

# 放线菌纲内亚纲、目、亚目、科的 16S rDNA/rRNA 特征序列简介

阮继生

(中国科学院微生物研究所 北京 100080)

**摘要:** 介绍了放线菌纲 (Actinobacteria) Stackebrandt *et al.*, 1997 年新分类系统中 5 个亚纲、6 个目、14 个亚目、43 个科的 16S rRNA 特征序列。供分类鉴定时参考, 有助于新放线菌和新资源的发现。

**关键词:** 放线菌纲、16S rRNA 特征序列

**中图分类号:** Q93      **文献标识码:** A      **文章编号:** 0253-2654 (2005) 05-0129-06

## 1 放线菌在微生物中地位的变迁

《伯杰氏系统细菌学手册》第一版 1989 以表观特征将原核生物界分为 4 个门 7 个纲。放线菌被列入原核生物界、厚壁菌门、丝状菌纲 (Thallobacteria) 放线菌目。

Woese 等于 1990 年经 16S rRNA 序列深入研究正式提出生物三域学说, 即细菌域 (Bacteria)、古菌域 (Archaea) 及真核生物域 (Eucarya)。Sogin 1992 年也以 18SrRNA 碱基序列发表了生物三域的分类系统。

Stackebrandt 等根据多年对几百株放线菌与其相近的细菌进行了系统而深入的 16S rDNA/rRNA 序列分析, 搞清了上述菌的亲缘关系, 于 1997 年提出新的分类系统, 建立了放线菌纲 (Actinobacteria)。以 16S rDNA/rRNA 序列相似性, 从基因水平编排纲下各分类等级。由于 16S rRNA 系统发育树对确定目或纲以上分类单元帮助甚微, 目前尚无哪个细菌法规能识别出界以上的分类单元。因而伯杰氏系统细菌学手册编委会决定, 在该手册第二版中原核生物最高分类单元不采用“界”, 而采用“域” (domain), 域下为门 (phylum)。放线菌归于细菌域 (Bacteria)、放线菌门 (Actinobacteria phy. nov.)、放线菌纲 (亚纲)、放线菌目 (亚目)、放线菌科、放线菌属、放线菌种。

## 2 放线菌纲 (Actinobacteria) Stackebrandt *et al.*, 1997. 分类系统

放线菌纲是根据 16SrDNA/rRNA 序列系统发育树而建立的, 它是高 DNA (G + C) mol% 革兰氏阳性菌, 具有细菌多种形态结构的放线菌群。在放线菌纲内有 5 个亚纲: 醋杆菌亚纲、红细菌亚纲、红螺旋菌亚纲、球杆菌亚纲及放线菌亚纲。这 5 个亚纲菌的核苷酸碱基在 906 位置均为 (A), 在 955 位置不是 (A) 就是 (C), 而红细菌亚纲及球杆菌亚纲的 955 位置都是 (U)。按 6 条系统进化分支命名为 6 个目、14 个亚目、43 个科。目、亚目、科的核苷酸特征序列是由其典型属内典型种的模式菌株测定而来的。

**2.1 醋杆菌亚纲 (Acidimicrobiales)** Stackebrandt *et al.*, 1997. 醋杆菌目 (Acidimicrobiales), 醋杆菌科 16S rDNA/rRNA 特征序列 291-309 (U-A), 294-303 (U-A), 408-434 (A-U), 670-736 (C-G), 722-733 (A-C), 955-1225 (C-G), 1118-1155 (C-G), 1311-1326 (A-U), 1410-1490 (A-U). 典型属 *Acidimicrobium*.

**2.2 红细菌亚纲 (Rubrobacteriales)** Rainey *et al.*, 1997. 红细菌目 (Rubrobacteriales),

红细菌科 16S rDNA/rRNA 特征序列 127-234 (G-C), 291-309 (U-A), 657-749 (G-C), 681-709 (C-G), 941-1342 (A-U), 955-1225 (U-A), 1051-1207 (C-G), 1115-1185 (C-G), 1311-1326 (A-U), 1410-1490 (A-U)。典型属 *Rubrobacter*。

