

张纪忠 主编

微生物分类学

Microbial Taxonomy

· 复旦大学出版社 ·

内 容 简 介

本书系统阐述微生物分类学的基本原理和方法；内容全面，选用资料、引用概念和结构安排均较新颖。全书共分4篇22章，包括细菌分类学、放线菌分类学、丝状真菌分类学和酵母菌分类学。各篇附分类鉴定实验，共21个；还有分类鉴定应用的染色、生理生化测定方法，以及鉴定中常用的培养基和检索表。此外，还简要介绍数值分类法及其原理，遗传学和分子生物学的分类法及其原理。为了便于理解，书中还附有扫描电镜照片、显微摄影照片和描图计206幅。各篇还列有主要参考文献。

本书可作为大专院校微生物学专业及生物学其他专业的教材，也可供从事工业、农林、医药、环保等方面的微生物学科技工作者和生产的工作人员参考。

微 生 物 分 类 学

张纪忠 主编

责任编辑 蔡武城 责任校对 张利勇

复旦大学出版社出版

(上海国权路579号)

新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 27.75 字数 689,000

1990年12月第1版 1990年12月第1次印刷

印数 1—3,500

ISBN 7—309—00545—7/Q·20

定价：5.80 元

前 言

《微生物分类学》是微生物学的一个重要分支学科，是概括有关微生物学的各学科的成果而建立的，是微生物学中实践性最强的分支学科之一，它涉及面广、内容丰富。由于近代科学技术的迅速发展和新技术的不断渗透，尤其是生物学迅速向分子生物学和生物工程深入发展的今天，人们对微生物的认识不断深化，已充分表明，以形态为主的传统分类法已不能满足分类鉴定的需要。因此，分类方法的改革和鉴定指标的革新，在微生物分类领域内正在蓬勃兴起，许多微生物分类学工作者，在这方面做了大量工作。以传统的分类法到数值分类法，从简单的形态和生理生化的鉴定指标到采用了遗传学、分子生物学和细胞化学等指标。尤其是60年代以来，微生物的生化分析、比较酶学、核酸的碱基比率和同源性以及细胞壁组分等方面的研究，大大促进了微生物分类学的发展。因此，本书力求反映出这些领域的概况。

本书包括细菌分类学、放线菌分类学、丝状真菌分类学和酵母菌分类学，分4篇22章介绍。第一篇细菌分类学，主要按1974年《伯杰细菌鉴定手册》(Bergey's Manual of Determinative Bacteriology) (第8版)编写，也适当介绍了1984年《伯杰系统细菌学手册》(新版)第1卷(Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol. 1)的内容。第二篇放线菌分类学，主要按阎述初(1980)提出的分类系统编写，也简要地介绍了Bergey第8版和新版关于放线菌分类的编排内容。真菌中的丝状真菌和酵母菌，鉴于它们的形态结构和分类鉴定的方法都有所差别，本书将两者分别详述。第三篇丝状真菌分类学，采用G. C. Ainsworth等(1973)分类系统。丝状真菌是一个十分庞大的类群，只能对常见的、在生产实践方面具有重大经济意义的进行介绍，且以小型丝状真菌为主，在各个亚门中分别介绍代表性的属种。第四篇酵母菌分类学，主要采用J. Lodder(1970)的分类系统，也适当参考Kreger Van Rij(1984)的分类系统。以上各篇都附有分类鉴定实验。

由于本书主要作为微生物专业学生用的教材，因此，重点放在系统阐明微生物分类学的基本知识和原理，同时，适当介绍数值分类，以及分子生物学和遗传学等分类的原理和方法。通过各篇分类鉴定实验的教学，能使学生在掌握微生物分类学的基本知识和理论的基础上，初步具备独立开展微生物菌种分类鉴定的技能。本书作为教材，内容显然偏多，教师可根据具体情况和教学要求选取其中的一个部分。

