



尤民生 魏 辉 主编

小菜蛾的 XIAOCAIE DE YANJIU 研究



中国农业出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助

小菜蛾的研究

尤民生 魏 辉 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

小菜蛾的研究/尤民生, 魏辉主编. —北京: 中国农业出版社, 2007. 7

国家科学技术学术著作出版基金资助

ISBN 978-7-109-11702-0

I. 小… II. ①尤…②魏… III. 小菜蛾—研究 IV. Q969.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 083086 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100026)

责任编辑 张洪光

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17.5 插页: 4
字数: 396 千字 印数: 1~1 500 册

定价: 100.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书深入系统地介绍了小菜蛾的研究进展与防治技术。全书共分9章，主要包括小菜蛾的研究概述、主要生物学特性，时空分布格局和生态位，环境因素与发生的关系，化学生态学，生物防治，化学防治，抗药性及其治理，综合治理技术等。

本书可供从事植物保护学、昆虫学、生态学的科研、教学及农业技术推广人员使用。

主编：尤民生 魏 辉

参加编写人员（按姓氏笔画排列）：

刘 新 李志胜 杨 广

吴梅香 傅建炜 蔡鸿娇

前言

小菜蛾 [*Plutella xylostella* (L.)] 属鳞翅目菜蛾科，是为害十字花科蔬菜的一种重要害虫，在所有栽培十字花科蔬菜的国家和地区都有发生为害的记录，被认为是分布最广泛的鳞翅目昆虫。由于其发生世代多，繁殖能力强，寄主范围广，抗药性水平高，给防治工作带来极大的困难，在东南亚部分地区可造成 90% 以上的蔬菜产量损失，全世界每年因小菜蛾造成的损失和防治费用达 10 亿美元。小菜蛾在我国各地均有分布，尤其在长江流域和南方沿海地区发生严重，给我国蔬菜生产造成严重影响。

害虫综合治理 (IPM) 是控制害虫的有效策略和途径，生物防治是 IPM 的一个重要组成部分，结合生物防治将各种控制措施有效合理地应用到整个体系中，也是 IPM 取得成功的关键。小菜蛾生长发育的各个阶段都有相应的天敌，生物因子在控制小菜蛾种群数量变化上起着极其重要的作用。管致和先生 1965 年就指出：“在我国南方，气候和食物条件不是影响小菜蛾消长的主要因素，尤其值得进行天敌的调查，为防治开辟道路。”然而，20 世纪 70 年代末以来，在蔬菜生产中形成的以化学杀虫剂为主的小菜蛾防治工作没有得到根本改观。据不完全统计，小菜蛾大约已对有机氯、有机磷、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯、昆虫生长调节剂等 50 多种杀虫剂产生了明显的抗性，包括对农用抗生素类杀虫剂刺糖菌素和苏云金芽孢杆菌 (*Bacillus thuringiensis*, Bt) 产生了抗药性。由于在实验室条件下选育出的小菜蛾抗性种群可在高表达 Bt 毒素 CryIIIC 转基因花椰菜上完成生活史，依靠转基因作物防治小菜蛾面临严峻的挑战。化学杀虫剂的大量使用也使得菜田黄曲条跳甲等其他害虫为害加重，同时，农药残留也带来了一系列生态和社会问题。随着人们对绿色食品、有机食品和健康食品的要求愈来愈高，优质洁净的蔬菜生产已成为人们生活的

