

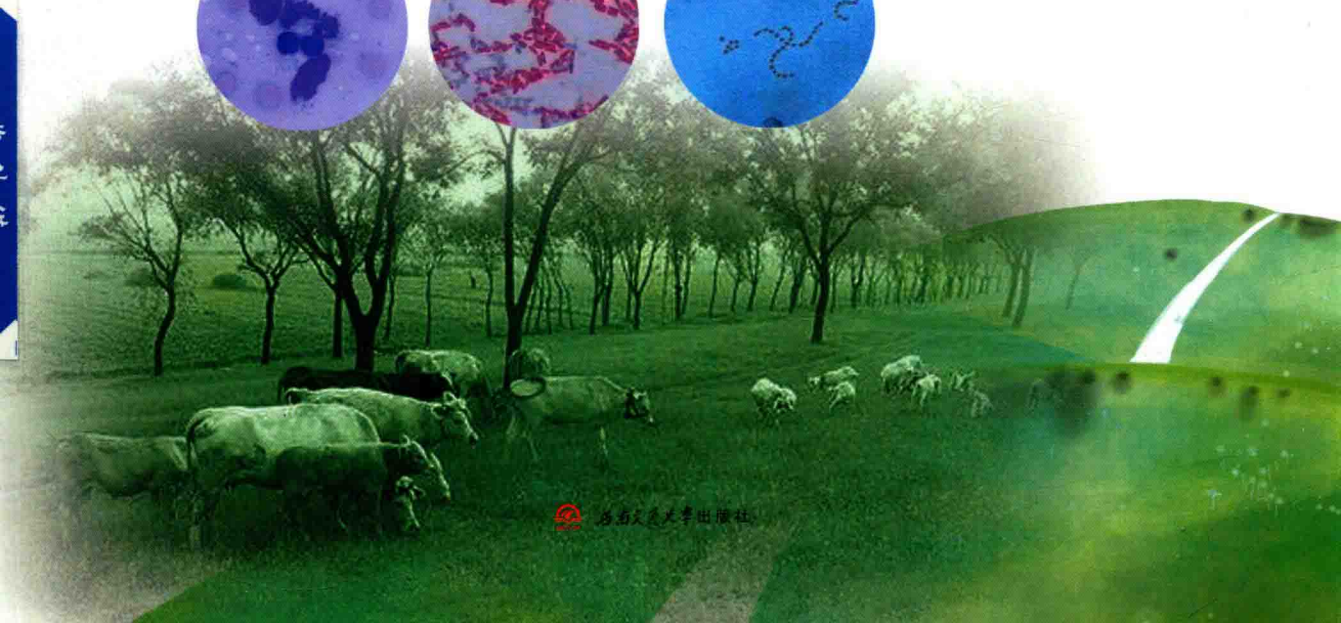
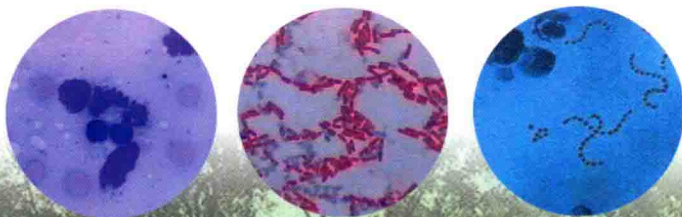


普通高等院校 “十三五” 规划教材——畜牧兽医类
PUTONG GAODENG YUANXIAO SHISANWU GUIHUA JIAOCAI—XUMU SHOUYILEI

兽医微生物学及 免疫学

SHOUYI WEISHENGWUXUE JI MIANYIXUE

主 编 ● 王国栋 杜 磊 冯晓敏



普通高等院校“十三五”规划教材——畜牧兽医类

兽医微生物学及免疫学

主 编 王国栋 杜 磊 冯晓敏

副主编 王晓润 杜 阳 赵 琳

王 亮 于东丽 吴丽媛

西南交通大学出版社

• 成都 •

图书在版编目(CIP)数据

兽医微生物学及免疫学 / 王国栋, 杜磊, 冯晓敏主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2017.9
普通高等院校“十三五”规划教材. 畜牧兽医类
ISBN 978-7-5643-5773-3

I. ①兽… II. ①王… ②杜… ③冯… III. ①兽医学—微生物学—高等学校—教材②兽医学—免疫学—高等学校—教材 IV. ①S852.6②S852.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 230296 号

普通高等院校“十三五”规划教材——畜牧兽医类
兽医微生物学及免疫学

主编 王国栋 杜磊 冯晓敏

责任编辑 牛君

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 87600533

官网 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 成都蓉军广告印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 18.5
字数 474 千
版次 2017 年 9 月第 1 版
印次 2017 年 9 月第 1 次
定价 48.00 元
书号 ISBN 978-7-5643-5773-3

