

国家理科基地名牌课程系列教材

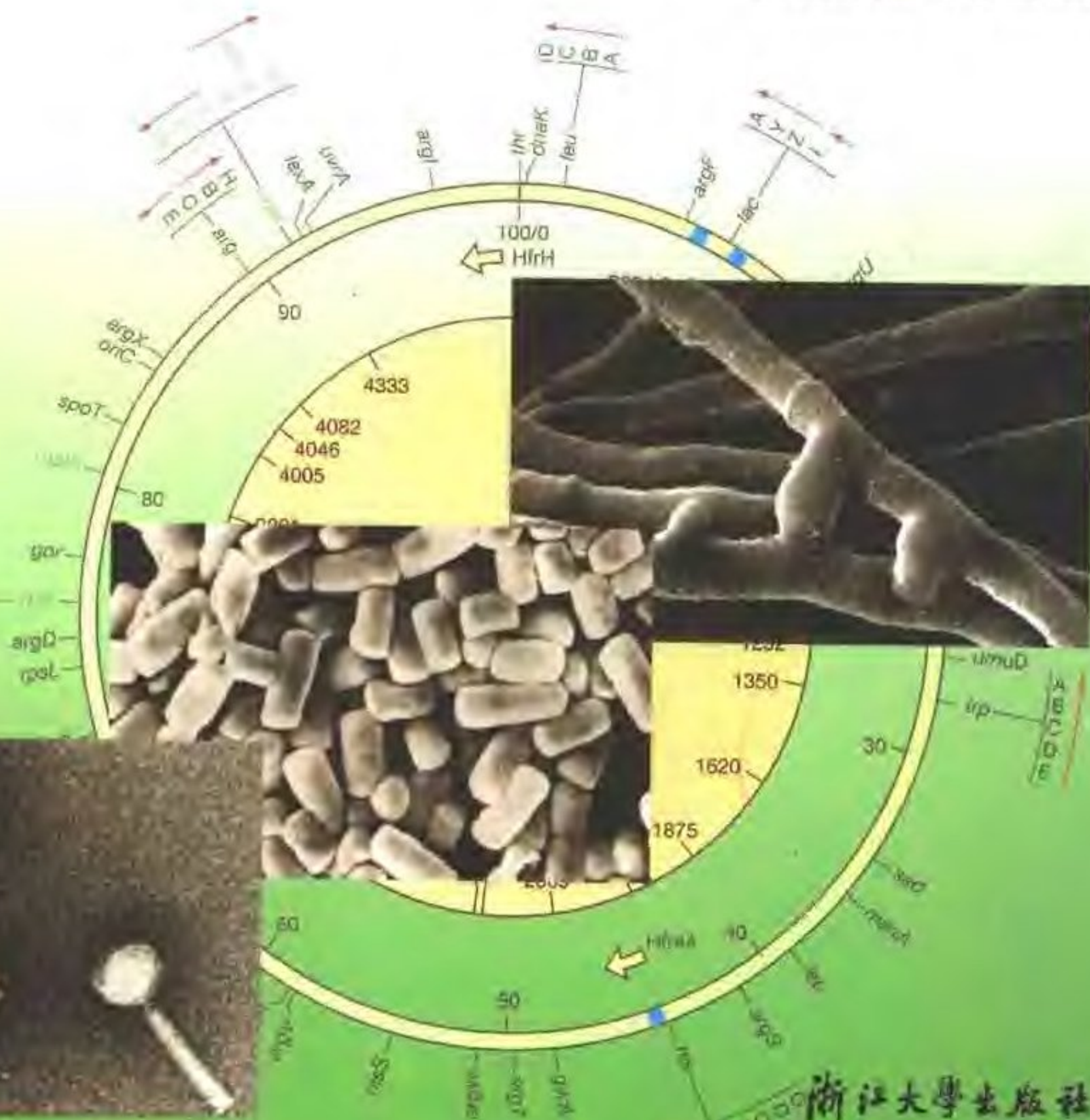
TEXTBOOK SERIES FOR BIOLOGICAL SCIENCE BASE

