

全国中等农业学校教材
全国中等农业学校教学指导委员会审定



动物微生物

黑龙江省畜牧兽医学校 主编
畜牧兽医专业用

中国农业出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

动物微生物/黑龙江省畜牧兽医学校主编. -2版. 北京: 中国农业出版社, 2000.8
全国中等农业学校教材·畜牧兽医专业用
ISBN 7-109-06320-8

I. 动… II. 黑… III. 家畜-微生物学-专业学校-教材 IV. S852.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 18100 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 颜景辰

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2000 年 8 月第 2 版 2000 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 6.25

字数: 131 千字 印数: 1~8 000 册

定价: 9.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第一版说明

本教材是根据农业部“关于制定修订农业中专教学计划原则意见”和“关于制定教学大纲和编写教材的指导思想原则和基本要求”及部教育司1986年12月颁发的全国中等农业学校“动物微生物学教学大纲”进行编写的。供全国中等农业学校畜牧兽医专业（四年制）招收初中毕业生使用。这本教材的编写是在农业部教育司组织领导下和山东省农牧厅的具体指导下进行的。

全书共分四篇：第一篇，微生物的基本知识；第二篇，免疫学基础；第三篇，主要的病原微生物；第四篇，饲料与畜产品的微生物。教学时数为80学时。主要讲授微生物的形态结构、生理，微生物与环境的相互关系，微生物的变异，传染，免疫等方面的基础理论和基本知识。还分别讲述主要病原微生物的生物学特性，饲料、乳、肉、蛋的有关微生物。

我们在编写教材过程中，感到有些章节用大纲规定的讲课时数讲不完，如何解决这一矛盾呢？建议任课老师可按大纲精讲教材内容。由于本课程教学时数的限制，第三篇主要病原微生物涉及的面较窄，只能选编几种最主要的病原微生物。由于我国地域辽阔，各地区畜禽传染病发生不尽相同，任课老师可根据当地疫病情况，突出重点，适当增删。

为了验证课堂理论，培养学生独立工作的能力，使理论与实际密切结合，本书特附“实验实习指导”和基本技能考核项目。

本教材编写的具体分工是，吴永昭写绪言，第三、十、十二、十四、十九章，实验十、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一。周继明写第四、五、六、七、十三、十六章，微

生物实验室的注意事项、实验一、二、三、四、五、六、七、十一、十三、十四。陈锦写第一、二、十一、十五、十七、十八章，实验八、九、十二。孙志安写第八、九章，实验二十二、二十三。潘立武绘制插图。最后由吴永昭、周继明统稿。

参加本书审稿的有南京农业大学蔡宝祥教授和徐为燕教授、江苏农学院董国雄副教授。在审稿过程中提出了很多的宝贵意见，在此向他们致以衷心的感谢。

由于我们理论水平及专业知识有限，编写时间较仓促，缺点和错误在所难免，希望老师和同学们在使用本教材过程中，提出所发现的问题和建议，以便再版时修订。

编 者

1987年5月

目 录

绪 言

第一篇 微生物的基本知识

第一章 细菌	5
第一节 细菌的形态和结构	5
第二节 细菌的生理	11
第三节 细菌的人工培养	17
第二章 病毒	22
第一节 病毒的形态和结构	22
第二节 病毒的增殖和培养	24
第三节 病毒的其他特性	27
第三章 其他微生物	30
第四章 微生物与外界环境	36
第一节 微生物在自然界的分布	36
第二节 外界因素对微生物的影响	39
第五章 微生物的变异	47
第六章 病原微生物与传染	50
第一节 病原微生物的致病作用	50
第二节 传染的发生	54

