,2006年《微生物学》(第2版)曾被评为北京高等教育精品教材。

《微生物学》(第3版)努力做到内容新颖,接近国内外微生物学发展的前沿,保持教材的先进性;重点突出,简明扼要,优化课程体系;图文并茂;最大限度地扩展学生的思维,增强启发性,培养学生的自学能力和创新能力。使第3版更具实用性、科学性、先进性和可读性。

第3版主要在以下几方面进行了修改和补充:

1. 内容更新,在内容安排上更科学合理,条理更清楚。如在原核微生物一章,增加了极端环境微生物和古菌内容;病毒一章,增加了新兴病毒一节;微生物代谢一章,对化能异养微生物的能量代谢进行重新安排,使内容更合理;遗传与变异一章,补充了合成生物学、微生物基因组研究现状等内容;微生物分类一章,增加了微生物系统发育学研究。全书增加了新的一章,即微生物在实际中的应用,突出微生物学研究的应用价值。其他章节也都根据教学内容和学科发展情况进行了内容的调整和更新。对每章后的研究进展进行了更换,体现了微生物学的最新研究进展。

2. 本书配有与教材配套的教学辅助光盘,在内容上进行了较大的补充。设有教材图库,收入全书的图片,使图解更清晰。增加了反映教材重点和难点的Flash动画的数量(在书中相应部分用标出)。配有重要微生物学名词的英文读音,并增加了重要微生物学名称的拉丁文读音,这在国内外微生物学教材中是很少见的,对教师和学生均具有很好的参考价值。

3. 形式新颖多样。每章前增加英文摘要和英文大纲,以提高学生的英语阅读能力;每章开头增加一张能代表和反映本章内容的图片,使内容更形象化;每章增加一个Box,简要介绍与本章内容有关的重要微生物学家或微生物学发展中的重要事件。增加了本书的趣味性和可读性。

4. 扩展学生的思维,增强启发性。每章后增加考研提示,为考研学生提供指导;书后设有复习题、扩展思考题并增加了“网上探究”,训练学生利用网络进行深入探究。

5. 《微生物学》(第3版)与《微生物学实验指导》配合使用,形成一个有机的整体(《微生物学实验指导》第2版,“十一五”国家级规划教材,高等教育出版社,2008年)。

6. 对全书的图表进行了重新考虑,新增图、表近50幅,对原书中的30余幅图进行了修改和补充。更换后的图表更清晰,更能准确反映教材内容。

本书英文摘要和大纲得到美国佐治亚大学(University of Georgia) Anne O. Summer教授和Barbara J. Rutledge博士的审阅和修改。编写过程中,得到高等教育出版生命科学分社林金安、吴雪梅、张晓晶、赵晓媛、王莉和潘超等同志的帮助,在此一并表示衷心的感谢。

参加第3版修订工作的老师都是长期从事微生物学教学和科研的骨干教师,他们是:北京师范大学黄秀梨教授,北京师范大学辛明秀副教授,湖南师范大学夏立秋教授,华南师范大学张松

教授,河北师范大学赵宝华教授,河南师范大学刘国生教授,天津师范大学刘丽丽教授,上海师范大学陈军副教授,首都师范大学范黎副教授,中国农业科学院王磊副研究员,中国科学技术大学洪洞副教授。全书由黄秀梨和辛明秀统稿。北京师范大学研究生傅霖、李倩同志参加了部分编写工作。对他们的协作和支持表示深深的谢意。

限于作者的知识水平和能力,书中还会存在疏漏之处,请同行和广大师生批评指正,我们将会在下一版中进行改正,谢谢!