微生物学

MICROBIOLOGY

主编 闵航
副主编 吴雪昌

MICROBIOLOGY



浙江大学出版社



MICROBIOLOGY

ISBN 7-308-04070-4



9 787308 040709 >

ISBN 7-308-04070-4/Q · 047

定价: 33.00 元

微生物学

主 编 闵 航

副主编 吴雪昌

参 编 闵 航 贾小明 吴雪昌

林福呈 吴根福 吴 坤

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

微生物学 / 闵航主编. - 杭州: 浙江大学出版社,
2005. 2

ISBN 7-308-04070-4

I. 微... II. 闵... III. 微生物学 IV. Q93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 001529 号

责任编辑 杜玲玲
封面设计 刘依群
出版发行 浙江大学出版社
(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)
(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 浙江大学出版社电脑排版中心
印 刷 杭新印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 22.25
字 数 570 千
版 印 次 2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷
印 数 0001—3000
书 号 ISBN 7-308-04070-4/Q·047
定 价 33.00 元

序 言

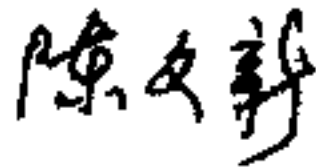
无疑,生命科学在 21 世纪将得到令人瞩目的发展。微生物学作为生命科学的重要学科之一,因其本身的特点,更将成为最活跃的研究领域,并将在生态种群水平、个体细胞水平、显微亚细胞水平、分子水平、基因水平、基因组水平等不同层次上有空前的理论创新和技术突破。

微生物具有丰富而广阔的资源、活跃而多样的生理功能,与人类生存和可持续发展有关的食物及其安全、疾病及其治疗、健康及其保健、生态环境及其保护,等等,都有着十分密切的关系,对人类文明的进步作出了巨大贡献;同样,由于许多微生物具有致病性而给人类和动植物带来巨大灾难。当今社会应当利用微生物造福人类和控制病原微生物以减少灾难。由此可见微生物学教育有着十分重要的意义。微生物学知识应该成为提高国民基本素养的重要组成部分。

微生物学作为生物科学、生物技术、生物信息、农学、动物学等生命科学学科专业的主干课程,对于这些有关专业的学生甚至非生命科学专业的学生在校期间和今后从事相关专业的工
作乃至生活的影响将是十分巨大而深远的。而对于这一课程的教学来说,有一部合适的教材至关重要。由闵航教授等编写的本教材,在阐述微生物学基础理论、基本知识、基本技术的同时,强调了微生物各个方面的多样性、生命三域微生物的差异、系统发育分子鉴定,等等,还注意编入了近年在微生物学领域发展成熟的新成果、新发展,专门设章介绍了微生物与环境保护、微生物与食品、微生物与人类生存和可持续发展的关系,并从分子生物学、基因组水平到微生物生态、物质地球化学循环等不同层次上阐述了微生物学在人类社会和环境可持续发展中应用的理论与技术,为学生今后在微生物学领域的探索、研究和应用提供了有益的启示。本书不失为一部有别于其他同类教材、具有特色的《微生物学》教材。

同时,衷心希望本教材在使用过程中不断充实、调整,使本教材得到完善与提高,为我国微生物学教育与微生物学教材建设作出更大贡献。

中国科学院院士
中国农业大学教授



2004 年 10 月于北京

前 言

微生物学是当今生命科学领域中研究最活跃、发展最快、取得成果最辉煌、应用前景最广阔、对其他学科影响最大、最重要的学科之一,因而也是最受瞩目的学科之一。它的许多理论和实践方法正被广泛应用于其他生命科学其他学科的研究中。它不仅正以前所未有的速度全方位地从分子生物学、基因组学水平到生态种群结构水平各个层次上丰富着其理论和技术,而且正在为促进人类社会和生存环境的可持续发展显示出日益辉煌的理论创新和应用实践前景。21世纪,无疑将为微生物学理论和技术的发展提供无限宽广的平台。

微生物学作为生物科学、生物技术、生物信息、农学、动物学等生命科学学科专业的主干课程,对于这些有关专业的学生甚至非生命科学专业的学生在校期间和今后从事相关专业的的工作乃至生活的影响将是十分巨大而深远的。因此,在编写中,力求使学生既具有较强的微生物学基础知识,又能比较全面地掌握实际应用的能力。编者诚挚地希望能为学习微生物学课程的学生和对微生物学感兴趣的有关人员提供学习和了解微生物学的合适教材。

