

生物防治导论

● 林冠伦 编著

● 江苏科学技术出版社



生物防治导论

林冠伦 编著

江苏科学技术出版社

生物防治导论

林冠伦 编著

出版发行：江苏科学技术出版社

经 销：江苏省新华书店

印 刷：扬州印刷总厂

开本787×1092毫米 1/32 印张9.875 插页2 字数216,000

1988年5月第1版 1988年5月第1次印刷

印数1—3,000册

ISBN 7-5345-0326-4

S·52

定价：2.65元

责任编辑 王达政

序

近二十多年来,生态环境被污染的问题愈来愈严重,生物防治科技已愈来愈受到世界各国的关注。国内外大量实践证明,利用生物防治除治病虫草害,不仅有显著的经济效益,节省农药,节省能源,而且还具有明显的社会效益,改善环境质量,维护生态平衡,有利于人类身体健康。由此可见,生物防治工作也是一项重要的社会公益事业。

江苏农学院林冠伦副教授从事害虫和杂草生物防治科研工作多年,他在讲授生物防治课程中投入了很多的精力和时间,搜集了大量反映国内外生物防治科技进展的宝贵资料,并结合他本人的科研实践,编写成《生物防治导论》一书,这对宣传生物防治科技和推动生物防治工作将会起到促进作用。

包建中

1987年8月于中国农业科学院生物防治研究室·北京

前 言

生物防治是研究利用有益生物来控制农业有害生物的科学。它的研究历史虽然很久，但是直到最近二、三十年，由于不合理地使用化学农药而产生了残毒、抗性和环境污染等弊端以后，才再次受到人们的关注和重视，生物防治科学也得到了迅速的发展和充实。党中央曾明确指出“保护生态环境”、“积极推广生物防治”。我国自70年代以来，很多科研、教学、生产单位对天敌的保护利用、生物防治作用物的研究和应用等方面作了大量的工作，积累了丰富的经验，取得了许多可喜成果。生物防治已成为有害生物综合治理体系中的一个必不可少的组成部分。

为了适应推广生物防治的需要，作者近年来在开展生物防治调查研究和教学工作的同时，搜集了有关这方面的资料，编成此册，作为植保专业生物防治课程的教材。

本书着重介绍我国当前在害虫防治上的成就。了解每项生物防治措施的历史、现状，是开展生物防治的先决条件。在这方面，本书作了较详细的叙述。70年代以来，我国很多科学工作者对农田蜘蛛的保护利用作了大量的调查研究。蜘蛛治虫是近年来生物防治的新领域。为此特将这一部分专列一章，加以介绍。1985年4月，由中国农业科学院生物防治研究室委托江苏农学院召开的全国杂草生物防治座谈会交流和讨论了国内外杂草生物防治工作的进展。这对推动我国今后开展杂草生物防治工作将起到积极作用。对此，本书亦

作了综合性介绍。

植物病害生物防治应该是生物防治的重要组成部分，我国在这方面的研究已经有了良好的开端，进展较快，但由于资料不多，加上作者的专业限制，未能列入。但从当前全国总的情况来看，所谓生物防治主要还是对害虫的生物防治而言。

本书在编写过程中承浙江农业大学胡萃教授、上海农学院何继龙副教授提供了绒茧蜂方面的资料，复旦大学梁来荣副教授、中国农业科学院生物防治研究室张乃鑫研究员提供了捕食螨方面的资料，中国科学院武汉水生生物研究所伍惠生先生提供了线虫方面的资料，中国科学院昆明分院生态研究室何大愚副研究员、中国农业科学院生物防治研究室王韧博士、南京农业专科学校邱益三副教授提供了杂草生物防治方面的资料，江苏省里下河地区农业科学研究所戴承镛副研究员提供了病原微生物方面的资料，本校陆自强副教授、戴志一副教授、朱子龙同志提供了瓢虫、蚜茧蜂、微生物在生物防治中的作用等方面的资料。朱恩义同志撰写了书稿。全书编成后蒙中国农业科学院生物防治研究室包建中主任全面审阅。对他们的支持和帮助，作者深表感谢。但由于个人水平有限，学识浅薄，不当和漏误之处在所难免，尚希专家和读者指教。

