

全国高等农业院校教学参考书

全国高等农业院校
教材指导委员会审定

农(畜)产品加工与贮藏专业用

食品微生物学

胡希荣 主编

农业出版社

TS201.3

全国高等农业院校教学参考书

食品微生物学

胡希荣 主编

农(畜)产品贮藏与加工专业用

农业出版社

(京)新登字060号

全国高等农业院校教学参考书

食品微生物学

胡希荣 主编

* * *

责任编辑 徐蒲生

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

TS201.3
8

前 言

本书是根据高等农业院校教材指导委员会“七五”期间指令性教材计划而编写的，是一本适用于高等农业院校农畜产品加工与贮藏等有关专业应用的本科教学参考书或教科书。由全国高等农业院校教材指导委员会审定出版。

为了圆满完成本书编写任务、制定编写计划和编写大纲、分配编写任务，主编单位于1990年初，在吉林农业大学召开了本教材编写组及审稿人会议。与会人员认真学习了有关文件和编写要求，并认真讨论了编写大纲。最后，落实了编写任务和交、审稿时间。在编写过程中，编者收集了大量的国内外最新资料，并结合我国教学实际和食品生产的实践，经多次认真研究讨论，完成了本书稿。

全书共分十章，其中第一、二、三、四章为微生物学基础知识；第五、六章为食品微生物学专业基础知识；第七、八、九、十章为应用食品微生物学知识。使本书既具有微生物学知识的系统性，又注重了在食品学科中的适用性，体现了食品微生物学的特点，可为学习食品各专业知识奠定基础。

本书是由胡希荣（绪论、第四章、第六章第四节、第九章附食品变态反应、第十章）、师守信（第七章、第八章）、刘清河（第一章、第六章）、钱爱东（第二章、第九章）、胡东良（第三章、第五章）五位同志编写而成。

在编写过程中，除得到了高等农业院校教材指导委员会农业工程学科组有关领导与专家的及时指导与关怀外，又得到了主审人骆承庠教授和审稿人陈贵连副教授的积极支持与密切配合，并在本书的结构、编排和内容上提出了宝贵意见。此外，东北农学院张明厚教授、刘宝全教授对本书某些章节亦提出了修改意见。编者对提出的上述意见经反复讨论，并进行了认真修改，从而进一步提高了本书的编写质量。在此，对在本书编写中给予支持和帮助的同志表示衷心感谢。

目前，由于我国农业院校尚无食品微生物学基本教材，故在确定本书内容结构、知识深度和广度时，难以把握。加之编者水平所限，经验不足，因此，本书中难免有错漏与不妥之处，热忱希望广大师生和读者批评指正，以便再版时，使其更臻完善。

编者

1990年12月

目 录

绪论	1
第一章 微生物的形态结构与繁殖	5
第一节 细菌	5
一、细菌的大小与形态	5
二、细菌细胞的结构	7
三、细菌的生长与繁殖	13
第二节 真菌	15
一、酵母菌	16
二、霉菌	18
第三节 放线菌	22
一、放线菌的形态与结构	22
二、放线菌的繁殖	23
第四节 病毒及其他类型微生物	23
一、病毒	23
二、其他类型微生物	27
第二章 微生物生理	29
第一节 微生物细胞的化学组成	29
一、水分	29
二、蛋白质	29
三、核酸	30
四、碳水化合物	30
五、脂类物质	31
六、维生素及其它有机物	31
七、无机物质	31
第二节 微生物的营养需要	31
一、水分	32
二、碳源	32
三、氮源	32
四、无机盐类	33
五、生长因子	33
第三节 微生物营养物质的摄取	34
一、微生物营养物质吸收的机制	34
二、微生物细胞内外的物质交换方式	35
第四节 微生物的营养类型	37
一、自养型微生物	37
二、异养型微生物	38

