

微生物学

广东高等教育出版社

中南六省(区)师专教材

微生物学

主 编 黄祖荫

编写人员 黄祖荫 王宝林

邱炳麟 谭灼卿

广东高等教育出版社

中南六省(区)师专教材

编写人员

黄祖荫 (广州师专)

谭灼卿 (广州师专)

王宝林 (湖北黄冈师专)

邱炳麟 (湖南怀化师专)

微生物学

黄祖荫 主编

广东高等教育出版社出版

广州中医学院印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 13.125印张 263千字

1989年8月第1版 1989年8月第1次印刷

印数1—4,000册

ISBN 7-5361-0297-6/Q·4

定价: 2.90 元

前 言

教材建设是学校三大基本建设之一。长期以来,高等师范专科教育没有一套具有自己特点、较为系统的教材,影响了教育质量的提高。为了深化高等师范专科教育的改革,为普及九年制义务教育培养更多的合格教师,中南六省(区)教委(高教局)高教(教学)处,共同组织六省(区)师专及部分有关高校的教师,协作编写了师专12个专业85门主干课程的通用教材。

编写这套教材的指导思想是,从高等师范专科教育人才培养的目标出发,根据国家教委新制定的二年制师专教学计划、教学大纲的要求,兼顾三年制和双科制专业的需要,力求突出适用性、科学性及高等师范专科教育的特点。因此,这套教材,不仅适用于普通高等师范专科教育,而且也适用于教育学院和电大普通师范教育相关专业的教学,同时,还可作在职初中教师的培训和自修教材。

《微生物学》教材以国内高等师范专科学校历年所采用的各种版本教材为依据,按上述指导思想进行了一系列的修改、补充。参照国家教委制定的教学大纲和考虑到作为一个初中生物教师必须具备的微生物学知识来安排内容,要求贯彻少而精的原则;全书共分九章。基础理论方面,力求作简明扼要的论述外,还充分利用表格和插图来归纳和加强理解;微生物在工农业生产上的应用内容另立一章,使理论联系实际更紧密;同时把实验指导作为一章与教材配套,实验课的选材有选择性;总学时数为70学时。这些,无疑为师范专科学校微生物学的教学提供了方便。

参加本教材编写工作的有三所院校,其中广州师专为主编单位。

这套教材是按主编负责,分工编写的原则成书的。由于这样大规模有组织地进行教材编写对我们来说还是第一次,因而错误缺点在所难免,恳请读者批评指正。

中南六省(区)师专
协作教材编委会
一九八八年三月

目 录

绪论	(1)
第一章 微生物的形态结构	(5)
第一节 细菌	(5)
一、细菌的形态和大小	(5)
二、细菌的细胞结构	(7)
三、细菌的群体形态和特征	(14)
四、细菌的繁殖	(15)
五、细菌的分类	(15)
六、细菌的代表科或属	(18)
七、细菌形态学检查法	(20)
第二节 放线菌	(21)
一、放线菌与人类生活及生产的关系	(21)
二、放线菌的形态结构	(22)
三、放线菌的繁殖方式	(22)
四、放线菌的菌落特征	(23)
五、放线菌的代表属	(23)
第三节 立克次氏体、枝原体、衣原体、蓝细菌	(24)
一、立克次氏体	(24)
二、枝原体	(24)
三、衣原体	(25)
四、蓝细菌	(25)
第四节 酵母菌	(26)
一、酵母菌的形态和大小	(26)
二、酵母菌的细胞结构	(26)
三、酵母菌的繁殖方式和生活史	(27)
四、酵母菌的菌落特征	(27)
五、常见的酵母菌	(27)
第五节 霉菌	(28)
一、霉菌的形态结构	(28)
二、霉菌的菌落特征	(28)
三、霉菌的繁殖方式	(29)
四、常见的霉菌	(30)
第六节 大型真菌	(32)
一、蕈菌的形态特征	(32)

