



华夏英才基金学术文库

刘岱岳 余传隆 刘鹤华 主编

生物毒素 开发与利用

The Development and Utilization
of Biological Toxin



化学工业出版社



华夏英才基金学术文库

生物毒素开发与利用

刘岱岳 余传隆 刘鹤华 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

定价：120.00元

本书为华夏英才基金资助出版专著。书中从生物毒素的含义入手,简单介绍了生物毒素目前开发利用的状况、种类、功能与用途等。然后分门别类详细阐述了各类毒素(包括蛇类毒素、蝎子毒素、蜂毒素、蜈蚣毒素、蜘蛛毒素、斑蝥毒素、蟾蜍毒素、水蛭素、海洋生物毒素、河豚毒素、真菌毒素、毒毒素、细菌毒素、苏云菌杆菌毒素、植物毒素、藻类毒素)的开发利用方法和技术,以及这些毒素在医学、药学、生物学等领域的应用现状和前景等。

全书内容系统、全面,较好地反映了目前毒素领域研究开发、利用状况,并介绍了部分国内外的最新进展,是从事生物毒素研究、生产开发,相关养殖人员必读的一部有重要参考价值的参考书籍。

生物毒素开发与利用

主编 余传隆 副主编 刘岱岳 刘鹤华

图书在版编目(CIP)数据

生物毒素开发与利用/刘岱岳,余传隆,刘鹤华主编.
—北京:化学工业出版社,2007
ISBN 978-7-122-00777-3

I. 生… II. ①刘…②余…③刘… III. 生物-毒素-研究 IV. R996

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 105394 号

责任编辑:邵桂林 余晓捷 周旭

责任校对:周梦华

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷:北京市彩桥印刷有限责任公司

装订:三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 54¼ 彩插 5 字数 1408 千字 2007 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:129.00 元

版权所有 违者必究

本书编委会名单

主 编

刘岱岳教授 (武汉大学生物毒素研究中心)

余传隆教授 (国家食品药品监督管理局)

刘鹤华教授 (中国地质大学经济学院)

编 委

(以在本书中出现的先后为序)

刘岱岳教授 (武汉大学生物毒素研究中心)

余传隆教授 (国家食品药品监督管理局)

刘鹤华教授 (中国地质大学经济学院)

孔天翰教授 (广州医学院蛇毒研究所)

蒋达和教授 (武汉大学生命科学学院)

杨冠煌教授 (中国农科院蜜蜂研究所)

王克勤教授 (湖北中医研究院新药研究室)

付 杰教授 (湖北中医研究院新药研究室)

潘红平教授 (广西大学动物科技学院)

李廷辉教授 (广西南方蜘蛛研究所)

魏永平教授 (西北农林科技大学昆虫博物馆)

宋晓平教授 (西北农林科技大学动物科技学院)

杨 潼教授 (中国科学院水生生物研究所)

张黎明教授 (解放军第二军医大学防化研究所)

刘秀梅教授 (中国疾病预防控制中心营养与食品卫生安全所)

李凤琴教授 (中国疾病预防控制中心营养与食品卫生安全所)

陈士瑜教授 (武汉亚一蕈类文化研究所)

王景林教授 (解放军军事医学科学院微生物与流行病研究所)

罗明典教授 (中国科学院微生物研究所)

杨自文教授 (湖北农业科学院 Bt 研究中心)

李勤凡教授 (西北农林科技大学动物科技学院)

何振荣教授 (中国科学院水生生物研究所)

宋立荣教授 (中国科学院水生生物研究所)

郑 硕教授 (解放军防化研究院毒素研究所)

施玉樑教授 (中国科学院上海生命科学研究院)

