



教育部“一村一名大学生计划”教材

主编 袁红莉

微生物基础



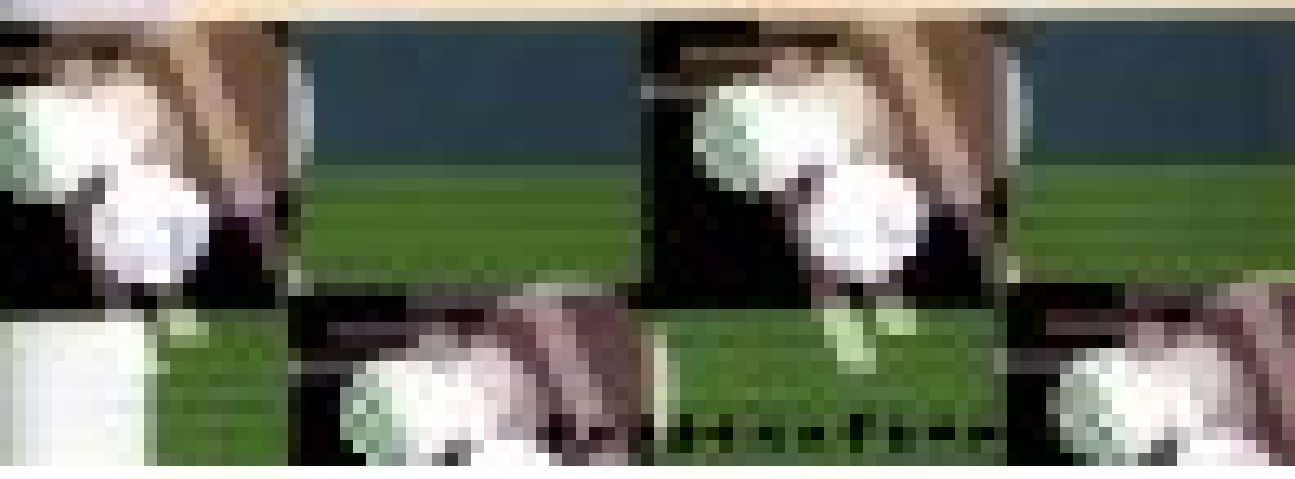
中央广播电视大学出版社



教育部“一校一書大專出版計畫” 審定

第二版

微生物基礎



教育部“一村一名大学生计划”教材

微生物基础

主编 袁红莉

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

微生物基础/袁红莉主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2005. 8

(教育部“一村一名大学生计划”教材)

ISBN 7-304-03356-8

I. 微… II. 袁… III. 微生物学-电视大学-教材
IV. Q93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 097476 号

版权所有, 翻印必究。

教育部“一村一名大学生计划”教材

微生物基础

主编 袁红莉

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部 010-68519502

总编室 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号 邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 何勇军

责任编辑: 申 敏

印刷: 北京翠明文印中心

印数: 0001—3000

版本: 2005 年 8 月第 1 版

2005 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 12.5 字数: 284 千字

书号: ISBN 7-304-03356-8/R·31

定价: 14.60 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

序

“一村一名大学生计划”是由教育部组织、由中央广播电视大学实施的面向农业、面向农村、面向农民的远程高等教育试验。令人高兴的是计划已开始启动，围绕这一计划的系列教材也已编撰，其中的《种植业基础》等一批教材已付梓。这对整个计划具有标志意义，我表示热烈的祝贺。

党的十六大提出全面建设小康社会的奋斗目标。其中，统筹城乡经济社会发展，建设现代农业，发展农村经济，增加农民收入，是全面建设小康社会的一项重大任务。而要完成这项重大任务，需要科学的发展观，需要坚持实施科教兴国战略和可持续发展战略。随着年初《中共中央国务院关于促进农民增收若干政策的意见》正式公布，昭示着我国农业经济和农村社会又处于一个新的发展阶段。在这种时机面前，如何把农村丰富的人力资源转化为雄厚的人才资源，以适应和加速农业经济和农村社会的新发展，是时代提出的要求，也是一切教育机构和各类学校责无旁贷的历史使命。