第二篇 免疫学基础

第七章 非特异性免疫	58
第一节 非特异性免疫的机理	58
第二节 影响非特异性免疫的因素	60

第八章	特异性免疫	62
第一节	免疫系统	62
第二节	抗原	66
第三节	免疫应答	69
第四节	特异性免疫的抗感染作用	77
第五节	特异性免疫的获得途径	78
第九章	常用的血清学试验	81
第一节	概述	81
第二节	凝集试验	83
第三节	沉淀试验	85
第四节	其他血清学试验	86
第十章	变态反应	92
第十一章	免疫学的应用	96
第一节	生物制品概述	96
第二节	免疫诊断和免疫防治	98
第三篇 主要的病原微生物及饲料、畜产品中的微生物		
第十二章	主要的病原微生物	101
第一节	病原性细菌	101
第二节	动物病毒	109
第三节	其他病原微生物	116
第十三章	微生物与饲料	124
第一节	微生物与青贮饲料	124
第二节	微生物与其他饲料	126
第十四章	微生物与乳品	128
第一节	鲜乳中的微生物	128
第二节	微生物与乳制品	130
第十五章	微生物与肉和蛋	133
第一节	鲜肉中的微生物	133
第二节	蛋品中的微生物	134

附：实验实习指导	136
微生物实验室的注意事项	136
实验一 常用仪器的使用和保养	136
实验二 显微镜油镜的使用及细菌形态结构的观察	141
实验三 细菌标本片的制备及染色	143
实验四 常用玻璃器皿的准备和灭菌	146
实验五 常用培养基的制备	147
实验六 细菌的分离、移植及培养性状的观察	150
实验七 细菌的生化试验	153
实验八 病毒的鸡胚接种	155
实验九 病毒的血凝及血凝抑制试验（微量法）	156
实验十 水的细菌学检查	160
实验十一 细菌的药物敏感试验	167
实验十二 实验动物的人工接种与剖检技术	169
实验十三 凝集试验	171
实验十四 沉淀试验	174
实验十五 间接血凝试验和免疫荧光技术（示教）	178
实验十六 生物制品的保存和使用	180
实验十七 青贮饲料的微生物检查	182
实验十八 鲜乳的微生物检查	183
实践技能考核项目	186

绪 言

一、微生物的概念

微生物是一类分布广泛、形体微小、结构简单、繁殖迅速，必须借助光学显微镜或电子显微镜放大才能看到的微小生物。微生物的种类繁多，根据其结构和组成不同，可分为三大类型共八类微生物。

1. 非细胞型微生物 体积微小，不具备细胞结构，必须在活的细胞内才能增殖。病毒属此类。

2. 原核细胞型微生物 仅有核质，无核膜和核仁，缺乏完整的细胞器。这类微生物有细菌、放线菌、螺旋体、霉形体、立克次氏体和衣原体。

3. 真核细胞型微生物 胞浆中有完整的细胞器，细胞核有核膜与核仁。真菌属此类。

微生物在自然界中分布广泛，土壤、空气、水、人和动植物的体表及其与外界相通的腔道都有微生物的存在。微生物中大多数对人类和动植物是有益的，而且是必需的。自然界中的物质转化依赖于微生物的代谢活动，没有微生物，人及动植物将无法生存；人们还在工业、农业、食品、医药等各行业利用微生物为人类服务，例如酿酒、制面包、熟皮革、制造菌肥、生产抗生素及疫苗等。但也有一小部分微生物能引起人类或动植物的疾病，这种具有致病作用的微生物称为病原微生物。

二、动物微生物的研究内容

微生物学是生物学的一个分支，它研究微生物的进化、分类、生物学特性，以及与动植物、人类、自然界的相互关系等。

根据应用领域的不同，它又分为普通微生物学、工业微生物学、农业微生物学、医学微生物学、畜牧微生物学、兽医微生物学、水产微生物学、食品微生物学等。

动物微生物主要阐述与动物生产有关的微生物的生物学特性、与外界环境的相互关系、在饲料生产和畜产品中的作用及免疫的基本知识及应用，还介绍常见病原微生物的致病作用及诊断要点。

