



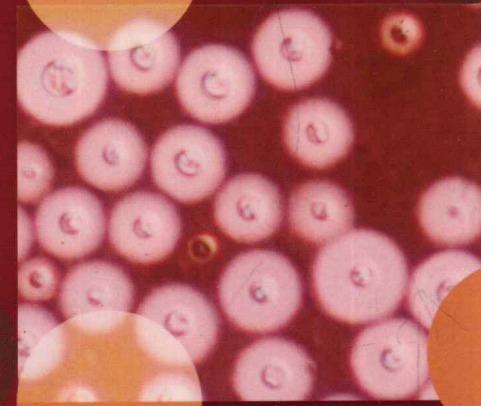
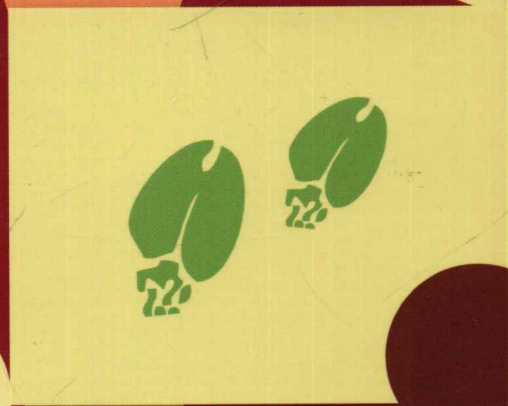
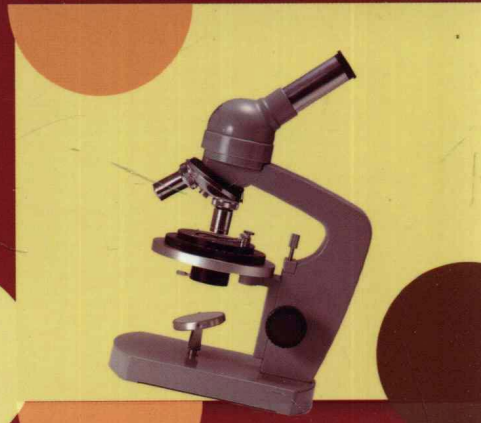
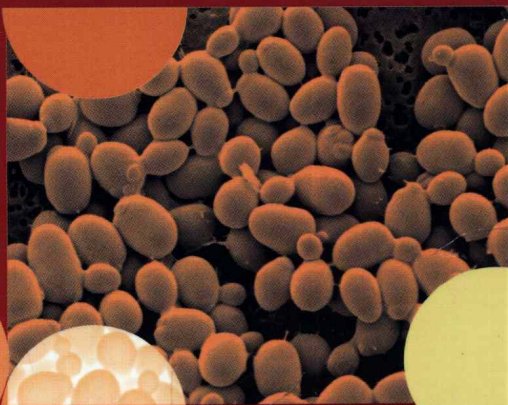
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

Veterinary

Microbiology

兽医微生物学

主编 李一经



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

Veterinary Microbiology

兽医微生物学

Shouyi Weishengwuxue

主 编 李一经

副主编 朱瑞良 许兰菊

主 审 崔治中

编 者 (以姓氏笔画为序)

范京慧 河北农业大学

李一经 东北农业大学

马 波 东北农业大学

任慧英 青岛农业大学

吴 凌 黑龙江八一农垦大学

许兰菊 河南农业大学

朱瑞良 山东农业大学

胡桂学 吉林农业大学

刘大程 内蒙古农业大学

潘 玲 安徽农业大学

唐丽杰 东北农业大学

夏平安 河南农业大学

张桂红 华南农业大学



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

《兽医微生物学》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

全书共有3篇19章,第一篇以细菌、病毒、真菌的基本特征为主线,并与其他微生物的主要特性进行比较,内容包括形态与结构、生理生化、培养与繁殖、遗传与变异、分类与命名、感染与疾病以及微生物学检查程序与方法等;第二篇和第三篇重点阐述兽医微生物学不同病原性细菌、病毒以及重要人畜共患病原微生物的形态特征、培养特性、理化特性、病原性与致病机制、抗原性与免疫性以及微生物学诊断及鉴别诊断的方法和免疫防治等。全书每章后附有英文摘要,可供双语教学并为拓展学生的专业英语知识提供参考。为扩大学生的专业知识面,本书附有电子资源,供学生自学时选择。本书既可作为兽医及相关专业本科生教材,也可作为病原微生物相关专业研究生和教师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

兽医微生物学/李一经主编. —北京:高等教育出版社,
2011.1

ISBN 978-7-04-029569-6

I. ①兽… II. ①李… III. ①兽医学:微生物学-高等
学校-教材 IV. ①S852.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第209904号

策划编辑 潘超
版式设计 马敬茹

责任编辑 王超然
责任校对 胡晓琪

封面设计 张楠
责任印制 毛斯璐

责任绘图 尹莉

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120

经销 蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 北京中科印刷有限公司

开本 889×1194 1/16
印张 22.25
字数 560 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2011年1月第1版
印次 2011年1月第1次印刷
定价 42.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 29569-00

数字课程（基础版）

兽医微生物学

登陆以获取更多学习资源!

登陆方法:

1. 访问 <http://res.hep.com.cn/syws>
2. 输入数字课程账号（见封底明码）、密码
3. 点击“LOGIN”、“进入4A”
4. 进入学习中心，选择课程

账号自登录之日起一年内有效，过期作废。

使用本账号如有任何问题，

请发邮件至：life@pub.hep.cn

兽医微生物学

内容介绍 | 纸质教材 | 相关资源 | 版权信息 | 联系方式

4A

学习中心

欢迎登录

账号

密码

LOGIN

内容介绍

本数字课程是国家级“十一五”规划教材——《兽医微生物学》的配套资源，是对纸质教材的补充和拓展，供学有余力的学生学习和教师教学参考。

本数字课程与纸质教材的章节设置同步，保持了纸质教材的编写风格和特色。本数字课程包含以下两方面内容。

- ▼ 兽医微生物学基础：专题式阅读，包括“芽孢萌发形成繁殖体”、“细菌摄取营养物质的机制”、“细菌厌氧机制”、“细菌的能量代谢”、“病毒复制主要过程的概况”、“NCBI 所公告的真菌分类表”等 41 个专题。
- ▼ 细菌学、病毒学各论：延伸式阅读，包括“肺炎链球菌”、“肠杆菌科属及其模式种”、“其他致病性放线杆菌”、“布氏杆菌的免疫防治”、“拟杆菌”、“棒状杆菌属”、“蜡样芽孢杆菌”、“其他正痘病毒”、“其他细小病毒”、“其他呼肠孤病毒属”、“其他副黏病毒”、“其他流感病毒”、“其他冠状病毒”等 47 个延伸阅读内容。

