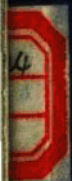


斑潜蝇的生态学 与持续控制

康乐

科学出版社



斑潜蝇的生态学 与持续控制

康 乐

科 学 出 版 社

1996

**ECOLOGY AND
SUSTAINABLE CONTROL OF
SERPENTINE LEAFMINERS**

**By
KANG LE**

Institute of Zoology
Chinese Academy of Sciences
Beijing 100080, China

Science Press
Beijing, China
1996

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是关于斑潜蝇生物学、生态学和持续控制理论与实践的一部有重要参考价值的综合性著作。内容包括斑潜蝇的经济重要性、寄主与食性、生活史和习性、生态学、检疫和法规防治、综合管理、持续控制的概念和原理、取样和监测技术以及研究方法等。本书弥补了当前国际上缺少关于斑潜蝇生态学和综合管理方面专著不足,同时详细地阐述和总结了当前国内外斑潜蝇研究的最新进展,涉及的内容全面而系统,对指导斑潜蝇的防治和研究工作具有重要意义,同时,该书对害虫管理中的某些共同性问题进行了深入的探讨,书末附有大量的参考文献。

本书可供科研人员、大专院校师生和从事农业生产的技术人员参考。

斑潜蝇的生态学与控制

康 乐

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

文化部印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

*

1996年5月第一版 开本: 850×1168 1/32

1996年5月第一次印刷 印张: 7 1/4

印数: 1-1000 字数: 201 000

ISBN 7-03-005424-5/Q·646

定价: 35.00元

本书承海南省农业厅资助出版

《斑潜蝇的生态学与持续控制》编辑委员会

主任委员：翟守政

副主任委员：邢诒桥

编辑委员会委员（按姓氏笔划排列）：

王春林 云宏涛 邢诒桥

何谭连 黄河清 翟守政

作者简介



康 乐，中国科学院动物研究所研究员，昆虫生态研究室主任。1982年、1987年和1990年分别获得学士、硕士和博士学位。1992年赴美国堪萨斯州立大学从事合作研究，1993年转入内布拉斯加（林肯）大学生物学院做博士后研究。现主要从事昆虫生态学与害虫管理研究。在1994—1996年期间曾多次担任全国和有关省（市）斑潜蝇封锁与防治技术培训班主讲教师，1996年4、5月间专程赴美国夏威夷、加利福尼亚和佛罗里达等州考查斑潜蝇防治与研究工作。1984年至今在国内外发表科学论文50余篇，出版专著两部，主编学术论文集两册。1992年获第三届中国青年科技奖，1994年获中国科学技术奖励基金会、中国昆虫学会奖励基金会首届青年科技奖。

序

多食性斑潜蝇是世界上蔬菜和观赏植物的重要害虫，有些种类甚至是检疫对象。本世纪 50 年代以来，由于其巨大的危害性，许多国家相继投入了大量的人力、物力和财力来研究斑潜蝇的生物学、生态学和综合防治。近年来，一些斑潜蝇种类在我国蔬菜、瓜类和花卉上突发成灾，其严重性和紧迫性极为突出，对我国的“菜篮子”工程建设和花卉生产构成严重的威胁。因此在生产实践中常有防治不适时、防治方法单一、防治效果欠佳等问题；在科学研究方面则是刚刚起步，深入、系统的科学研究亟待开展。

《斑潜蝇的生态学与持续控制》一书在此时出版，对于解决我国当前所面临的斑潜蝇危害问题很有启发和裨益。害虫的控制说到底是一个生态学问题，我们从该书的书名和涉及的内容可以看出作者的企图以及作者对此问题的深刻理解和认识。就斑潜蝇研究而言，该书所阐述的理论和实践问题的范围和深度无疑是值得称道的。因此，我本人认为该书是对斑潜蝇生态学和持续控制理论与实践的条理化、系统化的阐述和总结。综述现有的研究成果，在科学研究中往往具有总结历史、展望未来的作用，历来受到学术界的重视。该书作者不仅对现有成果进行了归纳、提炼和总结，而且溶入了作者对有关问题的综合分析和深刻认识，使得该书在许多内容上得到了提高和升华，具有很高的学术价值，对指导我国当前斑潜蝇的研究和防治工作具有重要意义。虽然该书讨论的

