

原理及在大面积害虫综合治理中的应用



昆虫不育技术

原理及在大面积害虫 综合治理中的应用

编著

V. A. Dyck

J. Hendrichs

A. S. Robinson

联合国粮农组织/国际原子能机构联合计划
奥地利·维也纳

图书在版编目 (CIP) 数据

昆虫不育技术原理及在大面积害虫综合治理中的应用/阿诺德·戴克 (V. A. Dyck), 乔治·亨德里克斯 (J. Hendrichs), 阿兰·鲁宾逊 (A. S. Robinson) 编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2010. 8
ISBN 978-7-5116-0219-0

I. ①昆… II. ①戴…②亨…③鲁… III. ①害虫-绝育防治
IV. ①S476

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 119699 号

责任编辑	杨玉文
责任校对	贾晓红
出 版 者	中国农业科学技术出版社 北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话	(010) 82106631 (编辑室) (010) 82109704 (发行部) (010) 82109703 (读者服务部)
传 真	(010) 82106636
网 址	http://www.castp.cn
经 销 者	新华书店北京发行所
印 刷 者	北京华忠兴业印刷有限公司
开 本	787mm × 1 092mm 1/16
印 张	60.75
字 数	1130 千字
版 次	2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷
定 价	260.00 元

— 版权所有 · 翻印必究 —

昆虫不育技术

总编译：路大光

译者：何康来 李咏军 梁革梅 刘晓辉
王恩东 王振营 徐学农 张永军

校译：路大光

免责声明

本书最初由作者递交原始资料，后经编者根据出版商所能接受的格式进行编辑和修订，所发表的观点并不完全反映联合国粮农组织（FAO）、国际原子能机构（IAEA）以及成员国政府的观点。

某些国家或地区使用的特别指称并不代表出版商、联合国粮农组织以及国际原子能机构对于这些国家或地区，其政府当局或官方机构或其边界划定的合法性的任何评断。

本书中出现的具体公司或产品的名称（不管是否表明已注册）并不意味着对其所有权的有意侵犯，也不说明联合国粮农组织或国际原子能机构对其认可和推荐。

相关作者有责任取得用于复制、翻译或使用已受版权保护的材料的使用许可。

本书由中国农业科学院组织翻译。本资料的作准文本为英文本。联合国粮农组织和国际原子能机构不担保也不负责本译文及其出版物的准确性或质量或真实性或技法，也不对由于使用本译文直接或间接造成的任何损失或损害或由此产生的任何其他损失或损害承担任何责任。

图片：封面及封底的部分图片由 A. S. Robinson 及 M. J. B. Vreysen 提供。

版权所有

2005 国际原子能机构

国际原子能机构发行的所有科技出版物均受世界版权公约（1952 年伯尔尼通过，1972 年巴黎修订）中有关知识产权规定的保护。世界知识产权组织（日内瓦）所保护的版权范围已扩大到电子产权及虚拟知识产权。未经允许，不得使用整体或部分由国际原子能机构出版发行的印刷文本或电子文本，并需遵守版权协议。欢迎任何非商业复制与翻译的建议，需每次都以具体情况作为个案考量。如有任何询问，奥地利维也纳 A-1400 Wagramer Strasse 5 的国际原子能机构出版部门全权负责解释。

序 言

将所有与昆虫不育技术（SIT）及其在大面积害虫综合治理项目（AW-IPM）中应用的相关材料整合起来，是一个巨大的挑战。本书首次尝试通过专题的方式来完成此目标。昆虫不育技术是以一个昆虫物种来进行运作，那么对于作者来讲，要综合、全面地撰写各个章节同样也是一项挑战，不仅需要强调技术原理，还需列举一系列害虫物种的实例。感谢各位作者的理解，接受我们的建议，在文章中注重强调技术原理，并减少田间项目的细节；同时也感谢他们容忍本书漫长的编辑过程。