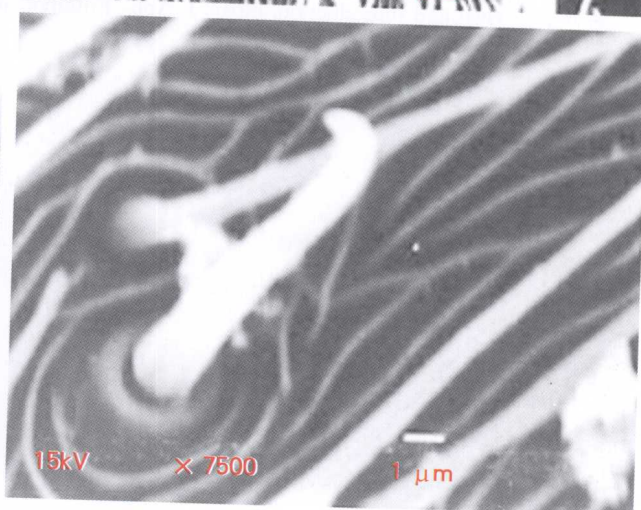
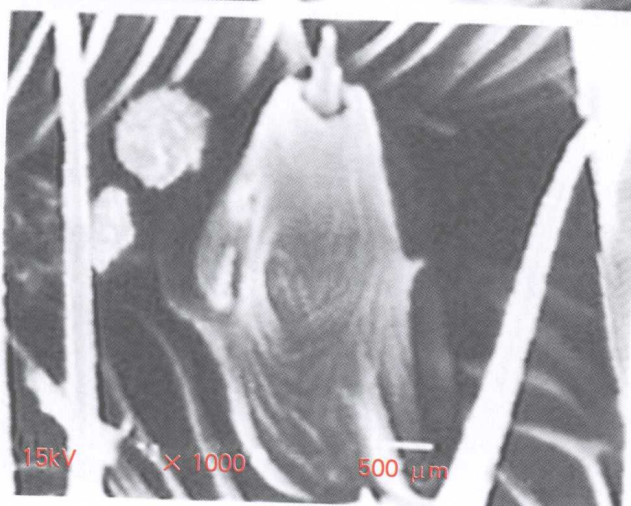
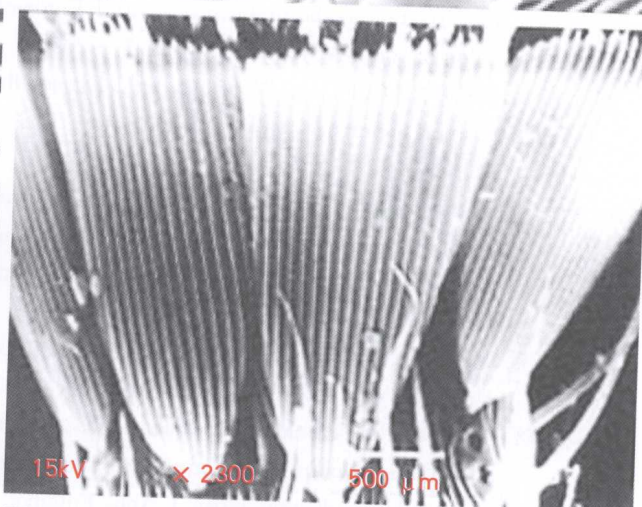
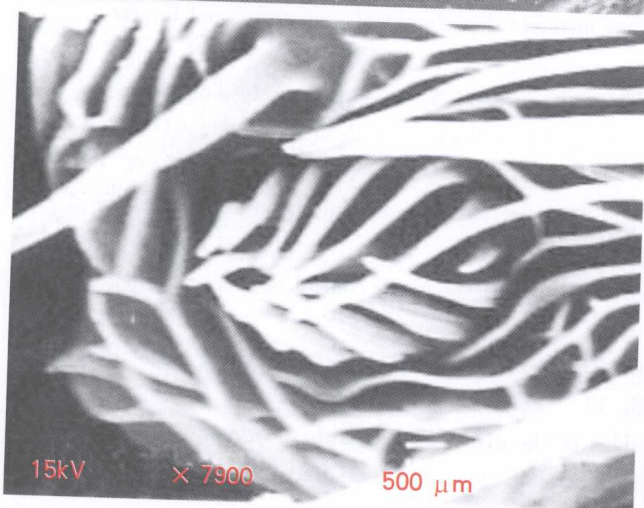
