

山东省成人高等教育动物科学品牌专业系列教材

兽医微生物学

主 编 任慧英

副主编 宋勤叶 刘文华 姜世金

中国海洋大学出版社

· 青 岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

兽医微生物学 / 任慧英主编. —青岛: 中国海洋
大学出版社, 2012. 12

山东省成人高等教育动物科学品牌专业系列教材

ISBN 978-7-5670-0199-2

I. ①兽… II. ①任… III. ①兽医学—微生物学—成
人高等教育—教材 IV. ①S852.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 292804 号

| | | |
|-------|---|-------------------|
| 出版发行 | 中国海洋大学出版社 | |
| 社 址 | 青岛市香港东路 23 号 | 邮政编码 266071 |
| 出 版 人 | 杨立敏 | |
| 网 址 | http://www.ouc-press.com | |
| 电子信箱 | wjg60@126.com | |
| 订购电话 | 0532-82032573(传真) | |
| 责任编辑 | 魏建功 | 电 话 0532-85902121 |
| 印 制 | 日照日报印务中心 | |
| 版 次 | 2013 年 6 月第 1 版 | |
| 印 次 | 2013 年 6 月第 1 次印刷 | |
| 成品尺寸 | 170 mm×230 mm | |
| 印 张 | 23.25 | |
| 字 数 | 430 千 | |
| 定 价 | 47.00 元 | |

山东省成人高等教育动物科学品牌专业系列教材 编审委员会

主任 原永兵
副主任 赵奎皓 单 虎
成 员 原永兵 赵奎皓 单 虎 潘庆杰 孙运彩
朱连勤 刘安庆 李文立 张廷荣 孙国强
任慧英 刘焕奇 董绍君 丁国庆 黄国富

《兽医微生物学》编写人员

主 编 任慧英
副主编 宋勤叶 刘文华 姜世金
编 者 (按姓氏笔画为序)
王玉娥 (中国农业科学院哈尔滨兽医研究所)
刘文华 (青岛农业大学)
任慧英 (青岛农业大学)
邹 玲 (青岛农业大学)
宋勤叶 (河北农业大学)
周 顺 (青岛农业大学)
姜世金 (山东农业大学)
盖新娜 (中国农业大学)
温建新 (青岛农业大学)
穆 杨 (西北农林科技大学)

前 言

成人高等教育作为我国高等教育事业的重要组成部分,在促进高等教育大众化、提高广大劳动者素质以及培养经济和社会发展急需的各类人才方面发挥了重要的作用。

为深入贯彻落实党的十八大提出的“加快发展现代职业教育,推动高等教育内涵式发展,积极发展继续教育,完善终身教育体系”的精神,进一步深化成人高等教育改革,提高人才培养质量,推动成人高等教育健康快速发展,以及山东省教育厅于2007年启动的成人高等教育品牌专业建设工作。青岛农业大学在成人高等教育动物科学品牌专业建设过程中,依托本校国家级特色专业、山东省品牌专业的基础,发挥本专业的省级重点学科、“泰山学者”岗位、省级教学团队及省级精品课程等人才与资源优势,制定出科学合理、适应市场经济发展要求的人才培养方案和课程教学体系,采用现代化教学方法和手段,探索建立了适合本省动物科学发展需要的成人高等教育办学模式,努力将成人高等教育动物科学专业建设成特色鲜明、质量过硬、社会贡献率高的品牌专业。

编写一套符合成人教育特点的动物科学专业系列教材是成人高等教育动物科学品牌专业建设的一个工作重点。我校根据鲁教职函(2007)8号文件关于“注重编写具有山东成人高等教育特色的高水平教材,尤其突出案例教学与实验环节,适合继续教育的特点与要求”精神,成立了教材编审委员会,出台了《青岛农业大学成人高等教

育规划教材编写要求》，制定了详细的教材编写规划，对教材编写的格式、体例、语言规范等提出严格、具体的要求。

“山东省成人高等教育动物科学品牌专业系列教材”的编写紧紧围绕培养“应用型、复合型专门人才”的专业培养目标，综合考虑学习者特点、课程性质、教学模式等多方面因素，坚持针对性，强化适用性，突出应用性，从内容阐述、教学方法、表现形式上进行了统筹安排。教材编写中注重新知识、新技术以及案例的应用，有利于学生的拓展学习。

本系列教材，由具有丰富成人高等教育教学经验的教授担任主编，由各书主编组织成立教材编写团队，并聘请校外专家作为审稿人，严把教材质量关。

经过多方努力，本系列教材即将付梓与读者见面，在此，对各位编者的辛勤劳动表示衷心感谢！在今后教材使用过程中，应积极听取各方面意见，不断修订和完善教材，使之发挥更大作用。