本书的丝状真菌和酵母菌分类学由张纪忠编写，细菌分类学由黄静娟编写，放线菌分类学由黄静娟、盛宗斗编写，徐德强编写了细菌和丝状真菌的部分分类鉴定实验。丝状真菌和酵母菌分类学承王鸣歧教授审阅；细菌分类学承蔡妙英副教授审阅，其中数值分类部分承胡嘉琪副教授审阅。我系副系主任周德庆教授对本书的编写提出过有益的建议。本书大部分插图由喻凡同志绘制。扫描电镜照片和显微摄影照片由复旦大学电子显微镜室和复旦大学生命科学院摄影室摄制。此外，复旦大学生命科学学院副院长苏德明教授，我系其他老师曾给予大力支持和鼓励。编者在此表示深切感谢。

本书是编者在复旦大学微生物学专业开设微生物分类学课程的讲义基础上多次修改而

成。自 1963 年开设本课程以来,至今已有 25 个春秋,虽经屡次修改补充,限于编者水平,难免有谬误或不足之处,请专家、学者和广大读者批评指正。

张 纪 忠

1988 年 2 月, 于复旦大学微生物学及微生物工程系。

目 录

第一篇 细菌分类学

第一章 绪论	1
第一节 细菌分类鉴定的意义.....	1
第二节 细菌分类学研究简史.....	1
第二章 细菌分类的基本原理	4
第一节 细菌分类的原则和依据.....	4
一、细菌分类的原则.....	4
二、细菌鉴定的依据.....	5
(一) 形态学特征.....	5
(二) 生理生化特征.....	6
(三) 生态学特征.....	6
(四) 血清学反应.....	7
(五) 噬菌反应.....	7
第二节 细菌在生物界中的分类地位.....	7
第三节 细菌的命名.....	9
第四节 细菌的分类系统.....	11
一、国际上沿用的三个细菌分类系统.....	11
二、新的细菌高级分类阶元的建议.....	13
第五节 《伯杰系统细菌学手册》(新版) 简介.....	14
第三章 细菌分类(目、科、属)的简介	16
第一节 第1部分: 光合细菌.....	16
第二节 第2部分: 滑行细菌.....	17
一、粘细菌目(Myxobacterales).....	17
二、噬纤维菌目(Cytophagales).....	18
第三节 第3部分: 有鞘细菌.....	18
第四节 第4部分: 芽生和有附属物细菌.....	19
一、芽殖细菌.....	19
二、带柄细菌.....	19
第五节 第5部分: 螺旋体目(Spirochaetales).....	20
第六节 第6部分: 螺旋和弯曲的细菌.....	20
第七节 第7部分: 革兰氏阴性好氧杆菌和球菌.....	21

一、假单胞杆菌科 (Pseudomonadaceae)	21
二、固氮菌科 (Azotobacteraceae)	23
三、根瘤菌科 (Rhizobiaceae)	24
四、甲基单胞菌科 (Methylomonadaceae)	24
五、嗜盐细菌科 (Halobacteriaceae)	25
附: 军团菌科 (Legionellaceae)	27
第八节 第 8 部分: 革兰氏阴性兼性厌氧细菌	27
一、肠杆菌科 (Enterobacteriaceae)	27
二、弧菌科 (Vibrionaceae)	34
第九节 第 9 部分: 革兰氏阴性厌氧细菌	35
拟杆菌科 (Bacteroidaceae)	35
第十节 第 10 部分: 革兰氏阴性球菌及球杆菌	36
奈瑟氏球菌科 (Neisseriaceae)	36
第十一节 第 11 部分: 革兰氏阴性厌氧球菌	37
韦荣氏球菌科 (Veillonellaceae)	37
第十二节 第 12 部分: 革兰氏阴性能自养菌	38
一、硝化细菌科 (Nitrobacteraceae)	38
二、代谢硫磺的细菌	38
三、鞘铁菌科 (Siderocapsaceae)	39
第十三节 第 13 部分: 产甲烷细菌	39
第十四节 第 14 部分: 革兰氏阳性球菌	40
一、微球菌科 (Micrococcaceae)	40
二、链球菌科 (Streptococcaceae)	42
三、消化球菌科 (Peptococcaceae)	43
第十五节 第 15 部分: 产芽孢杆菌和球菌	44
芽孢杆菌科 (Bacillaceae)	44
第十六节 第 16 部分: 不产芽孢的革兰氏阳性杆菌	46
乳酸杆菌科 (Lactobacillaceae)	46
第十七节 第 17 部分: 放线菌及其有关的细菌类群	47
第十八节 第 18 部分: 立克次氏体	48
一、立克次氏体目 (Rickettsiales)	48
二、衣原体目 (Chlamydiales)	49
第十九节 第 19 部分: 枝原体	50
第四章 细菌分类学中新技术的应用	51
第一节 分子生物学方法在细菌分类中的应用	51
一、DNA 中 G+C 含量的测定	51
二、DNA-DNA 的分子杂交	52
三、DNA-rRNA 的分子杂交	53