本教材在前一版本(由闵航、赵宇华、贾小明、陈美慈、郑平参编,浙江大学出版社,1999)的基础上作了较大幅度的结构调整和修改、补充。这次修订着重注意了 in 阐述微生物学基础理论、基本知识的同时,强调生命三域微生物的比较,并从分子生物学、基因组水平到微生物生态与物质地球生物化学循环等不同层次阐述微生物在人类社会和环境可持续发展中应用的理论与技术,为学生今后在微生物学领域的探索提供启示。

这次参加修订的都是长期从事微生物学教学工作,对微生物学的教学和研究有丰富经验的老师。由闵航编写绪论以及第六、九、十、十一、十二、十三、十四章,贾小明编写第一、二、三章,吴雪昌编写第四、五章,林福呈、吴根福编写第七章,吴坤编写第八章。吕镇梅做了许多事务性工作。

参与本教材前一版本编写的其他老师对本教材作出了基础性贡献,使用本教材的各位老师对本教材的修订提出了许多有益的建议,对此一并表示衷心感谢。

限于编者的学识水平,本书难免存有不当之处,由衷地希望各位读者赐教指正,提出宝贵意见。

编 者

2004年7月

目 录

绪 论	1
第一节 微生物与微生物学	1
一、微生物及其种类	1
二、微生物学及其研究内容	1
三、微生物学的分支学科	2
四、微生物学的发展简史	2
五、当代微生物学的发展趋势	3
第二节 微生物多样性	5
一、微生物形态与结构多样性	5
二、微生物的代谢多样性	5
三、微生物的遗传与变异多样性	6
四、微生物的抗性多样性	6
五、微生物的种类多样性	6
六、微生物的生态分布多样性	7
第三节 微生物与生命三域	7
第四节 微生物与人类社会文明进步	9
一、微生物与人类社会文明的进步	9
二、微生物与人类可持续发展	10
复习思考题	11
第一章 原核微生物	12
第一节 细 菌	13
一、细菌的形态和大小	13
二、细菌细胞的构造与功能	14
三、细菌的繁殖及其群体特征	29
第二节 放线菌	31
一、放线菌的形态构造	31
二、放线菌的繁殖与菌落特征	32
三、放线菌的主要类群	33
第三节 古 菌	34
一、古菌的一般特性和类群	34
二、产甲烷古菌群	35
三、还原硫酸盐古菌群	37
四、极端嗜盐古菌群	37
五、无细胞壁古菌群	38
六、极端嗜热和超嗜热的代谢元素硫的古菌群	38
第四节 其他类型的原核微生物	39
一、蓝细菌	39

二、支原体	41
三、立克次氏体	41
四、衣原体	43
复习思考题	43
第二章 真核微生物	45
第一节 真菌的形态与结构	45
一、真菌的营养体	45
二、真菌的繁殖体	50
三、真菌的菌落特征	52
第二节 真菌的主要类群	53
一、真菌的分类系统	53
二、真菌的代表属	54
复习思考题	62
第三章 病毒和亚病毒	64
第一节 病毒的形态结构	65
一、病毒的形态与大小	65
二、病毒的结构和化学组成及其功能	65
三、宿主细胞的病毒包涵体	67
第二节 病毒的分类	67
第三节 噬菌体	68
一、噬菌体的形态结构	68
二、烈性噬菌体的增殖周期	69
三、噬菌体的一步生长曲线	70
四、温和性噬菌体的溶源性	72
第四节 动物病毒	73
一、脊椎动物病毒	73
二、无脊椎动物病毒	75
第五节 植物病毒	76
第六节 亚病毒	77
一、类病毒	77
二、朊病毒	78
三、拟病毒和卫星 RNA	79
复习思考题	79
第四章 微生物营养与代谢多样性	80
第一节 微生物的营养、营养类型与培养基	80
一、微生物的营养及其吸收方式	80
二、微生物的营养类型	86
三、微生物培养基	87
第二节 微生物的产能代谢	89
一、能量代谢中的贮能与递能分子	90
二、微生物的主要产能代谢途径与能量转换方式	92
第三节 微生物细胞物质的合成	110