动物微生物是畜牧兽医专业一门重要的基础课，为学习饲料生产、畜产品加工、家畜环境卫生、兽医卫生检验、兽医基础及兽医临床等课程奠定基础。学好动物微生物，有利于将有益的微生物用于生产实践，并且有效地控制和消灭有害的微生物。

三、微生物学发展简史

古代劳动人民在长期的生产生活中很早就应用了微生物的知识，例如酿酒、制醋、沤麻、制革，驱逐狂犬预防狂犬病，用人痘痂皮接种预防天花等。而微生物的发现是在 17 世纪后半叶，微生物学作为一门学科是在 19 世纪的后期。微生物学的发展可分为三个时期。

(一) 形态学时期 17 世纪，由于贸易的发展，在航海业对望远镜需要的基础上，荷兰人吕文虎克 (Antony Van Leeuwenhoek, 1632—1723) 于 1676 年创制了能放大 200~300 倍的显微镜，并利用它观察和记述了污水及牙垢中球形、杆状、螺旋状的各种微小生物，打开了研究微生物学的门户，进入了微生物学的形态学时期。但在随后的近 200 年时间里，微生物的研究长期停滞在形态学上，对微生物的生命活动规律了解甚少。

(二) 生理学及免疫学时期 19 世纪中叶，由于工业发展的需要，微生物学也迅速发展成一门独立的学科。此阶段的成就集中体现于法国科学家巴斯德 (Louis Pasteur, 1822—1895) 所作的划时代贡献上。首先对发酵本质的研究，证实了是微生物作用的结果，并进一步发明蒸汽灭菌法和巴氏消毒法。此后，巴斯德

通过当时流行的禽霍乱、炭疽和狂犬病等病的研究，证明了这些传染病是由病原微生物引起，进一步研制出了相应的疫苗，为防制这些传染病起了重要的作用，促进了微生物学的发展，也为免疫学的兴起奠定了基础。

此外，还有很多科学家也作出了重要贡献。例如，德国医生柯赫（Robert Koch, 1843—1910）发明了固体培养基及细菌染色法，为发现各种传染病的病原体提供了有利的条件。俄国科学家伊凡诺夫斯基（Д.И.Ивановский, 1864—1920）于1892年首先发现烟草花叶病的病原体是一种光学显微镜看不见，能通过细菌滤器的极微小生物——病毒，从而创立了传染病的病毒学说。在免疫理论方面，德国化学家欧立希（Paul Ehrlich, 1854—1915）提出了体液免疫学说，俄国动物学家梅契尼科夫（И.И.Мечников, 1845—1916）提出了细胞免疫学说，虽然两派学说长期争持不下，但却促进了免疫学的发展。现在看来，体液免疫和细胞免疫在机体免疫上均有重要意义，两种作用是相辅相成的。

（三）近代微生物学和免疫学时期 从20世纪初开始，随着科学技术的发展，微生物学与免疫学也得以发展。特别是近几十年由于电子显微镜、色谱仪、同位素示踪原子、电子计算机、免疫标记、核磁共振仪、分子生物学技术等新技术的应用，以及生物化学、遗传学、细胞生物学、分子生物学等学科的发展，大大促进了微生物学及免疫学的发展，免疫学现已成为独立学科。

近几十年来，微生物学与免疫学取得了较为突出的成绩。例如，对微生物结构研究已进入超微结构、分子水平，并在分子水平探讨基因结构功能、致病物质基础及诊断方法，深入了解微生物的生命活动规律；通过微生物代谢途径，研究化学治疗药剂、抗生素、基因工程疫苗等，有效地防制了传染病的发生；免疫标记技术、核酸杂交技术、聚合酶链反应等技术的应用，使实验室检测方法向着快捷、微量和高度灵敏的方向发展。免疫学在免疫

生物学、免疫血清学、免疫化学和免疫遗传学等方面也有重大突破，对进一步研究某些疾病的病因、发病机理以及对传染病和免疫性疾病的诊断、防治具有重要意义。但就目前来说，仍有很多问题有待于进一步研究解决。