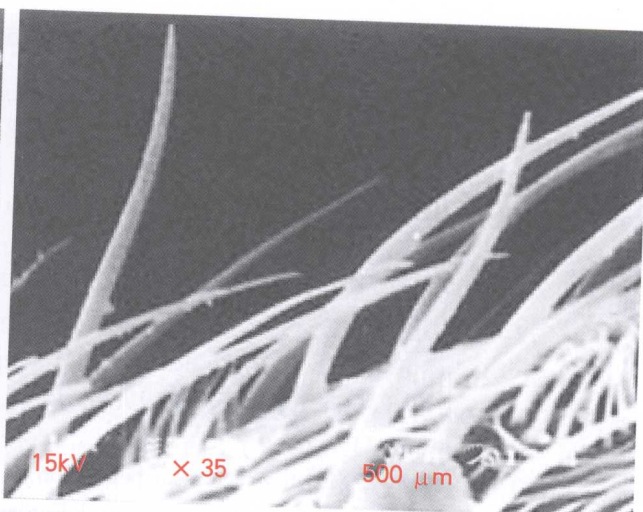
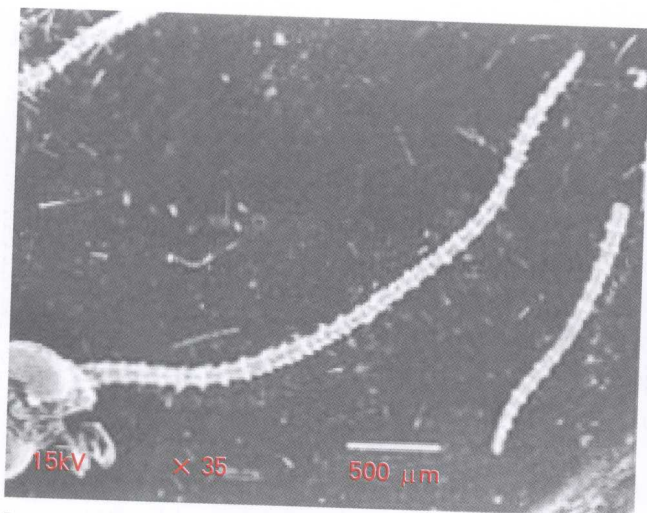
必然要求。因此,在蔬菜生产中,应强调合理使用化学杀虫剂,恢复由于杀虫剂滥用而破坏的菜田生态系统,充分利用自然因素的控制作用,采用持续控制的策略和技术,有效控制小菜蛾等优势害虫的猖獗为害,以确保蔬菜生产的健康、持续和稳定发展。