二、常见的食用菌.....	(33)
第七节 病毒	(34)
一、病毒的形态结构.....	(35)
二、病毒的增殖.....	(38)
三、病毒的种类.....	(42)
第二章 微生物的营养	(47)
第一节 微生物的营养需要、营养物质及其功能	(47)
一、微生物细胞的化学组成.....	(47)
二、营养物质及功能.....	(47)
第二节 微生物的营养类型	(49)
一、光能自养型微生物.....	(49)
二、光能异养型微生物.....	(49)
三、化能自养型微生物.....	(49)
四、化能异养型微生物.....	(49)
第三节 微生物对营养物质的吸收	(50)
一、单纯扩散.....	(50)
二、促进扩散.....	(50)
三、主动运输.....	(50)
四、基团转位.....	(51)
第四节 培养基	(51)
一、配制培养基的原则.....	(51)
二、培养基的类型及其应用.....	(51)
第三章 微生物的生长	(53)
第一节 微生物纯培养的生长	(53)
一、纯培养的概念和分离方法.....	(53)
二、细菌的个体生长.....	(54)
三、细菌的群体生长.....	(56)
第二节 影响微生物生长的理化因素	(58)
一、温度.....	(59)
二、pH值.....	(59)
三、氧化—还原电位.....	(59)
四、渗透压.....	(59)
五、表面张力.....	(60)
六、氧气.....	(60)
第三节 抑菌、灭菌和化学治疗	(61)
一、抑菌和灭菌的物理因素.....	(61)
二、抑菌和灭菌的化学因素.....	(62)
三、化学治疗剂对微生物的作用.....	(62)

第四章 微生物代谢	(64)
第一节 微生物代谢中的酶	(64)
一、氧化还原酶类	(64)
二、水解酶类	(64)
三、转移酶类	(64)
四、裂合酶类	(64)
五、异构酶类	(65)
六、合成酶类	(65)
第二节 微生物的产能代谢	(65)
一、发酵作用	(65)
二、呼吸作用	(68)
三、无机物氧化	(70)
四、光能转换	(71)
第三节 微生物的分解代谢	(72)
一、淀粉的分解	(72)
二、纤维素的水解	(72)
三、果胶质的水解	(72)
四、木素和芳香族化合物的分解	(73)
五、含氮有机物的分解	(73)
六、含硫、磷有机物的分解	(73)
第四节 微生物的合成代谢	(74)
一、多糖的合成	(74)
二、蛋白质的合成	(74)
三、脂肪酸的合成	(76)
第五节 微生物的固氮作用	(76)
一、固氮生物的种类	(76)
二、根瘤菌和根瘤的形成	(77)
三、生物固氮	(77)
第六节 微生物代谢产物	(79)
一、分解代谢产物	(79)
二、合成代谢产物	(79)
三、次生代谢产物	(79)
第五章 微生物的遗传变异和菌种选育	(81)
第一节 微生物的突变	(81)
一、基因突变及其主要特征	(81)
二、基因突变的分子机制	(83)
三、微生物突变体的主要类型	(85)
第二节 细菌的基因重组	(86)

一、转化	(86)
二、接合	(87)
三、转导	(88)
四、溶原转变	(89)
第三节 诱变育种	(89)
一、诱变育种的一般方法	(89)
二、营养缺陷型的筛选	(92)
第四节 菌种的退化、复壮和保藏	(93)
一、菌种的退化	(93)
二、退化菌种的复壮	(94)
三、菌种的保藏	(94)
第六章 微生物的生态	(96)
第一节 微生物在自然界的分布	(96)
一、土壤中的微生物	(96)
二、水体中的微生物	(97)
三、空气中的微生物	(98)
四、粮食和食品中的微生物	(99)
五、正常人体及动、植物体上的微生物	(99)
第二节 自然界的物质循环与污水的微生物处理	(99)
一、微生物在自然界物质循环中的作用	(99)
二、污水的微生物处理	(102)
第三节 微生物的生物环境	(103)
一、互生关系	(103)
二、共生关系	(104)
三、竞争关系	(104)
四、拮抗关系	(105)
五、寄生关系	(105)
六、猎食关系	(105)
第四节 微生物灾害及其防治	(106)
一、微生物灾害的对象	(107)
二、防止微生物灾害的杀菌剂	(107)
第七章 微生物在工、农业生产中的应用	(109)
第一节 微生物肥料和农药	(109)
一、根瘤菌肥料	(109)
二、“五四〇六”菌肥	(109)
三、微生物农药	(110)
第二节 微生物饲料	(110)
一、青贮饲料	(111)

