

全国高等农业院校试用教材

兽医微生物学

甘肃农业大学主编

兽医专业用

农业出版社

全国高等农业院校试用教材

兽医微生物学

甘肃农业大学主编

兽医专业用

农业出版社

编写人员 (名单按姓氏笔划排列)

江苏农学院	方定一	西北农学院	侯从远
南京农学院	杜念兴	新疆八一农学院	黄和瓚
安徽农学院	吴信法	吉林农业大学	韩有庠
华南农学院	欧守杼	沈阳农学院	韩维廉
长春兽医大学	杨本升	甘肃农业大学	廖延雄
甘肃农业大学	赵纯墉		

特邀审稿人员

杨贵贞 郑庆瑞 何正礼 王潜渊 周泰冲 房晓文 杨圣典
陈家庆 张秉彝 况乾惕

审稿人员

白荣德 刘宝全 韦家槐 任襄文 尹凤阁 陈瑶先 杨惠黎
林锦鸿 张时彦 吴彤 乔莉 曹树泽 秦学敬 罗伏根

全国高等农业院校试用教材

兽医微生物学

甘肃农业大学主编

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 24.75印张 1插页 536千字
1980年7月第1版 1984年4月北京第2次印刷
印数 17,500—25,300册

统一书号 16144·2146 定价 2.50元

前 言

本书分总论及各论两大部分。总论中介绍微生物的一般规律，如微生物的形态、结构、生理、类型、分布、分类、环境影响、传染免疫、遗传变异等。各论介绍了与畜禽疾病有关的细菌、放线菌、螺旋体、支原体、立克次氏体、真菌、病毒。对于一些近代进展如亚显微结构、免疫球蛋白、细胞免疫、核酸与遗传、病毒的复制、分类等，均在相应的部分作了一定的介绍。另编有实验指导。

本书供高等农业院校兽医专业教学用，亦可供有关的兽医工作人员的参考。

本教材编写的具体分工是：方定一 十一章，二十一章的十九、二十一、二十五、二十六节；杜念兴 八章的一、二节，二十一章的五至八节；吴信法 二章，十四章，十七章，十九章，二十一章的三、十一、十二、二十二节；欧守杼 一章，二十一章的二十节；杨本升 八章的三至七节；赵纯墉 四章，十二章的二、四节，十三章的一节，十六章，二十一章的二、四节；侯从远 五章，六章，十三章的二、三节。二十一章的十七、二十三、二十四节；黄和瓚 三章，七章，十五章的三、五节；韩有库 十二章的一、三、五、六节，十五章的一、二、四节；韩维廉 十章，二十一章的一、九、十节；廖延雄 绪言，九章，十八章，二十章，二十一章的十三至十六节、十八节。

本教材是在许多兄弟院校的有关教师共同努力协作下，在兄弟科研单位和生产单位的有关专业同志的大力支持下完成的。房晓文同志年纪大，卧病休养，仍为本书认真审稿，其他特约审稿者，亦建议殊多。中国农业科学院哈尔滨兽医研究所及中国科学院武汉微生物研究所又提供了电子显微镜图。为此，凡是对本书作过贡献的单位及同志，应表谢意。

在修订稿件时，吴信法同志因病未能参加，他的初稿部分，蒙罗伏根、韦家槐、刘宝全、乔莉、杨圣典、白荣德、侯从远等同志，分别予以协助修订。

作为教本，本书仍嫌内容太多。通过三、五年的教学实践，到那时，何取何舍，绝大部分意见将会一致，再进行修订，会比这一版较好。

由于本书问世有点匆促，缺点、问题一定不少。诚恳希望用过、看过此书的同志，提出宝贵的意见，希望以后每五年左右修订一次，使本教材能及时地反映出国内外先进水平。

编者

1979年5月

目 录

绪言.....	1
---------	---

第一篇 总 论

第一章 细菌的形态及构造	5
第一节 细菌的形态	5
第二节 细菌的构造	7
第二章 细菌生理学	20
第一节 细菌的化学组成	20
第二节 细菌的营养与代谢	22
第三节 细菌的生长与繁殖	33
第三章 其他类型的微生物	35
第一节 真菌	35
第二节 放线菌	37
第三节 螺旋体	38
第四节 支原体	38
第五节 立克次氏体 (包括衣原体)	39
第六节 病毒	40
第四章 微生物分类	41
第一节 微生物在生物中的分类地位	41
第二节 微生物的分类	43
第三节 微生物的命名	49
第五章 外界环境因素对微生物的影响	50
第一节 物理因素对微生物的影响	50
第二节 化学因素对微生物的影响	59
第三节 生物因素对微生物的影响	62
第六章 自然界微生物的分布	64
第一节 土壤中的微生物	64
第二节 水中的微生物	66
第三节 空气中的微生物	68
第四节 正常动物体的微生物	70
第五节 微生物在自然界物质转化中的作用	72
第七章 病原微生物与传染	81

