

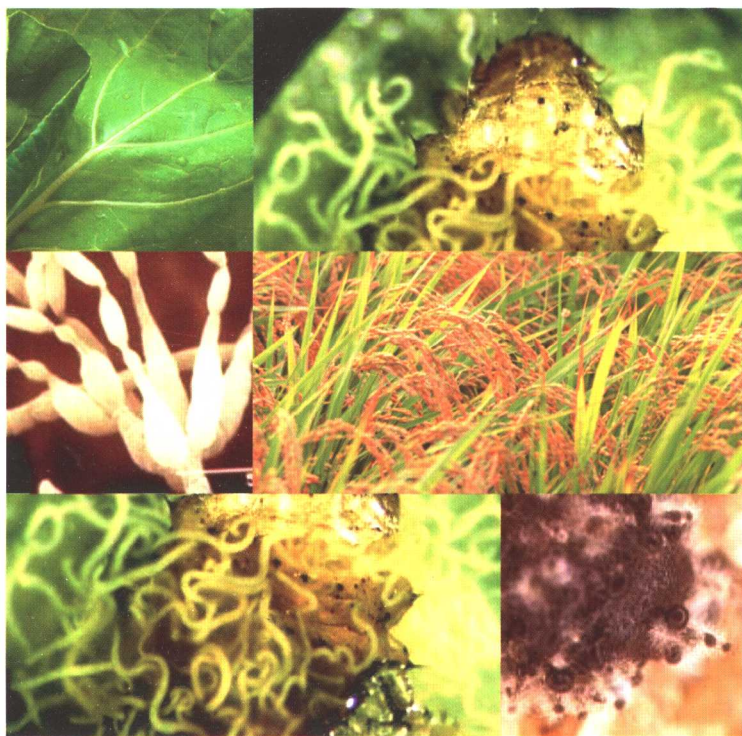
农业生物技术系列

微生物农药研发与应用

农业生物技术系列

微生物农药 研发与应用

周 燚 王中康 喻子牛 主编



化学工业出版社



化学工业出版社
农业科技出版中心

农业生物技术系列

微生物农药研发与应用

周 燧 王中康 喻子牛 主编



化学工业出版社
农业科技出版中心

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

微生物农药研发与应用/周燧, 王中康, 喻子牛主编.
北京: 化学工业出版社, 2006.6

(农业生物技术系列)

ISBN 7-5025-8961-9

I. 微… II. ①周…②王…③喻… III. 微生物农药
IV. TQ458

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 071002 号

农业生物技术系列

微生物农药研发与应用

周 燧 王中康 喻子牛 主编

责任编辑: 邵桂林 周 旭

责任校对: 李 林

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社

农业科技出版中心

出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 15 字数 289 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8961-9

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换



伴孢体 芽孢



图 2-3 金龟子芽孢杆菌
(引自Michael Klein)

上为蛱蝶感染金龟子芽孢杆菌后的症状；下为金龟子芽孢杆菌的电镜图

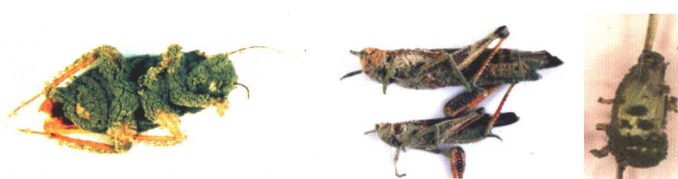


图 3-1 感染绿僵菌的昆虫 (引自Mark S. Goettel等)

左为感染绿僵菌的甲虫；中为感染绿僵菌的蝗虫；右为感染绿僵菌的水稻叶蝉



(A)

(B)

(C)

图 3-3 感染白僵菌的昆虫
(引自Susan Mahr和<http://www.hiddenforest.co.nz/fungi>)

(A) 感染白僵菌的金龟子；

(B) 感染白僵菌的蝼蛄；

(C) 感染白僵菌的玉米螟；

(D) 感染白僵菌的蝉；

(E) 感染白僵菌的夜盗蛾幼虫



(D)