第一篇

微生物的基本知识

第一章 细 菌

细菌是一类具有细胞壁的单细胞原核型微生物，在一定的环境条件下具有相对恒定的形态结构和生理特性。了解这些特性，对于细菌的鉴别、疾病的诊断、细菌的致病性与免疫性的研究，均有重要的意义。

第一节 细菌的形态和结构

一、细菌的形态

(一) 细菌的大小 细菌的个体微小，须用显微镜放大数百倍乃至数千倍才能看到。通常使用显微测微尺来测量细菌的大小，以微米 (μm) 作为测量单位。不同种类的细菌，大小很不一致，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。球菌的直径约为 $0.8\sim 1.2\mu\text{m}$ ；杆菌长 $1\sim 10\mu\text{m}$ ，宽 $0.2\sim 1.0\mu\text{m}$ ；螺旋菌长 $1\sim 50\mu\text{m}$ ，宽 $0.2\sim 1.0\mu\text{m}$ 。

细菌的大小，是以生长在适宜的温度和培养基中的青壮龄培养物为标准。在一定范围内，各种细菌的大小是相对稳定的，而且具有明显特征，可以作为鉴定细菌的依据之一。

(二) 细菌的基本形态和排列 细菌的基本形态有球状、杆

状和螺旋状三种，并据此将细菌分为球菌（图 1-1）、杆菌（图 1-2）和螺旋菌（图 1-3）。

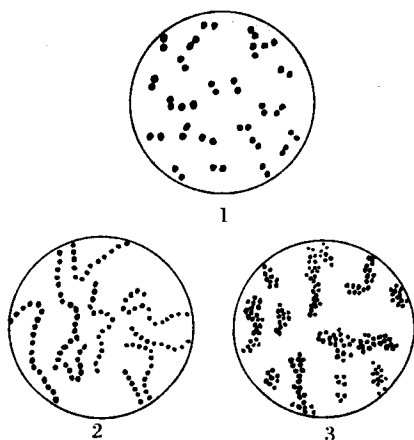


图 1-1 各种球菌的形态和排列

1. 双球菌 2. 链球菌 3. 葡萄球菌

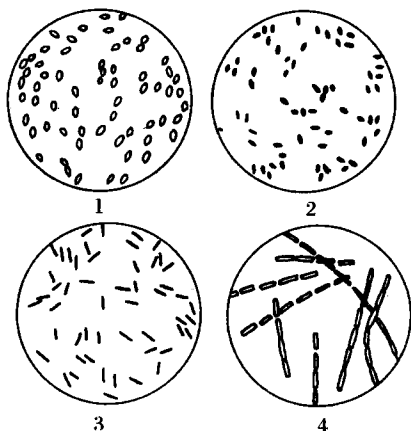


图 1-2 各种杆菌的形态和排列

1. 巴氏杆菌 2. 布氏杆菌 3. 大肠杆菌 4. 炭疽杆菌

1. 球菌 菌体呈球形或近似球形。根据球菌分裂的方向和分裂后的排列状况可将其分为：成双排列的双球菌、链状排列的链球菌和无规则排列在一起呈葡萄状的葡萄球菌。此外，还有四联球菌和八叠球菌等。

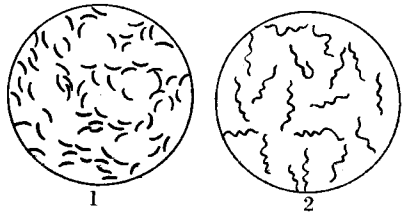


图 1-3 螺旋菌的形态和排列

1. 弧菌 2. 螺菌

2. 杆菌 杆菌一般呈正圆柱状，也有近似卵圆形的，其大小、粗细、长短都有显著差异。菌体多数平直，少数微弯曲；两端多为钝圆，少数平截或尖锐状；杆菌的菌体若短小，两端钝圆，则近似球状，称为球杆菌；杆菌一端较另一端膨大，使整个杆菌呈棒状，称为棒状杆菌；有的杆菌呈长丝状。杆菌的排列方式也有单在、成对、成链与不规则等。