一、多糖的生物合成	111
二、细胞类脂成分的合成	112
三、氨基酸和其他含氮有机物的合成	114
四、核酸的合成	115
五、多肽和蛋白质的合成	115
第四节 微生物的次级代谢	117
一、初级代谢与次级代谢	117
二、次级代谢产物的类型	119
第五节 微生物代谢的调控	120
一、初级代谢的调控机制和调控解除	120
二、次级代谢调节	125
复习思考题	127
第五章 微生物生长繁殖与环境	128
第一节 微生物的个体与群体生长和繁殖	128
一、微生物的个体生长与繁殖	129
二、微生物的群体生长规律	130
第二节 微生物培养与生长量测定	134
一、微生物纯培养技术	134
二、分批培养与连续培养	135
三、同步培养	137
四、微生物生长量的测定	138
第三节 微生物生长与环境	140
一、温度	141
二、氢离子浓度(pH)	144
三、湿度、渗透压与水活度	145
四、氧和氧化还原电位	145
五、氧以外的其他气体	147
六、辐射	147
七、超声波	149
八、消毒、杀菌剂与化学药剂	149
第四节 微生物对环境的适应与抗性	152
一、微生物的趋向性	153
二、微生物的抗逆性	153
复习思考题	158
第六章 微生物的遗传与变异	160
第一节 微生物的遗传	160
一、微生物遗传的物质基础	160
二、细胞中DNA的复制	169
三、RNA与遗传表达	169
四、微生物基因表达的调控	172
第二节 微生物的变异	173
一、微生物的变异与基因突变	173
二、突变类型	174

三、基因突变	174
四、DNA 损伤的修复	178
五、突变与育种	179
第三节 微生物基因重组	180
一、原核微生物的基因重组	180
二、真核微生物的基因重组	182
复习思考题	183
第七章 微生物生物工程	184
第一节 微生物基因工程	185
一、微生物基因工程的工具酶	185
二、微生物基因克隆载体	187
三、微生物人为克隆载体的宿主	192
四、表达载体的构建	194
五、DNA 的合成、扩增和定位诱变	197
第二节 微生物细胞工程	200
一、双亲选择与标记	201
二、原生质体的制备	201
三、原生质体融合和再生	201
四、融合子的检出	202
第三节 微生物酶学工程	202
一、酶的分离纯化	202
二、酶的分子改造	202
三、酶与细胞的固定化	203
四、生物传感器	203
五、蛋白质工程	204
第四节 微生物发酵工程	204
一、发酵	205
二、提纯	207
三、基因工程菌的发酵控制	209
复习思考题	211
第八章 免疫学	213
第一节 抗原	214
一、抗原的基本概念	214
二、抗原决定簇	215
三、抗原的分类	216
四、微生物抗原	216
第二节 抗体	216
一、抗体的基本结构和分类	217
二、抗体的生理功能	219
三、机体产生抗体的一般规律——初次应答与再次应答	220
四、产生抗体的细胞	220
五、抗体形成的机制	221
第三节 抗原抗体反应	221

一、抗原抗体反应的规律和特点	221
二、影响抗原抗体反应的因素	223
三、抗原抗体反应的类型	223
四、补体参与的反应	224
第四节 免疫检测技术	225
一、免疫检测方法和技术	225
二、免疫检测技术的应用	227
复习思考题	228
第九章 微生物生态	229
第一节 自然环境中的微生物	229
一、土壤中的微生物	229
二、水体中的微生物	231
三、空气中的微生物	232
四、极端环境中的微生物	233
第二节 微生物之间的相互关系	235
一、共栖关系	235
二、共生关系	236
三、竞争关系	236
四、拮抗现象	237
五、寄生关系	237
六、捕食关系	238
第三节 微生物与植物之间的关系	239
一、植物根系、根际与根际微物区系	239
二、植物体表和叶面微生物	241
第四节 微生物生态系统的特点	241
一、微生物生态系统的多样性	241
二、微生物生态系中的种群多样性	242
三、微生物生态系统的稳定性	242
四、微生物生态系统的适应与演替性	243
五、微生物群落中的遗传交流	243
六、微生物生态系统中的物质流和能量流	244
复习思考题	244
第十章 微生物与碳、氮等元素的生物地球化学循环	245
第一节 微生物与含碳化合物的分解	246
一、淀粉的分解	246
二、己糖的分解	247
三、纤维素的分解	250
四、半纤维素的分解	251
五、果胶质的分解	252
六、木质素及其他芳香族化合物的分解	252
七、脂肪、碳氢化合物及 C ₁ 化合物的微生物学氧化	254
八、厌氧环境中的有机物转化	255
第二节 微生物与氮素地球生物化学循环	256

