

## 厌氧微生物研究的新进展(续)

凌 代 文

(中国科学院微生物研究所, 北京 100080)

rRNA/DNA 和 16S rRNA 序列的测定已表明在系统发育上肠球菌和链球菌属、乳球菌属为同等相连群。当今使用反转录酶法分析测定 16S rRNA 全序列指示出肠球菌在系统发育上更接近于利斯特属 (*Listeria*) 的某些可运动的 N 群的菌株, 与链球菌属和乳球菌属相比其关系还稍远。<sup>[77]</sup>

Schleifer 等依据全面的研究建议将 N 群的链球菌 (*S. lactis* 和 *S. cremoris* 等) 与口腔链球菌、肠球菌及溶血的链球菌分别开来而成立一新属, 命名为乳球菌属 (*Lactococcus*)<sup>[78]</sup>。在革兰氏阳性细菌梭菌分支的系统发育树中乳球菌属的位置明显与致病的链球菌属区分开。乳球菌属当今的重要意义在于它在工业发酵上的应用, 特别是在乳品业用作发酵剂。一般认为它食用安全, 从不引起疾病。由于乳球菌具有重要的经济价值, 近年来这些菌在生理生化学和分子生物学方面也受到重视。<sup>[79-84]</sup>

此外尚有些厌氧革兰氏阳性球菌: 消化球菌属 (*Peptococcus*)、消化链球菌属 (*Peptostreptococcus*)、瘤胃球菌属 (*Ruminococcus*) 等, 这些属的细菌在分类学上近十年来又有较大的修改。消化球菌属原大多数成员已转至葡萄球菌属 (*Staphylococcus*)<sup>[82,83]</sup>、链球菌属、特别是消化链球菌属。仅有黑消化球菌 (*Peptococcus niger*) 一个种仍留在消化球菌属内<sup>[84,85]</sup>。消化链球菌属中除强解糖的 *P. productus* 一个种外, 其它的种都不解糖。这些不解糖的种其共同特征是利用蛋白胨作为能源, 但对比遗传的分析它们是较异源的群。Huss 等<sup>[86]</sup>和 Ludwig 等<sup>[83]</sup>根据 RNA-DNA 杂交和肽聚糖对消化链球菌不解糖六个种的分析比较, 至少可将它们分为五组。接近期对厌氧革兰氏阳

性球菌进行 16S rRNA 的序列分析也说明了消化链球菌的异源性。

瘤胃球菌属 (*Ruminococcus*) 也是一群异源菌。Bryant 就提出不解纤维与解纤维素的瘤胃球菌可能很不相同<sup>[9]</sup>。

由上所述也可看到厌氧革兰氏阳性球菌分类的现状仍然是不能令人满意的。

### 7 乳杆菌属的种大增, 并派生出肉食杆菌属及奇异菌属二个新属

乳杆菌属 (*Lactobacillus*) 包括的种现已超过 50 种。根据核酸杂交和序列分析的结果这个属现仍是一群有明确定义的菌。直至近年肉食杆菌属 (*Carnobacterium*) 的种仍包括在乳杆菌属内<sup>[87]</sup>。提出将肉食杆菌属与乳杆菌属分开来是由于乳杆菌是一群对人类有益的非致病的同源细菌, 而肉食杆菌属已知是食品的腐败因子和鱼的致病菌。在某些生理性状方面它们也有差异。

肉食杆菌属的建立是鉴于 Von Holy (1983) 多次从冷冻真空包装的牛肉中分离到某些非典型的乳杆菌, 它们也不同于非典型的链球菌<sup>[88]</sup>。Holzapfel 和 Gerber 当时由于它们有异于乳杆菌属的其它种而将其归入一新种——歧异乳杆菌 (*L. divergens*)<sup>[89]</sup>。Hsu 等 (1984) 又从鲑鱼上分离到命名为食鱼乳杆菌 (*L. piscicola*) 的鱼病原菌<sup>[90]</sup>。Collins 等按测定的生理生化性状将这些类似乳杆菌的菌连同另外两个新种 (*C. gallinarum* 和 *C. mobile*) 的分类放置于肉食杆菌属 (*Carnobacterium*) 这一新属内<sup>[87]</sup>。Franzmann 等 (1991) 在一缺氧的南极湖水中分离到产乳酸的嗜冷细菌也定名为此属的二个新种 (*C. funditum* 和 *C. alterfunditum*)<sup>[91]</sup>。乳杆菌属和