黄秀梨 辛明秀

2008年8月于北京师范大学

第2版前言

本书第1版1998年出版至今,得到同行的热情支持和高教出版社的大力帮助,已多次重印,并与其他教学成果一起获得2001年国家优秀教学成果二等奖,2001年北京市教学成果一等奖。为更好适应学科发展的需要,我们编出了该书的第2版,并被列入“面向21世纪课程教材”。第2版保持了第1版的编写原则,仍以加强基础理论教育,培养学生的独立思维和独立工作能力为宗旨,重视基础环节,注意教学内容的精炼、重点突出、简明扼要、概念明确和图表清晰。为保持教材的延续性,仍按形态、生理、生态、遗传、免疫及分类等分11章,并在此基础上删去陈旧内容,增加学科前沿知识。在各章后增设“研究进展”,对一些重要研究做简要综述,使读者能概括了解微生物学的研究现状。为帮助记忆和方便查阅,在每章末有该章重要名词中英对照,在全书未有微生物名称拉中对照和索引,并附有国外重要微生物学相关期刊目录。本书出版时,传染性非典型性肺炎(即SARS)正在世界许多国家蔓延,故附录中作简要介绍。为更好的满足教学需求,本书后附有教学辅助光盘,包括3部分内容:微生物学学习纲要及中英对照,部分重点与难点演示(在书中相应部分用标出),重要名词英文检索等。有助于学习者全面概括地理解教材的内容,更好地掌握重点和难点,增强对重要英文名词的识记。

本书的编写得到微生物学专家李季伦院士(中国农业大学)、魏江春院士(中国科学院微生物学研究所)、周德庆教授(复旦大学)、钱存柔教授(北京大学)、沈萍教授(武汉大学)、杨文博教授(南开大学)的关心和指导,得到师范院校杨靖春教授(东北师大)、周孟津教授、杨秀山教授(首都师范大学)、黄文欢教授(华南师范大学)、朱文杰教授(华东师范大学)和单英芳副教授(河南师范大学)等同行的帮助与支持,得到高等教育出版社生命科学分社林金安编审和吴雪梅副编审等同志的关心和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

参加第2版修订工作的同志有:北京师范大学黄秀梨教授,上海师范大学许宝孝教授,湖南师范大学夏立秋教授,南京师范大学袁生教授,天津师范大学刘丽丽教授,北京师范大学辛明秀副教授、博士,洪洞博士,安徽师范大学潘继红副教授,河南师范大学李用芳副教授、博士,山东理工大学胡巍副教授、博士,河北科技大学李宏副教授、博士和上海师范大学陈军副教授等。对他们的团结协作和辛勤劳动表示深深的谢意!

限于作者的知识水平和能力,书中还会存在疏漏之处,请同行和广大师生批评指正。谢谢!

黄秀梨
2003年5月

第 1 版前言

微生物学科发展迅速,在国民经济中占有重要地位,在高校中作为专业基础课日益受到重视。目前国内已有一些出色的微生物学教材供教学使用,如我们长期以来使用的《微生物学教程》(周德庆编)、《微生物学》(武汉大学和复旦大学编)以及杨颐康等编的《微生物学》等,为高校的微生物学教学提供了极大的方便。我们参考以上教材,并结合师范教育的特点,为更适用于师范院校的微生物学教学需要而编写了本教材。

在长期教学工作中深感师范院校的微生物教学与综合性大学有所不同,有其自身的特点,如一般没有微生物学专业设置,缺乏后续课程;微生物学课时少,多开设在动、植物学及生物化学课程之后;学生对微生物学的重视程度有较大不同等。故要求师范院校的微生物学教材在内容的全面性、简明性及突出重点等方面有更多的考虑,并要满足继续攻读研究生或直接参加工作等不同层次学生的需求。

本教材分为 11 章,从微生物的形态、生理、遗传、分类,到传染和免疫,较全面地、有重点地介绍了微生物学研究的基本规律,以简明扼要的、通俗易懂的语言,说明微生物学的基本概念、基本知识和基本原理,并注意补充国内外的最新研究进展。本教材注意保证微生物学课程的教学要求和保持微生物学的系统性,并同时注意不与其他课程盲目重复,在内容上作些精选,从而减少学时。每章均写出本章提要、复习题,便于学生了解课程主线,掌握重点。每章均列出思考题、参考书和参考文献,以满足学生进一步深造的要求。为便于查找微生物学名,在书后设有拉中对照和中拉对照表,把本书中的重要微生物学名收集其中。此教材除适用于大学本科生及大专生阅读外,亦适用于教师备课参考和夜大、函大等学生的自学和阅读。本教材图文并茂,插图 100 多幅,还附有多种表格,以增加可读性,满足学生的自学要求。

我们在此对给予本教材编写大力支持与帮助的高等教育出版社,对审阅全书的周德庆教授(复旦大学),对审阅部分章节的钱存柔教授(北京大学)、杨靖春教授(东北师范大学)、朱文杰教授(华东师范大学)、周孟津教授和杨秀山教授(首都师范大学)表示衷心的感谢!在教材编写过程中得到了代忠新、洪洞等同志的协助,在此一并表示感谢!

