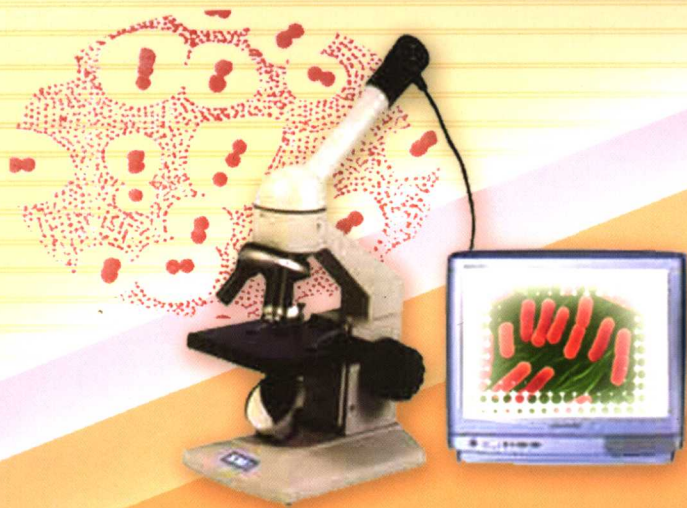


高职高专教育“十一五”规划教材

# 动物微生物

王坤 乐涛 主编



中国农业大学出版社

高职高专教育“十一五”规划教材

# 动物微生物

王 坤 乐 涛 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

动物微生物/王珅,乐涛主编. —北京:中国农业大学出版社,2007.4  
高职高专教育“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-81117-207-2

I. 动… II. ①王… ②乐… III. 兽医学:微生物学-高等学校-教材  
IV. S852.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 041056 号

书 名 动物微生物  
作 者 王 珅 乐 涛 主 编

策划编辑 陈巧莲 姚慧敏 丛晓红

责任编辑 张苏明 冯雪梅 王艳欣  
李丽君 韩元凤

封面设计 郑 川

责任校对 陈 莹 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100094

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出版部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2007年4月第1版 2007年4月第1次印刷

规 格 787×980 16开本 18印张 330千字

印 数 1~4 000

定 价 22.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 王 坤 乐 涛

副主编 杨玉平 陈世昌 马增军 李明彦

编 者 (按姓氏笔画为序)

马增军 王 坤 乐 涛 陈世昌

张利勃 李明彦 杨玉平 黄金龙

主 审 李一经

## 内 容 简 介

本教材共分3篇12章,主要内容有:细菌、病毒等八大类微生物的形态结构、生理特性及实验室诊断方法,微生物与外界环境的关系,病原微生物的致病作用与传染,免疫的基础知识及应用,主要病原微生物的致病性及微生物检验,微生物在饲料、畜产品加工中的应用等,教材的最后是实验指导。

本教材的编写注重理论联系实际,突出适用和实用,在体例和内容的编排上有许多创新点,每章之前有知识目标和技能目标,之后有树状本章小节和复习思考题,有利于学生自检自测和巩固学习效果,尤其在教材中增加了一些基层单位适用的新技术和新知识,让学生在毕业后能尽快适应应职岗位。

本教材既可作为高职高专畜牧兽医、兽医、防疫检疫、畜牧、饲料等专业的教学用书,也可作为畜牧兽医类专业自考、函授学生和广大基层畜牧业工作者、养殖户的参考用书。

# 前 言

本教材是根据国务院 2005 年发布的《关于大力发展职业教育决定》和《中国普通高等学校高职高专教育指导性专业目录(建议方案)》的精神,以及近年来高职高专在教材建设中的实践而编写的,适用于 2~3 年学制的高职高专畜牧兽医类专业。

高职高专作为我国高等教育的组成部分,是介于中职和本科教育之间的一种教育形态。培养目标的关键词是“应用型高级技术专门人才”。为体现学生职业综合能力的培养、专业技术能力的培养和发展需求的理念,体现出创新导向和职业综合能力培养的过程导向,本教材在编写过程中坚持五个原则,即能力本位原则、岗位群导向原则、与时俱进原则、适用性原则和启发性原则,紧紧围绕着能力的培养去组织教材内容,打破原有的“系统性”和“完整性”,剔除过时的知识和技术,将当前动物微生物领域的一些新知识、新技术融于教材之中。教材每章前面都有知识目标和技能目标,每章后有树状本章小节和复习思考题,全书图文并茂。教材最后附录介绍了动物微生物检验常用培养基和常用染色液的配制方法,使教材更具有适用、实用、够用、可操作性强,以及鲜明的职业教育的特点。