高等教育出版社版权所有 2010

<http://res.hep.com.cn/syws>

前 言

按照国家高等学校创新性人才培养战略,贯彻落实科学发展观,切实提高高等教育质量的要求,我们编写了普通高等教育“十一五”国家级规划教材《兽医微生物学》。教材立项后,各位编者对教材从编排形式到编写内容几经讨论,反复修改,力图体现本科教材的科学性、系统性、新颖性和实用性。

在编排形式上,全书分为纸质教材和电子资源两部分,前者是兽医本科专业最基本、最重要的专业基础知识,后者是增加专业知识,扩大知识面部分,供不同层次学生和不同学校专业选择。同时,纸质教材与电子资源相配合,突出了教学的主线,减少了纸质教材的篇幅,降低了纸质教材的价格,切实地使学生受益。

在编写内容上,本教材根据本学科的基本要求和教学规律,把兽医微生物学基本知识安排在第一篇,以细菌、病毒、真菌为基本知识,并与其他微生物主要特性进行比较,这部分对不同学制或不同学时学习本门课程的本科学生都有相同的要求,是重点学习的内容。在学生掌握了微生物共性和研究方法的基础之后,分别介绍各类微生物的特点,有利于学生前后联系、重点学习或自学。鉴于兽医微生物学发展日新月异及兽医免疫学内容从传统微生物学中剥离的特点,教材对病原微生物的致病机制、毒力基因,特别是病毒学中重要病毒的基因结构及其编码,免疫检测和免疫保护相关的抗原进行了介绍。在各论部分,我们特别注重对人畜共患病病原的介绍。病原微生物学诊断是各论学习的核心内容,也是微生物学教学中的难点部分,为使学生掌握不同微生物之间的联系和区别,在编写中特别注重介绍针对不同微生物的诊断程序、诊断要点和相似病原微生物的鉴别要点,同时对近年发展起来的以分子生物学为基础的快速检测方法进行概略介绍,以扩大学生知识面。

本教材在每章后附有英文摘要,对该章主要内容进行高度概括。这部分内容旨在促进双语教学,强化学生对微生物学相关英文专业词汇的掌握,拓宽视野,为阅读英文专业文献打下良好的基础。

微生物学中不同微生物的形态学内容占有很大的篇幅,尽管形态不是鉴定细菌、病毒的唯一方法,但对在形态上有特殊诊断意义的病原性细菌、病毒、真菌,本教材配合相应的图片以加深学生的印象,其中有许多引自于国内外的优秀图书,在此向这些图书的作者表示感谢。

非常感谢山东农业大学崔治中教授对全书的认真审阅。虽然编写本教材的各位编者都是由从事本专业教学和科研的第一线教师组成,但因时间和学术水平有限,教材中定有错误和欠妥之处,恳请读者批评指正。

编 者
2010年10月

目 录

| | |
|----------|-----|
| 绪言 | (1) |
|----------|-----|

第一篇 兽医微生物学基础

| | | | |
|--------------------------|------|-------------------------------|-------|
| 第一章 细菌的基本特征 | (9) | 第七节 病毒的分类 | (92) |
| 第一节 细菌的形态与结构 | (9) | 第八节 病毒性传染病的实验室诊断 | (94) |
| 第二节 细菌生理 | (21) | 第三章 真菌的基本特征 | (102) |
| 第三节 细菌的遗传与变异 | (27) | 第一节 真菌概述 | (102) |
| 第四节 细菌生态学 | (34) | 第二节 真菌的形态与结构 | (103) |
| 第五节 细菌的分类与命名 | (37) | 第三节 真菌的繁殖与培养鉴定 | (107) |
| 第六节 外界因素对细菌的影响 | (40) | 第四节 真菌的微生物学检查 | (109) |
| 第七节 细菌感染与致病机制 | (46) | 第五节 常见病原性真菌和真菌毒素 | (111) |
| 第八节 细菌学检测程序和方法 | (54) | 第四章 其他微生物 | (119) |
| 第二章 病毒的基本特征 | (60) | 第一节 支原体 | (119) |
| 第一节 病毒概述 | (60) | 第二节 立克次氏体 | (125) |
| 第二节 病毒的形态结构与理化性状 | (64) | 第三节 衣原体 | (127) |
| 第三节 病毒的培养和增殖 | (71) | 第四节 螺旋体 | (130) |
| 第四节 病毒的遗传与变异 | (81) | 第五节 放线菌 | (136) |
| 第五节 理化因素对病毒的影响 | (84) | | |
| 第六节 病毒的感染 | (87) | | |

