

乳酸菌

——生物学基础及应用

杨洁彬 郭兴华 张 箴
凌代文 颜方贵 李 芳
傅晓丽 编 著



中国轻工业出版社

ISBN 7-5019-1831-7



9 787501 918317 >

ISBN7-5019-1831-7/Q-002

定价: 28.00 元



乳 酸 菌

——生物学基础及应用

杨洁彬 郭兴华 张 麓 傅晓丽 编著
凌代文 颜方贵 李 芳

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

乳酸菌：生物学基础及应用/杨洁彬等编著. —北京：
中国轻工业出版社，1996.4，1999.4（重印）
ISBN 7-5019-1831-7

I 乳… II 杨… III 乳酸细菌：生物学-基本知识
N. Q939.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 17306 号

责任编辑：彭倍勤

策划编辑：张志敏

*

出版发行：中国轻工业出版社（北京东长安街 6 号，邮编：100740）

印刷：北京交通印务实业公司

经销：各地新华书店

版次：1996 年 4 月第 1 版 1999 年 4 月第 2 次印刷

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：17

字数：402 千字 印数：3 001—6 000

书号：ISBN 7-5019-1831-7/Q·002 定价：28.00 元

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 ·

前 言

乳酸菌在自然界广泛存在,从人、畜、禽肠道到许多食品、物品及少数临床样品中都可分离到乳酸菌。由于绝大多数乳酸菌对人、畜健康的有益特性及其在国民经济中的重要作用;因而受到了国内外微生物学工作者的重视。近年来,乳酸菌的应用发展很快,如乳酸发酵食品、药品、饲料等层出不穷。其生物学的研究也逐步深入,乳酸菌的形态、分类、生理、生态、遗传等方面的论文与日俱增。而且,随着微生物学的发展、乳酸菌的应用将更加广泛;对人、畜健康有益作用的机理将日益清楚,乳酸菌将成为人类生活和国民经济中的重要微生物类群,从事乳酸菌工作的队伍也会日益扩大。虽然当前我国已出版一些有关乳酸菌的书籍和文章,但缺乏较系统、全面介绍乳酸菌的专著。为此,我们几个从事乳酸菌工作的同志共同编著了这本参考书。

乳酸菌是一类利用可发酵性糖并产生大量乳酸的微生物的通称,包括的种类较多。虽然有的霉菌也能产生大量乳酸,但以乳酸细菌为主要类群,通常即称之为乳酸菌。本书是有关乳酸细菌的专著。

全书共分10章,分别由中国科学院微生物研究所凌代文(第1、2章)、郭兴华(第10章)、中国预防医学科学院流行病学和微生物学研究所李芳(第5章)、傅晓丽(第7章)、中国农业大学张箴(第3、4章)、颜方贵(第9章)、杨洁彬(第6、8章)编写。杨洁彬任主编。

由于乳酸菌的生物学研究 and 实践应用的发展迅速,日新月异,尽管我们力求在这本书中既反映当前乳酸菌的全貌,又根据研究工作预测今后的发展前景,但限于水平,难免有遗漏和错误,衷心希望读者给予批评,指正。

编 者

中国轻工业出版社部分食品工业图书目录

- | | |
|---------------|---------|
| 1. 工艺与配方 | |
| 冷饮工艺与配方 | 24.00 元 |
| 调味品生产工艺与配方 | 25.00 元 |
| 植物蛋白生产工艺与配方 | 21.00 元 |
| 新编肉制品生产与配方 | 46.00 元 |
| 挤压食品生产工艺与配方 | 16.50 元 |
| 泡菜·腌菜·酱菜配方与制法 | 18.00 元 |
| 2. 小食品 | |
| 花色小食品加工法 | 8.90 元 |
| 花色小食品加工法 (续集) | 12.00 元 |
| 新型乳制品加工 | 9.80 元 |
| 实用食品加工新技术精选① | 26.00 元 |
| 3. 发酵类 | |
| 新编食品微生物学 | 38.00 元 |
| 食品微生物检验手册 | 52.00 元 |
| 乳酸细菌分类鉴定及实验方法 | 26.00 元 |
| 酱类制品生产技术 | 18.00 元 |