原永兵

二〇一三年四月十二日

目 录

| | |
|------------------------|----|
| 第一篇 兽医微生物学基本知识..... | 1 |
| 第一章 绪论..... | 3 |
| 第二章 细菌..... | 8 |
| 第一节 细菌的形态与结构..... | 8 |
| 第二节 细菌生理..... | 20 |
| 第三节 细菌的人工培养..... | 29 |
| 第四节 细菌的遗传与变异..... | 31 |
| 第五节 细菌的分类与命名..... | 38 |
| 第六节 细菌病的实验室诊断方法..... | 40 |
| 第三章 病毒..... | 48 |
| 第一节 病毒的形态与结构..... | 48 |
| 第二节 病毒的增殖..... | 53 |
| 第三节 病毒的培养..... | 57 |
| 第四节 病毒的遗传变异..... | 62 |
| 第五节 病毒的分类..... | 66 |
| 第六节 病毒病的微生物学诊断..... | 70 |
| 第四章 真菌..... | 78 |
| 第一节 真菌的形态与结构..... | 79 |
| 第二节 真菌的繁殖..... | 83 |
| 第三节 真菌的培养..... | 85 |
| 第四节 真菌病的微生物学检查..... | 86 |
| 第五章 其他类型的原核细胞型微生物..... | 90 |
| 第一节 螺旋体..... | 90 |
| 第二节 支原体..... | 92 |
| 第三节 立克次体..... | 96 |

| | |
|---------------------------|-----|
| 第四节 衣原体 | 98 |
| 第六章 微生物与外界环境 | 101 |
| 第一节 细菌及其他微生物在自然界的分布 | 101 |
| 第二节 正常菌群与动物体 | 102 |
| 第三节 外界因素对微生物的作用 | 105 |
| 第七章 病原微生物的致病机制 | 113 |
| 第一节 病原微生物的致病性与毒力 | 113 |
| 第二节 细菌的致病作用 | 116 |
| 第三节 病毒的致病作用 | 121 |
| 第四节 真菌的致病作用 | 123 |
| 第二篇 免疫学基础 | 127 |
| 第八章 抗原 | 129 |
| 第一节 抗原的概念与特性 | 129 |
| 第二节 抗原表位与半抗原 | 131 |
| 第三节 抗原的类型 | 134 |
| 第四节 医学上重要的抗原 | 136 |
| 第九章 免疫器官 | 140 |
| 第一节 中枢免疫器官 | 140 |
| 第二节 外周免疫器官 | 144 |
| 第十章 免疫细胞 | 151 |
| 第一节 免疫活性细胞 | 151 |
| 第二节 抗原提呈细胞 | 157 |
| 第三节 其他免疫细胞 | 163 |
| 第十一章 免疫分子 | 168 |
| 第一节 抗体 | 168 |
| 第二节 补体 | 181 |
| 第三节 细胞因子 | 189 |
| 第十二章 免疫应答 | 197 |
| 第一节 非特异性免疫 | 197 |

| | | |
|------|---------------------|-----|
| 第二节 | 特异性免疫应答概述 | 200 |
| 第三节 | 体液免疫 | 207 |
| 第四节 | 细胞免疫 | 211 |
| 第五节 | 变态反应 | 215 |
| 第六节 | 抗感染免疫 | 218 |
| 第十三章 | 免疫血清学技术 | 224 |
| 第一节 | 血清学技术概述 | 224 |
| 第二节 | 凝集试验 | 227 |
| 第三节 | 沉淀试验 | 229 |
| 第四节 | 补体结合试验 | 234 |
| 第五节 | 中和试验 | 234 |
| 第六节 | 免疫标记技术 | 235 |
| 第十四章 | 生物制品 | 240 |
| 第一节 | 生物制品的概念及命名原则 | 240 |
| 第二节 | 疫苗 | 241 |
| 第三节 | 抗血清及卵黄抗体 | 248 |
| 第四节 | 诊断液 | 249 |
| 第三篇 | 主要的病原微生物 | 253 |
| 第十五章 | 病原细菌 | 253 |
| 第一节 | 革兰阳性菌 | 253 |
| 第二节 | 革兰阴性菌 | 268 |
| 第十六章 | 常见病毒 | 291 |
| 第一节 | 猪病病毒 | 291 |
| 第二节 | 禽病病毒 | 300 |
| 第三节 | 多种动物共患病病毒 | 317 |
| 第四节 | 其他动物病病毒 | 323 |
| 第四篇 | 实训指导 | 333 |
| 实训一 | 细菌的革兰染色及显微镜检查 | 333 |
| 实训二 | 常用培养基的制备 | 334 |

