



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

细菌分类学

微生物专业用

杨苏声 主编

中国农业大学出版社

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

细菌分类学

杨苏声 主编

微生物专业用

中国农业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

细菌分类学/杨苏声主编. —北京: 中国农业大学出版社, 1997. 8
全国高等农业院校教材
ISBN 7-81002-858-8

I. 细… II. 杨… III. 细菌分类 IV. Q939

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 10422 号

主 编 杨苏声 (中国农业大学)
参 编 者 汪恩涛 (中国农业大学)
陈亚华 (华中农业大学)
主 审 陈文新 (中国农业大学)

责任编辑 孟 梅

出 版 中国农业大学出版社
发 行 新华书店
经 销 新华书店
印 刷 北京丰华印刷厂印刷
版 次 1997 年 8 月第 1 版
印 次 1997 年 8 月第 1 次印刷
开 本 16 9.875 印张 240 千字
规 格 787×1092
印 数 1~3000
定 价: 13.80 元

内 容 简 介

本教材系统地介绍了细菌分类的基本知识、基本理论和现代分类鉴定方法，以及重要的细菌类群的特征。全书共分七章。第一章主要介绍细菌分类的概念、发展简史和最新进展、分类单元的命名、分类系统以及细菌的系统发育研究。第二章介绍细菌的分类特征和鉴定方法。第三章介绍细菌的分类方法。第四章介绍革兰氏阴性细菌类群。第五章介绍革兰氏阳性细菌类群。第六章介绍古细菌和其余的革兰氏阴性细菌类群。第七章介绍放线菌。教材的特点是力求反映细菌分类学领域的最新进展，做到概念准确清楚，叙述简明扼要，图文并茂。本书可作为高等院校微生物学专业的细菌分类学教材，并可供从事微生物学研究的科技工作者和其他有关人员参阅。

前 言

细菌分类学是微生物学的一门基础学科，也是微生物分类学的一个重要分支。由于细菌与人类的关系很密切，对其进行鉴定和分类，在此基础上开发细菌资源，认识、利用和改造细菌，预防疾病，是微生物工作者的重要任务。自本世纪 70 年代以来，随着分子生物学的发展，以及新技术、新方法的不断引用，尤其是核酸分子测序技术的建立，使得细菌分类学从传统分类转为现代分类，即由以表型特征为主的分类系统进入以基因型特征为主的自然分类系统的崭新阶段，开始揭示了细菌的系统发育关系。

为了反映现代细菌分类学的最新进展，本教材参阅了国内外的有关教材和专著，收集了国际上细菌分类学的最新资料，对当代细菌的分类、鉴定和命名法规，以及细菌分类方法，作了系统的介绍，并按新的分类系统对重要的细菌类群作了描述。本书的叙述力求简明扼要，文字通顺清晰，而且尽量采用较多的照片和图表，使读者对细菌有直观的认识和了解。

本书是经全国高等农业院校教材指导委员会审定的基本教材。主编由中国农业大学杨苏声担任，并编写了绪论、第四和第六章；汪恩涛编写了第二、第三和第七章；华中农业大学陈亚华编写了第四章和第五章。

在编写过程中，始终得到中国农业大学和华中农业大学各级领导的关怀和支持。承蒙中国农业大学陈文新教授主审，中国科学院微生物研究所蔡妙英、刘志恒和东秀珠各位专家给予审阅，并由中国农业大学颜耀祖同志绘制图表。在此，编者表示衷心的感谢。

