



◆ 张 兴 主 编

生物农药

Biological Pesticide Survey

概览

第二版



中国农业出版社

生物农药概览

第二版

张 兴 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物农药概览 / 张兴主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2011. 5

ISBN 978-7-109-15592-3

I. ①生… II. ①张… III. ①生物农药—研究 IV. ①S482.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 061495 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100125)
责任编辑 王华勇

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2011 年 4 月第 2 版 2011 年 4 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 10.5

字数: 320 千字

定价: 68.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编 委 会

主 编：张 兴

副 主 编：冯俊涛 余本水 马志卿

编委成员：（排名不分先后）

马志卿 冯俊涛 李 威 李永强

吴 华 余本水 余世丽 张 兴

张小泉 张秀云 侯 军 祝传书

韩立荣

第二版前言

《生物农药概览》第一版于2010年10月出版发行，由于该书的编写涉及面比较广，信息量比较大，时间紧迫；虽说我们广泛学习并参考、引用了不少农药界老前辈和同仁的宝贵资料，书中内容还是有所遗漏和错误；加之眼下生物农药行业发展迅速，新产品不断涌现。因此，为全面反映我国生物农药发展概况，本书的再版工作已是迫在眉睫，亦是原编写人员力求早日实现的愿望。

这次再版是在第一版的基础上进行补充、完善、总结和升华，修改了第一版中一些不太合理的标题、不太科学的描述、不很清晰的文字和数据，补充增加一些新品种。这些增删大致有以下几个方面：

一、突出植物源农药是生物源农药的发展重点这一观点，并对植物源农药的特殊活性进行论述。

二、进行专利、产品的查新补充，补充糖类、蛋白质生物农药的内容，补充生物化学农药、植物源农药和天敌生物农药等方面的新品种；在使用技术中的防治效果评价部分，加入天敌昆虫防治效果评价等内容。

三、更新确认了书中的各项统计数字，力求准确。

四、参考文献进行各章分列，并补充近期公开发表的新文献。

此外，其他方面也作了一定的修改，在此不再一一列举。负责修改的各位编写人员在教学、科研工作繁忙之际，做了大量的工作，力求尽最大努力和可能来做好这项工作，但由于水平和时间所限，仍会有一些遗漏和错误，请广大读者批评指正。

编 者

2011年4月

目 录

第二版前言

第一章 生物农药概述	1
第一节 生物农药发展简史	1
第二节 生物农药的定义及分类	4
一、生物农药的定义	4
二、生物农药分类	5
第三节 生物农药的特点	8
一、专一性强, 活性高	8
二、对环境安全	9
三、对哺乳动物及非靶标生物相对安全	9
四、作用方式特异	10
五、作用机理不同于常规农药	10
六、多种成分协同作用, 产生抗药性较慢	11
七、开发利用途径多	11
八、种类多, 开发潜力大, 发展前途广阔	12
第四节 生物农药研究现状	12
一、具农药活性生物资源的筛选	12
二、生物体农药	13
三、生物化学农药	18
第五节 生物农药产品及其应用简况	22
一、生物农药产品登记情况	22
二、生物农药的应用	27
第二章 生物农药研发的一般原理与方法	37
第一节 植物源农药研究开发的程序与方法	38

一、植物源农药研究开发的一般程序	38
二、植物源农药的直接开发利用	38
三、农药植物资源的间接开发研究	41
第二节 微生物源生物化学农药研究开发的	
程序与方法	44
一、生产菌种的要求和来源	44
二、发酵过程优化及后处理	45
三、微生物农药发酵的逐级放大	46
第三节 动物源生物化学农药研究开发的	
程序与方法	46
一、动物源生物化学农药的开发程序	46
二、动物源生物农药的仿生合成	46
第四节 活体生物农药研究开发的程序与方法	48
一、微生物活体农药开发的一般程序与方法	48
二、昆虫天敌的研究与开发	50
第三章 生物农药的使用技术及存在问题	53
第一节 生物农药使用技术	53
一、根据害物的种类特点, 选择适宜的 生物农药品种	53
二、把握好用药量和用药间隔期	54
三、确定适宜的防治时期	54
四、依据当地气候条件选择最佳的使用 时间和方法	54
五、根据防治对象及施药条件选择适宜的剂型	55
六、规范配药, 科学施药	56
七、科学混配, 合理混用	57
八、因地制宜, 灵活机动	57
九、安全储藏	57
第二节 生物化学农药使用技术	58
一、信息素	58

