



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定



# 害虫生物防治

第三版

● 赵修复 主编  
● 植保专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

# 害虫生物防治

第三版

赵修复 主编

植保专业用

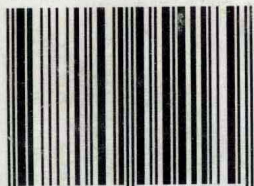
中国农业出版社

全国高等农业院校教材  
害虫生物防治  
第三版  
赵修复 主编

---

责任编辑 杨国栋  
出 版 中国农业出版社  
(北京市朝阳区农展馆北路2号)  
发 行 新华书店北京发行所  
印 刷 北京忠信诚胶印厂  
\* \* \*  
开 本 787mm×1092mm 16开本  
印 张 18 字数 408千字  
版、印次 1985年5月第1版  
1999年5月第3版北京第1次印刷  
印 数 1~5 000册 定价 19.20元

ISBN 7-109-05418-7



9 787109 054189 >

---

书 号 ISBN 7-109-05418-7/S·3455

43

## 第三版前言

本书按照农业部(1993)农(教)函字第20号关于下达高等农业院校农科本科1993~1995年度教材编审出版计划及修订教材计划的通知,并按每课时3500~4000字编写教材的原则,对本书作第二次修订。

本书修订的分工如下:第一章由湖南农业大学陈常铭教授负责。第二章害虫防治理论基础、第三章寄生性天敌昆虫、第四章捕食性天敌昆虫、第五章其他捕食性动物及第九章除第三节外由福建农业大学赵修复教授负责。上述的第三章和第四章删最多,原书的分类和检索表删掉,仅保留生物学部分。因为近十年来我国天敌昆虫分类有很大发展,出版了许多专著,可供参考。因此觉得不需要在本书介绍过多分类学内容。华南农业大学庞雄飞教授负责第六、七、八三章及第九章第三节害虫天敌作用的评价方法。第十至十四章由张履鸿教授负责。在第七章第三节荔枝平腹小蜂在福建省的使用经验,是由福建农业大学林乃铨教授编写的。第六章论述天敌的保护与助长,第七章天敌的大量繁殖与散放,第八章天敌昆虫的助迁、移殖和引进。这三章是生物防治的三个途径。这3章所述原理对第十章及其以后各章关于所谓“以菌治虫”也是适用的。本书第一至第九章由陈常铭教授审阅,第十至十四章由高日霞教授审阅。

本书在修订过程中得到全国高等农业院校教材指导委员会土化植保学科组和南京农业大学张孝羲教授和福建农业大学谢联辉教授的热情支持和鼓励,在此特对他们表示感谢!

由于修订者水平有限,书中疏漏错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

第三版修订者

1997.9

### 第三版修订者

主 编	赵修复 (福建农业大学)	
副主编	张履鸿 (东北农业大学)	
编写者	陈常铭 (湖南农业大学)	
	庞雄飞 (华南农业大学)	
审 稿	陈常铭 (湖南农业大学)	第一章至第九章
	高日霞 (福建农业大学)	第十章至第十四章

## 第二版前言

本书按照农牧渔业部〔1986〕农（教）函字第18号关于1986年修订农业通用教材的通知，按照“打好基础、精选内容、逐步更新、以利教学”的原则，对本书作第一次修订，大部分是就原书作一些修改或增删，少数章节重新改写。根据通知“修订人员宜少而精”的原则，本书由原编写人员中的一部分同志参加修订。湖南师范大学生物系王洪全同志和华中农业大学雷朝亮同志对修订工作给予协助，特此致谢。

本书虽然经过修订，但错误或不妥之处仍然难免，恳切希望读者给予指正。

主 编

1987年6月

## 第二版修订者

主 编 赵修复 (福建农学院)  
副主编 陈常铭 (湖南农学院)  
          张履鸿 (东北农学院)  
编写者 庞雄飞 (华南农业大学)  
          何俊华 (浙江农业大学)  
          宗良炳 (华中农业大学)