为编写本书作指导、或提供资料、或参与写作的院士、教授和同志还有: 赵尔宓院士、黄翠芬院士、伍汉霖、王荫椿、李其斌、林可干、余培南、杨靖华、蒋克贤、梁光裕、姚咏明、姜永强、焦振泉、阚飙、王君、童德文、董强、贾高文、万清沅、肖凯、王加雨、张宗显、赵晖、张瑛、龚晓艳、查雪康、史可、舒晓红、舒建东、宁林夫、刘芳藻、吴云、郑晓南、周雅冰、胡微鸿、杨兆富、兰海、黄玉辉等, 在此深致谢意。

序 一

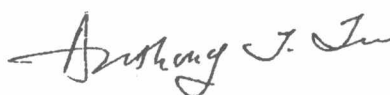
[美] Anthony T. Tu 教授

我以最大的热忱为刘岱岳教授等主编的《生物毒素开发与利用》一书作序。这部书 100 余万字，涵盖天然毒素的各个方面。

在中国的生物毒素研究方面，这是一部最具雄心大志的巨著，它包含了蛇类、昆虫类（蝎子、蜜蜂、蜈蚣、蜘蛛、斑蝥）、两栖动物类（蟾蜍）、蛭类、有毒海洋生物、河豚鱼、微生物类（真菌、蕈菌、细菌、苏云金芽孢杆菌）、植物和藻类及其毒素。

对每个动植物群，都包括了生物学特性、采集方法及其毒素的实际应用。在过去，毒素的研究只强调化学结构与药理性质。刘教授及其同事主编的这部巨著强调实际上的应用，又关注感兴趣的研究。生物毒素来自广泛范围的生物有机体物种，必须具备有整个领域的视野，以便对各种毒素有深入的了解。例如，来自蓖麻的蓖麻毒素（ricin）与从大肠杆菌（*E. Coli* O: 157）分离出的绿猴肾细胞毒素（Vero toxin），具有同样的结构与功能。来自志贺杆菌的志贺杆菌毒素（Shiga toxin），与蓖麻毒素和绿猴肾细胞毒素也具有同样的结构与功能。值得注意的是，从生物有机体产生的毒素，远远独立于产生这种毒素的系统发育树。

我真诚地希望这部实用性的巨著能够在中国早日出版，并早日见到。

 杜祖健

杜祖健 (Anthony T. Tu) 教授 2003. 9. 22
Department of Biochemistry & Molecular
Biology, Colorado State University, USA
(刘岱岳译)

序 二

生物毒素是一类具有重要意义的生物源化学物质，已知化学结构的天然毒素可达数千种。生物毒素表现出生源、化学结构、作用机制等多方面的多样性。生物毒素的研究已发展成为与多种学科交叉的新学科——毒素学，其发展对于生命化学、生源合成化学、化学生物学、化学生态学、医学、药理学、环境科学均有重要的意义。同时，生物毒素是一类有其重要价值的天然化学产物，有着广泛的实际应用价值，许多来源于植物、微生物、动物的生物毒素久已用作有效的临床药物，对药物创新更具积极的作用。许多生物毒素可作为新药导向化合物，并可为药物分子设计提供有价值的新药效模型，更能为发现药物新作用靶位发挥特殊的作用。

我国研究与利用生物毒素的历史悠久，尤其是近 20 余年来，在来源于植物、微生物、动物、海洋生物等各类生物毒素中都涌现出多方面的重要研究成果，出现了良好的发展局面与应用前景。

武汉大学生物毒素研究中心刘岱岳教授多年致力于生物毒素研究与开发工作，对生物毒素学术出版工作也极其热心，竭力推动。在其努力下，主编与组织了《生物毒素开发与利用》一书，集国内数十位在生物毒素研究开发领域卓有建树的专家参与编写，具有创新性和先进性，我期望此部生物毒素新著作能为关注生物毒素的读者提供有益的知识，以及推动生物毒素研究与开发的新发展。

