




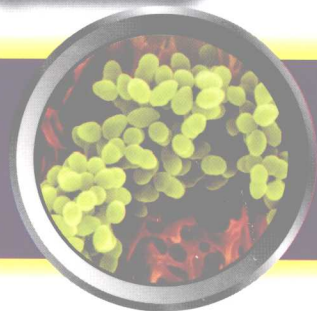
THE SCIENCE

OF MICROBIOLOGICAL EXAMINATION OF FOOD HYGIENE

A background image showing a laboratory setting with a person wearing white gloves. One hand is holding a glass vial, and the other is using a pipette to transfer liquid into it. In the foreground, there are several rows of test tubes in a rack.

食品卫生

微生物检验学



● 李志明 编著



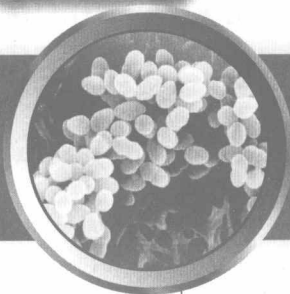
化学工业出版社



THE SCIENCE
OF MICROBIOLOGICAL EXAMINATION OF FOOD HYGIENE

食品卫生

微生物检验学



● 李志明 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

食品卫生微生物检验学/李志明编著. —北京: 化学工业出版社, 2008.12

ISBN 978-7-122-03792-3

I. 食… II. 李… III. 食品检验-微生物检定
IV. R155.5 TS207.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 150973 号

责任编辑: 傅四周 孟 嘉

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 陈 静

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16¼ 字数 416 千字 2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前 言

食品卫生微生物检验学作为监控食品质量的工具，早已用于食品的原料、生产过程、产品等的微生物学检测，其中的许多检验方法已成为食品生产厂家和食品检测机构的常规检验项目。对于微生物检测结果，首先要弄清检测结果所反映的问题，检测才显现其真正意义。例如，菌落总数告诉我们食品被微生物污染的程度；大肠菌群的检出告诉我们该食品在加工过程中未进行过巴氏灭菌或同等程度的热处理；大肠杆菌的检出告诉我们该食品直接或间接地被人或动物粪便污染过；金黄色葡萄球菌的检出表明食品生产器具或食品直接被人体或动物体接触过；罐头食品中还原亚硫酸盐的梭菌的大量检出表明食品经过加热后没有进行适当的冷却；在非乳酸发酵食品中，乳酸菌的大量检出表明食物贮存时间过长等。可见，这项工作的重要性不言而喻。

2004年卫生部通报的381起重大食物中毒事件中，由微生物污染引起的有140起，中毒9251人。2005年由致病菌引起的食物中毒占整个食物中毒的40%。在农村中菌痢也是重要的食物中毒菌。国家每年都花费大量的资金进行食品抽查检验，但我国仍然有食物中毒事件发生，食品安全形势依然严峻。

以上事实说明了本学科的重要性。这是以实验为基础的科学，因此我们需要通过亲手操作和仔细观察来掌握实验技能和理论知识。通过实验熟悉一些常见细菌，掌握一些药品如指示剂、缓冲剂和培养基的特点和用途，学会利用抗生素、染料等抑菌剂抑制杂菌的方法、目的菌的有效增菌方法和筛选方法，学会受伤菌的恢复生长方法。掌握一般的血清学实验方法。达到熟练掌握比较常见的微生物的各种分离方法并掌握有关生理和生物化学性状的测定方法，了解其他的免疫学实验方法和核酸分析方法。认真总结实验，培养独立设计实验的能力。尽量多理解有关理论知识以指导和帮助实验。为了迅速掌握有关技术，可购买相关标准菌株，进行培养和实验；并利用工作中遇到的菌株，按检索表进行试验，进行初步分类鉴定。另外，记住不同食品中常出现的微生物，并且一定要记好目的菌在分类表中的位置。在学习和实践中还要牢固树立无菌概念、纯培养概念和安全意识。

经过医学微生物工作者、食品工作者和其他科学家100多年的辛勤努力，食品微生物的检验研究取得了长足的进步。显色培养基技术、蛋白芯片技术、DNA芯片技术、微量生化测试板技术、免疫金技术、发光技术、阻抗测定技术等新技术不断出现，并逐渐应用到常规检测中来。但也留下了一些不完善的地方，要达到上述学习目标困难较大。原因是常规检验基础理论研究不足，有些检验方法过于复杂、耗时，有时原理不甚明了等。这些都严重阻碍了学习者迅速掌握检验方法。