**2.3 红蝽菌亚纲 (Coriobacteridae)** Stackebrandt *et al.*, 1997. 红蝽菌目 (Coriobacteriales)、红蝽菌科 16S rDNA/rRNA 特征序列为 113-314 (C-G), 294-303 (G-C), 295-302 (U-A), 670-736 (G-C), 771-808 (U-A), 772-807 (A-U), 823-877 (A-U), 941-1342 (A-U), 950-1231 (U-G), 1120-1153 (G-C), 1148 (C), 1165-1171 (C-G), 1242-1295 (G-C), 1313-1324 (G-C), 1410-1490 (A-U)。典型属 *Coriobacterium*, 另有 *Collinsella*, *Cryptobacterium*, *Eggerthella*, *Slackia*, *Atopobium*。

**2.4 球杆菌亚纲 (Sphaerobacteridae)** Stackebrandt *et al.*, 1997. 球杆菌目 (Sphaerobacterales)、球杆菌科 16S rDNA/rRNA 特征序列 291-309 (U-A), 294-303 (U-A), 408-434 (A-U), 417-426 (C-G), 657-749 (G-C), 670-736 (G-C), 681-709 (C-G), 941-1342 (A-U), 955-1225 (U-A), 1120-1153 (G-C), 1148 (C), 1351-1371 (C-G)。典型属 *Sphaerobacter*。

**2.5 放线菌亚纲 (Actinobacteridae)** Stackebrandt *et al.*, 1997. 16S rDNA/rRNA 特征序列为 291-309 (C-G), 294-303 (C-G), 408-434 (G-C), 670-736 (A-U), 941-1342 (G-C), 1148 (U), 1410-1490 (G-C)。包括两个目即放线菌目与双歧杆菌目。

**2.5.1 放线菌目:** (Actinomycetales, Buchanan 1917) Stackebrandt *et al.*, 1997. 16S rDNA 特征序列 122-239 (A-G), 449 (A), 450-483 (G-C), 823-877 (G-C), 1118-1155 (U-A)。这个目又分为 10 个亚目。

**2.5.1.1 放线菌亚目 (Actinomycineae):** Stackebrandt *et al.*, 1997. 只含放线菌科, 其 16S rDNA 特征序列 598-640 (U-G), 1059-1198 (U-A), 1061-1195 (G-U)。这科包括 4 个属, 典型属 *Actinomyces* 另有 *Mobiluncus*, *Arcanobacterium*, *Actinobaculum*。

**2.5.1.2 丙酸杆菌亚目 (Propionibacterineae):** Rainey *et al.*, 1997. 16S rDNA 特征序列 127-234 (A-U), 603-635 (A-U), 657-749 (G-C), 671-735 (A-U), 986-1219 (U-A), 987-1218 (G-C), 990-1215 (U-G), 1059-1198 (C-G)。典型科为丙酸杆菌科。

**2.5.1.2.1 丙酸杆菌科 (Propionibacteriaceae):** 16S rDNA 特征序列 66-103 (A-U), 328 (U), 370-391 (C-G), 407-435 (C-G), 602-636 (A-U), 658-748 (A-U), 686 (G), 780 (A), 787 (C), 819 (G), 825-875 (A-U), 1409-1491 (A-U)。典型属 *Propionibacterium* 另有 *Luteococcus*, *Micrococcus*, *Propioniferax*, *Tessaracoccus*。

**2.5.1.2.2 类诺卡氏菌科 (Nocardioideae):** 16S rDNA 特征序列 66-103 (G-C), 328 (C), 370-391 (G-C), 407-435 (A-U), 602-636 (G-U), 658-748 (U-A), 686 (U), 780 (G), 787 (A), 819 (U), 825-875 (G-C), 1409-1491 (C-G)。典型属为 *Nocardioideae* 还有 *Aeromicrobium*, *Friedmanniella*, *Kribbella*, *Micropruina*。

**2.5.1.3 微球菌亚目 (Micrococccineae):** 16S rDNA 特征序列 66-103 (A-U), 70-98 (U-A), 82-87 (G-C), 127-234 (A-U), 449 (A), 598-640 (U-G), 600-638 (U-G), 722-733 (A-A), 952-1229 (C-G), 986-1219 (A-U), 987-1218 (A-U), 1059-1198 (U-A)。共有 13 个科 (按 Int. J. Syst. and Evolu. Bact. 2000, 50, 1279-1285 修订内容), 其典型科为微球菌科。