## 第一版前言

害虫生物防治是一门研究利用生物控制害虫的理论和实践的学科。广义的生物防治包含利用生物有机体或其天然产物控制害虫的理论和实践。本书仅限于阐述害虫天敌利用的原理和方法。

害虫生物防治是保证实施我国植物保护方针“预防为主，综合防治”的一项重要内容。开展生物防治与其它防治措施相协调的害虫科学管理，有利于减少农药对环境的污染，保障人畜健康，保证农作物产量和质量，降低农业成本。因此，害虫生物防治日益受到人们的重视。

国内许多高等农业院校植保专业先后开设了生物防治课程，可是迄今缺乏适用的教材。本书是根据全国高等院校教材会议精神和全国植物保护专业教学计划会议提出的任务，由福建农学院、湖南农学院、东北农学院、华南农学院、浙江农业大学、沈阳农学院、华中农学院和西南农学院等院校组成编写组进行编写的。全书包括害虫生物防治通论、寄生性天敌昆虫和捕食性天敌、病原微生物利用等三大部分。目的在于提供高等农业院校《害虫生物防治》试用教材，希望能为培养我国生物防治专门人才提供理论和实践的基础。

本书初稿写出后，曾寄请国内有关兄弟院校和科学研究单位审阅，并专门召开了审稿会议。参加审稿会的，除编写人员外，还有广西农学院金孟肖、杨绍龙，河南农学院丁文山，河北农业大学傅守三，北京农业大学严毓华，新疆八一农学院邱昭慧，西北农学院魏建华，江西共产主义劳动大学盛金坤，云南农业大学卢美榕，浙江省农业科学院高文彬等。承各审稿单位提出了许多宝贵意见，在此特向他们致以衷心的感谢。

初稿经各编写人分头修订后，又由福建农学院、湖南农学院、东北农学院、华南农学院、浙江农业大学参加本书编写的人员进一步作了修订。

本书由于编写的时间比较仓促，加上我们的水平有限，错误或不妥之处在所难免，今后只有在教学和科学研究的实践中加以改正，恳切希望读者及时提出批评意见。

编者

1980年9月



第一版编写人员名单（按姓氏笔画为序）

主 编 赵修复（福建农学院）  
副主编 陈常铭（湖南农学院）  
副主编 张履鸿（东北农学院）  
编写者 王道本（华中农学院）  
朱文炳（西南农学院）  
何俊华（浙江农业大学）  
陈家骅（福建农学院）  
张 荆（沈阳农学院）  
庞雄飞（华南农学院）  
宗良炳（华中农学院）

# 目 录

第三版前言	
第三版修订者	
第二版前言	
第二版修订者	
第一版前言	
第一版编写人员名单 (按姓氏笔画为序)	
第一章 绪论 .....	1
第一节 害虫生物防治的定义和内容 .....	1
第二节 害虫生物防治的重要性 .....	1
第三节 生物防治的历史和发展 .....	3
第四节 生物防治的原则、途径和方法 .....	6
第五节 国际各地区及我国生物防治组织机构及其活动 .....	11
主要参考文献 .....	17
第二章 害虫防治理论基础 .....	18
第一节 什么叫做害虫 .....	18
第二节 害虫的发生规律 .....	20
第三节 水稻田昆虫生命网浅析 .....	26
第四节 天敌效能的基本概念 .....	30
第五节 天敌排除的效应 .....	32
第六节 害虫防治方法的选择 .....	34
主要参考文献 .....	38
第三章 寄生性天敌昆虫 .....	39
第一节 概述 .....	39
第二节 寄生性膜翅目 .....	45
第三节 寄生性双翅目 .....	58
第四节 捻翅目 .....	61
第五节 寄生性鞘翅目 .....	61
第六节 寄生性鳞翅目 .....	62
主要参考文献 .....	62
第四章 捕食性天敌昆虫 .....	64
第一节 概述 .....	64
第二节 蜻蜓目 .....	64