在日常工作中，初学者做完实验常感觉没有自信，不知道自己的检验结果是否正确；经常从事者对有些问题说不清楚，按步骤去做，但不知其详细原理。大学里虽然设置这门课，但传统检验部分没有理想教材。老师只教方法和过程，却无法系统地教原理。为帮助这些学习者和工作者，笔者查阅了国内外有关书籍和期刊文献，结合自己的工作经验和思考，写成

了此书。

到目前为止，由于对基础理论的忽视，部分传统检验方法还没有形成完整而系统的理论体系。这对于学习和研究都是一个障碍。针对这一情况，本书进行了回答。

本书侧重于理论解释，对国标法和 ISO 法进行了重点分析，便于学习者掌握检验方法。并介绍了显色培养基技术、免疫学技术、DNA 扩增技术、DNA 杂交技术等常规检验中比较常用的新技术。介绍食品中各种主要细菌的同时，给出了食品中常见细菌在细菌分类表中的位置、生理生化特性、抗原性质、流行病学特点、生态特点等。还介绍了受伤菌的恢复、培养基质量的测试方法等。重点讲解了检验中使用的各种药品及培养基的作用原理。

在检验方法研究中除介绍了抗生素、表面活性剂等常用选择剂外，有针对性地介绍了生态筛选理论、高渗选择理论在致病菌检验方法研究中的应用。提出了汗液是除粪便以外人体第二个重要的致病菌传播媒介物的观点。

本书适合食品微生物检验人员和有关大学和高职专业学习人员以及卫生学检验、饲料检验人员阅读，也适合化妆品检验、药品微生物检验、临床检验和兽医检验的同志们参考。对培养基研究人员也会有一定帮助。

由于本人才疏学浅，疏漏之处在所难免，希望各位学者和检验第一线的同志们提出宝贵意见，以便今后不断改进和完善。如有疑问，欢迎与作者取得联系，作者电子邮件地址：lizhiming1965@sina.com。

在写作过程中得到张静同志和作者单位——国家副食品质量监督检验中心的许志强、谢宏等同志的帮助和支持，在此一并表示感谢。

目 录

第一章 食品中的主要细菌及其性状测定	1
第一节 细菌分类及与食品有关的主要细菌	1
一、按《伯杰氏鉴定细菌学手册》分类	1
二、食品中常见细菌	2
第二节 食品中的腐败细菌和致病菌的生态	8
一、食品腐败与微生物生态	8
二、食品中各种主要致病菌的来源及需要注意的食品	9
三、致病菌的生态	10
四、VBNC 现象	11
五、食物中毒致病菌的潜伏期及发症菌量	14
第三节 细菌生长及生化试验	15
一、培养及生理特征试验	15
二、生化试验	16
第二章 基本技术与技能	23
第一节 一般技术	23
一、显微镜	23
二、培养基的制作	24
三、微生物的接种、分离和培养	25
四、纯培养	27
五、厌氧培养法	27
六、灭菌与消毒	29
第二节 细菌菌种保藏技术	29
第三节 抗原-抗体反应	31
一、非特异性免疫和特异性免疫	31
二、抗原-抗体反应	33
三、直接和间接凝集试验	34
四、有关名词解释	35
第三章 目的细菌的分离方法	36
第一节 食品中的常见细菌及其归类	36
一、检验方法研究中需要考虑的食品中的主要细菌	36

二、食品中常见细菌归类	37
第二节 食品卫生微生物检验中常用的抑菌物质	38
一、无机盐类	38
二、氨基酸类	39
三、甘油和苯乙醇	40
四、有机酸及其盐类和衍生物	40
五、表面活性剂类	41
六、染料类	42
七、抗生素类	42
八、气体类	45
第三节 细菌对刺激的应答和耐高渗机制	45
一、细菌对刺激的应答	45
二、细菌对渗透压的适应	46
第四节 受伤菌的恢复生长	49
一、受伤菌的概念	49
二、受伤菌的表现及受伤部位	49
三、受伤菌的特点	50
四、受伤菌的恢复生长	50
第五节 致病菌的分离	52
一、分离原则	52
二、分离步骤	53
三、确认原则	53
第六节 培养基性能的测试方法	54
一、固体培养基的评估方法	55
二、液体培养基的测试方法	56
第七节 食品中常见细菌的初步鉴定(按有氧培养处理)	57
第四章 常规检验	59
第一节 食品中菌落总数的测定	59
第二节 食品中大肠菌群、大肠杆菌、肠杆菌科细菌的检验	61
一、大肠菌群	61
二、大肠菌群的检验程序	62
三、大肠菌群的检验过程及原理	62
四、大肠菌群检验注意点	63
五、MPN法结果表示	64
六、大肠菌群的其他方法	64
七、大肠菌群的快速检测方法(国标法)	65
八、肠道杆菌的检验方法	65
九、大肠杆菌的检验方法	66
第三节 食品中肠球菌的检验	66
一、肠球菌	66