我国地域辽阔,畜牧业发展呈现多样化,因此不同学校在讲解主要病原微生物时,可根据地区畜禽疾病发生特点选择性讲解,以便更有针对性地解决生产中的问题。

本教材编写组来自全国各地从事职业教育多年、具有丰富教学经验和实践经验的副教授职称以上的教师组成,具体分工是:辽宁医学院畜牧兽医学院王坤编写绪论、实验一至四、实验九至十一、实验十八和十九;黑龙江生物科技职业学院杨玉平编写第一章、第九章;河南信阳农业高等专科学校李明彦编写第二章、第三章、实验五至八;河南农业职业学院陈世昌编写第四章、第五章;河南信阳农业高等专科学校乐涛编写第六章、第十章;河北科技师范学院马增军编写第七至八章、实验十二至十七;辽宁医学院畜牧兽医学院张利勃编写第十一章;福建农业职业技术学院黄金龙编写第十二章。全书由王坤统稿。承蒙东北农业大学动物医学院李一经教授主审,在此表示衷心感谢。

本教材中的插图由辽宁医学院动物医学院毕聪明博士处理。在教材的编写过程中,辽宁医学院动物医学院的周铁忠教授、史丽华副教授及郭伶、王术德、高慎阳等老师提了不少建议,在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促,编写水平有限,缺点和错误在所难免,恳请广大师生和读者批评指正。

编者

2007年2月

# 目 录

绪论	1
----	---

## 第一篇 微生物基础

第一章 细菌	9
第一节 细菌的形态和结构	10
第二节 细菌的生长与代谢	20
第三节 细菌的人工培养	27
第四节 细菌病的实验室诊断方法	29
复习思考题	33
第二章 病毒	34
第一节 病毒的形态和结构	35
第二节 病毒的增殖	38
第三节 病毒的培养	40
第四节 病毒的其他特性	43
第五节 病毒病的实验室诊断方法	46
复习思考题	50
第三章 其他微生物	51
复习思考题	57
第四章 微生物与外界环境	58
第一节 微生物在自然界的分布	58
第二节 外界环境因素对微生物的影响	63
第三节 微生物的变异	71
复习思考题	73
第五章 病原微生物与传染	74
第一节 病原微生物的致病作用	74
第二节 传染的发生	78
复习思考题	80



## 第二篇 免疫学基础

<b>第六章 免疫学基础理论</b> .....	83
第一节 概述.....	83
第二节 非特异性免疫.....	86
第三节 抗原.....	88
第四节 抗体.....	92
第五节 免疫系统.....	98
第六节 免疫应答.....	104
第七节 变态反应.....	108
复习思考题.....	112
<b>第七章 血清学试验</b> .....	113
第一节 血清学试验概述.....	113
第二节 凝集试验.....	115
第三节 沉淀试验.....	117
第四节 补体结合试验.....	120
第五节 中和试验.....	121
第六节 免疫标记技术.....	124
复习思考题.....	132
<b>第八章 免疫学的应用</b> .....	133
第一节 免疫诊断和免疫防治.....	133
第二节 生物制品及其应用.....	135
第三节 常用生物制品的制备及检验.....	140
复习思考题.....	146

## 第三篇 主要病原微生物及微生物的其他应用

<b>第九章 常见的病原细菌</b> .....	149
第一节 葡萄球菌.....	149
第二节 链球菌.....	151
第三节 大肠杆菌.....	152
第四节 沙门氏菌.....	154
第五节 布鲁氏菌.....	156
第六节 多杀性巴氏杆菌.....	158