邮 购 办 法

需要上述图书的单位和个人可办理邮购。汇款时请注明书名、册数、详细地址、邮政编码及收书人姓名，并加汇书款的 20% 作为包装邮费。

本社名称：中国轻工业出版社发行部邮购部

详细地址：北京东长安街 6 号

电 话：010—65121122—461 010—65241695

联 系 人：李 玲 张亦萍

邮政编码：100740

目 录

第一章 乳酸菌的分类鉴定

第一节 乳酸菌及其有关科属	(1)
第二节 革兰氏阳性无芽孢杆菌	(3)
一、乳杆菌属(<i>Lactobacillus</i>)	(3)
二、肉食杆菌属(<i>Carnobacterium</i>)	(9)
三、利斯特氏菌属(<i>Listeria</i>)	(11)
四、环丝菌属(<i>Brochothrix</i>)	(15)
五、丹毒丝菌属(<i>Erysipelothrix</i>)	(16)
第三节 形成内生芽孢的杆菌	(17)
一、芽孢乳杆菌属(<i>Sporolactobacillus</i>)	(17)
二、芽孢杆菌属(<i>Bacillus</i>)	(18)
第四节 革兰氏阳性兼性厌氧球菌	(19)

目 录

一、链球菌属(<i>Streptococcus</i>)	(19)
二、肠球菌属(<i>Enterococcus</i>)	(20)
三、乳球菌属(<i>Lactococcus</i>)	(25)
四、漫游球菌属(<i>Vagococcus</i>)	(27)
五、明串珠菌属(<i>Leuconostoc</i>)	(28)
六、片球菌属(<i>Pediococcus</i>)	(31)
七、气球菌属(<i>Aerococcus</i>)	(32)
八、李生球菌属(<i>Gemella</i>)	(32)
九、糖球菌属(<i>Saccharococcus</i>)	(33)
第五节 不规则形的专性厌氧菌	(33)
一、双歧杆菌属(<i>Bifidobacterium</i>)	(33)
二、奇异菌属(<i>Atopobium</i>)	(38)
第六节 用于乳酸菌分类鉴定的特有方法和新技术	(40)
一、乳酸旋光性的测定	(41)
二、乳酸菌含有的醌分析法	(45)
三、细菌细胞壁的组成及分析方法	(47)
四、DNA的G+C含量的测定	(51)
五、DNA-DNA核酸分子杂交技术	(53)
六、DNA-RNA杂交和16SrRNA寡核苷酸序列分析	(57)
七、PCR技术和基因探针在乳酸菌分类鉴定中的初步应用	(64)
参考文献	(66)
第二章 乳酸菌的分离、培养和保藏	
第一节 乳酸菌的分离和培养	(69)
一、概述	(69)
二、乳杆菌的分离和培养	(69)
三、双歧杆菌的分离和培养	(71)
四、肠球菌的分离和培养	(73)
五、乳球菌的分离和富集	(74)
六、明串珠菌的分离和培养	(74)
第二节 乳酸菌的保存	(75)
一、概述	(75)
二、定期移植保藏法	(76)
三、冷冻干燥法	(77)
四、液氮超低温保藏法	(77)
附录	(78)
参考文献	(83)

第三章 乳酸菌在自然界中的分布

第一节 乳酸菌在土壤、水和肥料中的分布	(85)
一、土壤中的乳酸菌	(85)
二、水中的乳酸菌	(85)
三、肥料中的乳酸菌	(86)
第二节 植物和植物材料中的乳酸菌	(86)
一、植物中的乳酸菌	(86)
二、植物材料在加工过程中的乳酸菌	(87)
三、谷物制品中的乳酸菌	(88)
第三节 动物和动物产品中的乳酸菌	(89)
一、动物体中存在的乳酸菌	(89)
二、动物产品中的乳酸菌	(90)
第四节 人体中的乳酸菌	(92)
一、消化道的乳酸菌	(92)
二、女性生殖道中的乳酸菌	(96)
参考文献	(96)

第四章 乳酸菌的代谢

第一节 乳酸菌的营养	(98)
一、乳酸菌细胞的化学元素组成	(98)
二、乳酸菌对各种营养元素要求	(98)
第二节 乳酸菌碳源的分解代谢	(100)
一、乳酸菌的葡萄糖分解代谢	(100)
二、乳酸菌的乳糖发酵	(104)
三、其他糖苷的发酵	(105)
四、乳酸脱氢酶的立体专一性	(106)
五、有机酸的代谢	(106)
第三节 蛋白质的代谢	(107)
一、蛋白酶活性	(107)
二、肽酶活性	(108)
三、肽和氨基酸的转运	(108)
第四节 乳酸菌的代谢产物	(109)
一、酸性末端产物	(109)
二、双乙酰(丁二酮)	(109)
三、酸乳中乙醛的形成和菌株的生长	(109)
四、乳酸菌产生的细菌素	(110)
参考文献	(112)