为了便于交流和统一起见，本教材的细菌中文学名一律引自蔡妙英等主编的《细菌名称》（第二版）。

由于编者的学识和水平有限，本书难免会出现不妥和错漏之处，希望广大读者提出宝贵的意见。

编 者

1997 年 3 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 细菌分类学的发展和趋势	(1)
第二节 细菌的分类单元和命名规则	(2)
一、细菌的分类单元	(2)
二、细菌分类单元的命名规则	(4)
第三节 细菌的分类系统	(5)
一、克拉西里尼科夫分类系统	(5)
二、普雷沃分类系统	(5)
三、伯杰氏分类系统	(5)
第四节 细菌在生物界中的分类地位及其系统发育研究	(8)
一、细菌	(9)
二、古细菌	(13)
第二章 细菌的分类特征和细菌鉴定	(15)
第一节 细菌的分类特征	(15)
一、个体形态特征	(15)
二、培养特征	(17)
三、生理生化反应	(19)
四、生态因子	(19)
五、细胞组分	(20)
六、血清反应	(20)
第二节 细菌鉴定	(20)
一、鉴定与分类的区别	(20)
二、检索表	(21)
三、鉴定的工作原则与步骤	(22)
四、常规鉴定技术的发展	(23)
第三节 细菌快速鉴定中的分子生物学技术	(24)
一、核酸探针技术	(24)
二、DNA 聚合酶链反应 (PCR)	(27)
第四节 血清学快速鉴定方法	(29)
一、免疫酶技术	(29)
二、免疫荧光技术	(30)
三、免疫印迹杂交	(30)
四、单克隆抗体技术	(30)
第五节 分析微生物学检验技术	(30)
一、生长过程的测定	(31)
二、细胞组分及代谢产物的分析	(31)

三、细菌自动化鉴定系统·····	(31)
第三章 细菌分类方法 ·····	(33)
第一节 细菌的传统分类·····	(33)
第二节 数值分类·····	(34)
一、定义和原理·····	(35)
二、工作步骤·····	(35)
三、小结·····	(40)
第三节 细菌分类中的核酸分析·····	(40)
一、DNA 碱基组成的测定 ·····	(40)
二、DNA 分子杂交技术 ·····	(43)
三、16S rRNA 同源性分析 ·····	(46)
四、小结·····	(54)
第四节 遗传学分类法·····	(54)
第五节 化学分类法·····	(54)
一、细胞壁组成·····	(55)
二、脂肪酸组成及代谢产物分析·····	(57)
三、蛋白质序列分析及电泳·····	(58)
四、多位点酶电泳 (MLEE) ·····	(59)
五、DNA 限制性片段长度多态性 (RFLP) 分析 ·····	(59)
六、其他方法·····	(61)
第六节 血清学分类法·····	(63)
一、细菌抗原类型·····	(63)
二、常用分析技术·····	(63)
三、免疫电泳·····	(64)
第四章 革兰氏阴性细菌类群 ·····	(65)
第一节 螺旋体目·····	(65)
一、螺旋体科·····	(66)
二、钩端螺旋体科·····	(67)
第二节 需氧 (或微需氧) 的、运动的、螺旋状 (或弧状) 的革兰氏阴性细菌·····	(68)
一、水螺菌属·····	(68)
二、螺菌属·····	(68)
三、固氮螺菌属·····	(69)
四、海洋螺菌属·····	(69)
五、蛭弧菌属·····	(69)
第三节 不运动 (或很少运动) 的革兰氏阴性弯曲细菌·····	(70)
第四节 革兰氏阴性、好氧 (或微好氧) 的杆菌和球菌·····	(71)
一、假单胞菌科·····	(71)
二、固氮菌科·····	(71)
三、根瘤菌科·····	(72)

四、甲基球菌科.....	(74)
五、醋酸杆菌科.....	(75)
六、奈瑟氏菌科.....	(76)
七、未归入科的其他属.....	(78)
第五节 兼性厌氧革兰氏阴性杆菌.....	(79)
一、肠杆菌科.....	(79)
二、弧菌科.....	(81)
三、巴斯德杆菌科.....	(82)
四、科地位不定的属.....	(83)
第六节 厌氧、直的、弯曲的和螺旋状的革兰氏阴性杆菌.....	(83)
✓第七节 还原硫酸盐或硫的异养细菌.....	(84)
第八节 厌氧的革兰氏阴性球菌.....	(84)
第九节 立克次氏体和衣原体.....	(85)
一、立克次氏体目.....	(85)
二、衣原体目.....	(86)
第十节 枝原体.....	(86)
一、枝原体属.....	(87)
二、无胆枝原体属.....	(87)
三、螺原体属.....	(88)
四、植物和无脊椎动物的类枝原体.....	(88)
第十一节 内共生体.....	(88)
一、原生动物的内共生体.....	(88)
二、昆虫内共生体.....	(89)
三、真菌和其他无脊椎动物的内共生体.....	(89)
第五章 革兰氏阳性细菌类群.....	(90)
第一节 革兰氏阳性球菌.....	(90)
一、微球菌科.....	(91)
二、奇异球菌科.....	(92)
三、未归入科的其他属.....	(92)
第二节 产芽胞的革兰氏阳性杆菌和球菌.....	(93)
一、芽胞杆菌属.....	(94)
二、梭菌属.....	(94)
三、芽胞八叠球菌属.....	(95)
第三节 不产生芽胞、形状规则的革兰氏阳性杆菌.....	(95)
一、乳酸杆菌属.....	(96)
二、利斯特氏菌属.....	(96)
第四节 不产生芽胞、形状不规则的革兰氏阳性杆菌.....	(97)
一、棒杆菌属.....	(97)
二、节杆菌属.....	(97)