中央广播电视大学长期以来坚持面向地方、面向基层、面向农村、面向边远和民族地区，开展多层次、多规格、多功能、多形式办学，培养了大量实用人才，包括农村各类实用人才。现在又承担起教育部“一村一名大学生计划”的实施任务，探索利用现代远程开放教育手段将高等教育资源送到乡村的人才培养模式，为农民提供

“学得到、用得好”的实用技术，为农村培养“用得上、留得住”的实用人才，使这些人才能成为农业科学技术应用、农村社会经济发展、农民发家致富创业的带头人。如若这一预期目标能得以逐步实现，这为把高等教育引入农业、农村和农民之中开辟了新途径，展示了新前景，作出了新贡献。

“一村一名大学生计划”系列教材，紧随着《种植业基础》等一批教材出版之后，将会有诸如政策法规、行政管理、经济管理、环境保护、土地规划、小城镇建设、动物生产等门类的三十种教材于九月一日开学前陆续出齐。由于自己学习的专业所限，对农业生产知之甚少，对手头的《种植业基础》等教材，无法在短时间精心研读，自然不敢妄加评论。但翻阅之余，发现这几种教材文字阐述条理清晰，专业理论深入浅出。此外，这套教材以学习包的形式，配置了精心编制的课程学习指南、课程作业、复习提纲，配备了精致的音像光盘，足见老师和编辑人员的认真态度、巧妙匠心和创新精神。

在“一村一名大学生计划”的第一批教材付梓和系列教材将陆续出版之际，我十分高兴应中央广播电视大学之约，写了上述几段文字，表示对具体实施计划的学校、老师、编辑人员的衷心感谢，也寄托我对实施计划成功的期望。

教育部副部长 吴启迪

2004年6月30日

前 言

“微生物基础”是中央广播电视大学为教育部“一村一名大学生计划”的学习者开设的一门介绍微生物基础理论及应用的专业基础课。

微生物虽小，但其所起的作用甚大，与我们人类的生产、生活活动息息相关。它不仅涉及到生命科学的各个领域，而且应用广泛，形成了庞大的行业，与人类社会的发展密切相关。作为一名大学生，对微生物的基础知识应有所了解。通过本教材的学习，使学生对微生物的基础有一个初步的了解，把学生引入到微生物学的大门，为今后能使用微生物为生产服务及为进一步学习后续课程——食用菌栽培技术奠定基础。

本教材第一章到第六章主要围绕微生物的形态结构、生理、遗传、生态等，较系统地介绍微生物的基本理论和基础知识，尤其对与日常生活、生产密切相关的微生物及其代谢产物进行了重点介绍。在力求概念准确的原则上，尽量做到通俗易懂、叙述简明。第七章到第九章介绍了微生物在农业上的应用。这部分内容是本书的一个特色，考虑到目前微生物在农业上应用较广泛的几个方面，主要从微生物肥料、微生物饲料、微生物农药、微生物与食品、微生物与环境保护等方面详细介绍了相关原理、技术、产品及应用，使学生认识和了解微生物在农业上的重要作用及目前的使用情况，力求为正确选择及使用微生物为农业生产服务起指导作用。第十章介绍了微生物常用操作技术。微生物学是一门实验性很强的基础学科，本单元以无菌操作等基本微生物操作技术为主，介绍了微生物染色、形态观察、微生物培养等基本技术，以及酸奶和甜酒酿的制作、水中大肠菌群的检测技术，使学生能更好地理解并掌握理论知识，提高学习的兴趣。

本书作者均是多年从事高等农业院校微生物学课程教学的主讲教师，具有丰富的教材编写和教学经验。其中，绪论、第三、四章由袁红莉副教授编写，第一、七章由沈德中教授编写，第六、九章由牛天贵教授编写，第二、五章由刘庆洪老师编写，第八章由唐已婷老师编写，实验部分由牛天贵和刘庆洪老师编写。全书由主编袁红莉副教授统稿。在教材编写过程中参考了目前国内、外的最新教材及发展动态，努力做到深入浅出。