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

动物微生物学是动物医学专业的一门基础专业课程。本书简要介绍了微生物学的基本知识,论述微生物在生命活动过程中的基本规律;其重要内容包括微生物的形态结构、生理、遗传变异、生态环境及与动物相关的重要病原微生物的致病性、鉴定方法、免疫防治、回顾展望和有益微生物的开发与利用。

本书在介绍微生物学基本知识时,注重以下几点:第一,重点突出,理论联系实际。结合教学和生产实践,力求实验理论和实践有机结合,教材用了相当多的篇幅介绍实际应用技术 and 微生物的利用,开阔学生的视野,激发学生思考如何进一步发挥有益微生物的作用。第二,突出新颖性。教材在讲解基础知识、基础理论与技能的同时编入了新的内容,使其与现代微生物、免疫学、分子生物学紧密相连。让基础内容与学科发展的前沿相关联,使学生了解本学科当前发展的趋势及研究的热点,激发学生学习的的热情和求知欲。第三,内容的编排突出应用和操作性。书中摒弃了陈旧的内容和实例,采用归纳总结和图表的方式,将知识点有机连接起来。用简明图表的形式,便于学生理解和融汇贯通。第四,增强教材内容的可读性和适用性。本书在每章设置知识目标和技能目标,能够很好地帮助任课老师和同学明确教学任务。课后有思考题,有助于学生更好地理解教材内容。

本书共分五篇,分别为第一篇,微生物概论,包括第一至五章;第二篇,免疫学基础,包括第六至十章;第三篇,主要病原微生物,包括第十一至十三章;第四篇,微生物的应用,包括第十四、十五章;第五篇,实验指导,包括 19 个实验。本书的具体编写分工如下:王晓润(延安大学)编写绪论、第一章、第二章、第十二章(第一节至第三节),冯晓敏(河南省南乐县农业畜牧局)编写第三章、第四章和第六章,吴丽媛(安阳市畜产品质量安全监测检验中心)编写第五章和第十三章,杜阳(安阳市畜产品质量安全监测检验中心)编写第十章,赵琳(安阳市动物疫病预防控制中心)编写第七章和第九章,杜磊(安阳工学院)编写第十四章和第十五章,王国栋(安阳工学院)编写第八章、第十二章(第四节至第十四节)和第五篇,王亮(河南省林州市动物疫病预防控制中心)编写第十一章(第一节至第五节),于东丽[河南省上蔡县兽药饲料(动物产品)质量检验监测中心]编写第十一章(第六节至第九节)。全书由王国栋、杜磊和冯晓敏负责审阅,其他同志也参与一部分审阅工作。

本教材适用于高等院校畜牧兽医专业学生,也可供畜牧兽医工作者及相关专业人员参考。

由于编者水平有限及编写时间仓促,书中难免存在不足及疏漏之处,恳请各位读者批评指正。

编 者

2017 年 5 月

目 录

绪 论	001
-----------	-----

第一篇 微生物概论

第一章 细 菌	006
第一节 细菌的形态和结构	006
第二节 细菌的生理	015
第三节 细菌的人工培养	026
第四节 细菌的实验室检查方法	028
第二章 病 毒	034
第一节 病毒的形态和结构	034
第二节 病毒的增殖	037
第三节 病毒的培养	040
第四节 病毒的其他特性	041
第五节 病毒的实验室检查方法	045
第三章 其他微生物	049
第一节 真 菌	049
第二节 放线菌	053
第三节 螺旋体	054
第四节 支原体	055
第五节 立克次氏体	056
第六节 衣原体	056
第四章 微生物与外界环境	058
第一节 微生物在自然界的分布	058
第二节 外界环境因素对微生物的影响	062
第三节 微生物的变异	070
第五章 微生物的致病性与传染性	074
第一节 病原微生物的致病作用	074
第二节 传染的发生	081

第二篇 免疫学基础

第六章 免疫概述	083
第一节 免疫的概念	083

第二节	免疫的基本功能	083
第三节	免疫的类型	084
第七章	非特异性免疫	088
第一节	非特异性免疫的构成	088
第二节	影响非特异性免疫的因素	093
第三节	非特异性免疫的增强剂	094
第八章	特异性免疫	096
第一节	免疫器官和免疫细胞	096
第二节	抗 原	102
第三节	免疫应答	105
第四节	免疫应答的效应物质及作用	108
第五节	特异性免疫的抗感染作用	114
第六节	特异性免疫的获得途径	115
第九章	变态反应	117
第一节	变态反应的概念	117
第二节	变态反应发生的类型	117
第十章	免疫血清学试验	124
第一节	血清学试验概述	124
第二节	凝集试验	125
第三节	沉淀试验	128
第四节	补体结合试验	130
第五节	中和试验	131
第六节	免疫标记技术	133
第七节	分子免疫学技术	136

第三篇 主要病原微生物

第十一章	动物主要病原细菌	139
第一节	葡萄球菌	139
第二节	链球菌	142
第三节	炭疽杆菌	144
第四节	猪丹毒杆菌	147
第五节	大肠杆菌	149
第六节	沙门氏杆菌	152
第七节	布鲁氏杆菌	155
第八节	厌氧芽孢梭菌	157
第九节	多杀性巴氏杆菌	163