| | | |
|------|-----------------------------|-----|
| 实训三 | 细菌的分离培养及移植 | 335 |
| 实训四 | 细菌的生化鉴定 | 338 |
| 实训五 | 细菌的药敏实验 | 341 |
| 实训六 | 病毒的鸡胚接种 | 343 |
| 实训七 | 血凝 (HA) 及血凝抑制 (HI) 试验 | 344 |
| 实训八 | 凝集试验 | 347 |
| 实训九 | 琼脂扩散试验 | 350 |
| 实训十 | 间接酶联免疫吸附试验 | 352 |
| 参考文献 | | 355 |
| 附 录 | | 357 |
| 后 记 | | 363 |

第一篇

兽医微生物学基本知识

第一章 绪论

微生物 (microbe) 是肉眼看不见 ($< 0.1 \text{ mm}$), 有一定的形态结构, 能在适宜环境中生长繁殖的细小生物。

一、种类及其特点

根据微生物的形态结构特征可将其分为原核细胞型、真核细胞型及非细胞型微生物三类。

原核细胞型微生物 : 包括细菌、放线菌、螺旋体、支原体、立克次体、衣原体。这些微生物没有核膜和核仁, 基因组 DNA 松散地分布在细胞浆, 细胞器不完整, 仅有核糖体。

真核细胞型微生物 : 真菌属于此类, 细胞核的分化程度高, 具有核膜和核仁, 细胞浆中有线粒体、内质网、核糖体等细胞器。

非细胞型微生物 : 包括各类病毒, 主要由核酸和蛋白质组成, 不具备细胞结构, 必须依赖活细胞才能增殖。朊病毒可引起动物疯牛病、羊瘙痒症, 为不含有核酸的传染性蛋白颗粒 ; 类病毒可引起植物病害, 为不含蛋白质的传染性核酸, 目前这两种病原均归为亚病毒。

微生物形态多样, 各具有一定的形态结构。微生物具有许多共同特点 :

1. 体积小。微生物个体微小, 肉眼通常不能辨认, 必须借助光学显微镜或电子显微镜放大几百倍、几千倍甚至几万倍才能看清, 但大量微生物聚集的群体, 如水果、馒头上长的霉、蘑菇子实体, 细菌在培养基上繁殖形成的菌落等都可以通过肉眼观察。

2. 繁殖快。微生物的繁殖速度惊人, 在适宜的环境下, 产气荚膜梭菌 8 min 就可以繁殖一代产生两个个体, 大肠杆菌 20 min 繁殖一代, 病毒增殖一代可能需要一到几个小时, 但可同时产生几百个子代。微生物繁殖快这一特性在发酵工业上具有重要意义, 提供细菌生长的最佳培养环境, 以收获大量的

菌体或能无限制地繁殖，常用消毒药可以很好地杀死病原微生物。

3. 分布广，数量多。微生物广泛地分布在自然界，空气、水源、土壤，人和动物的体表、与外界相通的腔道，到处都有微生物的存在。85 km 的高空、11 km 的海底、350°C 的高温热水甚至 -250°C 的环境下都有微生物的存在。一个正常人的喷嚏里大约有 30 万个细菌，而呼吸道疾病患者的喷嚏中含有的病原更是数不胜数。一个甲流患者打个喷嚏，带病毒的飞沫可以在空气中悬浮几个小时，可能会感染办公室中 1/3 的人。人体肠道内的细菌种类远超人们想象，至少有 5 600 种，大肠内容物中每毫升就有 1 亿个细菌。1g 肥土中含有几亿至几十亿个微生物。贫瘠土壤每克也含有几百万至几千万个微生物。

4. 遗传稳定性差，容易发生变异。微生物对外界环境很敏感，抗逆性较差，很容易受到不良外界环境的影响。另外，由于缺乏免疫监控系统，微生物很容易变异，其自发突变频率为 10^{-6} 左右。微生物的易变异性给菌种的保藏工作带来一定不便。另一方面，充分利用微生物遗传保守性差的特点进行微生物育种，可大幅度提高菌种的生产性能。