第二节 细胞壁的组分分析在细菌分类中的应用	53
第三节 数值分类法在细菌分类中的应用	55
一、数值分类法的基本概念	55
二、数值分类法的程序和方法	55
第五章 细菌分类鉴定实验	62
实验一 芽孢杆菌属 (<i>Bacillus</i>) 种的分离和鉴定	62
实验二 肠杆菌科 (<i>Enterobacteriaceae</i>) 属的鉴定	73
实验三 嗜盐细菌甘油二醚类衍生物的测定	80
实验四 细菌 DNA 中 G+C 含量的测定	82
附录一 染色法	89
附录二 细菌分类实验的各种测试方法及其培养基成分	93
主要参考文献	110

第二篇 放线菌分类学

第六章 绪论	111
第一节 放线菌在自然界的分布及其与人类的关系	111
一、放线菌在自然界的分布	111
二、放线菌与人类的关系	112
第二节 放线菌的形态	112
一、菌体形态	112
二、菌落特征	113
第七章 放线菌分类的基本原理	115
第一节 放线菌分类的目的意义	115
第二节 放线菌分类原则	116
一、分科原则	116
二、分属原则	116
三、定种原则	117
第三节 放线菌在微生物中的分类地位	117
第四节 放线菌目的分类系统	118
一、我国放线菌分类学家阎逊初教授提出的放线菌目内各科、属的 试行分类(1980年)	118
二、《伯杰细菌鉴定手册》第 8 版所列放线菌目的分科检索表	121
三、列契威尼尔 (Lechevalier) 关于放线菌目各属的检索表 (1971年)	121
四、《伯杰系统细菌学手册》中关于放线菌部分的编排	122
第八章 放线菌分类 (目、科、属) 的简介	124

第一节 放线菌科 (Actinomycetaceae).....	125
第二节 分枝杆菌科 (Mycobacteriaceae).....	127
第三节 弗兰克氏菌科 (Frankiaceae)	127
第四节 游动放线菌科 (Actinoplanaceae)	128
第五节 嗜皮菌科 (Dermatophilaceae).....	131
第六节 诺卡氏菌科 (Nocardiaceae).....	132
第七节 链霉菌科 (Streptomycetaceae).....	134
第八节 小单孢菌科 (Micromonosporaceae).....	140
第九章 放线菌分类中现代技术的应用	141
第一节 细胞壁化学组分分析的应用.....	141
第二节 类脂分析的应用.....	141
第三节 DNA、RNA 分析的应用.....	142
第四节 数值分类法的应用.....	142
第十章 放线菌分类鉴定实验	144
实验一 放线菌的分离.....	144
实验二 放线菌菌体形态的观察.....	146
实验三 放线菌种的鉴定.....	147
实验四 放线菌细胞壁化学组分的测定.....	151
附录 放线菌分类鉴定用培养基.....	153
主要参考文献.....	156