第十二章 主要动物病毒	166
第一节 口蹄疫病毒	166
第二节 狂犬病病毒	168
第三节 伪狂犬病病毒	169
第四节 猪瘟病毒	171
第五节 猪繁殖障碍与呼吸道综合征病毒	173
第六节 猪圆环病毒	174
第七节 小鹅瘟病毒	176
第八节 细小病毒	178
第九节 新城疫病毒	182
第十节 马立克氏病毒	184
第十一节 鸡传染性法氏囊病毒	185
第十二节 犬瘟热病毒	187
第十三节 流行性感冒病毒	188
第十三章 其他病原微生物	194
第一节 曲霉菌	194
第二节 牛放线菌	197
第三节 螺旋体	198
第四节 支原体	200

第四篇 微生物的应用

第十四章 生物制品及其应用	202
第一节 生物制品的分类及命名	202
第二节 临床常用生物制品及其应用	205
第三节 临床常用生物制品的制备及检验	207
第四节 疫苗使用注意事项	214
第十五章 微生物的其他应用	219
第一节 微生物与饲料	219
第二节 微生物与畜产品	226
第三节 微生物活性制剂	235

第五篇 实验指导

实验须知	241
实验一 微生物实验室常用仪器的使用与保养	242
实验二 显微镜油镜的使用及细菌形态的观察	245
实验三 细菌标本片的制备及染色法	247

实验四	常用培养基的制备	249
实验五	细菌的分离培养、纯化、移植及培养性状的观察	251
实验六	细菌的生物化学试验	256
实验七	细菌的药物敏感性试验 (纸片扩散法)	258
实验八	水的细菌学检查	260
实验九	饲料中微生物的检查	265
实验十	实验动物的接种和剖检技术	267
实验十一	病毒的鸡胚接种技术	269
实验十二	病毒的微量血凝和血凝抑制试验	273
实验十三	凝集试验	276
实验十四	沉淀试验	279
实验十五	免疫荧光技术	280
实验十六	免疫酶技术	282
实验十七	鸡大肠杆菌油佐剂菌苗的制备	284
实验十八	抗猪瘟血清的制备	286
实验十九	法氏囊卵黄抗体的制备	287
参考文献		288

绪 论

学习要点

- 微生物、微生物学、兽医微生物学的概念。
- 微生物的种类和特点。
- 学习动物微生物学的目的及任务。
- 微生物学的发展简史及展望。

一、微生物、微生物学、兽医微生物学及动物免疫学

1. 微生物

凡是个体微小、结构简单、肉眼看不见，需借助于光学显微镜或电子显微镜放大几百倍、几千倍甚至上万倍才能观察到的小生物称为微生物。

2. 微生物学

微生物学是研究微生物在一定条件下的形态、结构、生理、生态、进化、分类及微生物的生命活动与自然界、人类、动植物的相互关系及其规律的一门学科。

广义的微生物学还包括免疫学，寄生虫学中的原虫学。

3. 兽医微生物学

兽医微生物学是研究常见动物病原微生物的基本生物学特性以及病原微生物与动物机体相互作用、相互斗争的复杂病理过程的总称。

4. 动物免疫学

动物免疫学是研究抗原性物质、动物机体的免疫系统和免疫应答的规律和调节以及免疫应答的各种产物和各种免疫现象的一门科学，也就是研究动物机体免疫系统的组织结构和生理功能的科学。

二、微生物的种类及特性

(一) 微生物的种类

微生物的种类繁多，它主要包括细菌、真菌、放线菌、螺旋体、支原体、立克次体、衣原体及病毒等八大类。目前已发现的微生物约有 15 万种，随着分离、培养方法的改进和研究工作的深入，微生物的新种、属、科甚至新目、新纲不断被发现。目前着重研究对人类关系最重要的微生物，更大量的微生物资源等待我们去开发。

(二) 微生物的特性

1. 个体微小

微生物个体微小,一般小于 0.1 mm,因此,微生物的形态就必须借助于显微镜才能观察得到。

2. 结构简单

除个别真菌外,大部分微生物都是单细胞结构,病毒结构更为简单,连最基本的细胞结构也不具备,只由内部的核酸与外围的蛋白质衣壳两部分组成。

3. 繁殖迅速

微生物具有极高的生长繁殖速度,如大肠杆菌在适宜条件下,每 20 min 可繁殖一代,每昼夜可繁殖 72 代,共有 4 万亿亿个(重^①约 4 722 t)。事实上,由于种种客观条件的限制,细菌的分裂速度只能维持数小时,而在液体培养基中细菌细胞的浓度仅为 $10^8 \sim 10^9$ 个/mL。