第二篇 细菌学各论

| | | | |
|-------------------------|-------|-----------------------------------|-------|
| 第五章 病原性球菌 | (143) | 第七章 巴氏杆菌科及相关菌属 | (169) |
| 第一节 葡萄球菌属 | (143) | 第一节 巴氏杆菌属 | (169) |
| 第二节 链球菌属 | (146) | 第二节 里氏杆菌属 | (173) |
| 第三节 其他球菌 | (149) | 第三节 嗜血杆菌属 | (175) |
| 第六章 肠杆菌科 | (155) | 第四节 放线杆菌属 | (177) |
| 第一节 肠杆菌科细菌共同生物学特性 | (155) | 第八章 其他需氧或兼性厌氧革兰氏阴性杆菌 | (181) |
| 第二节 埃希氏菌属 | (158) | 第一节 布氏杆菌属 | (181) |
| 第三节 沙门氏菌属 | (161) | 第二节 假单胞菌属 | (187) |
| 第四节 耶尔森氏菌属 | (166) | 第三节 军团杆菌属 | (190) |
| 第五节 志贺氏菌属 | (167) | 第四节 波氏杆菌属 | (191) |
| 第六节 肠杆菌科其他菌属 | (167) | 第五节 弗朗西氏菌属 | (194) |

| | | | |
|-------------------------|-------|-----------------------|-------|
| 第六节 弧菌属 | (194) | 第一节 李斯特氏菌属 | (209) |
| 第九章 革兰氏阴性微需氧和厌氧杆菌 | (198) | 第二节 丹毒丝菌属 | (213) |
| 第一节 弯曲菌属 | (198) | 第三节 棒状杆菌属 | (216) |
| 第二节 拟杆菌属 | (204) | 第四节 分枝杆菌属 | (216) |
| 第三节 梭杆菌属 | (204) | 第十一章 革兰氏阳性产芽孢杆菌 | (226) |
| 第四节 螺杆菌属 | (207) | 第一节 芽孢杆菌属 | (226) |
| 第十章 革兰氏阳性无芽孢杆菌 | (209) | 第二节 梭菌属 | (231) |

第三篇 病毒学各论

| | | | |
|----------------------|-------|---------------------------|-------|
| 第十二章 双股 DNA 病毒 | (251) | 第十六章 单股负链分节段 RNA 病毒 | (305) |
| 第一节 痘病毒科 | (251) | 第一节 正黏病毒科 | (305) |
| 第二节 疱疹病毒科 | (255) | 第二节 布尼亚病毒科 | (311) |
| 第三节 腺病毒科 | (268) | 第三节 沙粒病毒科 | (311) |
| 第四节 多瘤病毒科 | (274) | 第十七章 单股正链不分节段 RNA | |
| 第五节 乳头瘤病毒科 | (274) | 病毒 | (313) |
| 第六节 非洲猪瘟病毒科 | (274) | 第一节 冠状病毒科 | (313) |
| 第十三章 单股 DNA 病毒 | (278) | 第二节 黄病毒科 | (319) |
| 第一节 细小病毒科 | (278) | 第三节 披膜病毒科 | (325) |
| 第二节 圆环病毒科 | (281) | 第四节 小 RNA 病毒科 | (325) |
| 第十四章 双股 RNA 病毒 | (285) | 第五节 杯状病毒科 | (330) |
| 第一节 呼肠孤病毒科 | (285) | 第六节 星状病毒科 | (331) |
| 第二节 双 RNA 病毒科 | (290) | 第十八章 具有反转录作用的病毒 | (333) |
| 第十五章 单股负链不分节段 RNA | | 第一节 反转录病毒科 | (333) |
| 病毒 | (295) | 第二节 嗜肝 DNA 病毒科 | (338) |
| 第一节 副黏病毒科 | (295) | 第十九章 朊病毒 | (339) |
| 第二节 弹状病毒科 | (300) | | |
| 参考文献 | (346) | | |

结 言

微生物(microorganism)属生物的一部分,生物所具有的共同特点,如生长繁殖、新陈代谢、遗传变异、对所处环境作出反应等,微生物同样具备。“微”即小的意思,这类生物小到无法用肉眼直接观察,必须借助显微镜将其放大几百倍、上千倍甚至数万倍才能观察到,因此微生物是一类形体微小、结构简单的显微生物。

生物进行生命活动的基本单位是细胞,根据细胞有无基本结构、分化程度、化学组成等特点,将微生物分成3大类。

(1) 真核型微生物(eukaryotic microbe):细胞核的分化程度较高,有核膜、核仁和染色体;细胞质内有完整的细胞器,如内质网、核糖体及线粒体等。真菌属此类微生物。

(2) 原核微生物(prokaryotic microbe):细胞核的分化程度低,仅有原始核质,没有核膜与核仁;细胞器不完善。属于此类的微生物包括细菌、螺旋体、支原体、立克次氏体、衣原体和放线菌。

(3) 非细胞型微生物(acellular microbe):无细胞结构,无产生能量的酶系统,由单一核酸(DNA/RNA)和蛋白质组成,必须在活细胞内增殖。病毒属此类微生物。

上述8大类微生物在生物分类系统中涉及3个界的生物,即真核界、原核生物界和病毒界。之所以把这3个界的8大类生物放在一起作为微生物一门科学进行研究,是因为这些生物具有共同特点,表现在以下几个方面。

体积小,表面积大 是微生物不同于其他生物的首要特征。微生物的个体极其微小,如果以大肠埃希菌为代表,若把1500个细菌细胞的长径相连,仅等于一颗芝麻的长度(3mm);如果把120个细菌横向紧密排列在一起,其总宽度仅等于一根头发的直径(60 μ m)。因此必须借助显微镜将其放大几百倍、上千倍才能看清。

把一定体积的物体分割得越小,它的总表面积就越大,物理学上将物体的表面积和体积之比称为比表面积。如果把人的比表面积值定为1,则大肠埃希菌的比表面积值竟高达30万!这样一个小体积大面积系统是微生物与一切大型生物相区别的关键所在。了解了这一点,就容易理解微生物对营养物质的吸收和转化及自身生长和繁殖如此之快等许多特性了。

生长快,繁殖旺盛 普通的高等动植物繁殖一代需要几个月或几个季度,甚至一年的时间。微生物却以惊人的速度生长和繁殖。例如大肠埃希菌在合适的生长条件下,12.5~20min便可繁殖一代,理论上讲,每小时可分裂3次,由1个变成8个。每24h可繁殖72代,由1个细菌变成4722366483万亿个,经48h后,则可产生约 2.2×10^{43} 个后代,如此多的细菌的重量约等于4000个地球之重。这在实际生活中是不可能的,由于种种条件的限制,微生物不可能无限制地繁殖,细菌以几何级数的繁殖只能维持几个小时,因而在培养液中繁殖细菌,它们的数量一般仅能达到每毫升1亿~10亿个,最多达到100亿个。尽管如此,微生物的繁殖速度仍比高等动植物高出千万倍。

