

高等农业院校合编教材

动物微生物学

河南农业大学 主编

中国科学技术出版社

前 言

为体现高等农业教育面向农业现代化,面向农村社会现代化的指导思想,进一步拓宽基础,注重新意识和实际能力的培养的实际需要,由河南农业大学、洛阳高等农业专科学校、山东农业大学等7所农业院校及部分科研单位共同编写了本教材。

本书分理论教学与实验指导两部分,前一部分包括微生物学总论、免疫学基础、细菌学与病毒学各论与食品卫生有关的微生物等主要内容;后一部分包括动物微生物学实验技术的20项实验内容。内容编排力求做到微生物学知识的系统性,又注重突出兽医专业、兽医公共卫生(卫检)专业,食品加工专业、动物检疫微生物学的特点;既注重理论知识的阐述,又注重实践能力的培养。特别是目前由于规模化养殖的发展,其所需要的动物保健知识和我国新发生的动物病原及微生态学知识都作了适当介绍。

本书可供高等农业院校兽医公共卫生专业、动物医学专业的本、专科生及考研人员、成人高教等教材使用,也可作为食品加工专业、食品检验专业及动物检疫、商检、医药卫生、防疫检疫、兽医、畜牧等科研及教学单位人员的参考书。

由于编者水平所限,编写时间仓促,书中缺点和错误在所难免,敬请使用本书的同志批评指正。

编 者
1999年9月

目 录

第一章 绪言.....	(1)
一、微生物与微生物学	(1)
二、微生物学的发展简史	(1)
三、我国微生物学发展概况	(2)
第二章 微生物的形态与结构.....	(4)
第一节 细菌的形态与结构.....	(4)
一、细菌形态	
二、细菌结构	
第二节 真菌的形态与结构	(14)
一、单细胞性真菌	
二、多细胞性真菌	
第三节 病毒的形态与结构	(18)
一、病毒的形态	
二、病毒的结构	
第四节 其它微生物的形态与结构	(22)
一、放线菌	
二、螺旋体	
三、霉形体	
四、衣原体	
五、立克次氏体	
第三章 微生物的生理	(27)
第一节 微生物细胞的化学组成	(27)
一、水分	
二、干物质	
第二节 微生物的营养与代谢	(28)
一、微生物的营养要求	
二、微生物的营养类型	
三、微生物的细胞内外的物质交换	
四、微生物酶	
五、微生物的呼吸	
六、微生物的代谢产物	
第三节 微生物的生长繁殖	(39)
一、细菌的生长与繁殖	
二、真菌的生长与繁殖	

三、病毒的增殖与培养	
第四节 微生物的培养特性	(49)
一、细菌的培养特性	
二、真菌的培养特性	
三、病毒的培养特性	
第四章 微生物分类	(53)
第一节 微生物在生物中的分类地位	(53)
第二节 细菌的分类	(54)
一、细菌分类的指征	
二、细菌分类的方法	
三、细菌的分类体系	
四、细菌种的划分和种以下的分类单位	
五、细菌的命名	
第三节 病毒的分类	(59)
一、病毒的分类	
二、病毒的命名	
第五章 微生物生态	(64)
第一节 概述	(64)
第二节 空气和水的微生物生态学	(65)
一、空气中细菌分布	
二、空气中病原菌及空气污染	
三、水中微生物分布	
四、水中微生物学检验	
第三节 土壤中微生物生态学	(67)
一、土壤中微生物的组成和分布	
二、细菌对自然界的物质的转化作用	
第四节 动物微生物生态学	(68)
一、反刍动物微生物生态学	
二、非反刍动物微生物生态学	
第五节 微生态平衡	(70)
一、微生态平衡的概念	
二、微生态平衡的标准	
三、微生态平衡的影响因素	
第六节 微生态失调	(71)
一、微生态失调概念	
二、微生态失调分类	
三、微生态失调影响因素	
四、菌群失调的调整	
第六章 环境因素对微生物的影响	(75)