林冠伦

1987年6月于江苏农学院·扬州

目 录

第一章 绪论	(1)
一、生物防治的概念.....	(1)
二、生物防治的进展.....	(2)
三、生物防治的展望.....	(5)
第二章 生物防治的理论基础	(10)
一、种群动态和数量变动.....	(10)
二、自然平衡.....	(11)
三、食物链和食物网.....	(15)
四、天敌对害虫的跟随现象.....	(16)
五、次要害虫在自然生物控制中的作用.....	(17)
六、怎样评价天敌的优势种.....	(18)
七、生物防治在综合防治中的地位.....	(19)
第三章 寄生性昆虫的一般概念	(22)
一、寄生性昆虫.....	(22)
二、寄生性昆虫的类型.....	(23)
三、寄生现象.....	(25)
四、寄生蜂成虫习性.....	(28)
第四章 寄生性昆虫	(34)
一、赤眼蜂.....	(34)
二、螟卵啮小蜂.....	(55)
三、稻虱缨小蜂.....	(64)
四、稻虱螯蜂.....	(70)

五、金小蜂	(77)
六、日光蜂	(84)
七、丽蚜小蜂	(89)
八、矢尖蚱蚜小蜂	(94)
九、绒茧蜂	(101)
十、蚜茧蜂	(114)
第五章 捕食性天敌	(119)
一、肉食性瓢虫	(119)
二、草蛉	(139)
三、益蝽	(152)
第六章 农田蜘蛛	(176)
一、蜘蛛科学研究的进展	(176)
二、蜘蛛的外部形态	(179)
三、蜘蛛的内部构造	(189)
四、常见的农田蜘蛛	(191)
五、蜘蛛的生活史和习性	(203)
六、蜘蛛的生态	(207)
七、蜘蛛的取食和成长	(211)
八、农田蜘蛛数量消长及影响因素	(212)
九、蜘蛛对害虫的控制作用	(215)
十、农田蜘蛛的保护利用	(220)
第七章 昆虫病原微生物	(227)
一、昆虫病原微生物概述	(227)
二、昆虫病原细菌	(235)
三、昆虫病原真菌	(250)
四、昆虫病毒	(260)
五、昆虫寄生性线虫	(275)

第八章 杂草的生物防治	(285)
一、国外杂草生物防治的进展.....	(286)
二、我国杂草生物防治的进展.....	(295)
三、开展杂草生物防治的几个问题.....	(304)
四、今后发展的重点和策略.....	(307)

第一章 绪 论

一、生物防治的概念

生物防治是研究利用寄生性天敌、捕食性天敌以及病原微生物来控制病、虫、草害的科学。

近二十多年来,由于新的技术不断发展,如利用昆虫不育性(辐射不育、化学不育、遗传不育)及昆虫外激素、昆虫内激素、噬菌体、内疗素和植物抗性等,在病虫害防治方面的进展,从而扩大了生物防治的领域。所以有人认为生物防治具有两种含义,即狭义的生物防治和广义的生物防治。狭义的生物防治,或称传统的生物防治,是直接利用天敌来控制病、虫、草害;广义的生物防治,是利用生物有机体或其天然(无毒)产物来控制病、虫、草害。广义的生物防治常与其他学科相交叉,如抗虫性的研究可属于农业防治,激素的利用可属于化学防治,辐射处理可属于物理防治。这方面很多学者的看法不同。

从生物防治的历史来看,广义的生物防治所包含的内容和涉及的范围相当广泛,但从最近对生物防治含义的讨论来看,又有趋向于狭义的趋势,即用一种生物防治另一种生物。这样就使生物防治只成为综合防治的一个组成部分,两者不至混淆。

利用生物防治的方法所防治的对象也在不断发展。如对

农业害虫、林业害虫、果树蔬菜害虫、贮粮害虫和卫生害虫等。

生物防治是在农业生态系中利用自然界有益生物对有害生物的自然控制作用，它是一种自然现象，故近年来有人把生物防治 (biological control) 称之为生物控制或生物抑制 (biological suppression)。