早在 20 世纪 80 年代初,国家已将小菜蛾列为重点研究的蔬菜害虫之一。近些年来,国家或地方加大了对小菜蛾成灾机理和防治策略等方面的基础性研究,在国家自然科学基金的面上项目、重点项目和倾斜项目中,先后立项资助小菜蛾的研究,这些为进一步阐明小菜蛾的猖獗发生原因及其种群动态机理,开展有效的防治工作奠定了坚实的基础,也使我们在防治小菜蛾的过程中,能充分利用现代高新技术手段,改变防治工作的被动局面。在这期间,许多科技工作者进行了卓有成效的研究,取得了一系列的研究成果。自 1992 年以来,我们承担了加拿大国际发展署(CIDA)项目“可持续农业的管理”、国家教委留学回国人员基金项目“菜田昆虫群落的研究”、国家自然科学基金“黑芥子酶基因在十字花科蔬菜防御小菜蛾中的作用”、教育部重点项目“蔬菜挥发性物质及对小菜蛾绒茧蜂的作用”、福建省教委科研项目“小菜蛾种群数量变动规律及其控制对策的研究”、福建省自然科学基金“小菜蛾综合治理的应用基础研究”、福建省自然科学基金重点项目“植物—小菜蛾—杀虫剂相互作用及其机制的研究”、福建省重大科技项目“菜田生物群落多样性与主要害虫持续控制”、福建省重点科技项目“小菜蛾可持续控制的研究”、福建省重点科技项目“土荆芥精油对蔬菜害虫的生物活性及其应用研究”等课题,重点对菜田节肢动物群落结构及其多样性,小菜蛾种群发生、发展规律,小菜蛾生物防治,植物次生物质对小菜蛾种群的控制作用,主要化学杀虫剂对小菜蛾种群的控制效果及其综合治理等进行较为全面系统的研究,掌握了小菜蛾发生变化机理,提出了解决小菜蛾非化学控制策略和途径,并应用小菜蛾种群持续控制的技术和措施,使小菜蛾种群的猖獗为害得到有效控制。