陈冀胜

中国工程院院士

原解放军防化研究院总工程师

序 三

我国疆域辽阔，气候各异，地形复杂，因而在不同自然条件下生存的物种也就极其丰富，包括动植物、微生物等，它们在亿万年的进化过程中为了自己的生存（防卫和捕食），形成了一套完整的自我保护体系，有的甚至具有专一的毒腺器官，储存与分泌各种活性高、专一性强的生物活性物质，包括各种酶类、激肽以及离子通道、神经递质或激肽受体的阻断剂或激动剂，作用于体内相应的重要靶器官。不同来源的毒素有不同的结构却可具有相似的功能，或相似的结构却具有完全不同的功能。此结构的多样性和功能的专一性使毒素成为不可取代的理想材料，用于生化、生理、药理学的基础研究和创新药物的开发。我们与先进国家在科技上竞争，毒素是可以利用的极其宝贵而又难得的资源优势。我们极有可能从我国独特的物种中找到结构与功能全新的毒素，且具有重要的应用开发价值。

在我国传统的中医中，有毒动物自古以来就被广泛应用于临床，如蛇毒、全蝎、蜂毒、蜘蛛、蜈蚣、蟾蜍等。它们可直接作为治疗神经、心血管系统以及代谢功能异常疾病的药物：如钠通道毒素可用于治疗癫痫、偏头痛、先天性肌强直、心律不齐等疾病；钾通道毒素对多种组织硬化、老年性痴呆、心绞痛、高血压、哮喘、免疫抑制以及尿失禁等疾病有潜在的治疗作用；钙通道阻断剂可作为促智药物，保护神经、预防早老性痴呆及动脉粥样硬化等疾病。目前从芋螺、蜘蛛和眼镜蛇毒中发现有强镇痛活性多肽，如最近发现的 α -芋螺毒素能阻断乙酰胆碱受体的神经传导，其镇痛活性高于吗啡一万倍，且不成瘾，无副作用。海洋、陆生有毒动物中有多种抗癌组分，可作为抗癌药物。目前治疗冠心病的主要药物中，毒素也占重要地位，如来源于蛇毒中的溶纤酶和纤溶酶原激活剂都可用于治疗血栓及心绞痛。从两栖类皮肤中提取的活性肽已显示出诱人的应用前景，其中抗菌肽已成为广谱抗菌药物；从欧洲铃蟾皮肤中分离的铃蟾肽具有很强的心血管和生长因子样作用，已用于消化道临床。此外蝎和蜘蛛含有只作用于昆虫而对哺乳动物无影响的昆虫毒素，有望成为高效无毒的生物杀虫剂。

毒素也可作为创新药物的先导化合物，如目前作为最有效降血压药物之一的卡托普利（captopril）即基于美洲矛头蝮蛇毒舒缓激肽增强肽（5肽）的结构改造而来的，近年来又开发出它的第三、第四代药物，如贝那普利。在蛇毒中分离出各种可用于治疗血小板异常疾病的RGD多肽，活力大小可相差近500倍。这为筛选最佳药物以及用分子模拟设计新一代药物提供了坚实的理论基础。

生物毒素对生物学基础研究和药物新靶点的发现起着不可替代的作用。巴斯德研究所在20世纪60年代利用银环蛇毒素首次分离出胆碱能受体，并进行深入研究，从而真正确立了受体的概念；对蛇毒血液毒素的研究丰富和发展了有关凝血与纤溶机制的理解；离子通道的研究和发展几乎完全依赖于新型专一毒素配体的发现：钠通道研究离不开河豚毒素和蝎毒素；钾通道17个亚型也是通过蝎毒的钾通道毒素确定的；各种钙通道亚型的鉴定离不开 ω -蜘蛛毒素和 ω -芋螺毒素；神经递质谷氨酸受体的研究正是由于从蜘蛛毒中分离到其抑制剂才得以深入发展；血小板膜受体研究的进展极大地得益于动物专一毒素C型凝集素的研究和利用；两栖类皮肤活性多肽的研究已成为发现新型神经肽的捷径；对炭疽杆菌毒素的研究在生物反恐中占有极重要的地位，凡此种种还可举出无数的例子。

