

中国赤眼蜂的研究与应用

RESEARCH AND APPLICATIONS
OF TRICHOGRAMMA IN CHINA

包建中 陈修浩 等编



学术书刊出版社

中国赤眼蜂的研究与应用

Research and Applications of Trichogramma in China

包建中 陈修浩 等编

学术书刊出版社

403649

内 容 简 介

赤眼蜂是当前世界各国生防工作中应用面积最大、最有效的天敌。本书详细叙述了赤眼蜂的分类、生物学、生态学和田间应用技术，记述了我国研究赤眼蜂的成果和新发现，系统地介绍了我国独特的大卵繁蜂技术和多种型式的繁蜂机具装置和工厂化繁蜂生产工艺流程。我国对人工卵的研究，具有国际先进水平，在书中设专章论述。

中国赤眼蜂的研究与应用

包建中 陈修浩 等编

责任编辑：矫永平

学术书刊出版社出版

北京海淀区学院南路86号

河北省正定证照厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1989年8月第1版

开本：787×1092毫米 1/32

1989年8月第1次印刷

印张：7 1/2

印数：1—1000

字数：162千字

ISBN 7-80045-589-0/Q·16

定价：2.20元

说 明

伟大的加拿大公民诺尔曼·白求恩(Norman Bethune)，受到每个中国人的敬仰。本书作者有幸在加拿大国际发展研究中心的资助下，与加拿大Guelph大学John E. Laing教授进行为期三年的赤眼蜂合作研究。最终，谨以此书作为纪念和表达对伟大战士诺尔曼·白求恩家乡人民的深切友好情谊。

在此，还要感谢 Kenneth T. Mackay 博士的支持和帮助。

祝中加两国人民的友谊永盛常青！

中国农科院生物防治研究室主任、研究员 包建中

1988. 12. 21. 北京

PREFACE

In China, the name of a great Canadian citizen, Norman Bethune, receives decent respects from every ordinary person. It has been a great pleasure for the authors of this book to have worked jointly, with the generous support of the International Development Research Centre (IDRC) of Canada, with Prof. John E. Laing of the Guelph University, Canada, on studies and field implementation of *Trichogramma* for the past three years. At the completion of the first phase of our cooperative project, I would take the opportunity to present this book to the people who might be benefited from the outcomes of our cooperative research, and to the people residing in Norman Bethune's home. My sincere thanks also goes to Dr. Kenneth T. Mackay of IDRC, for his enthusiasm, his support, and his help throughout the cooperative project.

May I wish an evergreen friendship between the people of China and Canada!

Professor, Director of BCL Chinese Academy of Agricultural Sciences Bao Jianzhong

December 21 • 1988, Beijing

前 言

生物防治是利用生物或它的代谢产物来控制有害动、植物种群或减轻其危害程度的方法。

我国是世界上最早应用生物防治的国家。早在1600年前,我国南方劳动人民就利用黄猄蚁防治柑桔园的食叶害虫,并作为商品在市场出售。但生物防治在我国农业上大面积地推广应用,成为一种防治病虫害的重要手段,还是近十多年来的事。特别是党的十一届四中全会通过的《中共中央关于加快农业发展若干问题的决定》中提出了“积极推广生物防治”,这更有力地推进了我国生防工作的迅猛发展。据1987年统计,全国生防推广面积已达3亿亩,有些地区使用农药面积及数量显著下降。实践证明,生物防治病虫害,能收到除害增产、减轻环境污染、维护生态平衡、成为生态环境保护研究的重要组成部分,由此产生的社会效益和生态效益,愈来愈多地引起国家和社会上的关注。无疑,今后生防工作必然会受到更多的重视和得到较大的发展。

《中国赤眼蜂的研究与应用》是生物防治科研的一个组成部分,是记述我国生防研究人员在赤眼蜂科学研究上的重大成就和在广大领域中的应用效果,并结合我们的研究报告编写成的。

本书着重论述赤眼蜂的分类和地理分布,赤眼蜂的胚胎发育和大型寄主卵繁蜂的生活周期,并揭示出赤眼蜂特性的新表现。在应用方面重点介绍赤眼蜂大量繁殖技术的研究,大小卵的工厂化建设,充分发挥天敌作用,进一步认识小生