王贺祥、宋渊、李平兰老师对书稿进行了认真地审定，在此表示感谢。

本书可作为种植类、养殖类专业成人教育，高职高专教育和短期培训的教材，亦可供相关技术人员参考。

由于作者能力和水平有限，本书难免会有不妥和错误之处，希望广大读者和专家指正。

编 者
2005 年 6 月

目 录

绪 论	(1)
第一章 原核微生物	(7)
第一节 细 菌	(7)
第二节 放线菌	(18)
第三节 其他原核微生物	(20)
第二章 真核微生物	(27)
第一节 真核微生物的一般特征	(27)
第二节 常见真菌类群	(34)
第三章 病 毒	(42)
第一节 病毒的一般结构和种类	(42)
第二节 亚病毒	(49)
第四章 微生物的生长、代谢与培养	(51)
第一节 微生物的营养与培养基	(51)
第二节 微生物代谢与产物	(58)
第三节 微生物生长与培养	(63)
第五章 微生物的遗传育种.....	(71)
第一节 遗传的物质基础	(71)

第二节 遗传育种	(76)
第六章 微生物的生态	(84)
第一节 微生物在自然界的分布	(84)
第二节 微生物之间及与其他生物间的关系	(88)
第三节 微生物与物质循环	(91)
第七章 微生物与污染控制.....	(96)
第一节 污水的微生物净化	(96)
第二节 农药的微生物降解	(102)
第三节 沼气发酵 (污水的厌氧微生物处理)	(105)
第八章 微生物在农业中的应用	(111)
第一节 生物肥料	(111)
第二节 生物农药	(117)
第三节 微生物饲料	(123)
第九章 微生物与食品	(128)
第一节 微生物菌体的应用	(128)
第二节 微生物代谢产物的应用	(131)
第三节 微生物酶的应用	(133)
第四节 微生物与食品腐败	(136)
第五节 微生物与食品保藏	(147)
第六节 食品卫生的微生物学检验	(156)
第十章 实验部分	(161)
第一节 实验条件与要求	(161)
第二节 实验内容	(162)
参考文献	(190)

绪 论

教学要求

掌握：微生物和微生物学的概念。

熟悉：微生物与农业的关系。

了解：微生物学的发展简史。

一、微生物与微生物学

微生物与人类的关系非常密切。当你品尝美味的面包或馒头，喝一杯可口的酸奶，与朋友一起享受一盘美味的蘑菇类菜肴时，你正在享受着微生物带给你的恩惠；但当你因感冒或其他传染性疾病而躺在医院的病床上，忍受病痛的折磨时，那便是有害微生物侵蚀了你的身体；当医生给你服用或注射抗生素，使你很快恢复了健康时，你又得感谢微生物。面包和酸奶的发酵以及传染性疾病的发生都是微生物作用的结果，绝大多数抗生素也是由微生物产生的。

（一）微生物的概念

微生物并非生物分类学上的单位，而是一切个体微小，肉眼看不见或看不清楚，细胞大小以微米（ μm ， $1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\ \text{m}$ ）或纳米（ nm ， $1\ \text{nm} = 10^{-9}\ \text{m}$ ）计量，需借助显微镜观察的微小生物的总称。微生物包括属于原核类的细菌、放线菌、支原体、立克次氏体和蓝细菌，属于真核类的真菌（包括酵母菌和霉菌）、原生动物和显微藻类，以及属于非细胞类的病毒。

最早的生物分类学是按照能否进行光合作用和能否主动迁移，将自然界生物分为植物（能进行光合作用、能主动迁移）和动物两界；后来认识到微生物后，魏塔克（Whittaker）于1969年提出生物五界学说，将生物界分为植物界、动物界、原生生物界（包括原生动物和微细藻类）、真菌界及原核生物界（也叫细菌界）。微生物包括原生生物界、真菌界及原核生物界，因此微生物虽然个体微小，但在数量上远多于植物和动物。

现代生物分类学将所有生物划分为3个域，即细菌域、古菌域及真核生物域（包括植物、动物和真核微生物）。微生物包括全部细菌域和古菌域，真核生物域中的真菌、单细胞藻类和原生动物，以及非细胞生物病毒。部分微生物生活史中的某个阶段能形成比较大型的组织，如大型真菌的子实体和菌核等。