二、食品中肠球菌计数	68
第五章 食品中革兰氏阴性致病菌的检验	69
第一节 食品中沙门氏菌的检验	69
一、分类	69
二、流行病学及食物中毒	69
三、生物学性状	70
四、沙门氏菌的抗原	71
五、沙门氏菌的检验程序	73
六、检验过程及原理	74
七、ISO: 6579—2002 法	77
第二节 食品中志贺氏菌的检验	79
一、分类	79
二、流行病学及食物中毒	80
三、生物学性状	80
四、志贺氏菌的抗原	81
五、志贺氏菌的检验程序	82
六、检验过程及原理	82
七、ISO: 21567—2004 法	84
第三节 食品中致泻大肠杆菌的检验	86
一、分类	86
二、流行病学及食物中毒	88
三、大肠杆菌及致泻性大肠杆菌的生物学性状	89
四、大肠杆菌的抗原	90
五、致泻性大肠杆菌的检验程序	90
六、检验过程及原理	90
第四节 大肠杆菌 O157: H7 的检验	92
一、流行病学及食物中毒	93
二、生物学性状	93
三、进出口肉及肉制品中 EHEC O157: H7 检验程序 (SN/T0973—2000)	95
四、检验过程及原理	95
五、ISO: 16654—2001 法	96
第五节 食品中小肠结肠炎耶尔森氏菌的检验	96
一、分类	96
二、流行病学及食物中毒	98
三、生物学性状	98
四、小肠结肠炎耶尔森氏菌的抗原	99
五、检验程序	99
六、检验过程及原理	99
七、出口食品小肠结肠炎耶尔森氏菌检验方法	101
第六节 婴儿奶粉中阪崎肠杆菌的检验	103

一、分类	103
二、流行病学及食物中毒	103
三、生物学性状	103
四、检验	104
第七节 肠杆菌科总结	104
一、常见肠杆菌科细菌生物化学特征	105
二、肠道微生态与肠道致病菌	105
第八节 食品中副溶血性弧菌的检验	108
一、分类	108
二、流行病学及食物中毒	109
三、生物学性状	110
四、副溶血性弧菌的抗原	111
五、副溶血性弧菌的检验程序(国标法)	111
六、检验过程及原理	111
七、ISO: 8914—1990 法	113
第九节 食品中空肠弯曲菌的检验	114
一、分类	114
二、流行病学及食物中毒	115
三、生物学性状	116
四、空肠弯曲菌的检验程序	116
五、检验过程及原理	116
六、ISO(10272—1: 2006) 法	117
第六章 食品中革兰氏阳性致病菌的检验	119
第一节 食品中金黄色葡萄球菌的检验	119
一、分类	119
二、流行病学及食物中毒	120
三、生物学性状	121
四、金黄色葡萄球菌的检验程序	122
五、检验过程及原理	122
第二节 食品中溶血性链球菌的检验	124
一、分类	124
二、流行病学及食物中毒	124
三、生物学性状	125
四、链球菌的抗原	125
五、溶血性链球菌的检验程序	125
六、检验过程及原理	125
第三节 猪肉及猪肉食品中 2 型猪链球菌的检验	126
一、分类	126
二、流行病学及食物中毒	127
三、生物学性状	128