三、丙酸杆菌属·····	(98)
四、放线菌属·····	(98)
五、双歧杆菌属·····	(99)
第五节 分枝杆菌类·····	(99)
第六节 诺卡氏菌类·····	(99)
第六章 古细菌、蓝细菌和其余的革兰氏阴性细菌类群·····	(101)
第一节 不产氧的光合细菌·····	(101)
一、紫色细菌·····	(102)
二、绿色细菌·····	(106)
第二节 产氧的光合细菌·····	(107)
一、蓝细菌·····	(108)
二、原绿菌目·····	(111)
第三节 好氧的化能无机营养细菌·····	(111)
一、硝化细菌·····	(112)
二、无色硫细菌·····	(114)
三、专性化能无机营养的氢细菌·····	(114)
四、氧化和(或)沉积铁与锰的细菌·····	(114)
五、趋磁细菌·····	(115)
第四节 芽生和(或)有附属物的细菌·····	(115)
一、有附属物、芽殖细菌类群·····	(116)
二、有附属物、非芽殖细菌类群·····	(117)
三、无附属物、芽殖细菌类群·····	(118)
四、无附属物、非芽殖柄细菌类群·····	(118)
第五节 鞘细菌·····	(119)
第六节 非光合、无子实体的滑行细菌·····	(120)
一、噬纤维菌目·····	(120)
二、溶杆菌目·····	(122)
三、贝日阿托氏菌目·····	(122)
四、其他科和属·····	(123)
第七节 产子实体的滑行细菌(粘细菌目)·····	(124)
一、粘球菌科·····	(125)
二、原囊菌科·····	(125)
三、孢囊杆菌科·····	(126)
四、多囊杆菌科·····	(126)
第八节 古细菌·····	(126)
一、产甲烷的古细菌群·····	(127)
二、还原硫酸盐的古细菌群·····	(130)
三、极端嗜盐的古细菌群·····	(130)
四、无细胞壁的古细菌群·····	(132)

五、极端嗜热的代谢元素硫的古细菌群·····	(132)
第七章 放线菌 ·····	(135)
第一节 多腔孢囊放线菌·····	(137)
一、嗜皮菌属·····	(137)
二、弗兰克氏菌属·····	(138)
第二节、孢囊放线菌·····	(139)
一、游动放线菌属·····	(139)
二、指孢囊菌属·····	(139)
三、游动单孢菌属·····	(140)
第三节 链霉菌及相关菌属·····	(140)
一、链霉菌属·····	(140)
二、链轮丝菌属·····	(142)
第四节 其他产生分生孢子的放线菌·····	(143)
一、小单孢菌属·····	(143)
二、高温放线菌属·····	(143)
三、高温单孢菌属·····	(144)
四、拟诺卡氏菌属·····	(144)
五、马杜拉放线菌属·····	(144)
参考文献 ·····	(145)

第一章 绪 论

生物分类的目的是探索生物的系统发育及其进化历史,揭示生物的多样性及其亲缘关系,并以此为基础建立多层次的分类系统,即自然分类系统。对于高等生物来说,其化石资料、形态学和比较胚胎学均可提供系统发育的信息。藻类、原生动物和真菌也可从化石找到系统发育的线索。但是,对于个体小、形态简单的细菌来说,无法靠化石资料反映其系统发育关系,其分类系统仍然处于系统分类和人为分类的“杂合”状态。

细菌分类学(bacterial taxonomy)是研究细菌分类理论和方法的学科,它包括分类(classification)、命名(nomenclature)和鉴定(identification)3个独立和相关的分类学领域。分类指的是根据细菌的相似性或亲缘关系,将细菌归入不同的分类类群(分类单元);命名是根据国际细菌命名法规给细菌分类单元以科学名称;鉴定则是确定一个新的分离物属于已经命名的分类单元的过程。因此,概括来说,细菌分类学是对各个细菌进行鉴定,分群归类,按分类学准则排列成分类系统,并对已确定的分类单元进行科学命名的学科。这样,就有利于人们认识细菌,了解各个细菌类群之间的亲缘关系,为细菌资源的开发利用和控制改造提供方便。