3. 螺旋菌 菌体呈弯曲状，根据弯曲程度和弯曲数，又可分为弧菌和螺菌。弧菌的菌体只有一个弯曲，呈弧状或逗点状；螺菌的菌体有两个以上弯曲，捻转成螺旋状。

细菌在适宜环境下呈较典型的形态，当环境条件改变，或在老龄培养物中，会出现各种与正常形态不一样的个体，称为退化型或衰老型。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，但也有些细菌，即使在最适宜的环境条件下，其形态也很不一致，这种现象称为细菌的多形性。

二、细菌的结构

细菌的结构（图 1-4）可分为基本结构和特殊结构。

（一）细菌的基本结构 细菌的基本结构包括：细胞壁、细胞膜、细胞浆、核质。

1. 细胞壁 细胞壁在细菌细胞的外层，紧贴在细胞膜之外。细胞壁的化学组成因细菌种类的不同而有差异，一般是由糖类、蛋白质和脂类镶嵌排列而成，其基础成分是黏肽。

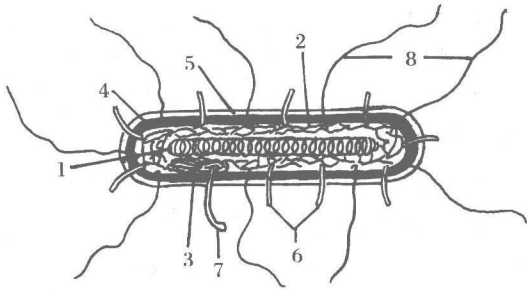


图 1-4 细菌细胞结构模式图

1. 核质 2. 核糖体 3. 间体 4. 细胞壁与细胞膜
5. 荚膜 6. 菌毛 7. 性菌毛 8. 鞭毛

细胞壁坚韧而富有弹性，能维持细菌的固有形态，保护菌体免受渗透压的破坏。细胞壁上有许多微细小孔，具有相对的通透性，直径 1nm 大小的可溶性分子能自由通过，与细胞膜共同完成菌体内外物质的交换。用革兰氏染色法可将细菌分为革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌两大类，这种分类与细胞壁的组成和结构有关。革兰氏阳性菌细胞壁的结构分化程度较低，除主要成分黏肽外，还含有大量的磷壁酸，磷壁酸具有抗原性；革兰氏阴性菌的细胞壁有多层结构，除最内层较薄的黏肽外，还含有脂蛋白、磷脂、蛋白质、脂多糖等，最外层的脂多糖决定了阴性菌的抗原性，还是内毒素的主要成分。此外，细胞壁的化学组成、结构与细菌对抗生素的敏感性有关。

2. 细胞膜 又称胞浆膜，是在细胞壁与胞浆之间的一层柔软并具有半透性的生物膜。细胞膜的主要化学成分是脂类和蛋白质，亦有少量碳水化合物和其他物质。蛋白质镶嵌在脂类的双分子层中，形成细胞膜的基本结构，这些蛋白质是具有特殊功能的酶和载体蛋白，与细胞膜的半透性有关。细胞膜向细胞浆中折叠形成间体。

细胞膜具有重要的生理功能。细胞膜的半渗透性能允许可溶

性物质通过，膜上的载体蛋白能选择性地吸收营养物质，排出代谢产物，从而维持细菌的物质交换。细胞膜上有呼吸酶，参与细菌的呼吸。细胞膜还是细胞壁的合成机构。此外，细胞膜附着鞭毛，与鞭毛生长、运动有密切关系。

3. 细胞浆 为一种黏稠的透明胶体，基本成分是水、蛋白质、核酸、脂类及少量糖和盐类。细胞浆中含有许多酶系统，是细菌进行新陈代谢的主要场所。细胞浆中还含有核糖体、异染颗粒、中间体、质粒等内含物。