对象是斑潜蝇，但是我们可以通过该书所阐述的问题，从一个侧面来了解次要害虫地位的上升、害虫再猖獗、抗药性发展、害虫种类更替、生防和化防的结合以及害虫的持续控制等重大理论问题。所以，该书的意义并不限于斑潜蝇，书中提出的问题带有较强的普遍性，值得我们在今后的害虫管理工作中参考和借鉴。

我对该书的问世感到由衷的高兴与欣慰，我相信这部著作对我国斑潜蝇的研究和防治工作能起到促进和推动作用。我诚恳地希望国内外同行们能从此书中发现感兴趣的问题和有价值的信息，并期待着大家共同来丰富害虫生态学和持续控制的理论与实践。

中国科学院院士 张广学
动物研究所研究员

1995年12月1日于北京

前 言

斑潜蝇是潜蝇科中最大的属和类群之一，绝大部分种类潜食和为害植物的叶片，是最具经济重要性的一类昆虫。在第二次世界大战之前，斑潜蝇仅仅是某些作物上的次要害虫。随着有机氟和有机磷杀虫剂在世界范围的广泛使用，某些多食性的斑潜蝇种类一跃成为蔬菜和花卉上的重要害虫。同时，斑潜蝇对多种化学农药的抗性也明显地增加了。一些多食性的种类在世界范围内造成了巨大的经济损失，已被世界许多国家确定为检疫对象。

近年来，我国许多地区的蔬菜和花卉遭受到斑潜蝇的严重危害。斑潜蝇的猖獗成灾是我国农业生产上出现的新问题，我国对于这类害虫的防治与认识，不论在实践中还是在理论上都缺乏足够的技术储备和研究积累。次要害虫地位的上升是对现代害虫管理提出的严峻挑战，也是当前国际上害虫管理所面临的共同性难题。我国作为一个农业大国，世界上许多国家在害虫管理实践中所遇到的共同性问题我们都有可能遇到。斑潜蝇在未来较短时期内成为我国农业上又一类重大害虫的严峻现实已不可避免。

1994年和1995年间，我受农业部全国植保总站的邀请赴我国南方地区进行有关斑潜蝇生物学与防治的现场调查和技术培训。在此背景下，我广泛收集了大量有关资料，几经补充和不断完善才形成此书。

为了使本书在理论上更为系统，我在撰写过程中首先确定有关斑潜蝇的几个关键问题，然后围绕这几个问题进行深入的分析 and 拓展，从理论上阐明有共性和结论性的问题。国际上关于斑潜蝇的著作大部分属于分类学和地区性区系研究；即使在某些斑潜蝇的专著中涉及到生物学、经济重要性和防治方法等内容，但限于这些作者工作的目的性和研究背景，这些内容往往都是非常概

括和简要的。尽管每年有大量关于斑潜蝇生物学、生态学和控制的学术论文问世,但这方面的专著则很少见到。这就激励着我下决心对现有成果进行整理、归纳和提炼,以便上升到理论性的高度来指导生产实践,同时弥补斑潜蝇生态学和综合管理方面专著贫乏的缺憾。本书素材的选取和归纳以多食性斑潜蝇为主,然后补充其它斑潜蝇或潜叶蝇的资料,使有关问题得到比较完整的阐述。现代害虫管理是以生态学原理为基础的有害生物控制。因此,本书用大量的篇幅来介绍斑潜蝇的生物学和生态学,斑潜蝇控制的方法和监测技术也是本书的一个重点。斑潜蝇的治理并不是孤立的,书中对害虫管理中的某些重要理论和实践问题也做了阐述,书末所附的参考文献为读者提供了解世界各国专家撰写的有关论文和著作的线索。