第五章 乳酸菌的分子遗传和基因工程

第一节 基因的转移系统和转座	(113)
一、接合(Conjugation)	(113)
二、转导(Transduction)	(114)
三、转化(Transformation)	(115)
四、转染(Transfection)	(116)
五、原生质体融合(Protoplast fusion)	(116)
六、转座	(117)
七、普遍性重组(Generalized recombination)	(118)
第二节 乳球菌基因克隆和表达系统	(118)
一、复制型基因的克隆	(118)
二、整合型基因的克隆	(122)
三、基因表达信号	(123)
四、基因表达的调控	(126)
五、蛋白质分泌	(127)
六、表达和分泌系统	(128)
七、食品级系统	(129)
第三节 乳杆菌质粒和基因表达	(130)
一、质粒	(130)
二、质粒载体	(132)
三、质粒的遗传转移	(134)
四、染色体整合	(135)
五、基因表达	(135)
参考文献	(137)

第六章 乳酸菌在食品中的应用

第一节 概述	(139)
一、乳酸发酵食品的特点	(139)
二、发酵剂的制备	(140)
三、乳酸发酵食品的前景	(141)
第二节 乳酸菌在乳制品中的应用	(142)
一、酸乳	(142)
二、干酪	(145)
三、其他乳酸发酵乳制品	(149)
第三节 乳酸菌在肉制品中的应用	(150)
一、乳酸菌在肉制品加工中的应用	(150)
二、乳酸发酵香肠	(151)

三、发酵肠中亚硝代替物的研究	(154)
第四节 乳酸菌在果蔬制品中的应用	(155)
一、乳酸发酵蔬菜	(155)
二、乳酸发酵蔬菜汁	(160)
三、乳酸发酵油橄榄	(163)
第五节 乳酸菌在豆制品中的应用	(164)
一、大豆乳酸发酵饮料	(164)
二、绿豆乳酸发酵饮料	(167)
第六节 乳酸菌在谷物和薯类制品中的应用	(170)
一、酸面包	(171)
二、谷物乳酸发酵饮料	(172)
三、其他乳酸发酵谷物制品	(174)
四、乳酸发酵薯类制品	(174)
参考文献	(175)

第七章 乳酸菌在医药中的应用

第一节 概述	(177)
第二节 药用乳酸菌种类	(178)
第三节 临床应用及机制	(178)
一、治疗肠道功能紊乱,维持肠道菌群平衡	(178)
二、抗肿瘤作用	(179)
三、免疫赋活作用	(180)
四、营养作用	(180)
五、降低胆固醇	(181)
六、控制内毒素	(181)
七、延缓机体衰老	(181)
八、抗辐射作用	(181)
九、对泌尿生殖系统的作用	(182)
十、其他方面的应用	(182)
第四节 双歧因子	(182)
第五节 存在的问题及展望	(183)
参考文献	(184)

第八章 乳酸菌在饲料中的应用

第一节 青贮饲料	(187)
一、青贮饲料的优点	(187)
二、青贮饲料的制作方法	(188)
三、青贮饲料发酵和微生物学过程	(189)

四、青贮饲料的品质评定	(190)
五、青贮饲料的开窖与使用	(191)
六、氨化青贮饲料	(191)
第二节 微生物发酵饲料	(192)
一、微生物发酵粗饲料	(193)
二、微生物发酵精饲料	(194)
三、菜籽饼乳酸发酵饲料	(197)
第三节 微生物饲料添加剂	(197)
一、发展概况	(198)
二、乳酸菌类益生菌	(198)
三、微生物饲料添加剂中的问题和措施	(200)
参考文献	(201)

第九章 乳酸菌在工业乳酸生产中的应用

第一节 工业乳酸生产菌种	(203)
第二节 乳酸发酵原料和原料处理	(206)
一、糖蜜	(206)
二、亚硫酸盐纸浆废液	(207)
三、淀粉质原料	(207)
四、菊粉	(208)
五、麦根	(208)
第三节 乳酸常规发酵工艺	(208)
一、分批发酵法	(208)
二、糖化发酵并行式(Simultaneous Saccharification Fermentation,简称SSF)	(211)
三、半连续发酵	(212)
四、连续发酵	(212)
第四节 固定化细胞生产乳酸	(213)
一、海藻酸钙包埋法	(213)
二、卡拉胶(K-角叉胶)固定法	(215)
三、聚乙烯醇法	(215)
四、生物膜法	(215)
五、中空纤维固定法	(216)
六、二乙氨基(DEAE)纤维素法	(217)
第五节 细胞再循环发酵	(218)
第六节 提取发酵法生产乳酸	(219)
一、电渗析法的提取发酵	(219)
二、有机溶剂萃取的提取发酵法	(220)