第一节	病原微生物的病原性与毒力	81
第二节	病原微生物引起传染的必要条件	86
第三节	病原微生物在宿主体内的存在与排出途径	87
第八章	免疫和免疫反应	88
第一节	抗原与抗体	88
第二节	抗原抗体反应	99
第三节	机体的免疫力	126
第四节	机体的免疫反应	131
第五节	变态反应	145
第六节	免疫反应其他方面的问题	147
第七节	免疫学在疾病诊断防治方面的应用	150
第九章	微生物的遗传与变异	152
第一节	微生物遗传的机制	152
第二节	微生物的变异	156
第三节	微生物遗传变异在理论上及实践上的意义	165
第二篇 细菌各论 (附真菌)		
第十章	球菌	167
第一节	葡萄球菌属	167
第二节	链球菌属	173
第十一章	肠杆菌科	183
第一节	概述	183
第二节	埃希氏菌属	183
第三节	沙门氏菌属	188
第四节	克雷伯氏杆菌属	195
第五节	肠杆菌属	196
第六节	变形杆菌属	196
第七节	耶新氏菌属	197
第十二章	需氧培养即可生长的其他革兰氏阴性杆菌	200
第一节	假单胞菌属	200
第二节	波氏杆菌属	205
第三节	布氏杆菌属	207
第四节	嗜血杆菌属	211
第五节	巴氏杆菌属	213
第六节	放线杆菌属	217
第十三章	革兰氏阴性微嗜氧及厌氧杆菌	218
第一节	弯杆菌属	218
第二节	拟杆菌属	222
第三节	梭杆菌属	224
第十四章	芽胞杆菌科	226

第一节	芽胞杆菌属	227
第二节	梭状芽胞杆菌属	232
第十五章	革兰氏阳性无芽胞的细菌及放线菌	251
第一节	李氏杆菌属	251
第二节	丹毒杆菌属	253
第三节	棒状杆菌属	255
第四节	分枝杆菌属	258
第五节	放线菌属	264
第十六章	螺旋体科	266
第一节	概述	266
第二节	密螺旋体属	268
第三节	细螺旋体属	270
第十七章	支原体	275
第一节	概述	275
第二节	支原体的分离培养与鉴定	279
第三节	猪的支原体	281
第四节	牛的支原体	283
第五节	羊的支原体	284
第六节	禽支原体	284
第十八章	立克次氏体	285
第一节	概述	285
第二节	立克次氏体的分类及实验诊断	286
第三节	致家畜疾病的较重要的立克次氏体	287
附	衣原体	288
第十九章	病原真菌	291
第一节	概述	291
第二节	流行性淋巴管炎囊球菌	296
第三节	皮霉	297
第四节	分隔葡萄穗霉	299
第五节	镰孢菌属	301
第六节	曲霉属	303
第七节	甘薯黑斑病菌	304

第三篇 病 毒

第二十章	病毒总论	307
第一节	概述	307
第二节	病毒的结构	308
第三节	病毒的形态及大小	309
第四节	病毒的物理化学性状	312

第五节	病毒的抵抗力	315
第六节	病毒的复制	316
第七节	病毒的分离培养	319
第八节	干扰现象和干扰素	320
第九节	病毒的分类	322
第十节	病毒病的微生物学诊断程序	324
第二十一章	病毒各论	326
第一节	猪瘟病毒	326
第二节	猪传染性胃肠炎病毒	329
第三节	流感病毒	330
第四节	痘病毒	335
第五节	水泡性口膜炎病毒	337
第六节	猪水泡疹病毒	338
第七节	口蹄疫病毒	339
第八节	猪水泡病病毒	342
第九节	伪狂犬病病毒	347
第十节	狂犬病病毒	349
第十一节	马鼻肺炎病毒	351
第十二节	马传染性贫血病毒	353
第十三节	脑炎病毒	358
第十四节	牛瘟病毒	360
附	牛粘膜病病毒	361
第十五节	恶性卡他热病毒	362
第十六节	牛暂时热病毒	364
第十七节	口疮病毒	365
第十八节	绵羊肺腺瘤样病病毒	367
第十九节	马立克病病毒	368
第二十节	鸭瘟病毒	371
第二十一节	白血病病毒群	375
第二十二节	新城疫病毒	378
第二十三节	传染性喉气管炎病毒	379
第二十四节	传染性支气管炎病毒	381
第二十五节	雏鸭肝炎病毒	384
第二十六节	小鹅瘟病毒	385