限于作者的知识水平和能力,书中还会存在错漏之处,请同行和广大师生多批评指正,谢谢!

编 者

1998 年 4 月

目 录

第一章 绪 论	1	考研提示	56
一、微生物在生物界的地位	2	复习题、扩展思考题和网上探究	56
二、微生物学及其分科	3	参考文献	57
三、微生物学的发展简史	4	本章重要名词中英对照	57
四、微生物学在生命科学中的重要地位	8	第三章 真核微生物	59
研究进展	13	第一节 概述	60
考研提示	15	一、真核微生物与原核微生物的比较	60
复习题、扩展思考题和网上探究	15	二、真菌在自然界中的地位	61
参考文献	15	三、有关真菌的几个名词	62
本章重要名词中英对照	16	四、研究酵母菌和霉菌的意义	62
第二章 原核微生物	17	第二节 酵母菌	63
第一节 细菌	19	一、酵母菌的形态和结构	63
一、细菌的形态及观察	19	二、酵母菌的繁殖	65
二、细菌细胞的结构	22	三、酵母菌的培养特征	66
三、细菌的繁殖方式及群体(菌落)形态	43	四、几种酵母菌	67
第二节 放线菌	43	第三节 霉菌	68
一、放线菌的形态与结构	44	一、霉菌的形态和结构	68
二、放线菌的繁殖	46	二、霉菌的繁殖方式和繁殖结构	71
三、放线菌的菌落	46	三、霉菌的培养特征	73
第三节 蓝细菌	46	四、霉菌与其他微生物的比较	74
一、蓝细菌的形态与结构	46	五、与人类关系密切的几种霉菌	75
二、蓝细菌的繁殖	48	研究进展	76
第四节 古菌	48	考研提示	77
一、古菌简介	48	复习题、扩展思考题和网上探究	78
二、典型的极端环境微生物	50	参考文献	78
第五节 其他原核微生物	52	本章重要名词中英对照	78
一、立克次氏体	52	第四章 病毒	80
二、支原体	53	第一节 概述	81
三、衣原体	54	一、病毒学的发展	81
四、螺旋体	55	二、病毒的特点及定义	85
研究进展	55	三、病毒的分类与命名	85
		第二节 病毒的形态结构与化学组成	88

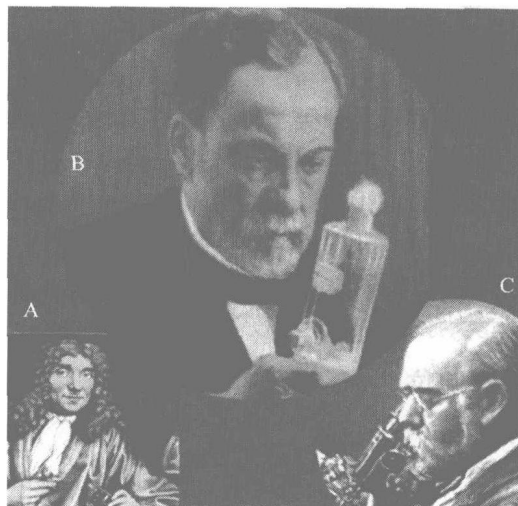
一、病毒的大小与形态	88	四、无机盐	116
二、病毒的结构	88	五、生长因子和生长抑制因子	117
三、病毒的化学组成	90	六、水	118
第三节 病毒的增殖	92	第二节 微生物的营养类型	118
一、病毒的复制过程	92	一、光能自养型	119
二、一步生长曲线	97	二、光能异养型	119
三、烈性噬菌体与温和噬菌体	98	三、化能自养型	119
四、非增殖性感染	99	四、化能异养型	120
第四节 病毒学研究的基本方法	100	第三节 营养物质进入微生物细胞	120
一、病毒的培养	100	一、自由扩散	121
二、病毒的鉴定	100	二、促进扩散	121
三、病毒定量的几个概念	102	三、主动运输	122
第五节 亚病毒因子	103	四、基因转位	122
一、类病毒	103	第四节 培养基	124
二、卫星病毒	103	一、制备培养基的基本原则	124
三、卫星 RNA	103	二、培养基的种类及其应用	126
四、朊病毒	104	研究进展	130
第六节 病毒与实践	104	考研提示	130
一、病毒与人类健康	104	复习题、扩展思考题和网上探究	130
二、病毒与农业	105	参考文献	131
三、病毒与发酵工业	105	本章重要名词中英对照	131
四、病毒在基因工程中的应用	105	第六章 微生物的代谢	133
第七节 新兴病毒	106	第一节 微生物的能量代谢	134
一、新兴病毒的界定	106	一、化能异养微生物的生物氧化与 产能	134
二、新兴病毒的来源及出现的 原因	108	二、化能自养微生物的生物氧化与 产能	149
三、新兴病毒的预防与控制策略	109	三、光能微生物的能量代谢	153
研究进展	109	四、自养微生物对 CO ₂ 的固定	159
考研提示	110	第二节 微生物特有的合成代谢 途径	160
复习题、扩展思考题和网上探究	110	一、固氮作用	160
参考文献	111	二、肽聚糖的生物合成	164
本章重要名词中英对照	111	第三节 微生物代谢的调节	168
第五章 微生物的营养和培养基	113	一、酶合成的调节	168
第一节 微生物的营养物质及其 功能	115	二、酶活力的调节	171
一、碳源	115	研究进展	172
二、能源	116	考研提示	173
三、氮源	116		