5. 多数对人类有益，少数有害。微生物对人和动物最重要的影响之一是导致传染病的流行。世界动物卫生组织公布资料显示：传染病的发病率和病死率在所有疾病中占据第一位。微生物还能够造成食品、布匹、皮革等发霉腐烂。但大多数微生物对人类是有益的。最早是 1928 年弗莱明从青霉菌抑制葡萄球菌的生长中发现了青霉素，这对医药界来讲是一个划时代的发现。后来大量的抗生素从放线菌、真菌等的代谢产物中筛选出来。青霉素与原子弹、雷达并称为第二次世界大战的三大重大发明创造。一些微生物被广泛应用于工业发酵，在食品、制药、冶金、采矿、石油、皮革、轻化工等多种行业发挥作用。细菌还构成了人和动物肠道的正常菌群，在食物、有毒物质甚至药物的分解与吸收中发挥重要作用，保护人和动物体的健康。

二、微生物学的发展简史

人类的生活环境中到处都有微生物的存在，在早期的生产活动中就已经在利用微生物为人类服务了，几千年前人类就掌握了酿酒、制醋等工艺。然而，微生物学（Microbiology）作为一门独立学科也不过 300 多年的历史。微生物学的发展可分为 3 个主要时期。

(一) 形态学时期 (1676—1860)

17世纪由于航海事业的需要,人们发明了望远镜,并逐渐出现了显微镜。荷兰人列文虎克(Antoni van Leeuwenhoek, 1632—1723)自制的显微镜可放大260倍,他于1675~1676年在世界上第一次发现了微生物的存在。他发现在水、泥巴、唾液、肠道内容物中有大量的微生物存在,呈球状、杆状、螺旋状,并把这些微生物的形态绘制下来,编写了《安东·列文虎克所发现的自然界的秘密》,该书于1695年出版发行,首次揭示了一个崭新的微生物世界,使微生物学进入了形态学时期。在这一时期,人们借助显微镜观察了多种微生物。形态学时期持续了近200年,限制微生物学发展的主要原因是当时流行的“自然发生论”,该学说认为:不洁的衣物会自生虱蚤,污秽的死水会自生蚊蚋,肮脏的垃圾会自生虫蚁,粪便和腐败的尸体会自生蝇蛆。所以人们认为,既然生命可以无中生有,那么人类就无法控制微生物,也没有研究的必要。

1861年,法国学者巴斯德(Louis Pasteur, 1822—1895)用一个简单的曲颈瓶实验有力地驳斥自然发生论(图1-1)。他在一个颈部细长而弯曲的玻璃瓶中装上肉汤,加热煮沸后让其自然冷却并开口置于空气中。过了好长时间,肉汤并没有发生腐败。因为弯曲的瓶颈使得空气可以进入瓶中,但微生物只能沉降在瓶颈的低弯处。若将瓶内的肉汤与瓶颈低弯处接触后就会发生腐败并有微生物生长。巴斯德最终证明微生物并非来自于肉汤本身,而是来自于外界空气中微生物的“种子”。巴斯德的曲颈瓶实验使人们认识到研究微生物的价值,同时由于当时无机化学和有机化学的迅速发展,推动微生物学进入了生理学及免疫学奠基时期。

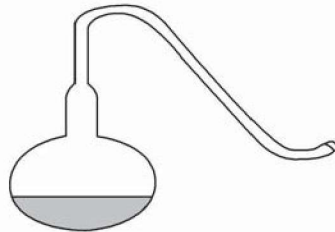


图1-1 曲颈瓶实验

（二）生理学及免疫学奠基期

这一时期大约从 1870 年持续到 1920 年，为寻找病原微生物的“黄金时期”，开创了从微生物的形态描述到生理学研究的新时期。在这个阶段，巴斯德和科赫（Robert Koch，1843—1910）两位科学家对微生物学的发展作出了重要贡献。巴斯德是微生物学、微生物生理学与免疫学的主要奠基人，他通过实验证明了有机物的发酵与腐败是由特殊的微生物引起的，从而证明微生物之间不仅存在形态上的差异，而且在生理特性上也有不同；他还证明动物的炭疽病、狂犬病等传染病是由相应的微生物引起的，发明了预防禽霍乱、炭疽病及狂犬病的三大减毒活疫苗；发明了消灭液体中微生物的方法（巴氏消毒法），并倡导了外科手术消毒。科赫是德国微生物学家、细菌学奠基人。他建立了研究微生物的一系列重要方法，包括：固体培养基及琼脂平板培养技术；分离到多种病原菌，如炭疽杆菌、结核分支杆菌、链球菌、霍乱弧菌等；改进了显微镜检技术，如细菌鞭毛染色法、悬滴培养法和显微摄影技术等；提出传染病病原鉴定的金科玉律——科赫法则。