二、植物生长调节剂	61
三、糖类生物农药	61
四、活性蛋白类生物农药	62
第三节 微生物农药使用技术	62
一、细菌制剂	62
二、真菌制剂	65
三、病毒制剂	66
四、昆虫致病线虫	67
第四节 天敌昆虫使用技术	68
一、天敌昆虫应用技术	68
二、天敌昆虫防治效果评价	69
第五节 植物源农药使用技术	69
一、制剂加工	70
二、混用	70
三、应用技术	71
第四章 生物化学农药	81
第一节 昆虫信息素	81
一、主要林果类害虫性信息素	82
二、主要蔬菜类害虫性信息素	86
三、主要大田作物害虫性信息素	89
四、卫生害虫性引诱剂	90
第二节 植物生长调节剂	91
一、生长素类	92
二、赤霉素类	95
三、细胞分裂素类	96
四、生长抑制剂类	99
五、油菜素类	100
六、其他植物生长调节剂	103
第三节 糖类生物农药	109
一、氨基寡糖素	109

二、菇类蛋白多糖	110
三、几丁聚糖	111
四、葡聚烯糖	112
第四节 活性蛋白类生物农药	113
一、细菌源蛋白质生物农药	113
二、真菌源蛋白质生物农药	114
第五章 微生物农药	122
第一节 微生物农药研究概况	122
一、微生物农药的分类及特性	122
二、微生物农药的研究与开发	122
第二节 微生物杀虫剂品种介绍	126
一、细菌杀虫剂	126
二、真菌杀虫剂	133
三、病毒杀虫剂	137
四、微孢子杀虫剂	144
五、线虫杀虫剂	144
第三节 微生物杀菌剂品种介绍	146
一、细菌杀菌剂	146
二、真菌杀菌剂	151
第四节 微生物除草剂品种介绍	157
一、胶孢炭疽菌菟丝子专化型	157
二、盘长孢状刺盘孢田皂角专化型	158
三、盘长孢状刺盘孢锦葵专化型	158
四、棕榈疫霉	159
五、紫黑韧革菌	159
六、杀禾黄杆菌	160
第六章 植物源农药	164
第一节 植物源杀虫剂	165
一、苦参碱	165

二、藜芦碱	167
三、茴蒿素	168
四、血根碱	169
五、印楝素	170
六、川楝素	171
七、异羊角扭苷	172
八、苦皮藤素	173
九、鱼藤酮	174
十、除虫菊素	175
十一、烟碱	177
十二、油酸烟碱	178
十三、百部碱	179
十四、茶皂素	180
十五、辣椒碱	181
十六、莨菪碱	182
十七、马钱子碱	182
十八、乌头碱	183
十九、蛇床子素	184
二十、狼毒素	185
二十一、闹羊花素	185
二十二、八角茴香油	186
二十三、桉油精	187
二十四、松脂合剂	188
二十五、其他植物源杀虫活性物质	189
第二节 植物源杀菌剂	193
一、苦参碱	193
二、小檗碱	194
三、丁香酚	195
四、儿茶素	196
五、大蒜素	196
六、大黄素甲醚	197

七、香芹酚	198
八、黄酮·黄芩苷	199
九、乙蒜素	200
十、蛇床子素	201
十一、其他杀菌活性物质	202
第三节 植物源杀鼠剂	204
一、莪术醇	204
二、雷公藤甲素	205
三、红海葱苷	205
四、马钱子碱	205
五、毒芹碱	206
六、雷公藤多苷	207
第四节 植物源除草活性物质	207
一、核桃醌	207
二、独脚金萌素	207
三、鬼白毒素类	208
四、生物碱类	208
五、噻吩和聚炔类	209
六、萜烯类	209
七、酮类	209
八、羧酸类	209
九、香豆素类	210
十、二苯醚类	210
第五节 植物源农药特殊活性	210
一、调节作物生长	210
二、食品保鲜	211
三、肥效	212
第七章 抗生素类生物农药	232
第一节 农用抗生素概述	232
一、农用抗生素的沿革与发展	232