4. 分布广泛

微生物在自然界中分布极为广泛。土壤、水、空气、人和动物体内外等都有微生物的活动。

5. 代谢旺盛

单位体积所占有的面积(面积/体积)为比面积。微生物比面积极大,这样一个小体积特大表面积的系统,必然有一个巨大的营养吸收面、代谢废物的排泄面和环境信息的接触面,是微生物与一切大型生物相区别的关键所在,能迅速与周围环境进行物质交换。因此,微生物在新陈代谢过程中能产生很多分解产物和合成产物,有的对人类有益,有的对人类有害。

6. 适应力强

微生物具有极强的适应能力,这是其他生物无法比拟的。为了适应多变的环境条件,微生物在长期的进化过程中产生了许多灵活的代谢调控机制,并产生很多种类的诱导酶。微生物对环境条件尤其是恶劣的极端环境具有惊人的适应力。如大多数细菌能耐 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ (液氮)的低温,在海洋深处的某些硫细菌可在 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温条件下正常生长,产芽孢的细菌可在干燥条件下保藏几十年甚至千年,一些嗜盐菌能在 32% 的盐水中正常生存,耐缺氧、耐毒物等特性在微生物中也是极为常见的。

7. 具有一定的形态结构

大部分微生物都具有一定的形态结构,常见的有球形、杆状和螺旋形等。

三、微生物与人类的关系

1. 参与自然界的物质循环

如碳、氮、磷、硫的循环。微生物可将生物大分子的物质发酵分解,以供动植物用来合成有机物质,保持大自然的生态平衡。这种转化构成了生物生存所必需的条件。

2. 农业方面

固氮菌、根瘤菌等为植物制造生物肥料;苏云金杆菌、青虫菌等可用于植物病虫害的防

① 实为质量,包括后文的干重、称重、重量等。现阶段在农林、畜牧等行业的生产实际和科研中一直沿用,为使学生了解、熟悉行业实际情况,本书予以保留。——编者注

治；应用微生物可以制造植物生长激素、糖化饲料等，微生物促进了农业的发展。

3. 工业方面

食品工业、酿造工业、石油发酵等微生物发酵工业体系的建立，使微生物广泛应用到国民经济的许多部门，如食品、医药、皮革、纺织、石油、化工、冶金以及三废处理、环境保护等方面，大大提高产品质量，提高生产效率等。

4. 医药工业方面

抗生素、疫苗的生产及广泛应用为保障人类健康、防治家畜传染病的流行起到了至关重要的作用。同样，还可以使用微生物生产维生素、辅酶 ATP 的酶制剂，大大丰富了医药工业产品。

5. 机体内益生菌群

在人、动物体内寄生的益生菌群，可有助于人、畜消化食物，合成维生素 B、维生素 K，以供人畜的营养需要。

6. 病原微生物的危害

少部分微生物可引起人类或动植物发生疾病及引起物品的霉败变质。这些具有致病性的微生物称为病原微生物。它可以造成人、畜禽的各种传染病的流行，如流感、口蹄疫、肝炎、伤寒等或引起农作物的病害。

综上所述，大多数微生物对人类和环境是有益的，有的甚至是必需的，只有少数微生物能使人 and 动植物发生疾病，我们学习这门课程就是要利用有益的微生物菌群，改造、控制或消除有害微生物，为发展畜牧业生产、保障人类健康服务。

四、微生物学及免疫学发展简史

微生物学及免疫学是生物科学中较年轻的学科之一，自发现微生物到现在仅有 300 多年，从最初证明微生物与腐败、发酵和疾病有关到现在只有百余年历史，而微生物学及免疫学真正成为独立的科学是在 19 世界的后半期。

（一）我国古代对微生物及传染病的认识

微生物广泛存在于自然界，人类在生产实践中，早已应用了微生物。我国在商代（公元前 1766—前 1122 年）就有酒、醴（甜酒）等的记载；北魏时期（约公元 386—534 年）的《齐民要术》一书中详细记载了关于酒曲、醋等的做法。

关于微生物与传染病的认识，早在春秋时期（公元前 566 年）《左传》记载鲁襄公十七年（公元前 556 年）“十一月，甲午，国人逐驱癘狗……”人们已经知道疯狗咬人后会致病，所以驱癘狗以防御狂犬病的传染；明隆庆年间（公元 1567—1572 年）已有接种天花痂预防天花。至少在 100 多年以前，在甘肃夏河等地就应用了“灌花”以预防牛瘟。

（二）形态学时期（17~19 世纪中叶）

1676 年荷兰人安东·吕文虎克（1632—1723 年）用自制的放大 200 倍以上的显微镜，观察了齿垢、粪便、池水等，首次窥见了许多小动物，他统称为微小动物。后来（1693 年）他把这些发现记载于《发现了自然的秘密》一书中。从这本书的插图来看，当时他看到了各种细菌的