海南省农业厅的领导积极支持和推动了本书的出版,并提供了全部的出版费用。在此我对他们这种尊重知识、崇尚科学、资助科研的高尚精神深表敬意和感谢。

本书的完成也得到中国科学院动物研究所领导及农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室的支持。美国的 M. Parrella, F. Petitt, D. J. Schuster, E. R. Oatman, J. Trumble 博士和农业部植物检疫实验所陈乃中先生赠送部分文献资料。中国科学院动物研究所陈永林、曾益良、汪兴鉴、杨龙龙、薛大勇先生,华南农业大学梁广文先生等阅读了本书的部分手稿并提出宝贵的修改意见。我的同事张民照先生负责了本书大部分文字输入和校对工作,张一芳女士负责插图的绘制。中国科学院动物研究所动物科学杂志社在承印本书的过程中给予了大力支持。在此我感谢所有为本书出版作出贡献的同事和朋友。

康 乐

1995 年 11 月 15 日于北京

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
1.1 潜食与潜叶昆虫	1
1.2 斑潜蝇及其种类	3
1.3 经济重要性	8
1.4 研究进展及展望	13
第二章 寄主与食性	17
2.1 取食方式	17
2.2 寄主的专化性	21
2.2.1 蕨类植物	22
2.2.2 木兰亚纲	23
2.2.3 金缕梅亚纲	24
2.2.4 石竹亚纲	24
2.2.5 第伦桃亚纲	24
2.2.6 蔷薇亚纲	26
2.2.7 菊亚纲	29
2.2.8 单子叶植物	33
2.3 多食性种类	37
第三章 生活史与习性	43
3.1 生活史	43
3.1.1 卵	43
3.1.2 幼虫	44
3.1.3 预蛹	47

3.1.4 蛹	47
3.1.5 成虫	47
3.2 成虫的习性与行为	48
3.2.1 羽化	48
3.2.2 求偶和交配	48
3.2.3 取食和产卵	49
3.2.4 日活动	49
3.3 幼虫的潜食行为	50
第四章 生态学	55
4.1 季节和年度发生动态	55
4.2 与温度和湿度的关系	56
4.3 与光照和光周期的关系	62
4.4 与寄主植物的关系	65
4.4.1 对寄主植物的选择性	65
4.4.2 对寄主植物的影响	70
4.4.3 在植物上的分布和种内竞争	71
4.5 与寄生性天敌的关系	73
4.5.1 寄生性天敌的种类	73
4.5.2 影响寄生和控制效力的因素	76
4.5.3 三级营养水平的相互作用	79
4.6 对杀虫剂的反应	81
第五章 检疫与法规防治	85
5.1 检疫对象	85
5.2 种类鉴定	86
5.2.1 形态鉴别	86
5.2.2 幼虫和蛹的鉴别	88
5.2.3 凝胶电泳	88

5.3 扩散和蔓延的途径	90
5.4 检疫处理与法规防治	94
5.4.1 植株修整	94
5.4.2 低温贮藏	94
5.4.3 熏蒸处理	95
5.4.4 辐射处理	96
5.4.5 根除措施	96
第六章 综合管理	99
6.1 潜蝇控制的历史	100
6.2 对植物产量的影响及其经济阈值	103
6.3 化学防治	107
6.3.1 化学杀虫剂	107
6.3.2 昆虫生长调节剂	119
6.4 农业防治	125
6.5 生物防治	126
6.5.1 寄生性天敌昆虫	126
6.5.2 微生物及其产物	135
6.6 害虫持续控制的含义	140
6.7 斑潜蝇持续控制中应注意的问题	142
6.7.1 正确的物种鉴定	144
6.7.2 加强检疫措施	144
6.7.3 加强生物学和生态学的研究	144
6.7.4 化学防治应充分考虑到害虫抗药性的发展	145
6.7.5 保护环境及农田生态系统的多样性	146
第七章 取样与监测技术	147
7.1 卵的取样和监测	147
7.1.1 镜检法	147