二、发酵饲料·····	(111)
三、菌体蛋白饲料·····	(112)
第三节 沼气发酵 ·····	(112)
一、沼气发酵的微生物·····	(112)
二、沼气发酵的条件·····	(112)
三、沼气池及其管理·····	(113)
第四节 饮料和食品酿造 ·····	(116)
一、饮料·····	(116)
二、食品酿造·····	(116)
第五节 用微生物生产酶 ·····	(117)
第八章 传染与免疫 ·····	(118)
第一节 细菌性传染 ·····	(118)
一、细菌性传染机制·····	(118)
二、环境因素对细菌性传染的影响·····	(119)
第二节 抗原 ·····	(120)
一、抗原的性质和种类·····	(120)
二、微生物的抗原物质·····	(122)
第三节 非特异性免疫 ·····	(123)
一、免疫屏障·····	(123)
二、吞噬作用·····	(124)
三、正常体液和组织中的抗微生物物质·····	(124)
第四节 特异性免疫 ·····	(127)
一、特异性免疫的概念·····	(127)
二、特异性免疫的组织学基础·····	(127)
三、抗体与体液免疫·····	(131)
四、细胞免疫·····	(134)
五、特异性免疫的获得方式·····	(135)
六、特异性免疫与非特异性免疫小结·····	(135)
第五节 变态反应 ·····	(136)
一、变态反应的概念·····	(136)
二、变态反应的分类·····	(136)
第六节 免疫学知识的应用 ·····	(138)
一、血清学反应·····	(138)
二、免疫学防治·····	(141)
第九章 微生物学实验 ·····	(144)
实验一 玻璃器皿的清洗、包扎和干热灭菌·····	(144)
实验二 显微镜的使用方法及细菌形态、运动性的观察·····	(146)
实验三 简单染色法及革兰氏染色法·····	(148)

实验四	放线菌形态观察	(149)
实验五	酵母细胞形态观察及死活细胞的染色鉴别	(150)
实验六	霉菌的形态观察	(152)
实验七	芽孢染色法	(153)
实验八	荚膜染色法	(154)
实验九	鞭毛染色法	(155)
实验十	细胞壁染色法	(157)
实验十一	伴孢晶体染色法	(158)
实验十二	核染色法	(158)
实验十三	显微镜测微技术	(159)
实验十四	培养基的配制及灭菌	(160)
实验十五	细菌菌落制片	(162)
实验十六	微生物显微镜直接计数法	(163)
实验十七	微生物的平板菌落计数法	(164)
实验十八	细菌鉴定中常用的生化反应试验	(165)
实验十九	水的细菌学检查	(170)
实验二十	菌种保藏	(174)
实验二十一	昆虫病毒的培养	(176)
实验二十二	抗原与抗体的制备	(177)
实验二十三	凝集反应	(179)
附录		(182)
一、	常用玻璃器皿名称规格	(182)
二、	洗涤液配方	(184)
三、	细菌过滤器种类规格及清洗方法	(184)
四、	培养基配方	(186)
五、	用过的琼脂回收法	(191)
六、	染色液	(192)
七、	筛目、筛号与筛孔内径的关系(表—1)	(193)
八、	乙醇稀释(表—2)	(194)
九、	常用消毒剂 and 杀菌剂	(194)
十、	缓冲液	(195)
十一、	饱和水汽压力与温度关系	(198)
十二、	灭菌压力与灭菌器内温度关系	(199)