绪 言

微生物与微生物学 微生物是结构较简单、繁殖快、分布广、个体最小的生物。虽然其“群体”可以看见，然其单一的个体通常不能为肉眼所辨识。例如一个细菌肉眼是看不见的，但许多细菌聚集构成为“群体”（即以后所称的菌落）时，眼睛看得见；又如一个霉菌眼睛难于看见，而豆腐、馒头等上生长的霉，因其系由许许多多霉菌个体聚集在一起，眼睛就看到了。微生物种类很多，有细菌、真菌（包括霉菌和酵母菌）、放线菌、螺旋体、支原体、立克次氏体、衣原体和病毒等。从前还包括原生动物，现已将其列属于寄生虫。

微生物很早就存在于自然界，人类在从事生产实践中，实际上已经应用了微生物。例如现已出土的殷商时期（公元前 1122—1766 年）甲骨文中就有关于酒的记载；北魏时期（约 533—544 年）的《齐民要术》一书中对不同的酒曲、醋、豆豉等的作法也有较详细的记载；我国少数民族中的牧民，祖祖辈辈就做酸奶子，而且知道做前要先煮（灭菌），冷后接种上一点“老底”，实际上就是接种微生物。

在微生物所致疾病的预防方面，我国也早就探讨过。春秋襄公十七年（公元前 566 年）左传载“十一月，甲午，国人逐瘵狗……”。很明显，人们已经知道疯狗咬人后人要得病，所以驱逐瘵狗以防御狂犬病传染。到明代隆庆年间（公元 1567—1572 年），我国用人的痘痂接种以预防天花已广泛使用。最少在一百多年以前在甘肃夏河等地就应用了“灌花”（是我国少数民族很早用来预防牛瘟的方法，即灌服稀释的病牛血）以预防牛瘟。

所以我们的祖先对微生物已有初步的认识，但作为一门科学，是十八世纪以后的事。

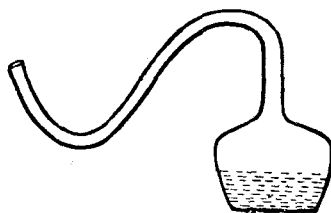
微生物学的发展 可概括为三个阶段：

第一阶段——形态学时期：由于航海的需要，有了望远镜，到十六世纪从望远镜就制成了显微镜。最早的显微镜只能放大 32 倍，以后逐渐改进。1676 年，荷兰人吕文虎克（Antony van Leeuwenhoek）制的显微镜能放大 160 到 200 倍，1695 年，他将所观察到的微生物，绘图并叙述，公诸于世。从此以后，人们对微生物的形态、排列、大小等，就有了初步的认识，但仅限于形态学方面，进展不大。其主要原因之一是自然发生论（即无生源论）起着阻碍的作用。

自然发生论的核心是“生物可以无中生有，破布中可生出老鼠来”，用宗教的语言是“生物是神创造的”。如果生物可以无中生有的话，无论微生物能有什么作用，人们是不能

控制的，对微生物是无能为力的，因而也就没有必要去研究它。所以显微镜虽然有了，微生物也观察到了，可是将近二百年，微生物学仍旧停留在初级的形态学时期。到1861年巴斯德以实验证明自然发生论是荒谬的。他用了一个颈细长而弯曲的玻璃瓶，内盛肉汤，经灭菌后久置不坏，内无微生物生长，因为空气虽能自由进入玻璃瓶，但其中所含有的微生物却不能随管上升进入瓶内，而是附着在颈的低弯处。若将液体与低弯处接触后就有微生物生长了，他最终证明微生物来自微生物的种子。

无生源论被否定之后，精神枷锁解除了，人们才感到微生物有研究的价值。那时已有了更好的显微镜，能制造培养基并加以灭菌，无机和有机化学也正在迅速地发展，加上生产过程中所出现的蚕病、酿酒败坏，以及人畜疾病等问题，使微生物学进入了生理学和免疫学时期。



巴斯德实验用的弯颈瓶

第二阶段——生理学及免疫学时期：这个时期大约是从1870年到1920年，约50年。在这50年，微生物已经发展成一门独立的科学，在理论上、技术上、生产上都取得了不少成果（如下表）。