我国动物毒素的研究自改革开放以来已取得了蓬勃的发展，取得了一批有影响的重要研究成果，不少科研单位已形成了各具特色的动物毒素研究队伍。十多年来我国在蛇毒、蝎毒、蜘蛛毒、芋螺毒研究领域已取得了长足的进步，很多领域已接近或达到当前国际先进水平，在国际毒素研究领域已占有一席之地，已具备冲击国际最高水平的潜力。机遇转瞬即逝，目前正是我国开展本项目研究的最佳时期。

综上所述，对天然毒素的研究无论在理论与实际应用上均具有极重要的意义。今由刘岱岳教授等主编的《生物毒素开发与利用》一书，涉及了我国各种主要生物毒素，包括来自动植物及微生物等，弥补了以往介绍单一生物毒素书刊的不足，总结了各种毒素开发应用的经验与成果，内容殷实而全面，是一部极有参考价值的学术著作，也是一本毒素研究重要的工具书。由于该书的篇幅有限，对每一生物毒素的结构与功能及其作用机理在分子水平上加以阐述尚嫌不足，期望继该书以后能再编辑一部《生物毒素研究进展》一书，介绍国内外毒素研究的最新成果，这样，既有应用开发的专著，又有基础理论的专著，就非常完整。无疑，这将对我国生物毒素的研究起到很大的推动作用。

臧正武

中国科学院院士

中国科学院上海生化细胞研究所研究员

序 四

近几年陆续出版了一些有关毒素的著作，有很好的参考价值，但范围局限。武汉大学刘岱岳教授等编著的《生物毒素开发与利用》一书很有特色，较全面地介绍了各种生物毒素，着重其开发与应用。内容包括动物、植物、微生物、昆虫、海洋生物等的毒素的生物、生理、生化、毒理、药理等方面详尽的描述，使人们对这些毒素中毒机制有所认识，有救治、预防、诊断的临床价值，只要使用得当，还有治疗、保健、美容等效应。因此，本书对深入、全面了解生物毒素，及其开发和应用有着十分重要的意义，有益于造福社会，保障人民健康，必将带来显著的社会效益和经济效益。

生物技术特别是分子生物学技术的进步，为毒素的结构与功能研究提供了机遇。苏云金杆菌毒素有生物治虫作用；蜂毒、蓖麻毒与一些小肽结合，可研制导向治癌药物；致泻大肠菌 LTB 毒素和霍乱 CTB 毒素有免疫佐剂作用；毒性最强的肉毒毒素，经精制后，掌握使用剂量，已广泛用作美容剂和治疗眼睑痉挛，成为国际美容界的“新宠”。简单举几个例子，就足以说明生物毒素是“双刃剑”，只要善于开发，就有广阔的应用前景。本书较全面地介绍各种生物毒素的性状，可以大大启发人们的思考，有助于我们开展创新性的研究。

本书内容丰富，图文并茂，科学性强，可读性强，实用性强，是一本很有价值的参考、阅读书籍。预祝本书出版成功。

黄翠芬

中国工程院院士

解放军军事医学科学院生物工程研究所原所长

序 五

生物毒素是由动物、植物、微生物产生的对其他生物有毒、并产生中毒的化学物质。它除了对人畜致病、需要预防和治疗以外，是探索病因学、毒理学的重要途径，是研究生命科学的重要工具，更是开发新药的重要资源和开发新杀虫剂的来源，与人类息息相关。

我国的古籍中，就记载着生物毒素及其药用，充分显示出古人对生物毒素的认识，历史悠久，某些还走在国外前面。近 20 年来，科学日新月异，研究深入到分子水平，我国的生物毒素研究与利用有了长足的进展，形成了交叉学科——生物毒素学，十年前就酝酿成立中国生物毒素学会，总结生物毒素方方面面的研究与应用成果，对于生物毒素学进一步发展具有重要意义。

由武汉大学生物毒素研究中心刘岱岳教授等主编，集二十多位专家、教授智慧的《生物毒素开发与利用》，是我国第一部全面介绍生物毒素的高水平而又实用的著作，必将大大推动我国生物毒素事业的蓬勃发展。