**2.5.1.3.1 微球菌科 (Micrococaceae):** 16S rDNA 特征序列 69-99 (A-U), 140-223 (R-U), 144-178 (C-G), 258-268 (A-U), 293-304 (G-U), 407-435 (A-U), 502-543 (R-Y), 589-650 (C-G), 610 (G), 602-636 (C-G), 612-628 (C-G), 615-625 (G-C), 616-624 (G-Y), 839-847 (A-U), 863 (U), 1133-1141 (A-U), 1134-1140 (C-G)。典型属 *Micrococcus*, 还有 *Arthrobacter*, *Kocuria*, *Nesterenkonia*, *Renibacterium*, *Rothia*, *Stomatococcus*。

- 2.5.1.3.2 纤维单孢菌科 (Cellulomonadaceae):** 16S rDNA 特征序列 69-99 (G-U), 140-223 (C-G), 144-178 (C-G), 248-276 (C-G), 258-268 (G-C), 379-384 (C-G), 407-435 (C-G), 502-543 (G-C), 586-755 (C-G), 589-650 (U-A), 602-636 (C-G), 610 (A), 612-628 (C-G), 615-625 (A-U), 616-624 (G-C), 630 (C), 668-738 (U-A), 839-847 (C-G), 836 (A), 1133-1141 (G-C), 1134-1140 (G-C)。典型属 *Cellulomonas*, 还有 *Oerskovia*。
- 2.5.1.3.3 原小单孢菌科 (Promicromonosporaceae):** 16S rDNA 特征序列 69-99 (G-U), 140-233 (C-G), 144-178 (U-G), 258-268 (G-C), 293-304 (G-C), 407-435 (A-U), 502-543 (G-C), 610 (U), 602-636 (G-U), 615-625 (U-A), 616-624 (G-U), 660-745 (U-A), 630 (U), 1133-1141 (G-C), 1134-1140 (G-C)。典型属系 *Promicromonospora*。
- 2.5.1.3.4 嗜皮菌科 (Dermatophilaceae):** 16S rDNA 特征序列 140-223 (C-G), 144-178 (U-A), 248-276 (C-G), 258-268 (A-U), 293-304 (G-U), 379-384 (C-G), 407-435 (A-U), 502-543 (A-U), 586-755 (C-G), 589-650 (U-G), 602-636 (C-G), 610 (A), 612-628 (C-G), 615-625 (G-C), 616-624 (G-C), 630 (C), 668-738 (A-U), 839-847 (C-G), 863 (A), 1133-1141 (A-U), 1134-1140 (C-G), 1254-1283 (U-A)。典型属 *Dermatophilus*。
- 2.5.1.3.5 短杆菌科 (Brevibacteriaceae):** 16S rDNA 特征序列 41-401 (U-A), 69-99 (C-U), 140-223 (G-C), 142-221 (U-A), 144-178 (U-G), 407-435 (C-G), 586-755 (U-A), 591-648 (G-U), 612-628 (G-C), 616-624 (C-G), 660-745 (A-U), 670-736 (U-A), 839-847 (A-U), 1244-1293 (U-A), 1254-1283 (A-C), 1263-1272 (C-G), 1310-1327 (U-A)。典型属是 *Brevibacterium*。
- 2.5.1.3.6 皮杆菌科 (Dermabacteraceae):** 16S rDNA 特征序列 140-223 (C-G), 248-276 (U-G), 407-435 (G-Y), 502-543 (R-Y), 586-755 (U-A), 589-650 (U-G), 610 (A), 612-628 (Y-G), 839-847 (R-U), 863 (U), 1133-1141 (A-U), 1134-1140 (C-G)。典型属为 *Dermabacter*, 还有 *Brachybacterium*。
- 2.5.1.3.7 间孢囊菌科 (Intrasporangiaceae):** 16S rDNA 特征序列 69-99 (G-U), 139-224 (A-U), 140-223 (G-Y), 144-178 (C-G), 183-193 (C-G), 248-276 (C-G), 258-268 (A-U), 379-384 (C-G), 407-435 (A-U), 502-543 (A-U), 589-650 (U-A), 602-636 (C-G), 610 (A), 612-628 (C-G), 616-624 (G-C), 630 (C), 668-738 (A-U), 839-847 (U-A), 863 (U), 1133-1141 (A-U), 1134-1140 (C-G)。典型属为 *Intrasporangium*, 还有 *Terrabacter*, *Janiabacter*, *Terracoccus* 及 *Ornithinicoccus*。
- 2.5.1.3.8 琼斯氏菌科 (Jonesiaceae):** 16S rDNA 特征序列 140-223 (U-U), 144-178 (U-G), 258-268 (G-C), 379-384 (G-U), 407-435 (G-C), 502-543 (G-C), 589-650 (U-G), 610 (U), 602-636 (U-G), 615-625 (A-U), 616-624 (U-G), 668-738 (U-A), 839-847 (U-A), 1414-1486 (C-G)。典型属 *Jonesia*。
- 2.5.1.3.9 微杆菌科 (Microbacteriaceae):** 16S rDNA 特征序列 45-396 (U-A), 66-99 (R-U), 140-223 (G-Y), 142-221 (U-A), 144-178 (C-G), 258-268 (A-U), 497 (A), 615-625 (A-U), 839-847 (G-U), 1256 (C), 1310-1327 (A-U), 1414-1486 (U-A)。典型属为 *Microbacterium*, 还有 *Agrococcus*, *Agromyces*, *Clavibacter*, *Curtobacterium*, *Rathayibacter*, *crytobacterium*, *Leucobacter*。
- 2.5.1.3.10 博戈里亚湖菌科 (Bogoriellaceae):** 16S rDNA 特征序列 66-69 (A-U), 140-223 (G-U), 144-178 (U-G), 248-276 (C-G), 258-268 (G-C), 379-384 (C-G), 407-435 (A-U), 502-543 (G-C), 586-755 (C-G), 589-650 (C-G), 602-636 (C-G), 610 (A), 612-628 (C-G), 615-625 (G-C), 616-624 (G-C), 630 (C), 668-678 (A-U), 839-847 (C-G), 863