但是,当前的细菌分类学体系尚难反映细菌的系统发育关系。细菌分类学家长期以来在分类过程中广泛采用了形态、生理、生化、生态分布和核酸分析等多方面的特征,并对这些特征与系统发育的关系进行探讨与推测。直到本世纪70年代,核酸分子测序技术的建立,尤其是16S rRNA基因序列分析技术的出现,才使各类细菌的系统发育关系研究有了统一的基础,以此将各种分类性状与系统发育相联系,形成了系统细菌学(systematic bacteriology)。系统细菌学就是为了揭示细菌的系统发育关系,建立以此为基础的细菌分类系统,从分类、生理和遗传等诸方面研究细菌间的亲缘关系。

第一节 细菌分类学的发展和趋势

1676年,荷兰商人Leeuwenhock采用自制的显微镜,首次观察到并描述了球形、杆状和螺旋状的“微小动物”。1773年,丹麦动物学家Müller提出一个蠕形动物分类系统,包括原生动物、藻类和细菌等,并根据形态把细菌分为单胞菌属和弧菌属。1838年,德国生物学家Ehrenberg把细菌归属纤毛虫纲的单胞菌科和弧菌科,并将弧菌科再分为5个属。1857年,德国植物学家Nageli认为细菌具有细胞壁,在植物界内为细菌建立了裂殖菌纲(Schizomycetes)。

1872年,德国植物学家Cohn提出第一个细菌分类系统。他根据细菌的形态特征,将细菌分为球菌、短杆菌、长杆菌和螺旋菌,即4族6属:球菌族(微球菌属),微杆菌族(杆菌属),丝状菌族(芽胞杆菌属、弧菌属),螺菌族(螺菌属、螺旋体属)。1875年,Cohn发现普通的细菌和蓝细菌之间存在高级分类单元的关系,又把它们归入裂殖植物门(Schizophyta)。虽然这种

纯粹的形态学方法很快被证明在分类上是不够用的，但是形态学特征和超显微结构在细菌鉴定上仍然起着重要的作用。细菌分类学的第二纪元起始于 Orla-Jesen (1909 年) 的分类系统，它以生理特征为主，即把细菌培养物的许多生理特性作为特征描述，并主要作为鉴定的依据。后来，随着各种酶的研究和多种代谢途径的阐明，细菌分类学开始突破了纯形态分类的局限。在 1916~1918 年，美国微生物学家 Buchanan 对细菌的命名和分类进行了研究。他根据形态、染色反应、生理生化特性和病原性等特征，把细菌分成科、族和属，对细菌的分类工作有深远的影响。1957 年，英国细菌学家 Sneath 把电子计算机技术应用于细菌分类，建立了数值分类法，把大量的表型特征定量化，根据各菌株的相似性进行分类，大大地促进了细菌分类学的发展。

从本世纪 60 年代起，细菌分类学开始进入分子生物学时期，开创了细菌分类的第三纪元，深入地研究和分析细菌的化学结构和核酸，例如 DNA 碱基的比率、DNA-DNA 和 DNA-RNA 同源性、蛋白质的氨基酸序列、核糖体以及细胞壁组成等，这些分析提供了大量新的资料，揭示出细菌之间的亲缘关系。当前，已经在细菌所有的分类单元采用 rRNA 或 rRNA 基因分析，以确定其系统发育关系。通用的分析方法包括 DNA/rRNA 的杂交和 5S rRNA、16S rRNA 和 23S rRNA 基因的序列比较。除了 rRNAs 外，延长因子 Tu 和 ATP 合成酶的 β -亚单位也可用作系统发育的标记。rRNA 的序列比较分析所获得的资料为目前所有细菌之间的系统发育关系提供了最好的依据。但是，不同类群的细菌在进化程度上存在差别。为了便于鉴定和应用，当前的细菌分类要求使用系统发育关系和表型特征相结合，来描述从界到属各个水平的分类单元，称为多相分类学。目前，细菌分类学家虽然探讨了核酸分析的很多方法，但关键技术还是用 DNA-DNA 同源性来定种，并参考 16S rRNA 基因序列相似性以定属。

综上所述，细菌分类学家已采用分子生物学技术去探索细菌各个类群之间的亲缘关系，并结合采用细菌的表型特征，试图建立以系统发育为基础的自然分类系统。虽然要达到这个目标还有一段距离，但是目前已经获得了大量有关细菌系统发育的重要信息，为建立细菌的自然分类系统打下了基础。