北林图 A00106823

403649

5

物的大循环作用，从而提高人们对保护天敌重要意义的理解。通过所述力求能反映出赤眼蜂在我国生防事业中的重要地位和在生产中的重要作用，为进一步开展科学研究提供一部总结性参考资料，对推动这一领域的深入研究起到应有的作用。

本书在编写过程中得到广东省农科院植保所刘志诚，山西省农科院植保所周运宁，山东省农科院植保所冯建国，陕西省农科院植保所霍绍棠，河南省农科院植保所申效诚、孔健，北京市农科院植保所张芝利，吉林省农科院植保所王承伦，吉林省林业生防中心王贵钧，华中农业大学植保系宗良炳，武汉大学生物系戴开甲，沈阳农业大学植保系张荆，吉林农业大学综合技术研究所许英民、关友荣，北京市密云县生防站史桂荣，辽宁省西丰县生防站张凤，吉林省柳河县生物站宋木权，黑龙江友谊县农科所卢超，江苏省沛县生防站张玉琢等同志的热情帮助，提供了宝贵的文献资料。在此一并向这些同志表示保切的谢意。

参与本书的编撰者有：孔健、陈红印、彭华。

由于编者的学识水平和篇幅所限。很难将研究者的成就一一表述，深表歉意，书中更难免出现欠考虑和失重之处，希望广大读者批评指正。

本书的编写和出版，得到加拿大国际发展研究中心（IDRC）组织的经费资助，谨此致谢。

编 者

中国农科院生物防治研究室赤眼蜂组

1989年3月

目 录

第一章 概述	(1)
一、中国研究与应用赤眼蜂的历史.....	(1)
(一) 应用前的研究阶段.....	(1)
(二) 研究与应用阶段.....	(2)
二、当今对赤眼蜂的应用及研究.....	(5)
第二章 赤眼蜂的分类、种型和区系研究	(8)
一、赤眼蜂的分类学研究.....	(8)
二、种及种型的研究.....	(12)
三、赤眼蜂的地理分布和区系研究.....	(25)
第三章 赤眼蜂的寄主范围、植物分布、越冬寄主和田间动态的研究	(37)
一、赤眼蜂的寄主范围.....	(37)
二、赤眼蜂在不同生境植物上分布的研究.....	(43)
三、赤眼蜂的越冬寄主及田间动态研究.....	(49)
第四章 赤眼蜂生物学、生态学研究	(57)
一、赤眼蜂的个体生活史和习性的研究.....	(57)
(一) 赤眼蜂的胚胎发育.....	(57)
(二) 赤眼蜂的胚后发育.....	(57)
(三) 赤眼蜂的羽化、交尾和生殖习性.....	(59)
(四) 成虫的寿命、性比和生殖力.....	(63)
(五) 赤眼蜂的扩散能力和田间分布状态.....	(65)
二、温度对赤眼蜂的影响.....	(67)
三、湿度对赤眼蜂的影响.....	(71)

四、营养对赤眼蜂的影响·····	(75)
五、农药及其它因素对赤眼蜂的影响·····	(76)
第五章 赤眼蜂的大量繁殖技术研究·····	(85)
一、蜂种的采集、纯化和保存·····	(85)
(一) 赤眼蜂蜂种的选择和采集·····	(85)
(二) 种蜂的筛选和纯化培养·····	(86)
(三) 种蜂的保存·····	(88)
二、种蜂的扩繁和培养壮蜂·····	(89)
三、赤眼蜂人工大量生产的方法和技术·····	(90)
(一) 繁蜂生产计划的制订·····	(90)
(二) 大量繁蜂前的准备工作·····	(92)
(三) 接蜂和产卵·····	(97)
(四) 产品质量检查和蜂卡的制作·····	(100)
(五) 蜂的积累和保存·····	(102)
(六) 赤眼蜂人工大量繁殖的方法·····	(106)
1. 盒式繁蜂法·····	(106)
2. 链排式大房间繁蜂法·····	(109)
3. 薄膜式大房间繁蜂法·····	(112)
4. 窗户明暗繁蜂法·····	(113)
5. 灯笼式人工光源繁蜂室·····	(114)
6. 辊式繁蜂法·····	(114)
7. JL-20W 型接蜂机·····	(119)
8. 散粒繁蜂法·····	(120)
四、影响繁蜂质量的因素及讨论·····	(124)
(一) 营养驯化·····	(124)
(二) 近亲繁殖·····	(125)
(三) 寄主卵质量·····	(125)
(四) 复寄生数·····	(126)
(五) 恒温培养·····	(126)