（二）微生物的特点

1. 个体微小

常以微米表示，所以单个的微生物很难用肉眼观察到，常要借助显微镜才能看见。但微生物形成的群体如菌落是肉眼可以看到的，如大家经常可以看到的馒头发霉、衣服发霉（丝状真菌或叫霉菌）的霉斑也是微生物群体。

2. 形态简单

多数微生物为单细胞，能引起许多疾病的病毒是非细胞生物，是分子生物。

3. 繁殖迅速

如大肠杆菌（*E. coli*）在牛奶培养基中，37℃下繁殖一代大概需要12.5 min，如果以20 min为一代计算，一个大肠杆菌经24 h可繁殖产生 4×10^{20} 个细胞。实际上，在现实条件中，这样的繁殖速度是不可能长时间保持的，由于受各种因素的限制，这样的速度只能保持几个小时。一般来说，细菌在液体培养基中生长时，菌的含量不会超过 $10^8 \sim 10^9$ 个/mL。

4. 容易变异

微生物结构简单，一个细胞往往就是一个个体，易受环境条件影响而发生变异，此特性有利于遗传育种。如细菌产生耐药性就是细菌在环境选择压力下发生了变异。

5. 分布广泛

地球上有人活动的地方，必定有微生物的存在，许多和其他动物不能生活的地方，如深海海底、火山口也有微生物的存在。

6. 数量多

土壤是微生物的大本营，1 g肥沃土壤中含有几亿至几十亿个微生物，一个苍蝇身上约有5亿个细菌。

7. 进化地位低

微生物是生物界中较简单的生物，是较低等的生物。

（三）微生物学

微生物学是研究微生物及其生命活动和应用的学科，其研究领域十分宽阔，可分为不同的分支学科：①按基本理论，可分为微生物形态学、微生物生理学、微生物遗传学、微生物生态学、微生物分类学、细胞微生物学和分子微生物学等；②根据研究对象，可分为细菌学、真菌学、病毒学、原生动物学等；③根据应用范围，可分为农业微生物学、工业微生物学、医学微生物学、食品微生物学和地质微生物学等；④根据生态环境，可分为环境微生物学、土壤微生物学、海洋微生物学和宇宙微生物学等。每项学科的研究内容也都十分广泛，如工业微生物学可研究微生物的酶、医药产品（如抗生素）和发酵产品的生产等。

总之，微生物学无论从理论上和应用上都是一门与国计民生密切相关的学科。近年来，微生物与遗传学和生物化学相互渗透，促进了分子生物学的形成和生物技术的发展，对人类产生重大的影响，而且在探讨生命起源和进化等方面具有重要的意义。

二、微生物学的发展简史

微生物学的发展大致经历了5个时期：史前期、初创期、奠基期、发展期和成熟期。

（一）史前期

约8000年前~1676年之间，人们并不知道有微生物的存在，但却知道利用微生物，如利用微生物来进行农产品加工，例如酿酒、制醋、做酱等。

（二）初创期

微生物的发现归功于显微镜的发明，16世纪荷兰人吕文虎克（1632—1723）制成了简单的显微镜，并首先看到了微生物，他利用其自制的显微镜观察了许多不同的物质，包括雨水、污水、血液、体液、辣椒水、腐败物质、有机物质水浸液、酒、醋、黄油、牙垢等，他看到了各种微小的生物，并称之为“微动物”。吕文虎克是世界上第一个看到微生物的人。

（三）奠基期

在吕文虎克发现微动物约100年后，其他自然科学家才开始用各种形式的显微镜来观察吕文虎克所发现的各种微动物。真正奠定微生物学基础的人是在吕文虎克以后200年的巴斯德（1822—1895）和柯赫（1843—1910）。