生物防治科学的发展随着很多其他近代学科的不断前进而更加深入发展，还随着社会的和经济的需要而发展。如昆虫天敌行为学、遗传学、分类学、生态学、昆虫营养学、昆虫病理学等，把生物防治科学推向一个新的高度，把害虫防治提高到害虫综合治理的新境界，确立了生物防治在综合治理中所占有的重要地位。

二、生物防治的进展

我国是生物防治历史最久的国家。早在公元304年，晋代嵇含所著的《南方草木状》一书中就有利用黄凉蚊 (*Oecophylla smaragdina*) 的记载：“交趾人以席囊贮蚊鬻街市者，其巢如薄絮，囊皆连枝叶，蚊在其中，并巢同卖。蚊赤黄色，大于常蚊。南方柑桔若无此蚊，则其实皆为群蠹所伤，无复一完者矣”。

解放前，我国昆虫学工作者对生物防治就作过广泛的调查和详细的研究，如前浙江大学农学院曾对我国寄生蜂的种类和保护利用进行过详细的报道。

中华人民共和国成立以后，我国生物防治得到了迅速的发展。近二十年来，我国生物防治在农业生产上得到大面积推广和应用，成为防治病、虫、草害的重要手段之一，已经

收到了除害增产、保护生态平衡、减轻环境污染、节省能源、降低农本等方面的效益。据1981年统计，全国生物防治面积已达一亿三千万亩。

通过近年来各省、市、自治区的调查，已初步查明，我国主要农业害虫天敌在1000种以上，浙江、江苏等省，仅水稻害虫的天敌就在400种以上。我国蚜茧蜂有104种，而美国只有75种。我国农田蜘蛛有153种，超过日本一倍。江苏省1982年以保护天敌为主要内容的棉虫综合防治面积已达350万亩，占棉虫防治面积的三分之一，节省农药26~87%。

从50年代起，我国就创新地研究利用蓖麻蚕卵和柞蚕卵繁殖赤眼蜂。70年代后期以来东北地区又研制成功了一套具有我国特色的繁蜂机械和装置，日产蜂量2亿头。近年来在赤眼蜂的体外培育和人工卵的研究方面，也取得了成功，利用体外培育的赤眼蜂已连续培养60余代，取得田间释放的初步效果，在国际会议上公认此项研究居世界领先地位。在广东，利用人工寄主卵繁殖拟澳洲赤眼蜂，在田间释放防治甘蔗螟虫取得了成功，螟卵寄生率达80.66~94.60%，与田间释放以柞蚕卵繁殖的赤眼蜂效果相同，甘蔗被害程度显著减轻。

在研究人工饲养草蛉、瓢虫以及捕食螨等方面也获得成功，并能大面积释放和大规模地在温室应用，防治蚜虫、温室的白粉虱、螨类等。

我国在研究和应用病原微生物防治害虫上最突出的事例是利用苏云金杆菌。我国已发现有5个以上血清型的苏云金杆菌菌株，其中有4个新变种。在菌剂生产研究上，乳剂已初步试制成功。目前苏云金杆菌已用来防治80多种农、林害

虫，其中杀虫效果在80%以上的有20多种，推广面积达1200万亩。各地应用白僵菌防治玉米螟、松毛虫的面积在1200万亩以上。广东省应用飞机超低容量喷洒白僵菌油剂，防治松毛虫的效果在85%以上。我国已发现的昆虫病毒有135种，自1978年以来，全面病毒治虫面积累计达130万亩。此外，对应用乳状杆菌防治蛱蝶、蚜霉菌防治棉蚜、多毛菌防治柑桔锈壁虱，都已经作过多年试验，并取得田间初步成效。我国在发展农用抗生素方面，最重要的例子是研制成功井冈霉素。用井冈霉素在南方稻区防治水稻纹枯病的面积达4000万亩，防治效果达80%以上。并向泰国、新加坡出口井冈霉素。北方应用公主岭霉素防治禾谷类黑穗病的面积1982年为600多万亩。此外还成功地研究了杀蚜素和韶关霉素，以防治柑桔锈壁虱、叶螨和棉蚜虫等。中国农业科学院生物防治研究室研究成功的“农抗120”，已在20多个省应用，是当前防治作物白粉病的最佳药剂之一。推广面积达40万亩，防治效果在90%以上。