第三节 捕食性半翅目 .....	65
第四节 脉翅目 .....	65
第五节 捕食性鞘翅目 .....	66
第六节 捕食性膜翅目 .....	67
第七节 捕食性双翅目 .....	68
主要参考文献 .....	68
第五章 其他捕食性动物 .....	70
第一节 农田蜘蛛 .....	70
第二节 捕食性螨类 .....	72
第三节 食虫益鸟 .....	73
第四节 食虫两栖类 .....	74
主要参考文献 .....	74
第六章 害虫天敌的保护与助长 .....	76
第一节 保护天敌对害虫种群数量控制的重要作用 .....	76
第二节 害虫天敌保护与助长的基本方法 .....	80
主要参考文献 .....	82
第七章 天敌的大量繁殖与散放 .....	84
第一节 天敌大量繁殖的基本方法 .....	84
第二节 大量繁殖散放的主要天敌类群 .....	89
一、赤眼蜂 .....	91
二、黑青小蜂 .....	97
三、荔枝平腹小蜂 .....	99
四、草蛉 .....	101
五、蚜茧蜂 .....	103
六、捕食螨 .....	104
主要参考文献 .....	105
第八章 天敌昆虫的助迁、移殖和引进 .....	108
第一节 天敌昆虫的助迁 .....	108
第二节 天敌昆虫的移殖 .....	109
第三节 天敌昆虫的引进 .....	110
第四节 天敌引进的一般技术和注意事项 .....	113
主要参考文献 .....	116
第九章 害虫天敌调查研究方法 .....	117
第一节 天敌标本采集、保存、制作、邮寄与鉴定 .....	117
第二节 害虫天敌调查研究方法 .....	125
第三节 害虫天敌作用的评价方法 .....	133
主要参考文献 .....	139
第十章 昆虫的病原微生物 .....	141

第一节 昆虫的传染病和流行 .....	141
第二节 昆虫病原微生物的主要类群 .....	147
第三节 病原微生物防治害虫的作用和病原的增殖 .....	159
主要参考文献 .....	163
<b>第十一章 昆虫病原细菌的利用 .....</b>	<b>166</b>
第一节 昆虫病原细菌的主要类群 .....	166
第二节 金龟子乳状病芽孢杆菌 .....	168
第三节 球形芽孢杆菌 .....	170
第四节 苏云金杆菌类群 .....	172
第五节 苏云金杆菌的毒素和致病机理 .....	181
第六节 苏云金杆菌的生产 .....	192
第七节 苏云金杆菌在害虫防治上的应用 .....	194
主要参考文献 .....	196
<b>第十二章 昆虫病原真菌的利用 .....</b>	<b>199</b>
第一节 昆虫病原真菌的主要类群 .....	199
第二节 病原真菌的致病机制 .....	210
第三节 真菌制剂的生产 .....	213
第四节 真菌制剂在害虫防治上的利用 .....	219
主要参考文献 .....	222
<b>第十三章 昆虫病毒的利用 .....</b>	<b>225</b>
第一节 昆虫病毒的类群 .....	225
第二节 重要昆虫病毒概述 .....	232
第三节 昆虫病毒的生产 .....	244
第四节 昆虫病毒在害虫防治上的应用 .....	245
主要参考文献 .....	248
<b>第十四章 害虫病原微生物的研究方法 .....</b>	<b>251</b>
第一节 病体的收集和材料的保存 .....	251
第二节 病原微生物的分离、提纯和鉴定 .....	252
第三节 病原微生物优良菌株的筛选和致病力的保持和提高 .....	258
第四节 微生物杀虫剂产品质量测定和标准化 .....	268
主要参考文献 .....	273