鉴于我国在小菜蛾基础理论和防治实践中进行了大量的研究工作,尤其是 20 世纪 80 年代以来,小菜蛾在十字花科蔬菜上猖獗发生和为害,广大科技

工作者和菜农在预测和防治的理论和实践方面取得了显著的成绩，许多研究成果具有明显的创新和特色，很有必要进行总结和推广。为此，福建农林大学应用生态研究所接受中国农业出版社的邀请，由从事小菜蛾研究的工作者分工编写了这本专著，本书共分九章，其中第一章由尤民生、魏辉撰写，第二章由魏辉、李志胜撰写，第三章由李志胜、尤民生撰写，第四章由魏辉、尤民生撰写，第五章由杨广、魏辉撰写，第六章由吴梅香撰写，第七章由刘新、傅建炜撰写，第八章由傅建炜、尤民生撰写，第九章由蔡鸿娇、魏辉撰写。本书内容涉及国内外有关小菜蛾的基础理论研究及应用研究现状、进展，主要包括小菜蛾的研究概述、主要生物学特性、时空分布格局和生态位，环境因素与发生的关系，化学生态学，生物防治，化学防治，抗药性及其治理，综合治理技术。本书除编入作者近年来的最新研究成果外，还大量收集了迄今国内外小菜蛾方面的最新研究成果、研究进展，力求能全面、系统地反映国际上对小菜蛾的研究与防治工作现状，旨在使广大读者对小菜蛾的发生与防治有一个全面、系统、深入的了解。

在书稿编写过程中得到了各方面的关心、支持和帮助。华南农业大学庞雄飞院士生前对书稿构架提出宝贵意见，福建农林大学学报编辑部蒋元霖编审帮忙审阅初稿，福建农林大学生物防治研究所刘长明研究员帮助绘制小菜蛾形态图，福建省农业科学院植物保护研究所林坚研究员在描述形态特征方面给予帮助，福建省农业科学院植物保护研究所实习研究员吴玮、李建宇，中国科学院动物研究所博士研究生黄顶成，福建农林大学博士研究生孙红霞、郑云开，硕士研究生赵建伟、王海、李兵、骆兰、林槿、李文文帮忙整理部分资料和文献校对，Canadian Forest Service (Corner Brook, Newfoundland) 图书馆帮忙查找和提供部分参考文献，中国农业出版社张洪光编审和编辑部的有关人员为本书的筹划和编写给予许多鼓励和帮助，并为本书的出版付出了辛勤的劳动，我们谨在此一并致以衷心的感谢。由于书中内容涉及面广，相关文献资料浩若烟海，科学研究日新月异，加上著者的水平有限，疏漏和错误之处在所难免，恳请各位专家和广大读者批评指正。