形态即球菌、杆菌和螺形菌以及球虫的原虫。这是人们第一次在显微镜下观察到了细菌的形态。

1857 年法国化学家巴斯德（1822—1895 年）利用曲颈瓶试验推翻了“自然发生论”，证实发酵是由微生物引起的，酒类的变质是杂菌生长繁殖的结果，为确定“疾病传染论”奠定了理论基础。1871 年他研究并发现了鸡霍乱的病原，1881 年发现并研究炭疽杆菌，1885 年发现了人的狂犬病病原，他确定这些疫病都是由相应的微生物引起的，并提出了一系列解决这些问题的有效办法，发明了巴氏消毒法，用接种减毒菌苗的方法来预防鸡霍乱和牛羊的炭疽病，以及用狂犬兔化疫苗来防治人类的狂犬病等。

微生物的发现击碎了自然发生论（无生源论），但自然发生论严重阻碍了微生物的研究，使其停留在初级形态学阶段近 200 年。

（三）微生物生理学和免疫学时期（1870—1920 年）

19 世纪 60 年代，在欧洲一些国家中占重要经济地位的酿造工业和蚕丝业发生了酒变酸和蚕病的危害，推动了微生物学的研究。

德国科学家科赫（Robert Koch, 1843—1910 年）等先后创用了一系列的微生物学实验技术，如应用棉花塞以防止空气污染和间歇煮沸杀灭细菌芽孢以及固体培养基等，大大促进了微生物学发展。固体培养基的应用使得有可能更容易分离到细菌的纯培养，他发现了结核杆菌和霍乱弧菌以及和其他学者发现了猪丹毒杆菌、伤寒杆菌、羊布氏杆菌、牛肺疫病原体等，1884 年他提出了确定病原微生物的科赫法则。另外他应用苯胺染料使细菌着色，为染色技术奠定了基础。丹麦人 Chris Jian Gram 于 1884 年发明的革兰氏染色法，可将所有的细菌分为革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌。

微生物终于发展成一门独立的学科，在理论、技术和应用上获得快速的发展，其中巴斯德做出了历史性的贡献。

（四）病毒的发现

1892 年俄国学者伊凡诺夫斯基发现感染烟草花叶病的病原比细菌更小，可以通过细菌滤器。1898 年荷兰科学家贝杰林克先后发现和证明烟草花叶病病原体是一种病毒。与此同时，德国学者 Löffler 和 Frisch 发现了牛口蹄疫病毒，以后又发现了引起动物、植物疫病的一些病毒，以及使细菌裂解死亡的噬菌体等，创立了病毒学。而病毒学进入真正的兴盛时期是 20 世纪 40 年代以后，1930 年以来随着微量化学和生化分析方法的发展，以及电镜的应用、超速离心技术、组织培养方法的出现等，病毒才相继被分离出来。

（五）免疫学的兴起

免疫学作为一门科学则是随细菌学的发展而逐渐建立的，在 18 世纪末，英国医生琴纳创制了牛痘苗解决天花的预防问题，100 年后，巴斯德意外地发现禽霍乱菌陈旧培养物丧失了致病力，但还保持着使鸡产生抵抗强毒禽霍乱菌培养物的免疫力。1881 年巴斯德及其同事又成功地对绵羊进行了炭疽免疫的现场试验，证明在 42℃ 生长而减弱了毒力的炭疽杆菌接种绵羊后，能使其产生抗强毒炭疽杆菌的坚强免疫力，以后又发明了狂犬病疫苗及猪丹毒疫苗，奠定了免疫学初步理论及技术基础。

随着疫苗的不断发现，学者们开始对免疫机理进行研究并形成了两派对立学说，即以梅契尼克夫为代表的细胞免疫学说和以欧立希为代表的体液免疫学说，两个学派进行了长期的

争论,实质上他们是各从不同的角度研究免疫现象,都只强调了免疫的一个方面,随着研究的深入,这两派学说被 Wright 所统一,他在研究吞噬细胞时发现在体液因素参与下,吞噬能力大为加强,从而解决了两派矛盾。

(六)近代和现代微生物学阶段(1920年至今)

进入20世纪,特别是近半个世纪以来,电子显微镜的发明、同位素示踪原子的应用以及生物化学、生物物理学、分子生物学的发展,促进了微生物学向分子水平的纵深发展。

1929年英国医生弗来明发现青霉素能抑制细菌生长,以后,从微生物代谢途径出发,进行化学治疗药剂及抗生素的研究,大大降低了人畜传染病的危害。

1935年斯坦来得到烟草花叶病毒的结晶,1937年鲍登等证实该结晶为核蛋白,它具有感染力,此后证明其他病毒的主要成分也是核蛋白,核蛋白由核酸与蛋白质组成,两部分分开后,只有核酸具有传染能力。这些发现不仅为病毒病的治疗指明了途径,而且为探索生命的本质和起源提供了线索。

20世纪30年代,电子显微镜的发明,使得人们能观察到包括细菌、病毒在内的细胞结构与分子结构。

1944年,弗里等通过细菌的转化试验,证明遗传信息的物质是脱氧核糖核酸(DNA),使微生物学进入了分子水平。近年来通过对微生物基因结构与功能研究,微生物学进入了真正意义的遗传工作时代。