微生物的生理学及免疫学时期所取得的进展

理论上的进展	技术上的进展	生产上的收获
细菌生理学的启蒙 微生物有其新陈代谢 酒的发酵、手术后感染是微生物的作用	巴斯德消毒法，消毒剂的应用 使用滤器分离病毒	人类能控制酒的发酵工业，外科手术 后不易受感染 病毒病的发现与确定
免疫学的开始 微生物及其产物作为抗原与其相应抗体之间的作用	凝集反应 毒素中和反应	抗毒素的治疗应用
补体的发现	补体结合反应	免疫学应用于疾病诊断
其他	狂犬病疫苗、动物炭疽病菌苗等的制造法，琼脂作为固体培养基	应用免疫防治，减少了人畜传染病的死亡。大量种类的细菌、真菌被分离出，它与疾病或人类生活的关系被确定

在这个阶段，巴斯德的突出贡献在历史上是不会忘记的。他从1861年推翻无生源论开始到1895年逝世为止，就一直从事微生物的研究。他是微生物生理学及免疫学的主要奠基人。当他研究酒的败坏时就确定了：（1）酒是某种微生物的发酵产物；（2）不同微生物的代谢不一样，在做酒过程中设法让需要的酵母菌生长良好，不让有害的微生物起坏作用便可保证产品质量。他解决了酒的败坏问题，有理论，有实际；同样，在研究动物的炭疽

病、人的狂犬病时，他确定（1）这些疾病是由相应的微生物所引起的；（2）微生物可以致弱作为预防传染病用，而且有致弱的示范途径。例如狂犬病疫苗就是通过兔体致弱的。巴斯德离开人世现已八十多年了。现在我和世界上许许多多国家用的各种弱毒苗，例如兔化牛瘟疫苗、兔化猪瘟疫苗等，都是以巴斯德的工作为基础，给人畜传染病的预防起了巨大的作用，人们不应当忘记他。

第三阶段——近代微生物学：从1920年起，微生物学取得了以下重大的进展。

一、理论上取得的成就

1. 微生物遗传理论的研究：由于蛋白质化学研究的进展，揭开了遗传物质基础 DNA 或 RNA 的奥妙，使生物学进入分子水平，进入遗传工程时代。

2. 组织移植、免疫耐受的研究，将人们带到对抗原识别、控制体内抗原抗体反应的境界，使得六十年代以后人类移植肾脏、心脏的外科手术成功。抗原抗体反应已不限于传染病的范围，而扩展到普通病和整个生物学的领域。

3. 从微生物代谢途径出发，进行化学治疗药剂和抗菌素的研究，大大减少了人畜传染病的为害。

4. 对抗体中的各类球蛋白的类型、形成及细胞免疫与体液免疫有了进一步的认识。

二、技术上的重大创新

1. 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。

2. 标记抗体或标记抗原的应用，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。

3. 细胞培养、空斑技术、蛋白质及核酸的提纯，大大便利了病毒学的操作及研究。

概括起来，近年来微生物领域中有三大进展，即遗传学、免疫学及病毒学，而且这三门科学都已发展成为独立科学，这与近代物理学、近代化学、近代生物学的进展是分不开的，而近代微生物学的进展又推进了其他学科的发展。所以近代微生物学已成为生物科学的一个重要分枝，是研究各类微生物的形态、结构、新陈代谢、分类鉴定、抗原抗体反应及有关应用的科学。它的基础科学是数学、物理、化学及生物学。由于应用的不同，有农业微生物学、工业微生物学、石油微生物学、海洋微生物学、乳品微生物学、食品微生物学、水产微生物学、医用微生物学及兽医微生物学等。从这许多应用微生物学的分枝，可以看出，微生物与人类有千丝万缕的关系：酒、酱油、醋、抗菌素等等是微生物代谢的产物，土壤肥力与微生物分不开，石油工业、海洋资源、食品乳品的保存都与微生物有关，更不必说微生物与人、畜传染病的关系了。

兽医微生物学是在微生物学一般的理论基础上研究微生物与畜禽疾病的关系，并利用微生物学与免疫学的知识和技能来诊断、防治畜禽的疾病，保障畜牧业生产，避免农畜产品为害于人类的健康。

第一篇 总 论

第一章 细菌的形态及构造

第一节 细菌的形态

一、细菌的大小

细菌是一种单细胞微生物，个体微小，一般要在显微镜下才能看得见。测定细菌大小的量度单位是微米 (micrometer, 简写 μm) 和毫微米 (nanometer, 简写为 nm)，一微米等于千分之一毫米 (mm)，一毫微米等于千分之一微米。