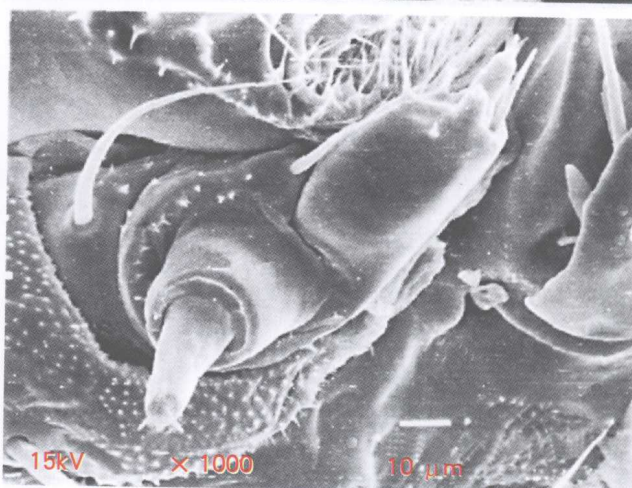
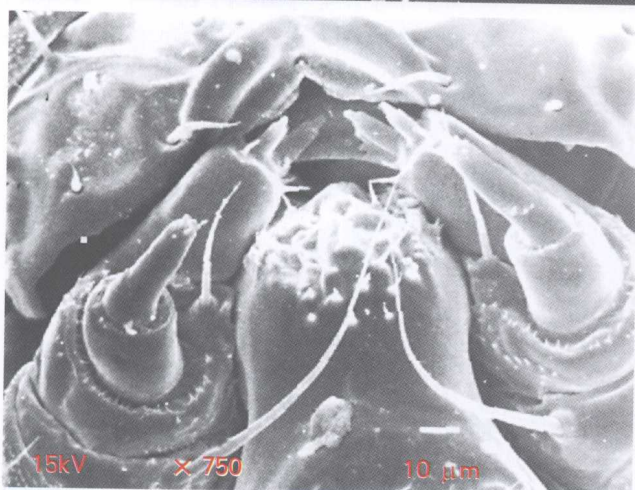
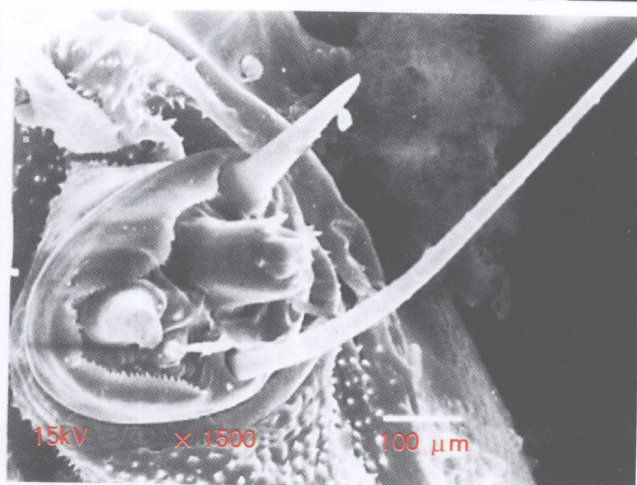
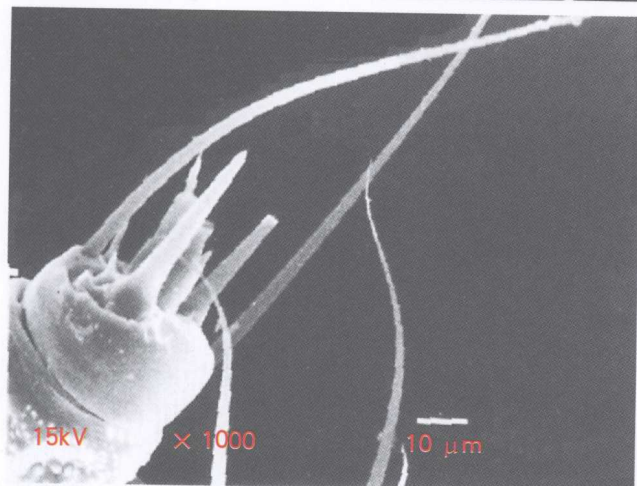
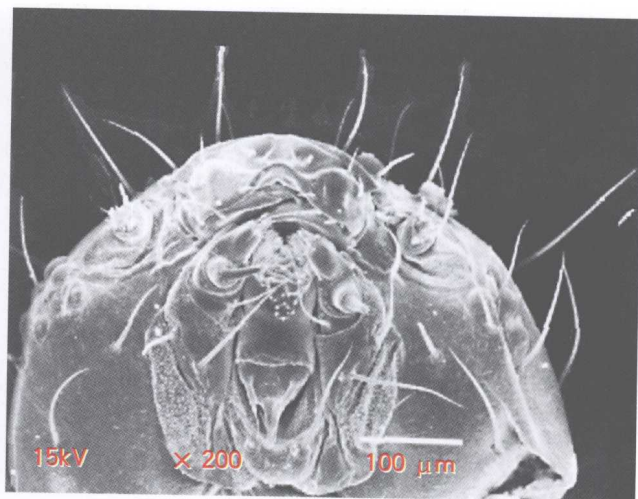
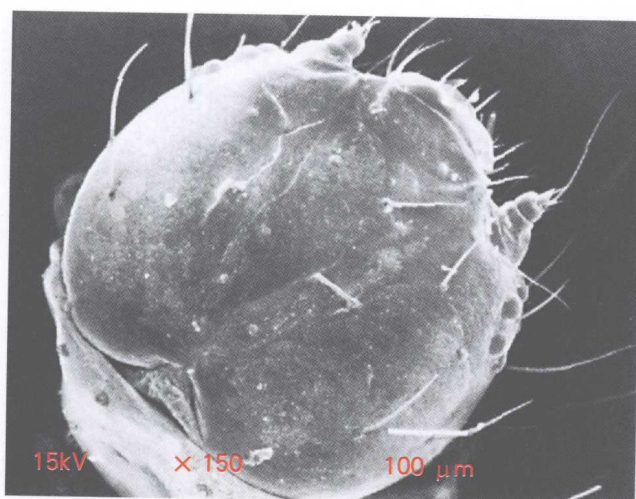