第三篇 丝状真菌分类学

第十一章 绪论	157
第一节 真菌的概念.....	157
第二节 真菌的形态.....	157
一、真菌的营养体.....	157
(一) 营养体的类型.....	157
(二) 菌丝体.....	158
(三) 隔膜.....	159
(四) 菌丝细胞的结构.....	160
(五) 菌丝的变态和组织体.....	160
二、真菌的繁殖体.....	163
(一) 无性孢子和无性子实体类型.....	164
(二) 有性孢子和有性子实体类型.....	167
(三) 异核现象和准性生殖.....	174
第三节 真菌的生活史.....	177

一、真菌生活史的概念	177
二、真菌生活史的类型	177
三、真菌的菌落	178
第四节 真菌的分类与命名	179
一、真菌的分类	179
(一) 真菌分类学的主要历史发展时期	179
(二) 真菌分类的原则和依据	180
(三) 真菌在生物界的地位	186
(四) 真菌分类系统	189
二、真菌的命名	191
第五节 真菌的起源与演化	192
一、真菌的起源	192
二、真菌的演化	192
(一) 鞭毛菌的演化	193
(二) 接合菌的演化	193
(三) 子囊菌的演化	194
(四) 担子菌的演化	194
第十二章 鞭毛菌亚门 (Mastigomycotina)	197
第一节 一般形态及分类	197
一、形态	197
二、分类	198
第二节 壶菌纲 (Chytridiomycetes)	199
一、壶菌目 (Chytridiales)	199
(一) 油壶菌科 (Olpidiaceae)	199
(二) 集壶菌科 (Synchytriaceae)	200
(三) 泡壶菌科 (Phlyctidiaceae)	202
(四) 节壶菌科 (Physodermataceae)	203
二、芽枝霉目 (Blastocladales)	203
(一) 芽枝霉科 (Blastocladiaceae)	205
(二) 雕蚀菌科 (Coelomomycetaceae)	205
第三节 卵菌纲 (Oomycetes)	206
一、水霉目 (Saprolegniales)	207
水霉科 (Saprolegniaceae)	207
二、霜霉目 (Peronosporales)	210
(一) 腐霉科 (Pythiaceae)	211
(二) 白锈菌科 (Albuginaceae)	215
(三) 霜霉科 (Peronosporaceae)	216
第四节 鞭毛菌亚门小结	218
第十三章 接合菌亚门 (Zygomycotina)	220

第一节 一般形态及分类.....	220
一、形态.....	220
二、分类.....	220
第二节 接合菌纲 (Zygomycetes).....	220
一、毛霉目 (Mucorales).....	221
(一) 毛霉科 (Mucoraceae).....	223
(二) 小克银汉霉科 (Cunninghamellaceae).....	232
(三) 笄霉科 (Choanephoraceae).....	233
(四) 水玉霉科 (Pilobolaceae).....	234
(五) 被孢霉科 (Mortierellaceae).....	235
(六) 头珠霉科 (Piptocephalidaceae).....	236
二、虫霉目 (Entomophthorales).....	237
第三节 接合菌亚门小结.....	239
 第十四章 子囊菌亚门 (Ascomycotina).....	240
第一节 一般形态及分类.....	240
一、形态.....	240
(一) 营养体及菌丝组织.....	240
(二) 无性繁殖.....	240
(三) 有性生殖.....	240
二、分类.....	243
第二节 半子囊菌纲 (Hemiascomycetes).....	244
一、外囊菌目 (Taphrinales).....	244
二、原囊菌目 (Protomycetales).....	246
第三节 不整囊菌纲 (Plectomycetes).....	246
散囊菌目 (Eurotiales).....	246
(一) 红曲科 (Monascaceae).....	246
(二) 散囊菌科 (Enrotiaceae).....	247
第四节 核菌纲 (Pyrenomycetes).....	250
一、白粉菌目 (Erysiphales).....	251
白粉菌科 (Erysiphaceae).....	252
二、球壳目 (Sphaeriales).....	253
(一) 长喙壳科 (Ophiostomataceae).....	254
(二) 粪壳科 (Sordariaceae).....	255
(三) 黑孢壳科 (Melanosporaceae).....	256
(四) 麦角菌科 (Clavicipitaceae).....	257
第五节 腔菌纲 (Loculoascomycetes).....	259
一、格孢腔菌目 (Pleosporales).....	260
(一) 格孢腔菌科 (Pleosporaceae).....	260
(二) 黑星菌科 (Venturiaceae).....	261

