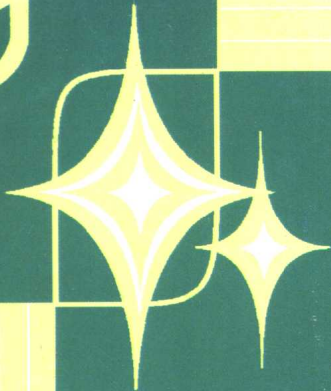




全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定



植物病原细菌的 分类和鉴定

● 任欣正 主编

● 植物病理学 植物保护专业用



中国农业出版社

全国高等农业院校教材

植物病原细菌的分类和鉴定

任欣正* 主编

植物病理学
植物保护专业用

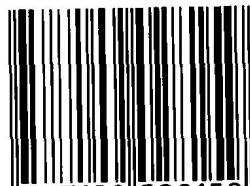
中国农业出版社

全国高等农业院校教材
植物病原细菌的分类和鉴定
任欣正 主编

责任编辑 蔡 彬
出 版 中国农业出版社
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
发 行 新华书店北京发行所
印 刷 北京忠信诚胶印厂
* * *
开 本 787mm×1092mm 16 开本
印 张 15.75 字数 357 千字
版、印次 1994 年 5 月第 1 版
1999 年 5 月北京第 2 次印刷
印 数 2 001~4 000 册 定价 17.00 元

书 号 ISBN 7-109-02815-1/Q·165

ISBN 7-109-02815-1



9 787109 028159 >

前 言

近年来,由于细胞学、遗传学和分子生物学等的发展和渗透,使细菌分类学有了很大的发展,植物病原细菌在分类、命名和分类方法等方面也有了相应的发展和变化。为了介绍这方面的发展和成就,编者在多年实践经验的基础上,参阅了大量国内外资料编写此书。

本书在介绍传统分类鉴定方法的同时,并专题论述了现代分类学中更能阐明亲缘关系的数值分类法、核酸分子生物学和化学分类方法。本书在概述分类和鉴定的基本理论的基础上,系统介绍了与植物病原细菌有关的11个属以及支原体的细菌学和生物学特征、分类演变和现状,鉴别培养基和试验方法;并描述了70个种、亚种和179个致病变种的特性及其所致病害、寄主范围和地理分布等。本书最后还附有寄主、症状和病原菌对照表以及中国植物病原细菌名录。可供植物保护和植物病理学专业师生以及广大的植物病理学科技工作者参考。

本书承蒙方中达教授审阅,并提出宝贵意见。陈永董教授编写螺原体属和类支原体菌,木质部寄生属等章节。还有杨国平博士参加编写核酸分子生物学分类和化学分类部分。杨合同硕士参加编写数值分类部分,并帮助整理了部分研究方法的资料。谨在此一并表示衷心的感谢!

本书内容涉及多种学科,限于编者的水平,书中难免出现缺点和错误,请读者批评和指正。

任欣正

1992年10月

内 容 简 介

本书收集了国内外最新的有关分类和鉴定资料,反映了植物病原细菌在分类和鉴定方面的发展和成就。全书在介绍传统分类鉴定方法的同时,并专题论述了现代分类学中更能阐明亲缘关系的数值分类法,核酸分子生物学和化学分类方法。该书在概述分类和鉴定的基本理论的基础上,系统介绍了与植物病原细菌有关的11个属以及支原体的细菌学和生物学特征、分类演变和现状、鉴别培养基和方法,并描述了70个种、亚种和179个致病变种的特性及其所致病害、寄主范围和地理分布等。本书最后还附有寄主、症状和病原菌对照表以及中国植物病原细菌名录。本书可供植物保护和植物病理学专业师生以及广大的植物病理学科技工作者参考。

目 录

第一章 植物病原细菌的分类	1
第一节 分类单元	1
一、种	1
二、亚种和亚种以下的分类单元	2
三、属和属以上的分类单元	3
第二节 命名	3
第三节 分类系统	4
一、细菌的分类系统	5
二、植物病原细菌分类的演变	6
第四节 传统分类	9
一、形态特征	9
二、培养性状	15
三、生理生化性状测定	15
四、生态特性	23
第五节 数值分类	23
一、数值分类原理	24
二、数值分类的程序	24
三、数值分类的基本数据	24
四、相似性测定	26
五、分类学结构	26
六、聚类结果的表示	28
第六节 核酸分子生物学分类法	29
一、DNA 碱基成分	30
二、DNA 同源性	34
三、DNA-rRNA 杂交	35
四、16S rRNA 编目在细菌系统分类研究中的应用	36
第七节 化学分类	36
一、细胞壁成分分析	37
二、脂类分析	38
三、细胞蛋白质	41
第二章 植物病原细菌的鉴定	47
第一节 植物细菌病害的诊断	47
一、症状类型	47
二、病害标本的采集	49
三、显微镜检查	49
四、分离和培养	50