微生物的这一特性在发酵工业上具有重要意义,可以提高生产效率,缩短发酵周期;同时利用微生物繁殖快、数量多的特点,进行遗传物质的操作,观察后代遗传特性的变化;利用微生物菌体蛋白作为动物饲料的单细胞蛋白等均具有重要意义。

分布广,种类多 微生物的广泛分布是微生物的重要特性之一。可以说人和动物是生活在微生物的汪洋大海之中的。微生物在地球上几乎无处不有,无孔不入。人和动物的体表皮、被毛、口腔、胃肠道、呼吸道、泌尿生殖道等都有不同种类的微生物存在。85000m的高空、11000m的海底、2000m深的地层、近100 $^{\circ}$ C的温泉及-250 $^{\circ}$ C的极地等人和动物不能生存的极端环境中,均有微生物的存在。至于人们正常生产生活的地方,土壤、空气、各种水域都有数量不同的微生物。我们任意取的一粒土,就是一个丰富的微生物世界。在肥沃的土壤中,每克土含有20亿个微生物,即使是贫瘠的土壤,每克土也含有3亿~5亿个微生物。由于微生物的广泛分布,使我们难以找到一个自然情况下不存在微生物的环境,所以要对特定微

生物进行操作,一定要采取无菌操作措施避免其他微生物污染。

微生物种类繁多,可能是地球上物种数量最多的一类。我们所知道的微生物约有 10 万种,有人估计目前已知的种只占地球上实际存在微生物种数的 20%,但在人类生产和生活中仅开发利用了已发现微生物种数的 1%。因此微生物资源极其丰富,利用微生物为人类服务的空间广阔。

吸收多,转化快 由于微生物的比表面积大,所以与外界环境的接触面特别大,这非常有利于微生物通过体表吸收营养和排泄废物,使它们的“胃口”十分庞大。而且,微生物能够利用的营养物质也非常广泛,凡是动植物能利用的物质,微生物都能利用,大量的动植物不能利用的物质,甚至剧毒的物质,微生物照样可以利用。如大肠埃希菌在合适条件下,每小时可以消耗相当于自身质量 2 000 倍的糖,而人体则需要 40 年之久。我们可以利用微生物这个特性,发挥“微生物工厂”的作用,使大量基质在短时间内转化为有用的化工、医药产品或食品,为人类造福。

适应性强,变异频率高 微生物对环境尤其是恶劣的极端环境具有惊人的适应力,这是高等生物所无法比拟的。例如,多数细菌能耐 0 ~ -196 ℃ 的低温;在海洋深处的某些硫细菌可在 250 ~ 300 ℃ 的高温条件下正常生长;一些嗜盐细菌甚至能在饱和盐水中正常生活;产芽孢细菌和真菌孢子在干燥条件下能存活几十年、几百年甚至上千年。耐酸碱、耐缺氧、耐毒物、抗辐射、抗静水压等特性在微生物中非常常见。

微生物个体微小,但与外界环境的接触面积大,容易受到环境条件的影响而发生性状变异,尽管变异发生的概率只有百万分之一到百万分之一,但由于微生物繁殖快,短时间就能产生庞大的后代群体,可在短时间内产生大量变异的后代。正是由于这个特性,人们才能够按照自己的要求不断改良在生产上应用的微生物。

多数对人类有益,只有少数有害 微生物与人和动物的关系可形象地比喻为一把锋利的双刃剑,它给人类带来巨大利益的同时也带来“残忍”的破坏作用。在有益方面,它给人类带来的利益不仅是享受,而且涉及人类的生存。日常生活中,人类在许多方面从微生物获得益处,面包、奶酪、啤酒、抗生素、疫苗、维生素、酶和许多重要产品的生产都需要微生物。微生物也是我们的生态系统不可缺少的组成成员,它使陆地和水生系统中碳、氧、氮和硫的循环成为可能。微生物还是所有生态食物链和食物网的根本营养来源,否则地球上的所有生命将无法繁衍下去。可以说,微生物与人类关系的重要性,再怎么强调都不过分。

然而,这把双刃剑的另一面——微生物的“残忍”给人类带来的灾难,有时甚至是毁灭性的。1347 年的一场由鼠疫耶尔森氏菌(*Yersinia pestis*)引起的瘟疫几乎摧毁了整个欧洲,有 1/3 的人(约 2 500 万人)死于这场灾难。在此后的 80 年间,这种疾病一再肆虐,实际上消灭了大约 75% 的欧洲人口,一些历史学家认为这场灾难甚至改变了欧洲文化。我国在新中国成立前也曾多次流行鼠疫,死亡率极高。今天,一种新的瘟疫——艾滋病(AIDS)也正在全球蔓延;许多已被征服的传染病,如肺结核、疟疾、霍乱等也有“卷土重来”之势。据 1999 年 8 月世界卫生组织的统计,全世界有 18.6 亿人患结核病。随着环境污染的日趋严重,一些以前从未见过的新的疾病,如军团病、埃博拉病毒病、霍乱弧菌 O139 新菌型、大肠埃希菌 O157 新菌型以及疯牛病等又给人类带来了新的威胁。因此,正确地使用这把双刃剑,利用有益微生物,控制和消灭有害微生物是学习和应用微生物学的主要目的。

正是由于微生物的这些共同特点,加之对其研究方法、应用方面都十分相似,所以通称为微生物来对其进行研究和开发利用。

一、微生物学的发展

微生物学(microbiology)是生物科学的一个重要分支,是一门年轻而不断丰富、发展速度较快的科学。微生物学成为一门独立学科不过 300 多年的历史。但是在之前的漫长时间里,人们已经将微生物学的知识应用于生产实践了。相关知识见电子资源绪-1