(U), 1133-1141 (A-U), 1134-1140 (C-G)。典型属 *Bogoriella*。

**2.5.1.3.11 嗜皮球菌科 (Dermacoccaceae):** 16S rDNA 特征序列 139-224 (Y-R), 140-223 (C-G, g-c), 144-178 (C-G), 183, -193 (G-U), 248-276 (C-G), 258-268 (G-C), 379-384 (C-G), 407-435 (A-U, g-c), 502-543 (A-U), 586-755 (C-G), 589-650 (U-A), 602-636 (C-G), 610 (R), 612-628 (Y-G), 615-625 (G-C), 616-624 (G-Y), 630 (Y), 668-738 (A-U), 839-847 (U-A), 863 (U), 1133-1141 (A-U), 1134-1140 (C-G)。典型属 *Dermacoccus*, 还有 *Kytococcus*, *Dermetria*。

**2.5.1.3.12 稀有杆菌科 (Rarobacteraceae):** 16S rDNA 特征序列 69-99 (A-U), 140-223 (C-G), 144-178 (U-G), 248-276 (C-G), 258-268 (G-C), 379-384 (C-G), 407-435 (A-U), 502-543 (G-C), 586-755 (U-G), 589-650 (U-A), 602-636 (G-U), 610 (A), 612-628 (U-A), 615-625 (C-G), 616-624 (G-C), 630 (C), 668-738 (A-U), 839-847 (U-A), 863 (A), 1133-1141 (G-C), 1134-1140 (G-C)。典型属 *Rarobacter*。

**2.5.1.3.13 血杆菌科 (Sanguibacteraceae):** 16S rDNA 特征序列 69-99 (G-U), 140-223 (G-C), 144-178 (C-G), 248-276 (C-G), 258-268 (A-U), 379-384 (C-G), 407-435 (A-U), 502-543 (G-C), 586-755 (C-G), 589-650 (U-A), 602-636 (G-U), 610 (U), 612-628 (U-A), 615-625 (A-U), 616-624 (G-C), 630 (C), 668-738 (U-A), 839-847 (U-A), 863 (U), 1133-1141 (A-U), 1134-1140 (C-G)。典型属 *Sanguibacter*。

**2.5.1.4 棒状杆菌亚目 (Corynebacterineae):** 16S rDNA 特征序列 127-234 (G-C), 131-231 (U-pur), 502-543 (A-U), 658-784 (A-A), 564 (C), 600-638 (G-C), 601-637 (U-G), 660-745 (U-A), 671-735 (C-G), 819 (G), 952-1229 (U-A), 986-1219 (U-A), 1116-1184 (U-G), 1414-1486 (U-G)。这个亚目有 6 个科, 典型科是棒状杆菌科。