1. 巴斯德

巴斯德是法国的化学家和伟大的微生物学家，他对微生物学的建立有4大贡献：①由曲颈瓶实验推翻了自然发生学说。这使人们对疾病和某些自然现象开始有了正确的认识。②研究证明了糖在不同微生物的作用下可以转变成酒精，或者转变成乳酸和其他产物；酵母菌的发酵作用也是在缺氧条件下进行的，因此提出发酵作用不需要氧参加。他在这方面的大量工作为微生物生理学打下了基础。③发明巴斯德灭菌法。在研究各种发酵过程时，为防止产品腐败，巴斯德提出了一种可以杀灭有害微生物的方法，这就是著名的巴斯德灭菌法。主要采用50~60℃的温度处理产品一定时间，以达到防腐的目的。直到今天他的方法在乳制品和酒制品等食品工业上仍被采用。但是，在设备和具体方法上都有所改进，如灭菌条件为63℃下30 min或71℃下15 min。④发现病原菌并发明疫苗。他研究过鸡霍乱，牛、羊的炭疽病，发现各种传染病都是由活的微小生物所引起的，从而使人类对传染病的认识提高到了一个崭新的水平，并提出免疫接种预防传染病的方法。巴斯德对免疫学也有很大的贡献。

2. 柯赫

柯赫和巴斯德被公认为是微生物学的两位奠基人。由于柯赫曾经是一名医生，他对病原菌的研究作出了突出贡献。具体如下：①证实了炭疽病菌是炭疽病的病原菌。这是人类第一次科学地证明某种微生物是某种特病害的病原体。②发现肺结核病的病原菌，因此获诺贝尔奖（1905年）。③提出柯赫法则。这是科学验证某细菌是某一疾病的病原体的方法。包括以下内容：在任何病体中都能发现同一种致病的微生物，并诱发一定的症状；必须能从病体中分离到这种微生物，并能在不含其他微生物的条件下作纯培养；用纯培养物接种正常、健康

和敏感的动物可以发生相同的症状；从这个人工接种发病的动物体内可以重新分离出这种微生物。实践证明柯氏法则对大多数病原菌的确定是实用的。在以后的年代中对这个法则有了某些丰富和修正，至今，这个法则仍是行之有效的确定未知病原的常规方法。④创建了微生物纯培养技术，这项技术一直沿用至今。

（四）发展期

19 世纪是微生物学奠定和开始发展的时期，自 20 世纪开始，微生物学进入一个新的阶段，微生物学与多学科如生物化学、遗传学的交叉促进了微生物学的全面发展，形成了微生物学的分支学科，如工业微生物学、土壤微生物学、微生物分类学等。

20 世纪 40 年代后，微生物的应用也获得了重大进展。自 1929 年弗来明发现青霉素后，抗生素的生产已成了现代化的大企业；微生物酶制剂已广泛应用于农、工、医各个方面；微生物的其他产物，如有机酸、氨基酸和维生素都可利用微生物进行大规模生产。

（五）成熟期

微生物学在 20 世纪 40 年代之后的发展。从 1953 年沃森（Watson）和克雷克（Crick）发表了 DNA 的双螺旋结构开始，整个生物学科就进入分子生物学研究阶段，这也是微生物学发展史上成熟期的标志。

微生物学在分子水平上的发展起始于分子遗传学的研究。20 世纪 70 年代兴起的基因工程，使人们首次将两个不同的质粒 DNA 体外重组并转化大肠杆菌成功，1978 年将人胰岛素 A 链和 B 链基因转入大肠杆菌并得到表达，使高等生物的遗传信息能在原核生物细胞中表达，为人工合成胰岛素创造了条件。

自从 1995 年采用全基因组随机测序法将流感嗜血杆菌的全基因组序列完成以来，已有 100 多种微生物的全基因组被测序。许多致病菌全基因组序列的完成为研究它们的致病机理和研制专一性的新药或疫苗奠定了基础。酿酒酵母基因组计划的完成，不仅对生物技术和食品工业产生有利的影响，而且在医学领域也具有重要意义，这是由于在酵母基因组中发现了许多与人类基因同源的基因，它有助于了解某些疾病的发病机理。

三、微生物与农业的关系

微生物与人类尤其是农业有着重要的关系，怎么强调也不过分。但微生物是一把锋利的双刃剑，在带给人类巨大利益的同时，也会带来残酷的破坏。

（一）有利方面

1. 微生物与食品

在我们日常生活中的许多重要食品的生产中，微生物所起的作用是不可替代的，如面包、啤酒、白酒、酱油、醋、酸奶、酱豆腐、维生素等。微生物本身也可以作为食品食用，如各种食用菌、酵母菌体，它们可被人畜直接食用。