五、致病性测定	54
六、细菌菌种保存	56
第二节 植物病原细菌的鉴定	57
一、植物病原细菌属的鉴定	58
二、革兰氏染色反应	59
三、鞭毛和运动	60
四、细菌的色素	60
第三节 噬菌体在植物病原细菌鉴定中的应用	61
一、一般性状	61
二、研究方法	61
三、噬菌体在植物病原细菌鉴定中的应用	63
第四节 血清学反应	64
一、抗原与抗体	64
二、血清反应的基本特性	65
三、抗血清的制备	66
四、血清学反应的主要类型	66
第三章 土壤杆菌属 (<i>Agrobacterium</i>)	70
第一节 属的特征	70
第二节 分类概述	73
第三节 种和生物变种的鉴别	76
一、分离	77
二、鉴定	79
三、种的描述	82
根癌土壤杆菌 (<i>A. tumefaciens</i>)	82
放射状土壤杆菌 (<i>A. radiobacter</i>)	82
发根土壤杆菌 (<i>A. rhizogenes</i>)	83
悬钩子土壤杆菌 (<i>A. rubi</i>)	83
第四章 欧文氏菌属 (<i>Erwinia</i>)	84
第一节 属的特征	84
第二节 分类概述	85
第三节 “ <i>amylovora</i> ” 和 “ <i>herbicola</i> ” 群	89
一、分离和鉴定	89
二、鉴别培养基和试验方法	90
三、种的描述	92
解淀粉欧文氏菌 (<i>E. amylovora</i>)	92
野梧桐欧文氏菌 (<i>E. mallotivora</i>)	92
流黑欧文氏菌 (<i>E. nigrifluens</i>)	93
栎欧文氏菌 (<i>E. quercina</i>)	93
生红欧文氏菌 (<i>E. rubrifaciens</i>)	94
柳欧文氏菌 (<i>E. salicis</i>)	94
嗜维管束欧文氏菌 (<i>E. tracheiphila</i>)	95
草生欧文氏菌 (<i>E. herbicola</i>)	95
凤梨欧文氏菌 (<i>E. ananas</i>)	95
噬夏孢子欧文氏菌 (<i>E. uredovora</i>)	96

斯氏欧文氏菌 (<i>E. stewartii</i>)	96
第四节 “ <i>carotovora</i> ” 群	97
一、分离和鉴定	97
二、鉴别培养基和试验方法	99
三、种、亚种和致病变种的描述	100
胡萝卜软腐欧文氏菌 (<i>E. carotovora</i>)	100
胡萝卜软腐欧文氏菌胡萝卜软腐亚种 (<i>E. carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>)	100
胡萝卜软腐欧文氏菌黑胥亚种 (<i>E. carotovora</i> subsp. <i>atroseptica</i>)	101
胡萝卜软腐欧文氏菌甜菜亚种 (<i>E. carotovora</i> subsp. <i>betavascularum</i>)	101
菊欧文氏菌 (<i>E. chrysanthemi</i>)	101
杓兰欧文氏菌 (<i>E. cypripedii</i>)	104
大黄欧文氏菌 (<i>E. rhapontici</i>)	104
第五章 假单胞菌属 (<i>Pseudomonas</i>)	105
第一节 属的特征	105
第二节 分类概述	111
第三节 植物病原荧光假单胞菌	116
一、鉴定	116
二、鉴别培养基和试验方法	119
三、种和致病变种的描述	122
丁香假单胞菌 (<i>P. syringae</i>)	122
绿黄假单胞菌 (<i>P. viridiflava</i>)	136
菊苣假单胞菌 (<i>P. cichorii</i>)	136
边缘假单胞菌 (<i>P. marginalis</i>)	136
铜绿假单胞菌 (<i>P. aeruginosa</i>)	137
蘑菇假单胞菌 (<i>P. agarici</i>)	138
托拉氏假单胞菌 (<i>P. tolaasii</i>)	138
铁角蕨假单胞菌 (<i>P. asplenii</i>)	138
番木瓜假单胞菌 (<i>P. carica papayae</i>)	138
叶鞘褐腐假单胞菌 (<i>P. fuscovaginae</i>)	139
第四节 植物病原非荧光假单胞菌	139
一、种的描述和鉴别	139
类产碱假单胞菌西瓜亚种 (<i>P. pseudoalcaligenes</i> subsp. <i>citrulli</i>)	139
麝香石竹假单胞菌 (<i>P. caryophylli</i>)	140
洋葱假单胞菌 (<i>P. cepacia</i>)	140
唐菖蒲假单胞菌 (<i>P. gladioli</i>)	141
茄假单胞菌 (<i>P. solanacearum</i>)	142
嗜麦芽假单胞菌 (<i>P. maltophilia</i>)	143
扁桃假单胞菌 (<i>P. amygdali</i>)	143
须芒草假单胞菌 (<i>P. andropogonis</i>)	143
燕麦假单胞菌 (<i>P. avenae</i>)	145
卡特来兰假单胞菌 (<i>P. cattleiae</i>)	145
乌菰假单胞菌 (<i>P. cissicola</i>)	145
皱纹假单胞菌 (<i>P. corrugata</i>)	145
颖壳假单胞菌 (<i>P. glumae</i>)	146