(E)



图 3-5 感染虫霉的蚜虫
(引自Keith Day等)



图 3-7 感染蜡蚧轮枝菌的害虫
左为感染蜡蚧轮枝菌的蚜虫；右为感染蜡蚧轮枝菌的椿象

图 3-8 粉质拟青霉

(引自<http://www.nacse.org/ocid/>)

左为粉质拟青霉在平板上的菌落；右为粉质拟青霉侵染昆虫后从虫体上长出的菌丝

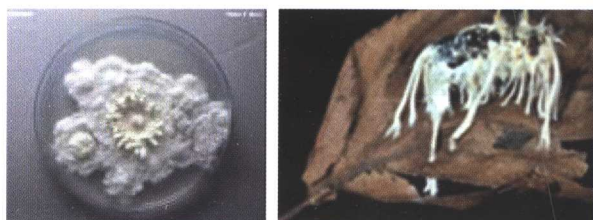


图 3-9 玫烟色拟青霉

左为玫烟色拟青霉侵染粉虱后从虫体上长出的菌丝；中为玫烟色拟青霉在平板上的菌落；右为玫烟色拟青霉的子实体结构

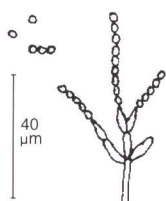
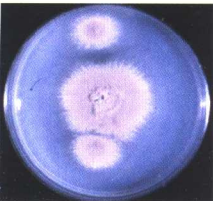


图 3-10 淡紫色拟青霉

左为淡紫色拟青霉在平板上的菌落；右为淡紫色拟青霉的子实体结构



图 3-11 叶片上感染座壳孢菌的粉虱

(引自 http://creatures.ifas.ufl.edu/citrus/citrus_whitefly.htm)

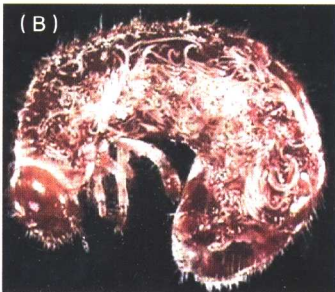


图 4-1 昆虫病原线虫感染昆虫

(引自 www.ecogrow.com.au)

(A) 健康蛴螬（白色）与感染异小杆线虫的蛴螬（红色）；
(B) 昆虫病原线虫在昆虫体内繁殖，充满了虫体；
(C) 昆虫病原线虫从虫体中爬出寻找新的寄主；
(D) 昆虫病原线虫的整个生活史

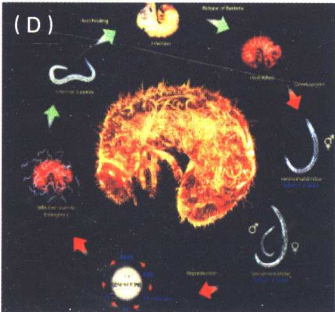
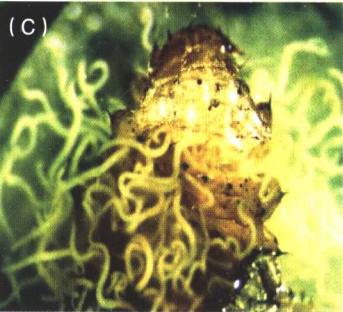
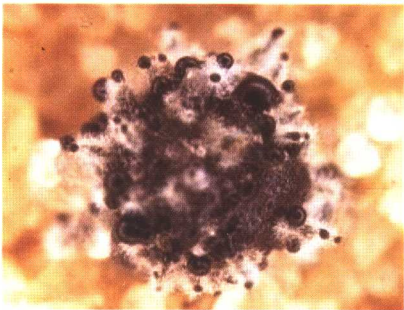


图 7-1 寄生于菌核上的盾壳霉
(引自 John Clarkson and John Whipps)



