



中国科学院研究生院教材

Textbooks of Graduate University of Chinese Academy of Sciences

水生病毒学

■ 张奇亚 桂建芳 编著

Aquatic Virology



高等教育出版社
Higher Education Press



中国科学院研究生院教材

Textbooks of Graduate University of Chinese Academy of Sciences

水生病毒学

■ 张奇亚 桂建芳 编著

Aquatic Virology



高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

水生病毒学是水生物学与病毒学交叉的一门新兴学科。本书试图通过深入浅出、图文并茂的方式,从分子、细胞、机体、种群,乃至水生生态系统等不同层面,介绍水生病毒学的基本概念、原理和研究方法。本书以作者的科研经历和教学实践为主线,兼纳并蓄,尽可能展现水生病毒学的丰富内涵和盎然生机。全书共分 8 篇 31 章,内容包括水生病毒学导论、鱼类病毒及病毒病、两栖动物病毒及病毒病、水生爬行动物病毒及病毒病、水生无脊椎动物病毒及病毒病、浮游病毒、水生病毒生态、鱼类免疫及抗病毒作用。全书有图片约 210 多幅,并附 12 个研究事例,彩色印刷。

本书可作为研究生、本科生的专业教材,也可作为从事病毒学、水生物学、生态学、水环境科学和渔业生物技术等领域科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

水生病毒学 / 张奇亚, 桂建芳编著. —北京: 高等教育出版社, 2008.1
ISBN 978-7-04-021926-5

I. 水… II. ①张…②桂… III. 水生生物学: 病毒学—研究 IV. Q17: Q93

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第194946号

策划编辑 李冰祥 责任编辑 高新景 封面设计 王凌波
责任印制 陈伟光

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landaco.com.cn
印 刷	涿州市星河印刷有限公司	畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2008 年 1 月第 1 版
印 张	27	印 次	2008 年 1 月第 1 次印刷
字 数	530 000	定 价	65.00 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 21926-00

中国科学院研究生院教材编审委员会

主 任： 白春礼

顾 问： 余翔林

副 主任： 马石庄（常务） 刘志鹏 韩兴国 苏 刚

委 员(以姓氏笔画为序)：

石耀霖 刘嘉麒 杨 乐 李伯聪 李 佩 李家春

吴 向 汪尔康 汪寿阳 张文芝 张增顺 徐至展

黄荣辉 黄 钧 阎保平 彭家贵 裴 钢 谭铁牛

生物学科编审组

主 编： 裴 钢

副 主 编： 姚启智

编 委 (以姓氏笔画为序)：

王大成 王 崑 刘志恒 段恩奎 桂建芳 韩兴国 薛勇彪

总 序

在中国科学院研究生院和高等教育出版社的共同努力下，凝聚着中国科学院新老科学家、研究生导师们多年心血和汗水的中国科学院研究生院教材面世了。这套教材的出版，将对丰富我院研究生教育资源、提高研究生教育质量、培养更多高素质的科技人才起到积极的推动作用。

作为科技国家队，中国科学院肩负着面向国家战略需求，面向世界科学前沿，为国家作出基础性、战略性和前瞻性的重大科技创新贡献和培养高级科技人才的使命。中国科学院研究生教育是我国高等教育的重要组成部分，在新的历史时期，中国科学院研究生教育不仅要为我院知识创新工程提供人力资源保障，还担负着落实科教兴国战略和人才强国战略，为创新型国家建设培养一大批高素质人才的重要使命。

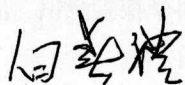
集成中国科学院的教学资源、科技资源和智力资源，中国科学院研究生院坚持教育与科研紧密结合的“两段式”培养模式，在突出科学教育和创新能力培养的同时，重视全面素质教育，倡导文理交融、理工结合，培养的研究生具有宽厚扎实的基础知识、敏锐的科学探索意识、活跃的思维和唯实、求真、协力、创新的良好素质。

研究生教材建设是研究生教育中重要的基础性工作。由一批活跃在科学前沿，同时又具有丰富教学经验的科学家编写的中国科

学院研究生院教材,适合在校研究生学习使用,也可作为高校教师和专业研究人员的参考书。这套研究生教材内容力求科学性、系统性、基础性和前沿性的统一,使学习者不仅能获得比较系统的科学基础知识,也能体会蕴于其中的科学精神、科学思想、科学方法,为进入科学研究的学术殿堂奠定良好的基础;优秀教材不但是体现教学内容和教学方法的知识载体、开展教学的基本条件和手段,也是深化教学改革、提高教育质量、促进科学教育与人文教育结合的重要保证。