这部书有三大特点。

（一）力求全面介绍。将动物毒素、植物毒素、真菌毒素、细菌毒素等分为 19 章，分别介绍，与别的书单一介绍不同，创新性强。

（二）力求理论联系实际。显然侧重于实用，但也介绍基础理论和最新研究进展，以及国内外研究成果，科学性强。

（三）力求“写以致用，学以致用”，能指导当前的研究与开发，实用性强。

这部书的编辑体例中，将“苏云金芽孢杆菌与毒素”从“细菌与细菌毒素”一章中分出来，另列一章，打破了“使人畜中毒才算毒素”的格局，“使昆虫中毒死亡”的，同样称作毒素，扩大了视角和视野。

这部书反映了近几十年我国生物毒素开发与应用的水平，能指导当前的生物毒素开发与应用，以及相关的技术，从而获得良好的医疗和防治等应用效果，良好的经济效益和社会效益，是读者不可多得的书。

这部书主编刘岱岳和余传隆教授、刘鹄华教授，以完成此书向武汉大学 110 周年校庆献礼，这是真情奉献。作为武大校友的我，为此书作序，共襄盛举。

范云六

中国工程院院士

中国农业科学院生物技术研究所原所长

目 录

第1章 绪言	1
1.1 毒素的含义	1
1.2 生物毒素的含义	1
1.3 生物毒素的地位、作用和发展方向	2
1.3.1 生物毒素是传统中药的重要来源	2
1.3.2 生物毒素是开发新药的重要宝库	2
1.3.3 改造毒素结构, 开发新药	3
1.3.4 生物毒素是生命科学的重要研究工具	3
1.3.5 生物毒素可以开发新杀虫剂和新灭鼠剂	4
1.3.6 生物毒素的抗癌作用和致癌作用	4
1.3.7 探究中毒救治和食物中毒病因	5
1.3.8 生物毒素战剂的重要来源	5
1.4 对毒素的认识和利用	6
1.5 当代研究的发展状况	7
1.5.1 研究生物毒素的论著不断涌现	7
1.5.2 国际学术界对毒素研究的推动	8
第2章 蛇类与蛇类毒素	11
2.1 概述	11
2.1.1 我国的蛇类资源	11
2.1.2 我国历史上对蛇与蛇毒的认识	11
2.1.3 蛇与蛇毒在中医药学中的地位和应用	12
2.2 蛇类的生物学特性	12
2.2.1 蛇类体形、器官、运动的特殊性	12
2.2.2 毒蛇与无毒蛇的鉴别及其特殊结构	14
2.2.3 蛇类生态、生殖、生长的特殊性	20
2.3 有毒蛇类人工养殖	22
2.3.1 养蛇场地的选择与建造	22
2.3.2 蛇的饮食与投饵	23
2.3.3 蛇的生殖	24
2.3.4 卵的孵化与幼蛇的养育	25
2.3.5 蛇类的病虫害防治	27
2.3.6 蛇场管理	28
2.3.7 主要养殖的有毒经济蛇种	29
2.3.8 选定种蛇与蛇的装运	31
2.4 毒蛇咬伤急救与防治	32
2.4.1 蛇伤的预防、诊断与局部处理	32