序

农业是国民经济的基础，是人们生存之根本。

农业的发展经历了刀耕火种、牛拉犁耕、机械化作业、高新技术应用等逐步发展的过程，每一次技术的变革都对农业的发展产生了巨大的推动力。当前，在科学发展观的指引下中国已进入城乡统筹以工哺农、以城带乡的新阶段，解决“三农”问题已成为我国向现代化、工业化迈进和建设小康社会的突出任务。但是，农业的发展离不开科学技术的发展和支撑，农业技术的发展历程也同样体现着科技发展的前进轨迹。

目前，全球正面临着人口膨胀、资源紧缺、污染加剧的现状，这些不但使我们的经济和社会发展面临着严峻的考验和压力，同时对农业的发展也提出了现代化的迫切要求。

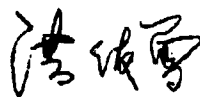
生命科学与生物技术的快速发展及其在农业领域中的应用，给农业的发展带来了深远的甚至是革命性的变化，大大促进了农业生产力的提高。例如，我们所熟知的杂交水稻、转基因抗虫棉、转基因大豆和转基因水稻以及克隆羊“多莉”等无一是应用生物技术的成果。而这些已经给我们的生活带来了很大变化。生物技术在品质改良、育种、提高产量等方面已经显现出了良好的应用前景和巨大效益。

世界各国，尤其是发达国家已经纷纷把生物技术研究、开发和应用作为重点投资的高技术战略目标，特别是加强了生物技术 in 农业领域中的应用。我国是一个农业大国，但还远不是一个农业强国。因此，我国农业的发展与强盛更加需要广大农业科研与技术人员的努力，更加需要现代新技术、新成果的武装、应用与转化。

为了有助于广大农业科技工作者更多地了解当今生物技术 in 农业领域中应用的状况、前景，启发新的科研思维和方法，同时也为了更进一步促进农业生物技术研究成果与生产实践的紧密结合，本着前沿、实用、创新的目的，化学工业出版社组织出版了一套《农业生物技术系列》图书。该套图书的编写人员均是来自农业领域不同专业方向的知名专家，在其科研工作领域具有较深的造诣，取得了一大批成果。该套图书基本涉及了农业生物技术的各个方面，包括农作物与动物育种新技术、畜牧兽医技术、基因工程技术，农畜产品品质改良技术，生物饲料、生物疫苗、生物农药、生物肥料开发与应用技术等，内容丰富实用，突出了创新性和实践可应用性，基本上能够满足不同专业人员的需要。

值此套《农业生物技术系列》图书出版之际，我衷心希望该套系列丛书对于加快农业生物技术在农业领域中的转化和应用，推动我国农业科技和农业的进一步发展发挥应有的作用；同时我也希望有更多的农业工作者、有关部门和企业重视农业科技的发展、关心并大力支持农业科技的发展，为建设创新型国家，创新型农业做出应有贡献。

农业部原副部长
全国人大农业与农村委员会原副主任
中国农学会名誉会长

A handwritten signature in black ink, appearing to read '霍斌' (Huo Bin), written in a cursive style.

前 言

农业生产每年都会因病虫害而造成巨大损失。为了保证农作物稳产高产,长期以来人们一直主要采用化学农药控制农作物病虫害,但化学农药的“3R”问题(残留、害虫再猖獗、抗性)早已引起人们的极大关注,现在世界各国都在加强控制化学农药的使用;另外,进入21世纪以来,我国农业正经历从传统农业向优质高效和可持续发展的现代农业转变,这一时期我国农业一方面将直接面对日趋激烈的国际竞争,另一方面也面临着国内民众越来越高的食品安全要求。这一系列因素给微生物农药在21世纪的研发和应用带来一个前所未有的历史机遇和技术挑战,这一产业的发展前景十分广阔,代表了植物保护的新方向。