# 第一章 绪 论

## 第一节 害虫生物防治的定义和内容

生物防治 (Biological control) 是一门研究利用天敌控制植物病害、虫害和农田杂草的理论和实践的学科, 或称之为寄生物、捕食者、病原微生物和侵袭杂草的植食性种的管理科学 (Stehr, 1975)。研究利用生物及其产物控制害虫的理论和实践的学科, 叫害虫生物防治。

60年代以来, 由于病虫害防治新技术的不断发展, 如昆虫不育性 (辐射不育、化学不育、遗传不育等)、昆虫激素及信息素、噬菌体、内疗素和植物抗性等, 在病虫害防治方面利用的进展, 有人主张将这些利用生物或生物产物防治病虫、杂草的理论和技术的也归于生物防治范畴之内。如果如此, 生物防治的领域更加广阔了。从这一观念出发, 害虫生物防治的定义也可概括为利用生物有机体或其天然 (无毒) 产物控制害虫的科学 (Price, 1975; Huffaker, 1971)。本书不涉及病害和杂草的生物防治, 不拟讨论昆虫不育性、激素和植物抗性等, 也不拟涉及畜牧害虫和卫生害虫的生物防治, 仅从农作物害虫方面讨论有关害虫生物防治的问题。

害虫生物防治研究的内容, 包括害虫生物防治的基本理论, 害虫天敌的主要类群, 害虫天敌资源调查评价方法, 天敌标本采集、制作与保存方法, 农业害虫寄生性天敌、捕食性天敌和病原微生物输引、保护利用的原理和方法。

害虫生物防治的科学基础广泛, 它们发展的可能性与科学技术的进步紧密相连。生物防治作为一门科学方法而形成, 是在人们对于物种多样性、生存竞争、种间关系、物种进化和种群变动的认识深化的基础上形成的, 是人们为解决害虫严重为害问题所需要形成的, 因而作为一门专门的学科, 需要比较广泛的科学理论和技术作为基础。特别是生态学、分类学、生物学、昆虫病理学等学科与害虫生物防治存在着相互促进的密切关系。

## 第二节 害虫生物防治的重要性

农作物每年因害虫为害所受的损失是严重的。自从施用化学农药防治农业害虫以来, 对于压低害虫为害程度和保证农作物丰产丰收, 都起过积极的作用。在发展中的综合防治或害虫科学管理中, 化学防治还将承担比较重要的任务继续起作用。

过去, 由于人们对自然界生物之间相互依存、相互制约的规律认识不足, 过分依赖化学农药的杀伤作用, 或者在害虫防治的原则方面, 缺乏农业生态系统的整体概念, 采取头疼医头、脚疼医脚的策略, 作过一些片面性的宣传, 如说什么施用化学农药可以“有虫治虫, 无虫防虫”, 把农药说成万能, 以致有的地区发生盲目滥施农药的现象, 特别是一些

残效期长和剧毒农药的施用没有限制，导致一系列令人忧虑的问题，比较突出的有以下一些：

第一，引起害虫抗药性。自从1946年在瑞士发现家蝇对有机氯杀虫剂 DDT 产生抗药性以来，到1980年为止，全世界已发现414种昆虫及螨类产生抗药性，其中双翅目昆虫83种，同翅目昆虫45种，鳞翅目昆虫65种，鞘翅目昆虫64种，其他目94种，螨类63种。抗药性表现的形式，可分为行为抗药性和生理抗药性两类。行为抗药性，由于特殊的行为，避免与杀虫剂接触或减少接触，如某些蚊类一接触杀虫剂就立即飞离，不致中毒死亡；生理抗药性，即昆虫发生解毒能力或其他生理机能，如酶的性质改变，使能忍受或解除杀虫剂的毒杀作用。