第五节 微生物的酶和呼吸	39
一、微生物的酶	39
二、微生物的呼吸	40
三、微生物的呼吸类型	42
第六节 微生物的分解代谢	43
一、糖的分解	43
二、蛋白质的分解	44
三、脂肪的分解	45
第三章 微生物的分类	46
第一节 微生物的分类单位与命名	46
一、微生物的分类单位	46
二、微生物的命名	47
第二节 微生物的分类依据与方法	47
一、微生物的分类依据	47
二、微生物的分类方法	48
第三节 微生物的分类系统	49
一、细菌的分类系统	49
二、真菌的分类系统	51
第四章 环境因素对微生物的影响	54
第一节 温度	54
一、微生物生长的温度范围	54
二、低温对微生物的影响	55
三、高温对微生物的影响	57
第二节 水分	58
一、食品水活性的概念	59
二、食品水活性与微生物的关系	59
三、食品含水百分率与水活性	60
四、食品的脱水保藏	61
五、食品的熏制	61
六、渗透压	62
第三节 氧化还原电势	62
一、微生物生长需要的氧化还原电势	62
二、食品的氧化还原电势	63
三、影响食品氧化还原电势的因素	63
第四节 辐射	63
一、食品的辐射保藏	64
二、微波、超声波与激光对微生物的影响	66
第五节 化学因素	66
一、氢离子浓度	67
二、有机酸对微生物的作用	69
三、无机化学添加剂的抗菌作用	70
四、氧化剂对微生物的作用	71
五、某些有机化学物质对微生物的作用	72

第六节 生物因素	73
一、生物间的关系	73
二、抗菌素的作用	74
三、植物杀菌素的作用	75
第五章 食品中常见的微生物	76
第一节 食品中常见的细菌	76
一、革兰氏阴性需氧或微需氧、能运动的螺旋形或弯曲细菌	76
二、革兰氏阴性需氧杆菌和球菌	76
三、革兰氏阴性兼性厌氧杆菌	77
四、革兰氏阳性球菌	80
五、革兰氏阳性芽孢杆菌和球菌	82
六、革兰氏阳性规则的无芽孢杆菌	84
七、革兰氏阳性不规则无芽孢杆菌	84
第二节 食品中常见的真菌	85
一、接合菌亚门	85
二、子囊菌亚门	86
三、半知菌亚门	87
四、担子菌亚门	90
第六章 食品的微生物污染及其控制	91
第一节 食品的微生物来源	91
一、土壤	91
二、水	91
三、空气	92
四、人和动物	92
五、设备与工具	92
六、原料和辅料	93
七、包装材料和容器	94
第二节 食品微生物污染的途径与控制	94
一、食品微生物污染的途径	94
二、食品微生物污染的控制	95
第三节 食品中微生物的检查	100
一、细菌污染与食品卫生	100
二、指示菌类	101
三、菌数的测定方法	102
四、食品的微生物学检验与指标	106
第四节 血清学反应在食品检验中的应用	109
一、血清学反应的种类	110
二、几种主要血清学反应的应用	110
第七章 微生物与食品保藏	117
第一节 肉与肉制品	117
一、鲜肉	117
二、肉制品	122
第二节 禽肉	124

一、禽肉微生物的来源	124
二、禽肉的冷藏	125
三、禽肉的冻藏	126
第三节 乳与乳制品	127
一、鲜奶	127
二、消毒奶	130
三、奶粉	131
第四节 蛋与蛋制品	133
一、鲜蛋	133
二、液蛋与冻蛋	136
三、干蛋白	137
第五节 鱼及其它水产品	138
一、鱼及其有关产品的微生物区系	138
二、鱼的捕捞、加工、贮藏与变质	139
三、牡蛎	140
四、虾	141
五、蟹	141
第六节 蔬菜与水果	141
一、蔬菜与水果的微生物区系	141
二、蔬菜与水果的变质	142
三、蔬菜与水果的保藏	146
第七节 饮料与果酱	146
一、饮料与果酱的重要性质	147
二、饮料与果酱的微生物区系	147
三、加工对微生物的影响	148
四、饮料与果酱的变质	148
第八节 粮食与粮食制品	149
一、粮食的微生物区系	150
二、收获和贮藏过程中微生物的变化	150
三、影响粮食贮藏期的因素	151
四、粮食中的霉菌毒素和病原菌	153
五、粮食的贮藏	154
第九节 调料	154
一、调料的抑菌作用	154
二、调料的微生物区系	155
三、调料的保藏	156
四、调料的变质	157
第八章 发酵食品微生物	158
第一节 食醋	158
一、食醋酿造的微生物	158
二、食醋的酿造	158
第二节 酱油	161
一、酱油酿造中的微生物	161