**2.5.1.4.1 棒状杆菌科 (Corynebacteriaceae):** 16S rDNA 特征序列 293-304 (G-U), 307 (A), 316-337 (U-G), 468 (U), 508 (U), 586-755 (U-G), 631 (G), 661-744 (G-C), 662-743 (U-G), 771-808 (A-U), 824-876 (C-G), 825-875 (G-C), 837-849 (G-U), 843 (C), 1059-1198 (U-A)。其典型属为 *Corynebacterium*。

**2.5.1.4.2 分枝杆菌科 (Mycobacteriaceae):** 16S rDNA 序列 70-98 (A-U), 293-304 (G-U), 307 (C), 328 (U), 614-626 (A-U), 631 (G), 661-744 (G-C), 824-876 (U-A), 825-875 (A-U), 843 (C), 1122-1151 (A-U)。典型属为 *Mycobacterium*。

**2.5.1.4.3 诺卡氏菌科 (Nocardiaceae):** 16S rDNA 特征序列 70-98 (U-A), 139-224 (G-C), 843 (C), 1008-1021 (C-G), 1189 (C), 1244-1293 (C-G), 1308-1329 (C-G)。典型属 *Nocardia* 另有 *Rhodococcus*。

**2.5.1.4.4 戈登氏菌科 (Gordoniaceae):** 16S rDNA 特征序列 70-98 (A-U), 293-304 (A-U), 307 (U), 661-747 (A-U), 824-876 (U-A), 825-875 (A-U), 843 (U), 1002-1038 (A-U), 1007-1022 (C-G), 1122-1151 (G-C), 1124-1149 (A-U)。典型属系 *Gordonia*, 另有 *Skermania*。

**2.5.1.4.5 冢村氏菌科 (Tsukamurellaceae):** 16S rDNA 特征序列 70-98 (U-A), 293-304 (G-U), 307 (C), 631 (C), 661-744 (G-C), 824-876 (U-A), 825-875 (A-U), 843 (C), 1007-1022 (G-U), 1122-1151 (A-U)。典型属系 *Tsukamurella*。

**2.5.1.4.6 迪茨氏菌科 (Dietziaceae):** 16S rDNA 特征序列 70-98 (U-A), 293-304 (G-U), 307 (U), 418-425 (U-A), 508 (U), 614-626 (U-G), 631 (G), 661-744 (A-U), 771-808 (A-U), 824-876 (C-G), 825-875 (G-C), 843 (C), 1049-1198 (U-A), 1122-1151 (A-U)。典型属 *Dietzia*。

**2.5.1.5 假诺卡氏菌亚目 (Pseudonocardineae):** Stackebrandt *et al.*, 1997. 假诺卡氏菌科 (Pseudonocardiaceae) 16S rDNA 特征序列 127-234 (G-C), 183-194 (G-U), 502-543 (A-U), 603-635 (C-G), 610 (A), 747 (A), 952-1229 (U-A), 986-1219 (U-A), 987-1218 (G-C), 1001-1039 (pyr-G), 1308-1329 (C-G)。典型属为 *Pseudonocardia*, 另有 *Actinopolyspora*, *Amycolatopsis*, *Kibdelosporangium*, *Kutzneria*, *Saccharomonospora*, *Saccharopolyspora*, *Streptoalloteichus*, *Prauserella*, *Thermobispora*, *Thermocristum*。

**2.5.1.6 链霉菌亚目 (Streptomycineae):** Rainey *et al.*, 1997. 的典型科为链霉菌科 (Streptomyetaceae), 其 16S rDNA 特征序列 71 (G), 80-89 (G-C), 81-88 (C-G), 82-87 (U-G), 127-234 (G-C), 209 (C), 210 (C), 211 (G), 610 (G), 671-735 (U-A), 819 (G), 837-849 (C-G), 950-1231 (U-G), 955-1225 (C-G), 965 (C), 1254-1283 (A-U), 1409-1491 (C-G)。其典型属为 *Streptomyces*, 另有 *Streptoverticillum*, *Kitasatospora*。

**2.5.1.7 链孢囊菌亚目 (Streptosporangineae):** Ward-Rainey *et al.*, 1997. 16S rDNA 特征序列为 127-234 (A-U), 657-749 (G-pyr), 955-1225 (C-G)。其典型科为链孢囊菌科。