第二节 细菌的分类单元和命名规则

一、细菌的分类单元

分类就是按照一定的准则对生物体分群归类，再根据各类群之间的亲缘关系和异同程度排列成一个互相联系的等级系统，以反映各个有机体在生物界中的位置，这里需要有一个共同的分类等级。在细菌分类中采用的分类等级和单元可概括于表 1-1。

从表 1-1 可以看出，每个基本分类等级以下还可分成“亚级”如亚目、亚科和亚属等，但这些亚分类等级一般很少使用。

(一) 种的概念 种是细菌分类等级的基本单元。长期以来，细菌的种经常引起细菌学家的讨论和争论，主要原因是人们对种的概念认识还很不一致。1986 年，Stanier 给种下了定义：“一个种是由一群具有高度表型相似性的个体组成，并与其他具有相似特征的类群存在明显的差异。”但这个定义仍无量化标准。1987 年，国际细菌分类委员会颁布，DNA 同源 $\geq 70\%$ ，而且 ΔT_m 值 $\leq 5^\circ\text{C}$ 的菌群为一个种。另一方面，其表型特征应与这个定义相一致。

表 1-1 细菌的分类等级和单元

分类等级		分类单元	
中文名称	英文名称	学名词尾	举 例
门	Division		薄壁菌门 (Gracilicutes)
亚门	Subdivision		
纲	Class		光合细菌纲 (Photobacteria)
亚纲	Subclass		不产氧光合细菌亚纲 (Anoxyphotobacteria)
目	Order	-ales	红螺菌目 (Rhodospirillales)
亚目	Suborder	-ineae	红螺菌亚目 (Rhodospirillineae)
科	Family	-aceae	红螺菌科 (Rhodospirillaceae)
亚科	Subfamily	-oideae	红螺菌亚科 (Rhodospirilloideae)
族	Trib	-eae	红螺菌族 (Rhodospirilleae)
亚族	Subtribe	-inae	红螺菌亚族 (Rhodospirillinae)
属	Genus		红螺菌属 (<i>Rhodospirillum</i>)
亚属	Subgenus		—
种	Species		深红红螺菌 (<i>R. rubrum</i>)
亚种	Subspecies		—

(二) **亚种** 在种内,有些菌株如果在遗传特性上关系密切,而且在表型上存在较小的某些差异,一个种可分为两个或两个以上小的分类单元,称为亚种。它们是细菌分类中具有正式分类地位的最低等级。根据 ΔT_m 值在 DNA 杂交中的频率分布,有些证据表明,亚种的概念在系统发育上是有效的,而且能与亚种以下的变种概念相区别。后者仅是依据所选择的“实用”属性而决定,并不被 DNA 的重新组合所证明。

(三) **亚种以下的等级** 亚种以下的分类单元是具有相同或相似特性的一个菌株或一组菌株,并作为一个分类类群看待。但是它们都不是正式的分类等级,而是细菌分类学中习惯使用的术语或推荐使用的辅助用语。例如,生物型 (biovar) 表示具有特殊的生物化学或生理特性的菌株群,化学型 (chemovar) 表示能产生特殊化学物质的菌株群,培养型 (cultivar) 表示具有特殊培养性状的菌株群,形态型 (morphovar) 表示具有特殊形态特征的菌株群,致病型 (pathovar) 表示对一种或多种寄主具有致病性的菌株群,噬菌型 (phagovar) 表示对噬菌体有特异性反应的菌株群,血清型 (serovar) 表示具有特殊抗原特征的菌株群。

(四) **菌株** 从自然界分离纯化所得到的纯培养的后代,经过鉴定,属于某个种。但由于来自不同的地区、土壤和其他生活环境,它们会出现一些性状差异。这个属于同一种但来源不同的纯培养的单个分离物的后代称为菌株。菌株名称通常以数目、字母、人名或地名表示。那些只得到分离而未经鉴定的纯培养的后代则称为分离物。

(五) **属、科和目的划分** 通常将具有某些共同的主要特征或关系密切的种归入一个属,而且这个属与其他属具有明显的差别。在属的定义还不明确以前,分属很不统一。例如,某些细菌类群被某个分类学家归为一个属,而另一个分类工作者则认为仅仅是一个种。当前,细菌分类学家对细菌种的模式菌株做了大量 16S rRNA 全序列测定后,已得出了共同的认识,即 16S rRNA 序列相似性大于 95% 的种可划归为一个属。科和目水平的分类关系则尚不肯定。到目前为止,有相当一部分属未能归入相应的科目中。