(六) 繁殖方式·····	(127)
第六章 赤眼蜂繁殖寄主的生产和贮藏·····	(129)
一、蓖麻蚕·····	(130)
(一) 蓖麻蚕的生活史和习性·····	(130)
(二) 蓖麻蚕人工饲料的研究·····	(130)
二、柞蚕·····	(131)
(一) 柞蚕的生物学特性·····	(131)
(二) 柞蚕茧的选购、保管和贮藏·····	(132)
(三) 茧的加温、摘蛾和取卵·····	(133)
三、米蛾·····	(139)
(一) 米蛾的生物学特性·····	(139)
(二) 米蛾大量繁殖的方法·····	(140)
1. 饲料消毒和饲养室设备·····	(140)
2. 饲料的配制·····	(141)
3. 接种方式·····	(145)
4. 接种密度·····	(145)
5. 投料方式·····	(146)
6. 捕蛾、收卵、去杂·····	(146)
四、寄主卵的贮藏和保鲜·····	(156)
(一) 间接保存·····	(136)
(二) 直接保存·····	(157)
1. 冷藏保存·····	(157)
2. 化学保存法·····	(159)
3. 超低温保存法·····	(160)
4. 滞育保存法·····	(161)
第七章 赤眼蜂人工寄主卵的研究·····	(166)
一、赤眼蜂自然寄主体内氨基酸含量的分析·····	(166)
二、培养液的筛选和赤眼蜂的离体培养·····	(169)

三、人工卵壳材料及制卵技术研究.....	(173)
四、人工卵繁殖蜂技术的研究.....	(174)
(一) 温度.....	(174)
(二) 光线.....	(175)
(三) 产卵引诱物质的应用.....	(175)
(四) 最适寄生量.....	(175)
(五) 赤眼蜂发育后期的管理.....	(177)
(六) 寄主卵的冷藏.....	(177)
第八章 赤眼蜂田间释放技术研究.....	(179)
一、赤眼蜂的田间释放方法.....	(179)
(一) 防治对象的预测预报.....	(179)
(二) 做好放蜂的组织和准备工作.....	(179)
(三) 放蜂时间、放蜂次数和放蜂数量.....	(180)
(四) 放蜂点.....	(181)
(五) 放蜂方法.....	(181)
二、影响赤眼蜂应用效果的主要因素.....	(185)
(一) 种型选择.....	(185)
(二) 赤眼蜂自身的生活力.....	(185)
(三) 放蜂技术.....	(186)
(四) 气象条件.....	(187)
(五) 农田生态环境.....	(187)
(六) 化学农药的影响.....	(187)
三、释放赤眼蜂的效果评价及试验设计与调查.....	(187)
第九章 赤眼蜂防治农林害虫的研究.....	(190)
一、利用赤眼蜂防治玉米螟.....	(190)
二、赤眼蜂防治甘蔗螟虫.....	(191)
三、赤眼蜂防治大豆食心虫.....	(193)

四、赤眼蜂防治甜菜甘蓝夜蛾·····	(194)
五、赤眼蜂防治苹果害虫·····	(194)
六、赤眼蜂防治棉花害虫·····	(198)
七、赤眼蜂防治蔬菜害虫·····	(199)
八、赤眼蜂防治林木害虫·····	(201)
九、赤眼蜂防治芦苇螟虫·····	(204)
十、赤眼蜂在水稻害虫防治上的应用·····	(205)
第十章 赤眼蜂自然种群的保护利用和田间增殖·····	(207)
一、赤眼蜂自然繁殖基地的研究·····	(207)
二、赤眼蜂早期低量接种式释放技术的研究·····	(208)
三、赤眼蜂田间保护技术的研究·····	(209)
附录: 松毛虫赤眼蜂胚胎发育图解·····	(215)

第一章 概 述

赤眼蜂是中国现代农林害虫生物防治中研究历史最久、应用范围最广、防治面积最大和取得经济效益最为显著的一种有效的天敌。

从20世纪30年代至今，我国学者就赤眼蜂的分类学、生物学、生态学、繁殖方法和田间应用技术等方面进行了广泛和深入的研究，并在直接利用赤眼蜂防治各种农林害虫方面已经取得了令人瞩目的成就。