二、酱油的酿造	163
第三节 豆腐乳	164
第四节 酸奶	164
一、普通酸奶	165
二、嗜酸菌乳	167
三、酸乳酒	167
第五节 干酪	167
一、生产干酪使用的微生物	168
二、干酪的制作过程	168
三、干酪的变质	169
第六节 发酵蔬菜	169
一、蔬菜发酵前的处理	169
二、蔬菜的乳酸发酵	170
三、蔬菜发酵过程常见的异常现象	170
第七节 啤酒	171
一、原料	171
二、麦芽的制备	171
三、麦芽汁的制备	171
四、酵母菌及其扩大培养	172
五、发酵	172
六、啤酒的变质	173
第八节 葡萄酒	173
一、葡萄的处理与酒精发酵	174
二、影响葡萄汁酒精发酵的因素	174
三、葡萄酒的变质	175
第九节 微生物酶及其在食品工业上的应用	175
一、用于生产酶的微生物	175
二、微生物酶的生产过程	177
三、微生物酶的安全性	178
四、微生物酶在食品工业上的应用	179
第十节 微生物的遗传育种	179
一、遗传与变异的基本概念	180
二、自然选种	180
三、诱变育种	180
四、基因重组	181
五、基因扩增	182
第九章 常见的食物中毒性微生物	183
第一节 沙门氏菌属	183
一、生物学特性	184
二、食品中沙门氏菌的检验	186
三、预防措施	189
第二节 葡萄球菌	189
一、生物学特性	190

二、食品中葡萄球菌的检验	191
三、预防措施	192
第三节 致病性大肠杆菌	193
一、生物学特性	193
二、食品中大肠杆菌的检验	194
三、预防措施	196
第四节 变形杆菌族	197
一、生物学特性	197
二、食品中变形杆菌的检验	198
三、预防措施	199
第五节 副溶血性弧菌	199
一、生物学特性	200
二、食品中副溶血性弧菌的检验	201
三、预防措施	202
第六节 肉毒梭菌	203
一、生物学特性	203
二、食品中肉毒梭菌及其毒素的检验	204
三、预防措施	205
第七节 魏氏梭菌	206
一、生物学特性	206
二、食品中魏氏梭菌的检验	208
三、预防措施	209
第八节 蜡样芽孢杆菌	209
一、生物学特性	210
二、食品中蜡样芽孢杆菌的检验	211
三、预防措施	211
第九节 空肠弯曲杆菌	212
一、生物学特性	212
二、食品中空肠弯曲杆菌的检验	213
三、预防措施	214
第十节 霉菌毒素	214
一、生物学特性	216
二、食品中产毒霉菌的检测	217
三、预防措施	219
附 食品变态反应	219
一、抗原与抗体	219
二、食品变态反应概述	219
三、食品变态反应的类型	220
四、食品变应原	221
五、食品变态反应性疾病	223
第十章 食用菌	225
第一节 食用菌概述	225
一、食用菌的营养与药用价值	225

二、食用菌的开发利用	227
第二节 食用菌的形态学特性	227
一、菌丝体	227
二、子实体	228
第三节 食用菌的生理学特性	229
一、食用菌细胞的化学组成	229
二、食用菌的营养类型与营养物质	230
三、食用菌的生长繁殖条件	230
第四节 食用菌的人工栽培	231
一、菌种培养	231
二、主要食用菌的栽培	232
第五节 我国主要食用菌	233
主要参考资料	235