“十年树木,百年树人”。我相信,经过若干年的努力,中国科学院研究生院一定能建设起多学科、多类型、多品种、多层次配套的研究生教材体系,为我国研究生教育百花园增添一枝新的奇葩,为我国高级科技人才的培养作出新的贡献。

中国科学院 常务副院长
中国科学院研究生院 院长
中国科学院 院士



二〇〇六年二月二十八日

前言

水产品是人类食用蛋白质的重要来源,水环境是大自然的重要组成部分。过去的十年是我国渔业发展最快的时期之一,但也是水生动物病毒疾患流行、水环境遭到严重损伤的一个时期。原本集饮用、娱乐、养殖、灌溉和调节净化等功能于一体的江河湖泊,有许多已失去了昔日美丽的容颜和惠人的内涵,令人堪忧。为维护人类、自然与环境的和谐,为保持渔业的可持续发展,国家迫切需要一批训练有素、从事水生生物学、水环境科学和渔业生物技术研究的高级人才。

作为从事水生生物学和渔业生物技术研究已历十余个春秋的研究生导师,我们在中国科学院水生生物研究所担负着科研与教学的双重责任。在中国科学院择优支持基金、院长基金、创新方向性项目,国家自然科学基金、国家“863”计划和国家“973”计划等项目的支持下,在长期科研和授课的过程中,教学相长,优教真学。很庆幸我们能将所获得的一些新见解和新认识整理成册,传授给有兴趣及相关专业的研究生和大学生们。

本教材共分8篇31章,有图片约200余幅,研究事例12个,每篇之后还附有参考文献,彩色印刷。在编撰之时,国内外尚未见类似教材出版。本书主要以作者的科研经历和教学实践为主线,兼纳并蓄,注重基础性、综合性和前沿性,力求从不同层面介绍水生病毒学的新知识,尽可能展现水生病毒学作为一门新兴学科的丰富内涵和盎然生机。当然,作者的能力是极为有限的,任何一门科学都是成千上万人长期探索、不断积累所形成的。在这里,我们谨向国内外为本书的内容积累和提供原始资料的专家学者诚致深深敬意!向孜孜不倦辛劳求索的前师后生和锲而不舍锐意拓新的同行学人道声谢谢!特别感谢美国加州大学 San Diego 分校的付向东教授和中山大学生命科学学院院长徐安龙教授向中国科学院研究生院推荐此书,感谢中国科学院研究生院和高等教育出版社共同启动的教材出版项目,感谢高等教育出版社李冰祥博士、高新景编辑在本书出版过程中给予的大力支持。

江河湖海苍茫,幸有舟楫渡之,愿此书对读者开卷有益。寓于东湖一角,岂敢忘长江之水天上来,作为国内外第一本《水生病毒学》教材,其中错误和缺憾在所难免。真诚期待同行们的批评与斧正,您的真知灼见是我们从事科研教学不竭的源泉和动力。

张奇亚 桂建芳

2007年10月于武汉东湖之滨

目 录

第一篇 水生病毒学导论

第一章 水生病毒学的发展	(3)
第一节 水生病毒学的发展进程	(3)
第二节 中国水生病毒学的形成和发展	(6)
第二章 水生病毒的概念、性质及特征	(8)
第一节 病毒的本质	(8)
第二节 病毒的结构、形态与大小	(9)
第三节 病毒的增殖	(17)
第四节 病毒的分类原则	(18)
第五节 水生病毒类群	(19)
第六节 部分与病毒结构及感染相关的名词	(28)
第三章 水生病毒学研究的技术与方法	(31)
第一节 生物测定	(31)
第二节 水生生物的组织细胞培养与病毒分离鉴定	(32)
研究事例 1:孔雀鱼胚心的培养	(32)
研究事例 2:中华鳖心细胞系的建立及其特性	(38)
研究事例 3:草鱼椎骨间质细胞系对水生动物病毒敏感性的测定	(41)
第三节 显微和超微观察	(46)
第四节 免疫学方法	(48)
第五节 核酸扩增技术	(60)
第六节 生化分析	(63)
第七节 生物芯片技术	(65)
第八节 流式细胞检测技术	(67)

II 目 录

第九节 cDNA 文库的构建	(69)
第十节 RNA 干扰	(71)
第十一节 鱼类病毒测定方法及其比较	(74)
参考文献	(77)