1953年沃森和克里克总结了前人的实验结果,提出了DNA分子双螺旋结构模型及半保留复制假说,为分子生物学及分子遗传学奠定了坚实的理论基础。

1965年尼伦伯格等用大肠杆菌的离体酶系证实了三联体遗传密码的存在,提出了遗传密码理论。

1966年雅各布和莫诺通过对大肠杆菌乳糖代谢的调节机制的研究,提出了操纵子学说,并指出基因表达的调节机制。

1973年科恩等首次将重组质粒成功地转入大肠杆菌中,从此,基因工程研究蓬勃开展。

1975年密尔斯坦等人建立生产单克隆抗体技术,在免疫学中引起了一场革命。

1977年F. Sanger等人对Qx174噬菌体的5373个核苷酸全部序列进行了分析,为微生物的鉴定、检测、致病及免疫等方面带来了革命性变化。

20世纪,微生物学与生命科学及其他学科的汇合交叉,获得了全面深入的发展,概括起来,近年来微生物学领域有三大进展即微生物遗传学、免疫学及病毒学,这三门学科都已发展成为独立学科。现代微生物学已成为生物科学的一个重要分支,是从群体、个体及分子水平来研究各类微生物的形态、结构、新陈代谢、抗原抗体反应及有关应用的学科,由于应用的不同,产生了包括动物微生物学等在内的许多分支学科,它们与人类生活、环境、健康以及人-动物传染病都有密切关系。

思考题

1. 兽医微生物学的研究内容及目的有哪些?
2. 请列举列文虎克、巴斯德和科赫在微生物学发展中做出的杰出贡献。
3. 简述微生物学在生命科学发展中的作用。



第一篇 微生物概论

第一章 细 菌

知识目标

- 了解细菌的化学成分、代谢产物、生长条件。
- 掌握细菌的形态结构、功能及致病性。
- 掌握细菌的基本染色方法、鉴定技术。

技能目标

- 培养学生具备细菌的染色、镜检、分离培养及鉴定能力。

根据形态、大小、结构和化学组成,可将微生物分为原核细胞型微生物、真核细胞型微生物、非细胞型微生物。原核细胞型微生物细胞核分化程度低,仅有原始的核质,无核膜、核仁,细胞器不完整,这类微生物包括细菌、支原体、衣原体、立克次体、螺旋体和放线菌;真核细胞型微生物细胞核分化程度较高,有核膜、核仁和染色体,细胞质内细胞器完整,真菌即为真核细胞型微生物;非细胞型微生物无细胞结构,体积微小,能通过细菌滤器,无产生能量的酶系统,只能在活细胞内增殖,病毒即为非细胞型微生物。

第一节 细菌的形态和结构

细菌是原核生物界的一大类具有细胞壁、细胞核无核膜包裹的单细胞微生物。细菌个体微小,单个的细菌不能为肉眼所见,通常需染色后,借助光学显微镜观察其形态和结构,而细菌内部的超微结构,需借助电子显微镜才能观察到。

细菌在一定条件下的形态和结构是相对恒定的,通常所说的细菌的形态和结构,是指细菌在适宜培养条件下,生长最旺盛时的形态和结构特征。研究细菌的形态与结构,对检测和控制病原微生物、研究传染和免疫的机理具有重要的理论与实际意义。

一、细菌的形态

(一) 细菌的形态与排列

细菌的形态比较简单,大致有球状、杆状、螺旋状三种基本类型,此外也有其他形态。根据细菌的这三种基本形态相应地把细菌分为球菌、杆菌、螺旋状菌。

细菌的繁殖方式是无性的二分裂繁殖，即裂殖。分裂后的细菌，有的是单个存在，有的彼此间有原浆带相连，从而形成一定的排列方式。

在正常适宜的条件下，各种细菌的基本形态和排列方式是相对稳定并具有特征性的，可作为细菌分类与鉴定的依据之一。

1. 球 菌

多数球菌呈正球形或近似球形，单个球菌的直径在 $0.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$ 。