各种细菌的大小，有一定的差别，长的可达 80 微米以上，短的只有 $0.2\ \mu\text{m}$ 。而大多数常见的畜禽病原菌则在数个微米之间，球菌的直径常为 $0.5\text{--}2\ \mu\text{m}$ ，杆菌用长和宽测量。较大的杆菌长 $3\text{--}8\ \mu\text{m}$ ，宽 $1\text{--}1.25\ \mu\text{m}$ ；中等大杆菌长 $2\text{--}3\ \mu\text{m}$ ，宽 $0.5\text{--}1.0\ \mu\text{m}$ ；小杆菌长 $0.7\text{--}1.5\ \mu\text{m}$ ，宽 $0.2\text{--}0.4\ \mu\text{m}$ 。螺旋状菌常以其两端的直线距离作长度，一般在 $2\text{--}20\ \mu\text{m}$ 之间，宽 $0.4\text{--}2\ \mu\text{m}$ 。

细菌的大小，以生长在适宜的温度和培养基中的年青培养物为标准。虽然同一个菌落中的个体，其大小也不完全相同，但在一定范围内，各种细菌的大小是相对稳定而具明显特征的，可以作为鉴定它们的一个依据。不同的情况下，细菌的大小会有变化，而且在实际测量时，由于培养条件、制片方法、染色方法、使用的显微镜种类等等，都会有影响和差异。因此，确定和比较细菌大小时，各种因素、条件和技术操作等均应一致。

二、细菌的外形和排列

细菌的外部形态比较简单，仅有三种主要类型，即球状、杆状和螺旋状，并据此而将细菌分为球菌、杆菌和螺旋状菌三大类。

细菌的繁殖方式都是简单的裂殖。有些细菌分裂后彼此分离，单个存在；另一些细菌则分裂后彼此仍有原浆带相连，形成一定的排列方式。各种细菌的个体外形和其排列的方式，在正常情况下是相对稳定而有特征性的，可以作为分类与鉴定的一种依据。

(一) 球菌 (coccus) 多数球菌呈正球形，按其分裂方向及分裂后彼此相连的情况，又可分为：

1. 双球菌 (diplococcus)：向一个平面分裂，分裂后两两相连存在，其接触面有时呈扁平或凹入，菌体变成肾状、扁豆状或矛头状。

2. 链球菌 (streptococcus): 向一个平面连续分裂, 分裂后连成三个以上的或长或短链条。

3. 四联球菌 (tetrads): 先后向两个互相垂直的平面分裂, 分裂后四个球菌联在一起, 排成方形。

4. 八叠球菌 (sarcina): 先后向三个互相垂直的平面分裂, 分裂后八个球菌立体地叠在一起, 似捆扎的包裹状。

5. 葡萄球菌 (staphylococcus): 向多个平面分裂, 分裂后若干个球菌不规则地堆在一起, 形似一串葡萄。

(二) 杆菌 (bacterium与bacillus) 杆菌一般呈正圆柱形, 也有近似卵圆形的。菌体多数平直, 亦有稍弯者 (如腐败梭菌)。菌体两端多为钝圆, 少数是平截 (如炭疽杆菌) 或尖锐 (如尖端梭杆菌)。杆菌的菌体若短小、两端钝圆、形态近似球状的, 称为球杆菌; 有些杆菌会形成侧枝或分枝, 称为分枝杆菌; 有些杆菌一端较他端膨大, 使整个杆菌呈棒状形, 称为棒状杆菌。在大多数正常形态的杆菌中, 有时也会见到个别杆菌变成长丝状。

杆菌只有一个分裂方向, 分裂面与菌体长轴相垂直 (横分裂)。多数杆菌分裂后即彼此分离, 单独散在, 无特殊排列, 称为单杆菌。有些杆菌分裂后两两相联, 成对存在, 或者两个以上相连成链状排列, 前者称为双杆菌 (diplobacilli), 后者称为链杆菌 (streptobacilli); 少数杆菌分裂后可呈较链状彼此部分粘连, 菌体互成各种角度, 继续分裂可以成丛、成栅栏样排列, 也有些自然界不致病的杆菌排列成比较固定的链状, 体外或有共同的鞘, 称为毛状体 (trichome), 常成束存在。