自60年代开始，我国就成功地研究和利用了“鲁保一号”除草剂防治大豆菟丝子，效果良好，并在华北、内蒙古、黄淮地区大面积应用和推广。

近年来，我国积极引进国外天敌，进行生物防治。1980年以来，自10多个国家引进天敌120种，都起到了投资少、收效快、效益高的作用。例如，利用丽蚜小蜂防治温室白粉虱，已在北京、天津、辽宁一些省、市推广。此外，在昆虫辐射不育、昆虫激素等方面的研究中，亦取得了进展。

国外开展生物防治是从19世纪末期兴起的。美国于1888年自澳大利亚引进129只澳洲瓢虫，次年就解决了加利福尼亚州柑桔吹绵蚧严重危害的问题，这是国际生物防治史上非

常著名的事例。从此以后，全世界十分重视天敌引进的工作。美国从1888~1969年共对223种害虫作了输引天敌进行生物防治的试验，其中对120种害虫取得了一定程度的防治效果，有42种达到彻底消灭的目的，有48种害虫经济危害性显著降低。

1911年日本从我国台湾省引进澳洲瓢虫防治吹绵介壳虫。1925年日本又从我国广东输引刺粉虱黄褐蚜小蜂获得极大的成功。

美国得克萨斯州释放草蛉防治棉铃虫，连续5年获得成功。日本利用桑蚱寄生蜂防治苹果和梨树上的粉虱获得成功。荷兰和瑞典利用植绥螨防治番茄叶螨颇有成效。日本和美国利用日本金龟子芽孢杆菌防治金龟子幼虫效果良好。美国、加拿大、联邦德国、英国和日本应用核型多角体病毒防治棉铃虫、烟青虫、麦叶蜂和白菜上的鳞翅目幼虫，效果相当显著。许多国家对苏云金杆菌、多角体病毒、植绥螨和赤眼蜂等都已投入了工厂化生产。

三、生物防治的展望

随着化学农药的长期和大量的使用，而引起了农药的残毒、害虫的抗性和再猖獗问题的出现，生物防治已经越来越受到人们的关注和兴趣。以农业生态系统为理论基础的害虫综合防治措施，越来越被人们深刻地理解和广泛地应用。通过防治实践，人们逐渐摆脱了用化学防治的观点来对待生物防治，即不能局限于把生物防治仅仅看成是一种生物农药的认识，因为那种看法是非常狭隘的，甚至是一种曲解。这样就把生物防治纳入到害虫综合治理的体系之中，并成为其

中的重要组成部分。

害虫生物防治的主要途径可分为保护利用本地天敌和输入外地天敌两个方面，对于某些优势种天敌，还要通过人工大量繁殖的手段，来增加农田天敌的种群数量。关于天敌的保护利用，忻介六教授提出了新的见解，认为保护利用已不能包括现有内容，应改为保存(conservation)与增强(augmentation)，保存包括保护(protection)与支持(maintain)两个意义，而利用(cutlization)的含义只是消极的使用。

1. 保护利用本地天敌 农田生态系中自然天敌的种类和数量很多，它们对于害虫种群密度的自然控制起着重要作用。特别是本地天敌对本地环境条件的适应性和生活力都很强，它们是控制本地害虫发生的一项不可缺少的措施。但是，这些天敌在一些农业技术措施或由于化学药剂防治影响下，常受到严重的损伤。所以，必须采取必要的措施来增加本地天敌数量，以发挥其控制作用。

合理的农业措施，是可以为天敌提供早期食料、过渡场所的。例如，棉田套种油菜或箭舌豌豆，可以繁殖菜蚜或豆蚜，为瓢虫提供早期食料，有利于大量繁殖瓢虫，最后达到控制棉田中棉蚜虫的作用。又如，棉田播种一定数量的高粱或玉米，以招引玉米螟集中产卵，从而为增殖赤眼蜂创造条件，大量的赤眼蜂繁殖后又可控制棉田玉米螟和棉铃虫等的危害。再如，稻田放置草把，为农田蜘蛛提供过渡场所，从而增加其种群数量，控制稻田飞虱和叶蝉等的危害。此外，田边保留一定数量的蜜源植物和少量的次要害虫，这对延长天敌寿命，增加繁殖力和为天敌提供食料都十分有利。