按照球菌的分裂方向、分裂后细菌粘连程度及排列方式，可将球菌分为下列几种（图 1-1-1）。

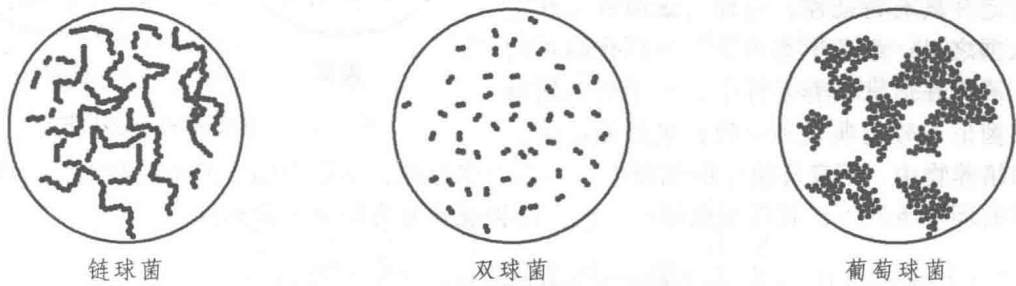


图 1-1-1 各种球菌的形态和排列

（1）双球菌：沿一个平面分裂，新个体成对排列。如肺炎双球菌、脑膜炎双球菌。

（2）链球菌：沿一个平面分裂，新个体不但可以保持成对的状态，而且可以连成短链或长链状。如引起猪脑膜炎、关节炎的猪链球菌等。

（3）四联球菌：细胞分裂是沿着两个相互垂直的平面进行，分裂后每四个细胞特征性地连在一起，呈田字形。如四联微球菌。

（4）八叠球菌：细胞按三个相互垂直的平面进行分裂后，每八个球菌特征性地连在一起成立方体形。如藤黄八叠球菌。

（5）葡萄球菌：细胞无定向分裂，多个新个体形成一个不规则的群体，犹如一串葡萄。如金黄色葡萄球菌。

2. 杆菌（图 1-1-2）

菌体一般呈正圆柱状，也有近似卵圆形的，其大小、长短、粗细都有显著差异。菌体多数平直，少数微弯曲；两端多数为钝圆，少数平截；有的杆菌（如布氏杆菌）菌体短小、两端钝圆、近似球状，称为球杆菌；有的杆菌（如化脓性棒状杆菌）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（如结核分枝杆菌）菌体有侧枝或分枝，称为分枝杆菌；也有的杆菌呈长丝状。杆菌的排列方式也有单在（单杆菌）、成对（双杆菌）、成链（链杆菌）与不规则（菌丛）等。

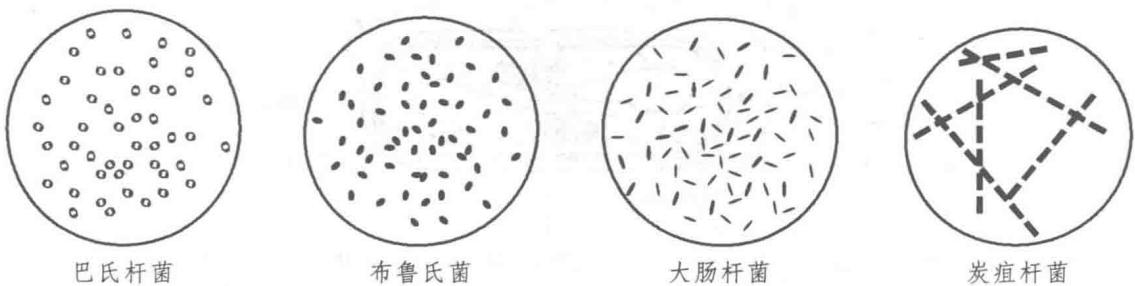


图 1-1-2 各种杆菌的形态和排列

3. 螺旋菌（图 1-1-3）

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。

（1）弧菌：螺旋不满一圈，菌体呈弧形或逗点状。如霍乱弧菌、逗号弧菌。

（2）螺菌：螺旋满 2~6 个环，呈螺旋状。如鼠咬热螺菌、干酪螺菌。

在正常情况下各种细菌的外形和排列方式相对稳定并具有特征性，可作为细菌分类和鉴定的依据之一。细菌形态可受各种理化因素的影响，通常在适宜培养条件下，处于对数繁殖期的细菌形态较为典型和一致；老龄期细菌，或陈旧培养物中、不良环境中的细菌常常表现为多形性，不易识别。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。

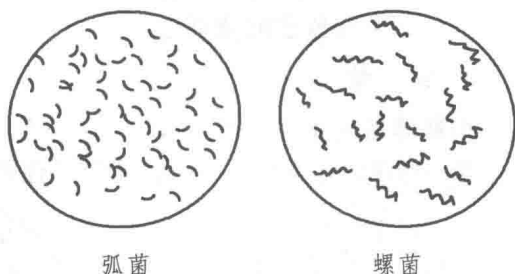


图 1-1-3 螺旋菌的形态和排列

（二）细菌的大小

细菌个体十分微小，无色、半透明，因此需经染色后在光学显微镜下放大几百倍到上千倍才能看见。通常以微米（ μm ）作为测量细菌大小的单位。

不同的细菌大小也不相同。球菌通常以直径表示，一般为 $0.5 \sim 2 \mu\text{m}$ 。杆菌通常以长和宽表示，大的杆菌长 $3 \sim 8 \mu\text{m}$ ，宽 $1.0 \sim 1.2 \mu\text{m}$ ；多数中等大的杆菌长 $2 \sim 3 \mu\text{m}$ ，宽 $0.5 \sim 1 \mu\text{m}$ ；小的杆菌长 $0.7 \sim 1.5 \mu\text{m}$ ，宽 $0.2 \sim 0.4 \mu\text{m}$ 。螺旋状菌以长和宽表示，长度为两端的直线距离，一般为长 $2 \sim 20 \mu\text{m}$ ，宽 $0.2 \sim 1.2 \mu\text{m}$ 。