(三) 螺旋状菌 (spiral form bacteria) 菌体呈弯曲的或螺旋状的圆柱形, 两端圆

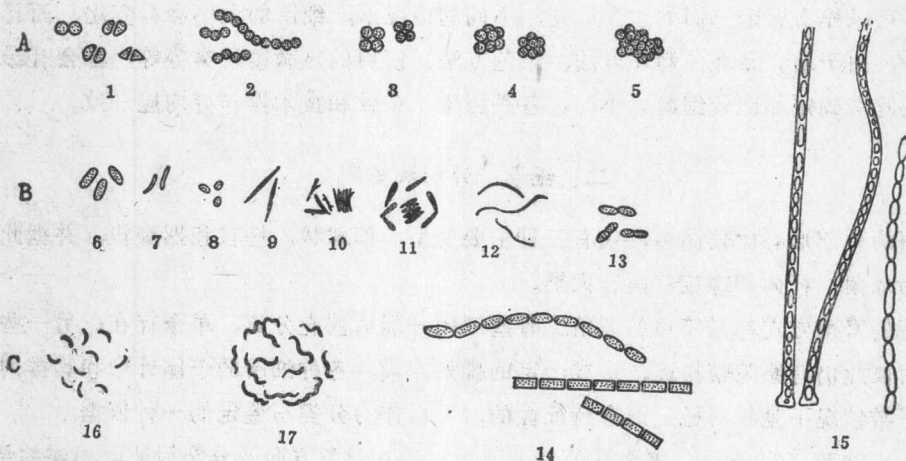


图 1—1 各种细菌的外形和排列

A. 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 B. 杆菌 (6—12 为单杆菌): 6. 杆菌, 端钝圆 7. 杆菌, 菌体稍弯 8. 球杆菌 9. 杆菌, 端尖 10. 分枝杆菌及其成丛排列 11. 棒状杆菌及其八字和栅栏样排列 12. 变成长丝状的杆菌 13. 双杆菌 14. 链杆菌, 端钝圆和平截 15. 毛状体, 有鞘和无鞘 C. 螺旋状菌: 16. 弧菌 17. 螺菌

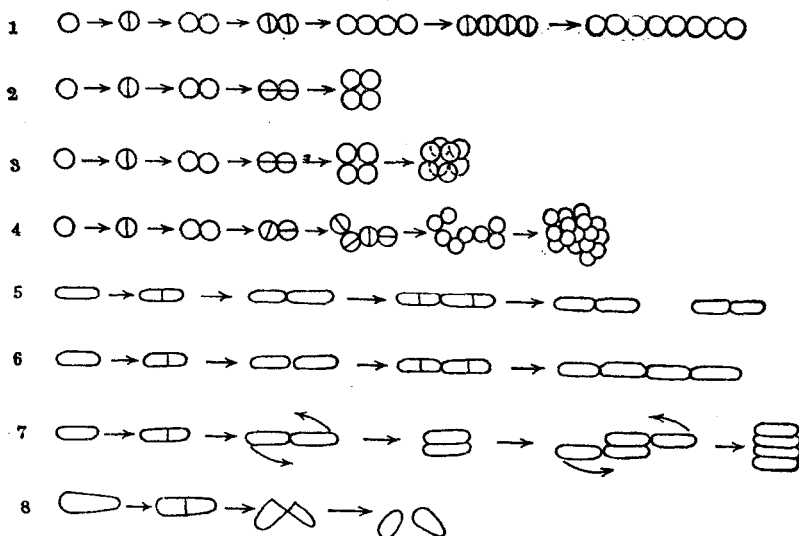


图 1-2 细菌的分裂和排列示意图

1. 球菌向一个平面分裂，形成双球菌或链球菌
2. 球菌向两个互相垂直的平面分裂，形成四联球菌
3. 球菌向三个互相垂直的平面分裂，形成八叠球菌
4. 球菌无定向地向多个平面分裂，形成葡萄球菌
- 5、6. 杆菌向一个平面分裂，形成双杆菌或链杆菌
- 7、8. 杆菌较链样部分粘连，分裂后形成八字形或栅栏样排列

或尖突。又可分为：

1. 弧菌 (vibrio)：菌体只有一个弯曲，形如逗点。

2. 螺菌 (spirillum)：菌体有两个以上的弯曲，捻转呈螺旋状。

衰老型和多形性 在正常情况下，细菌的个体形状和排列，都是比较规则 and 一致的。在老培养物中，会出现各种和正常形状不一样的个体，这就是所谓衰老型或退化型。当这些衰老型的培养物，重新处于正常的培养环境中，可恢复正常形状。但亦有些细菌，纵使在最适宜的 normal 环境中生长，其形状也很不一致，这种现象就称为多形性。