二、细菌分类单元的命名规则

(一) 国际细菌命名法规 为了使细菌各分类单元的名称能在国际上通用，必须要有一个国际上统一的名称，需要制定一个各国细菌学家共同遵守的命名法规，即国际细菌命名法规，来保证分类单元的正确命名。该法规于 1947 年拟定，1948 年正式生效，以后经过多次修订。现行的国际细菌命名法规是 1975 年出版的修订本，1976 年正式生效。法规对细菌分类的等级、分类单元的命名、名称的优先权和发表等作了详细的阐述和规定。

1. 分类单元的命名法 细菌和高等生物一样，也是按照“双名法”来定名的，即种的学名包括属名和种名加词，它们都是由拉丁文、希腊文或拉丁化的其他词组成。要求印刷成斜体，或书写时在名称下划线。第一个词是属名，为单数主格名词，或用作作为名词的形容词表示；其第一个字母要大写，并可以缩写为大写的单个或几个字母表示。第二个词是种名加词，通常是形容词，表示形态、生理或生态特征，也可以是人名、地名、病名或其他名词；其第一个字母不大写，也不得缩写。例如，芽胞杆菌属 (*Bacillus* 原意为小杆菌) 中的几个种：枯草芽胞杆菌 (*B. subtilis*)、蜡状芽胞杆菌 (*B. cereus*) 和嗜热脂肪芽胞杆菌 (*B. stearothermophilus*)，它们的种名加词的含意分别表示“细长的”、“蜡质的”和“嗜热的”。此外，在细菌分类单元的后面附上命名人的姓氏和命名年代。如果该菌以前曾被他人命名过，则把原命名人的姓氏写在括号内。例如，*Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn 1872，这个拉丁文学名表示 Ehrenberg 是该菌的原命名人，他曾在 1835 年将枯草芽胞杆菌命名为 *Vibrio subtilis*。1872 年 Cohn 改订此菌的学名，将它转入 *Bacillus*。如果某一细菌没有种名，或不特指属中的某一个种时，可在属名后加 sp. 或 spp. 表示，它们分别代表 species 缩写的单数或复数。例如，*Pseudomonas* sp. 表示某一种假单胞菌，*Micrococcus* spp. 表示微球菌属的一些种。在发表新的分类单元名称时，要在新名称后面加上新分类单元的缩写词，如新目为 ord. nov.，新科为 fam. nov.，新属为 gen. nov.，新种为 sp. nov.，新组合为 comb. nov. 等。

当一个属下分亚属时，如果要表示该属内的种所归入的亚属，可把亚属名放在属名和种名加词之间的括号内。例如，粘膜莫拉氏菌的学名为 *Moraxella* (*Branhamella*) *catarrhalis*，括号内的 *Branhamella* 是布兰汉氏亚属，表示该菌属于莫拉氏菌属内的布兰汉氏亚属。许多菌种，在种内包含有亚种。表示亚种的学名是在该菌种学名后加亚种名加词，并在亚种名加词前加 subsp. (subspecies 的缩写)，意为亚种。例如，唾液乳杆菌唾液亚种 (*Lactobacillus salivarius* subsp. *salivarius*)。

2. 新名称的合格发表 (valid publication) 《国际细菌命名法规》规定，从 1976 年后，一个新分类单元的名称或现存分类单元新组合，必须发表在《国际系统细菌学杂志》(IJSB) 上，而且应附上该分类单元的描述或该单元过去有效发表的描述作参考。此外，在发表时要指定新分类单元的模式，如发表新属时要有模式种，发表新种时要有模式菌株，或者引证新组合的模式。建议种或亚种的模式送交公认的菌种保藏机构存放，以备考查。发表的日期以在 IJSB 上发表的日期为准。

3. 合法性 (legitimacy) 分类单元的名称必须符合命名法规的规则。

4. 发表的优先权 (priority of publication) 种以上至目并包含目的各分类单元只能有一个正确的名称，即符合国际细菌命名法规诸规则的最早的那个名称。种名是由属名和种名加词组成的双名。在一个属内，一个种只能有一个正确的种名加词，即符合该法规诸规则的最