第二篇 鱼类病毒及病毒病

第四章 草鱼出血病病毒及水生呼肠孤病毒	(85)
第一节 草鱼呼肠孤病毒与水生呼肠孤病毒	(86)
第二节 水生呼肠孤病毒的超微形态	(89)
第三节 水生呼肠孤病毒的特性及草鱼出血病的防治	(91)
第五章 鳊鱼病毒及病毒病	(92)
第一节 鳊鱼病毒病的组织病理学特征	(92)
第二节 鳊鱼病毒的种类和形态	(96)
第三节 鳊鱼球形病毒与弹状病毒的共感染现象	(99)
研究事例 4: 鳊鱼弹状病毒的分离与鉴定	(103)
第六章 传染性造血器官坏死症病毒	(106)
第一节 传染性造血器官坏死症病毒的感染与测定	(106)
第二节 传染性造血器官坏死症病毒的分子结构	(107)
第七章 病毒性出血性败血症病毒	(109)
第一节 感染类型及症状	(109)
第二节 鱼类病毒性出血性败血症病毒的性质	(110)
第八章 胭脂鱼弹状病毒	(112)
第一节 胭脂鱼弹状病毒的分离和鉴定	(112)
第二节 胭脂鱼弹状病毒包涵体	(116)

第九章 鲤春病毒血症病毒	(119)
第一节 鲤春病毒血症病毒的感染与传播	(119)
第二节 鲤春病毒血症病毒的分子结构	(120)
第十章 鱼类疱疹病毒与痘疮病	(122)
第一节 鱼类疱疹病毒的种类和特点	(122)
第二节 疱疹病毒与鱼痘疮病	(125)
第三节 鱼类疱疹病毒的基因及检测	(126)
第十一章 鱼类淋巴囊肿病毒	(129)
第一节 鱼类淋巴囊肿病毒的感染	(131)
第二节 淋巴囊肿病毒中国株的病原性测定	(132)
第三节 淋巴囊肿病毒中国株的基因组结构及其分子特征	(136)
第四节 淋巴囊肿病毒中国株与几种虹彩病毒基因组结构的比较	(137)
第五节 鱼类淋巴囊肿病毒与其他虹彩病毒	(141)
第十二章 鱼类双节段 RNA 病毒	(143)
第一节 传染性胰腺坏死症病毒	(144)
第二节 斑鳢尾鳍肉瘤病毒	(146)
第三节 牙鲆双节段 RNA 病毒	(148)
第十三章 石斑鱼病毒	(151)
第十四章 野田病毒	(154)
第一节 鱼类野田病毒的种类	(154)
第二节 鱼类野田病毒的检测方法	(156)

IV 目 录

第十五章 大菱鲃弹状病毒	(157)
第一节 大菱鲃弹状病毒的分离和鉴定	(157)
第二节 大菱鲃弹状病毒诱导的细胞凋亡	(160)
第十六章 未分类的鱼类病毒	(163)
第一节 鳗鲡开口症病毒	(163)
第二节 鲤鱼间质性肾炎及鳃坏死病毒	(164)
参考文献	(166)

第三篇 两栖动物病毒及病毒病

第十七章 两栖动物病毒类群	(179)
第一节 两栖动物虹彩病毒及病毒病	(180)
第二节 两栖动物其他病毒	(185)
第十八章 蛙病毒属病毒	(188)
第一节 蛙病毒属病毒的几种常规检测方法	(189)
第二节 蛙病毒属病毒的代表株 FV3	(189)
第三节 蛙虹彩病毒中国株 RGV	(192)
研究事例 5: RGV 的分离鉴定	(192)
研究事例 6: RGV 的形态发生及与宿主细胞的相互作用	(193)
研究事例 7: RGV 的纯化、负染电镜观察及基因组酶切图谱分析	(197)
研究事例 8: RGV 不同株分子结构及主要衣壳蛋白基因的比较	(199)
研究事例 9: RGV 装配及其引起宿主细胞超微结构的变化	(203)
研究事例 10: RGV 感染鱼类细胞引起线粒体介导的细胞凋亡	(208)
第四节 蛙病毒属病毒的复制周期	(214)
第五节 水生动物虹彩病毒的分子诊断及分子生物学特征	(216)

参考文献·····	(223)
-----------	-------

第四篇 水生爬行动物病毒及病毒病

第十九章 水生爬行动物病毒及病毒病·····	(233)
------------------------	-------

第一节 水生爬行动物病毒种类·····	(233)
第二节 绿海龟纤维状乳头瘤相关病毒·····	(236)
第三节 其他水生爬行动物病毒·····	(238)

第二十章 中华鳖病毒及病毒病·····	(241)
---------------------	-------

第一节 中华鳖病毒的发现·····	(241)
第二节 中华鳖病毒对鱼类细胞的感染及理化性质分析·····	(243)
第三节 感病中华鳖的组织病理观察·····	(247)
第四节 中华鳖病毒感染引起宿主死亡的细胞病理观察·····	(251)
第五节 中华鳖病毒的血清学检测·····	(253)