绪 论

一、微生物与微生物学

微生物是一类体形微小、构造简单的单细胞、多细胞、甚至没有细胞结构的低等生物统称。它包括许多微小生物类群，如细菌、真菌、放线菌、螺旋体、立克次氏体、衣原体、枝原体、病毒和少数藻类。

微生物不仅种类繁多，而且在自然界分布极广，如土壤、空气、水以及人和动植物体上都有数量不等的微生物存在。这些微生物绝大多数对人类和动、植物是有益的，例如酿酒、生产味精、制做面包以及生产酸乳制品等都离不开有益微生物的活动。然而在自然界中，除了一大群对人类有益微生物外，还有一部分能引起人、动物和植物发生各种疫病的病原微生物、引起食品变质及引起食物中毒的有害微生物等。

微生物学是生物学的分支学科，是研究微生物的形态、生理、生态、分类、遗传变异及其与生物界、非生物界的相互作用，与人类生产和生活的利害关系等方面的科学。根据研究对象和目的不同，微生物学又可分许多分支学科，如根据研究对象和目的不同可分为普通微生物学、微生物分类学、微生物生理学、微生物生态学、微生物遗传学；根据研究微生物种类的不同有细菌学、真菌学、病毒学；在应用微生物学方面，形成更多的分支学科，如农业微生物学、工业微生物学、医学微生物学、兽医微生物学、畜牧微生物学、土壤微生物学、乳品微生物学、食品微生物学等。各分支学科的相互配合、相互促进，有力地推动了微生物学全面而深入的发展。

二、微生物学发展简史

当人类认识微生物以前，就已经长期与微生物打交道，人们在长期的生产、生活实践中，已经对微生物的作用积累了不少知识，并且广泛地利用着微生物的作用。公元前2400年埃及第五王朝的墓壁上就有描绘当时劳动人民如何烘制面包和酿酒的大浮雕。我国对微生物的利用和认识也有悠久的历史。据考古证实，我国曲蘖酿酒起源于七、八千年前石器时代的早期，谷物酒已成为当时比较普遍的饮料。公元5世纪后魏贾思勰著的《齐民要术》中已有做曲、做醋、做沮（利用乳酸发酵以保存蔬菜）的记载，在造酒栏目中有“黄衣”、“黄蒸”等曲种名。

在医学方面，我国古代劳动人民对防病治病有着极丰富的经验。周朝已知有人畜传染病；公元前5世纪襄公时已知驱逐疯狗以预防狂犬病。公元4世纪，葛洪的《肘后方》中，除详细记载天花症状外，并采用种痘方法以预防天花。以后传至欧洲和美洲，这是世界医学史上一个伟大的创举，也是我国劳动人民对世界医学宝库的重大贡献。远在公元前6世纪，我国名医扁鹊就主张防重于治，然而，由于古代科学技术不发达，始终未能证实和发现微生物的存在，也未能把它们分离出来。因此，从整体来说，对微生物的认识仍然进展缓慢。然而微生物做为—门科学，乃是17世纪末叶逐渐形成的，可以概括为三个阶段。

(一) 形态学发展阶段 人类对微生物利用虽然历史很久,但发现微生物却是在17世纪下半叶。荷兰人安东·吕文虎克 (Antony van Leeuwenhoek) 利用自制的显微镜首先观察并描述了微生物的形态,这为微生物学作为一门科学奠定了基础。从此之后,开始了微生物形态学描述阶段。这个时期持续了近200年,直至19世纪中叶。