第一节 物理因素对微生物的影响	(75)
一、温度	
二、干燥	
三、渗透压	
四、光线和射线	
五、超声波	
六、氧化还原电势	
七、滤过除菌	
第二节 化学因素对微生物影响	(82)
一、化学消毒剂	
二、化学治疗剂	
第三节 生物因素对微生物的影响	(85)
一、抗生素	
二、噬菌体和细菌素	
第七章 微生物的遗传与变异	(87)
第一节 微生物遗传变异的物质基础	(87)
第二节 微生物的变异现象	(88)
一、形态结构变异	
二、毒力变异	
三、培养特性变异	
四、代谢和对药物敏感性变异	
第三节 微生物遗传变异机制	(90)
第四节 人工定向变异的方法及应用	(93)
一、筛选	
二、人工诱变	
三、杂交育种	
四、基因工程	
五、基因工程应用	
第八章 细菌的致病性与传染	(97)
第一节 构成病原菌毒力的要素	(97)
一、侵袭力	
二、毒素	
三、毒力的测定单位	
第二节 致动物传染的必要条件	(100)
一、病原细菌的毒力与数量	
二、病原菌入侵门户	
三、易感动物	
四、外界环境条件	
第三节 动物体对传染的表现形式	(101)

一、明显传染	
二、隐性传染和带菌现象	
第九章 免疫学基础	(103)
第一节 免疫系统	(104)
一、免疫器官	
二、免疫细胞	
第二节 抗原抗体	(111)
一、抗原	
二、抗体	
第三节 抗原抗体反应	(123)
一、抗原抗体反应的一般规律	
二、常用的抗原抗体反应	
第四节 机体的免疫力	(137)
一、非特异性免疫	
二、特异性免疫	
三、抗传染免疫	
四、免疫耐受和免疫缺陷	
第五节 变态反应	(151)
一、第Ⅰ型变态反应	
二、第Ⅱ型变态反应	
三、第Ⅲ型变态反应	
四、第Ⅳ型变态反应	
第六节 免疫学的实际应用	(155)
一、免疫学诊断	
二、免疫学防治	
第十章 重要的病原微生物	(161)
第一节 结核分枝杆菌	(161)
一、形态与染色	
二、培养特性	
三、生化特性	
四、菌体成分与抗原性	
五、抵抗力	
六、致病性	
七、免疫性	
第二节 布氏杆菌属	(163)
一、形态、及染色特性	
二、培养特性	
三、生化特性	
四、抗原构造	

五、抵抗力与变异性	
六、致病性与免疫性	
七、微生物学诊断	
第三节 炭疽杆菌.....	(167)
一、形态与染色特性	
二、培养特性	
三、生化特性	
四、抗原构造	
五、致病性及毒性	
六、抵抗力	
七、微生物学诊断	
八、免疫	
第四节 猪丹毒杆菌.....	(170)
一、形态及染色	
二、培养特性	
三、生化特性	
四、抵抗力和致病性	
五、抗原特性	
六、微生物学检查	
第五节 多杀性巴氏杆菌.....	(172)
一、形态及染色	
二、培养特性	
三、生化特性	
四、抵抗力和致病性	
五、抗原特性	
六、微生物学检查	
第六节 葡萄球菌与链球菌.....	(173)
一、葡萄球菌	
二、链球菌	
第七节 假单胞菌属.....	(178)
一、鼻疽假单胞菌	
二、绿脓假单胞菌	
第八节 厌氧芽胞杆菌属.....	(179)
一、肉毒梭菌	
二、魏氏梭菌	
三、破伤风梭菌	
四、气肿疽梭菌	
五、腐败梭菌	
六、诺维氏梭菌	

第九节 嗜血杆菌属.....	(186)
一、属的特征	
二、培养特性	
三、血清型	
四、抵抗力	
五、致病性	
六、免疫和治疗	
第十节 沙门氏菌属.....	(188)
一、形态及染色特性	
二、培养特性	
三、生化特性	
四、抗原特性	
五、抵抗力	
六、致病性	
七、微生物学诊断	
第十一节 埃希氏菌属.....	(190)
一、形态及染色	
二、培养及生化特性	
三、抗原及变异	
四、抵抗力	
五、致病性	
六、微生物学诊断	
七、免疫及防治	
第十二节 钩端螺旋体.....	(192)
一、形态及染色	
二、培养特性	
三、生化特性	
四、抵抗力与致病性	
五、抗原特性	
六、微生物学检查	
第十三节 病原真菌.....	(195)
一、流行性淋巴管炎囊球菌	
二、表皮丝状菌	
三、镰刀菌属	
四、曲霉属	
第十四节 口蹄疫病毒.....	(199)
一、生物学特性	
二、免疫性	
三、致病性	