参考文献·····	(255)
-----------	-------

第五篇 水生无脊椎动物病毒及病毒病

第二十一章 甲壳类动物(虾、蟹)病毒及病毒病·····	(261)
-----------------------------	-------

第一节 对虾病毒及病毒病·····	(261)
第二节 对虾白斑综合征病毒·····	(270)
第三节 其他几种重要的对虾病毒·····	(273)
第四节 蟹病毒及病毒病·····	(279)

第二十二章 贝类动物病毒及病毒病·····	(281)
-----------------------	-------

第一节 贝类动物病毒的种类·····	(281)
第二节 牡蛎疱疹病毒的三维结构与基因结构·····	(283)

VI 目 录

第三节 贝类动物病毒与人类病毒病..... (286)

参考文献..... (287)

第六篇 浮游病毒

第二十三章 浮游病毒的生物多样性..... (297)

第一节 浮游病毒的基本概念..... (297)

第二节 浮游病毒的主要类群..... (299)

第三节 海洋浮游病毒种群及其基因组..... (309)

第二十四章 浮游病毒与宿主的相互作用..... (313)

第一节 噬菌体(噬藻体)与宿主菌..... (313)

第二节 浮游病毒与人类健康..... (314)

第三节 浮游病毒的测定和分析方法..... (315)

第二十五章 中国浮游病毒的研究..... (320)

研究事例 11:东湖浮游病毒的丰度、形态多样性及季节变化 (320)

研究事例 12:脉冲场凝胶电泳测定东湖浮游病毒基因组大小 (328)

第二十六章 极端水环境中的浮游病毒 (330)

第一节 种类、形态和特性 (330)

第二节 古菌病毒及其基因组..... (334)

第三节 浮游病毒新成员..... (338)

参考文献..... (341)

第七篇 水生病毒生态

第二十七章 病毒与水体因素的关系	(353)
第一节 病毒病经水体传播	(353)
第二节 影响水生病毒存活及感染的因素	(354)
第二十八章 浮游病毒生态	(356)
第一节 环境因素对浮游病毒的影响	(356)
第二节 生态因素对浮游病毒丰度的影响	(358)
第三节 浮游病毒的消长	(359)
第四节 浮游病毒的生态效应	(361)
第二十九章 水生低等脊椎动物病毒生态	(365)
第一节 病毒与宿主免疫系统的相互作用	(365)
第二节 病毒复制与水生低等脊椎动物疾病的发生	(368)
参考文献	(370)

第八篇 鱼类免疫及抗病毒作用

第三十章 鱼类的免疫系统	(377)
第一节 鱼类的免疫器官与组织	(377)
第二节 鱼类免疫细胞	(381)
第三十一章 鱼类免疫及抗病毒状态的形成	(384)
第一节 鱼类的天然免疫	(384)
第二节 干扰素及干扰素系统	(391)
第三节 Toll 蛋白及其介导的信号通路	(395)
第四节 鱼类干扰素系统及抗病毒作用	(397)

VIII 目 录

第五节 鱼类抗体与病毒疫苗.....	(398)
第六节 RNA 干扰与鱼类抗病毒防御机制	(400)
参考文献.....	(401)

第一篇

水生病毒学导论

病毒具有最简单的生命形态,可在各种生物的细胞内生存复制,导致人类、动物、植物及微生物出现疾病,甚至导致灾难,但通过对病原病毒修饰改造所制备的防病疫苗,构建的基因载体却可供人类利用;另外,作为一类模式生物,病毒将为揭示诸如生物大分子的结构及功能、基因组表达与调控、生命起源、生物发育和进化等重大生命现象和活动提供基本信息。在促进相关学科发展的同时,病毒学自身也取得了长足进步,衍生出医学病毒学、兽医病毒学、环境病毒学、植物病毒学、昆虫病毒学和噬菌体学(细菌病毒学)等多个分支学科。

近些年来,病毒学与水生生物学、水环境科学、分子生物学等交叉互渗,衍生出以存在于各种水生生物体内,或存在于水环境中的病毒为研究对象,从微观至宏观不同层面阐明病毒的本质、病毒与宿主及水环境之间相互作用的一个学科新领域——水生病毒学(aquatic virology)。

本篇含3章,分别从水生病毒学的发展、水生病毒的定义和特征以及水生病毒学研究方法等几个侧面,简介水生病毒学的形成过程及基本概念;在介绍病毒学研究方法的同时,还列举了水生生物的组织培养与病毒分离鉴定的3个研究事例,有助于读者对本篇内容的阅读和理解。