2.4.2	蛇伤的局部处理	36
2.4.3	蛇伤治疗方法的论证	40
2.4.4	中成蛇药的研究与应用	40
2.5	蛇毒的采集、加工与保存	41
2.5.1	蛇毒的采集	41
2.5.2	蛇毒的加工	46
2.5.3	蛇毒的保存	49
2.6	蛇毒的组分与研究	49
2.6.1	蛇毒中的非蛋白成分	49
2.6.2	蛇毒中的酶类	50
2.6.3	蛇毒中的毒性蛋白(非酶类)	56
2.6.4	神经生长因子	59
2.6.5	舒缓激肽增强肽	62
2.7	蛇毒冻干粉的质量检测	62
2.7.1	蛇毒蛋白定量检测	62
2.7.2	蛇毒蛋白定性检测	67
2.7.3	蛇毒急性毒性试验	69
2.7.4	蛇毒非溶物质测定	69
2.7.5	蛇毒水分检测	70
2.7.6	蛇毒酶活性测定	71
2.7.7	蛇毒的抗蛇毒血清检测	72
2.7.8	蛇毒检验及鉴定研究的新进展	74
2.7.9	蛇毒质量检验证书实例	75
2.8	蛇毒的免疫化学与抗蛇毒血清	76
2.8.1	抗原与抗体	76
2.8.2	国内外研究和应用抗蛇毒血清的概况	77
2.8.3	抗蛇毒血清的制备	77
2.8.4	抗蛇毒血清的疗效	78
2.8.5	抗蛇毒血清的相对特异性(交叉中和反应)	79
2.8.6	抗蛇毒血清的血清反应	80
2.8.7	提高抗蛇毒血清的质量与应用水平	81
2.9	蛇毒医用制剂的研制与应用	84
2.9.1	蛇毒中的类凝血酶及其应用	84
2.9.2	蛇毒制剂的镇痛效果	89
2.9.3	蛇毒制剂的抗肿瘤作用	91
2.9.4	蛇毒医用的其他作用	94
2.10	毒蜥的毒器与毒素	95
2.10.1	概述	95
2.10.2	毒蜥的毒器	96
2.10.3	毒蜥毒素	96
2.10.4	人类对毒蜥毒素的利用	97
附录 2-1	中国十大毒蛇的中日拉英名称对照	97

第3章 蝎子与蝎子毒素	98
3.1 概述	98
3.1.1 种类分布	98
3.1.2 蝎子的主要作用	99
3.1.3 蝎子的应用历史及前景展望	99
3.2 蝎子的形态特征	100
3.3 蝎子的生物学特性	101
3.3.1 栖息环境与活动规律	101
3.3.2 繁殖方式与个体发育	102
3.4 蝎子的人工养殖	103
3.4.1 养殖方式与场地选择	103
3.4.2 种蝎养殖	103
3.4.3 管理措施及注意事项	106
3.4.4 打破冬眠期的探讨	107
3.4.5 病虫害及天敌防治	109
3.5 商品成蝎的采收、加工与药用	109
3.5.1 捕捉与采收方法	109
3.5.2 加工方法	110
3.5.3 保存方法与质量标准	110
3.5.4 商品全蝎的药用价值	111
3.6 蝎子蜇伤与防治	111
3.6.1 被蝎子蜇伤症状	111
3.6.2 中西药治疗方法	112
3.6.3 蝎蜇伤的机理研究	113
3.7 蝎毒的采集、加工与保存	113
3.7.1 蝎子毒囊的结构	113
3.7.2 蝎毒采集方法	114
3.7.3 蝎毒的干燥方法	119
3.7.4 蝎毒的保存与运输	119
3.8 蝎毒冻干粉的质量检测	120
3.8.1 行业标准	120
3.8.2 蝎毒质量的检验项目和程序	121
3.8.3 感官检验	121
3.8.4 毒素种类鉴别试验	121
3.8.5 水分含量测定	123
3.8.6 不溶物质含量测定	124
3.8.7 蛋白质含量测定	124
3.8.8 酶活性测定	125
3.8.9 急性毒性试验 (LD ₅₀ 测定)	125
3.8.10 质检中用到的有关的表格、设备和报告式样	126
3.9 蝎毒的组成与性质	129
3.9.1 蝎毒的命名与分类	129