复习题、扩展思考题和网上探究	173	第三节 细菌的基因转移和重组	222
参考文献	174	一、接合	222
本章重要名词中英对照	174	二、转化	224
第七章 微生物的生长及其控制	176	三、转导	226
第一节 微生物生长的研究方法	177	第四节 真菌的基因重组	230
一、微生物的纯培养	177	一、有性生殖	230
二、微生物的培养方法	178	二、异核现象	230
三、微生物的同步培养	178	三、准性生殖	231
四、微生物的连续培养	180	第五节 微生物的突变	232
五、微生物生长繁殖的测定方法	181	一、突变率和基因符号	232
第二节 微生物的生长规律	184	二、突变的类型	232
一、微生物的个体生长	185	三、自发突变与诱发突变	233
二、微生物的群体生长	186	四、突变体的类型和检测	237
第三节 环境因素对微生物生长的		第六节 微生物遗传变异的应用	239
影响	189	一、诱变育种	239
一、温度	190	二、原生质体融合育种	241
二、pH	192	第七节 基因工程和合成生物学	244
三、氧	193	一、基因工程	244
四、营养物质	193	二、合成生物学	250
第四节 微生物生长的控制	194	第八节 菌种退化、复壮和保藏	254
一、物理方法的控制	195	一、菌种退化和复壮	254
二、控制有害微生物的化学因素	201	二、菌种的保藏	254
研究进展	207	研究进展	256
考研提示	208	考研提示	258
复习题、扩展思考题和网上探究	208	复习题、扩展思考题和网上探究	258
参考文献	209	参考文献	259
本章重要名词中英对照	210	本章重耀名词中英对照	259
第八章 微生物的遗传与变异	211	第九章 微生物生态学	261
第一节 遗传变异研究概述	213	第一节 生态环境中的微生物	262
一、DNA 为遗传物质的 3 个典型实验		一、土壤中的微生物	262
证明——在核酸水平上的		二、水体中的微生物	264
研究	213	三、空气中的微生物	265
二、基因组学的蓬勃发展——在		四、人体及动植物体的微生物	266
分子水平上的研究	213	五、工农业产品中的微生物	269
第二节 微生物的遗传物质	214	六、极端环境中的微生物	269
一、微生物的核染色体	214	第二节 微生物与生物环境的相互	
二、基因组测序技术	216	关系	271
三、微生物的染色体外遗传因子	219	一、竞争	272