二、多腔菌目 (Myriangiales).....	262
多腔菌科 (Myriangiaceae)	262
第六节 虫囊菌纲 (Laboulbeniomycetes).....	263
第七节 盘菌纲 (Discomycetes).....	264
一、梭绒盘菌目 (Medeolariales).....	267
二、瘦果盘菌目 (Cyttariales).....	267
三、块菌目 (Tuberales).....	268
(一) 块菌科 (Tuberaceae)	268
(二) 地菇科 (Terfeziaceae)	269
四、盘菌目 (Pezizales).....	269
(一) 羊肚菌科 (Morchellaceae)	269
(二) 马鞍菌科 (Helvellaceae)	270
(三) 火丝菌科 (Pyronemataceae)	271
(四) 盘菌科 (Pezizaceae)	271
五、柔膜菌目 (Helotiales)	272
(一) 核盘菌科 (Sclerotiniaceae)	272
(二) 地舌菌科 (Geoglossaceae)	273
第八节 子囊菌亚门小结.....	274
第十五章 担子菌亚门 (Basidiomycotina)	275
第一节 一般形态及分类.....	275
一、形态.....	275
(一) 营养体.....	275
(二) 无性繁殖.....	276
(三) 有性生殖.....	276
(四) 担子果.....	277
(五) 担子.....	277
(六) 担孢子.....	278
二、分类.....	279
第二节 冬孢菌纲 (Teliomycetes).....	279
一、锈菌目 (Uredinales).....	280
(一) 柄锈菌科 (Pucciniaceae)	281
(二) 栅锈菌科 (Melampsoraceae)	283
(三) 鞘锈菌科 (Coleosporiaceae)	283
二、黑粉菌目 (Ustilaginales)	283
(一) 黑粉菌科 (Ustilaginaceae)	285
(二) 腥黑粉菌科 (Tilletiaceae)	285
第三节 层菌纲 (Hymenomycetes).....	286
一、有隔担子菌亚纲 (Phragmobasidiomycetidae)	286
(一) 银耳目 (Tremellales)	287
(二) 木耳目 (Auriculariales)	288

(三) 隔担菌目 (Septobasidiales)	289
二、无隔担子菌亚纲 (Homobasidiomycetidae)	289
(一) 非褶菌目 (Aphyllaphorales)	290
(二) 伞菌目 (Agaricales)	294
第四节 腹菌纲 (Gasteromycetes)	299
一、马勃菌目 (Lycoperdales)	300
二、腹菌目 (Hymenogastrales)	301
第五节 担子菌亚门小结	302
第十六章 半知菌亚门 (Deuteromycotina)	303
第一节 一般形态及分类	303
一、形态	303
(一) 营养体及无性繁殖	303
(二) 准性生殖	304
二、分类	304
(一) Saccardo 分类系统	305
(二) Hughes、椿启介、Barron 的分类系统	306
(三) 国际半知菌会议的提案	307
第二节 芽孢纲 (Blastomycetes)	310
第三节 丝孢纲 (Hyphomycetes)	310
一、无孢目 (Agonomycetales)	311
二、丝孢目 (Hyphomycetales)	312
(一) 丛梗孢科 (Moniliaceae)	312
(二) 暗色孢科 (Dematiaceae)	330
三、束梗孢目 (Stilbellales)	333
四、瘤座孢目 (Tuberculariales)	333
第四节 腔孢纲 (Coelomycetes)	336
一、黑盘孢目 (Melanconiales)	336
二、球壳孢目 (Sphaeropsidales)	338
球壳孢科 (Sphaeropsidaceae)	338
第五节 半知菌亚门小结	340
第十七章 丝状真菌分类鉴定实验	341
实验一 小型丝状真菌的分离	341
实验二 水霉科 (Saprolegniaceae) 常见属的分离与鉴定	343
实验三 毛霉科 (Mucoraceae) 常见种的鉴定	346
实验四 散囊菌目 (Eurotiales) 常见代表种的鉴定	349
实验五 球壳菌目 (Sphaeriales) 常见代表种的鉴定	351
实验六 曲霉属 (<i>Aspergillus</i>) 的分群(种群)	354
实验七 青霉属 (<i>Penicillium</i>) 的分系(种系)	356