3.9.2	蝎毒的化学组成	129
3.9.3	蝎毒的初级结构	130
3.9.4	蝎毒的三维结构	130
3.9.5	蝎毒的昆虫毒素	132
3.9.6	蝎毒小分子活性多肽	133
3.9.7	氯毒素 (chlorotoxin)	136
3.9.8	卡律蝎毒素 (charybdotoxin)	136
3.10	蝎毒的结构与功能	137
3.10.1	蝎神经毒素的结构与功能紧密结合	137
3.10.2	蝎神经毒素是研究离子通道的良好工具	137
3.10.3	蝎毒免疫学与毒理学	138
3.10.4	蝎毒药理学	139
3.10.5	蝎毒对心血管系统的作用	141
3.10.6	利用生物工程技术人工合成蝎毒素	142
3.11	蝎毒的多抗作用	142
3.11.1	蝎毒抗肿瘤作用	142
3.11.2	蝎毒镇痛作用	146
3.11.3	蝎毒抗癫痫作用	148
3.11.4	蝎毒的抗凝、抗菌和抗炎作用	149
3.12	蝎毒素基因的表达和应用	149
3.12.1	蝎毒素基因的克隆与分析	149
3.12.2	重组蝎毒素基因的表达	150
3.12.3	蝎毒素的应用和前景	153
附录 3-1	有关全蝎中成药药方	156
第 4 章	蜂类及其毒素	158
4.1	概述	158
4.1.1	蜂类概述	158
4.1.2	开发利用历程	158
4.2	蜜蜂及其人工饲养	160
4.2.1	蜜蜂形态结构及其生活特性	160
4.2.2	蜜蜂的人工饲养	163
4.3	胡蜂及其人工养殖	170
4.3.1	胡蜂的分类地位及生物学特性	170
4.3.2	人工养殖技术	173
4.4	蜂毒的采集、储藏及质量检测	177
4.4.1	采集蜜蜂毒	177
4.4.2	采集胡蜂毒	182
4.4.3	蜂毒质量检测	183
4.4.4	储藏及运输	188
4.5	蜂毒的组分、分离及表达	188
4.5.1	组分	188
4.5.2	分离技术	193

4.5.3	基因表达	194
4.6	蜂毒制剂的药理、加工与应用	196
4.6.1	蜂毒制剂的药理作用	196
4.6.2	蜂毒制剂的加工	197
4.6.3	蜂毒的应用	198
4.7	蜂毒的毒理、中毒及解救	200
4.7.1	蜂毒毒理	200
4.7.2	蜂毒中毒	201
4.7.3	蜂毒过敏	203
4.7.4	中毒的解救	204
4.7.5	预防	205
4.8	毒蚁及蚁毒	205
4.8.1	分类及形态	205
4.8.2	有毒蚂蚁	206
4.8.3	常见毒蚁的蚁毒及中毒症状	210
4.8.4	蚁毒的毒理	211
4.9	白蚁及其毒素	212
	附录 4-1 第 4 章相关中、外文对照	213
	参考文献	215
第 5 章	蜈蚣与蜈蚣毒素	217
5.1	名称由来	217
5.2	蜈蚣种类与分布	217
5.2.1	我国古本草记载的蜈蚣种类	217
5.2.2	近年我国蜈蚣科研涉及的种类	218
5.2.3	世界蜈蚣与我国药用蜈蚣种类	219
5.3	蜈蚣的形态特征	219
5.3.1	少棘(巨)蜈蚣	220
5.3.2	多棘蜈蚣	221
5.3.3	墨江蜈蚣	222
5.3.4	黑头蜈蚣	222
5.4	蜈蚣的生物学特性	222
5.4.1	生态环境	222
5.4.2	活动规律	222
5.4.3	食性及捕食	223
5.4.4	繁殖方式	223
5.4.5	个体生长发育	224
5.4.6	蜕皮	224
5.4.7	种群结构及性别比例	224
5.5	蜈蚣的养殖技术	224
5.5.1	选场建池	224
5.5.2	饲养方法	225
5.5.3	饲养管理	226