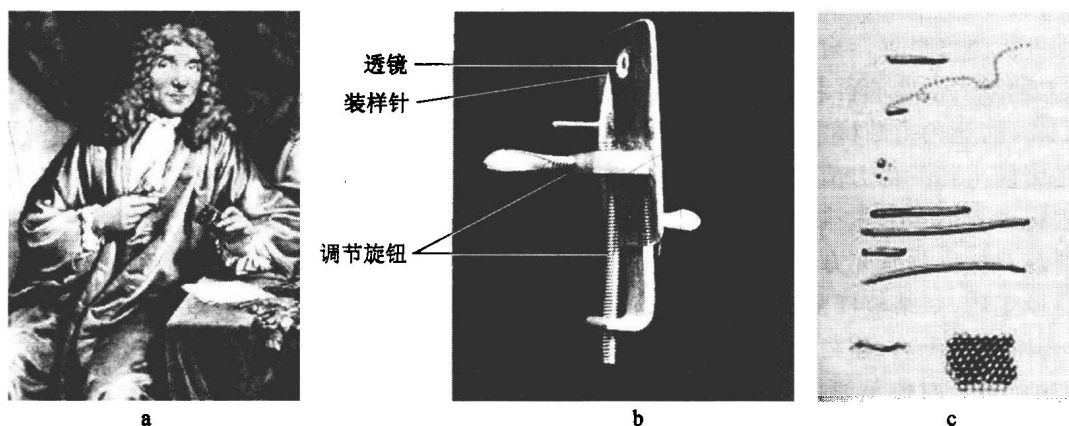
微生物学的发展可分为 3 个主要时期。

(一) 微生物形态学时期

由于航海业的需要,人们发明了望远镜,望远镜的放大倍数逐渐增大,就形成了最初的显微镜。16 世纪发明的显微镜只能放大 32 倍,以后逐渐改进。1674 年荷兰人列文虎克(Antoni van Leeuwenhoek, 1632—

1723)(图绪-1a)用自制的显微镜观察到了被他称为“小动物”的微生物世界。他给英国皇家学会写了许多信,介绍了他的观察结果。他发现了杆菌、球菌和原生动物,表明他实实在在看到并规范记录了一类从前没有人看到过的微小生命。因为这个伟大的发现,他被选为英国皇家学会的会员。所以今天我们把列文虎克看成是微生物学的开山祖。

列文虎克16岁便在一家布店里当学徒,后来在当地开了家小布店。当时人们经常用放大镜检查纺织品的质量,列文虎克从小就迷上了用玻璃磨制放大镜。因为放大倍数越高,透镜就越小,为了用起来方便,他用两个金属片夹住透镜,再在透镜前面安装一根带尖的金属棒,把要观察的东西放在金属尖(装样针)上,并用一个螺旋钮调节焦距,制成了一架显微镜(图绪-1b)。列文虎克先后制作了400多架显微镜,最高的放大倍数达到200~300倍。用这些显微镜,他观察过雨水、污水、血液、辣椒水、腐败物质、酒、黄油、头发、精液、肌肉和牙垢等许多物质。从列文虎克写给英国皇家学会的200多封附有图画的书信里,人们可以断定他是全世界第一个观察到球形、杆状和螺旋形的细菌和原生动物(图绪-1c)的人,且第一次描绘了细菌的运动。相关知识见电子资源绪-2



图绪-1

a. 列文虎克手持自制的显微镜;b. 发明的显微镜,主要组成有透镜、调焦距的螺旋和装样针;
c. 列文虎克绘制的来自人口腔中的细菌

(二) 微生物生理学时期

微生物学发展的生理学时期,是从19世纪中叶开始的。在这个时期,随着科学技术的发展,微生物学也有了长足的进步。通过许多科学家的努力,特别是法国伟大的科学家巴斯德(Louis Pasteur, 1822—1895)的一系列创造性研究工作,使人们认识到微生物与人类有着十分密切的关系。巴斯德是公认的微生物学和免疫学奠基人。虽然他学的是化学,不到30岁成为有名的化学家,但他在微生物学的工作奠定了微生物学主要的科学原理和基本方法。其突出的贡献有:① 推翻了“自然发生论”。他用著名的曲颈瓶实验证明了使肉汤浑浊的微生物来自微生物的“种子”。② 发现了有机物的发酵与腐败现象都是由微生物引起,不同形态的微生物,其代谢产物也不尽相同,开始了研究细菌代谢产物的生理学阶段。19世纪60年代,在欧洲普遍存在葡萄酒工业面临酒类变质的危机,经济损失严重。法国里尔城酒厂老板希望巴斯德能在酒中加化学药品来防止酒类变酸。巴斯德与众不同的是他善于利用显微镜观察,这使他得到了前人没有的重要发现。正常的葡萄酒中只能看到一种又圆又大的酵母菌,变酸的酒中则还有另外一种又小又长的细菌,把这种细菌放到没有变酸的葡萄酒中,葡萄酒就变酸了。证实了有机物的发酵是因酵母菌的作用,酒味变酸是污染了酵母菌以外的其他杂菌所致。为了防止酒类变质,他将待发酵的基质液预先经62℃处理30 min,再加入酵母菌,成功解决了杂菌污染的难题。人们把这种采用不太高的温度加热杀死微生物的方法叫做巴斯德消毒法,一直沿用至今。③ 提出了传染病是由微生物引起,发明了多种预防动物疾病的弱毒疫苗,奠定了免疫学基础。19世纪70年代,巴斯德开始研究炭疽病。他分离到炭疽杆菌并把该菌连续培养在一个不合适(45℃高温)的条件下,制备了炭疽弱毒疫苗,从而拯救了无数的生命;利用相类似的方法,他发明了禽霍乱、狂犬病等弱毒疫苗,奠定了今天已经成为重要科学领域的免疫学的基础。

巴斯德在弱毒疫苗制备的工艺和方法同样为以后其他疫苗的研制提供了科学借鉴,如猪瘟疫化弱毒疫苗、牛瘟疫化弱毒疫苗、卡介苗等。1873年,巴斯德当选为法国医学科学院院士,虽然他不是医生,连行医的资格都没有,但历史证明,巴斯德是最伟大的“医生”。他的研究成果直到今天仍然给人类带来巨大的幸福。