细菌的大小以生长在适宜温度和培养基中的幼龄（对数期）培养物为标准，各种细菌的大小是相对稳定的，可作为鉴定的依据之一。同种细菌在不同的生长环境和培养条件下，其大小会有变化。

二、细菌的结构

细菌的结构可分为基本结构和特殊结构两部分（图 1-1-4）。细菌的基本结构是指所有细菌都具有的结构；细菌的特殊结构不是所有细菌都有的，是细菌种的特征。细菌的结构与细菌的生存、致病性和免疫性等有很大关系。

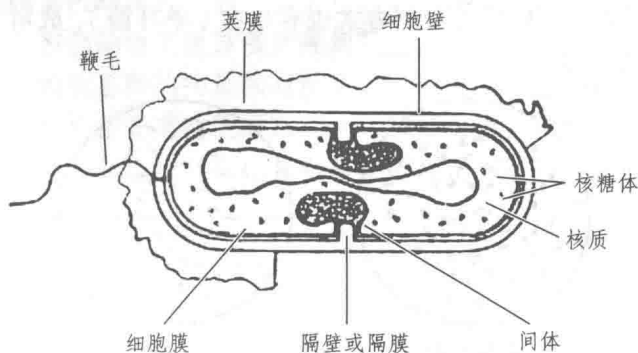


图 1-1-4 细菌的结构

(一) 细菌的基本结构

细菌的基本结构是指所有细菌都具有的细胞结构,包括细胞壁、细胞膜、细胞质、核质。细胞质中还含有核糖体、间体、质粒等超显微结构。

1. 细胞壁

细胞壁是贴近细胞膜的一层无色、透明、坚韧、有弹性的膜,可承受细胞内强大的渗透压而不破坏(图 1-1-5)。细胞壁在电镜下清晰可见,普通光学显微镜观察时,可将细菌用高渗溶液处理后染色,或用特殊染色法处理,即可看到细胞壁。若将细菌制成超薄切片,用电子显微镜可观察到细胞壁的存在。各种细菌的细胞壁厚度不等,一般在 10~80 nm。一般是由糖类、蛋白质和脂类镶嵌排列组成,基础成分是肽聚糖(又称黏肽或糖肽)。

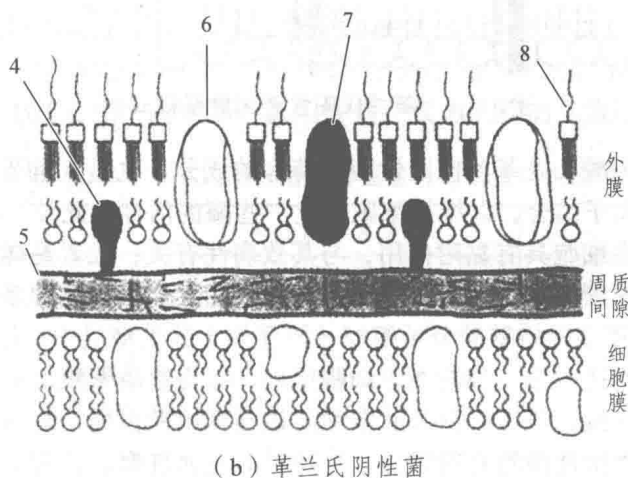
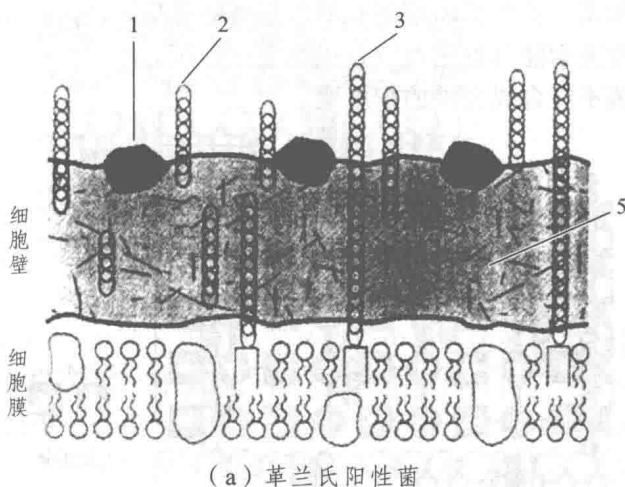


图 1-1-5 细菌细胞壁结构模式图

1—表层蛋白; 2—壁磷壁酸; 3—脂磷壁酸(LTA); 4—OMP(脂蛋白); 5—肽聚糖;
6—OMP(微孔蛋白); 7—OMP; 8—LPS

不同的细菌细胞壁的结构和成分有所不同,用革兰氏染色法染色,可将细菌分成革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌两大类。革兰氏阳性菌的细胞壁较厚,为 15~80 nm,其化学成分主