合理使用农药，可以杀害保益。例如，尽可能采取少用

化学防治，降低用药量，用药浓度，推迟施药时期，采取适当的剂型和施药方法，以及农药的混配等措施，来达到控制害虫和保护天敌的双重目的。在这方面，很多地区已经出现了由于控制使用化学农药，促使天敌活动频繁，害虫危害减轻的典型事例。

2. 输引外地天敌 输引外地天敌是近百年来生物防治研究和利用的重点，并取得了非常显著的成绩。世界各国都十分重视天敌的引进，纷纷设立专门机构，系统开展研究，到1911年止，世界各国引进天敌防治害虫，全部成功的有102例，部分成功的有81例，大体成功的有144例；防治杂草成功的有57例。在美国，曾对生物防治和化学防治的经济效益作过统计，计算出天敌引进和释放每投资1美元，收益可达30美元；而杀虫剂每投资1美元，收益只有5美元。天敌引进确实是一条经济有效的防治途径。我国引进天敌而获得成功的事例很多。例如，1955年从苏联引进澳洲瓢虫和孟氏隐唇瓢虫，成功地控制了吹绵蚧。1955年从苏联引进日光蜂和青岛本地蜂种杂交后，防治苹果绵蚜，收到良好效果。近年来，中国农业科学院生物防治研究室引进的蚜小蜂防治温室白粉虱，引进西方盲走螨防治果园红蜘蛛都取得了满意的成果。

引进天敌的成功率比筛选化学农药的成功率要大得多。据估计，找出一个有效的新农药品种，往往要筛选1~2万个样本；而引进一种天敌的成功率，在美国为24.36%，在夏威夷为26.66%，在加拿大为21.5%，在斐济为50%。引进天敌不仅成功率相当高，而且它不需象建立农药厂那样需要大量投资和复杂的设备条件。

我国生物防治工作，当前注意力主要投放在繁殖、释

放、增加天敌种群数量方面，而对天敌的引进工作，还显得跟不上需要，这与世界各国生物防治发展的趋势和生产上的要求，是远远不相适应的。

当前，在把国内天敌资源基本情况摸清的同时，应加强中国农业科学院生物防治研究室对天敌引种统一归口的领导工作，积极和世界各国引种中心建立联系，有计划地引进较为成功的天敌，进行系统研究，使其在生产上发挥更大的作用。

3. 人工大量繁殖天敌 利用人工的或机械化的方法来大量饲养繁殖天敌和控制田间大量发生的害虫种群数量，是较为理想的生物防治方法。随着多种新学科的发展，近年来世界各国在这方面有了很大的进展。最有名的例子是机械化大量繁殖赤眼蜂的成功和人工寄主卵的成功，为赤眼蜂的广泛利用开辟了良好的前景。苏联、墨西哥、美国、加拿大等国都用这一方法大面积应用赤眼蜂防治各种鳞翅目害虫。我国东北一些国营农场也大量用机械化繁蜂的方法防治玉米螟，南方应用人工卵饲养的赤眼蜂防治甘蔗螟虫取得了成效。

70年代以来，我国在人工大量繁殖捕食性天敌，如草蛉、瓢虫等方面也取得了成功。但以人工繁殖的捕食性天敌，在大面积田间用来防治害虫，目前尚难以实现。因为某种天敌是否值得通过人工大量繁殖要考虑三个条件。首先，要明确这种天敌在当地是否适应？即对害虫有无控制能力，能否适应当地的生态环境？其次，要明确这种天敌的生物学特性，如寄主范围，生活历期，对温、湿度条件的要求，繁殖力等。再次，要明确人工繁殖的条件，特别要了解中间寄主的选择，或人工饲料的配制和效能等等。