害虫抗药性的产生，使得化学农药的杀虫效力大为下降，这就不得不提高单位面积的施药量和施用次数，继而带来农药供应紧张、农业成本上升、农药污染等一系列问题。

第二，杀伤天敌、破坏自然平衡、引起害虫再猖獗或次要害虫大发生。这方面的报道甚多。据日本报道，在稻田施用六六六粉剂后，几乎所有昆虫种群密度都下降，但经一段时期后，有些害虫种群因失去了天敌的控制而迅速恢复，密度比未施药区更高，如黑尾叶蝉、稻螟蛉、灰稻虱等。棉田施用一种杀虫剂 (Monocrotophos) 防治棉铃虫，开始时，施药区比对照区虫口密度低，只需经过半个月后，施药区虫口密度大大超过对照区 (Van den Bosch 等, 1973)。施用 DDT 防治柑橘红圆蚧 (*Aonidiella aurantii*)，在1年或数年内，施药区比对照区种群密度增加36~1250倍之多 (DeBach, 1974)。广东珠江三角洲曾经施用六六六防治甘蔗黄螟，因为大量杀伤了卵寄生蜂 (赤眼蜂)，反而引起黄螟严重加害。我国南方稻区稻蓟马本来是次要害虫，由于稻田施药防治主要稻虫，也引起稻蓟马的大发生。

第三，污染环境，产生残毒问题。农药对于环境的污染是当前世界各国所最关心的严重问题之一。由于施用农药后可直接污染环境，或通过沟渠、河流、湖海而散播或经生物界的食物链的关系产生逐步浓缩，构成农药对生态系统的影响。有机氯、有机汞、有机磷和氨基甲酸酯类农药都可形成不同程度的环境污染。据1971年美国对于菜园土和农田土测定 DDT 含量的结果，前者为  $3\sim 22.3\times 10^{-6}$ ，后者为  $14\sim 26\times 10^{-6}$ ，含量是相当高的。1970年日本东京附近各种环境水质六六六含量的测定，地下水为  $5\times 10^{-13}$ ，自来水为  $6\times 10^{-13}$ ，河水为  $923\times 10^{-13}$ ，海水为  $108\times 10^{-13}$ 。50年代美国旧金山以北的明湖多次施用 DDD 防治蚊类，湖中浮游生物的 DDD 含量为水质中含量的265倍，小鱼组织内的含量约为浮游生物的500倍，鸟脂肪内的含量则超过8万倍，肉食鱼类脂肪中的约为8.5万倍。由食物链引起的农药浓缩现象值得密切重视。

在环境污染的同时，农产品中残毒也是值得注意的问题。1964~1965年，日本对216种食品进行分析调查，发现84种食品有 DDT 残留，45种含有狄氏剂残留，37种含有六六六残留。美国在夏威夷检验日本茶叶时，绿茶中 DDT 残留量为  $0.02\sim 17.4\times 10^{-6}$ ，平均  $2.2\times 10^{-6}$ ，大大超过允许标准。

第四，农业成本增加。由于人们长期反复施用化学农药，引起害虫抗药性，抗性产生后，人们又采取增大用药量和多次用药方法，致使主要害虫再猖獗和次要害虫暴发。害虫暴发后又采取大量施用农药的办法来对付，从而形成恶性循环。在这种情况下，农药用量

过多，用工过多，也引起农业成本增加的不良后果。

害虫生物防治是解决上述问题的重要途径。近年来，国内外都很重视提倡害虫综合防治或害虫科学管理，主张以生物防治作为综合防治的重要内容之一。即从耕作制度、栽培技术、抗虫品种、化学防治和物理防治各方面，考虑各项措施对于害虫天敌的影响，在必要和可能条件下，输引、增殖、放播害虫天敌，同时考虑各项防治措施的经济效益，目的在于既保证农作物丰收，农药残留量低，又保证环境不受污染。