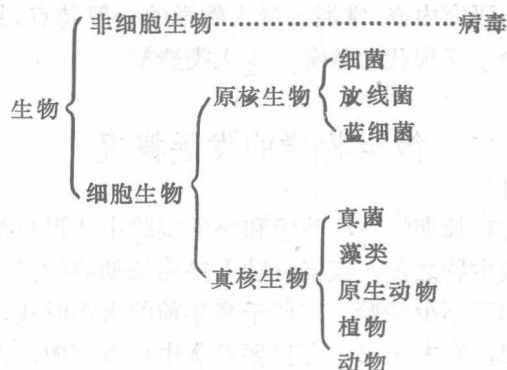
绪 论

一、微生物学的研究对象与任务

微生物学的研究对象

自然界中微生物种类繁多，形态各异，它们有许多不同类群。所谓微生物是指所有形态微小，单细胞或个体结构较为简单的多细胞，甚至没有细胞结构的低等生物的通称。这些微小的生物用肉眼看不见，必须用光学显微镜甚至电子显微镜才能看清它们的形态结构。在日常生活中，微生物引起的现象，如人和动物、植物的传染病，酿造酒醋，食物的腐败等，都是微生物生命活动所引起的。微生物包括细菌、放线菌、立克次氏体、衣原体、枝原体、真菌和病毒等类群，但以细菌为微生物学的主要研究对象。微生物在生物的六界系统中占有四界，可见其在生物界中的重要性。

微生物可分为原核生物和真核生物，细菌、放线菌、蓝藻属原核生物，真菌属真核生物。生物各类群之间的关系及微生物在其中的地位如图—1所示。



图—1 各类生物之间的关系

微生物学的任务

微生物学是研究微生物及其生命活动的科学，研究的内容包括微生物的形态结构、分类，生理生化、生长繁殖、代谢、遗传变异、生态、传染与免疫，以及微生物之间，微生物与其它生物之间的相互关系，微生物在工、农业生产、环境保护、医疗卫生等方面的应用。

微生物具有一些不同于动物、植物的特点，主要有：

(一)种类繁多，数量大，分布广。微生物种类繁多，在自然界中已发现的真菌有10多万种，细菌2000多种，放线菌1000多种，微生物是一个十分庞杂的生物类群。它们具有多种生活方式和营养类型，广泛分布于自然界。无论是土壤、空气、河水、海洋、

动植物体的表面和内部，甚至人体内部都可找到它们的踪迹。土壤因营养丰富，有适合的水份和一定的温度，故最适宜微生物的生长，数量特别多。如1克土壤中的微生物有时可达数亿个之多。一般肥沃的土壤，微生物的种类最丰富，其中以细菌含量最多，其次为放线菌，真菌，藻类和原生动物。

(二)繁殖速度快。微生物的繁殖速度是非常迅速的，例如生产丙酮丁醇的梭状芽孢杆菌，在生长盛期，每20分钟就可繁殖一代，24小时可繁殖72代，其数量可达4万亿亿个。这是微生物广泛应用于工农业生产极有利的条件。

(三)代谢能力强，代谢类型多样性。微生物代谢能力是很强的，据推算，微生物在适当的条件下，一昼夜合成的营养物质可相当于自身原来重量的三十倍至四十倍，这是任何其它生物所达不到的。另外微生物代谢类型也有多种方式，有自养型的又有异养型的，通过微生物的生命活动，能分解有机物质和无机物质，并产生许多代谢物质和各种酶。