红条假单胞菌 (<i>P. rubrilineans</i>)	146
红白假单胞菌 (<i>P. rubrisubalbicans</i>)	146
伍氏假单胞菌 (<i>P. woodsii</i>)	147
嗜温假单胞菌 (<i>P. mesophilica</i>)	147
玫瑰红假单胞菌 (<i>P. rhodos</i>)	147
二、鉴别试验和培养基	147
第六章 黄单胞菌属 (<i>Xanthomonas</i>)	149
第一节 属的特征	149
第二节 分类概述	153
第三节 分离和鉴定	154
一、分离	154
二、鉴定	155
三、种、致病变种的鉴别	155
四、致病性测定	158
第四节 种和致病变种的描述	159
油菜黄单胞菌 (<i>X. campestris</i>)	159
白纹黄单胞菌 (<i>X. albilineans</i>)	180
地毯草黄单胞菌 (<i>X. axonopodis</i>)	181
草莓黄单胞菌 (<i>X. fragariae</i>)	182
白杨黄单胞菌 (<i>X. populi</i>)	182
第七章 木质部寄生属 (<i>Xylella</i>)	183
第一节 属的特征	183
第二节 分类和鉴定	184
一、分类	184
二、分离培养和检测	185
第八章 植物病原棒形细菌 (Plant pathogenic coryneform bacteria)	187
第一节 分类概述	187
第二节 鉴定	191
一、鉴别特征	191
二、鉴别培养基和试验方法	193
第三节 节杆菌属 (<i>Arthrobacter</i>)	197
一、属的特征	197
二、种的描述	197
美国冬青节杆菌 (<i>A. ilicis</i>)	197
第四节 棒形杆菌属 (<i>Clavibacter</i>)	198
一、属的特征	198
二、种和亚种的描述	198
密执安棒形杆菌 (<i>C. michiganense</i>)	199
密执安棒形杆菌密执安亚种 (<i>C. michiganense</i> subsp. <i>michiganense</i>)	199
密执安棒形杆菌诡滴亚种 (<i>C. michiganense</i> subsp. <i>insidiosum</i>)	199
密执安棒形杆菌尼布拉斯加亚种 (<i>C. michiganense</i> subsp. <i>nebraskense</i>)	200
密执安棒形杆菌环腐亚种 (<i>C. michiganense</i> subsp. <i>sepedonicum</i>)	200
密执安棒形杆菌花叶亚种 (<i>C. michiganense</i> subsp. <i>tessellarius</i>)	200
小麦棒形杆菌 (<i>C. tritici</i>)	201