四、微生物学诊断	
第十五节 猪瘟病毒	(201)
一、生物学特性	
二、抵抗力	
三、致病性	
四、微生物学诊断	
第十六节 猪细小病毒	(203)
一、生物学特性	
二、培养特性	
三、抵抗力	
四、致病性	
五、微生物学诊断	
六、防制	
第十七节 猪生殖和呼吸综合征病毒	(204)
一、生物学特性	
二、培养特性	
三、抵抗力	
四、致病性	
五、免疫性	
六、微生物学检查	
七、防制	
第十八节 伪狂犬病病毒	(205)
一、生物学特性	
二、抵抗力	
三、培养特性	
四、致病力	
五、微生物学诊断	
六、防制	
第十九节 禽流行性感冒病毒	(207)
一、生物学特性	
二、培养特性	
三、抵抗力	
四、致病性	
五、微生物学诊断	
第二十节 鸡新城疫病毒	(210)
一、生物学特性	
二、抵抗力	
三、致病性	
四、检验技术	

第二十一节 马立克氏病毒.....	(212)
一、生物学特征	
二、抵抗力	
三、致病性	
四、微生物学诊断	
第二十二节 鸡传染性法氏囊炎病毒.....	(214)
一、生物学特性	
二、培养特性	
三、抵抗力	
四、致病性	
五、免疫性	
六、微生物学检查	
七、防制	
第二十三节 减蛋综合症病毒.....	(215)
一、生物学特性	
二、培养特性	
三、抵抗力	
四、致病性	
五、微生物学检查	
第二十四节 鸭瘟病毒.....	(217)
一、生物学特性	
二、培养特性	
三、抵抗力	
四、致病性	
五、微生物学检查	
六、防制	
第二十五节 小鹅瘟病毒.....	(218)
一、生物学特性	
二、培养特性	
三、抵抗力	
四、病原性	
五、微生物学诊断	
六、免疫	
第二十六节 阮病毒.....	(219)
一、生物学特性	
二、抵抗力	
三、致病性	
四、微生物学诊断	
五、防制	

第二十七节 狂犬病病毒.....	(222)
一、生物学特性	
二、培养特性	
三、抵抗力	
四、致病性	
五、微生物学检查	
第十一章 与食品卫生有关的微生物.....	(225)
第一节 食品中微生物的来源.....	(225)
一、土壤中的微生物	
二、空气中的微生物	
三、水中的微生物	
四、来自人和动物的微生物	
五、用具及其它方面的微生物	
第二节 乳及乳制品中的微生物.....	(226)
一、鲜牛乳中的微生物	
二、奶粉中的微生物	
第三节 肉类中的微生物.....	(228)
一、肉类中微生物的来源	
二、肉类中微生物的种类	
三、肉类的变质现象与微生物变化	
第四节 鱼类中的微生物.....	(229)
一、鱼中微生物的来源与种类	
二、鱼类变质与微生物变化	
第五节 蛋中的微生物.....	(230)
一、鲜蛋中的微生物来源	
二、鲜蛋中的微生物类群	
三、鲜蛋变质现象与微生物变化	
第六节 罐藏食品中的微生物.....	(231)
一、罐藏食品中微生物的来源	
二、罐藏食品变质与微生物变化	
三、罐藏食品的变质原因分析	
第十二章 发酵工业中常用常见的微生物.....	(234)
第一节 细菌.....	(234)
一、枯草芽孢杆菌	
二、啤酒片细菌	
三、肠膜状明串珠菌	
四、乳链球菌	
五、德氏乳酸杆菌	
六、醋化醋杆菌	

七、北京棒杆菌	
八、保加利亚乳杆菌	
九、嗜热链球菌	
第二节 放线菌.....	(236)
一、链霉菌属	
二、小单孢菌属	
三、诺卡氏菌属	
四、孢囊链霉菌属	
第三节 酵母菌.....	(237)
一、酿酒酵母	
二、卡尔斯伯酵母	
三、异常汉逊氏酵母异常变种	
四、粘红酵母粘红变种	
五、热带假丝酵母	
六、产月假丝酵母	
七、解脂假丝酵母解脂变种	
八、棉病针孢酵母	
九、白地霉	
第四节 霉菌.....	(240)
一、黑曲霉	
二、黄曲霉	
三、米曲霉	
四、桔青霉	
五、产黄青霉	
六、产黄头孢霉	
七、微小毛霉	
八、爪哇毛霉	
九、鲁氏毛霉	
十、总状毛霉	
十一、高大毛霉	
十二、无根根霉	
十三、米根霉	
十四、华根霉	
十五、黑根霉	
第五节 噬菌体.....	(245)
一、噬菌体的形态和构造	
二、噬菌体的生长和繁殖	
三、噬菌体的生活史	
四、噬菌体的防制	