---

第七节 炭疽杆菌	159
第八节 猪丹毒丝菌	161
第九节 鸭疫里默丝菌	163
第十节 厌氧性病原梭菌	164
复习思考题	169
<b>第十章 重要的动物病毒</b>	<b>170</b>
第一节 口蹄疫病毒	170
第二节 猪瘟病毒	172
第三节 猪繁殖与呼吸综合征病毒	173
第四节 痘病毒	174
第五节 禽流感病毒	175
第六节 新城疫病毒	176
第七节 鸡马立克病毒	178
第八节 鸡传染性法氏囊病毒	179
第九节 狂犬病病毒	180
第十节 犬瘟热病毒	181
第十一节 兔出血症病毒	182
第十二节 鸭瘟病毒	183
第十三节 小鹅瘟病毒	184
第十四节 圆环病毒	185
第十五节 朊病毒	187
复习思考题	189
<b>第十一章 其他病原微生物</b>	<b>190</b>
第一节 曲霉菌	190
第二节 白色念珠菌	192
第三节 猪痢疾蛇形螺旋体	193
第四节 钩端螺旋体	194
第五节 猪肺炎支原体	195
第六节 鸡败血支原体	196
第七节 猪附红细胞体	197
复习思考题	199
<b>第十二章 微生物的其他应用</b>	<b>200</b>
第一节 微生物与饲料	200

第二节 微生物与畜产品·····	206
第三节 微生物活性制剂·····	211
复习思考题·····	215
<b>实验指导</b> ·····	216
实验须知·····	216
实验一 常用仪器的使用·····	216
实验二 玻璃器皿的准备与灭菌·····	220
实验三 显微镜油镜使用及细菌形态观察·····	221
实验四 细菌抹片的制备及染色·····	223
实验五 常用培养基的制备·····	226
实验六 细菌的分离、移植及培养性状的观察·····	228
实验七 细菌的生化试验·····	231
实验八 细菌的药敏试验·····	235
实验九 水中细菌总数和大肠菌群的测定·····	237
实验十 病毒的鸡胚接种技术·····	243
实验十一 实验动物的接种与剖检·····	245
实验十二 凝集试验·····	248
实验十三 沉淀试验·····	252
实验十四 病毒的血凝及血凝抑制试验(微量法)·····	254
实验十五 酶联免疫吸附试验(ELISA)·····	257
实验十六 间接血凝试验·····	259
实验十七 免疫荧光技术·····	261
实验十八 病原性细菌常规检验技术·····	263
实验十九 病毒的常规分离及鉴定技术·····	264
<b>附录</b> ·····	266
附录一 常用染色液的配制·····	266
附录二 常用培养基的配制·····	268
<b>参考文献</b> ·····	276

# 绪 论

## 知识目标

- 了解微生物、病原微生物的概念。
- 掌握微生物的种类和特征。



微生物是一群形体微小、结构简单、必须借助光学显微镜或电子显微镜才能看到的生物。微生物学是生物学的一个分支,主要研究微生物的分类、在一定条件下的形态结构、生命活动及其规律,以及微生物与人类、动植物相互作用的科学。动物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。

## 一、微生物的种类及基本特征

微生物广泛存在于自然界和动植物体中,具有形体微小、结构简单、繁殖迅速、容易变异、种类繁多、分布广泛等特点。自然界中的微生物包括细菌、真菌、放线菌、螺旋体、支原体、衣原体、立克次氏体、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、新纲不断发现。根据其结构特点,可将微生物分为 3 种类型。

1. 非细胞型微生物 这类微生物个体最小,必须在电子显微镜下才能看到,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、支原体、立克次氏体和衣原体。

3. 真核细胞型微生物 细胞核的分化程度较高,有核膜、核仁和染色体,胞浆内有完整的细胞器。真菌属此类。

## 二、微生物与人类、动物、植物的关系

自然界中的微生物与人类、动物、植物的关系十分密切,被广泛用于工业、农业、医药等方面,所以自然界的微生物是人类取之不尽、用之不竭的资源。

1. 物质循环方面 微生物参与自然界的物质循环,如碳、氮、磷、硫的循环。微生物可将大分子的物质分解,以供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. 在工业、农业方面 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;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治;应用微生物可以制造植物生长激素、糖化饲料等。微生物的应用促进了工业、农业的发展。

3. 在医药方面 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至关重要的作用。微生物还可用来生产维生素、辅酶 ATP 的酶制剂,大大丰富了医药工业产品。

4. 在科学研究方面 微生物生长繁殖迅速,在其生命活动过程中产生许多重要产物,现代遗传工程正广泛利用微生物,进行基因克隆、表达,研制各种基因工程疫苗、药用多肽等。微生物结构简单,操作方面,也正被用做模式生物,进行生化和基因组学的研究。

少部分微生物可引起人类或动物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,如流感、口蹄疫、肝炎、伤寒等的流行或引起农作物的病害。