伊朗棒形杆菌 (<i>C. iranicum</i>)	201
鸭茅草棒形杆菌 (<i>C. rathayi</i>)	201
木质部棒形杆菌 (<i>C. xyli</i>)	202
木质部棒形杆菌狗牙根草亚种 (<i>C. xyli</i> subsp. <i>cynodontis</i>)	202
木质部棒形杆菌木质部亚种 (<i>C. xyli</i> subsp. <i>xyli</i>)	202
第五节 短小杆菌属 (<i>Curtobacterium</i>)	203
一、属的特征	203
二、种和致病变种的描述	204
萎蔫短小杆菌 (<i>C. flaccumfaciens</i>)	204
萎蔫短小杆菌萎蔫致病变种 (<i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfacias</i>)	205
萎蔫短小杆菌甜菜致病变种 (<i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>betae</i>)	205
萎蔫短小杆菌奥氏致病变种 (<i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>oortii</i>)	205
萎蔫短小杆菌一品红致病变种 (<i>C. flaccumfaciens</i> pv. <i>poinsettiae</i>)	206
第六节 红球菌属 (<i>Rhodococcus</i>)	206
一、属的特征	206
二、种的描述	206
带化红球菌 (<i>R. fascians</i>)	206
第九章 其它革兰氏阳性细菌	208
第一节 链霉菌属 (<i>Streptomyces</i>)	208
一、属的特征	208
二、分离和诊断	209
三、种的描述	210
疮痂链霉菌 (<i>S. scabies</i>)	210
酸疮痂链霉菌 (<i>S. acidiscabies</i>)	210
第二节 芽孢杆菌属 (<i>Bacillus</i>)	210
一、属的特征	210
二、诊断和鉴定方法	211
三、种的描述	213
蜡状芽孢杆菌 (<i>B. cereus</i>)	213
环状芽孢杆菌 (<i>B. circulans</i>)	213
巨大芽孢杆菌 (<i>B. megaterium</i>)	213
第十章 螺原体属 (<i>Spiroplasma</i>) 和类支原体菌 (MLO's)	214
第一节 支原体的基本特性	214
第二节 分类概述	215
一、分类	215
二、属的特征	216
第三节 植物支原体的诊断和鉴定	216
一、诊断	216
二、分离和鉴定	217
第四节 种的描述	219
柑橘螺原体 (<i>S. citri</i>)	219
玉米矮化螺原体 (<i>S. kunkellii</i>)	219
蜜蜂螺原体 (<i>S. melliferum</i>)	220
长春花黄化螺原体 (<i>S. phoeniceum</i>)	220

花螺原体 (<i>S. floricola</i>)	220
小旋花螺原体 (<i>S. chinense</i>)	220
附录	222
中国植物病原细菌名录	222
寄主、症状、病原细菌对照表	226
索引	235
植物病原细菌学名索引	235
常用培养基名称索引	238
常用鉴定方法索引	239
主要参考书目	241

第一章 植物病原细菌的分类

细菌在自然界分布广泛，种类繁多，与人类生产和生活的关系十分密切。它们属原核生物界。约有 1 600 个种。绝大多数细菌，对人类是有益的，但有一些种引起人类、动物和植物病害，目前已发现近 300 个种、亚种和致病变种的细菌可引起植物病害。

细菌的分类包括植物病原细菌的分类，是将类型各异、杂乱无章的细菌按它们的相似性和相关性分群别类命名，并顺序地排列成一个系统，为了迅速而简便地鉴别某种细菌，往往又根据一种分类系统，按细菌的特性，人为地归纳和制订成检索表。理想的分类系统应能反映生物的进化规律，但由于细菌形体微小，构造简单，易受外界环境条件的影响而发生变异，加之又缺乏化石资料，这些都给细菌的系统分类带来困难。近年来，由于科学技术不断发展，特别是分子生物学迅速进展，新技术和新方法越来越多地被用于细菌分类。这不仅大大丰富了细菌的分类鉴定内容，也为探索细菌的亲缘关系开拓了新的前景。

植物病原细菌并不是单独的一类细菌，因此谈到植物病原细菌的分类，首先必须介绍细菌的分类系统，而植物病原细菌的分类单元、命名原则和分类方法也是与细菌一致的。

第一节 分类单元

细菌的分类单元依次为界 (Kingdom)、门 (Phylum)、纲 (Class)、目 (Order)、科 (Family)、属 (Genus)、种 (Species)。在 2 个主要分类单元之间可增加亚门、亚纲、亚目、亚科、亚属等次要的分类单元，在种以下还可分为亚种、变种、型等。

一、种

细菌分类中最基本的分类单元是种 (Species)。关于细菌种的概念，是较难确定的，在不同时期，各分类学家有不同的见解，然而，不论人们怎样理解种的概念，生物的种都是客观存在的，并且都是相对稳定的，这是物种存在的根据。另一方面，生物又是不断变化的，变则是物种发展的根据，同种生物个体之间的变异是形成新种的前奏。这个观点从遗传物质上，可以得到证实，DNA 是主要的遗传物质，由 2 条互补的链组成，一方面通过精确的自我复制，把遗传信息传递给后代，保证了物种的稳定性；另一方面通过核苷酸碱基序列的变化，为物种进化提供无限的潜能。从《伯杰细菌鉴定手册》(Bergey's Manual of Determinative Bacteriology)第七、第八版本对细菌种的定义可看出由模式概念到种群概念的发展。模式概念是以一个模式菌株建立种的概念，它在划分种的范围方面起了一定的作用，但由于它过分强调了稳定性和种间的间断性，而忽视了变异性和种间的连续性，因而阻碍了系统分类学的发展，1967 年 Gordon 提出了种群概念就是把种不局限于一个或极少的菌株，而是指一群相似的个体。根据 1984 年《伯杰系统细菌学手册》(Bergey's Manual of Systema-