(二) 生理学发展阶段 19世纪50年代始,伟大的微生物学家,法国人路易·巴斯德 (Louis Pasteur) 经过长期对微生物的研究,不仅在理论上作出了卓越的贡献,又为微生物的研究提供了实验方法,并在解决微生物学问题上作出了杰出的贡献。如19世纪60年代,在欧洲一些国家中,酒类常发生变质、蚕病危害养蚕业,他通过实验证明了酒是由酵母菌发酵而制成,而酒的变质是由其它杂菌引起的,并研究了蚕病防治;在研究了乳酸发酵、醋酸发酵、丁酸发酵等过程后指出,不同的发酵是由不同的微生物引起的,得出了没有微生物的存在便没有发酵的发生的结论。他还发明了巴氏灭菌法,用来解决当时的酒的变质,直到现在这种灭菌法还广泛地应用于酒、醋、酱油、牛奶、果汁等食品的灭菌。巴斯德的研究成就推动着微生物学不断发展,使微生物学进入了生理学发展阶段。除此之外,他还发现了传染病的病原体,研究了炭疽病、禽霍乱病、狂犬病等人和动物传染病的病原,研制出有名的炭疽菌苗和狂犬病疫苗,创立了免疫学基本原理及预防接种方法。

此后,许多国家的微生物学家也都对微生物学发展做出了杰出的贡献。如德国的医生柯赫 (Koch),建立了微生物的分离和纯化技术、培养基的制作及染色技术等。俄国微生物学家维诺拉德斯基 (Виноградский) 于1887年发现了硝化细菌,揭示了微生物中新的营养类型,即自养微生物。为土壤微生物的研究积累了丰富的经验,做出了重大贡献。

在微生物学的生理学阶段,主要研究了微生物的分离培养、生长繁殖等生理活动及其与人类生活、生产之间的关系。这一阶段由1870年至1920年大约经过了近半个世纪。

(三) 近代微生物学的发展 进入20世纪20年代以后,由于自然科学的迅速发展,促使微生物学在理论和技术上有了很大进展,特别是物理化学、生物化学、生物物理学、分子生物学的理论和技术的发展,包括40年代电子显微镜的问世、示踪原子的应用,使微生物学在形态、生理、免疫、遗传等方面的研究取得了很大成就。如电子显微镜的应用使人们观察到了病毒的形态结构,并对微生物细胞进行了细微结构的观察研究。生物化学和分析化学的进步使对微生物的蛋白质、碳水化合物、脂类等的代谢及其生长繁殖规律有了进一步认识。由于对微生物抗原及其免疫机理的研究,使免疫学从微生物学中分离出来,成为一门独立学科。近几十年来,由于分子生物学、分子遗传学的建立,不仅对遗传物质基础DNA和RNA的结构和基因的实质有了明确的认识,而且能够分离出遗传基因,并进行切割、重组、表达——即所谓的遗传工程。通过遗传工程技术可以按照人们的意志改变现有生物的性状或创造新物种、培养有益于人类生产、生活的微生物新品种、改变有害微生物性状,使微生物学进入了一个崭新的阶段。

微生物学的发展过程也是人们对微生物的认识日益加深的过程。随着微生物学发展的逐步深入,微生物学应用的范围也越来越广泛,它渗透到人类生活许多领域和工、农业生产等各个方面。在食品微生物学方面,为人类提供高质量、易贮藏、营养丰富的食品,以及开辟新的食品资源展示了广阔前景。

三、食品微生物学及其任务

食品微生物学是微生物学的一个分支学科，它是在普通微生物学与相关微生物学的基础理论与基本技术的基础上，研究食品中微生物的生态分布、生物学特性；食品加工、贮藏过程中有益微生物的作用以及食品中有害微生物的污染与控制，为人类提供营养丰富、品种多样、安全卫生的食品而发展起来的一门新学科。由于食品微生物学是研究和解决食品中有关的微生物问题，所以它就具有研究范围广、涉及学科多、应用性强及某些方面受一定法规约束（受中华人民共和国食品卫生法约束）等特点。

食品微生物学做为与人类生活关系极为密切的学科，它的任务是多方面的。其中主要包括研究食品中存在的微生物种类、分布及其特性；监测食品的微生物污染，提高食品的卫生质量；研究微生物与食品保藏间关系；预防微生物性食物中毒的发生，保证人们健康；研究微生物的有益作用，充分利用食品微生物资源，为人类服务。

随着科学技术的发展，人们物质文化水平不断提高，食品微生物学做为与人们生活密切相关的应用科学，它的任务将更加繁重。它将在这个广阔的天地里，为人类的健康、幸福做出更大的贡献。