综上所述,绝大多数微生物对人类是有益的,并且是必需的,只有少数微生物能引起人和动植物发生疾病。学习本课程的目的就是要利用有益的微生物,改造、控制或消灭有害微生物,为发展畜牧业生产、保障人类健康服务。

## 三、微生物学的发展简史

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 300 多年,从最初证明微生物与腐败、发酵和疾病有关只有百余年历史,而关于微生物研究的科学真正成为独立的学科是在 19 世纪的后半期。

### (一)微生物学的经验时期

古代人类虽未观察到微生物,但早已将微生物学知识用于工农业生产和疾病防治中。公元前 2000 多年的夏禹时代,就有仪狄酿酒的记载。北魏(公元 386—534年)《齐民要术》一书中详细记载了制醋的方法。长期以来民间常用的盐

腌、糖渍、烟熏、风干等保存食物的方法,实际上正是通过抑制微生物的生长而防止食物腐烂变质的。

关于传染病的发生与流行,在11世纪初北宋末年,刘真人就提出肺癆由虫引起。意大利 Fracastoro(1483—1553年)认为传染病的传播有直接、间接和通过空气等几种途径。奥地利 Plenciz(1705—1786年)认为传染病的病因是活的物体,每种传染病由独特的活物体所引起。18世纪清乾隆年间,师道南在《天愚集·鼠死行》中生动地描述了当时鼠疫流行的凄惨景况,并正确地指出了鼠疫与鼠的关系。

在预防医学方面,我国自古就有将水煮沸后饮用的习惯。明朝李时珍在《本草纲目》中指出,将病人的衣服蒸过后再穿就不会传染上疾病,说明已有消毒的记载。大量古书证明,我国在明代隆庆年间(1567—1572年)就已广泛应用人痘来预防天花,并先后传至俄国、朝鲜、日本、土耳其、英国等国家,这是我国对预防医学的一大贡献。

## (二)形态学时期

17世纪,荷兰人列文虎克发现了微生物,从而突破了认识微生物世界的第一个障碍。但在其后的200年里,微生物学的研究基本停留在形态描述和分门别类阶段。

## (三)生理学时期

从19世纪60年代开始,以法国人巴斯德和德国人科赫为代表的科学家将生物学的研究推进到生理学阶段,微生物学开始成为一门独立学科。

1857年,巴斯德通过著名的曲颈瓶试验,彻底否定了生命的自然发生说。在此基础上,他提出了加热灭菌法,后来被人们称为巴氏消毒法,成功地解决了当时困扰人们的牛奶、酒类变质问题。巴斯德还研究了酒精发酵、乳酸发酵、醋酸发酵等,并发现这些发酵过程都是由不同的发酵菌引起的,从而奠定了初步的发酵理论。在此期间,巴斯德的3个女儿相继染病死去,不幸的遭遇促使他转而研究疾病的起源,并发现特殊的微生物是发病的病源。由此开始了19世纪寻找病原菌的黄金时期。

与巴斯德同时代的科赫对微生物学做出了巨大贡献。科赫首先论证了炭疽杆菌是炭疽病的病原菌,接着又发现了结核病和霍乱的病原菌,并提倡用消毒和灭菌法预防这些疾病的发生。他还建立了一系列研究微生物的重要方法,如细菌的染色方法、固体培养基的制备方法、琼脂平板的纯种分离技术等,这些方法一直沿用至今。科赫提出的证实一种病原体要满足“科赫四原则”,至今仍指导着动植物病原体的确定,即:第一步要在所有病人身上发现这种病原体而健康人身上没有;第二步要在患者身上分离出病原体并在实验室中培养出病原体;第三步把培养的病

原体接种动物能使动物出现与人相同的疾病;第四步要从患病的动物身上分离出同一种病原体并能在培养基中繁殖。

俄国学者伊凡诺夫斯基于 1892 年发现了第一种病毒即烟草花叶病病毒。1897 年 Loeffler 和 Frosch 发现动物口蹄疫病毒。1901 年美国学者 Walter-Reed 首先分离出对人类致病的黄热病毒。1915 年英国学者 Twort 发现了细菌病毒(噬菌体)。以后相继分离出人类和动、植物的许多病毒。