表4 乳杆菌属和肉食杆菌属的特征<sup>[13]</sup>

特征	乳杆菌	肉食杆菌
在乙酸盐培养基上生长 (pH5.4)	+	-
在 pH4.5 生长	+	-
在 pH9.0 生长 <sup>a</sup>	-	+
产生乳酸旋光性	L(+), D(-), DL,	L(+)
肽聚糖二氨基类型	Lys, mDpm, Orn <sup>b</sup>	mDpm
主要的 C <sup>11,12</sup> -细胞脂 肪酸 <sup>c</sup>	cis 十八碳烯酸 (11,12)	油酸(9,10)
发酵型(葡萄糖)	同型或异型	非典型同型
G + C mol% <sup>[13]</sup>	32-55	33.0-37.2

注: a. 在含有 2% 蔗糖的改良 MRS 培养基中  
 b. "Lys" 赖氨酸, "Orn" 鸟氨酸, "Dpm" 二氨基庚二酸  
 c. 数字“(11,12)”“(9,10)”表示双键的位置<sup>[17]</sup>

肉食杆菌属的区别见表4。

奇异菌属 (*Atopobium*) 的建立是 Collins 等<sup>[9]</sup>对原名为微小乳杆菌 (*L. minusus*)、牙缝乳杆菌 (*L. rimae*) 和短小链球菌 (*Streptococcus parvulus*) 的 16SrRNA 序列进行对比, 分析后提议建立的新属。现已作为有效发表的细菌名称被接受<sup>[9]</sup>。

从上述厌氧微生物几个重要类群的研究新进展可以看到, 目前系统分类学的趋势是应用核酸杂交和 rRNA 序列分析来推定或确立这类微生物在系统发育中的地位。表型特征类似的厌氧菌可能在分类学上的位置截然不同, 而表型特征上不相似的在系统分类学的位置可能极相近。对于一个可培养、能生长的厌氧菌而言, 一般具有表型上的形态和生理特征, 并兼有分子生物学特性的描述方可决定其在系统分类学的位置。

当今对于环境中尚不能培养或难以生长的厌氧菌, 从抽提其 DNA 和分析其 rRNA 基因来确定其分类单位已有可能<sup>[9]</sup>。但对于这类菌如何命名却是个新问题。Murray 和 Schleifer 提议可将它们放置于属下基因种 (genomospecies) 的位置。它与系统细菌学上已确立的种有所区别<sup>[9]</sup>。但这方面无论从分类学或生态学而言均属又一最新进展。

参 考 文 献

- [1] 闵航, 陈美慈, 赵宇华, 等. 厌氧微生物学, 杭州: 浙江大学出版社, 1993, 28, 192.
- [2] Krieg N R, Holt J G. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Baltimore: Williams & Wilkins. 1984, Vol. 1, p. 38-62, 602-661, 663-677, 680-685, 787-790.
- [3] Sneath P H A, Mair N S, Sharpe M E. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 1986, Vol. 2 p. 1043-1100, 1141-1202, 1208-1234, 1346-1418. Williams & Wilkins, Baltimore.
- [4] Staley J T, Bryant M P, Norbert Pfennig. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Baltimore: Williams & Wilkins. 1989, Vol. 3, p. 1635-1708, 2171-2251.
- [5] Robinson I M, Freundt E A. *Int J Syst Bact*, 1987, 37: 78-81.
- [6] Buchanan R E, N E Gibbons. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 8th ed. Baltimore: Williams & Wilkins. 1974, p. 24-57, 167-190, 384-424, 445-448, 472-477, 517-527, 576, 660-671.
- [7] Holdeman L V, Cato E P, Moore W E C. *Anaerobe Laboratory Manual*. 4th ed. Anaerobe Laboratory Virginia Polytechnic Institute & state University, Blacksburg, Virginia: 1974, p. 11-115.
- [8] Wolfe R S. *Annu Rev. Microb.* 1991, 45:1-37.
- [9] Woese C R. *Microb. Rev.* 1987, 51:221-271.
- [10] Balch W E, Fox G E, Magrum L J, *et al.* *Microb Rev.* 1979, 40:260-296.
- [11] Boone D R, Whitman W B. *Int J Syst Bact.* 1988, 38: 212-219.
- [12] Lauerer G, Kristjansson J K, Langworthy T A, *et al.* *Syst Appl Microb.* 1986, 8: 100-105.
- [13] Garcia J L. *FEMS Microb Rev.* 1990, 87: 297-308.
- [14] Moore W E C, Moore L V H. *Index of The Bacterial and Yeast Nomenclatural Changes*. Washington, D. C: American Society for Microbiology. 1992.
- [15] Boone D R. *Methods for The Study of Methanogens and Other Strictly Anaerobic Bacteria (Lectures)*. Chengdu: Chengdu Biogas Institute, 1993, 19-38.
- [16] Winkler S, Woese C R. *Syst Appl Microb.* 1991, 14: 305-310.
- [17] Woese C. R, Kandler O, Wheelis M L. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 1990, 87: 4576-4579.
- [18] Burggraf S, Stetter K O, Rouviere P, *et al.* *Syst. Appl. Microb.* 1991b, 14: 346-351.
- [19] Jone W J, Nagel D P, whitman W B. *Microb. Rev.* 1987, 51: 135-177.
- [20] Jone W J, Stugard C E, Jannasch H. W, *et al.* *Arch. Microb.* 1989, 152: 314-319.
- [21] Tu J, Prangishvilli D, Huber H, *et al.* *J Mol Evol.* 1982, 18:109-114.