4. 核质 细菌是原核型微生物，不具有典型的核结构，没有核膜、核仁，只有核质，不能与细胞浆截然分开。核质是由双股DNA盘绕而成的环状染色体，控制细菌的各种遗传性状，与细菌的生长、繁殖、遗传变异等有密切关系。

(二) 细菌的特殊结构 有些细菌除具有上述基本结构外，还有某些特殊结构。细菌的特殊结构有荚膜、鞭毛、菌毛和芽孢。

1. 荚膜 某些细菌（如巴氏杆菌、炭疽杆菌）在生活过程中，可在细胞壁外面产生一层黏液性物质，称为荚膜。用普通染色法不易着色，需用荚膜染色法才能着色。

荚膜的主要成分是水（约占90%以上），固形成分随细菌种类不同而异，有的为多糖，有的是多肽，有的二者兼有。荚膜的产生具有种的特征，在动物体内或营养丰富的培养基上容易形成。

荚膜能保护细菌抵抗吞噬细胞的吞噬和噬菌体的攻击，保护细胞壁免受溶菌酶、补体等杀菌物质的损伤，所以荚膜与细菌的毒力有关；荚膜能贮留水分，有抗干燥的作用；荚膜构成菌体表面抗原。

2. 鞭毛 有些细菌具有鞭毛，它是菌体上细长的丝状物。不同种类的细菌，鞭毛的数量和着生位置不同，如单毛菌、丛毛菌、周毛菌等（图1-5），细菌的鞭毛需经特殊的鞭毛染色，才

能在显微镜下观察到。

鞭毛由鞭毛蛋白组成，具有抗原性。有鞭毛的细菌具有运动性，检查细菌能否运动，是鉴定细菌的一个依据。

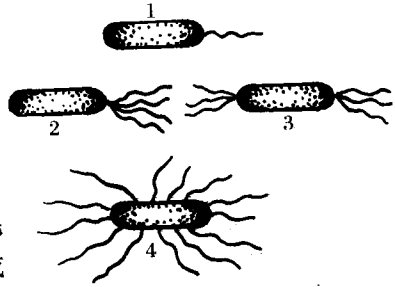


图 1-5 细菌的鞭毛

1. 单毛菌 2、3. 丛毛菌 4. 周毛菌

3. 菌毛 许多革兰氏阴性菌，在电镜下可见有比鞭毛短而细的丝状物，称为菌毛或纤毛（图 1-6），其化学成分主要是蛋白质。

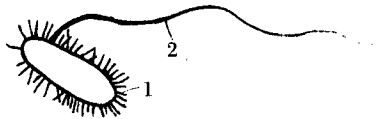


图 1-6 细菌的菌毛

1. 菌毛 2. 鞭毛

菌毛可分为普通菌毛和性菌毛。普通菌毛数量较多，菌体周身都有，菌毛可牢固地吸附在动物、植物等细胞上，以利于获取营养。对于病原菌来讲，菌毛与毒力有密切关系。性菌毛比普通菌毛长而且粗，数量较少，有性菌毛的细菌为雄性菌，雄性菌和雌性菌可通过菌毛接合，发生基因转移或传递质粒。

4. 芽孢 某些细菌在一定条件下胞浆和核质脱水浓缩，在菌体内形成一个折光性强、通透性低的圆形或椭圆形的坚实小体，称为芽孢。带有芽孢的菌体称为芽孢体，未形成芽孢的菌体称为繁殖体，芽孢在菌体内成熟后，菌体崩解，形成游离芽孢。炭疽杆菌、破伤风梭菌等均能形成芽孢。

细菌能否形成芽孢以及芽孢的形状、大小和在菌体的位置等，都具有种的特征，这在细菌鉴定上很有意义（图 1-7）。

细菌的芽孢在适宜条件下能出芽形成一个新的繁殖体。但芽孢的形成不是细菌的繁殖方式，而是抵抗外界不良环境的一种休眠状态。