一、氨化作用	256
二、氨的好氧氧化(硝化作用)与厌氧氧化	260
三、反硝化作用	263
四、分子态氮的生物固定	264
第三节 硫、磷、钾等元素的转化循环	271
一、微生物与硫的生物地球化学循环	271
二、微生物与磷元素的转化	273
三、微生物与钾的转化	274
复习思考题	274
第十一章 微生物与环境保护	276
第一节 微生物与环境污染	276
一、微生物对大气的污染及其防治	276
二、微生物对水体的污染	277
三、微生物对土壤的污染	278
四、微生物对食品的污染	279
第二节 微生物与环境监测	279
一、水体污染的微生物监测	279
二、污染物毒性的微生物检测	279
第三节 污染环境的微生物治理与修复	281
一、污染环境的自净	281
二、污染环境的微生物修复	283
第四节 微生物与有机废水好氧生物处理	283
一、活性污泥法	284
二、生物膜法	284
第五节 微生物与有机废水厌氧生物处理	286
一、废水厌氧生物处理的微生物学原理	286
三、两种代表性的厌氧生物处理工艺	286
第六节 微生物与城市垃圾生物处理	288
一、我国城市生活垃圾的现状与特点	288
二、垃圾的生物处理	288
第七节 微生物脱氮和除磷	289
一、微生物脱氮	289
二、微生物除磷	290
复习思考题	290
第十二章 微生物与食品	291
第一节 微生物与食品生产	291
一、微生物菌体的应用	291
二、微生物代谢产物的应用	296
三、利用微生物酶生产食品	299
第二节 微生物与食品腐败变质	299
一、食品中微生物的消长及其条件	299
二、各种食品的腐败变质	301

三、食品微生物腐败变质的危害	303
第三节 食品贮藏中的微生物控制	305
一、食品贮藏中微生物污染的预防与控制	305
二、防止和减少食品微生物污染腐败的主要保藏方法	306
复习思考题	307
第十三章 微生物与人类可持续生存和发展	308
第一节 微生物药物与保健品	308
一、抗生素	308
二、微生物多糖	311
三、微生物免疫制剂	311
四、微生物生产的酶抑制剂	313
五、微生物毒素的药物应用	313
六、微生物保健制品	314
第二节 清洁能源的微生物生产	314
一、甲烷的微生物学产生	314
二、乙醇的发酵生产	317
三、微生物制氢	318
第三节 微生物肥料	320
一、微生物肥料	320
二、好氧性微生物堆肥	321
三、厌氧性微生物沤肥	322
第四节 微生物农药	323
一、农用抗生素	323
二、杀虫微生物	325
三、杀虫真菌和白僵菌的应用	326
四、昆虫病毒	327
复习思考题	328
第十四章 原核微生物的分类、鉴定和菌种保藏	329
第一节 微生物的分类单元和命名	329
一、生物的分类单元	329
二、微生物的命名	331
三、微生物系统发育分析	331
第二节 原核微生物分类系统	333
一、原核微生物伯杰氏分类系统	333
二、关于变形细菌(Proteobacteria)纲	334
第三节 微生物的分类鉴定方法	335
一、微生物鉴定的依据	335
二、微生物鉴定的技术与方法	336
第四节 微生物菌种的保藏	339
一、微生物菌种的保藏要求	339
二、微生物菌种保藏的常用方法	340
三、保藏菌种的活化	340
复习思考题	341

绪 论

第一节 微生物与微生物学

一、微生物及其种类

人们常说的微生物(microorganism, microbe)一词,是对所有形体微小、单细胞或个体结构较为简单的多细胞,甚至无细胞结构的低等生物的总称,或简单地说是人们对人们肉眼看不见的细小的生物的总称。微生物指显微镜下才可见的生物,它不是一个分类学上的名词。但近年来发现有少数细菌是肉眼可见的,如1993年正式确定为细菌的 *Epulopiscium fishelsoni* 以及1998年报道的 *Thiomargarita namibiensis*,均为肉眼可见的细菌。所以上述微生物学的定义是指一般的概念,是历史的沿革,但仍为今天所用。