实验基本技术.....	(251)
实验须知.....	(251)
一、微生物学实验的目的与要求	
二、注意事项	
实验一、显微镜的油浸系的使用及细菌基本形态观察	(251)
实验二、细菌抹片的制备和染色	(253)
实验三、培养基的制备	(258)
实验四、细菌的分离培养及培养性状的观察	(261)
实验五、真菌的分离培养及培养性状的观察	(268)
实验六、真菌的制片及形态观察	(269)
实验七、细菌的生化试验	(270)
实验八、动物试验法	(279)
实验九、凝集试验	(283)
实验十、沉淀反应	(286)
实验十一、补体结合反应	(288)
实验十二、荧光抗体染色法	(296)
实验十三、酶联免疫吸附试验(ELISA)	(297)
实验十四、主要病原菌的认识(一)	(299)
实验十五、主要病原菌的认识(二)	(300)
实验十六、主要病原菌的认识(三)	(302)
实验十七、酵母菌细胞形态观察	(305)
实验十八、放线菌的形态观察	(305)
实验十九、霉菌的形态观察	(306)
实验二十、病毒学实验技术	(308)
附录一、常用玻璃器材的准备	(319)
附录二、常用仪器的使用	(322)
附录三、常用培养基的制备	(328)

第一章 绪 言

一、微生物与微生物学

微生物是个体细小、肉眼看不见、必须用光学显微镜才能观察到的一群结构比较简单、繁殖迅速的最微小的生物的总称。它包括细菌、放线菌、真菌、螺旋体、霉形体、立克次氏体、衣原体、病毒和少数藻类等不同类群。

微生物在自然界的分布极其广泛，如土壤、空气、水、人和动植物体上及食品中都有数量不等的微生物存在。其中绝大多数对人类和动植物是有益的，它们或参与自然界各种物质的转化（如碳、氮循环等），或为工业生产提供生物学动力（如制面包、酿酒、制醋、制革及石油脱蜡等），或有助于人、畜消化食物（人、畜肠道的正常菌群是消化食物不可缺少的），或生产对其它微生物有拮抗作用的物质（如青霉菌产生的青霉素、灰链丝菌产生的链霉素等）。而另一部分微生物则可引起人、动物和植物的不同疫病，成为病原微生物。

微生物学是研究微生物的形态、生理、遗传与变异和分类以及与人类、自然界相互关系的一门科学，它是生物学的一门分支科学。根据研究对象和目的的不同，微生物学又可分为普通微生物学、农业微生物学、工业微生物学、医学微生物学、畜牧微生物学、兽医微生物学等等。

随着食品工业的发展，微生物学在食品工业中的应用日趋广泛。特别是研究食品加工、保藏及卫生检验的微生物学基本知识和技能从而做到充分发挥有益微生物的作用，控制腐败微生物与病原微生物的活动，是本学科的重要研究内容。

本课程是食品卫生检验专业、兽医公共卫生专业、食品加工专业等必不可少的专业基础课，学好本课程对进一步学好专业课至关重要。

二、微生物学的发展简史

自古以来，人们就知道利用有益的微生物为人类服务。在我国4千多年前的大禹时代，（公元前2至3世纪）就已知酿酒，周朝会做酱，公元五世纪，在古农书《齐民要术》中已有作曲、作醋、作沮（利用乳酸发酵以保存蔬菜）等的记载。对传染病的认识方面，周朝已知有人畜传染病发生；公元前5世纪襄公时已知道驱逐疯狗以防狂犬病传染；11世纪已有应用痘痂喷鼻法和浆苗接种法以预防天花。尽管如此，但因古代科学技术不发达，始终未能发现和证实微生物的真正存在。微生物作为一门科学，乃是17世纪末叶以后逐渐形成的，可以概括为三个阶段。