早的那个加词。

5. 有效发表 (effective publication) 所谓有效发表指的是通过出售或分发印刷材料, 使科学界普遍了解, 其目的在于提供一个永久的记录。新的名称如果发表在会议上、会议的记录或论文摘要、菌种保藏的目录、通讯、报纸、非科学期刊、专利, 或以微缩片或微缩片复制而分发的材料等, 均不为该法规考虑为有效发表。

(二) 细菌名称的批准名录 为了保证优先法则的顺利实施和克服过去细菌分类命名的混乱局面, 国际的细菌分类学家经过协商, 决定从 1980 年 1 月 1 日起, 细菌名称的优先权要根据《细菌名称的批准名录》。未列入“批准名录”的名称失去在细菌命名中的地位, 但它们可重新用于新的分类单元命名。从那天起, 细菌的新名称和新的分类组合仅能通过发表在 IJSB 而获得承认, 而“批准名录”则使以前有效发表在 IJSB 之外的新名称和新组合具有发表有效性。在 1989 年底, 这样的有效名录已刊登在 IJSB 上。

第三节 细菌的分类系统

目前国际上有三个影响较大和比较全面的细菌分类系统, 即美国细菌学家协会出版的《伯杰细菌鉴定手册》、前苏联克拉西里尼科夫 (Красильников) 著的《细菌和放线菌的鉴定》(1949 年出版, 1957 年译成中文) 和法国普雷沃 (Pre'vot) 著的《细菌分类学》(1961 年出版)。这三个系统虽然都是针对细菌的, 但它们所依据的原则、排列的系统、对各类细菌的命名和所用名称的含意等都不相同。

一、克拉西里尼科夫分类系统

该系统在植物界原生植物门下分为裂殖藻类和裂殖菌类, 将细菌归入裂殖菌类, 下分 4 个纲, 即放线菌纲、真细菌纲、粘细菌纲和螺旋体纲。作者根据细菌的形态、培养和生理特征进行分类鉴定, 对某些细菌也采用了血清学方法。值得一提的是, 作者注意到细菌的变异性。该分类系统曾在前苏联和东欧国家普遍使用。

二、普雷沃分类系统

该系统把细菌归入原核生物界, 下分 4 个门 8 个纲, 即真细菌门 (无芽孢菌纲、芽孢杆菌纲)、分枝杆菌门 (放线菌纲、粘细菌纲和固氮细菌纲)、藻杆菌门 (铁杆菌纲、硫杆菌纲) 和原生动物形细菌门 (螺旋体纲)。该系统依据形态学和细胞学的特征, 更主要是依据生理学特征将各纲细菌分为目、科、属和种。多数法语地区的细菌学家使用这个分类系统。

三、伯杰氏分类系统

该系统在三个分类系统中是最有权威性的, 而且是当前国际上普遍采用的细菌分类系统。该系统在《伯杰细菌鉴定手册》中体现。手册自 1923 年第一版问世后, 相继在 1925、1930、1934、1939、1948 和 1957 年出版了第二至第七版, 其内容经过不断扩充和修改。直至 1974 年, 第八版才问世。该手册经过几十年不断地修订, 逐渐发展成为一个国际性手册, 而且反映了细菌分类学的发展变化趋势。与历次版本的变化相比, 第七版和第八版之间的变化尤其大。

(一) 第七版分类系统 (1957 年) 该手册第七版包括了细菌从纲到种、亚种的全面的分

类大纲和相应的检索表，以及各分类单元的描述。现将第七版的目以上的分类大纲列举如下：

原生植物门 (Protophyta)

I. 裂殖藻纲 (Schizophyceae)

II. 裂殖菌纲 (Schizomyceae)

1. 假单胞菌目 (Pseudomonadales)
2. 鞘细菌目 (Chlamydobacterales)
3. 生丝微菌目 (Hyphomicrobiales)
4. 真细菌目 (Eubacteriales)
5. 放线菌目 (Actinomycetales)
6. 显核菌目 (Caryophanales)
7. 贝日阿托氏菌目 (Beggiatoales)
8. 粘细菌目 (Myxobacterales)
9. 螺旋体目 (Spirochatales)
10. 枝原体目 (Mycoplasmatales)

III. 极小菌纲 (Microtobiotas)

1. 立克次氏体目 (Rickettsiales)
2. 病毒目 (Virales)