微生物的种类见表 0-1。

表 0-1 微生物的种类

细胞结构	核结构	微生物类群	
无细胞结构	无核	病毒	拟病毒
		亚病毒	类病毒 朊病毒
有细胞结构	原核	古细菌 真细菌 放线菌 蓝细菌	
	真核	酵母菌 霉菌 藻类 原生动物	

由上表可见,微生物所包括的类群十分庞杂。实际上,在分子生物学技术飞速发展的今天,新的形式、新的种属的微生物仍在不断地被发现。

二、微生物学及其研究内容

微生物学(Microbiology)是研究微生物及其生命活动规律的科学。其研究内容包括: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进化、分类、生态等生命活动规律;微生物与微生物之间、微生物与动植物之间、微生物与外界环境理化因素之间的相互关系;

微生物在自然界各种元素的生物地球化学循环中的作用；微生物在工业、农业、医疗卫生、环境保护、食品生产等各个领域中的应用；等等。实际上，微生物学除了相应的理论体系外，还包括了有别于动植物研究的微生物学研究技术。因此说，微生物学是一门既有独特的理论体系，又有很强实践性的学科。

三、微生物学的分支学科

随着微生物学的不断发展，已形成了基础微生物学和应用微生物学，两者根据研究的侧重面和层次不同又可分为许多不同的分支学科，并还在不断地形成新的学科和研究领域。按研究对象，可分为细菌学、放线菌学、真菌学、病毒学、原生动物学、藻类学等；按过程与功能，可分为微生物生理学、微生物分类学、微生物遗传学、微生物生态学、微生物分子生物学、微生物基因组学、细胞微生物学等；按生态环境，可分为土壤微生物学、环境微生物学、水域微生物学、海洋微生物学、宇宙微生物学等；按技术与工艺，可分为发酵微生物学、分析微生物学、遗传工程学、微生物技术学等；按应用范围，可分为工业微生物学、农业微生物学、医学微生物学、兽医微生物学、食品微生物学、预防微生物学等；按与人类疾病关系，可分为流行病学、医学微生物学、免疫学等。随着现代理论和技术的发展，新的微生物学分支学科正在不断形成和建立。

细胞微生物学、微生物分子生物学和微生物基因组学等在分子水平、基因水平和后基因组水平上研究微生物生命活动规律及其生命本质的分支学科和新型研究领域的出现，表明微生物学的发展进入了一个崭新的阶段。

四、微生物学发展简史

1. 史前时期人类对微生物的认识与利用

在 17 世纪下半叶，荷兰学者吕文虎克 (Antony van Leeuwenhoek) 用自制的简易显微镜观察到细菌个体之前，对于一门学科来说尚未形成。这个时期称为微生物学史前时期。

在这个时期，实际上人们在生产与日常生活中已经积累了不少关于微生物对人类有用的经验，并且应用这些经验，创造财富，减少和消灭病害。如中国民间早已广泛应用的微生物技术酿酒、制醋、发面、腌制酸菜泡菜、盐渍蜜饯，等等。古埃及人也早已掌握制作面包和配制果酒技术。这些都说明人类已经自发地学会在食品工艺中控制和利用微生物活动的规律。积肥、沤粪、翻土压青、豆类作物与其他作物的间作轮作，是人类在农业生产实践中控制和利用微生物生命活动规律的生产技术。种痘预防天花是人类控制和利用微生物生命活动规律在预防疾病保护健康方面的宝贵实践。尽管当时这些还没有上升为微生物学理论，但都是控制和利用微生物生命活动规律的实践活动。

2. 微生物形态学发展阶段

17 世纪 80 年代，吕文虎克用他自己制造的可放大 160 倍的显微镜观察牙垢、雨水、井水以及各种有机质的浸出液时，发现了许多可以活动的“活的小动物”，并发表了这一“自然界的秘密”。这是首次对微生物形态和个体的观察和记载。随后，其他研究者凭借显微镜对其他许多微生物类群进行了观察和记载，扩大了人类对微生物类群形态的视野。但是在此后相当长的时间内，人们对于微生物作用的规律仍一无所知。这个时期也称为微生物学的创始时期。