（一）形态学发展阶段

至17世纪末叶，由于适应因贸易发展而兴起的航海事业的需要，光学仪器（望远镜、天文望远镜）得到了极大的改善。1676年荷兰人安东·吕文虎克（Antony van Leeuwenhoek）继前人研究成果之后制成了较为完善的复式显微镜（约扩大200倍），并用此显微镜检查了齿垢、粪便、井水和各种浸出物，首先观察到了许多小生物。后来（1698年）该氏把这些发现记载于《安东·吕文虎克发现了自然的秘密》一书中。根据这本书的插图来看，当时他看到了细菌的各种基本形态，即球状、杆状和螺旋状，以及包括球虫在内的原虫。该氏

被后世誉为“细菌学之父”。

随着显微镜的创制成功，开始了微生物学发展史上的第一个时期——形态学时期。在这一时期，借助显微镜观察了许多种细菌，进行了简单的形态学描述，这一时期由17世纪末至19世纪中叶，延续将近200年之久。

(二) 生理学发展阶段

微生物学发展史上的第二个时期——生理学时期，是19世纪中叶开始的，此时期的奠基人为法国学者巴斯德(Pasteur, 1822—1895)。他通过对微生物发酵作用的研究，开始揭示了微生物生命活动的规律。他以巨大的发现证实了细菌等微生物的活动是引起自然界和酿造工业发酵的原因，而且是由不同种类的发酵菌引起的。以后，他又发现蛋白质的腐败也是微生物所引起的。他还发明了巴斯德消毒法，广泛地用于食品制造业的消毒工作。

巴斯德在免疫研究方面也作了重大贡献，他相继创制了鸡霍乱菌苗、炭疽菌苗、狂犬病疫苗和猪丹毒菌苗。他发现运用定向变异的原则可使病原毒力减弱，但仍保持良好的免疫原性，从而为制备各种弱毒苗奠定了初步的理论和技術基础。他不愧为免疫学的主要奠基人之一。

继巴斯德之后，德国科学家郭霍(Koch, 1843—1910)创造了一系列的特殊研究技术，推动了微生物学的发展，他发明了细菌染色的方法和应用固体培养基分离培养细菌的方法，为以后陆续发现许多传染病的病原体提供了技术条件。

微生物学的生理学发展阶段从1870年至1920年，大约经过了50年时间。

(三) 近代微生物学发展阶段

进入20世纪，特别是近20几年以来，微生物学由于应用了生物学、分子生物学、物理学、生物物理学、化学和生物化学等学科的最新理论和技术，使其在理论和技术方面都取得了惊人的成就。概括起来，近年来微生物领域有三大进展，即微生物的遗传学、免疫学及病毒学，而且这三门学科都已发展成为独立科学。

在实验技术上的突出成就是：由于电子显微镜的应用，使得人们能观察到包括细菌、病毒等在内的亚细胞结构与分子结构；由于标记抗体技术(如酶标记抗体技术、荧光标记抗体技术、同位素标记抗体技术)的应用，在疾病诊断及抗原抗体反应的理论研究方面，提供了有力的工具；由于细胞培养、空斑技术、蛋白质及核酸提纯技术的应用，大大便利了病毒学的研究。

近代微生物学的研究已达到了分子水平，细菌已成为现代研究基因工程的重要对象和实验手段，从而大大推动了其它生物工程的研究。可以毫不夸大地说，在近代科学中，微生物学已成为对人类福利贡献最大的一门科学。

三、我国微生物学的发展概况

我国劳动人民虽然在数千年前就已经利用微生物来为人类服务，具有悠久的历史。但由于长期的封建反动统治和帝国主义侵略，科学技术和生产水平的发展严重地受到阻碍，以致在旧中国时代，微生物的研究和应用处于十分落后的状态。

新中国成立以后，党和政府在发展生产，提高人民生活水平的同时，非常重视文化和科学技术水平的提高，微生物学也和其他各门科学一样，得到了空前蓬勃的发展。微生物学工作者的队伍不断壮大、微生物学的事业日益繁荣、微生物学的研究成果累累。建国初期，