在这一时期，英国学者布赫纳（E. Buchner）在 1897 年研究了磨碎酵母菌的发酵作用，把酵母菌的生命活动与酶化学联系起来，推动了微生物生理学的发展。1898 年德国兽医微生物学家莱夫勒（F. Loeffler）和弗罗施（P. Frosh）发现了动物和人类的第一个病毒（口蹄疫病毒），是微生物学发展史上的重要里程碑。陶尔德（Twort）和第赫兰尔（d' Herelle）分别于 1915 年和 1917 年发现了噬菌体这一新型微生物种类。

（三）现代微生物学时期

20 世纪初期至 40 年代末，微生物学进入了酶学和生物化学研究时期，许多酶、辅酶、抗生素陆续被发现，生物化学和生物遗传学得以发展，并在 40 年代末形成了一门研究微生物基本生命活动规律的综合学科，即普通微生物学。

50 年代初，随着电镜及其他新技术的出现，对微生物的研究进入到分子生物学水平。1953 年华特生（J. D. Watson）和克里克（F. H. Crick）发现了细菌基因组 DNA 的双螺旋结构。1961 年加古勃（F. Jacab）和莫诺德（J. Monod）提出了操纵子学说，指出了基因表达的调节机制和其局部变化与基

因突变之间的关系，即阐明了遗传信息的传递与表达的关系。微生物学日渐成熟，其在农业中的应用促进了兽医微生物学分支的出现。

在这一时期，不断发现并分离到新的病原微生物，如艾滋病病毒、一系列肝炎病毒、猪繁殖与呼吸综合征病毒等。羊瘙痒症及 1996 年引起全球恐慌的“疯牛病”的病原均被证实为不含核酸的蛋白质，即朊病毒。

许多新技术应用到微生物的检测中，如多聚酶链式反应、核酸探针技术、酶联免疫吸附实验等，使检测更加灵敏、快速；对致病机制的研究深入到分子水平和基因水平，明确了许多病原在体内感染过程中涉及的细胞、分子，在此基础上，研制了特异性更高、效果更好的许多新型疫苗，如核酸疫苗、活病毒载体疫苗、亚单位疫苗等。

检测技术及高效疫苗的推广应用为人类消灭传染病奠定了基础。1980 年世界卫生组织宣布在全球消灭了天花，这是人类完全依靠自身力量彻底消灭的第一种烈性传染病，其最根本的措施即是牛痘疫苗的普遍接种。2011 年 5 月 25 日，世界动物卫生组织（OIE）正式宣布在全球范围内根除牛瘟。这是人类第一次在全球范围内消灭一种动物疫病。许多发达国家还消灭了猪瘟、猪伪狂犬病等疫病。

三、兽医微生物学的任务

兽医微生物学（Veterinary Microbiology）主要研究感染家畜、家禽、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体内所引起的反应。

兽医微生物学的主要任务是明确病原微生物与动物疫病的关系、通过诊断技术及疫苗控制动物疫病，在保障动物健康的同时，保障人类的健康与食品安全。兽医微生物学是兽医及相关专业的专业基础课，为家畜传染病学、兽医公共卫生学、兽医外科学等课程的学习奠定基础，为动物传染病的诊断、预防和治疗提供技术手段。

第二章 细菌

【内容提要】细菌是自然界中数量多、分布广、与人类关系密切的一类个体微小的单细胞原核微生物。就某种细菌而言，在一定条件下，具有一定的形态和结构。细菌的不同结构具有不同的功能，并与细菌的致病性和免疫原性有关，掌握细菌的形态和结构对其鉴定具有重要意义。细菌生长繁殖需要适宜的条件。每种细菌具有特定的代谢过程和产物，有些代谢产物与细菌的致病性相关，有些对细菌具有鉴定意义。细菌在不同培养基上生长，可表现为不同的生长情况。细菌可通过基因突变、基因的转移与重组等方式发生可遗传性变异。细菌采用属名和种名的双名法进行命名。细菌病实验室诊断常用的方法包括细菌的形态检查、分离培养、生化实验、动物实验、血清学实验、分子生物学检测等。

【重点与难点】重点内容包括细菌细胞壁的结构和化学组成、细菌的特殊构造、细菌的生长繁殖条件、生长曲线的特点、在不同培养基中的生长情况、细菌的生化试验原理及结果判定、细菌常见的变异现象和变异机理、细菌的命名方法和细菌病实验室诊断方法。难点是如何结合生产实践进行细菌病的实验室诊断。

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。就某种细菌而言，在一定环境条件下具有相对稳定的形态结构和生理生化特性，了解这些特性，对于细菌的鉴定、细菌的致病性和抗原性的研究以及疾病的诊断均有重要意义。

一、细菌的大小与基本形态