tic Bacteriology) 的描述, 认为一个细菌种是由一些具有许多共同特征的菌系 (Strains) 组成的群体, 通常这些菌系与其他菌系有很大区别。而一个菌系是由分离获得的纯培养物的单个菌落繁衍的后代组成。一个细菌种都有一个典型菌系 (type strain) 或称参考菌系, 这个菌系是种的命名菌系, 它是一个种的核心, 由它以及和它相似的其它菌系组成种, 所以典型菌系在种的分类鉴定上有重要价值。很明显这个细菌种的概念, 包含人为的主观判断, 因此, 与其它生物相比, 细菌种往往在表型的和遗传的特性上存在更明显的多样性。无疑, 细菌的种需要一个更一致、更严格的定义。有人认为目前根据遗传的相关性来定种较为客观, 事实上按 DNA 同源性的一定水平作为定种的依据, 已解决了一些在种的分类上的混乱现象。

在细菌分类研究中有几个关于种的术语需要分清, 即分类种 (taxospecies), 基因种 (genospecies) 和命名种 (nomenspecies)。根据表型特征进行数值分类所划分的种称为分类种又称同型种 (phenons), 若两个相近的种在表型特征上没有区别, 则它们属于同一个分类种。能进行基因交换的一组菌系称基因种。按命名法给不同的种定名, 这些种即是命名种, 严格地讲, 所有的种都是命名种。

二、亚种和亚种以下的分类单元

在一个细菌种内有些菌系的特征与典型菌系基本相符, 但有较少表型的或遗传的特性不同, 而这些特征是稳定的, 就将这些细菌称为这个种的亚种 (Subspecies), 亚种是最低的分类单元, 在命名中有正式的标准。

亚种以下的分类单元虽在命名中无正式标准, 但在分类中, 确有很大的实用价值。常用的分类单元, 如生物变种 (biovar) 或生物型 (biotype), 血清变种 (serovar) 或血清型 (serotype), 噬菌体变种 (phagovar) 或噬菌体型 (phagotype), 还有在植物病原细菌中常用的致病变种 (pathovar) 或致病型 (pathotype), 这些分类单元是指一个细菌种内的一些菌系, 它具有特殊生理生化特性, 或具有特殊的寄主专化性等 (见表 1-1)。

表 1-1 亚种以下的分类单元及其特性

分 类 单 元	特 性
致病变种 (致病型)	具有特殊的致病性
生物变种 (生物型)	具有特殊的生理生化特性
血清变种 (血清型)	具有不同的抗原特性
噬菌体变种 (噬菌体型)	能被某些细菌噬菌体溶解
形态变种 (形态型)	具有特殊的形态特征

国际植物病理学会 (ISPP) 的植物病原细菌分类委员会于 1980 年提出植物病原细菌致病变种命名的国际标准如下:

致病变种 (或致病型) 是亚种以下的分类单元, 致病变种是指一个菌系或一些具有相同或相似特征的菌系, 它与同一个种或亚种的其它菌系在致病性方面 (包括危害症状、寄主范围) 有区别, 还可以存在生物化学的、血清学的或其他非致病性特性方面的区别, 但

这些区别与致病性区别相比在分类上是次要的。

三、属和属以上的分类单元

细菌所有的种都归入属 (Genus)，一般细菌属都有明显的特征，也很容易与其它属明确地区别，然而，由于在分属的问题上也存在与人为的主观性，至今对属的定义尚无一致意见，有些分类学家认定的一个属而在另一个分类系统中则认为是一个种，目前又提出遗传的相关性，即 rRNA 同源性或按 16SrRNA 寡聚核苷酸的相似性作为分属的依据。

属以上的分类单元的确定比属、种分类单元更困难。除了少数科例如肠杆菌科 (Eetero bacteriaceae) 已研究了遗传上的亲缘关系外，其它科和目的分类基础研究得较少。