二、互生	272	一、抗生素	309
三、共生	272	二、抗癌微生物药物及免疫调 节剂	310
四、颉颃	273	三、微生物产生的降血脂物质	312
五、寄生	274	四、利用微生物的转化作用	312
六、捕食	274	第四节 微生物在农业中的应用	312
第三节 微生物在自然界物质循环中 的作用	274	一、微生物肥料	312
一、微生物在碳素循环中的作用	275	二、微生物农药	314
二、微生物在氮素循环中的作用	275	三、微生物在其他农业方面的 应用	318
三、微生物在硫素循环中的作用	277	研究进展	318
第四节 微生物与环境保护	278	考研提示	320
一、微生物对污染物的降解与 转化	278	复习题、扩展思考题和网上探究	320
二、微生物与污水处理	281	参考文献	321
三、污染环境的生物修复	285	本章重要名词中英对照	321
四、微生物与环境监测	285	第十一章 传染与免疫	322
研究进展	288	第一节 影响传染病发生的因素	324
考研提示	288	一、病原微生物的致病作用	324
复习题、扩展思考题和网上探究	289	二、机体的抵抗力(免疫力)	326
参考文献	289	三、环境条件对病原微生物致病性 的影响	326
本章重要名词中英对照	290	第二节 免疫器官和免疫细胞	327
第十章 微生物在实际中的应用	291	一、免疫器官	327
第一节 微生物在环境中的应用	292	二、免疫细胞	328
一、概述	292	第三节 非特异性免疫	332
二、微生物对污染物降解的巨大 潜力	293	一、机体的屏障结构	332
三、废水处理中的好氧微生物	293	二、非特异性免疫细胞	332
四、废水处理中的厌氧微生物	294	三、体液因素	332
五、污水生物处理	294	四、炎症反应	336
六、生物修复技术	297	第四节 特异性免疫	337
七、微生物在环境中的其他应用	298	一、抗原	337
第二节 微生物在发酵工业中的 应用	299	二、抗体	340
一、微生物发酵与发酵工程	299	三、免疫应答	344
二、发酵罐	300	四、克隆选择和免疫耐受性	349
三、发酵的基本过程	300	第五节 免疫应答的病理反应	349
四、微生物发酵的应用	301	一、超敏反应	349
第三节 微生物在医学中的应用	309	二、自身免疫病	350
		三、获得性免疫缺陷综合征	350

第六节 免疫学方法	350	二、遗传特征分类法	370
一、血清学反应	351	三、化学特征分类法	373
二、单克隆抗体技术及其应用	354	四、数值分类法	374
三、基因工程抗体	356	第四节 利用 16S rRNA 序列进行	
四、天然免疫与获得性免疫	356	细菌系统发育学分析	376
研究进展	358	一、系统发育学	376
考研提示	359	二、16S rRNA 基因及其特点	376
复习题、扩展思考题和网上探究	360	三、16S rRNA 基因非常适合用于	
参考文献	361	分类鉴定和系统发育学分析	376
本章重要名词中英对照	361	四、系统发育学分析方法	377
第十二章 微生物的分类	363	研究进展	378
第一节 微生物的分类单元	364	考研提示	379
一、种以上的分类单元	364	复习题、扩展思考题和网上探究	379
二、种以下的分类单元	365	参考文献	379
三、分类单元的命名	366	本章重要名词中英对照	380
四、细菌分类和《伯杰氏手册》	367	附录 I 微生物名称拉中对照	381
第二节 微生物的分类系统	367	附录 II 微生物名称中拉对照	389
第三节 微生物分类鉴定方法	368	附录 III 国外重要微生物学相关期刊	397
一、常规分类法	368	索引	398

第一章 绪 论



微生物学的先驱

A. 列文虎克 B. 巴斯德 C. 科赫

Chapter 1 Introduction to Microbiology

Synopsis:

Microbiology is the study of microorganisms, which are tiny organisms too small to be seen without the aid of a microscope. The family of microorganisms includes prokaryotes, eukaryotes, and viruses. In general, microorganisms are small, simple organisms that grow rapidly. Prokaryotes are single-cell organisms, such as bacteria, that have no real nucleus and do not contain membrane-enclosed organelles. Eukaryotes, such as algae, fungi and protozoa, have a real nucleus and membrane-enclosed organelles. Viruses are tiny, complex molecules composed of protein and nucleic acid, that cannot replicate independently off their host cells.

The study of microbiology provides an excellent foundation for understanding cell function in higher organisms. Knowledge of microbiology is necessary in problem-solving and dealing with practical issues in medicine, agriculture, industry, and environmental studies.