3. 微生物生理学发展阶段

在 19 世纪 60 年代初，法国的巴斯德 (Louis Pasteur) 和德国的柯赫 (Robert Koch) 等一批

杰出的科学家建立了一套独特的微生物研究方法,对微生物的生命活动及其对人类实践和自然界的作用作了初步研究,同时还建立起许多微生物学分支学科,尤其是建立了解决当时实际问题的几门重要应用微生物学科,如医用细菌学、植物病理学、酿造学、土壤微生物学等。

在这个时期,巴斯德研究了酒变酸的微生物原理,探索了蚕病、牛羊炭疽病、鸡霍乱和人狂犬病等传染病的病因以及有机质腐败和酿酒失败的起因,否定了生命起源的“自然发生说”,建立了巴氏消毒法等一系列微生物学实验技术。柯赫在继巴斯德之后,改进了固体培养基的配方,发明了倾皿法进行纯种分离,建立了细菌细胞的染色技术、显微摄影技术和悬滴培养法,寻找并确证了炭疽病、结核病和霍乱病等一系列严重传染疾病的病原体,提出了 Koch 法则。这些成就奠定了微生物学成为一门学科的基础。他们是微生物学的奠基人。

在这一时期,英国学者布赫纳(E. Buchner)在 1897 年研究了磨碎酵母菌的发酵作用,把酵母菌的生命活动和酶化学相联系起来,推动了微生物生理学的发展。同时,其他学者例如俄国学者伊万诺夫斯基(Ivanovski)首先发现了烟草花叶病毒(Tobacco mosaic virus, TMV),扩大了微生物的类群范围。

4. 微生物分子生物学发展阶段

在上一时期的基础上,20 世纪初至 40 年代末微生物学开始进入了酶学和生物化学研究时期,许多酶、辅酶、抗生素以及生物化学和生物遗传学都是在这—时期发现和创立的,并在 40 年代末形成了一门研究微生物基本生命活动规律的综合学科——普通微生物学。

50 年代初,随着电镜技术和其他现代技术的出现,对微生物的研究进入到分子生物学的水平。1953 年沃森(J. D. Watson)和克里克(F. H. Crick)发现了细菌染色体脱氧核糖核酸长链的双螺旋构造。1961 年加古勃(F. Jacob)和莫诺德(J. Monod)提出了操纵子学说,指出了基因表达的调节机制和其局部变化与基因突变之间的关系,即阐明了遗传信息的传递与表达的关系。1977 年,C. Weese 等在分析原核生物 16S rRNA 和真核生物 18S rRNA 序列的基础上,提出了可将自然界的生命分为细菌、古菌和真核生物三域(domain),揭示了各生物之间的系统发育关系,使微生物学进入到成熟时期。就基础研究来讲,在这个成熟时期,从三大方面深入到了分子水平来研究微生物的生命活动规律:① 研究微生物大分子的结构和功能,即研究核酸、蛋白质、生物合成、信息传递、膜结构与功能等。② 在基因和分子水平上研究不同生理类型微生物的各种代谢途径和调控、能量产生和转换,以及严格厌氧和其他极端条件下的代谢活动等。③ 分子水平上研究微生物的形态构建和分化,病毒的装配以及微生物的进化、分类和鉴定等,在基因和分子水平上揭示微生物的系统发育关系。尤其是近年来,应用现代分子生物技术手段,将具有某种特殊功能的基因作出了组成序列图谱,以大肠杆菌等细菌细胞为工具和对象进行了各种各样的基因转移、克隆等等开拓性研究。在应用方面,开发菌种资源、发酵原料和代谢产物,利用代谢调控机制和固定化细胞、固定化酶发展发酵生产和提高发酵经济的效益,应用遗传工程组建具有特殊功能的“工程菌”,把研究微生物的各种方法和手段应用于动植物和人类研究的某些领域。这些研究使微生物学研究进入到一个崭新的时期。