四、食品微生物学与其它学科的关系

食品微生物学是微生物学的一个分支学科。它的基础学科是生物学、有机化学、分析化学、生物化学。而它又是农畜（渔）产品加工与贮藏专业各专业课程的基础。因此，食品微生物学是该专业的主干学科和重要的专业基础课。

五、食品微生物学的发展与前景

任何一门学科的发展与进步都与其它相关学科的发展密切相关，食品微生物学也毫不例外。

我国劳动人民虽然在数千年前就已利用微生物来为人类服务，但由于受社会发展的影响，科学技术发展较慢。近几十年来，由于科学技术的发展和人民生活水平的提高，使古老的酿造业得到了发展，而且开辟了一些新的领域，并取得可喜的成绩。如味精的生产，以前是采用化学方法，以粮食中的蛋白质为原料，从60年代起，我国就逐渐采用微生物发酵法生产味精，既提高了生产效率、降低了成本，又节约了粮食；柠檬酸是食品添加剂中常用的酸味剂，过去依赖进口，目前我国已成功地用薯干和废糖蜜为原料，用微生物发酵法生产柠檬酸，不仅结束了依赖进口的被动局面，而且已有柠檬酸出口；白酒的生产在我国有悠久的历史，产量不断增加，质量也不断提高，新的白酒品种也不断出现。在开辟新的原料、试制新产品、选育优良菌种、推广新工艺、新设备、实现机械化、连续化、自动化生产和大搞综合利用等方面都取得了较大的成绩；应用微生物酶制剂的生产是一个新兴的领域，如 α -淀粉酶、糖化酶、蛋白酶等已经投产；单细胞蛋白质的生产是应用微生物的又一个侧面，我们已成功的制造了饲料酵母、石油蛋白，并用于畜、禽、水产动物的饲料日粮配合之中，成为重要的蛋白质饲料来源。由于人民生活水平的提高，对食品的种类、数量和质量都提出了更高的要求。与微生物有关的食物也纷纷上市；食用菌品种繁多，在

栽培和选育高产品种方面都有迅速的发展；酸乳制品逐渐形成系列产品；各种饮料也相继出现，既活跃了食品市场，也丰富了人民物质生活。

我国从50年代开始，既对沙门氏菌、葡萄球菌、链球菌、变形杆菌等食物中毒菌进行调查研究，并建立了各种食物中毒的细菌学分离鉴定方法。近年来，在霉菌毒素方面，如对黄曲霉毒素等的污染和预防做了比较系统的研究。在广泛的调查研究基础上，根据我国食品生产的具体情况，国家制定了一系列食品卫生标准、出版了《食品卫生检验方法微生物学部分》、颁布了《食品卫生法》，统一了全国食品卫生微生物学检验方法，这对促进我国食品卫生工作起到了重要推动作用。

随着社会的发展，人们对食品的要求也愈来愈高，渴望有更多更好的畜禽肉类、水产品、蛋类、乳类、粮食、水果、蔬菜及其加工制品；在饮食构成上，也发生了较大变化，尤其是动物性食品比例在不断增加。因此，必然推动食品工业，尤其是动物食品工业不断发展。近年来，各种类型的食品加工厂不断建立，还建立了各种食品研究机构和卫生检测机构，开展食品卫生和微生物学的检验工作。

由于食品工业发展的需要，我国各农业院校在80年代相继成立了食品科学、食品工程、农畜（渔）产品加工与贮藏等有关专业。本教材是为适应食品专业发展而编写的，它是食品专业的一门主干课程和重要基础课。食品微生物学肩负着提高食品数量与质量、保证食品卫生品质、使人类获得更佳的营养丰富、色香味美的保健食品的光荣任务，它将在食品工业发展中发挥重要作用，具有广阔的发展前景。

第一章 微生物的形态结构与繁殖

微生物广泛地存在于自然界中，虽然它们个体微小，但形态各不相同，虽然它们形态简单，但均有不同的结构和排列方式。它们也都有自己独特的生长繁殖方式。在近代生物学分类系统中，微生物分属于病毒界、原核生物界和真菌界。