图 1-3 霍乱弧菌的正常形态和衰老型

第二节 细菌的构造

细菌细胞虽小，但其构造亦颇复杂，包括细胞壁、胞浆膜、间体 (mesosome)、细胞浆、核体、核糖体 (ribosome)——亦称核糖核蛋白体，以及内含物等基本构造，有些细菌还有荚膜、鞭毛、柔毛、芽胞等特殊构造。

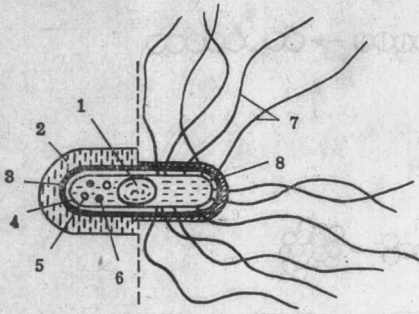


图1—4 细菌细胞模式图(光学显微镜)

虚线左侧为无鞭毛有荚膜杆菌；右侧为有鞭毛无荚膜杆菌 1.芽胞(卵圆形，中央) 2.荚膜 3.细胞壁 4.细胞膜 5.油滴或硫粒 6.异染颗粒 7.鞭毛 8.粘液层

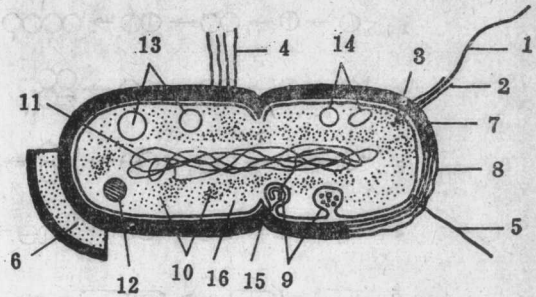


图1—5 细菌细胞模式图(电子显微镜)

1.鞭毛 2.鞭毛鞘 3.鞭毛的毛基体 4.普通柔毛 5.性柔毛 6.荚膜 7.革兰氏阳性菌细胞壁 8.革兰氏阴性菌细胞壁 9.间体 10.核糖体 11.核体 12.异染颗粒 13.空泡 14.气泡 15.正在形成的横隔膜 16.细胞浆

一、细胞壁

细胞壁在细菌细胞的外层，贴近胞浆膜之外，是一层无色透明、坚韧而具有一定弹性的膜，可占细菌干重的10—40%。细胞壁的折光性和对染料的亲和力都较低，除个别大型细菌外，一般均难在普通光学显微镜下察见。若以特别方法处理，如使细菌处于高渗溶液中，发生质壁分离，或作特别染色，或用电子显微镜观察，都可清楚地见到。

用革兰氏染色法染色，由于反应不同，可以把细菌分为革兰氏阳性和革兰氏阴性菌两大类，它们的细胞壁有区别。

革兰氏阳性菌的细胞壁无分化结构，厚约15—35毫微米，少数可达80毫微米。

革兰氏阴性菌的细胞壁有多层构造。外胞壁有三层构造，在电子显微镜下，可见两层电子稠密层，包围着里面一层电子透明层，外胞壁与胞浆膜之间，还有一层坚韧的内胞壁。Burge及Drager (1969) 二氏测过普通变形杆菌，整个细胞壁的厚度为1.44毫微米，其中内胞壁为5.2毫微米，外胞壁为9.2毫微米。

在电子显微镜下，细菌细胞壁的表面，或多或少地近于平滑，也有些细菌显示出有各种不同的构造。

革兰氏阳性菌的细胞壁，其化学组成主要是粘肽(mucopetide)，由6种成分组成，即N-乙酰葡萄糖胺(N-acetylglucosamine)、N-乙酰胞壁酸(N-acetylmuramic acid)、左旋右旋丙氨酸、右旋谷氨酸和左旋赖氨酸或二氨基庚二酸(mesodiaminopimelic acid)等。革