三、双水相(Aqueous two-phase)萃取	(222)
第七节 乳酸的提取与精制	(223)
一、发酵液的预处理	(223)
二、提取法	(223)
参考文献	(227)

第十章 乳酸菌的未来

第一节 加强基础研究和大力开发应用	(229)
一、乳酸菌的生理功能与机体的生命活动息息相关	(229)
二、乳酸菌种类繁多、资源丰富	(229)
三、乳酸菌研究的新进展	(230)
第二节 乳酸菌优良菌种的筛选和分子育种	(232)
一、筛选和组建特殊风味的菌种	(233)
二、筛选和组建重要蛋白酶的菌种	(233)
三、分离能在体内定植的菌种	(234)
四、耐氧菌的分子育种	(235)
五、谨防生态制剂携带抗药性因子	(236)
第三节 乳酸菌噬菌体及其防治	(238)
一、噬菌体的类型	(238)
二、噬菌体感染的防治	(239)
三、质粒防治噬菌体的实例	(241)
第四节 乳酸菌的细菌素(Bacteriocins)	(241)
一、热稳定的小分子细菌素	(244)
二、热敏感的大分子细菌素	(244)
三、羊毛硫抗生素	(245)
四、大力开发乳酸菌素,拓宽应用范围	(246)
第五节 乳酸菌的寡糖、多糖和复合糖	(246)
一、寡糖、多糖和复合糖在生命活动中的重要性	(246)
二、糖和蛋白与菌在体内定植有关	(247)
三、多糖与抗肿瘤、免疫调节有关	(249)
四、明串珠菌是多种糖的重要来源	(250)
第六节 乳酸菌产生的特殊酶系	(251)
一、产生有机酸的有关酶系	(251)
二、合成多糖的有关酶系	(251)
三、分解乳酸菌生长因子的酶系	(251)
四、具有其他生理功能的酶系	(252)
五、乳酸菌中 α -乙酰乳酸脱羧酶	(252)
第七节 体内乳酸菌分子克隆体系的建立	(253)

目 录

参考文献.....	(254)
-----------	-------

第一章 乳酸菌的分类鉴定

第一节 乳酸菌及其有关科属

乳酸菌是一类群能从可发酵碳水化合物(主要指葡萄糖)产大量乳酸的细菌通称。这个名称从分类学而言可谓不合乎规范。由于这类细菌在自然界分布广泛,在工业、农业和医学等与人类生活密切相关的重要领域应用价值高,且有的属种细菌对人畜致病,受到人们的极大重视,而乳酸菌名称可能易于为人们所理解和接受,所以通常被人们所引用。

乳酸菌按传统的观念理解,其范围较狭窄。如按上定义和目前研究的进展其涉及的科属种则相当多。在全面认识这类群细菌的种类及其特征之前,需要对其分类上涉及的科属及目前的概况有所了解。以国际上普遍采用的Bergey氏细菌鉴定手册(以下简称手册)而论,自1923年问世以来至近年的新版已出版有9版,就以手册7~8版及Bergey氏系统细菌学手册新版为例(见表1-1),在手册7版中产乳酸的细菌列入真细菌目(*Eubacteriales*)下的乳杆菌科(*Lactobacillaceae*)、棒杆菌科(*Corynebacteriaceae*)和芽孢杆菌科(*Bacillaceae*)的有关属内;在手册8版列入不同部分的链球菌科(*Streptococcaceae*)、芽孢杆菌科、乳杆菌科和放线菌目(*Actinomycetaceae*)下放线菌科(*Actinomycetales*)的有关属。手册的新版中在不同部分的乳酸菌的有关属与第8版比较增加了环丝菌属(*Brochothrix*),链球菌属(*Streptococcus*)中分别不同的类型菌加以描述,属中的内容也大为丰富,增加了许多新种。