在这一时期另一个不能忘记的微生物学奠基人是德国医生科赫(Robert Koch, 1843—1910),可以说科赫是微生物学方法的奠基人,在确认引起传染病的病原菌方面做了大量工作。他创用了固体培养基,借此可使不同细菌获得单个菌落,利于对各种纯培养细菌分别研究;建立了细菌染色方法,使得细菌在镜下观察的形态特征更清晰;提出了确定细菌致病性的实验动物感染法,即著名的科赫法则(Koch postulate)。该法则的主要内容是:①病原微生物一定存在于患病动物个体中,而在健康动物不存在;②一定能分离和纯培养所怀疑的病原微生物;③当分离的病原微生物接种健康的宿主时,一定导致相同的疾病;④相同的病原微生物一定能再从这种发病的宿主中分离到。该法则在鉴定一种微生物是否具有致病性确有重要的意义,但现在看来也不是十分完善的,如有些病原菌无适合的易感动物模型,有的病原体迄今尚未能在体外人工培养。随着科学技术的发展,科赫法则也在不断的充实和完善。例如能在被感染的动物血清中检测到特异性抗体等也可作为评定细菌致病性的依据。随着现代微生物学的发展和致病基因的鉴定、分离和克隆,人们提出了新的科赫分子法则,作为科赫法则的补充,其主要内容是:①在致病菌中检出某些基因或其产物,而无毒力菌株中则无;②毒力菌株的某个毒力基因被损害,则毒株的毒力应减弱或消除,或者将此基因插入到无毒力菌株中,无毒力菌株表现有毒力菌株特性;③将细菌接种动物时,该基因应在感染的过程得到表达;④在接种动物检测到该基因表达产物的抗体或产生免疫保护。

由于科赫对微生物研究方法的改进和完善,由他和他带动的一大批学者在短时间内相继发现并分离了多种病原微生物,如结核杆菌、霍乱弧菌、脑膜炎奈瑟菌、痢疾志贺氏菌、白喉棒状杆菌、回归热螺旋体、麻风杆菌、伤寒沙门氏菌、葡萄球菌、破伤风梭菌、产气荚膜梭菌、鼠疫耶尔森氏菌等一大批病原菌,开创了细菌学研究的“黄金时代”。科赫被后人誉为“细菌之父”。

在18世纪末到19世纪初,除发现大量的病原性细菌外,在1898年荷兰科学家拜耶林克(Beijerinck, 1851—1931)在烟草花叶病的烟叶中发现了比细菌更小的传染性病原体,开创了人类对病毒的认识。同时德国兽医微生物学家Loeffler和Frosch于1898年报道了口蹄疫病毒,发现了动物和人类均可感染的第一个病毒。1901年第一个人类病毒——黄热病病毒由美国科学家Walter-Reed首次分离成功。1951年英国学者Twort发现了细菌病毒(噬菌体)。至20世纪中叶,很多植物病毒、动物病毒、细菌病毒等被发现并分离出来。

在探索病原微生物的防治方面,继巴斯德研制成炭疽疫苗、狂犬病疫苗之后,德国学者贝格林(Behring)在1891年利用白喉抗毒素治疗白喉患儿,推动了预防医学和抗感染免疫的发展。德国化学家欧立希(Ehrlich)经过605次失败合成的化学治疗剂“606”,是用于治疗梅毒的砷制剂,开创了微生物传染性疾病的化学治疗途径。此后一系列的磺胺类药物被合成并得到广泛应用。1921年英国细菌学家弗莱明(Alexander Fleming)发现了青霉素,为抗生素治疗细菌性疾病以及为多种抗生素的研究和生产翻开了新的一页。

(三) 现代微生物学时期

进入到20世纪中叶,生物化学、遗传学、细胞生物学和分子生物学等学科快速发展,以及电子显微镜、气相色谱、液相色谱、免疫学技术、超速离心技术、细胞培养技术、分子生物学技术的进步,极大地推动了微生物学的发展。近20年来,一大批快速、特异、重复性强、敏感性高的微生物学诊断方法相继建立,不但为微生物检测和疾病诊断提供了方法和手段,也为人类对微生物的研究提供了极大的帮助,促进了对病原微生物结构与功能的认识,使微生物学研究从细胞水平深入到分子水平,在探索病原微生物基因组结构、基因表达、致病的物质基础及机制以及疾病的诊断、预防、治疗等方面取得了巨大成就。突出表现在:①对病原微生物基因组的研究取得了重要成果。细菌全基因组从20世纪90年代初陆续有报道以来,到2000年以后,每年获得微生物全基因组序列的数量成倍增加。实际上人类基因组的研究工作,是在早期病毒全基因组研究的基础上才得以发展的。对于病原微生物相关基因调控、致病物质基础及其与宿主细

胞之间的相互作用等发病机制的研究,取得重要成果。这对开发疫苗,研制抗微生物药物具有重要指导作用。② 新型疫苗的研制工作快速发展,从最早的全菌体死菌疫苗,经历了减毒活疫苗、亚单位疫苗、基因工程活载体疫苗、核酸疫苗等,这些疫苗在一定程度上克服了传统疫苗的明显不足,如免疫原性弱、毒力返强、需要进行病原操作易造成病原排散等,但也有在技术上需要进一步完善的方面。同时为了增强疫苗的免疫原性,人们正在开发新的疫苗佐剂,如霍乱毒素 B 亚单位、大肠埃希菌不耐热肠毒素等。③ 新的病原微生物及传染病病原不断被发现和确定。从 20 世纪 70 年代以后,先后发现新的病原微生物达 40 多种,如军团菌、霍乱弧菌 O139、空肠弯曲菌、金黄色葡萄球菌产毒株(TSST-1)、埃博拉病毒、人免疫缺陷病病毒、大肠埃希菌 O157、肺炎衣原体、SARS、猪圆环病毒 2 型、猪呼吸与繁殖综合征病毒等。从发现疾病到证实其病原体一般只用 2~5 年时间,这在过去是无法想象的。④ 微生物学诊断技术有了新突破,建立起如免疫荧光技术、酶联免疫吸附实验、聚合酶链反应、基因探针杂交、免疫胶体金等技术,微生物检验在快速、敏感、特异的基础上,向着微量化和批量化和自动化方向发展。⑤ 新的抗细菌和抗病毒药物研制有了突破性进展,对由传染性疾病的防治起到了极大的作用。