害虫生物防治具有许多优点：首先，它能有效地控制害虫。如棉花苗期利用瓢虫捕食棉蚜，蕾期利用草蛉和瓢虫捕食棉铃虫；稻田保护蜘蛛及其它天敌昆虫，对于控制稻飞虱和稻叶蝉都可收到显著的效果。其次，能减少环境的污染，降低残毒的遗留量。自从棉区推行生物防治以来，改变了过去单纯依赖化学农药的防治措施。过去是不管棉田虫情如何，总是定期施药防治，现在是以保护利用田间天敌为前提，看虫情定田施药挑治，从而化学农药用量和施用次数大为减少，污染和残毒问题也有减轻。再次，降低农业成本，增加农民收入。采用害虫生物防治，积极保护利用天敌，配合其它防治措施，农业生产成本中关于植物保护的开支可以节约  $1/3 \sim 3/5$ ，增加农民收入。

但是，也应看到害虫生物防治的局限性。例如，由于天敌与害虫之间的依存关系，有的天敌对害虫的控制作用，就没有农药那样见效迅速，一旦害虫暴发，还需要适当地采用化学防治；生物制剂不及化学农药那样易于成批生产，成批生产的质量也不及化学农药那样较易控制；生物制剂的使用和效果不及化学农药简便和稳定。因此在采用生物防治措施时，应当看到它的局限性，尽量与各种农业技术措施配合，与化学防治协调，发挥生物防治的优点。

### 第三节 生物防治的历史和发展

我国是世界上发现和应用害虫天敌最早的国家，早在三千年前，《诗经》中就曾记载过“螟蛉有子，蜾蠃负之”，记述了胡蜂类捕捉蛾类幼虫的现象，虽然当时对蜾蠃的作用认识不足，但对这种自然现象是记述最早的文献。公元 304 年左右，我国已有生物防治的记载。晋代嵇含著《南方草木状》一书曾记载：“交趾人以席囊贮蚁鬻于市者，其巢如薄絮，囊皆连枝叶，蚁在其中；并巢同卖。蚁赤黄色，大于常蚁。南方柑桔若无此蚁，则其实为群蠹所伤；无复一完者矣。”根据这些记载，可能是广州等地劳动人民沿用至今的“黄猄蚁” (*Oecophylla smaragdina*)，此蚁连巢移放于柑桔树上，可以捕食多种害虫。明代李时珍在《本草纲目》中记述蜘蛛的捕食性时，写道：“此虫设网一面，物触而诛之，知乎诛其不义者，取曰‘蜘蛛’”。在二千四百年前，我国劳动人民就已发现家蚕僵病，其后又有近乎微粒子病的记载。太湖沿岸桑蠹盛发区，群众早已利用死蚕死茧浸汁喷杀桑蠹的办法。此外古代早有“保护田禾，禁捕青蛙”的禁令，有招引家燕在室内筑巢的习俗，有的地方还有养鸭治虫的习惯。

解放前在国民党统治时期，除群众沿用着长期生产斗争保留下来的几项生物防治措施外，对一些捕食性和寄生性天敌作了零星调查和小面积防治试验，并引进了少数种天敌，但对生物防治作为一门科学技术，根本未得到应有的重视。