7.1.2 染色法	147
7.2 幼虫的取样和监测	148
7.2.1 简单直接计数法	148
7.2.2 目测分级法	149
7.2.3 存在-不存在取样法	150
7.2.4 等茎取样法	150
7.2.5 分层取样法	151
7.2.6 序贯抽样法	152
7.2.7 二项取样法	153
7.3 蛹的取样和监测	154
7.3.1 蛹盘法	154
7.4 成虫的取样和监测	155
7.4.1 扫网法	155
7.4.2 黄卡诱捕法	155
7.4.3 粘着杯诱捕法	156
7.5 种群的物候预测	157
第八章 研究方法	159
8.1 标本的采集与制作	159
8.1.1 标本的采集	159
8.1.2 标本的制作	160
8.1.3 雄虫外生殖器标本的制备	161
8.2 斑潜蝇的群体饲养和繁殖	162
8.2.1 常规饲养	162
8.2.2 在植株上获得均匀布卵的饲养技术	164
8.2.3 克隆种群的建立	164
8.3 寄生蜂的饲养和繁殖	165
参考文献	167
附录	205

第一章 绪 论

1.1 潜食与潜叶昆虫

潜叶蝇 (leafmining fly) 是主要的潜食性昆虫类群。为了更好地理解斑潜蝇的生物学和生态学, 我们首先应该了解潜食性昆虫的一些共性和基本特征。潜食 (mining) 是昆虫的一种特殊取食习性, 它是以形成潜道 (mine) 为其主要特点。按照 Hering (1951) 的定义, 潜道是由昆虫幼虫在植物薄壁组织和表皮内部形成的取食道。在这些组织中, 表皮或者至少外壁不被危害, 使潜道与外界相隔离。相应地这个潜道既是昆虫幼虫的生活空间, 同时也是取食空间。正常情况下, 这些潜道是在植物叶片的绿色薄壁组织中形成的。但是, 有时这些潜道也可以形成在果实、茎秆和根的薄壁组织中。如果这个取食道是在茎秆、根和果实的髓部组织或者任何植物器官的绿色薄壁组织以外或以下的组织形成, 都不应视为昆虫的潜道。

一个潜道的构成反映了昆虫幼虫取食习性的特化, 并可以与其它的取食习性明显相区别。有些取食类型很容易与潜食相混淆, 以下三种取食类型都不属于潜食性。第一种类型是一层表皮和薄壁组织以下的一部分被昆虫吃掉。第二种类型整个薄壁组织均被吃掉, 仅留下一层后表皮, 这被称之为窗食 (window feeding)。第三种类型是吃掉包括上下表皮的所有组织, 而只保留下叶脉。潜食与上述取食习性的最大差别在于上、下表皮均被完整地保留下来。有时, 表皮虽被吞食, 但表皮毛 (常常是一些多毛植物) 附属物被原样保留, 这样也形成潜道。这种情况在夜蛾科的白虫 (*Eublemma noctualis*) 潜食蜡菊属 (*Helichrysum*) 植物时很常见。

迄今, 还没有关于昆虫成虫可以形成潜道的记载。有些隐喙

象科的成虫可以将其喙插入到植物薄壁组织中，能产生一个类似与潜道的食斑。虽然这是由取食形成的，但是，这与前面的定义也不符合，因为这类昆虫并不生活在这个取食道中。虫瘿（gall）与潜道有一定的联系。虫瘿是植物对昆虫入侵者的存在产生的一种非常明确的反应。然而，在潜道与虫瘿之间有一些过渡类型。因此，可以说潜道是虫瘿的最初级类型，而虫瘿是潜道的高度特化。

总之，任何一种昆虫的潜道都要具备以下几个特征：① 幼虫在植物组织内取食；② 在这些组织内水平或垂直地扩展空间；③ 定向的取食。因此，潜道必须同时是昆虫幼虫取食和生存的空间。