5.5.4	繁殖技术	226
5.5.5	蜈蚣的疾病及天敌防治	227
5.6	蜈蚣商品采收、加工与药用	227
5.6.1	药用蜈蚣的捕收	227
5.6.2	商品加工	228
5.6.3	商品质量标准	228
5.6.4	商品规格	232
5.6.5	商品蜈蚣储藏与养护	232
5.6.6	蜈蚣的主要化学成分和药理作用	233
5.6.7	蜈蚣的药用	233
5.7	蜈蚣的毒颚结构与毒素采集加工	233
5.7.1	蜈蚣毒素的来源	233
5.7.2	蜈蚣的毒颚结构	233
5.7.3	蜈蚣毒素的采集	234
5.8	蜈蚣毒素的加工与保存	236
5.8.1	毒素加工前的准备	236
5.8.2	常温真空干燥法	236
5.8.3	低温真空冷冻机干燥法	236
5.8.4	毒素的保存与质量检测	236
5.9	蜈蚣毒素的化学组成	237
5.9.1	蛋白质	237
5.9.2	酶	237
5.9.3	微量元素	238
5.9.4	游离氨基酸	238
5.10	蜈蚣毒素的毒性与生理作用	239
5.10.1	蜈蚣毒素的毒性	239
5.10.2	对动物离体器官的作用	239
5.10.3	对整体动物的作用	239
5.10.4	溶血作用	239
5.11	蜈蚣与蜈蚣毒素的应用价值	240
5.11.1	蜈蚣的现代药理毒理研究	240
5.11.2	蜈蚣毒在蜈蚣药中的作用	240
5.11.3	扩大蜈蚣人工养殖, 纳入 GAP 基地建设	240
5.12	蜈蚣的中毒救治	240
5.12.1	口服过量中毒	240
5.12.2	被蜇伤中毒	241
附录 5-1	有关蜈蚣中成药药方	241
附录 5-2	蜈蚣相关学名索引 (限于在本书中出现者)	243
参考文献		244
第 6 章	蜘蛛与蜘蛛毒素	246
6.1	概述	246
6.1.1	蜘蛛的分布、形态及主要生物学特征	246

6.1.2	蜘蛛的价值	246
6.1.3	蜘蛛人工养殖的探讨	247
6.1.4	蛛毒研究	248
6.2	蜘蛛的形态与毒囊结构	248
6.2.1	蜘蛛在动物界的分类地位及其与昆虫的区别	248
6.2.2	蜘蛛的形态	249
6.2.3	蜘蛛的毒囊结构	252
6.3	我国主要毒蛛的特征与习性	252
6.3.1	虎纹捕鸟蛛	253
6.3.2	海南捕鸟蛛	254
6.3.3	敬钊缨毛蛛	255
6.3.4	桐棉琴螯蛛	255
6.3.5	穴居狼蛛	256
6.3.6	中华狼蛛	256
6.3.7	红斑寇蛛	257
6.3.8	间斑寇蛛	258
6.3.9	雷氏大疣蛛	258
6.3.10	棒络新妇	259
6.3.11	悦目金蛛	259
6.3.12	大腹园蛛	260
6.4	毒蛛的养殖	260
6.4.1	毒蛛人工养殖的现状	260
6.4.2	毒蜘蛛养殖的环境条件	261
6.4.3	毒蛛的庭院式人工养殖	264
6.4.4	蜘蛛的集约化无冬眠快速养殖	266
6.4.5	蜘蛛的疾病防治	270
6.4.6	天敌的防除	272
6.5	蛛毒的采集与加工	273
6.5.1	采毒的种类	273
6.5.2	采集前的准备工作	273
6.5.3	蛛毒的采集方法	274
6.5.4	蛛毒的加工方法	275
6.5.5	蛛毒的储存	276
6.6	蛛毒的生物化学和分离鉴定	277
6.6.1	蛛毒中的非蛋白成分	277
6.6.2	蛛毒中的酶类	277
6.6.3	蛛毒中的神经毒素	278
6.6.4	凝集素	278
6.6.5	蛛毒蛋白的分离纯化	279
6.6.6	蛛毒的鉴定	279
6.7	蛛毒的研究与应用	281
6.7.1	蛛毒的研究	281