第二节 命名

同一种细菌在不同国家或地区，甚至不同寄主常有不同的俗名，由于俗名往往是当地习惯用名或由病害而得名，使用虽较方便，但有很大局限性。为了便于交流和避免混乱，每一种细菌应该按国际命名法则取一个统一的科学的名字，又称学名。例如：美洲的香蕉 Moko 病菌，我国的甘薯瘟病菌和番茄青枯病菌，实际上都是同一种植物病原细菌，它的学名是 *Pseudomonas solanacearum*，译为茄假单胞菌，它引起植物青枯病。世界上各国的植物病理学家都知道 *Pseudomonas solanacearum*，但并不熟知甘薯瘟病菌等俗名。

细菌的学名由国际细菌命名法则所规定，这个法则的最新版本发表了由国际系统细菌学委员会 (ICSB) 起草的《核准的细菌名录》(Apprcved Lists of Bacterial Names)。这个名录包括经核准后生效的所有细菌的科学名称并从 1980 年 1 月 1 日起使用。植物病原细菌的一些命名种除了致病性外，难以用生理生化特性区别，而称为同物异名，因此未能列入《核准的细菌名录》，为了保留这些细菌的分类地位，植物病理学家采用致病变种作为这些同物异名的分类单元。1980 年国际植物病理学会的植物病原细菌分类委员会列出了《植物病原细菌致病变种名录》和典型菌系，并提出命名致病变种的国际标准，这一标准与法规形式相同，是确立国际所承认的新致病变种所必须遵守的。因此，植物病理学家必须遵守 2 套规则，即以亚种为最低分类单位的国际细菌命名法规和植物病原细菌致病变种的国际标准。

细菌和其它生物一样，采用双名法，即用属和种命名，都以拉丁文形式表示，属名在前，规定用拉丁字名词，字首字母要大写，种名在后，常用拉丁形容词表示。植物病原细菌的属名常用以描述这个属细菌的主要特征，或取用有名的植物病理学家的名字，而种名则多用寄主植物或病害症状名称或名人的名字，例如 *Pseudomonas syringae*，种名 *Syringae* 是丁香属植物的意思，这个植物病原细菌的学名是丁香假单胞菌 (*Pseudomonas syringae*)。白纹黄单胞菌 *Xanthomonas albilineans*，种名 *albilineans* 是形容白色条纹症状的意思，若是亚种，则要在属和种名的后面写亚种名，并在亚种名前加 subsp. (subspecies 的缩写)，例如胡萝卜软腐欧文氏菌黑胫亚种 *Eruinia carotovora* subsp. *atrosepitica*，这学名的最后一个词就是亚种名。致病变种则在致病变种的前面加 pv. (pathovar 的缩写) 如 *Xanthomonas campestris* pv. *citri*，译名为油菜黄单胞菌柑桔致病变种。如发表新种或新致病变种，则在学名之后分

别加 sp. nov. 或 pv. nov.。

同一种细菌在不同的分类系统中有不同的学名,因此在植物病原细菌中常发现同物异名的现象。如鸭茅草蜜穗病的病原细菌,现在的学名是 *Clavibacter rathayi* (Smith) Davis, Gillaspie, Vidaver et Harris 1984, 它的异名有 *Corynebacterium rathayi* (Smith) Dowson 1942, *Aplanobacter rathayi* (Smith) 1913。以上 3 个学名是同物异名,可以看出这个种最早于 1913 年由 Smith 定名,当时无鞭毛细菌都属于 *Aplanobacter*, 后来 1942 年 Dowson 根据这个种具有革兰氏阳性反应以及细菌呈棒杆状的特点,将它移入 *Corynebacterium* 属,1984 年又由 Davis 等将它移入一个新属 *Clavibacter*, 学名中括弧内的姓是最先定名的人,在括弧后再附加改定此学名人的姓和年份,定名人的姓,字首字母应大写。由此可见细菌的分类决定命名,一个细菌的学名应力求稳定,但往往因科学技术进步而引起分类不断变化,由此造成细菌更改学名也是不可避免的现象。

种、亚种和致病变种的典型菌系是这些分类单元的命名菌系,它在分类和命名中起重要作用。在分类鉴定中用典型菌系与所研究的菌系进行比较研究,以确定其分类地位。这些典型菌系主要保存在下列几个细菌菌种保藏中心。

ATCC—American Type Culture Collection, Rockville, Maryland, USA.

PDDCC—Culture Collection of Plant Diseases Division, DSIR, Auckland, New Zealand. 现已改名为 ICMP.

ICMP—International Collection of Microorganism from Plants, DSIR, Auckland, New Zealand.

NCPBP—National Collection of Plant Pathogenic Bacteria, Harpenden, England.