能够形成潜道的昆虫主要存在于4个目中，即鳞翅目、双翅目、膜翅目和鞘翅目。有人发现某些鳞翅目昆虫可以形成潜道，但有待进一步证实。据观察，许多情况下它们是在其它昆虫形成的巢内共生。

在鳞翅目中，有潜食习性的种类主要在谷蛾总科，特别是微蛾科和细蛾科昆虫，有时麦蛾科、尖翅蛾科、雕蛾科等也有一些潜食性种类。在膜翅目中，潜食性种类主要集中在叶蜂科。鞘翅目中的潜食性昆虫类群主要涉及到吉丁虫科、叶甲科和象甲科的某些种类。

双翅目中潜食性种类很多，主要种类都集中在潜蝇科（Agromyzidae）中。另外，在实蝇科、缟蝇科、茎蝇科、果蝇科和水蝇科等中，也有一些潜食性种类。双翅目昆虫形成的潜道特征有以下4点：① 所有的潜道，包括主要的和次要的潜食轨迹都是可见的；② 粪便是被排在线形的潜道两边；③ 当潜道是完全直线形的，具有两个圆形开口并发现在水生植物上，则是由摇蚊科的幼虫引起的；④ 一个潜道内只有一头幼虫，而且在潜道内无棕色的头壳或者裸蛹。

对潜食性昆虫进行专门性研究的科学被称之为潜食性昆虫学（hyponomology）（Hering 1951）。现在，该学科已被昆虫—植物关系的研究所覆盖。

1.2 斑潜蝇及其种类

斑潜蝇是指双翅目 (Diptera) 潜蝇科 (Agromyzidae) 植潜蝇亚科 (Phytomyzinae) 斑潜蝇属 (*Liriomyza* Mik) 的蝇类昆虫。斑潜蝇成虫体形短小, 体长 1.5—4.0mm, 其幼虫潜入叶片中取食形成潜道或斑块, 是农作物、蔬菜和花卉等植物上的重要害虫。由于体小, 常被忽视, 直至形成大爆发或成灾时才引起人们的注意。成虫的主要形态特征是: 额黄色, 眼眶与额面位于同一平面; 眶毛后倾, 上眶鬃 2 根; 中胸背板黑色, 小盾片黄色, 盾前区一般黑色, 肩胛通常黄色, 并且有一小的褐色斑点, 侧斑大部分黄色; 前缘脉加粗达中脉 m_{1+2} 脉末端, 后者终止于近翅尖处, 亚前缘脉末端变为一皱褶, 并终止于前缘脉折断处, 雄性第 9 背板内缘具毛, 且不成黑色。

一般认为全世界已记载的昆虫接近 100 万种, 其中蝇类大约是 10 万种, 潜叶蝇科有 2517 种 (Henshaw and Howse 1992)。斑潜蝇属 (*Liriomyza* Mik) 从 1894 年建立以来, 迄今已记载 300 多种 (Parrella 1987, Henshaw and Howse 1992), 是潜蝇科中第三大属和最大的类群之一。据统计, 该属中 130 种分布于古北区, 100 余种分布于新北区, 30 余种分布于新热带区, 10 余种分布于东洋区; 全北区的斑潜蝇种类占整个属种类的 80% 以上。因此, 从斑潜蝇属的分布来看, 它们虽广泛分布但主要集中分布于世界的温带地区, 仅有少部分种类分布于热带。

潜蝇科中 75% 的种类 (约 1800 种) 以潜叶形式取食和为害植物 (Spencer 1973)。在斑潜蝇属 (*Liriomyza*) 中, 除 3 种蛀食植物种子 (Iwasaki 1993)、一种潜食块茎 (Spencer 1974) 和少数潜茎及蛀茎的种类外, 几乎所有的种类都是潜叶的。由于斑潜蝇幼虫潜食叶肉形成的潜道形似弯曲的蛇, 因此, 在美国斑潜蝇属 (*Liriomyza*) 的昆虫也被统称为蛇形潜叶蝇 (serpentine