实验八 镰孢菌属 (<i>Fusarium</i>) 种的鉴定	358
实验九 半知菌亚门 (<i>Deuteromycotina</i>) 常见种的鉴定	361
附录: 小型丝状真菌分离鉴定用的培养基	364
主要参考文献	366

第四篇 酵母菌分类学

第十八章 绪论	368
第一节 酵母菌分类的研究历史	368
第二节 酵母菌在自然界中的分布及其与人类的关系	369
一、酵母菌在自然界中的分布	369
二、酵母菌与人类的关系	369
(一) 有益的酵母菌	369
(二) 有害的酵母菌	370
第三节 酵母菌的细胞结构	371
第四节 酵母菌的生活史	372
一、子囊菌亚门酵母菌的生活史	372
二、担子菌亚门酵母菌的生活史	374
第十九章 酵母菌分类的基本原理	377
第一节 酵母菌的分类原则	377
第二节 酵母菌的分类系统	377
第三节 酵母菌的分类依据	381
一、形态学特征	381
(一) 细胞学形态	381
(二) 培养特征	382
(三) 子囊孢子的形成和形态	382
(四) 假菌丝的形成和形态	383
(五) 掷孢子的形成	384
二、生理学特征	384
(一) 碳源的发酵和同化	384
(二) 氮源的同化	385
(三) 分解杨梅苷	385
(四) 尿素分解测定	385
(五) 脂肪酶测定	385
(六) 明胶液化测定	386
(七) 石蕊牛奶反应测定	386
(八) 在无维生素培养基上生长的测定	386
(九) 耐高渗透压的测试	386
(十) 类淀粉化合物的测定	386
(十一) 抗放线菌酮测试	386

(十二) 其他.....	387
三、化学分类指标.....	387
(一) 核酸分析.....	387
(二) 酶电泳分析.....	387
(三) 免疫电泳分析.....	388
第四节 酵母菌的菌种鉴定.....	388
第二十章 酵母菌分类(科、属、代表种)的简介.....	389
第一节 子囊菌亚门中酵母菌的科、属特征及代表种.....	389
一、内孢霉科(Endomycetaceae).....	389
二、酵母菌科(Saccharomycetaceae).....	390
(一) 裂殖酵母亚科(Schizosaccharomycetoideae).....	390
(二) 拿逊酵母亚科(Nadsonioideae).....	391
(三) 酵母菌亚科(Saccharomycetoideae).....	391
(四) 油脂酵母亚科(Lipomycetoideae).....	394
第二节 担子菌亚门中酵母菌的科、属特征及代表种.....	395
一、黑粉菌科(Ustilaginaceae).....	395
二、掷孢酵母科(Sporobolomycetaceae).....	396
第三节 半知菌亚门中酵母菌的科、属特征及代表种.....	397
一、假丝酵母属(<i>Candida</i> Berkh.).....	397
二、球拟酵母属(<i>Torulopsis</i> Berl.).....	400
三、红酵母属(<i>Rhodotorula</i> Harrison).....	400
四、隐球酵母属(<i>Cryptococcus</i> Kütz. em. Vuill.).....	400
第四节 “类酵母”真菌.....	401
一、阿舒囊霉属(<i>Ashbya</i> Cif. et Frag.).....	401
二、地霉属(<i>Geotrichum</i> Link).....	402
三、短梗霉属(<i>Aureobasidium</i> Viala et. Boy.).....	402
第二十一章 酵母菌各属和主要属分种的检索.....	404
第一节 酵母菌各属检索表.....	404
第二节 酵母菌主要属的分种检索表.....	406
第二十二章 酵母菌分类鉴定实验.....	418
实验一 酵母菌的分离.....	418
实验二 酵母菌的分属鉴定.....	414
实验三 酵母菌种的鉴定.....	417
实验四 酵母菌的显色反应.....	423
附录 酵母菌分离鉴定用培养基.....	425
主要参考文献.....	428