特别对各位作者对于本书的无偿编写表示感谢。那些已经退休或占用自己工作时间撰写本书的作者尤其值得我们赞赏。

本书每一章节都经过同行评审，感谢评审人员的帮助，使得本书内容精确、详实、贴近时代且条理清晰。

本书早应面世，现在终于得以出版，希望能在以后的时间里为科技界服务，我们深感荣幸能为科技部门的发展贡献绵薄之力。

编者

2005 年 3 月

前 言

针对一些重大害虫，环境友好型的昆虫不育技术（SIT）被应用于大面积害虫综合治理项目，成为其中的一个组成部分。这种对昆虫进行辐射使之不育的技术，最先诞生在美国，现已广泛应用于世界各地。四十多年来，这个项目是联合国粮农组织和国际原子能机构联合项目中在核农学领域的一项重大研究课题，内容涉及对昆虫不育技术的研究以及在成员国中的推广，从而使成员国能够从日益完善的动植物及人类卫生条件、更为清洁的环境、农业系统中不断增加的动植物产量，以及经济水平的快速发展中受益。

大量有关在虫害治理项目中整合昆虫不育技术的资料，来自各类研究项目、田间项目、研讨会、会议以及各种各样的培训，为研究人员、害虫防治的从业人员、项目经理、植物保护和动物卫生官员，以及政策制定者提供了大量的信息。然而，本书通过汇集并展示昆虫不育技术的原理、实践和全球性的应用，对于现在或今后将要使用此项技术的人来说都将是一个重要的参考资料。此外，本书还可以作为害虫综合治理相关专业课程的教材。本书是十九个国家的五十位本领域专家的协力之作，并由同行审阅之后，最终定稿。

绪 论

正如本书记载的害虫大面积防治项目的成功所佐证,作为该项目内容之一的昆虫不育技术(SIT)也已日益成熟。此技术发展十分迅速——适用的靶标害虫不断增加,饲养技术不断创新,昆虫遗传学和行为学的深入研究,特别是此项技术整合到害虫大面积综合治理项目(AW-IPM)中。昆虫不育技术的日臻完善,其原理与案例的客观性分析将极大地促进该领域的研究、发展及应用。

昆虫不育技术是第一批规划用于地区性害虫防控的技术之一。尽管昆虫不育技术是因为昆虫根除项目而声名鹊起,但很重要的一点是作为地区性抑制、遏制、预防,并且在适当的时候根除害虫的害虫综合治理(IPM)策略的组成部分,其潜力还是得到了科学界的认可。

20世纪70年代以前,害虫防治主要依赖于化学杀虫剂,特别是第二次世界大战之后,随着合成杀虫剂的出现,化学杀虫更加普遍。1970年以后,害虫综合治理的概念被人们接受,此时强调对杀虫剂的选择性使用。减少对杀虫剂的使用逐渐成为主流,害虫生物防治,结合抗虫育种在害虫综合治理项目中越来越受到重视。根据《国际植物保护公约》中的一项国际标准,昆虫不育技术目前被正式认为是生物防治的一个类型,是大面积害虫综合治理项目适用的最佳技术。

随着新的科学领域的发展,昆虫不育技术项目的科技支撑也坚实了许多,如昆虫的大量饲养、质量控制、地理信息系统和数据管理系统、分子生物学、昆虫行为、不育昆虫的空中投放,以及大面积害虫综合治理项目的建模等。昆虫不育技术项目的成功实践离不开全面的、多学科的研究方法,离不开其高效的运作,因为在最终的分析报告中,该项目必须取得实实在在的经济收益。而这在昆虫不育技术对螺旋蝇、果实蝇、蛾类的成功案例中得到了清楚印证。

尽管有很多成功案例,但是科学界还是有些争议,运用这种对付害虫的生物武器给人们带来的到底是经济上的进步还是人类健康的威胁。这种技术

的可信度和影响力需要以一种明白易懂的方式，从客观、全面、均衡的角度去描述。有害昆虫导致的新问题，新的限制性法规，以及早前就出现的诸如抗杀虫性，最低残留标准等问题，也需要寻求新的解决方案。关于昆虫不育技术实际需求越来越迫在眉睫，这样才能评估其解决这些问题的潜力。