四、猪链球菌的抗原	128
五、2型猪链球菌的检验程序	129
六、检验过程	129
第四节 食品中单核细胞增生李斯特菌的检验	131
一、分类	131
二、流行病学及食物中毒	132
三、单核细胞增生李斯特菌的生物学性状	132
四、单核细胞增生李斯特菌的抗原	133
五、单核细胞增生李斯特菌的检验程序	133
六、检验过程及原理	133
七、ISO[11290—1:1996/And.1:2004(E)]的方法	136
第五节 食品中芽孢杆菌的检验	137
一、芽孢杆菌属	137
二、蜡样芽孢杆菌的检验	140
三、嗜温需氧芽孢总数和嗜热需氧芽孢的测定	142
第六节 食品中梭菌的检验	142
一、梭状芽孢杆菌属	142
二、还原亚硫酸盐的梭菌计数	144
三、产气荚膜梭菌的检验	144
四、食品中肉毒梭菌的检验	147
第七章 饮用水的微生物学检验	151
第一节 菌落总数和大肠菌群检验	152
第二节 饮用水中肠道肠球菌的检验	152
第三节 瓶装水中绿脓杆菌的检验	153
一、分类	153
二、生物学性状	154
三、瓶装水中绿脓杆菌检验的滤膜法(欧洲标准)	154
第八章 罐头食品商业无菌的检验	157
第一节 罐头食品分类及检验过程	157
一、罐头商业无菌	157
二、罐头商业无菌的检验原理	157
第二节 罐头食品检验中常见的有关微生物	158
第三节 常见罐头食品微生物的检验	161
第九章 快速检验	163
第一节 酶法	163
一、肠球菌的检验	164
二、溶血性链球菌的检验	165
三、大肠菌群和大肠杆菌的检验	166

四、沙门氏菌的检验	167
五、志贺氏菌的检验	167
六、李斯特菌的检验	168
七、产气荚膜梭菌的检验	169
八、副溶血性弧菌的检验	169
第二节 免疫法	169
一、荧光抗体法	169
二、免疫磁珠技术	169
三、免疫酶技术	170
四、免疫层析技术	171
第三节 核酸杂交法	172
一、杂交法 1: 黏棒式杂交法 (测杆技术)	173
二、滤纸或滤膜杂交法 (一种固相杂交法)	173
第四节 PCR 法	174
一、引物	175
二、模板的制备	176
三、dNTP、Taq 酶、缓冲液、Mg ²⁺ 浓度及其他	178
四、聚合酶链反应过程和条件	179
五、检验过程与检验实例	180
六、结果判断	181
七、假阳性和假阴性的问题	181
八、其他 PCR 技术	182
第五节 实时荧光定量 PCR	182
一、实时荧光定量 PCR 原理	183
二、起始模板量的确定	184
三、实时荧光 PCR 的定量方法	187
第六节 rRNA 及 rRNA 区间序列用于快速检验	189
一、16S rRNA	189
二、23S rRNA	190
三、16~23S rRNA	191
第十章 细菌毒素及其检测	192
第一节 细菌毒素	192
一、内毒素	192
二、外毒素	192
第二节 产毒菌毒素介绍	193
一、大肠杆菌	193
二、沙门氏菌	193
三、志贺氏菌	194
四、小肠结肠炎耶尔森氏菌	194
五、副溶血性弧菌	194

六、空肠弯曲菌	194
七、绿脓杆菌	194
八、金黄色葡萄球菌	194
九、链球菌	194
十、李斯特菌	194
十一、蜡样芽孢杆菌	195
十二、产气荚膜梭菌	195
十三、肉毒梭菌	195
第三节 外毒素的检测	195
一、动物试验法	195
二、免疫法	196
第十一章 霉菌和酵母计数	201
第一节 食品中的霉菌和酵母	201
第二节 食品中霉菌和酵母的计数	202
第三节 食品中的耐热霉菌分离	203
一、食品中主要耐热霉菌介绍	203
二、耐热霉菌的分离方法	203
附录 1 食品卫生微生物学检验用染色法、培养基和试剂	205
一、染色液配制及染色法、麦氏比浊管的配制	205
1. 革兰氏染色法	205
2. 芽孢染色法	205
3. 鞭毛染色法	205
4. 碱性复红染色法	206
5. 利用麦氏硫酸钡浊度标准管制备一定浓度的菌悬液	206
二、生化试验培养基和试剂	207
1. Hugh-Leifson 培养基 (O/F 试验用)	207
2. 糖发酵管	207
3. ONPG 培养基	207
4. 缓冲葡萄糖蛋白胨水 (MR 和 VP 试验用)	208
5. 西蒙氏柠檬酸盐培养基	208
6. 克氏柠檬酸盐培养基	208
7. 丙二酸钠培养基	208
8. 葡萄糖铵培养基	209
9. 马尿酸钠培养基	209
10. 营养明胶	209
11. 苯丙氨酸培养基	209
12. 氨基酸脱羧酶试验培养基	210
13. 蛋白胨水 (靛基质试验用)	210
14. 吡啶氧基乙酸试验	210