第三节 分类系统

系统分类是按生物自然的亲缘关系归类,其分类系统应反映生物系统发育的规律,理想的分类方法,应包括全面的生物学知识。真核生物的系统分类主要是根据古生物学记载的化石进化证据,比较解剖学、胚胎学为建立系统体系也提供有力证据。而原核生物系统发育的资料缺乏,根据古生物学家研究,在早期沉积岩中很少发现原核生物的化石,至今仍未发现令人信服的化石证据,而形态和生理特征也不能反映系统发育的关系。在本世纪初期细菌学家曾根据形态生理特征为基础提出细菌进化的观点,如 1909 年 Orla-Jensen 提出自养细菌是最古老的组群, Kluver et Van Niel (1936) 提出一个以形态特征为前提的系统发育方案,认为球形细菌是最古老的形态型,这些意见完全是自然臆测的。伯杰手册第七版包括了从纲到种、亚种的全面分类系统,认为细菌是一个古老的生物群,以光合细菌作为古老的细菌组,然而这个系统分类方案仍缺乏客观证据,因此,伯杰手册第八版放弃了从纲到种的分类系统,对各类细菌作了详尽的描述,但在研究分类的方法上有了很大变化,为建立自然分类体系奠定了坚实基础。历来,细菌分类都基于表型特征的相似性;第八版对属、种的描述除形态特征外,逐步地大量使用生理生化、分子生物学和遗传学方面的特征。DNA 的 G+C 含量已是种的基本特征,但对 DNA 同源性测定仅在少数属、种的研究中应用。而《伯杰系统细菌学手册》(第一版)对核酸技术的应用更广泛,在各级分类

单元中全面应用核酸研究,如在原核生物界下重新划分4个门时,除应用比较细胞学外,还用16S寡核苷酸序列分析的结果。在肠杆菌科(Enterobacteriaceae)中以DNA同源性阐述各属间的关系。对假单胞菌属(*Pseudomonas*),第八版以营养的苛求性、细胞内含物和碳源利用等表型特征区分为4个群,而在《伯杰系统细菌学手册》中,首先根据rRNA-DNA杂交的研究得出5个遗传群。另外,有一类细菌虽在产醋酸等表型特征和蛋白电泳等方面与醋酸菌很相似,但rRNA-DNA杂交结果表明既不同于醋酸杆菌,又不同于葡萄糖杆菌属,故而另列一个新属——弗拉特氏菌属(*Frateruia*),又因为它与油菜黄单胞菌(*Xanthomonas campestris*)的DNA同源性比与其它菌更高,因此,将它归入假单胞菌科(Pseudomonaceae)。从上述例子可以看出,遗传物质(DNA)的研究对阐明细菌亲缘关系所起的决定性作用。毫无疑问,分子生物学和分子遗传学方法将成为使人为的分类体系过渡到自然体系的理想进一步实现的重要手段。

一、细菌的分类系统

细菌分类有3个比较全面的系统,一个是原苏联的克拉西里尼科夫(Красильников)著的《细菌和放线菌的鉴定》;第二个是美国布瑞德(Breed)等人主编的《伯杰细菌鉴定手册》(Bergey's Manual of Determinative Bacteriology);第三个是法国的普雷沃(Pre'vot)著的《细菌分类学》。这3个分类系统的分类原则,排列系统和命名都各不相同。其中《伯杰细菌鉴定手册》(以下简称为伯杰手册)是目前微生物学家普遍采用的分类系统。

伯杰手册自1923年第一版问世以来,相继于1925、1930、1934、1939、1948和1957年出版了第二版到第七版,从第七版到第八版(1974年)相距17年,1984年的第九版更名为《伯杰系统细菌学手册》(Bergey's Manual of Systematic Bacteriology),各版内容不断扩充和修改,每个版本都反映了当时细菌学发展的新成就。手册的不断修改,反映着细菌分类学的变化和发展。

伯杰手册第七版包括了从纲到种、亚种的全面分类大纲和相应的检索表以及各分类单位的描述,将细菌列于原生植物门的第二纲——裂殖菌纲,共分10个目。

第八版伯杰手册没有从纲到种的分类系统,它着重于属、种的描述和比较,也没有分类大纲,只是根据形态、营养型等分成19类:①光能营养细菌,②滑动细菌,③鞘细菌,④芽生细菌和(或)有附饰细菌,⑤螺旋体,⑥螺旋形和弯曲细菌,⑦革兰氏阴性好气杆菌、球菌,⑧革兰氏阴性兼性厌氧杆菌,⑨革兰氏阴性厌氧细菌,⑩革兰氏阴性球菌和球杆菌,⑪革兰氏阴性厌氧球菌,⑫革兰氏阴性无机化能营养细菌,⑬产甲烷细菌,⑭革兰氏阳性球菌,⑮产芽孢杆菌和球菌,⑯革兰氏阳性无芽孢杆菌,⑰放线菌及有关细菌,⑱立克次氏体,⑲支原体。主要的植物病原细菌分属于第7、8和17类。