本书各个章节由昆虫不育技术领域的知名专家撰写。本书将提供全面深入的关于昆虫不育技术的科学信息，这在世界范围内该领域的研究中还属首次。它将有助于动植物保护者、学生、教师及研究者理解和运用昆虫不育技术，预计本书将在害虫防控体系的科学与实践中会发挥不可小觑的影响力。

刚开始从事本领域研究的研究者们会发现，想要得到此类文献并不容易，它们散布于茫茫书海（其中一些发行十分有限），点缀于会议论文之中，或者是在尚未公开发表的方案报告里。为了昆虫不育技术的进一步研究和应用，这些日积月累的知识和经验必须分类加以整合梳理。在大量文献的基础上，将广泛的信息合成一辑。这样的一本合集用以解决昆虫不育技术应用中出现的问题再好不过，同时也为今后的实际应用打下基础。昆虫不育技术的优劣得失未曾从科学角度公平公开地评估过，本书填补了此项空白。

这仅是个开始。本书将进一步促进昆虫不育技术在抑制害虫和适时根除害虫上的应用。对于那些想了解昆虫不育技术的历史、成绩、不足以及前景的学生来说，本书是一个丰富的宝藏。作为一项生物“自我毁灭”的控制办法，它也契合了当下人类对于自身健康和环境的关注。昆虫不育技术具有巨大的发展潜力，能够更加高效，更为经济，如将该技术的不同部分商业化、发展遗传区性品系使昆虫仅能繁殖雄性后代、利用荷尔蒙和化学信息学手段使不育昆虫提高品质，增强竞争力、改进空中释放系统，以及使用现代生物技术等。

写此绪论，荣幸之至，该技术发展令人振奋，我将始终努力为其奉献绵薄之力。

莫里斯·弗瑞德

研究支持项目主任

美国国家科学院

美国华盛顿西北区，第五大街，500 号，20001

致 谢

众所周知，当今人类社会面临着环境污染、粮食安全、气候变化等一系列问题，并且随着全球经济一体化的加快和国际贸易往来的增多，有害生物入侵、扩散、成灾的压力不断增加。面对此类问题，昆虫不育技术不失为一种先进的害虫防治方法，它是一个环保型的害虫防治方法，与传统技术害虫防治方法相比较，不会产生农药污染，有利于环境保护；杀虫选择性强，不会在杀灭害虫的同时，祸及其他有益生物或害虫的天敌；并且不会像农药一样易使昆虫产生抗药性；防治效果持久，是目前唯一有可能在一个地区根除一种虫害的现代生物防治技术。

尽管在世界各地已经取得了许多成功的实例，但是，相较于传统的害虫防治方法，昆虫不育技术对于许多植物保护工作者来说，还是一个较为陌生的害虫防治方法。为了系统、全面地介绍昆虫不育技术，国际原子能机构组织撰写并出版了英文版的《昆虫不育技术》一书。该书汇集了大量有关昆虫不育技术的资料，这些资料来自各类研究项目、田间项目、会议以及培训材料，详细阐明了昆虫不育技术的机理以及在大面积害虫综合治理当中的应用。

为了使中国的植物保护工作者能够更加全面地了解昆虫不育技术，中国农业科学院和国际原子能机构的共同努力，将该书翻译成中文版本。希望本书的出版，能够为中国的植物保护工作提供一定的帮助，并有助于促进昆虫不育技术在中国更加广泛的应用。在此，感谢中国国家原子能机构、中国农业科学院为本书的翻译、出版提供了大量的支持，并组织中国农业科学院植物保护研究所的数名科学家完成本书的翻译工作。衷心感谢这些科学家严谨、踏实的工作作风，感谢他们在百忙之中，利用业余时间，为本书的翻译付出了大量的辛勤劳动。相信本书中文版的出版，将有助于昆虫不育技术在中国发展。