15. 硫酸亚铁琼脂（硫化氢试验用）	210
16. 尿素琼脂	211
17. 氰化钾（KCN）培养基	211
18. 硝酸盐培养基	211
19. 氧化酶试验	212
20. 过氧化氢酶试验（触酶试验）	212
21. 三糖铁琼脂（TSI）	212
22. 半固体琼脂	212
23. 葡萄糖半固体发酵管	212
24. 5%乳糖发酵管	213
25. 克氏双铁琼脂（KI）	213
26. 硝酸盐动力培养基（ISO法）	213
27. 乳糖-明胶培养基	213
三、一般培养基和专用培养基	213
1. 菌落总数测定和大肠菌群检验用培养基	213
2. 肠球菌检验用培养基	215
3. 蛋品沙门氏菌检验用培养基	215
4. 沙门氏菌、志贺氏菌、大肠杆菌检验用培养基	216
5. 小肠结肠炎耶尔森氏菌检验用培养基	220
6. 副溶血性弧菌检验用培养基	222
7. 空肠弯曲菌检验用培养基	224
8. 金黄色葡萄球菌和链球菌检验用培养基	226
9. 李斯特菌和热杀索氏菌检验用培养基	227
10. 产芽孢菌检验用培养基（蜡样芽孢、肉毒、产气荚膜梭菌）	229
11. 绿脓杆菌检验用培养基	231
12. 罐头检验用培养基	232
13. 葡萄球菌和致泻型大肠杆菌产毒素培养基	232
14. 霉菌和酵母计数用培养基	233
附录 2 实验室质量控制与检验注意事项	234
一、实验室质量控制	234
二、检验注意事项	235
附录 3 HACCP 中规定的检验结果的判断标准	237
附录 4 ISO 标准号	238
参考文献	242

食品中的主要细菌及其性状测定

第一节 细菌分类及与食品有关的主要细菌

一、按《伯杰氏鉴定细菌学手册》分类

《伯杰氏鉴定细菌学手册》自1923年出版以来已出至第九版（1994），是目前进行细菌分类、鉴定的最重要参考书，其特点是描述非常详细，包括对细菌各个属种的特征及进行鉴定所需做的实验的具体方法。第九版《伯杰氏细菌鉴定手册》设立35个群，将古细菌部改编为5个群，全书描写了约500个属。第九版是根据《伯杰氏系统细菌学手册》（1984～1989年第一版）第一版1～4卷中有关属以上分类系统鉴定资料进行少量修改补充后汇集而成。

按《伯杰氏鉴定细菌学手册》第九版，食品有关主要常见细菌各属分类如下。这种分法适合培养与鉴定。

1. 需氧、微需氧、有动力、螺旋状或弯曲的革兰氏阴性菌弯曲菌属。
2. 需氧、微需氧的革兰氏阴性杆菌和球菌
醋杆菌属、葡萄糖杆菌属、产碱菌属、黄单胞菌、假单胞菌属、莫拉氏菌属、不动杆菌属、黄杆菌属。
3. 兼性厌氧的革兰氏阴性杆菌
 - (1) 亚群1 肠杆菌科：略。
 - (2) 亚群2 弧菌科：弧菌属、气单胞菌属、邻单胞菌属、发光杆菌属。
 - (3) 亚群4 色杆菌属。
4. 厌氧的直，或弯曲，或螺旋状的革兰氏阴性杆菌拟杆菌属。
5. 降解硫酸盐或硫还原细菌