In this chapter we will introduce the study of microbiology as a scientific discipline and review the major historical developments in the field. The chapter concludes with a discussion of the important

role that microbiology plays in the life sciences.

Outline:

1. The position of microorganisms within the discipline
2. The scope of microbiology
3. The history of microbiology as a scientific discipline
4. The important role of microbiology in the life sciences

微生物 (microorganism, microbe) 不是分类学上的名词, 而是指肉眼难以看清、需要借助光学显微镜或电子显微镜才能观察到的一切微小生物 ($<0.1 \text{ mm}$) 的总称。它们大多为单细胞, 少数为多细胞, 还包括一些没有细胞结构的生物。根据其是否有细胞结构可分为两大类: 一大类是无细胞结构的病毒、亚病毒因子 (类病毒、卫星病毒、卫星 RNA、朊病毒); 另一类是具有细胞结构的微生物, 包括细菌、放线菌、蓝细菌、支原体、衣原体、立克次氏体、螺旋体等原核微生物和酵母菌、霉菌、蕈菌等真菌及单细胞藻类、原生动物等真核微生物。

一、微生物在生物界的地位

由于微生物种类的多样性, 它在生物界中占有重要的地位。1969 年 Whittaker 首先提出五界系统, 把自然界中具有细胞结构的生物分为五界。根据我国学者的建议, 无细胞结构的病毒应另列一界, 这样便构成了生物的五界系统 (表 1-1)。通过对不同生物 16S 或 18S rRNA 寡核苷酸序列的同源性进行测定后, 1977 年 Woese 等提出了生命起源的三原界系统, 现称为三域学说 (three domains theory) (表 1-2), 将整个生物界分为 3 个域, 即古菌域 (Archaea)、细菌域 (Bacteria) 和真核生物域 (Eukarya), 把域放在门和界水平之上, 把传统的界分别放在这 3 个域中, 这个学说已基本被各国学者所接受。

从表 1-1 中可以看出, 在五界系统中微生物占有 4 界, 既有原核生物, 又有真核生物, 还有非细胞结构的生物。从表 1-2 中可以看出, 在三域学说中微生物分布于 3 个域。这显示了微生物分布的广泛性及其在生物界的重要地位。

表 1-1 微生物在生物五界系统中的地位

生物界名称	主要结构特征	微生物类群名称
病毒界	无细胞结构, 大小为纳米 (nm) 级	病毒、类病毒等
原核生物界	为原核生物, 细胞中无核膜与核仁的分化, 大小为微米 (μm) 级	细菌、蓝细菌、放线菌、支原体、衣原体、立克次氏体、螺旋体等
原生生物界	细胞中具核膜与核仁的分化, 为小型真核生物	单细胞藻类、原生动物等
真菌界	单细胞或多细胞, 细胞中具核膜与核仁的分化, 为小型真核生物	酵母菌、霉菌、蕈菌等
动物界	细胞中具核膜与核仁的分化, 为大型能运动真核生物	
植物界	细胞中具核膜与核仁的分化, 为大型非运动真核生物	

表 1-2 在三域学说中的微生物类群

域名称	主要结构特征	微生物类群名称
古菌域	细胞膜中的脂质为醚键,有分支的直链;细胞壁中无胞壁酸;tRNA 中不存在胸腺嘧啶;核糖体的亚基为 30 S、50 S;蛋白质合成的起始氨基酸为甲硫氨酸;RNA 聚合酶亚基数为 9~12;16 S rRNA 核苷酸顺序独特,3'端有结合 AUCACCUCC 片段;对白喉毒素、茴香霉素敏感;对氯霉素不敏感;生态条件独特	产甲烷菌、极端盐菌和嗜热嗜酸菌等
细菌域	细胞膜中的脂质为酯键;无分支的直链,细胞壁种类多样,含胞壁酸;tRNA 中一般存在胸腺嘧啶;核糖体的亚基为 30 S、50 S;蛋白质合成的起始氨基酸为甲酰甲硫氨酸;RNA 聚合酶亚基数为 4;16 S rRNA 3'端有结合 AUCACCUCC 片段;对白喉毒素、茴香霉素不敏感;对氯霉素敏感	蓝细菌和除古细菌以外的其他原核生物
真核生物域	细胞膜中的脂质为酯键,无分支的直链;动物无细胞壁,其他的种类多样;tRNA 中一般有胸腺嘧啶;核糖体的亚基为 40 S、60 S;蛋白质合成的起始氨基酸为甲硫氨酸;RNA 聚合酶亚基数为 12~15;18 S rRNA 3'端一般无结合 AUCACCUCC 片段;对白喉毒素、茴香霉素敏感;对氯霉素不敏感	原生生物、真菌等