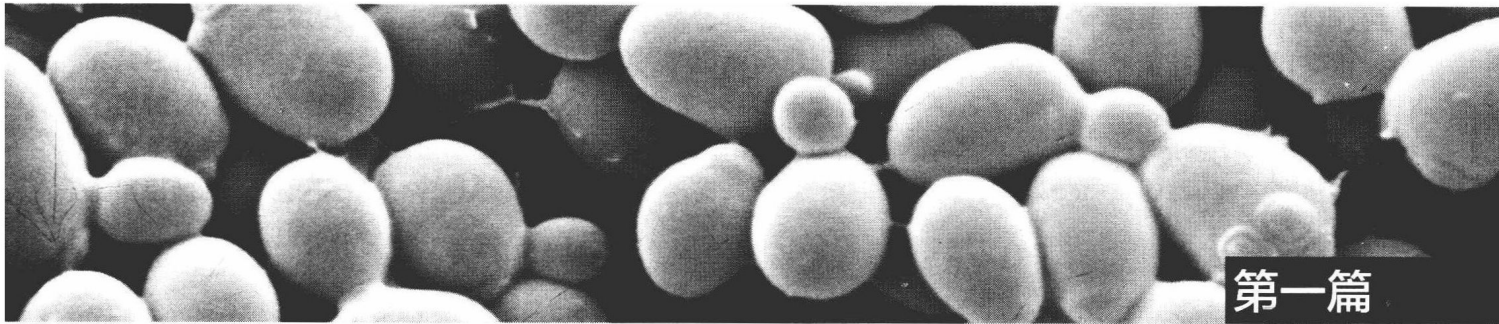
虽然现代微生物学取得了巨大成就,但距离控制和消灭传染病的目的相差甚远,旧的病原被消灭,新的病原还会出现。SARS 病毒在 2002 年秋从我国广东省爆发,到 2003 年上半年在我国大范围流行,继而波及全球 32 个国家和地区,造成了重大的公共卫生事件;禽流感是古老的传染性疾病,过去认为高致病性禽流感只是禽类的一种烈性传染病,但 1997 年发生香港人感染禽流感并致死亡的消息后,到 2009 年初已有 15 个国家和地区发生了人感染禽流感的报道。这些病原的袭击给人们敲醒了警钟,也使人们得到了启发。人类与病原微生物的斗争是永远不会结束的,但依靠科学技术手段把病原引起的传染病控制在一定水平,把损失减少到最低程度是学习和掌握微生物学的重要任务之一。

二、兽医微生物学的任务

兽医微生物学(veterinary microbiology)是微生物学的一个分支,与医学微生物学(medical microbiology)的关系最为密切。它所涉及的微生物范围更为广泛,包括了家畜(禽)、野生动物、观赏动物、水产动物和人畜共患传染病的病原微生物及其在机体内所引起的反应。

兽医微生物学的主要任务是在兽医工作实践中应用微生物学的基本理论进行传染性病原的检测、检验和微生物的鉴定工作;兽医微生物学也是兽医及相关专业的专业基础课,为后期课程,如家畜传染病学、兽医公共卫生学、兽医卫生检验、兽医临床诊断学、外科学等课程学习打下坚实的基础,为传染病的诊断、预防和治疗以及消灭动物传染病和人畜共患传染病提供重要的技术手段,以保证农业和畜牧业的健康、快速发展;兽医微生物学也肩负着保障公共卫生安全和人类健康的重要职责。事实证明,许多人类疾病的病原或是动物源性或属人畜共患,如 SARS、流感病毒、汉坦病毒、布鲁氏菌、结核分枝杆菌、沙门氏菌、耶尔森氏菌等,因此,人类传染病的控制和消灭直接依赖于对动物传染病的控制。一些重要的动物源性疫病,如口蹄疫、禽流感、疯牛病的流行,震惊全球,对其病原的研究和疾病的控制得到了全社会的广泛关注。可以说,兽医微生物学是一门理论意义重大,实践性较强,蓬勃发展的学科,随着时间的推移,该学科将对人类的健康与文明,社会的安定与进步发挥愈来愈大的作用。

(李一经)



兽医微生物学基础

第一章 细菌的基本特征

细菌是微生物中数量多,分布广,与人类关系密切的一类单细胞原核微生物。细菌虽然形体微小,但有其独特的结构,这些结构与其功能密切相关,掌握细菌形态与结构对实践中鉴定细菌具有意义;细菌属于生物,生物所具有的生长繁殖、新陈代谢、遗传变异、对环境作出的反应等共同特点细菌也具有。细菌中绝大多数对人类有益,只有极少数对人和动物具有致病性,这部分病原性细菌通过其产生的不同致病物质基础引起相应的传染性疾病。了解细菌的基本特征,病原性细菌致病特性,对利用有益细菌和控制消灭有害细菌具有重要的实践意义。

第一节 细菌的形态与结构

细菌(bacterium)是一类具有细胞壁的单细胞原核微生物。其主要特性是个体微小,形态简单,结构略有分化,具有DNA和RNA,以二分裂法(binary fission)繁殖,并可在人工培养基上生长。细菌种类繁多,与人和动物的关系密切,是微生物研究的重点。

一、细菌的大小

细菌个体微小,通常以微米(micrometer, μm)为测量单位,必须借助光学显微镜放大数百倍至上千倍才能看到,可用测微尺在显微镜下测定。各种细菌的大小有一定的差别,常见的畜禽病原菌大小多为几微米。球菌的大小一般以其直径表示,多数球菌的直径为 $1.0\ \mu\text{m}$ 左右;杆菌和螺旋菌的大小一般以其长度和宽度表示,常见杆菌的大小为 $(2\sim 5)\ \mu\text{m} \times (0.5\sim 1.0)\ \mu\text{m}$ 。

不同种类的细菌由于遗传和生态学的差别而大小不一,同一种类细菌的大小也可随着生存环境的改变和培养时间的不同而发生变化。细菌的大小以生长在适宜的温度和培养基中的幼龄培养物为标准。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,而且具有明显的特征,可以作为鉴定细菌的一个依据。