《伯杰系统细菌学手册》第一版共分4卷,第一卷主要是医学、工业和一般性革兰氏阴性细菌,第二卷是除放线菌以外的革兰氏阳性细菌,其它两卷分别是古细菌、蓝细菌和其它的革兰氏阴性细菌、放线菌。

第一卷书中革兰氏阴性细菌分为11类,第二卷除放线菌以外的革兰氏阳性细菌分为6类共17类:①螺旋菌,②好气或微好气,运动,螺旋状或弧状的革兰氏阴性细菌,③不运动(或极少运动)的革兰氏阴性弯曲细菌,④革兰氏阴性好气杆菌和球菌,⑤兼性厌气的

革兰氏阴性杆菌, ⑥厌气的革兰氏阴性的直或微弯曲的以及螺旋状杆菌, ⑦各种硫酸盐或硫还原细菌, ⑧厌气的革兰氏阴性球菌, ⑨立克次氏体和衣原体, ⑩支原体, ⑪内共生体, ⑫革兰氏阳性球菌, ⑬形成孢子的革兰氏阳性杆菌和球菌, ⑭规则的、无孢子革兰氏阳性杆菌, ⑮不规则的、无孢子革兰氏阳性杆菌, ⑯分枝杆菌, ⑰诺卡氏菌。革兰氏阴性的植物病原细菌放在第4和第5类; 植物病原棒形细菌放在第15和17类; 植物病原放线菌在第四卷放线菌中描述。

关于细菌的分类地位, 七版以前一直将细菌列于植物界原生植物门裂殖菌纲内。早在30年代后期 Chatten 和 Copelan 提出细菌应从植物界分出的意见后, Stainer 等支持这一科学的预见, 他们根据比较细胞学的大量资料确证了细菌和蓝绿藻细胞内无核膜和核物质分散的原核性质。1968年 Murray 明确提出原核生物界, 第八版采纳了这一观点, 将细菌另立第三界——原核生物界, 下分光细菌门和暗细菌门。《伯杰系统细菌学手册》对细菌在生物界的地位与八版一致, 但高级分类单位有很大变化。1978年 Gibbons 和 Murray 根据细胞化学、比较细胞学和16S寡核苷酸分析研究的结果在原核生物界下重新划分为4个门(见表1-2), 其中薄壁菌门的细菌具革兰氏阴性类型的细胞壁, 厚壁菌门包含具革兰氏阳性类型细胞壁的细菌, 而无胞壁结构的支原体则属于软壁菌门, 原始的嗜盐细菌和产甲烷细菌属于疵壁菌门。

表 1-2 细菌的高级分类单元

原核生物界	(Procaryotae)
薄壁菌门	(Gracilicutes)
暗细菌纲	(Scotobacteria)
无氧光细菌纲	(Anoxyphotobacteria)
产氧光细菌纲	(Oxyphotobacteria)
厚壁菌门	(Firmicutes)
厚壁菌纲	(Firmicutes)
放线菌纲	(Thallobacteria)
软壁菌门	(Tenericutes)
柔膜菌纲	(Mollicutes)
疵壁菌门	(Mendosicutes)
古细菌纲	(Archaeobacter)

二、植物病原细菌分类的演变

植物病原细菌属的分类, 在20世纪20和30年代很混乱, 由于存在不同的分类系统, 特别是革兰氏阴性反应, 不形成芽孢的细菌的命名也出现相应的混乱现象, 当时比较普遍采用的是 Migula (1895—1900年) 系统和 Lehmann et Newmann (1897—1927年) 系统, 第三个系统是 E. F. Smith 于1905年提出的。而《伯杰细菌鉴定手册》的连续版本对植物病原细菌的属又作不同的安排, 第一版(1923年)伯杰手册, 将许多植物病原细菌归属于 *Phytomonas* 属, 后来因为这个属名与原生动物的一个属名相同, 根据国际植物命名规则, 在植物病原细菌中舍弃了这个属名。1894年 Migula 建立了假单胞菌属 (*Pseudomonas*), Dowson 于1939年从假单胞菌属中分列出黄单胞菌属 (*Xanthomonas*), Conn 1942年提出土壤杆菌属