二、微生物学及其分科

微生物学是研究微生物在一定条件下的形态结构、生理生化、遗传变异以及微生物的生态、进化、分类,及其与人类、动物、植物、自然界之间的相互作用等生命活动规律的一门学科。随着微生物学的不断发展成熟,微生物学可分为许多不同的分支学科,并在不断形成新的分科和研究领域(表 1-3)。

表 1-3 微生物学的分科

分科的依据	微生物学分科的名称
按微生物的种类	细菌学、病毒学、真菌学、菌物学、原生动物学、藻类学等
按研究对象	细菌学、真菌学、病毒学、菌物学等
按应用范围	工业微生物学、农业微生物学、医学微生物学、兽医微生物学、药学微生物学、食品微生物学、预防微生物学等
按生命活动规律	微生物生理学、微生物生物化学、微生物遗传学、微生物生态学、分子微生物学、细胞微生物学、微生物分类学、微生物基因组学、微生物蛋白质组学、宏基因组学等
按生态环境	土壤微生物学、海洋微生物学、环境微生物学、水生微生物学、宇宙微生物学等
按与疾病的关系	医学微生物学、免疫生物学、流行病学等

三、微生物学的发展简史

(一) 我国古代对微生物的认识和利用

在人类发现微生物之前,实际上就已猜想或感觉到它们的存在。我国劳动人民很早就认识到了微生物的存在,并在生产中应用它们,积累了丰富的经验,早在4 000~5 000年前的“龙山文化”时期已能用谷物制酒。酿酒的复式发酵法是我国古代劳动人民的一大发明,我国驰名世界的黄酒(善酿等)和白酒(茅台等),均是在此基础上发展而产生的。直到19世纪末,欧洲人才研究了这种方法。红曲是我国古代的又一项重大发明,它既是一种无害的食品染料,又可入药。用微生物方法制酱为我国首创,2 500年前,我国已能利用微生物制醋、做酱。北魏(公元386—534)贾思勰的《齐民要术》是我国最古老、最完整的一部农书,也是微生物学发展史上的重要经典著作,书中已有制醋、制酱等方法的详细记载,并记述了不同的轮作方式,强调豆类和谷类作物的轮作制。前汉后期(公元前1世纪)的《范胜之书》中,已提到瓜类和小豆间作的种植方法。到18世纪30年代西方才开始使用轮作制,起码要比中国晚1 000多年。

在认识病原和防治疾病方面,中国也先于西方各国。公元前6世纪我国已获知狂犬病来源于疯狗。公元2世纪张仲景提出禁食病死兽肉和不洁食物,以防伤寒。名医华佗(约公元141—208)首创麻醉术和剖腹外科,主张割去腐肉以防传染。公元4世纪葛洪在《肘后方》一书中,详细记载了天花的病征,并注意到天花流行的方式。种人痘以防天花,在宋真宗时已广泛应用,这是医学史上的伟大创举,也是应用免疫方法防治疾病的开端,后来才传到国外,并在种“人痘”的基础上发展成种“牛痘”。我国明末医生吴又可提出“戾气”学说,认为传染病的病因是一种看不见的“戾气”,传播途径以口、鼻为主。

关于微生物与动植物病害的关系,我国也认识很早。在2 000年前就有对鼠疫流行的记载,公元2世纪《神农本草经》中就有蚕“白僵(病)”的记载,明朝李时珍所著《本草纲目》中记载了不少植物病害。我国很早就应用茯苓、灵芝等真菌治疗疾病。历代劳动人民对作物、蚕病也有各种防治措施。