微生物农药是指能够用来杀虫、抗病、除草等的微生物活体(病毒、细菌、真菌、昆虫病原线虫、原生动物等)及其代谢产物(抗生素类)的总称,是生物防治的物质基础和重要手段。国内出版了几本有关生物农药、微生物农药等方面的书籍,但至今没有一本全面介绍微生物农药的研究、开发及应用方面的著作;另外,随着新技术的发展、学科的日益交叉融合,微生物农药的研发日新月异,为此,我们编写了此书,想以较短的篇幅来系统、扼要地介绍我国微生物农药研发现状、应用情况、存在的问题及发展前景。全书共分3篇,分别为杀虫微生物篇、抗病微生物篇和除草微生物篇,上篇主要从病毒、细菌、真菌、昆虫病原线虫4个方面来分述杀虫微生物农药的研发与应用;中篇主要从病毒、细菌、真菌3个方面来具体阐述抗病微生物农药的研发与应用;下篇主要介绍除草微生物农药的概况,并着重论述真菌除草剂的研发现状及应用。

值此书出版之际,我们谨向本书中参考引用其著述的中外作者们致谢。另外,由于编者水平所限,加之编著时间较短,疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者
2006年5月

目 录

上篇 杀虫微生物

第一章 病毒杀虫剂	3
总论 病毒杀虫剂研究与开发的现状及前景	3
第一节 核型多角体病毒	6
一、核型多角体病毒概述	6
二、杀虫机理	7
三、核型多角体病毒的改造	8
四、病毒杀虫剂的生产与应用	10
第二节 质型多角体病毒	12
一、质型多角体病毒概述	12
二、质型多角体病毒的侵染过程	14
三、质型多角体病毒的潜育期	15
四、质型多角体病毒的研发与应用	15
第三节 颗粒体病毒	15
一、颗粒体病毒概述	15
二、颗粒体病毒的侵染过程	17
三、颗粒体病毒的增效蛋白	18
四、颗粒体病毒的应用	20
参考文献	21
第二章 细菌杀虫剂	24
总论 细菌杀虫剂的研究开发现状及应用前景	24
第一节 苏云金芽孢杆菌	25
一、苏云金芽孢杆菌概述	25
二、苏云金芽孢杆菌杀虫活性物质	27
三、苏云金芽孢杆菌杀虫作用机理	30
四、苏云金芽孢杆菌杀虫剂生产中存在的问题	32
五、苏云金芽孢杆菌杀虫剂的研发策略及趋势	33
六、苏云金芽孢杆菌的生产和应用	37
第二节 球形芽孢杆菌	41
一、球形芽孢杆菌概述	41
二、球形芽孢杆菌毒素	43

三、球形芽孢杆菌杀虫机理	44
四、球形芽孢杆菌制剂研发趋势	47
五、球形芽孢杆菌的应用	48
第三节 日本金龟子芽孢杆菌	49
一、金龟子芽孢杆菌概述	49
二、致病过程	50
三、致病机制	51
四、金龟子芽孢杆菌的研发与生产	51
五、金龟子芽孢杆菌的应用	53
参考文献	53
第三章 真菌杀虫剂	54
总论 国内外真菌生防制剂研发现状与发展趋势	54
一、国外真菌生防制剂研发和产业化现状	54
二、国内真菌农药的研发现状	55
三、国内绿僵菌农药研制与产业化新进展	55
四、真菌农药的发展趋势	56
第一节 绿僵菌	56
一、绿僵菌的分类及特性	57
二、绿僵菌致病机理与杀虫毒力	60
三、遗传改良与菌种选育	64
四、绿僵菌制剂研制与生产	65
五、绿僵菌产品	68
六、绿僵菌的生物防治应用	68
七、存在问题和发展方向	70
第二节 白僵菌	71
一、白僵菌的分类及生物学特性	72
二、白僵菌的生产	76
三、发酵工艺	77
四、剂型研究及其应用	78
五、生物防治应用	82
六、白僵菌制剂的使用	87
七、应用前景及展望	88
第三节 虫霉	88
一、历史回顾	89
二、虫霉的侵染过程	92
三、虫霉病的流行及其影响因子	93
四、虫霉制剂研制	99