- [22] Robert Huber, Stetter K O. The Order Thermoproteales, In The Prokaryotes 2nd ed. 1991, Vol. 1.p. 677—683. Springer-Verlag.
- [23] Zillig W, Holz H P, Klenk J. *et al.* Syst Appl Microb, 1987, 9: 62—70.
- [24] De Rosa M, Gambacorta A. Syst Appl. Microb. 1986, 9: 1—5.
- [25] Neuner. A, Jannaach H W, Belkin Sh, *et al.* Arch Microb, 1990. 153: 205—207.
- [26] Zillig W, Holz I, Klenk H P. *et al.* Syst Appl Microb 1987, 9: 62—70.
- [27] Fiala G, Stetter K O. Arch Microb. 1986, 145: 56—61.
- [28] Woese C R, Olsen G J. Syst Appl. Microb 1986, 7: 161—177.
- [29] Achenbach-Richte L, Gupfa. R, Stetter K O, *et al.* Syst Appl Microb. 1987. 9: 34—39.
- [30] Bachleitner. M, Ludwig W, Stetter K O, *et al.* FEMS Microb Lett 1989, 57:115—120.
- [31] Huber R, Langworthy T A, Helmut König, *et al.* Arch Microb 1986, 144: 324—333.
- [32] Huber R, Woese C R, Langworthy T A. *et al.* Syst Appl Microb 1989, 12:32—37.
- [33] Patel B K C, Morgan H W, Daniel R M. Arch Microb 1985, 141: 63—69.
- [34] Zeikus J G, Hegge P W, Anderson M A. Arch Microb 1979, 122: 41—48.
- [35] Weimer P J, Wagner L W, Knowlton S, *et al.* Arch Microb. 1984, 138:31—36.
- [36] Weimer P J. Arch Microb 1985, 143: 130—136.
- [37] Schmid U, Giesel H, Schuberth S M, *et al.* Syst Appl Microb 1986, 8:80—85.
- [38] Kondratieva E N. Arch Microb 1989, 151: 117—122.
- [39] Zeikus J G, Hegge T E, Thompson T J, *et al.* Curr Microb 1983, 9:225—234.
- [40] Oren A, Weisburg G, Kessel *et al.* Syst Appl Microb 1984b, 5:58—70.
- [41] Oren A. FEMS Microb Lett 1987, 42:201—204.
- [42] Rengpipat S, Langworthy T A, Zeikus J G. Syst Appl Microb 1988, 11:28—35.
- [43] Oren A, Pöhla H, Stackebrandt E. Syst. Appl. Microb 1987, 9: 239—246.
- [44] Oren A. FEMS Microb Rev 1986a, 39: 23—29.
- [45] Oren A, Paster B J, Woese C R. Syst Appl Microb 1984, 5: 71—80.
- [46] Horn N. Int J Syst. Bact 1987, 37:398—401.
- [47] Wiegell J, Braun M, Gottshalk G. Curr. Microb 1981, 5:255—260.
- [48] Oren A. Arch Microb 1983, 136: 42—48.
- [49] Möller B, Obmer R, Howard B H, *et al.* Arch Microb 1984, 139: 388—396.
- [50] Stackebrandt E, Pöhla heike, Kroppenstedt R, *et al.* Arch Microb 1985, 143:270—276.
- [51] Duda V I, Lebedinsky A V, Mushegjan M S, *et al.* Arch. Microb. 1987, 148:121—127.
- [52] Zhao H, Yang D, Woese C R, *et al.* Int. J. Syst. Bact. 1990, 40:40—44.
- [53] Bateson M, Wiegell J, Ward D M. Syst Appl Microb 1989 12:1—7.
- [54] Lee Y E, Jain M K, Lee C, *et al.* Int J Syst Bact 1993 43:41—51.
- [55] Shah H N, Collins M D. Int. J Syst Bact. 1989. 39: 85—87.
- [56] Shah H N, Collins M. D. Int J Syst Bact 1988, 38: 128—131.
- [57] Shah H N, Collins M D. Syst Appl Microb 1986, 8: 86—88.
- [58] Montgomery L, Flesher B, Stahl D. Int J Syst Bact 1988, 38:430—435.
- [59] Shah H N, Collins M D. Zentralbl. Bakteriöl Parasitenkd Infektionskr. Hyg. Abt. 1 Orig. Reihe, 1982a, C<sub>3</sub>:394—398.
- [60] Shah, H N, Collins M D. Zentralbl Bakteriöl Parasitenkd Infektionskr. Hyg. Abt. 1 Orig Reihe 1982b, C<sub>2</sub>:491—494.
- [61] Collins M D, Shab H N, Mitsuoka T. Syst. Appl Microb 1985 6:79—81.
- [62] Stackebrandt E, Hippe H. Syst Appl Microb 1986, 8:204—207.
- [63] Collins M D, Shah H N. Int J Syst Bact. 1986, 36: 349—350.
- [64] Collins M D, Shah H N. Int J Syst. Bact 1986, 36: 461—463.
- [65] Leadbetter E R, Holt S C, Socranshy S S. Arch Microb 1979, 122:9—16.
- [66] Shah H N, Collins M D. Int. J. Syst. Bact. 1990, 40: 205—208.
- [67] Paster B J, Dewhirst F E. Int J Syst Bact 1988, 38:56—62.
- [68] Tanner A, Paster B J. The Genus Wolinella. In The Prokaryote 2nd ed. 1991, Vol IV: 3512—3523. Springer-Verlag.
- [69] Romaniuk P, Zoltowska B, Trust T J, *et al.* J Bact 1987,169: 2137—2141.
- [70] Schleifer K H, Kilpper-Bälz R. Syst Appl Microb 1987, 10:1—19.
- [71] Ludwig W, Weizenegger M, Kilpper-Balz R. Int J Syst Bact 1988, 38:15—18.
- [72] Schleifer K H, Kilpper-Balz R. Int. J Syst Bact, 1984, 34:31—34.
- [73] Collins M D, Farrow J A E, Jones D. Int J. Syst Bact, 1986, 36:8—12.
- [74] Collins M D, Facklam R R, Farrow J A E, *et al.* FEMS Microb Lett 1989, 57:283—288.
- [75] Farrow J A E, Collins M D. Int. J Syst Bact 1985, 35:73—75.
- [76] Collins M D, Jones D, Farrow J A E, *et al.* Int J Syst Bact 1984, 34:220—223.
- [77] Collins M D, Facklam R R, Farrow J A E, *et al.* FEMS Microb Letters, 1989a 57:283—288.
- [78] Schleifer, K. H, Kraus J, Dvcrak C, *et al.* Syst Appl Microb, 1985, 6:183—195.
- [79] Kaletta C. Entian K D. J Bact, 1989, 171: 1597—1601.
- [80] Kok, J, van Dijn M, van der Vossen B M, *et al.* Appl Environ Microb, 1985, 50:94—101.