(四)易变异。微生物的个体微小，对外界环境条件较敏感而抗逆性差，当环境条件发生剧烈变化时，大多数个体易于死亡而被淘汰，个别个体发生变异适应新的环境而变成新的菌株。工业生产上应用这一特性，通过生产菌种的选育，可使单位产量大幅度地提高。如生产蛋白酶的栖土曲霉，其酶活性只有320单位，经紫外线诱变后的栖土曲霉，酶活力可提高到700单位。又如青霉素产生菌，原始菌株的产量每毫升仅有20单位，经过多代人工诱变处理，我国目前产量已超过15000单位。

我们明确了微生物学的研究内容，掌握了微生物学的一般特点，其目的是为了利用，控制、改造微生物，为社会主义现代化服务，为人类造福。

二、微生物学的发展概况

微生物学的发展是人们在长期的生产斗争和科学实践中认识自然，利用自然，改造自然的结果。在人类发现微生物之前，我国劳动人民在长期的生产、生活和医药实践中，已经利用微生物并积累了不少经验。在四千多年前的大禹时代，就已经知道制酒，周朝已制酱。到公元五世纪，在古农书《齐民要术》中已有制曲，制醋以及农作物轮作方法等的记载。对传染病的认识方面，周代已知有人、畜的传染病。十一世纪已有应用痘痂喷鼻法和浆苗接种法以预防天花。但总的来说，对微生物的认识还是进展得很慢的。微生物学作为一门科学，乃是十七世纪末期以后逐渐形成的，其发展过程可概括为三个阶段：

(一)形态学发展阶段 十七世纪末叶，资本主义开始发展，由于航海事业的需要，促进了光学仪器的发展，使显微镜的制造有了可能。1676年，荷兰人安东·吕文虎克(Antony Van, Leeuwenhock)经过艰苦工作，制成了能放大160—200倍的显微镜，真正看到了微生物的个体形态，并在1695年发表了发现，这就为微生物成为一门科学奠定了基础。此后，开始了对微生物形态的观察，记述时期。这个时期由十七世纪末叶至十九世纪中叶，在这近二百年之久的时间中，虽然微生物的形态学方面有较多的收获，但对于微生物的生命活动规律，则仍然所知极少。

(二) 生理学发展阶段 十九世纪中叶,随着科学与技术的发展,微生物学由形态学阶段进入了生理学阶段。法国学者巴斯德(Louis Pasteur)研究了发酵现象的本质,说明微生物是酿酒工业发酵的原因。并通过酒变质的研究,认为是杂菌引起的,把对微生物从形态研究转为生理的研究,为微生物的进一步发展奠定了基础,使微生物学的研究进入了生理学阶段。他还证明了微生物厌氧生活的现象,创造了低热消毒方法(巴斯德消毒法)。用有名的曲颈瓶试验,驳倒了自然发生论;证明了蚕的微粒子病的病原是一种原生虫,是可以传染的,这为传染病的病原学说奠定了基础;他又研究了炭疽病、狂犬病等人、畜传染病的免疫方法,在免疫学方面作出了很大的贡献。

与巴斯德同时期的其他微生物学者,在微生物学的理论和技术上也作了贡献。

微生物学经过形态学阶段和生理学阶段的发展,已经积累了很多理论和技术知识,逐渐形成为一门系统的科学。

(三) 近代微生物学的进展 二十世纪以来的数十年间,各门科学技术的高度发展,给微生物学的发展提供了理论和技术上的条件,如物理化学、生物化学、生物物理学、分子生物学的知识和技术,及三十年代电子显微镜的发明和示踪原子的应用,使微生物形态学、生理学和免疫学的研究取得了很大的成就。使微生物学内容的研究,已经达到分子的水平。

现代微生物学的发展主要有两个方面,一是研究传染与免疫,研究疾病的防治和化学治疗剂的功效。而后,微生物学在发展中要和生物化学相互结合,形成微生物和生物化学的“生化的统一性”。