我们应继承先辈的精神,在各个方面继续保持我们的领先地位,为世界科学发展做出比我们的祖先更大的贡献。

(二) 微生物的发现和微生物学的发展

1. 发展简史

微生物学的发展史可分为5个时期:史前期、初创期、奠基期、发展期和成熟期(表1-4)。

表1-4 微生物学的发展简史

发展时期	经历时间	特点和标记	代表人物
史前期	8 000年前至公元1676	人类已在应用微生物,如发酵、酿造等,但未发现微生物的存在	各国劳动人民
初创期	1676—1861—	世界上第一次发现了微生物的存在(当时称为“微动物”)	列文虎克
奠基期	1861—1897—	开创了寻找病原微生物的“黄金时期”,并从形态描述进入生理学研究的水平	巴斯德,科赫

续表

发展时期	经历时间	特点和标记	代表人物
发展期	1897—	① 用无细胞酵母汁发酵酒精成功,开创了微生物生化研究的新时期	Edward Buchner
	1953—	② “普通微生物学”作为一门学科开始形成	M. Doudoroff
成熟期	1953 年以后	DNA 结构的双螺旋模型建立。微生物成为分子生物学中的重要研究对象。20 世纪 70 年代后微生物成为生物工程学科的主角。20 世纪 90 年代后微生物成为基因组研究的开路先锋	J. D. Watson 和 H. F. C. Crick (DNA 双螺旋结构模型的创立)

2. 微生物学的先驱及其贡献

从表 1-4 中可以看出,从微生物的发现到微生物学的创立,经历了近 3 个世纪,这是无数科学家共同努力的结果。在微生物学的发展史上,有许多科学家为微生物学的建立、发展做出了巨大的贡献。

列文虎克 (Antony van Leeuwenhoek, 荷兰, 1632—1723) 自制了世界上第一台显微镜,其放大倍数为 50 ~ 300 倍,仅有一个透镜安装在两片金属薄片中间,在透镜前有一根金属短棒,在棒的尖端放上需要观察的样品,利用中部的调焦螺旋来调节焦距。1676 年他利用这种显微镜,观察到了一些细菌和原生动物,当时称为“微动体”,首次揭示了微生物世界。由于他的杰出贡献,1680 年他当选为英国皇家学会会员。

巴斯德 (Louis Pasteur, 法国, 1822—1895) 是微生物学的奠基人。他把微生物学的研究从形态描述推进到生理学研究水平,并开创了寻找病原微生物的兴盛时期,使微生物学开始以独立的学科形式形成。巴斯德的卓越贡献主要集中在以下 3 方面:① 彻底否定了“自然发生”学说。1857 年他根据曲颈瓶实验证实,空气中确实含有微生物,它们可引起有机质的腐败。把培养基中的微生物加热杀死后,曲颈瓶弯曲的瓶颈挡住了空气中的微生物到达有机物浸液内,但如果将瓶颈打断,空气中的微生物即可进入瓶内,使有机质发生腐败。② 证实了发酵是由微生物引起的。巴斯德发现酒精发酵是由酵母菌引起的,还发现乳酸发酵、醋酸发酵、丁酸发酵等都是由不同的细菌引起的。这都为研究微生物的生理生化奠定了基础。③ 将病原菌减毒,使其转变为疫苗。巴斯德发明了接种减毒病原菌以预防鸡霍乱病和牛、羊炭疽病,并制成狂犬病疫苗,为人类防病、治病做出了巨大的贡献。此外,他发明的巴斯德消毒法,一直沿用至今。他还解决了当时法国葡萄酒变质和家蚕软化病等实践问题,为造福人类做出了巨大的贡献。

科赫 (Robert Koch, 德国, 1843—1910) 作为细菌学的奠基人,在病原菌的研究及细菌的分离、培养等方面做出了杰出的贡献。① 发明固体培养基,并建立通过固体培养分离纯化微生物的技术。② 用自创的方法分离到许多病原菌,如炭疽芽孢杆菌 (1877)、结核分枝杆菌 (1882)、链球菌 (1882)、霍乱弧菌 (1883) 等。③ 提出了科赫法则 (Koch's postulates),即证明某种微生物为某种疾病病原体所必须具备的条件,这一法则至今仍指导着动、植物病原菌的鉴定。④ 创立了许多显微镜技术,如细菌鞭毛染色法、悬滴培养法、显微摄影技术等。

布赫纳 (Edward Buchner, 德国, 1860—1917) 于 1897 年用酵母菌无细胞压榨汁将葡萄糖进