中华人民共和国成立后，对于害虫天敌资源的调查、保护和利用进行了大量的试验研究工作。广东省于1951年开始系统地利用赤眼蜂防治甘蔗螟虫的试验。50年代东北地区开始研究利用白僵菌防治大豆食心虫；华中地区和华东地区开始人工繁殖金小蜂防治越冬代棉红铃虫；湖北、湖南、四川先后从浙江引进大红瓢虫防治柑橘吹绵蚧获得成功；山东引进日光蜂防治苹果绵蚜获得成功；福建利用红蚂蚁防治甘蔗螟虫、广东利用澳洲瓢虫防治木麻黄及柑橘上的吹绵蚧，均获得良好效果。特别是70年代以来，全国各地广泛开展了生物防治的试验研究。广东省研究利用赤眼蜂防治稻纵卷叶螟之后，南方稻区各省几乎普遍进行了试验。东北各省利用赤眼蜂防治玉米螟，华东和华中地区利用赤眼蜂防治松毛虫，也都取得成效。河南省利用瓢虫和草蛉防治棉铃虫的效果良好，华北、华中、华南等地相继进行了试验。广东利用平腹小蜂防治荔枝蝽已获成效。华东利用平腹小蜂防治松毛虫和舞毒蛾，华中和华东利用胡蜂防治棉花和蔬菜上的害虫，华南、华中和华东等地利用捕食螨防治多种植食螨，湖南、江苏等省在稻田进行以保护蜘蛛为主的生物防治试验，均获得一定的成功。华南等地利用白虫茧蜂防治紫胶白虫取得了成效。我国繁殖利用赤眼蜂，在防治面积、防治效果、人工繁殖技术、日繁殖量和人造寄主卵等方面，都居世界先进水平。在病原微生物方面，应用最广的是苏云金杆菌（包括青虫菌、杀螟杆菌、7216等）和白僵菌，曾在多种农作物上防治鳞翅目害虫。近年来，对昆虫病毒利用研究有了进一步的发展。

随着生物防治在生产实践中应用的形势蓬勃发展，1979~1981年在全国进行主要害虫天敌资源调查，为进一步利用天敌打下了基础。由于我国地处温带、亚热带和热带三大气候带，幅员辽阔、物资丰富，生物区系复杂，天敌资源也极其丰富。浙江、福建、湖北、广东、湖南、江苏、安徽、江西、上海、陕西、四川、山东、河北、河南、山西、辽宁、吉林、黑龙江、北京、天津、云南、新疆、内蒙古、广西、甘肃、宁夏等26省、自治区、直辖市先后进行了天敌资源调查，中国科学院动物研究所、微生物研究所、福建农业大学、浙江农业大学、华南农业大学、原北京农业大学等单位对天敌的分类鉴定做了大量工作。1979年，在农业部组织与领导下，举办我国南方及北方天敌调查培训班，组织力量编写高等农业院校《害虫生物防治》统编教材，举办高校生物防治及教材师资培训班等，为高校开设生物防治课程，对促进我国生物防治工作，都起了积极的作用。中国农业科学院生物防治研究所归口管理全国天敌的引进和输出工作，已与国际十多个国家进行了天敌引种和交换，其中从英国引进丽蚜小蜂，防治温室白粉虱；从美国、捷克斯洛伐克和澳大利亚引进病原线虫，防治多种鳞翅目幼虫；从英国引进菜粉蝶颗粒体病毒，防治菜粉蝶，以及从瑞典引进植绥螨，防治植物害螨。已获较好的防治效果，1986年11月广州召开第二届国际赤眼蜂及其他卵寄生蜂学术讨论会，1992年在北京召开第19届国际昆虫学大会，其中生物防治组也交流了国际生物防治研究和实践的进展。1991年和1995年在北京召开全国生物防治学术讨论会。

中国科学院动物研究所和浙江农业大学等编写了《天敌昆虫图册》，中山大学生物系编写了《害虫生物防治的原理和方法》。有关生物防治的生理学、生态学和人工饲料等方面的研究也正在进行。中国出版的生物防治刊物，主要有《中国生物防治》和《昆虫天敌》。这些工作对促进我国生物防治工作的发展，都将起到推动和促进作用。