微生物学的发展另一方面是和遗传学相结合。1941年比德耳(Beadk)和塔图姆(Tatum)从真菌链孢霉中分离出一系列的生化突变体,创造了一个在生化范围内分析突变的结果的新方法,导致提出“一个基因一个酶”的理论,为生化遗传学打下了基础。1944年艾弗里(Avery)证实了引起肺炎球菌形成荚膜遗传性状转化的物质是脱氧核糖核酸,第一次确切地把DNA和基因概念联系在一起。1953年,华特逊(Watson)与克里克(Crick)总结了前人的实验结果,提出了脱氧核糖核酸分子双螺旋结构模型及核酸半保留复制假说,以及弗朗克-康勒脱(Fraenkel-Conrat)关于烟草花叶病毒重组的试验,说明核酸是遗传信息载体等,为促进分子遗传学的发展起了重要作用。其后,在微生物中进行信息使核糖核酸遗传密码,以及有关病毒、固氮菌、微生物代谢的研究,都不仅具有重要的理论意义,还有极其广阔的应用前景。

此外,微生物在医药工业方面已用来生产许多药物。在食品与发酵工业方面,微生物已用于氨基酸、核苷酸、食用及饲养蛋白、酶制剂、新型农药等生产。微生物用于石油开采,环境保护也日益重要。70年代以来,基因的人工合成与基因的体外操纵,使得按照人们的需要去定向改造微生物,获得新型微生物产品成为可能。这为人工定向控制微生物遗传性状,不断满足人们的需要,展现了极其美好的前景。

微生物学在各方面积累了大量的理论知识和技术方法,成为微生物学分科的基础。因为微生物与人类的生产和生活的关系非常密切,随着知识的增长,专业化和研究一个领域或领域的一小部分愈来愈成为必要。专业化导致了微生物学进一步分科的出现,其中每一科都有它自己的研究范围。分科的目的是为了使微生物学的研究内容和深度,各有

侧重。

不同的分科方法见下表。

微 生 物 学 的 分 科 表

按 类 群 区 分	按 生 境 区 分	按 问 题 区 分
病 毒 学	水微生物学	微生物生态学
细 菌 学	土壤微生物学	病原微生物学
藻 类 学	海洋微生物学	农业微生物学
真 菌 学		畜牧微生物学
原生动物学		医学微生物学

第一章 微生物的形态结构

第一节 细菌

细菌在自然界中分布最广，数量最多，与人类的关系十分密切，是微生物学研究的主要对象。

一、细菌的形态和大小

(一) 细菌的基本形态 细菌的形态，因不同菌种或同一菌种在不同环境条件下生活而不相同，其基本形态有球形、杆形、螺旋形三种。

1. 球菌 球形或近球形的细菌称为球菌。球菌分裂后，常按一定方式排列在一起，根据球菌分裂面及分裂后各子细胞排列的方式不同，可分为：

单球菌 只有一个分裂面，子细胞呈单个排列，如尿素小球菌 (*Micrococcus ureae*)。

双球菌 只有一个分裂面，子细胞成对排列，如肺炎双球菌 (*Diplococcus pneumoniae*)。

链球菌 只有一个分裂面，子细胞呈链状排列，如溶血链球菌 (*Streptococcus hemolyticus*)。

四联球菌 有两个相互垂直的分裂面，子细胞呈田字形排列，如四联小球菌 (*Micrococcus tetragenus*)。

八叠球菌 有三个相互垂直的分裂面，子细胞呈立方体排列，如尿素八叠球菌 (*Sarcinaureae*)。

葡萄球菌 分裂面不规则，子细胞呈葡萄状排列，如金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) (图1—1)。它们虽然聚集在一起，但每个细胞仍然是独立生活的个体。