近10年来,从革兰氏阳性球菌建立了4个新属:肠球菌属(*Enterococcus*)、乳球菌属(*Lactococcus*)、漫游球菌属(*Vagococcus*)和糖球菌属(*Saccharococcus*)。在革兰氏阳性无芽孢杆菌中又建立了两个新属:肉食杆菌属(*Carnobacterium*)和奇异菌属(*Atopobium*)见表(1-1)。

从Bergey氏手册第7版的内容编排来看,是试图对细菌在缺乏可利用的化石印记提供证据的情况下,也要像对植物和动物的分类一样趋向于貌似进化系统排列方式,依纲、目、科、属等列入乳酸菌的有关科和属。其实这不尽合理,因其未反映自然的实际。有鉴于此,在手册第8版以后考虑到一些细菌尚无足够的亲缘关系和进化方面证据资料可利用而改变了编排方式。在原核生物界下将细菌,按少数已确定的性状,如革兰氏阳性球菌或杆菌,冠以这样的俗名划分各个部分。乳酸菌的有关属也分别划入各部分。近10年以来,乳酸菌类群中建立了较多的新属、种,不仅表现是量的变化,而且表现为质的飞跃。由于应用了一些新技术和现代分子生物学的研究手段,新属种不限于用表型性状,而且以基因型的特征来说明它们与类似属种在系统发育上的亲缘关系。

第一章 乳酸菌的分类鉴定

表 1-1

乳酸菌类群的分类位置简表

Bergey氏细菌鉴定手册		Bergey氏系统细菌学手册	近年建立的新属
第7版(1957)	第8版(1974)	新版(1984~1989)	
裂殖菌纲 真细菌目 科 X 乳杆菌科 I. 链球菌族 1. 双球菌属 2. 链球菌属 3. 片球菌属 4. 明串珠菌属 II. 乳杆菌族 1. 乳杆菌属 科 XII. 棒杆菌科 2. 利斯特氏菌属 3. 丹毒丝菌属 4. 微杆菌属 科 XIII. 芽孢杆菌科 1. 芽孢杆菌属 少数种	原核生物界 细菌部分 第14部分 革兰氏阳性球菌 a. 好氧和/或兼性厌氧科 II 链球菌科 1. 链球菌属 2. 明串珠菌属 3. 片球菌属 4. 气球菌属 5. 孪生菌属 第15部分 形成内生芽孢杆菌和球菌 科 I 芽孢杆菌科 1. 芽孢杆菌属少数种 2. 芽孢乳杆菌属 第16部分 革兰氏阳性无芽孢杆菌 科 I 乳杆菌科 乳杆菌属 位置未定属 利斯特氏菌属 丹毒丝菌属 第17部分 放线菌和有关菌 位置未定属—微杆菌属 放线菌目 放线菌科 属 III. 双歧杆菌属	第12部分 革兰氏阳性球菌 科 II 异常球菌科 其他属 链球菌属 化脓溶血链球菌 口腔链球菌 乳酸链球菌 肠球菌 厌氧链球菌 其他链球菌 明串珠菌属 片球菌属 气球菌属 孪生菌属 第13部分 形成内生芽孢的杆菌和球菌 芽孢杆菌属 芽孢乳杆菌属 第14部分 规则无芽孢革兰氏阳性杆菌 乳杆菌属 利斯特氏菌属 丹毒丝菌属 环丝菌属 第15部分 不规则无芽孢革兰氏阳性杆菌 微杆菌属 双歧杆菌属	I. 革兰氏阳性球菌 肠球菌属(1984) 乳球菌属(1984) 漫游球菌属(1989) 糖球菌属(1984) II. 革兰氏阳性, 无芽孢杆菌 肉食杆菌属(1987) 奇异菌属(1992)

从目前乳酸菌分类工作来看, 一方面需要依据一些表型特征(必要时结合基因型特征)编制出鉴定它们的图表, 另一方面为明确乳酸菌类群中有关的细菌的种类及其相互间的亲缘关系, 从分类学的要求, 则不限于表型性状, 而必须深入研究其基因型的特征, 以确立它们在生物进化中的地位。