(上接第 307 页)

- [81] van Belkum M J, Hayema B J, Geis A, *et al.* Appl Environ Microb. 1989, **55**: 1187—1191.
- [82] Kilpper-Bälz R, Schleifer K H. Zentralbl Bakteriolog Mikrobiol. Hyg. Abt. 1 Orig. 1981, **C2**: 324—331.
- [83] Ludwig W, Schleifer K H, Fox G E, *et al.* J Gen Microb, 1981, **125**: 357—366.
- [84] Cato E P. Int J Syst Bact, 1983, **33**: 82—84.
- [85] Ezaki T, Yabuuchi E. Int J Syst Bact, 1986, **36**: 107—108.
- [86] Huss V A R, Festl H, Schleifer K H. Int J Syst Bact, 1984, **34**: 95—101.
- [87] Collins M D, Farrow J A E, Philips B A, *et al.* Int J Syst Bact 1987, **37**: 310—316.
- [88] Hammes W P, Weiss N, Holzapfel W. The Genra Lactobacillus and Carnobacterium. In The Prokaryotes 2nd ed 1991, Vol II p. 1535—1573.
- [89] Holzapfel W H, Gerber E S. Syst Appl Microb, 1983, **4**: 522—534.
- [90] Hiu S F, Holt R A, Sriranganathan N *et al.* Int J Syst Bact, 1984, **34**: 393—400.
- [91] Franzmann P D, Höpfl P, Weiss N, *et al.* Arch Microb 1991, **156**: 255—262.
- [92] Collins M D, Wailbanks S. FEMS Microb Lett, 1992, **95**: 235—240.
- [93] Int Commit Syst Bact Minutes. Int J Syst Bact 1993, **43**(1): 188—189.
- [94] Ward D M, Bateson M M, Weller R, *et al.* Ribosomal RNA Analysis of Microorganisms as they Occur in Nature. In «Advances in Microbial Ecology» edited by Marshall K C. New York: 1992. Vol. 12. 219—275.
- [95] Murray R G E, Schleifer K H. Int J Syst Bact, 1994, **44**(1): 174—176.