2. 微生物与物质循环

地球生态系统中各种营养元素尤其是矿质元素是有限的，如果没有微生物的分解作用，

地球物质将被耗尽，生态系统将不能维持。微生物在进行营养物质循环的同时，还降解废物，充当着地球清洁工的角色，没有微生物，地球上的物质将不能进行循环，整个生态系统将崩溃。

3. 微生物与植物生长

地球上植物生长所需要的氮素的 1/3 由固氮微生物直接固定空气中的氮气所提供；植物生长靠根际微生物来帮助获取营养，许多根际微生物还能分泌刺激植物生长的激素，如赤霉菌分泌的赤霉素。

(二) 不利方面

1. 微生物可引起动、植物病害

许多动物及植物的多种病害的病原都是微生物。植物病原微生物对农作物的危害非常惊人。1843 ~ 1847 年发生在欧洲的马铃薯晚疫病，毁灭了 5/6 的马铃薯，个别地方甚至颗粒无收，当时爱尔兰的 800 万人中，有近 100 万人直接饿死或间接病死，并有 164 万人逃往北美谋生。人类历史上曾多次遭受严重的瘟疫流行，如鼠疫（黑死病）、天花、麻风、梅毒和肺结核等。历史上三次鼠疫流行造成的死亡人数比第二次世界大战造成的约 1.1 亿人死亡还多。今天，一种新的瘟疫——艾滋病（AIDS）也正在全球蔓延。随着环境的污染日益严重，许多已被征服的传染病（如肺结核、疟疾、霍乱）有卷土重来之势，一些新的传染病也给人来带来新的威胁。

2. 微生物可引起食品腐败

微生物引起的食品腐败相信大家都不陌生，如馒头发霉、肉发臭。食物中毒事件近年来所造成的损失触目惊心，但引起食物中毒的原因 50% 以上是由食源性致病菌所造成的，也就是说大多数食物中毒的原因是因为食物受病原菌的污染所造成的。

因此，学习微生物学知识，对于正确使用微生物这把双刃剑造福于人类具有重要意义。

本章小结

1. 微生物并非生物分类学上的单位，而是一切个体微小，肉眼看不见或看不清楚，细胞大小以微米（ μm ）或纳米（ nm ）计量，需借助显微镜观察的微小生物的总称。

2. 微生物包括属于原核类的细菌、放线菌、支原体、立克次氏体和蓝细菌，属于真核类的真菌（包括酵母菌和霉菌）、原生动物和显微藻类，以及属于非细胞类的病毒。微生物具有个体微小、形态简单、繁殖迅速、容易变异、分布广泛、数量多、进化地位低的特点。

3. 微生物学是研究微生物及其生命活动和应用的学科。

4. 微生物学的发展包括史前期、初创期、奠基期、发展期和成熟期。

思考题

1. 什么是微生物？微生物包括哪几大类？
2. 与高等动植物相比，微生物有什么特点？
3. 微生物学的概念是什么？有哪些常见分支学科？
4. 举例说明微生物与农业的关系。
5. 微生物学的发展史包括哪几个主要阶段？试举例说明巴斯德和科赫对微生物学创立的贡献。

第一章 原核微生物

教学要求

掌握：细菌、放线菌、原核微生物的概念；细菌的细胞结构、细菌的繁殖。

熟悉：放线菌的形态、结构、繁殖。

了解：常见细菌类群、放线菌类群；其他原核微生物的特点。

大多数微生物都具有细胞结构。我们将这些具有细胞构造的微生物分为两个大类：原核微生物和真核微生物。原核微生物不像真核微生物那样有真正的细胞核结构和膜系统，原核微生物细胞核无核膜包裹，只有称为核区的裸露 DNA。本章将讨论原核微生物的形态，细胞结构、功能及其主要类群。

第一节 细 菌

一、细菌的形态与大小

（一）细菌的个体形态

细菌是单细胞，形态表现为各式各样，形态常随生活环境的改变而改变，然而在正常的环境条件下，形态是相当稳定的。细菌的基本形状为球状、杆状和螺旋状（弧状）3 种类型（见图 1-1）。