在微生物生理学建立并发展的同时,免疫学开始兴起。18 世纪末,英国琴纳(Edward Jenner, 1749—1823 年)首创用牛痘预防天花;随后巴斯德研制鸡霍乱、炭疽和狂犬病疫苗成功,为免疫学和预防医学开辟了途径。

人们对于抗感染免疫本质的认识,是从 19 世纪开始的。以俄国学者梅契尼可夫(И. И. Мечников, 1845—1916 年)为代表的学派提出了细胞免疫学说,以德国学者欧立希(Paul Ehrlich, 1854—1915 年)为代表的学派提出了体液免疫学说,两大学派发生了长期的争论,而他们是不同角度片面强调了免疫的部分现象,直到 20 世纪初才完全确认细胞免疫与体液免疫都是机体免疫的组成部分,两者是相辅相成、相互协调、共同发挥免疫作用的。

1910 年,欧立希合成治疗梅毒的砷凡纳明,后又合成新砷凡纳明,开创了微生物性疾病的化学治疗途径。1929 年 Fleming 首先发现青霉菌产生的青霉素能抑制金黄色葡萄球菌的生长,但直到 1940 年 Florey 等将青霉菌培养液加以提纯,才获得青霉素纯品,并用于治疗感染性疾病,取得了惊人的效果。青霉素的发现和应用极大地鼓舞了微生物学家,随后链霉素、氯霉素、金霉素、土霉素、四环素、红霉素等抗生素不断被发现并广泛应用于临床。

#### (四)现代微生物学时期

近几十年来,由于生物化学、遗传学、细胞生物学、分子生物学等学科的发展,以及电子显微镜、气相色谱技术、液相色谱技术、免疫学技术、单克隆抗体技术、分子生物学技术的进步,促进了微生物学的发展,人们得以从分子水平上探讨病原微生物的基因结构与功能、致病的物质基础及诊断方法,使人们对病原微生物的活动规律有了更深刻的认识。

1967—1971 年,美国植物病毒学家 Diener 等发现马铃薯纺锤形块茎病的病原是一种不具有蛋白质的 RNA,相对分子质量约为 100 000,这类致病因子被称为类病毒(viroid)。随后在研究类病毒的过程中又发现一种引起苜蓿等植物病害的拟病毒(virusoid)。1982 年美国病毒学家 Prusiner 发现引起羊瘙痒病的病原为一种分子质量为 27 ku 的蛋白,称为朊病毒(prino)。1983 年有关国际会议上将这些病原因子统称为亚病毒(subvirus)。

近十几年来,病原微生物迅速检验诊断方法发展很快。ELISA 快速检测抗原及抗体技术已被普遍应用,简化了过去繁琐的微生物学检验手续,特别是通过采用单克隆抗体,进一步提高了检测的特异性和敏感性。目前已制备出许多诊断试剂盒,其中病毒快速诊断试剂盒的广泛应用,使过去长期难以实现的病毒病的快速实验室诊断成为现实。目前许多实验室正在探索将基因探针和聚合酶链反应(PCR)用于微生物的快速检验中。

在传染病的预防方面,目前大多数严重危害人类健康的病原微生物均已研制出相应的疫苗。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苗的普遍接种。各种疫苗的广泛接种,已成为当今人类对付许多传染病的最有效和最经济的手段。

在传染病的治疗方面,新的抗生素不断被制造出来,有效地控制了细菌性传染病的流行。相比之下,抗病毒药物的研究进展较慢。近年来应用细胞因子(如白细胞介素 II、干扰素等)治疗某些病毒性疾病,已取得一定疗效。另外,单克隆抗体及基因治疗等手段在病毒性疾病治疗中的应用研究也日益广泛和深入。

动物微生物作为微生物学的重要分支,其发展与微生物学的发展是同步的,也进入分子生物学的研究阶段,并在许多方面已取得显著成果,其中有些研究成果在畜牧生产中发挥了重要作用。如我国日前首次在全世界推出了最快能在 4 h 内同时检测出禽流感 H5、H7、H9 亚型病毒的新型检测试剂盒;猪链球菌通用荧光 PCR 快速检测技术、猪链球菌 2 型荧光 PCR 检测技术将传统细菌分离方法的 3~7 天检测时间缩短为 1.5 h。可以预见,动物微生物的发展和应用前景将会更加广阔。

### 复习思考题

1. 名词解释:微生物 病原微生物
2. 微生物有哪八大类? 微生物学的发展经历了哪几个时期?