二、抗生素农药的研究应用及其产业特点	233
第二节 农用抗生素的产品介绍	235
一、抗生素杀菌剂	235
二、抗生素杀虫剂	251
三、抗生素除草剂	258
四、抗生素植物生长调节剂	259
五、抗生素杀鼠剂	260
第八章 天敌生物农药	265
第一节 寄生性天敌昆虫	266
一、赤眼蜂	267
二、松毛虫赤眼蜂·松毛虫质型多角体病毒	268
三、丽蚜小蜂	268
四、荔枝平腹小蜂	269
五、白蛾周氏啮小蜂	270
六、松突圆蚧花角蚜小蜂	271
七、中红侧沟茧蜂	272
八、苹果绵蚜蚜小蜂	273
九、川硬皮肿腿蜂	274
第二节 捕食性天敌昆虫	275
一、捕食螨	275
二、草蛉	280
三、七星瓢虫	284
四、大喙蜡甲	288
五、孟氏隐唇瓢虫	290
六、食蚜瘿蚊	291
七、东亚小花蝽	292
第九章 结语及展望	295
一、生物农药发展面临的机遇	295
二、生物农药发展的趋势	298

三、生物农药前景展望	303
附录：部分生物农药技术研究机构介绍	305
【西北农林科技大学无公害农药研究服务中心】	305
【国家生物农药工程技术研究中心】	308
【福建省生物农药工程研究中心】	309
【微生物农药国家工程研究中心】	310
【江苏省生物农药工程技术研究中心】	311
【教育部绿色农药与农业生物工程重点实验室】	311
【塔里木大学生命科学院微生物农药研究所】	312
【辽宁省生物农药工程技术研究中心】	312
【农药与化学生物学教育部重点实验室】	314
【南京农业大学生物源农药研发实验室】	315
【浙江大学农药与环境毒理研究所】	315
【北京科发伟业农药技术中心】	317
【中国科学院成都生物研究所生物农药研究组】	318

第一章 生物农药概述

第一节 生物农药发展简史

人类的农业史就是人类同病虫害作斗争的历史。在人类社会农业发展的不同历史阶段,由于生产力水平的不同,人类防治有害生物的策略、方法和药剂也不同。农药的使用可追溯到公元前 1000 多年,古希腊《荷马史诗》中已有用硫黄熏蒸杀虫防病的记载。中国是使用药物防治农作物病虫草害很早的国家,公元前 5~7 世纪已有用嘉草、莽草、牡菊、蜃炭黑杀虫的记述,之后的《山海经》、《齐民要术》、《本草纲目》、《天工开物》等古籍中,均有使用植物性、动物性、矿物质药物防治农业有害生物的记载。其中生物体和源于生物的天然产物应当是最原始的生物农药。这些“生物农药”的应用长达数千年的历史。

19 世纪以来,在近代科学技术和工业发展的基础上,生物农药的开发逐渐从经验上升到科学实验阶段。如除虫菊、烟草、鱼藤发展为商品化加工制剂,并广泛使用。1853 年首次报道,由白僵菌引起的家蚕传染性病害“白僵病”,证实了该寄生菌在家蚕幼虫体内能生长发育,采用接种及接触或污染饲料的方法可传播发病;俄国的梅契尼可夫于 1879 年应用绿僵菌防治小麦金龟子幼虫;1901 年日本人石渡从家蚕中分离出一种致病芽孢杆菌——苏云金芽孢杆菌 (*Bacillus thuringiensis*);1926 年 Fanfbrd 使用颞颥体防治马铃薯疮痂病。此期,生物农药在农业有害生物防治中占据重要的地位和作用。

20 世纪 30 年代发现了 DDT 的杀虫活性,之后,有机氯、有机磷、氨基甲酸酯类农药相继问世,并被广泛使用,对农业有害生物的防治逐渐以有机合成农药为主,防治思想为“灭绝”哲学,强调对害物的完全消灭。生物农药逐渐被人类所忽略。到 20 世纪 60 年代有机合成农药的高毒性、高残留等问题造成的后果越来越严重,甚至危及人类的健康,要求改进农药和保护生态环境的呼声日高,对害虫防治的观念发生了改变,由完全消灭到允许其存在,但必须控制在经济阈值之内,从而形成了“有害生物综合治理”的防治策略,其指导思想是对有害生物的“容忍哲学”。这一策略特别强调生物

防治,生物农药重新得到重视,成为研究和应用的热点。但当时的生物农药仅指用来防治农业病虫害的微生物。

由于微生物农药种类较少,且存在速效性差、防治谱窄、应用条件严格等问题,很难满足农业生产及公共卫生的需求。尽管 Bt、赤霉素、农用链霉素等得到了快速的发展和一定的应用,但此期生物农药的发展和应用还是受到了极大的限制。然而,随着科技的发展,社会的进步,人类对环境质量越来越关心,对农药的要求越来越苛刻,希望农药应是“无公害”的。公众心目中理想的农药应符合以下几点要求:可有效控制靶标害物(害虫、病原菌、杂草等)种群;专一性强,对非靶标生物(人、畜、鱼、贝、蜜蜂、鸟类、害虫天敌等)安全;使用方便;在生产、加工、贮运过程中比较安全;在自然条件下易降解,且不会明显影响环境质量。这就是所谓的“生物合理农药”(Biorational Pesticides)。显然,生物农药完全符合上述要求。因此,从 20 世纪 80 年代起,生物农药再次受到了广泛的关注,其研究范畴也在不断扩大。