图版 I 小菜蛾成虫触角部分化学感器

1. 小菜蛾成虫触角 2. 毛形感器和刺形感器 3. 腔锥感器
4. 鳞形感器 5. 栓锥感器 6. 具弯端感器

(杨广, 2001)

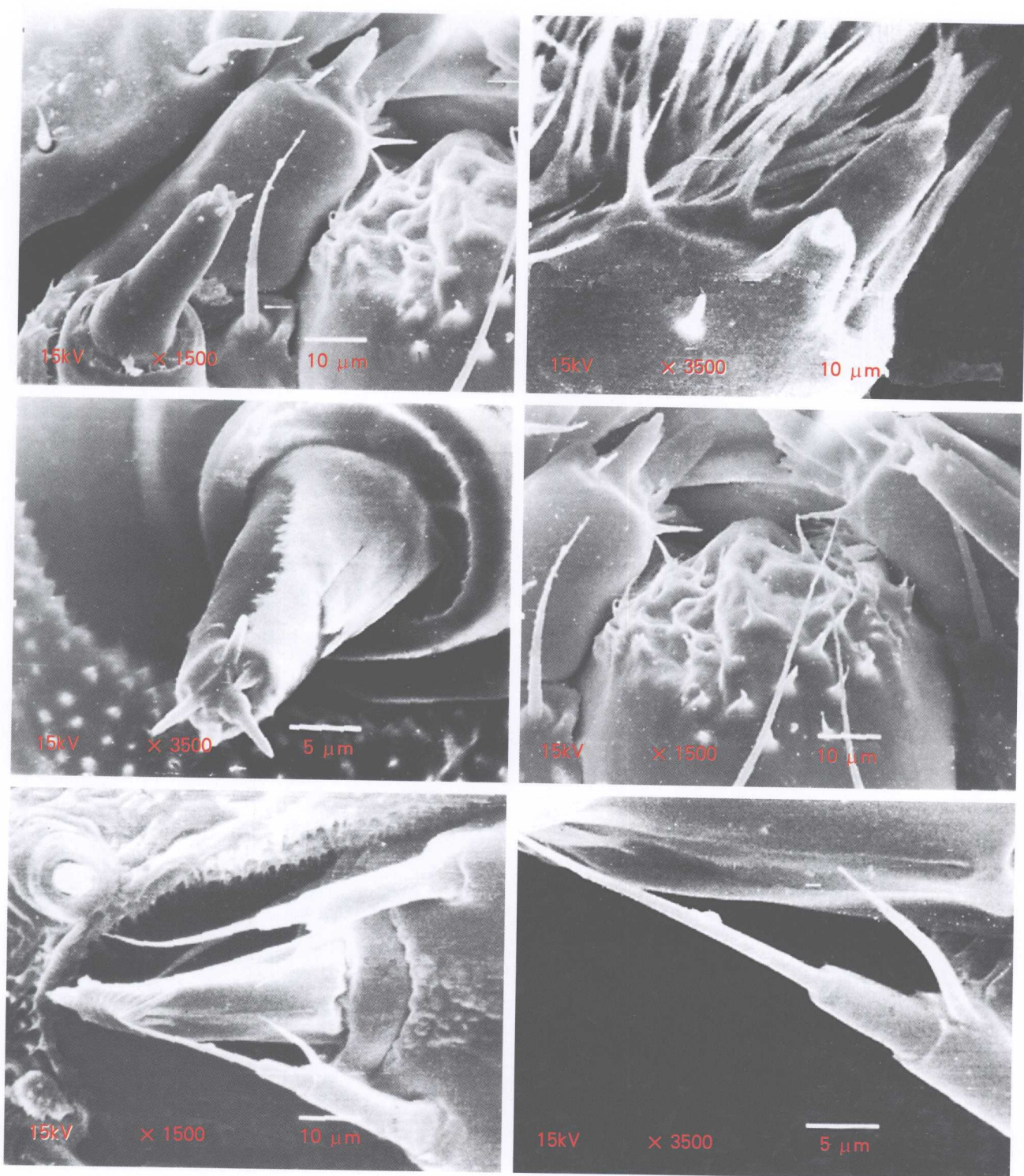
1	2
3	4
5	6



图版 II 小菜蛾幼虫头部部分化学感器(一)