一、中国研究与应用赤眼蜂的历史

（一）应用前的研究阶段

我国对赤眼蜂的研究始于1934年，浙江省昆虫局的祝汝佐、胡永锡在浙江汤溪从松毛虫卵内发现了赤眼蜂（当时认定是*Trichogramma evanescens* Westwood），随即对其生活史、寄主种类、生物学特性及其生态学等进行过研究。

1936年黎国涛在广州进行了人工繁殖赤眼蜂和小规模的田间释放研究。其后张若芷于1947年在四川省成都市做了三化螟卵寄生蜂（包括赤眼蜂）的田间保护研究。以上这些工作，开创了中国研究赤眼蜂的历史纪元。但由于当时国内的政治局势和战争动乱，这些研究工作，既没有条件，也没有可能继续深入下去。直至中华人民共和国成立之后，这项工作得到了党和政府的重视和支持，赤眼蜂的研究和利用工作才真正蓬蓬勃勃地开展起来。

（二）研究与应用阶段

50年代初由于我国甘蔗田受到几大螟虫之害，生产上出现了严重减产的趋势。虽采用过农业措施及化学防治措施、但由于甘蔗生长和利用的特点以及甘蔗螟发生规律的制约，在防治上产生了一定的困难。因此，华南农学院蒲蛰龙、华南农业科学研究所刘志诚等于1953年在广州进行了甘蔗螟卵和水稻三化螟卵赤眼蜂生活史的研究。同时对赤眼蜂的寄主、人工大量繁、田间释放效果等问题也开始了一系列研究，并首次发现一粒蓖麻蚕卵可繁殖30多头赤眼蜂，可作为人工大量繁殖赤眼蜂的优良寄主。这一具有中国特色的发现，意义是重大的，它不仅突破了国外用米蛾、麦蛾等小卵人工繁蜂的模式，创造了高效率的人工繁蜂方法、而且节省了饲养米蛾、麦蛾所消费的大量粮食。

这项发现无疑是中国赤眼蜂繁殖应用的一条新途径。同时，养蚕缫丝，以卵繁蜂，一物两用，更能促进赤眼蜂应用的推广和发展。

从全国来说，50年代的研究只局限于我国南方的5个省份（广东、广西、湖南、福建、四川）。并在1958年9月由广东省农业厅和华南农业科学研究所共同举办了5省的有数百名学员参加的赤眼蜂技术训练班，为我国培养出首批赤眼蜂繁殖、应用的专业技术人员，也为我国以后全面开展生物防治事业打下了一个良好基础。

1959年初在广东蔗区建立了10多个繁殖赤眼蜂的机构，群众性的繁蜂活动也广泛地开展起来了。

在这种发展的形势下，1964年和1966年在武汉和北京分别召开了全国性的生物防治会议，进一步推动了赤眼蜂应用工作的发展。

70年代初，广东一些地区大面积应用赤眼蜂防治稻纵卷叶螟获得成功。

我国南部地区应用赤眼蜂取得的巨大成就激发和鼓舞了全国其它地区对赤眼蜂的研究和利用，也促进了我国农业害虫生防工作在各个方面的发展。

我国北方应用赤眼蜂大面积防治玉米螟、果树卷叶蛾、水稻纵卷叶螟等也获得了显著效果。

中国农业科学院及时地在70年代先后11次召开全国性的生物防治和赤眼蜂学术交流讨论会议，总结和推广了赤眼蜂研究和利用的经验和成就，使得赤眼蜂的应用工作在70年代后期达到了高潮。全国26个省份均成立了生物防治的研究机构，建立起数百个赤眼蜂繁殖站。

近10多年来，全国各地，由南到北，由旱粮到水稻，由瓜果到蔬菜，由甘蔗到芦苇，由普通作物到特种作物全面开展了利用赤眼蜂防治害虫。防治对象不下20种。在玉米螟、棉铃虫、松毛虫、蔗螟、苹果卷叶蛾、大豆食心虫、稻纵卷叶螟、豆天蛾、柑桔卷叶蛾、二化螟、枣尺蠖、高粱条螟、粟穗螟、松梢螟、梨大食心虫、梨小食心虫、芋天蛾、刺蛾、茶小卷叶蛾、黄二星舟蛾等农林害虫的防治工作中都收到了较好的效果。从此掀起了一股研究利用赤眼蜂热潮，全国利用赤眼蜂防治农林害虫的面积最高达1000万亩左右。目前我国利用赤眼蜂的防治面积已稳定500万亩左右，例如广东省应用赤眼蜂防治蔗螟的面积连续5年逐步扩大，1985年已达16.5万亩（折115.5万亩次），创蔗田应用赤眼蜂的历史记录；北京市密云县19万亩玉米，坚持利用赤眼蜂防治，效益显著，三年节约防治费24万元，挽回玉米损失500多万公斤。只广东、山东、吉林三省应用赤眼蜂防治甘蔗、果树、甜菜等经