1. 球菌

细菌呈圆球状或扁圆状。由于排列方式的不同又可分为单球菌（各个细菌单独存在）、双球菌（两个细胞成对的存在）、四联球菌（细菌呈田字形连在一起）、八叠球菌（八个球菌连在一起）、链球菌（多个细胞呈链状连在一起）、葡萄球菌（许多球菌聚在一起如葡萄状）等。这些特征可作为分类鉴定的依据。

2. 杆菌

有的杆菌很长，为长杆菌；有的杆菌较短，为短杆菌；有些短杆菌甚至会短到接近椭圆形，这样往往不易与球菌区分。大多数杆菌菌体呈分散存在，偶然成双或成链存在，但不是

特征形态。细菌中以杆菌的种类最多，如大肠埃希氏菌、枯草芽孢杆菌等。

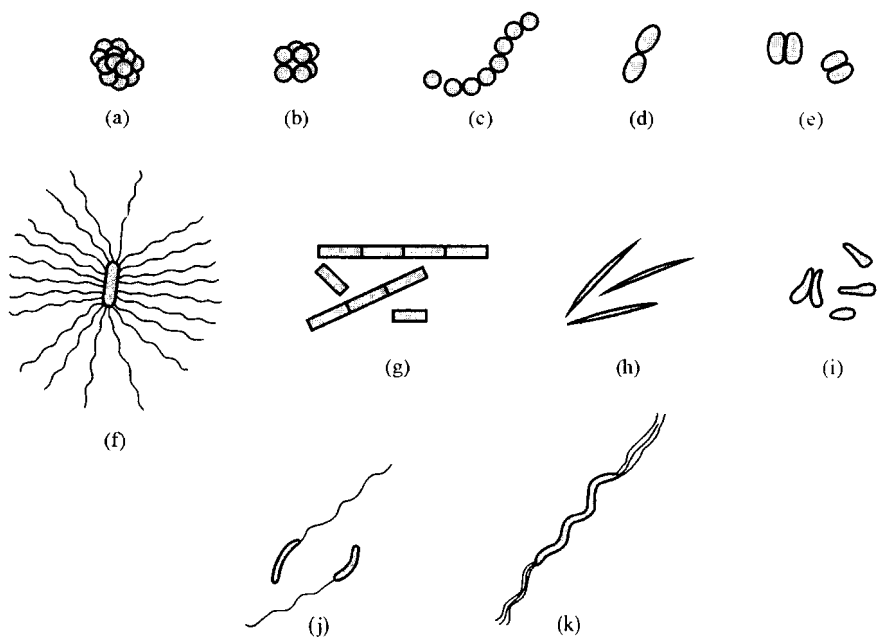


图 1-1 一些细菌的形状与排列 [根据 P. Singleton, 1999]

- (a) 葡萄球菌; (b) 八叠球菌; (c) 链球菌; (d), (e) 双球菌;
(f) 大肠埃希氏菌; (g) 单杆菌和链杆菌; (h) 梭状杆菌;
(i) 多形态细胞; (j) 极生单鞭毛弧菌; (k) 丛生鞭毛的螺旋菌

3. 弧菌或螺旋菌

菌细胞略弯呈弓形的为弧菌，如霍乱弧菌；细胞呈螺旋状的为螺旋菌，如迂回螺菌。

细菌一般都很小，通常以微米（ μm ）表示。不同种类的细菌大小差异很大（见表 1-1）。大多数球菌直径约 $0.5 \sim 2 \mu\text{m}$ ；杆菌一般长 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ ，宽 $0.5 \sim 1 \mu\text{m}$ 。这个大小刚刚超过光学显微镜的分辨率，要使用油浸物镜观察。

表 1-1 一些细菌的大小

名 称	细胞直径或（宽 × 长） μm
乳酸乳球菌	$0.5 \sim 1$
金黄色葡萄球菌	$0.8 \sim 1.3$
最大八叠球菌	$4 \sim 4.5$
马尔他布鲁氏菌	$0.3 \times (0.3 \sim 1.0)$
大肠埃希氏菌	$(0.4 \sim 0.7) \times (1.0 \sim 3.0)$
枯草芽孢杆菌	$(0.7 \sim 0.8) \times (2.0 \sim 3.0)$
迂回螺菌	$1.5 \times (13.0 \sim 14.0)$