亚群 1: 脱硫肠状菌属。

6. 革兰氏阳性球菌

微球菌属、葡萄球菌属、明串珠菌属、片球菌属、链球菌属、肠球菌属、乳球菌属、八叠球菌属。

7. 产芽孢的革兰氏阳性杆菌、球菌

双杆菌属、芽孢杆菌属、梭菌属、脱硫肠状菌属、芽孢乳杆菌属、芽孢八叠球菌属。

8. 规则的不产芽孢的革兰氏阳性杆菌

李斯特菌属、索丝菌属、肉杆菌属、乳杆菌属、库特氏菌属。

9. 形态不规则的不产芽孢的革兰氏阳性杆菌

短杆菌属、金杆菌属、微杆菌属、棒状杆菌属、节杆菌属、丙酸杆菌属、双歧杆菌属、真杆菌属。

10. 单细胞杆状屈挠菌

噬纤维菌属。

二、食品中常见细菌

1. 革兰氏阴性菌（部分菌属见肠杆菌科总结等其他章节）

盐杆菌属和盐球菌属为革兰氏阴性专性需氧菌。生长需要浓度为 12% 以上的氯化钠，在 20% 氯化钠中能生长。盐杆菌属为杆菌、有或无动力。盐球菌属为球菌、无动力。低盐可使细菌由杆状变为球状。可在咸肉和盐渍食品上生长，引起食物变质。

莫拉氏菌属呈杆或球杆状，成对或成链。除个别种，莫拉氏菌属在氯化钠浓度大于 6% 时不生长。个别种胆盐促进其生长。最适生长温度为 33~35℃。触酶阳性。利用糖不产酸。大多数需复杂营养。寄生于人和其他温血动物的黏膜中。 $(1.0\sim 1.5)\mu\text{m}\times(1.5\sim 2.5)\mu\text{m}$ 。

不动杆菌属在静止期呈球形，且常成对，在检验大肠菌群的 EMB 平板上经常遇到。广泛存在于土壤、水、污物、食物中。 $(0.7\sim 1.6)\mu\text{m}\times(1.5\sim 2.5)\mu\text{m}$ 。大多数最适生长温度为 33~45℃。20~30℃ 下能生长。不能还原硝酸盐。利用葡萄糖有不产酸的和产酸的。

不动杆菌和莫拉氏菌的一些菌株具有颤动特征，表现为短促的位移或 1~5μm 的跳动。现在不动杆菌属和莫拉氏菌属被列为莫拉氏菌科。不动杆菌属和莫拉氏菌属的区别为：不动杆菌属为氧化酶阴性，对青霉素有抗性，年轻细胞为杆菌，老细胞为球菌；莫拉氏菌属为氧化酶阳性，对青霉素敏感。

假单胞菌属为革兰氏阴性，直或微弯的杆菌 $(0.5\sim 1.0)\mu\text{m}\times(1.5\sim 5.0)\mu\text{m}$ 。通常运动，鞭毛极生。葡萄糖利用氧化型。氧化酶一般为阳性。触酶阳性。有时可用硝酸盐代替氧作为电子受体。许多种产生水溶性色素，扩散至周围环境。吲哚、甲基红、VP 反应皆阴性。除腐败假单胞菌（现称作腐败希瓦氏菌）外都不产生硫化氢。不能在酸性条件下生长。专性需氧菌。具有很强的利用各种碳源的能力，是大多数食品的主要腐败菌。最适生长温度为 28℃ 或 37℃。大多数在 4℃ 生长。肉制品检验中有时遇到假单胞菌的计数，选用头孢噻啶、褐霉酸、Cetrimide 作为选择剂。也有用萘啶酮酸、TTC（抑制需氧革兰氏阳性菌）、品红、放线菌酮、呋喃妥因作为选择剂的。个别（腐败希瓦氏菌）产硫化氢外，在三糖铁上底层和斜面均产碱（即红色）。

假单胞菌属按新的分类归入新的假单胞菌属、食酸菌属、氨基杆菌属、伯克霍尔德氏菌属、丛毛单胞菌属、德莱氏菌属、氢噬胞菌属、甲基杆菌属、希瓦氏菌属、短波单胞菌属、寡养单胞菌属等。

葡萄糖杆菌属，细胞呈椭圆至杆状 $(0.5\sim 1.0)\mu\text{m}\times(2.6\sim 4.2)\mu\text{m}$ 。革兰阴性，老龄

菌常由革兰氏阴性变为阳性。运动或不运动。氧作为最中电子受体，严格好氧。氧化酶阴性。触酶阳性。不还原硝酸盐。吲哚阴性。氧化乙醇到乙酸。大多数在 pH3.6 生长，最适 pH 为 5.5~6.0。最适生长温度为 25~30℃。37℃ 下不生长。出现于富糖环境，广泛分布于花、果实、蜂蜜、苹果汁、葡萄酒、醋和软饮料等环境中，可导致含酒精饮料变酸。菌落苍白色。