与食品有关的微生物主要有细菌、真菌、放线菌和病毒。这些微生物虽小，但与其他生物一样，都具有一定的形态、结构和生长繁殖方式。学习并掌握这些微生物的形态、结构和生长繁殖方式及生长繁殖所需要的条件，是学好食品微生物学的重要基础知识之一。

第一节 细 菌

细菌 (Bacterium) 是一类个体微小、形态简单、结构略有分化、具有细胞壁的单细胞原核生物。在自然界分布极为广泛，与动、植物及人类生命活动息息相关。不少细菌已被人类应用于农业生产、工业发酵、废物处理、疾病预防、食品加工等方面，为人类创造了巨大财富。还有许多细菌可引起动、植物及人类的疫病以及食品腐败变质。

一、细菌的大小与形态

(一) 细菌的大小 细菌的个体微小，直接用肉眼是看不到的，必须借助于显微镜才能看到。测定细菌大小的单位为微米 (μm) 和纳米 (nm)，1 微米等于千分之一毫米 (mm)，1 纳米等于千分之一微米。

不同种类的细菌大小差异较大，长的可达 $80\mu\text{m}$ ，短的可能只有 $0.2\mu\text{m}$ 。同种类细菌在不同营养条件或不同环境中，以及生长繁殖的不同阶段其大小也是有差异的。但在一定范围内，各种细菌的大小是相对稳定，而且是有特征的，可以作为鉴定的依据之一。一般测定细菌的大小是以生长在适宜的温度和培养基中的壮龄培养物为标准。球菌直径为 $0.5-2\mu\text{m}$ ；杆菌长为 $0.7-8\mu\text{m}$ 、宽为 $0.2-1.25\mu\text{m}$ ；弧菌长为 $1-5\mu\text{m}$ 、宽为 $0.3-0.5\mu\text{m}$ ；螺旋菌长为 $1-50\mu\text{m}$ 、宽为 $0.3-1.0\mu\text{m}$ 。

在不同的情况下，细菌的大小会有一些变化。在实际测量中，由于培养条件、制片技术、染色方法、显微镜的种类和使用等都会有影响。即使是同一菌落中的细菌，个体的大小也不完全相同。因此，确定和比较细菌的大小时，各种因素、条件和技术操作等均应一致。

(二) 细菌的形态与排列 细菌是以简单的横二分裂方式进行繁殖，分裂后有的彼此分离，单个存在；有的仍有原浆带相连，形成一定的排列方式。不同种类的细菌的排列方式，在正常情况下是相对稳定的，可以作为分类和鉴定的依据。