球菌的排列方式在分类上有重要意义。

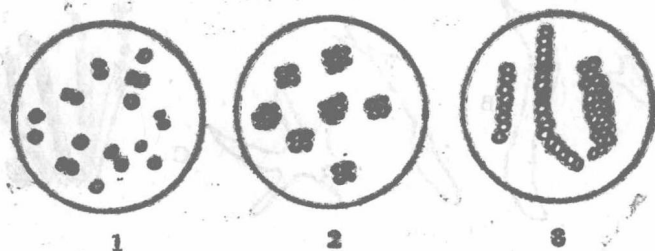


图1—1 各种菌球

1. 球菌和双球菌 2. 四联球菌和八叠球菌 3. 链球菌和葡萄球菌

2. 杆菌 杆状或棒状的细菌称为杆菌。杆菌的长短、粗细差别很大。短而粗、近似球形的称短杆菌，如产氨短杆菌 (*Brevibacterium ammonigenes*)。细而长，呈圆柱状，甚至呈丝状的称长杆菌，如乳酸杆菌 (*Lactobacillus*)。杆菌两端有的钝圆，有的略尖，有的平截状。多数杆菌分散存在，也有聚集成链状，八字形或栅状的群体。杆菌的形状和排列方式常作为分类的依据 (图1~2)。

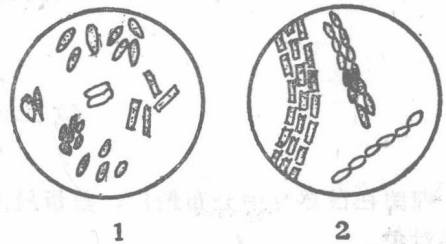


图1-2 各种杆菌

1. 杆菌 2. 链杆菌

3. 螺旋菌 细胞形状弯曲的细菌称螺旋菌。按其弯曲情况不同，分为孤菌和螺旋菌。弯曲不足一圈，呈弧形的称弧菌，如霍乱弧菌 (*Vibrio cholerae*)；弯曲超过一圈，呈螺旋状的称螺旋菌，如迂回螺旋菌 (*Spirillum volutans*)。螺旋菌常以单细胞分散存在 (图1~3)。

(二) 细菌的不规则形态

1. 多形态 细菌除了上述三种基本形态外，还有些具有其它形态，如生活在人体肠道的双歧杆菌属 (*Bifidobacterium*)，菌体分叉；生活在水中的柄杆菌属 (*Caulobacter*)，细胞呈杆状或梭形，具有一细柄可附着在基质上；臂微菌属 (*Ancalomicrobium*)，菌体有附着器；球衣细菌，因能形成衣鞘而呈丝状 (图1~4)。

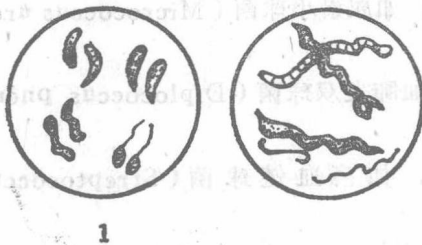


图1-3 各种螺旋菌

1. 弧菌 2. 螺旋菌

细菌的个体形态受温度，菌龄，培养基中物质的组成与浓度影响。细菌在幼龄期和适宜的培养条件下表现正常状态，当培养条件改变或菌体衰老时，细胞常会膨大或出现梨形，丝状等畸形，但再放到适宜的条件下培养时，又可恢复原状。