济作物害虫的试验、示范面积就达到40多万亩、防治成本降低50%以上。

值得一提的是，在此期间北方又发现了人工繁殖赤眼蜂的另一种优良寄主——柞蚕卵。它与蓖麻蚕相比，具有较高的繁殖效率、资源丰富、价格低廉等优点，很快被推广应用于繁蜂工作上。同时在许多地区也开展了用米蛾作为试验繁殖赤眼蜂的辅助资源的饲养研究，形成了在大量繁殖赤眼蜂中以“大小卵”并举的研究策略。

随着赤眼蜂的大面积应用，各种形式的繁蜂方法和各具特色的繁蜂工具（手工、机械）应运而生。在多年的实践中，做到了相互融合，取长补短，去劣存优，发展到今天，已形成了几种有代表性的人工繁蜂方法及系列化机械繁蜂方法。

然而也正是在这种高涨的推广过程中，逐渐露暴出基础的薄弱，在分类、区系、种型乃至赤眼蜂的特性、赤眼蜂的生物学、生态学等方面尚存有许多问题没有解决。也正是因为这些问题的存在，就使得我国的赤眼蜂的应用工作不可能长期保持象70年代中期那种高涨的局面。科学家们也开始冷静下来，审慎地、重复地、深入地对它进行一次全面的考核和检阅。进行多方位研究，以期在短时间内有效地解决这些基础课题。

在研究领域，广东中山大学利翠英于1961年发表了赤眼蜂个体发育及其对于蓖麻蚕胚胎发育的影响，中国农业科学院植保所曾省1965年发表了有关赤眼蜂鉴别的商榷文章，山东省农科院植保所冯建国1965年报导了利用赤眼蜂防治玉米螟的效果。

为了正确估价和发挥卵寄生蜂的作用，70年代初期，中国科学院动物所陈泰鲁、华南农学院庞雄飞于1974年发表了

利用雄性外生殖器的特征对我国赤眼蜂属的种类进行描述。最近又有杉卷赤眼蜂新种记述发表,沈阳农业大学张荆、王金玲发表了赤眼蜂的两个新种,钱永庆等发表了有关江苏省赤眼蜂种类及作用问题等等。这些都说明我国分类学家从70年代开始,对中国的赤眼蜂属深入地进行了描述,起到了选用适宜种群,提高防治效果的作用,为在较短的时期内发挥赤眼蜂极大的功用,做出了贡献。

北方在大量使用柞蚕卵作为人工繁殖赤眼蜂的优良寄主之后,经多年观察,发现在利用大卵(柞蚕卵)作为繁蜂寄主时,赤眼蜂的生活习性发生了根本的改变。这项试验观察是陈修浩于1976年—1979年进行的,试验观察结果表明:

1. 改变了在卵外交配为卵内交配;
2. 变成蜂期交配为雌蛹发育到蛹后期即可在柞蚕卵内交配,其子代蜂未发现孤雌产雄;
3. 遗卵蜂中雄蜂占绝大比例;
4. 咬破羽化孔是雌蜂所为;
5. 卵内黑色絮状物是幼虫期经3次脱皮所留残体。

1987年中国农业科学院生物防治研究室利用电影摄影机跟踪拍摄的影像为依据,重新描述了松毛虫赤眼蜂以柞蚕卵为寄主时特有的羽化、交尾和产卵行为。试验观察证明,这是迄今未见报道的罕见的发现。

二、当今对赤眼蜂的应用及研究

进入80年代以后,我国的赤眼蜂研究工作走上了稳定发展的轨道,纳入了国家“六五”、“七五”计划之中。中国农业科学院专门成立了生物防治研究室,负责研究、协调全国的生防科研工作,赤眼蜂的基础研究工作得到加强,生产应用