醋杆菌属，多出现于富醇的环境。细胞呈椭圆至杆状或稍弯曲 (0.6~0.8) μm \times (1.0~4.0) μm 。以单个、成对或成链存在。革兰氏阴性，以周生鞭毛或侧生鞭毛运动或不运动。严格好氧。幼龄为革兰氏阴性杆菌，老龄常变为阳性。氧化酶阴性。触酶阳性。吲哚阳性。氧化乙醇到乙酸。最适生长温度为 25~30℃。最适 pH 为 5.4~6.3。乙酸被最终氧化为二氧化碳和水。其生长所需的最好碳源是乙醇、甘油和乳酸。有些菌株能够合成纤维素，当这些菌株生长在静止的液体培养基中时，会在表面形成一层纤维素薄膜。菌落为灰色。大多数菌株不产生色素，少数菌株产生褐色水溶性色素，或由于细胞内含吡啶而使菌落呈粉红色。见于麦芽汁、醋母、啤酒、果酒、酸水果、植物中。在食品工业上可用于食醋酿造。

产碱菌属，(0.5~1.2) μm \times (0.5~2.6) μm ，细胞常单个。杆状、球杆或球形。糖代谢多为产碱型，通常不利用糖类。有些种利用葡萄糖、木糖产酸。利用不同的有机酸和氨基酸为碳源。1~8 根周毛运动。专性好养，氧为最终电子受体。有些菌株能在硝酸盐或亚硝酸盐存在时进行厌氧呼吸。氧化酶阳性。触酶阳性。吲哚阴性。在三糖铁上底层和斜面均产碱（即红色）。在麦康凯和 SS 上形成无色透明菌落。少数在 SS 上不生长。适合温度为 20~37℃。存在于水、土壤、肠道和各种食品中。在牛乳中利用柠檬酸盐变成碳酸盐，显碱性。与高蛋白食品变质有关，但不分解酪蛋白。

交替单胞菌属为直或弯曲杆菌。革兰氏阴性，严格需氧。生长依赖海水。生长于 20℃。分解明胶。

黄杆菌属，0.5 μm \times (1.0~3.0) μm ，产生黄色、橙色、红色、棕色色素，颜色可因培养温度而异，也有不产色素的。37℃ 下可以生长。无动力。严格好氧。氧化酶阳性。触酶阳性。磷酸酶阳性。食品主要腐败菌。在只含葡萄糖胺的培养基上不生长。以发酵方式利用葡萄糖。利用糖产酸不产气。大多数利用七叶苷。液化明胶。广泛分布于土壤、水中，生肉、乳类、鱼等食物中常见。

色杆菌属，(0.6~0.9) μm \times (1.5~3.5) μm ，产生奶酪状紫色菌落。在肉汤试管表面形成紫色环。氯化钠浓度大于 6% 时不生长。菌体两端钝圆，有时细长弯曲。兼性厌氧。氧化型或发酵型 (20%)。利用葡萄糖不产气。氧化酶阳性。触酶阳性。吲哚阴性。赖氨酸脱羧酶阴性。氰化钾生长试验阳性。对 O/129 不敏感。除引起感染的菌外在 37℃ 不生长或生长缓慢。存在于土壤和水中。

黄单胞菌属，(0.4~0.7) μm \times (0.7~1.8) μm ，产生黄色色素（极具特征的溴化芳基多烯黄单胞菌素）。严格好氧。最适生长温度为 25~30℃。植物病原菌。氧化酶阴性。触酶阳性。生长需要生长因子。

布氏杆菌属，需氧的短小杆菌（一般多为球形，电镜下表现为短杆菌或球杆菌）。牛、羊、猪等动物的病原菌。人接触带菌的乳制品、肉类而感染致病。球杆状 (0.4~0.5) μm \times (0.4~0.8) μm 。无鞭毛。营养要求复杂，需二氧化碳。吲哚阴性。明胶阴性。产生触酶、氧化酶、尿素酶。产生硫化氢。

噬纤维菌属，(0.2~0.7) μm \times 10 μm 或不足。单细胞，具屈挠性。柔软的杆状或不分支的丝状，滑行运动。革兰氏阴性菌。好氧。利用糖不产酸。最适生长温度为 22~30℃。通

常产生橙色、黄色，需氧或兼性厌氧。至少能分解纤维素、几丁质、琼脂、褐藻酸中的一种。发现于腐烂的植物、土壤、淡水、海水和食物中。在普通方式灭菌的含葡萄糖的培养基中不生长（葡萄糖过滤除菌可生长）。