2. 细胞壁缺陷细菌 当细菌受到理化、生物等外因作用，而失去合成肽聚糖能力，使其失去部分或全部细胞壁，不能保持固定形态，往往出现圆形，卵圆形，纺锤

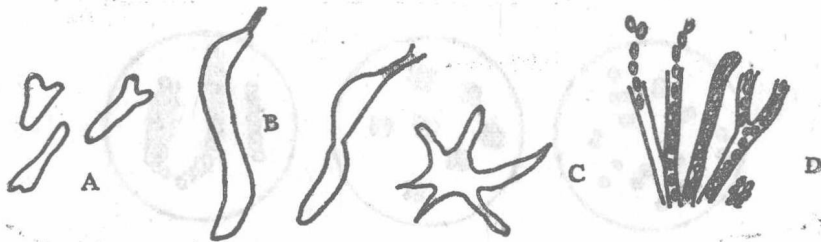


图1-4 形状特殊的细菌

A、双歧杆菌 B、柄杆菌 C、臂微菌 D、球衣细菌

形，丝状等多种形态。这类细胞壁发生了变异的细菌称为细胞壁缺陷细菌，又称L型细菌。它们在一定渗透压（等渗或高渗）条件下，可继续生活，并能繁殖后代，但许多方面的特征，如细菌的致病性、对抗生素的敏感性和抗原性都与原菌不相同。革兰氏染色呈阳性反应。在实验室中用青霉素、先锋霉素、甘油或紫外线等作用，都可诱导正常细菌转变为细胞壁缺陷细菌。

（三）细菌的大小 细菌个体微小，其大小随种类不同而异，可用测微尺在显微镜下测量，以微米（ μm ）为单位。

$$1\text{微米}(\mu\text{m}) = \frac{1}{1000}\text{毫米}(\text{mm})$$

球菌的直径一般为0.5~2微米；杆菌长约1~5微米，宽约0.5~1微米；螺旋菌一般长为1~5微米，宽0.5~2微米。同一种细菌在不同环境条件下生活，其大小会有变化。

二、细菌的细胞结构

细菌是单细胞生物，一个细胞就是一个独立生活的个体。细菌细胞有细胞壁、细胞膜、细胞核、细胞质和内含物等。是所有细菌都具有的基本结构（图1~5）。

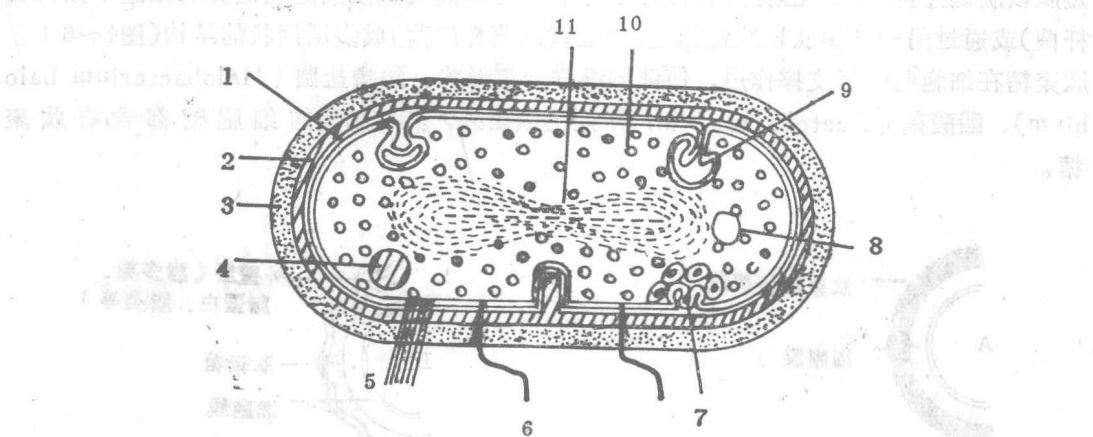


图1—5 细菌细胞结构模式图

1. 细胞质膜 2. 细胞壁 3. 荚膜 4. 异染颗粒 5. 伞毛 6. 鞭毛
7. 染色体 8. 脂质颗粒 9. 中间体 10. 核糖体 11. 原核

1. 细胞壁 细胞壁是包围在菌体表面，坚韧而富有弹性的外壁。它具有维持菌体外形和保护菌体的功能。失去细胞壁后，各种形状的细菌都会变成球形。若将细菌置于一定范围的高渗溶液中，原生质收缩，出现质壁分离现象，但细菌仍维持原来形状。细菌在一定范围的低渗溶液中，原生质吸水膨胀，但菌体不会破裂。若去掉细胞壁后，细菌在低渗溶液中则会胀破。细胞壁上有许多小孔，水和一些小分子物质可以通过，但对大分子物质有阻拦作用。