二、细菌的外形与排列

细菌的基本形态主要有球状、杆状和螺旋状3种,分别称为球菌、杆菌和螺旋状菌(图1-1)。细菌以简单的二分裂法进行繁殖,有些细菌分裂后单个存在,有些细菌分裂后仍彼此相连。在正常情况下,各种细菌的外形和排列方式是相对稳定的,因此可作为细菌分类与鉴定的重要依据之一。

1. 球菌

多数球菌(coccus)呈球形或近似球形。球菌根据繁殖时的细胞分裂平面以及分裂后的黏附方式可分为以下几种:

(1) 双球菌(*Diplococcus*):球菌在一个平面上分裂,分裂后两个菌体成对排列,如肺炎双球菌(*Diplococcus pneumoniae*)(图1-2a)。

(2) 链球菌(*Streptococcus*):球菌在一个平面连续分裂,分裂后多个菌体黏附成链状,如猪链球菌(*Streptococcus suis*)(图1-2a)。

(3) 四联球菌(*Tetracoccus*):球菌在两个相互垂直的平面分裂,分裂后4个球菌连在一起,排成“田”字形,如四联微球菌(*Micrococcus tetragenus*)(图1-2b)。

(4) 八叠球菌(*Sarcina*):球菌在3个相互垂直的平面分裂,分裂后8个球菌细胞分两层排列在一起,成为一个立方形的包裹状,如尿素八叠球菌(*Sarcina ureae*)、盐渍食品中的八叠球菌(图1-2c)。

(5) 葡萄球菌(*Staphylococcus*):沿多个不规则的平面分裂,分裂后若干球菌无规则地聚集在一起,形状似葡萄串状,如金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)(图1-2d)。

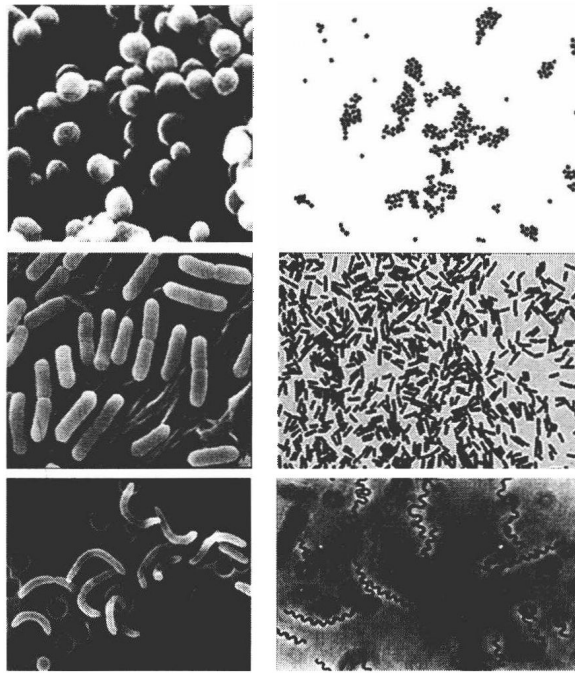


图 1-1 细菌的 3 种基本形态

左侧为细菌形态模式图,右侧为细菌培养物涂片光镜照片。从上至下依次为:球菌、杆菌、螺旋状菌

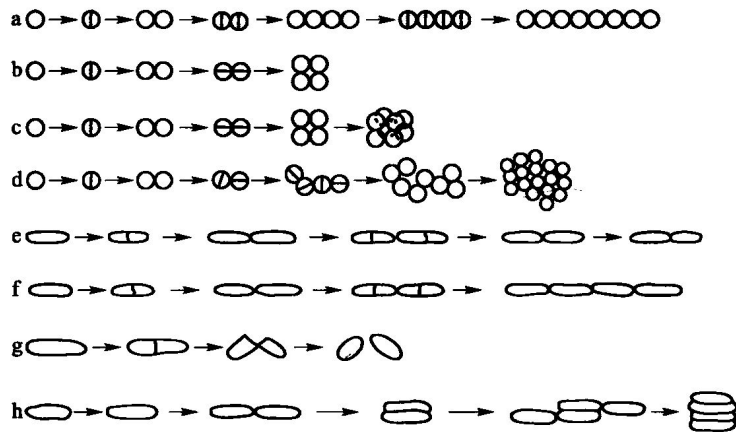


图 1-2 细菌的分裂和排列示意图

致病性球菌大多数形态、排列方式及染色性比较典型,这对一些球菌的初步鉴别很有意义。此外,在细菌镜检制片时,因取材不同,细菌的排列方式会有所不同。在液体中生长的葡萄球菌较少成堆,大多数为分散或成短链状,而液体中的链球菌则连在一起形成长链。在固体培养基中,链球菌则以短链聚集成堆,似葡萄球菌状。

2. 杆菌

杆菌(bacillus)一般呈正圆柱形,也有近似卵圆形的。菌体多数平直,亦有稍弯曲的,如腐败梭菌(*Clostridium septicum*);菌体两端多为钝圆,少数是平齐的如炭疽杆菌(*Bacillus anthracis*),或呈尖突状如尖端梭杆菌;菌体短小近似球形的,称为球杆菌(cocci bacillus),如多杀性巴氏杆菌(*Pasteurella multocida*);菌体形成侧枝或分枝的,称为分枝杆菌(*Mycobacterium*),如结核分枝杆菌;菌体一端膨大呈棒状,称为棒状杆菌(*Corynebacterium*),如膀胱炎棒状杆菌;有时个别杆菌会变成长丝状,如猪丹毒丝菌(*Erysipelothrix rhusiopathiae*)。这些形态特征常作为鉴别菌种的依据。

杆菌的分裂方向为横分裂,分裂面与菌体长轴相互垂直。按其分裂和排列方式的不同,可以分为以下几种:单杆菌,分裂后彼此分离,单独散开,无特殊排列,大多数杆菌以此方式排列,如大肠埃希菌;双杆菌(*Diplobacilli*) (图 1-2e),在一条直线上分裂,分裂后两两相连,成对存在,如乳杆菌(*Lactobacillus*);链杆菌