五、当代微生物学的发展趋势

综观当代微生物学的发展趋势,一方面是由于分子生物学新技术不断出现,使得微生物学研究得以迅速向纵深发展,从细胞水平、酶学水平逐渐进入到基因水平、分子水平和后基因组水平;另一方面是大大拓宽了微生物学的宏观研究领域,与其他生命科学和技术、其他学科交叉、综合形成了许多新的学科发展点甚至孕育了新的分支学科。近二三十年来,微生物学研究

中分子生物技术与方法的运用,已使微生物学迅速丰富了新理论、新发现、新技术和新成果。C. Woese 1977 年提出并建立了细菌(bacteria)、古菌(archaea)和真核生物(eucarya)并列的生命三域的理论,揭示了古细菌在生物系统发育中的地位,创立了利用分子生物学原理在分子和基因水平上进行分类鉴定的理论与技术。而到如今,微生物细胞结构与功能、生理生化与遗传学研究的结合,已经进入到基因和分子水平,即在基因和分子水平上研究微生物分化的基因调控,分子信号物质及其作用机制,生物大分子物质装配成细胞器过程的基因调控,催化各种生理生化反应的酶的基因及其组成、表达和调控,等等。阐明了蛋白质的生物合成机制,建立了酶生物合成和活性调节模式,探查了许多核酸序列,构建了 400 多种微生物的基因核酸序列图谱。DNA 重组技术的出现为构建具有特殊功能的基因工程菌提供了令人兴奋的成果和良好的前景,已实现了利用微生物基因工程大量生产人工胰岛素、干扰素、生长素及其他贵重和急需的药物,形成了一个崭新的生物技术产业。目前正有许多研究利用 DNA 重组技术来改良和创建微生物新品种。

微生物生态学的研究,不仅拓宽了原有的土壤、污水、水域、地矿等环境,并进入了宇宙空间和深入到微生物赖以生存的微环境,而且极大地关注了极端环境下的微生物生命活动,阐明了这些极端环境微生物具备而其他生物所没有的性状,形成了一个生命科学中的崭新领域,为生命的起源、进化和系统发育的探索和阐明提供了大量有价值的证据,也极大地丰富了自然界微生物种的多样性。微生物作为环境污染物的“清道夫”和污染受损环境的生物修复者,它们对于部分污染物尤其是含芳香环的难降解物的分解和降解,也已从质粒、降解酶基因水平上被阐明。

微生物学的研究将日益重视微生物特有的生命现象。如极端环境中的生存能力、特异的代谢途径和功能,化能营养、厌氧生活、生物固氮、不放氧光合作用等,对于这些生命过程中物质和能量运动基本规律的阐明将会给人们展示一个诱人的应用前景。由于微生物具有独特和高效的生物转化能力,并能产生多种多样的有用的代谢产物,为人类的生存和社会的发展进步创造难以估量的理论与物质的财富,因此发展和促进微生物生物技术的应用即微生物产业化,如微生物疫苗、微生物药品制剂、微生物食品、微生物保健品、可降解性微生物制品等等,将是世界性的生物学热点,会得到极大的发展。

根据 21 世纪生命科学的发展趋势和研究热点,在目前已对少数微生物构建遗传物理图谱的基础上,将会全面展开微生物基因组学和后基因组学的研究。微生物基因组的研究必将明显地促进生物信息学的发展和包括比较生物学、分子进化学和分子生态学在内的生物学研究新时代的到来。对具有某种意义的微生物种、菌株进行全基因组的序列分析、功能分析和比较分析,明确其结构、表型、功能和进化等之间的相互关系,阐明微生物与微生物之间、微生物与其他生物之间、微生物与环境因素之间相互作用的分子机理及其控制的基因机制,将会极大地发展微生物分子生态学、环境微生物学、细胞微生物学、微生物资源学、微生物系统发育学等各个新兴学科。

微生物学的研究技术和方法也将会在吸收其他学科先进技术的基础上,向自动化、计算机化、定向化和定量化发展。微生物信息学正在迅速孕育发展中,技术上的重大突破使微生物学获得前所未有的高速发展,并开辟崭新的研究领域,进入新的研究深度,为改造微生物提供强有力的手段,从而使得在分子水平上设计、改造和创建新的微生物物种成为可能。微生物基因工程的应用范围可以扩大到食品、化工、环保、采矿、冶炼、材料、能源等众多领域,具有诱人的开发前景,这是一项前无古人的崭新工作。