五、虫霉侵染体的繁殖与应用	100
六、存在问题与发展方向	104
第四节 蜡蚧轮枝菌	105
一、蜡蚧轮枝菌的生物学特性	106
二、侵染过程和致病机理	107
三、生物防治应用	110
四、田间施用	112
五、致病力及其影响因素	113
六、生产工艺	114
七、存在问题及展望	115
第五节 拟青霉	116
一、生物学特性	118
二、致病机理	119
三、产品研制和应用	120
四、发展方向与展望	122
第六节 其他杀虫真菌	122
参考文献	123
第四章 昆虫病原线虫	125
一、生物学特性	126
二、共生菌	127
三、致病过程	128
四、培养技术	129
五、大规模生产技术	131
六、在生物防治中的应用	132
七、高活性昆虫病原线虫的改造	133
参考文献	135

中篇 抗病微生物

总论 抗病微生物的研究与开发现状及应用前景	139
一、植物病害和果蔬采后病害对农业生产的损害	140
二、抗病微生物在植物病害防治中的应用	140
三、抗病微生物在果蔬防腐中的应用	141
四、抗病微生物的生物防治机制	142
五、抗病微生物的商业化开发	143
第五章 抗病毒	145
第一节 噬菌体	145
一、噬菌体概况	145

二、噬菌体的发现和研究	148
三、噬菌体与农业生产	149
第二节 真菌病毒	151
一、真菌病毒的研究现状	151
二、真菌病毒的结构和生物学特点	151
三、真菌病毒的侵染和传播	153
四、真菌病毒对真菌的影响	155
参考文献	157
第六章 抗病细菌	159
第一节 芽孢杆菌	159
一、芽孢杆菌在植物病害生物防治中的应用	159
二、芽孢杆菌生物防治作用的机制	159
三、芽孢杆菌的开发利用	161
四、芽孢杆菌的研究前景	161
第二节 假单胞杆菌	161
一、假单胞杆菌的种类及特点	161
二、防治对象	162
三、假单胞杆菌的开发与应用	163
四、荧光假单胞杆菌工程菌的应用前景	165
参考文献	166
第七章 抗病真菌	167
第一节 木霉菌	167
一、基本特征	167
二、生物防治对象	168
三、拮抗机制	169
四、生产与制剂加工	172
五、木霉制剂施用技术及生物防治应用	173
六、应用前景与展望	176
第二节 盾壳霉	177
一、生物学特性	177
二、生态学特性	178
三、对核盘菌的寄生作用	179
四、防病潜力、应用及影响因素	180
五、对油菜菌核病菌的生物防治机理	181
六、研究进展	182
七、存在问题与发展前景	183
参考文献	185

第八章 农用抗生素	187
第一节 井冈霉素	187
一、产生菌鉴定	187
二、井冈霉素的提取和理化性质	188
三、井冈霉素的生物活性及毒性	188
四、井冈霉素的生产	189
五、井冈霉素的应用	190
第二节 农抗 120	191
一、产生菌鉴定	191
二、抗生素的理化性质	191
三、抗菌活性	191
四、农抗 120 防治植物病害的作用机理	192
五、农抗 120 的实际应用	192
第三节 中生菌素	194
一、产生菌的分类鉴定	195
二、有效成分鉴定	195
三、抗菌活性和毒理测定	196
四、作用机制	197
五、中生菌素的生产	198
六、中生菌素的应用	198
七、成果推广及应用前景分析	199
第四节 武夷霉素	200
一、产生菌鉴定	200
二、有效成分分离和鉴别	200
三、产生菌诱变选育	201
四、武夷霉素的生产	201
五、毒性研究	201
六、武夷霉素的应用	202
第五节 宁南霉素	202
一、产生菌鉴定	203
二、宁南霉素的理化特性	203
三、宁南霉素的抗菌活性	203
四、宁南霉素的生产	203
五、宁南霉素的应用	204
第六节 多抗霉素	204
一、产生菌鉴定	204
二、多抗霉素的理化特性	204