柠檬酸杆菌属，广泛分布于自然界，可引起食品腐败变质。该属菌能运动，可利用柠檬酸盐作为碳源。该属中有部分低温性菌株可在4℃增殖，引起冷藏食品的腐败变质。

克雷伯氏菌属，直杆状，单个、成对或短链排列，革兰氏阴性、有荚膜、不运动。广泛分布于水、土壤、人和动物的消化道及呼吸道、粮食和冷藏食品中。可引起食品变质、人的上呼吸道感染、肺炎、败血症等。

变形杆菌属，常见于动物尸体、海产品、蛋中。生长温度为10~43℃。呈直杆状，并随培养条件不同，可形成丝状、球杆状。以周生鞭毛运动，能急速运动，在湿润的培养基表面上大多数菌株有周期性的群游而产生的同心圆带，或扩展成均匀的菌膜。兼性厌氧，广泛分布于动物肠道、土壤和水中，具有很强的蛋白质分解能力，是重要的食品腐败菌之一。该菌污染食品后可在食品中迅速增殖，初期使食品的pH值稍下降，以后产生盐基氮，使食品转为碱性并使其软化。检验中一般用新生霉素、β-苯乙醇、特吉托尔（Tergitol, 7-乙基-2-甲基-4-十一烷醇的硫酸氢钠盐）抑制变形杆菌。

沙雷氏菌属，广泛分布于水、土壤和植物表面，是腐败作用较强的腐败细菌，也是人类的条件致病菌。对食品中的蛋白质具有较强的分解能力，并产生大量挥发性氨态氮等腐败性产物，使食品产生很强的腐败性气味。能以柠檬酸、乙酸为碳源。多含蛋白酶、核酸酶、脂肪酶。呈直杆状，两端钝圆，通常以周生鞭毛运动。菌落大多数不透明，略有光泽，白色、粉色或红色，许多菌株可产生橙红色色素。兼性厌氧。

欧文氏菌属，直杆状，单个、成对、有时呈短链存在。周生鞭毛，能运动，兼性厌氧。既有寄居在人和动物肠道内的细菌，也有植物的病原菌和腐生菌。例如，解淀粉欧文氏菌可使植物发生癌瘤和枯萎；胡萝卜软腐欧文氏菌具有果胶酶，可引起植物软腐病。具有果胶酶的欧文氏菌可与假单胞菌、芽孢杆菌等其他腐败细菌一起附着在果蔬上，在运输过程中或在市场上引起腐败，是所谓市场病的原因菌之一。

哈夫尼亚菌属，见于冷藏肉和蔬菜中。该属菌广泛分布于污水、土壤、人和动物粪便中，是蜜蜂等昆虫的病原菌。该属中有低温性菌株，可在4℃左右增殖，使食品特别是包装食品在低温贮藏时腐败变质。

其他肠杆菌科细菌在有关致病菌检验中详细描述。

弧菌科代表属有弧菌属、气单胞菌属、邻单胞菌属和发光杆菌属。革兰氏阴性弯曲或直杆菌。借端生鞭毛运动。在固体培养基中产生侧生鞭毛。兼性厌氧，进行氧化和发酵代谢。大多数氧化酶阳性，一般以氧为电子受体。能利用葡萄糖为唯一或主要碳源和能源。大多数能以铵盐为氮源。大多数需要2%~3%氯化钠或海水为基质，以便最适生长。除邻单胞菌属外大多数最适生长温度在30℃以下。

弧菌属，直或弯杆菌(0.5~0.8)μm×(1.4~2.6)μm。以一至几根极生鞭毛运动。鞭毛有鞘。利用葡萄糖和其他糖类产酸不产气。不产生水溶性色素。大多数还原硝酸盐。钠离子刺激生长，而且大多数生长需要2%~3%的氯化钠。氧化酶大多数为阳性。25℃时都生长，大部分在35℃能生长。发现于各种盐度的水生环境中。广泛分布于淡水、海水和鱼贝中。在海洋沿岸、浅海海水、海鱼体表和肠道、浮游生物等中，均有较高的检出率。海产动物死亡后，在低温或中温保藏时，该菌可在其中增殖，引起腐败。该菌污染食品后，可引起食用者感染型食物中毒，造成腹痛、下痢、呕吐等典型的急性肠胃炎。该属中重要的菌种有副溶血性弧菌、霍乱弧菌等，它们都是人和动物的病原菌。