第一篇 细菌分类学

第一章 绪 论

第一节 细菌分类鉴定的意义

细菌分类和动、植物分类一样，其目的是为了认识它，了解它们之间的亲缘关系，并为细菌资源的开发、利用、控制和改造提供理论根据。

细菌分类学的任务是在全面了解细菌的生物学特征基础上，研究它们的种类，探索其起源、演化以及与其他类群之间的亲缘关系，进而提出能反映自然发展的分类系统，并将微生物加以分门别类。所谓分类，就是在对大量细菌进行逐一的观察、分析与描述的基础上，按照它们个体发育的形态、培养特征、生理生化特性和细胞化学组分等一系列性状的异同和主次，并根据它们的亲缘关系与应用的方便，加以分门别类（归纳为纲、目、科、属和种），从而制定为鉴定用的检索表。所谓鉴定，则是对某一具体的微生物的性状进行细致的观察和测试，参照一定的检索表，用对比分析的方法来确定该微生物的分类地位。对与已知菌相同的种，就采用已知菌的名称；与已知菌不同者，可按照国际命名法则，给新种定名。

细菌分类学是综合有关细菌各学科的成果而建立的。自然科学在不断地发展，人们对客观事物的认识也总是在不断深化，我们对细菌分类学也不断地进行修改和补充。目前，虽然我们对细菌的认识比以前深入多了，但在许多方面还了解得很不够，对它们之间的亲缘关系还不十分清楚，所以细菌分类学与其他较大的生物的分类学相比较，更加显得不成熟。因此，摆在细菌学工作者面前一项十分重要的任务是进一步探索细菌之间的亲缘关系，使细菌分类逐步接近于自然分类体系。

第二节 细菌分类学研究简史

1675年，荷兰商人 Leeuwenhock 自制了第一架显微镜，并首先观察到被他称为“微小动物”的微生物。第一个尝试生物分类的是林奈 (Linnaeus)。林奈分类的重要特点是特别重视对鉴定生物有用的各种特征。在林奈的分类系统中，有一个纤毛虫纲，它包括 Leeuwenhock 描述过的“微小动物” (animalcule)，其中有些是细菌。以后，丹麦动物学家 Müller 于 1786 年提出一个新的系统，其中包括原生动物、藻类和细菌。他建议将细菌分成单胞菌属和弧菌属，后一属名称经受了时间考验而保留至今。

1838年，德国生物学家 Ehnenberg 对微生物分类的位置作了修改，把细菌列为纤毛虫纲，分为2个科，即单胞菌科和弧菌科，弧菌科再划分5个属。当时所有与细菌打交道的分类学家都认为细菌应归属于动物界的纤毛虫纲。

1857年,德国植物学家 Nageli 在《植物学杂志》上发表文章指出,这些微小生物具有细胞壁,应当归属于植物界,并独立设一纲,取名为裂殖菌纲。

1872年,德国植物学家 Cohn 发表了一个新的细菌分类系统,跟以前的分类法一样,这个系统也只是根据形态特征把细菌分成4个族,每个族由1个或多个属组成。

第1族,球菌族 (*Sphaerobacteria*), 第1属,微球菌属 (*Micrococcus*); 第二族,微杆菌族 (*Miarobacteria*), 第二属杆菌属 (*Bacterium*); 第3族,丝状细菌族 (*Desmobacteria*), 第3属芽孢杆菌属 (*Bacterium*), 第4属,弧菌属 (*Vibrio*); 第4族,螺旋菌族 (*Spirobacteria*), 第5属螺菌属 (*Spirillum*), 第6属螺旋体属 (*Spirochaeta*)。Cohn 第1个描述细菌内生芽孢,并指出它们有耐热性能。