三、抗菌活性谱	205
四、毒性试验	205
五、多抗霉素的生产	205
六、多抗霉素的应用	206
七、存在的问题	206
第七节 灭瘟素	206
一、产生菌鉴定	207
二、灭瘟素的理化特性	207
三、抗菌活性	207
四、毒性试验	207
五、灭瘟素的生产	207
六、灭瘟素的应用	209
参考文献	209

下篇 除草微生物

第九章 除草微生物农药的现状与前景	213
第十章 真菌除草剂研发	215
一、利用植物病原真菌控制杂草的方法	215
二、国内外利用病原真菌防除杂草的研究现状	216
三、已商品化的真菌除草剂种类	217
四、具有潜在利用价值的真菌除草剂	219
五、真菌除草剂研究中的限制因素	219
六、开发前景与展望	220
参考文献	222

上篇

杀虫微生物

- 第一章 病毒杀虫剂
- 第二章 细菌杀虫剂
- 第三章 真菌杀虫剂
- 第四章 昆虫病原线虫

总论 病毒杀虫剂研究与开发的现状及前景

病毒杀虫剂是利用昆虫病毒的生命活动来控制那些直接和间接对人类和环境造成危害的昆虫。昆虫体内普遍存在病毒,目前已经发现有 1600 多种,主要包括核型多角体病毒 (nucleopolyhedrovirus, NPV)、颗粒体病毒 (granulovirus, GV) 和质型多角体病毒 (cypovirus, CPV),其寄主昆虫主要属于鳞翅目,少数属于膜翅目、双翅目、鞘翅目和脉翅目。昆虫的幼虫感染病毒后容易死亡;成虫感染后不易死亡,但成为带毒者后对植物的危害会降低。

利用昆虫病毒来控制农林害虫和卫生害虫,具有一些独特的优点:①宿主特异性高,能杀灭害虫而不影响害虫的天敌,因此,引起主要害虫的再猖獗与次要害虫数量上升等的可能性较小;②不会污染环境、对人、畜安全,昆虫病毒是自然界本来存在的,特别是杆状病毒(核型多角体病毒与颗粒体病毒)对河虾、牡蛎、蚌、蟹没有致病性,对两栖类、鱼类、鸟类及哺乳动物亦无任何中毒性、致病性或异常变态反应;③后效作用明显,不仅病虫本身就是病毒的生产车间,而且在有些情况下病毒还可经卵传染,杀灭次代害虫,这是任何化学农药所无法相比的;④昆虫病毒制剂生产容易、使用方便、成本低廉、适于推广。害虫生物防治越来越受到重视,并且随着分子生物学和基因工程技术的发展,科学家们正在利用基因工程手段针对病毒杀虫剂的不足对昆虫病毒进行各种改良,并已取得一定的进展,随着科技的进一步发展,将会有越来越多的高效工程病毒杀虫剂用于害虫防治。

昆虫病毒的研究最初是由于养蚕业和养蜂业中经常遭受多种病毒的侵袭,往往造成生产上的巨大损失(如由核型多角体病毒引起蚕的脓病,在任何养蚕的国家和地区都是常见的蚕病,有些年份或季节还能大流行,引起养蚕业较大的经济损失)的原因才开始的。

一般来说,病毒感染昆虫主要有两种途径:一种是取食感染;另一种是经皮肤感染。昆虫感染病毒后,一个显著的特征是在大多数感染病毒的昆虫细胞内形成特殊的蛋白质晶体颗粒,称之为包含体。包含体对昆虫不具有致死性,只有完整的病毒粒子对昆虫才有致死性。包含体可能存在于细胞质内或细胞核内,或两个部位都有,其形态多数为多角形,故又称之为多角体。一般核型多角体病毒(NPV)被昆虫食入后,经胃液消化,游离出病毒粒子,通过中肠上皮细胞而进入体腔,而后侵入细胞内,繁殖后可形成球状体,每个球状体含有若干病毒粒子;一束束的杆状