**2.5.1.7.1 链孢囊菌科 (Streptosporanginaceae):** 16S rDNA 特征序列 440-494 (C-G), 445-489 (G-C), 501-544 (C-G), 502-543 (C-C), 453-479 (无多余碱基), 586-755 (U-G), 613-627 (pyr-pur), 681-709 (U-A), 1116-1184 (U-G), 1137- (U), 1355-1367 (A-U), 1436-1465 (G-C), 1422-1478 (G-U)。典型属为 *Streptosporangium*, 另有 *Herbidospira*, *Microbispora*, *Microtetraspora*, *Planobispora*, *Planomonospora*, *Nonomura*, *Planopolyspora*, *Planotetraspora*。

**2.5.1.7.2 拟诺卡氏菌科 (Nocardiopsaceae):** 16S rDNA 特征序列 440-494 (U-G), 442-492 (C-G), 445-489 (C-G), 在 453-479 有 4 个额外碱基, 501-544 (G-C), 502-543 (A-U), 586-755 (C-G), 603-635 (U-A), 613-627 (C-G), 658-748 (U-A), 671-735 (C-G), 681-709 (U-A), 1003-1037 (U-G), 1116-1184 (C-G), 1137 (A), 1355-1367 (G-C), 1422-1478 (G-U), 1435-1466 (A-U)。典型属为 *Nocardiopsis* 另有 *Thermobifida*。

**2.5.1.7.3 高温单孢菌科 (Thermomonosporaceae):** 16S rDNA 特征序列为 440-494 (C-G), 442-492 (G-C), 在 453-479 间有 4-7 个额外的碱基, 501-544 (C-G), 502-543 (G-C), 586-755 (C-G), 613-627 (C-G), 658-748 (C-U), 681-709 (C-G), 1003-1037 (A-G), 1116-1184 (C-G), 1355-1367 (A-U), 1422-1478 (G-C), 1435-1466 (G-C)。典型属为 *Thermomonospora*, 另有 *Actinomadura*, *Spirillospora*。

**2.5.1.8 小单孢菌亚目 (Micromonosporineae):** Stackebrandt *et al.*, 1997. 只有小单孢菌科 (Micromonosporaceae), 其 16S rDNA 特征序列为 66-103 (G-C), 127-234 (A-U), 153-168 (C-G), 507-543 (G-C), 589-650 (C-G), 747 (A), 811 (U), 840-846 (C-G), 952-1229 (C-G), 1116-1184 (C-G), 1133-1141 (G-C)。典型属为 *Micromonospora*, 另有 *Actinoplanes*, *Catellatospora*, *Couchioplanes*, *Catenuloplanes*, *Dactylosporangium*, *Pilimelia*, *Spirilliplanes*, *Verrucosipora*。

**2.5.1.9 弗兰克氏菌亚目 (Frankineae):** Stackebrandt *et al.*, 1997. 16S rDNA 特征序列 82-87 (C-G), 127-234 (G-C), 141-222 (G-C), 371-390 (G-C), 502-543 (A-U), 1003-1037 (G-G)。在这个亚目中包括 5 个科, 其典型科为弗兰克氏菌科。

**2.5.1.9.1 弗兰克氏菌科 (Frankiaceae):** 16SrDNA 特征序列为 139-224 (G-C), 148-174 (A-G), 155-166 (U-G), 839-847 (A-G), 987-1218 (G-C), 1059-1198 (C-G), 1308-1329 (C-G)。典型属为 *Frankia*。

**2.5.1.9.2 地嗜皮菌科 (Geodermatophilaceae):** 16S rDNA 特征序列为 139-224 (G-C), 157-164 (A-U), 158-163 (A-U), 186-191 (C-G), 263 (G), 293-304 (G-U), 986-1219 (U-

A), 987-1218 (A-U), 1059-1198 (U-A), 1308-1329 (U-A)。典型属 *Geodermatophilus* 另有 *Blastococcus*, *Modestobacter*。

**2.5.1.9.3 中村氏菌科 (Nakamurellaceae):** [ *Microspira* Rainey *et al.*, 1997. ] Tao *et al.*, 2004. 16S rDNA 特征序列 139-224 (C-G), 157-164 (G-C), 186-191 (C-G), 839-847 (U-A), 987-1218 (A-U), 1059-1198 (U-A), 1308-1329 (U-A)。典型属为 *Nakamurella* ( *Microspira* Rainey *et al.*, 1997 ) Tao *et al.*, 2004.