国外开展生物防治工作远较我国为迟，最早的例子是在 1762 年毛里求斯从印度引入一种棕鸟防治红蝗。加拿大自 1882 年最先小规模试验施放赤眼蜂，现在已在欧洲、亚洲、美洲应用于粮、棉、糖、菜、果、林等害虫的防治。美国从 1888~1969 年共对 223 种害虫作了输引天敌进行生物防治试验，其中，对 120 种害虫具有一定程度的防治效果，有 42 种害虫达到控制为害，有 48 种害虫经济危害性显著降低。较著名的事例如 1888 年美国农业部为解决加利福尼亚州柑橘吹绵蚧严重为害问题，从原产地大洋洲输引澳洲瓢虫 129 只，引进后第二年就控制了为害，此后全世界十分重视天敌的引进。如美国农业部为了防治柑橘红圆蚧 [*Aonidiella aurantii* (Maskell)] 等，于 1889—1892 年先后从澳大利亚、新西兰、斐济等地引进 46 种瓢虫，其中有两种瓢虫 (*Orcus chalybeus*、*Lindoras lapanthae*) 起到了控制红圆蚧为害的作用。90 多年以来，各地从外地输引天敌防治害虫获得成功的事例共 225 起，其中夏威夷成功的 24 项，斐济岛 9 项，美国 16 项，加拿大 16 项，澳大利亚 10 项，新西兰 11 项。据 1975 年报道，加拿大先后引进害虫天敌 208 种，成功的 44 种。1964 年夏威夷从菲律宾引进一种花螬 *Montandoniella moraguesi* 防治蓟马获得成功。许多国家曾从我国输引天敌并取得了成效。1911 年日本从我国台湾省引进澳洲瓢虫防治吹绵蚧。1925 年从我国广东输引刺粉虱黄褐蚜小蜂 (*Prospaltella smithi*) 获极大成功。1946 年日本福冈突然盛发的红蜡蚧扁角跳小蜂 (*Anicetus beneficus*)，可能是从我国引进的。美国于 1947 年从我国南方引进岭南金黄蚜小蜂 (*Aphytis lingnanensis*) 防治柑桔黄圆蚧获显著成功。1948~1949 年从我国南部引进牡蛎蚧金黄小蜂 (*Aphytis lepidosaphes*)、1950—1951 年从我国台湾省引进蚜小蜂 (*Phycsus* “B”)，防治柑橘紫牡蛎蚧，也获成功。

国外在生物防治的应用上取得一些进展。美国得克萨斯州释放草蛉防治棉铃虫，连续 5 年获得成功。日本利用桑蚧寄生蜂防治苹果和梨树上的粉虱获得成功。瑞士用寡节小蜂防治粉虱有成效。荷兰和瑞典利用植绥螨防治番茄叶螨颇有成效。泰国释放广腹细蜂防治稻瘿蚊，夏威夷、澳大利亚和日本利用卵蜂防治稻缘蝽，都有成效。美洲和欧洲利用苏云金杆菌防治菜青虫、玉米螟、棉铃虫、松毛虫等很有效果。日本和美国利用日本金龟子芽孢杆菌防治金龟子效果良好。原苏联应用白僵菌防治螽类和蛾类。近年各国对昆虫病毒的利用更为注意，至 1970 年止，已分离出 254 种病毒，其中 10 种已被应用，美国、加拿大、德国、英国和日本应用核多角体病毒防治棉铃虫、烟青虫、麦叶蝉和白菜上鳞翅目幼虫，效果相当显著。

天敌昆虫或病原微生物生产工厂化，已在许多国家实现。美国、加拿大、法国、德国、原捷克斯洛伐克和原苏联等，早已工厂化生产苏芸金杆菌。美国已工厂化生产棉铃虫多角体病毒 (商品名称 Viron/H)。赤眼蜂在原苏联和美国，草蛉在美国，植绥螨在瑞典和荷兰等，都已投入工厂化生产。

到 1970 年止，全世界利用天敌防治害虫的事例达 900 多例，其中成功的有 100 例以上。据统计，1976 年原苏联生物防治面积 1 130 万  $\text{hm}^2$ ，其中赤眼蜂防治面积占 828.6 万  $\text{hm}^2$ ；1977 年墨西哥赤眼蜂释放面积 200 万  $\text{hm}^2$ ，美国生物防治面积约 1 333 万  $\text{hm}^2$ ，赤眼蜂防治面积占 666.5 万  $\text{hm}^2$ 。

据报道，美国植物保护研究经费中，化学农药和生物防治研究经费所占比例，在