从上述乳酸菌的分类历史来看, 无论目、科、族或属的名称中都未曾以乳酸菌命名的, 不像某些能产其它有机酸的细菌, 如能产丙酸、丁酸或琥珀酸的细菌尚有丙酸杆菌属、丁酸弧菌属和琥珀酸弧菌属等名称。暂且不论这样命名在分类学上的合理性, 但毕竟是分类上的名称。那么如何来划定乳酸菌类群细菌的范围? 按本节一开始提到的定义, 目前在自然界已发现的这类菌在细菌分类学上现在划分至少有18个属, 涉及到的有关属则更多。有的是其中属的少数成员。这些属包括: 乳杆菌属(*Lactobacillus*)、肉食杆菌属(*Carnobacterium*)、双歧杆菌属(*Bifidobacterium*)、链球菌属(*Streptococcus*)、肠球菌属(*Enterococcus*)、乳球菌属(*Lactococcus*)、明串珠菌属(*Leuconostoc*)、片球菌属(*Pediococcus*)、气球菌属(*Aerococcus*)、奇异菌属(*Atopobium*)、漫游球菌属(*Vagococcus*)、

利斯特氏菌属(*Listeria*)芽孢乳杆菌属(*Sporolactobacillus*)、芽孢杆菌属(*Bacillus*)中的少数种、环丝菌属(*Brochothrix*)、丹毒丝菌属(*Erysipelothrix*)、孪生菌属(*Gemella*)和糖球菌属(*Saccharococcus*)等。

按以上各属已报道的性状,择其主要鉴别特征列于表1-2。

表 1-2 乳酸菌的分属检索表

I. 细胞杆状	
A. 细胞不形成内生芽孢	
1. 兼性厌氧	
a. 接触酶阳性	
(1) 运动,在35℃生长	利斯特氏菌属(<i>Listeria</i>)
(2) 不运动,在35℃不生长	环丝菌属(<i>Brochothrix</i>)
b. 接触酶阴性	
(1) 不产生H ₂ S,胞壁肽聚糖主要氨基酸是L-Lys m-DAP或Orn.	
①在pH4.5生长,从葡萄糖产L(+),D(-)及DL-乳酸	乳杆菌属(<i>Lactobacillus</i>)
②在pH4.5不生长,从葡萄糖产L(+)-乳酸,肽聚糖氨基酸是L-Lys型	肉食杆菌属(<i>Carnobacterium</i>)
(2) 产生H ₂ S,胞壁肽聚糖主要氨基酸是L-Lys	丹毒丝菌属(<i>Erysipelothrix</i>)
2. 专性厌氧	
a. 从葡萄糖产乙酸/乳酸,二者摩尔比大于1	双歧杆菌属(<i>Bifidobacterium</i>)
b. 从葡萄糖产物主要是乳酸	乳杆菌属(<i>Lactobacillus</i>)
B. 细胞形成内生芽孢	
1. 接触酶阴性,以典型的同型发酵产D-乳酸	芽孢乳杆菌属(<i>Sporolactobacillus</i>)
2. 接触酶阳性,发酵葡萄糖产L(+),D(-)或DL-乳酸	芽孢杆菌属(<i>Bacillus</i>)
II. 细胞球形	
A. 兼性厌氧菌	
1. 厌氧生长良好,细胞四联、成对或链状	
a. 细胞四联和成对,从葡萄糖产酸不产气	片球菌属(<i>Pediococcus</i>)
b. 细胞四联和成对,从葡萄糖产酸产气	明串珠菌属(<i>Leuconostoc</i>)
c. 细胞成对或链状从葡萄糖产酸不产气	
(1) 不在10或45℃生长;或不在10℃生长,而在45℃生长	链球菌属(<i>Streptococcus</i>)
(2) 在10和45℃都生长,并生长于6.5%NaCl,pH9.6和0.1%甲烯蓝牛奶	肠球菌属(<i>Enterococcus</i>)
(3) 在10℃生长,不在45℃生长,不生长于6.5%NaCl,pH9.6,生长于0.1%甲烯蓝牛奶	
①细胞运动	漫游球菌属(<i>Vagococcus</i>)
②细胞不运动	乳球菌属(<i>Lactococcus</i>)
d. 细胞成簇邻近面扁平或成对细胞大小不均等从葡萄糖产酸不产气	孪生菌属(<i>Gemella</i>)
e. 细胞排列成簇,从葡萄糖产酸不产气,嗜热,最适生长温度68℃	糖球菌属(<i>Saccharococcus</i>)
2. 厌氧生长稀少,细胞四联和成对	气球菌属(<i>Aerococcus</i>)
B. 专性厌氧,细胞除球形外也有成短杆状者	奇异菌属(<i>Atopobium</i>)

第二节 革兰氏阳性无芽孢杆菌

一 乳杆菌属(*Lactobacillus*)

杆菌,细胞形态多样,从长的和细长状到弯曲形及短杆,也常有棒形球杆状,一般