细菌的形态比较简单，即分为球菌、杆菌和螺旋菌三大类。见图1-1和图1-2。

1. 球菌 (Coccus)：大多数呈圆球形，也有呈椭圆形、肾形和矛头形的。按其分裂方

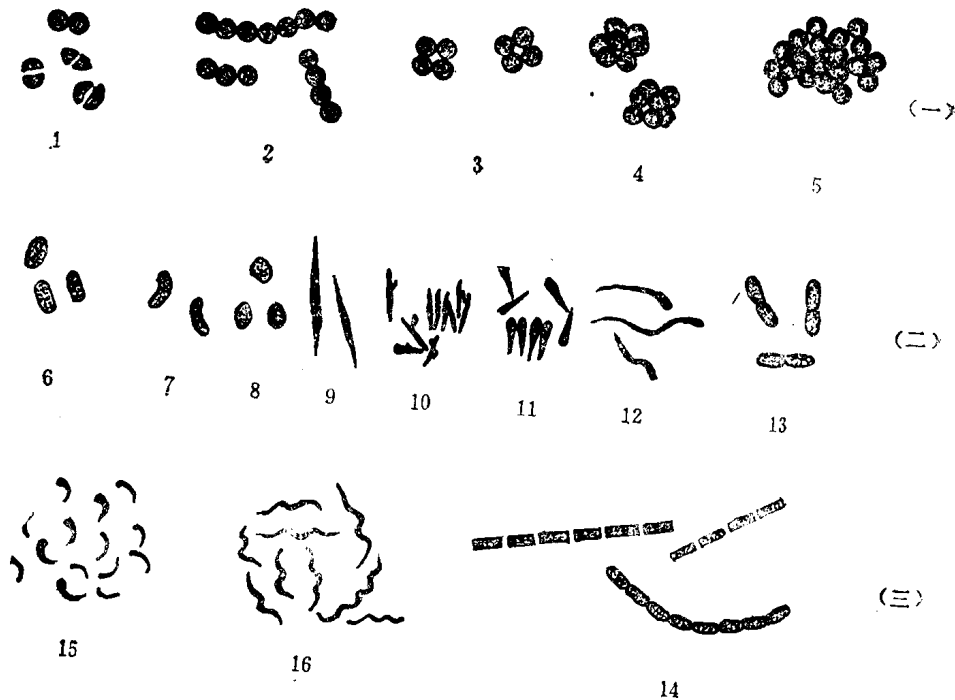


图 1—1 各种细菌的形态与排列

- (一) 球菌 1. 双球菌 2. 链球菌 3. 四联球菌 4. 八叠球菌 5. 葡萄球菌
 (二) 杆菌 6. 单杆菌, 钝圆端 7. 单杆菌, 菌体稍弯 8. 球杆菌 9. 杆菌, 尖端
 10. 分枝杆菌及成丛排列 11. 棒状杆菌及其八字形和栅栏样排列
 12. 变成长丝状的杆菌 13. 双杆菌 14. 链杆菌钝圆端和平截端
 (三) 螺旋菌 15. 弧菌 16. 螺菌

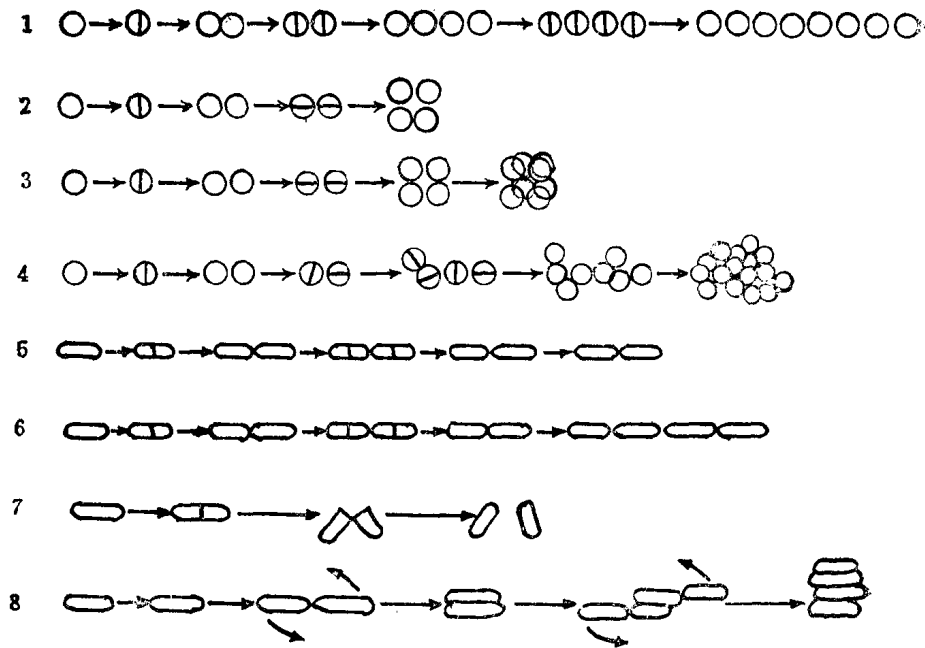


图 1—2 细菌的分裂和排列示意图

1. 双球菌和链球菌 2. 四联球菌 3. 八叠球菌 4. 葡萄球菌 5—8. 杆菌