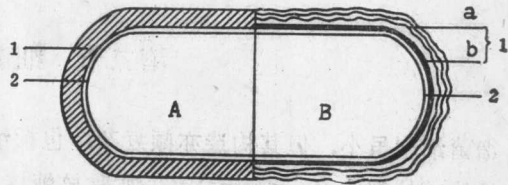


图1—6 细菌细胞壁构造示意图

A. 革兰氏阳性菌 B. 革兰氏阴性菌 1. 细胞壁, a. 外胞壁 b. 内胞壁 2. 胞浆膜

兰氏阳性菌细胞壁的粘肽，一般占细胞壁物质的40—60%，亦有可达90%之多的，它们形成十二行粘肽聚合物，构成细胞壁。细胞壁之所以坚韧，就是由于有高度聚合的粘肽成分所致。而其中的胞壁酸和二氨基庚二酸，则是细菌胞壁所特有的。

除粘肽外，很多革兰氏阳性菌还含有磷壁酸 (teichoic acid)、多糖、蛋白质和少数类脂质。在分枝杆菌，则近三分之一的细胞壁成分是类脂质，多数以分枝杆菌酸（或称霉菌酸）(mycolic acid) 或蜡质的形式存在。

革兰氏阴性菌的细胞壁，其化学组成比革兰氏阳性菌复杂，不含磷壁酸，亦含有粘肽，但仅占细胞壁干重的10—20%，此外还有脂蛋白、脂多糖和球蛋白等，分布于细胞壁的各层中。最外层是脂蛋白，其次是脂多糖，然后是球蛋白，最内一层是粘肽。

细菌细胞壁参与细菌生命的基本活动，其主要功能，在于保持细菌的一定的外形和保护细菌免受外界的损害。球菌、杆菌、螺旋状菌之所以呈球状、杆状和螺旋状，是由其相应的细胞壁形状决定的。细胞壁又是一种半渗透膜，对排斥某些外物的进入和阻留菌体内某些物质的逸出，也起着选择性的屏障作用。

细菌细胞壁的化学组成和其结构，与细菌的某些染色反应和对药物的敏感性也有关系。

细菌对革兰氏染色有不同的反应（阳性或阴性），其机理何在，目前尚无一致的意见，但均认为和细胞壁的结构与组成有关。综合近年研究表明，革兰氏阴性菌的细胞壁，其脂类含量较多，而粘肽较少，当以95%酒精脱色时，脂类被溶去，使得细胞壁孔隙变大；粘肽虽因95%酒精处理而使之孔隙缩小，但粘肽含量较少，细胞壁孔隙缩小有限，故能让结晶紫（或龙胆紫）与碘形成的紫色染料复合物被95%酒精洗脱出细胞壁之外，而后来为红色的复染剂着色成为红色。而革兰氏阳性菌细胞壁所含脂类少，粘肽多，经95%酒精脱色时其细胞壁孔隙缩小到不易让结晶紫（或龙胆紫）与碘形成的紫色染料复合物洗出细胞壁外，而被染为紫色。当细胞壁失去其结构完整性时（如自溶的、老龄的、已死的细菌或分离出来的细胞壁），亦同时失去其渗透时的完整性，革兰氏阳性菌，就会染成革兰氏阴性反应。

分枝杆菌对抗酸性染色的反应，一方面与细胞壁的化学成分有关，其抗酸性是由于分枝杆菌细胞壁中含分枝杆菌酸或蜡质的缘故；另一方面也与细胞壁的完整性有关，当分枝杆菌细胞壁的完整性受到破坏时，其抗酸性亦随之失去。

凡是抗酸性细菌都是革兰氏阳性菌，但革兰氏阳性菌则不一定是抗酸性细菌。

细菌细胞壁的化学组成与结构，与其对某些药物的敏感性有关。革兰氏阴性细菌的细胞壁有脂蛋白-脂多糖-球蛋白复合物组成三层外胞壁结构，形成一层渗透性屏障，阻碍药物达到能起作用的部位，所以一般来说，革兰氏阴性菌对多种抗菌药物是较有抵抗力的。革兰氏阳性菌则没有上述多层结构，因此，对多种抗菌药物，都是比较敏感的。

青霉素等抗菌素，能抑制细菌细胞壁粘肽的合成，对某些细菌有抑菌和杀菌作用。支原体和细菌的L-型没有细胞壁，也就没有细胞壁上的粘肽成分，所以对青霉素就不敏感。这都说明细菌细胞壁的化学组成、结构与细菌的抗药性有关系。

此外，细菌对某些抗菌药物的抵抗力的增加或降低，是与细胞壁中类脂质的含量增加或减少有关的，类脂质能妨碍药物的穿透。

除去细菌的细胞壁，并不损坏细菌的原生质的构造和生命特性。但细菌却因此失去固定外形的坚韧外壁，变成橡皮球样的外膜柔软、脆弱的圆形个体。在形态学、化学和免疫