**2.5.1.9.4 鱼孢菌科 (Sporichthyaceae):** 16S rDNA 特征序列为 139-224 (U-A), 186-191 (G-C), 600-638 (C-G), 839-847 (U-A), 987-1218 (A-U), 1059-1198 (U-A), 1308-1329 (U-A)。其典型属为 *Sporichthya*。

**2.5.1.9.5 热酸菌科 (Acidothermaceae):** 16S rDNA 特征序列 139-224 (C-G), 186-191 (G-C), 839-847 (A-U), 987-1218 (G-C), 1059-1198 (C-G), 1308-1329 (C-G)。典型属为 *Acidothermus*。

**2.5.1.10 糖霉菌亚目 (Glycomycineae):** 只有糖霉菌科 (Glycomycetaceae)。其 16S rDNA 特征序列 70-98 (A-U), 127-234 (G-pyr), 140-223 (A-U), 229 (G), 366 (U), 415 (C), 449 (C), 534 (G), 681-709 (A-U), 825-875 (G-C), 999-1041 (C-G), 1059-1198 (C-G), 1064-1192 (G-G), 1117-1183 (A-U), 1309-1328 (C-G)。典型属为 *Glycomyces*。

**2.5.2 双歧杆菌目 (Bifidobacteriales):** Stackebrandt *et al.*, 1997. 只有一个科即双歧杆菌科 (Bifidobacteriaceae), 其 16S rDNA 特征序列 122-239 (G-U), 128-233 (C-G), 450-483 (C-G), 602-636 (G-C), 681-709 (C-G), 688-699 (A-U), 823-877 (A-U), 1118-1155 (C-G), 1311-1326 (A-U)。典型属为 *Bifidobacterium*, 另有 *Gardnerella*, *Falcivibrio*。

综上所述, 该放线菌纲分类系统是 1997 年问世的, 并被列入《伯杰氏系统细菌学手册》第二版 (2001) 第四卷中。该编委会决定, 2000 年 3 月以前在《Int J Syst and Evolutionary Microbiology》上有效发表的放线菌新属、新种都应列入放线菌纲中。鉴于此, 在放线菌纲中增添了四个科及一些属和种。按该手册“古菌和细菌域分类大纲”表明 (第一卷 P155 ~ 166), 即在微球菌亚目中增添了 *Beutenbergiaceae* 科与属; 在棒状杆菌亚目中增添了威廉姆斯氏菌科 (*Williamsiaceae*) 与属; 在假诺卡氏菌亚目中增添了束丝放线菌科 (*Actinosynnemataceae*) 及 4 个属: *Actinosynnema*, *Actinokineospora*, *Lentzea* 和 *Saccharothrix*; 在弗兰克氏菌亚目中增添了动孢囊菌科 (*Kineosporiaceae*) 包括 3 个属: *Kineosporia*, *Cryptosporangium*, *Kineococcus*。将未肯定位置 (*Incertae sides*) 的 5 个属: *Actinobispora*, *Actinocorallia*, *Excellospora*, *Pelczaria* 及 *Turicella* 与双歧杆菌科并列放在双歧杆菌亚目中。总之, 在《伯杰氏系统细菌学手册》第二版第四卷中将描述放线菌纲、5 个亚纲、6 个目、14 个亚目、43 个科、约 130 个属及 1, 500 多种。

### 3 结束语

当今放线菌分类已从表观分类发展到分子分类, 16S rDNA/rRNA 是研究细菌及放线菌系统发育, 揭示其亲缘关系及分类鉴定必不可少的重要分类指征。我们曾以 16S rDNA/rRNA 特征序列加快了放线菌分类鉴定与新属如放线多形态菌属 (*Actinopolymorpha*) 的发现。我国微生物资源丰富, 如能用放线菌纲各分类等级的核苷酸特征序列作为探针和基因芯片, 从自然界寻找新放线菌和新资源, 将会加快我国放线菌资源开发。

参考文献 13 篇从略。由于篇幅所限, “属”的中文名被省略。请查阅杨瑞馥、陶天申 2000. 细菌名称英解汉译词典。军事医学科学出版社。