近 30 年来,科学技术迅猛发展,特别是生物学、生物技术和化学的发展,产生了多种与生物有关的具有农药功能的物质。如植物性农药、转基因抗有害生物作物、天然产物的仿生合成或修饰合成化合物、人工繁育的有害生物的颚颚生物、信息素等。对这些“农药”的归属问题众说纷纭,有的学者认为凡是化合物均为化学农药,有的认为来源于生物的均为生物农药,有的将生物防治与生物农药混为一谈,至今国际上尚无统一的定义。但是,这些争论无疑推动了生物农药理论与应用的进一步发展。

从农药发展历史的简短回顾结合目前的发展形势,似乎可用表 1-1 来界定农药的种类和分类。

表 1-1 农药分类表

农药	人工创制农药	完全创制农药	有机磷、DDT 等
		天然产物模板改造农药	氨基甲酸酯类 拟除虫菊酯类等
	天然产物农药	矿物农药	无机农药 矿物油农药
		生物农药	生物体农药 生物化学农药

由表 1-1 可知,生物农药仅是农药大家族的一个成员,其品种仅占农药的一小部分。当然,以 Bt、赤眼蜂、印楝素、昆虫性信息素等为代表的生物农药不但在农业、林业、畜牧业、公共卫生等领域得到了广泛的应用,也成为国际新农药创制的前沿。

国外生物农药的研究开发主要依托大型跨国公司或一些生物技术公司,公司成为生物农药创新的主体,全球 7 大化学农药公司均设立有生物农药研发机构。生物农药特别是以生物源先导化合物开发的新农药已成为当今超高效农药的发展方向,并已成为当今世界农药的主导力量。目前欧美等发达国家已将生物农药作为现代农业的朝阳产业进行发展,不仅在登记种类上,而且在登记时间和登记费用上提供优惠政策。美国 EPA 采取和调整了相应的管理策略,给生物农药的商品注册简化手续,大开绿灯,在登记的时间、费用方面分别仅为化学农药品种的 1/3 和 1/30。1995—1996 年间美国登记的生物农药只有 14~15 个。到目前为止,生物农药的活性成分已有 202 种,1 090 个产品登记注册,其中生物化学农药 124 种,微生物生物农药 68 种,植物源生物农药 10 种。日本在微生物源农药活性物质的发现方面进行大量的卓有成效的工作,发现了一大批具有农药活性的微生物次生代谢产物。近年来,化学农药在全球销售量长期处于徘徊、低迷状态,而全球生物农药市场近 3 年以每年 60% 的速度增长,从 2005 年销售额 6.7 亿美元发展到 2010 年的 10.8 亿美元。我国近 3 年生物农药增长了 80%。现在,中国各类生物农药的年总需求量达到 14.5 万吨,总销售量额约为 10 亿元。占农药总产值的 10% 左右,使用面积约 4 亿多亩次。我国规划到 2015 年生物农药占有所有农药的份额将由现在的 10% 增加到 30%。

目前国内生产微生物农药、植物源农药和生物化学农药的企业 200 多家,生产抗生素的企业 1 700 多家。截至 2010 年 3 月,处于有效登记状态的上述生物农药有效成分 50 个,产品总数仅 2 489 个(包括 161 个原/母药)。

另外,生物农药的研究领域还在不断扩大。植物免疫诱导激发子农药是近年来生物农药发展的一个新的研究领域,由于其高效(15~30g/m²)、安全、无抗性产生等优势,已成为国际上研发及国际大公司投资的重点之一。植物免疫诱导激发子的化学成分主要是蛋白质、糖、脂肪。研究重点是激发子作用的分子机制,包括激发子受体的寻找,诱发免疫反应的信号传导通路,植物体内相关基因,如抗病相关基因、转录因子基因等的表达变化,以及抗病相关生理指标,如活性氧、植保素以及蛋白质修饰的变化。此类农药的代表性产品——法国科学院研制的 IODUS40(从海带中提取的昆布素)