梁 钊

联合国粮农组织/国际原子能机构联合计划

二〇一〇年五月

目 录

第一篇 引言	(1)
第一章 昆虫不育技术简史	(3)
第二篇 昆虫不育技术原理	(41)
第一章 大面积害虫综合治理和昆虫不育技术	(43)
第二章 昆虫不育技术的生物学原理	(77)
第三章 昆虫不育技术的遗传学原理	(107)
第四章 昆虫遗传不育	(129)
第五章 应用昆虫不育的数学模型	(169)
第三篇 昆虫不育技术的技术组成	(197)
第一章 种群和行为生态学在昆虫不育技术中的作用	(199)
第二章 用于释放的不育昆虫的大规模饲养	(229)
第三章 利用电离辐射进行昆虫不育处理	(259)
第四章 不育昆虫的质量	(297)
第五章 不育昆虫的供应、羽化和释放	(330)
第六章 大面积害虫综合治理项目中不育虫和野生虫的监测	(361)
第七章 宣布非疫区状态的程序	(400)
第四篇 昆虫不育技术的辅助技术	(425)
第一章 群体遗传学在昆虫不育技术中的作用	(427)
第二章 种群控制对 SIT 的帮助	(445)
第三章 地中海实蝇的遗传区性品系 ——作为昆虫不育技术中其他昆虫大规模饲养技术 的一个例子	(467)
第四章 地理信息系统和空间分析结合昆虫不育技术在大面积 害虫综合治理中的应用	(493)
第五篇 项目执行中的经济、环境因素及其管理中应注意的事项	(517)
第一章 利用昆虫不育技术防治害虫的效益和成本分析	(519)

第二章	环境与昆虫不育技术	(539)
第三章	结合昆虫不育技术进行大面积害虫综合治理的管理	(567)
第四章	结合昆虫不育技术的大面积害虫综合治理项目的公共关系 及行政支持	(590)
第六篇	昆虫不育技术的应用	(605)
第一章	大面积害虫综合治理中应用不育昆虫的策略选择	(607)
第二章	误解和限制因素	(645)
第七篇	整合昆虫不育技术的大面积害虫综合治理项目的成果	(673)
第一章	利用昆虫不育技术根除新大陆螺旋蝇项目的效果	(675)
第二章	应用昆虫不育技术防治实蝇项目的效益	(698)
第三章	昆虫不育技术或遗传不育控制/根除蛾类的效果	(721)
第四章	昆虫不育技术控制采采蝇的潜在效果	(747)
第八篇	昆虫不育技术的未来发展	(771)
第一章	昆虫不育技术未来发展与应用前景	(773)
作者索引		(809)
附录		(811)

第一篇 引言

第一章 昆虫不育技术简史

W. KLASSEN^① C. F. CURTIS^②

目 录

1 序言	(4)
2 塞里布罗夫斯基：利用染色体易位产生部分遗传不育	(6)
3 范德普兰克：应用杂交不育防治采采蝇	(7)
4 尼普林：利用辐射诱导不育防治害虫	(8)
4.1 新大陆螺旋蝇	(8)
4.2 瓜果实蝇	(14)
4.3 葱蝇	(18)
4.4 采采蝇	(18)
4.5 蚊子	(20)
4.6 鞘翅目昆虫	(22)
4.7 鳞翅目	(24)
5 结论	(25)
6 参考文献	(26)

摘要

20 世纪 30~40 年代，利用昆虫不育技术 (Sterile Insect Techniques SIT) 防治害虫的理念，在 3 个完全独立不同的学术环境中孕育出来，这种理念的核心是将不育处理的昆虫释放到野生害虫种群当中，从而达到治理害虫种群的目的。这 3 个学术环境的代表人物分别是莫斯科大学的 A. S. Serebrovskii，坦噶尼喀（现坦桑尼亚）采采蝇野外研究站的 F. L. Vanderplank 和美国农业部的 E. F. Knipling。Serebrovskii 利用染色体易位引起不育防治害虫种群，但由于前苏联在第二次世界

① Center for Tropical Agriculture, Tropical Research and Education Center, IFAS, University of Florida, 18905 SW 280 Street, Homestead, FL 33031, USA

② London School of Hygiene and Tropical Medicine, London WC1E 7HT, UK