1854年, Koch 发明了固体培养基,从而有可能获得纯培养物来进行研究。这就引起了微生物学方法上的革命,也给细菌分类学产生了深远的影响。构成分类学的基础已不限于形态学特征,培养特征和生化试验的依据在分类学中开始受到重视。在这以后,有一些微生物学家相继开展了对病原微生物的研究,他们致力于研究引起伤寒、白喉、结核病等多种传染病的微生物识别及其防治。当然,直至20世纪初,关于细菌鉴定和分类的主要依据仍然是以形态学特征为主。

1909年, Jensen 发表了一种分类法,该方法在采用形态和病原性特征的同时,还依据细菌的代谢活性。将裂殖菌纲分为2个目:一是端丛毛菌目 (*Cephalotrichinae*), 这类细菌的能量代谢主要是氧化作用;另一是周毛菌目 (*Peritrichinae*), 这类菌的能量代谢主要是糖或氨基酸的分解,而不是氧化作用或反硝化作用。这样,就开始突破了纯形态的分类局限,在细菌分类学上向前迈出了重要的一步。

从1915年起,美国微生物学家 Buchanan 对细菌的命名和分类进行了一系列研究。他依据形态、染色反应、生理生化特征以及病原性等多方面的特征,把细菌分成科、族和属。这些工作对细菌分类有着深远的影响。1917年,美国细菌学家协会组成了一个细菌鉴定和分类委员会,直接指导和撰写了当代最著名的细菌分类学著作《伯杰细菌鉴定手册》(*Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*)简称《伯杰手册》。该著作1923年出版第1版,到1974年修订过7次,还在不断扩充之中(1984年初开始出版第9版)。每次版本都作了重大的修改。第1版只列5个目,到第7版增加到10个目。虽然后来又有 Cowan 和 Steel 合著的《医用细菌鉴定手册》,但《伯杰手册》至今仍然是国际上从事研究细菌学工作者必备的工具书。

本世纪40至50年代是细菌分类学的一个重要发展阶段。但是,这一时期在实验手段上只是从数量上增加生理学、生物化学的实验及营养要求等。所以,这一时期的细菌分类只是量的变化,没有质的飞跃。例如,《伯杰手册》中假单胞菌属的235个种中,一半以上是这个时期的成果。但是,根据现代技术的测试,结果表明当时的新种有许多是属于同物异名。在这时期中,科学家们也曾试图建立新的分类系统,但由于实验手段的限制,未能实现。

在这同一时期中,电子计算机的兴起和迅速发展,也是改变细菌分类局面的另一因素,它把分类学从描述性的定性水平提高到精确的定量水平上。1957年,英国细菌学家 Sneath 首先把电子计算机应用于细菌分类,开创了数值分类法。他接受了 Adanson 提出的“等重衡量”原则,设计出的计算机程序可根据各个种的相似性加以排列,按照各个种

之间的相似系数，定量表示出它们之间的相互关系。

从本世纪 60 年代开始，细菌分类学进入了分子生物学时期。在这个时期中，细菌分类学不仅有量的增加，更重要的是起了质的变化。因为自 50 年代初 Watson 和 Crick 提出 DNA 双螺旋结构模型后，遗传学和分子生物学迅速发展，许多新方法和新技术在细菌分类学中得到广泛应用。细菌分类学家开始从遗传学的角度去探索细菌各类群之间的亲缘关系，寻求自然发育系统。可以这样说，生产实践的需要促进了细菌分类学的产生和发展，而先进科学和技术的引进，又不断地把细菌分类学提高到新的水平。由于新的科学技术的应用，使细菌分类学不再是人们所想象的那样古老呆板和枯燥乏味，而是以崭新的面貌出现在生物科学的领域之中。