国首先成功地分离培养了沙眼衣原体，在国际上也属创举；随后发现了亚洲甲型流感病毒；研制成功了扩大40~80万倍的电子显微镜；在疫苗研制方面，陆续研制成功了数十种新的疫苗，如猪瘟兔化弱毒疫苗、兔化牛瘟疫苗、乙型肝炎疫苗、布氏羊型五号（M₅）苗和布氏猪型二号（S₂）弱毒苗、马传染性贫血病弱毒苗、羊痘鸡胚化苗和牛肺疫兔化疫苗等。在生物技术研究方面，作为四大主体技术的遗传工程、细胞工程、酶工程和发酵工程都与微生物学的研究密不可分，利用上述技术已研制成功了胰岛素、干扰素、胸腺肽、转移因子、口蹄疫疫苗、鸡新城疫疫苗、大肠杆菌K₈₈基因工程苗、数种单克隆抗体等生物制剂用于疾病的诊断与防治；在农业、食品工业、环境保护乃至冶金、炼油、选矿等方面都取得了辉煌的成就。特别是在十一届三中全会以来，由于党的政策的英明正确，我国人民的生活水平得到了很大提高，食物结构逐渐发生变化，动物性食品占整个食品的比例不断上升，食品工业，尤其是动物食品工业不断发展。因此，微生物在食品加工、食品污染、质量控制中的地位已经引起了人们的高度重视，微生物学在食品工业的应用前景十分广泛。微生物学工作者在上述领域大有可为，让我们在微生物这个广阔的世界里，为人类的健康，幸福做出更大的贡献。

第二章 微生物的形态与结构

微生物的种类繁多，与动物性食品有关的微生物有细菌、真菌、放线菌和病毒等。不同的微生物其形态结构也不相同，研究这些微生物的形态和结构，对于微生物的鉴别和生理机能的研究具有重要意义，也是微生物学的重要内容之一。

第一节 细菌的形态与结构

细菌 (Bacteria) 是一种具有细胞壁的单细胞微生物，属于原生生物界的原核细胞。它是自然界分布极为广泛，与人类生活关系极为密切的一种微生物，不少细菌已被人们用于农业生产、工业发酵、污水处理以及疾病预防等方面，为人类创造了不少财富。但是，还有许多细菌能引起人、动物和植物的疾病，以及食品的腐败变质。

各种细菌在一定的环境条件下，具有相对稳定的形态与结构。一般将细菌染色后用光学显微镜观察，可识别各种细菌的形态特征，而其内部的超微结构须用电子显微镜检查才能看到。了解细菌的形态与结构特点，对鉴别和分类细菌、诊断畜禽疾病，掌握细菌的致病性和免疫性等方面都有很大的价值。

一、细菌的形态

(一) 细菌的大小 细菌个体微小，直接用肉眼是观察不到的，要借助光学显微镜才能看到。测量细菌的大小，通常用微米 (Micrometer 简写 μm) 为单位。一微米等于千分之一毫米 (mm)。不同种类的细菌，大小差别很大，同一种细菌在其生长繁殖的不同阶段，也可以呈现不同的大小。长的细菌可达 $80\ \mu\text{m}$ 以上，短的仅有 $0.2\ \mu\text{m}$ ；而大多数常见的细菌则在几个 μm 之间。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 $0.5\sim 1\ \mu\text{m}$ ；螺旋菌的长度在 $2\sim 20\ \mu\text{m}$ 、宽在 $0.4\sim 2\ \mu\text{m}$ 之间。

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。但同一菌落中的细菌其个体大小也不完全相同。在一定的范围内各种细菌的大小是相对稳定而且具有特征性的，因而，可以作为鉴定细菌种类的一个依据。

(二) 细菌的基本形态和排列 根据细菌的外形，可将细菌的形态分为三种基本类型，即球状、杆状和螺旋状，并据此把细菌分为球菌、杆菌和螺旋菌三大类。

细菌的繁殖方式是简单的裂殖。有些细菌分裂后，彼此分离，单个存在，有些细菌则仍有原浆带相连，形成一定的排列方式。各种细菌的外形和排列方式，在正常情况下，相对稳定，可以作为细菌分类与鉴定的一种依据。

1. 球菌 (Coccus) 球菌大都呈现有规则球形，有的略长呈矛头状、肾状、或扁豆形。单个球菌直径约为 $0.8\sim 1.2\ \mu\text{m}$ 。按其分裂方式和分裂后的排列形式不同，可将球菌分为单球菌、双球菌、四联球菌、八迭球菌、链球菌和葡萄球菌等 (图2-1)。

(1) 单球菌 球菌在分裂后，分散单独存在的球菌。例如尿素小球菌。

(2) 双球菌 在一个平面上分裂，分裂后两个菌相连存在，其接触面扁平，菌体变成