第七版手册还附有完全根据实用目的来区分各菌的 Skerman 新编属检索表，并将过去版本中的同物异名、描述不足和未定名的菌株以及文献等抽出来，另列一册，称为《伯杰氏索引》。

(二) 第八版分类系统 (1974 年) 鉴于对细菌系统发育的亲缘关系缺乏了解，第八版手册不同于过去所有的版本，没有从纲到种的分类系统，而着重于属、种的描述和比较。在该版中，将细菌归属原核生物界，下分蓝细菌和细菌，并根据形态、运动方式和营养类型等特征，将细菌分成 19 部分，现列举如下：

1. 光合营养细菌
2. 滑行细菌
3. 鞘细菌
4. 生芽和 (或) 有附属物的细菌
5. 螺旋体
6. 螺旋形和弯曲的细菌
7. 革兰氏阴性好氧的杆菌和球菌
8. 革兰氏阴性兼性厌氧的杆菌
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. 革兰氏阴性化能自养细菌
13. 产甲烷的细菌
14. 革兰氏阴性球菌
15. 形成芽胞的杆菌和球菌
16. 革兰氏阳性无芽胞杆菌
17. 放线菌和有关的细菌
18. 立克次氏体
19. 枝原体

第八版手册恢复列出未定位的属、种，并增加手册所用的术语注解和菌种保藏机构名单等。该版还增加了细胞化学、遗传学和分子生物学等方面的新鉴定方法，如 DNA 的 G+C mol%、DNA-DNA 或 DNA-RNA 杂交；对某些属、种应用了数值分类法。

(三)《伯杰系统细菌学手册》(1984~1989 年) 本手册与《伯杰细菌鉴定手册》前八版有很大不同，首先是在分类系统中增加了许多新的分类单元，而且在表型分类的基础上，在各级分类单元中广泛采用细胞化学分析、数值分类方法和核酸技术，尤其是 16S rRNA 寡核苷酸序列分析技术，以阐明细菌的亲缘关系，从而对第八版手册的分类作了很多必要的调整。例如，本手册将原核生物界分为四个门，就是根据细胞化学、比较细胞学和 16S rRNA 寡核苷酸序列分析的研究结果。由于这个新手册的内容包括了较多的细菌系统分类的资料，而且对个别类群进行了初步的系统分类，所以将该手册改名为《伯杰氏系统细菌学手册》，以反映出细菌分类从人为的分类体系向自然的分类体系所发生的变化。

该手册分为 4 卷，主要根据细菌的表型特征，将所有细菌分成 33 组，并进行分类和描述。各卷的内容如下：

第一卷：一般常见的医学或工业方面重要的革兰氏阴性细菌 (11 个组)。

第二卷：放线菌以外的革兰氏阳性细菌 (6 个组)。

第三卷：古细菌、蓝细菌和其他革兰氏阴性细菌 (8 个组)。

第四卷：放线菌 (8 个组)。

该手册仍将所有细菌归属原核生物界，并根据 Gibbons 和 Murray 提出的细菌高级分类单元的建议，将细菌分为 4 个门：

薄壁菌门 (Gracilicutes)

暗细菌纲 (Scotobacteria)

不产氧光合细菌 (Anoxyphotobacteria)

产氧光合细菌 (Oxyphotobacteria)

厚壁菌门 (Firmicutes)

厚壁菌纲 (Firmibacteria)

放线菌纲 (Thallobacteria)

软壁菌门 (Tenericutes)

柔膜菌纲 (Mollicutes)

疵壁菌门 (Mendosicutes)

古细菌纲 (Archaeobacteria)

(四)《伯杰细菌鉴定手册》第九版 (1994 年) 1994 年，《伯杰细菌系统学手册》的作者将该书四卷中有关细菌分类鉴定的资料和该书出版后的新资料汇集成一册，出版了《伯杰细菌鉴定手册》第九版。该手册根据表型特征把细菌分为四个类别，35 群。现将四个类别的细菌的特点简述如下：

1. 具有细胞壁的革兰氏阴性细菌 这类原核生物具有复杂的细胞壁，由外膜和薄的肽聚糖内层组成，革兰氏染色通常是阴性。细胞的形状呈球形、卵圆形、直或弯曲杆状、螺旋形或丝状，在这些类群中有些有鞘或荚膜。繁殖靠二分裂进行，但有些类群可以芽殖，少数类群以复分裂繁殖，例如宽球蓝细菌目 (Pleurocapsales)。粘细菌可以形成子实体和粘孢子。游