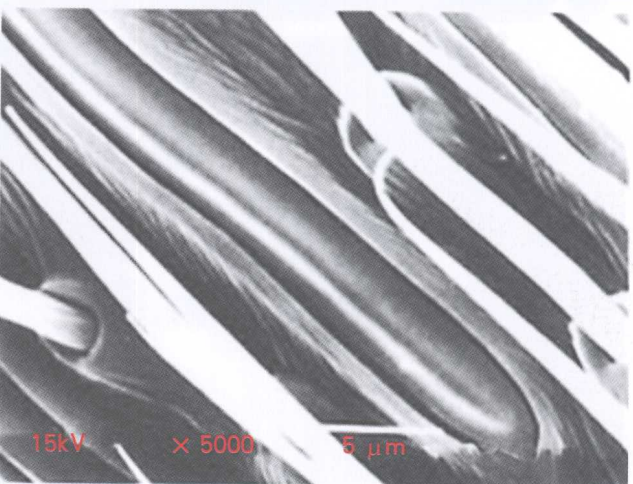
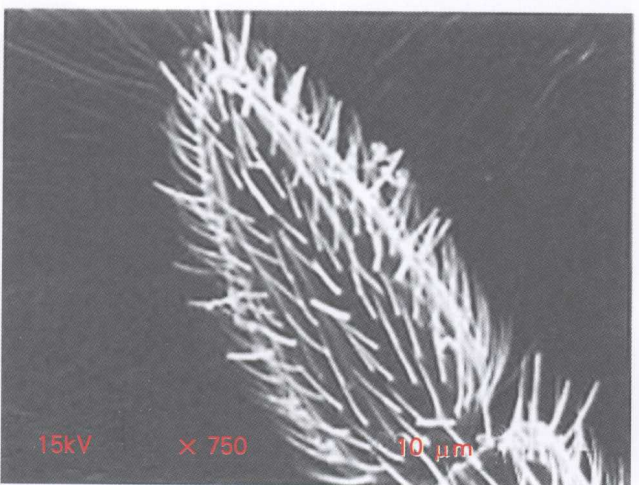
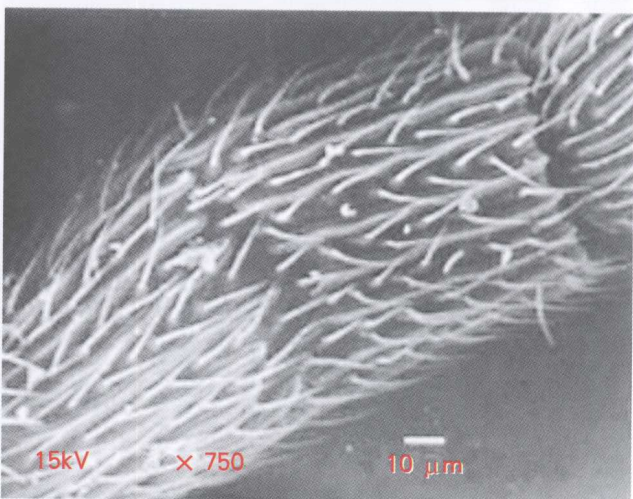
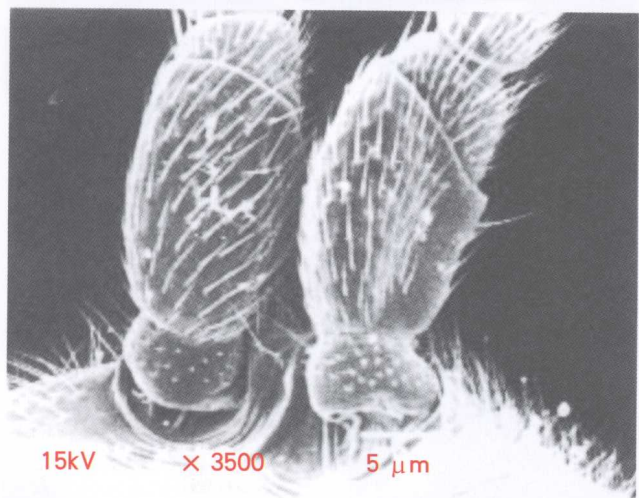
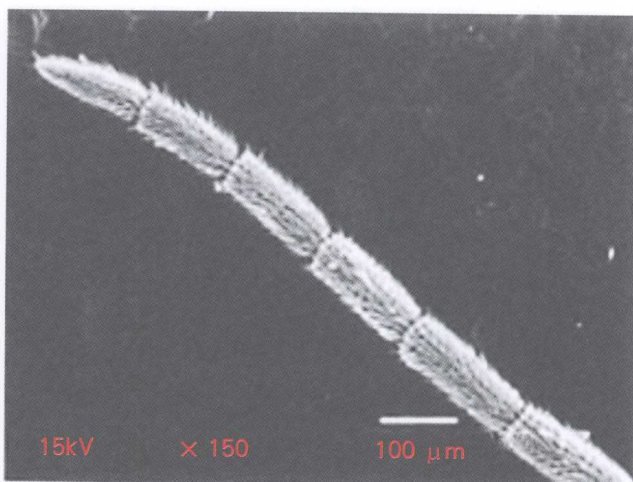
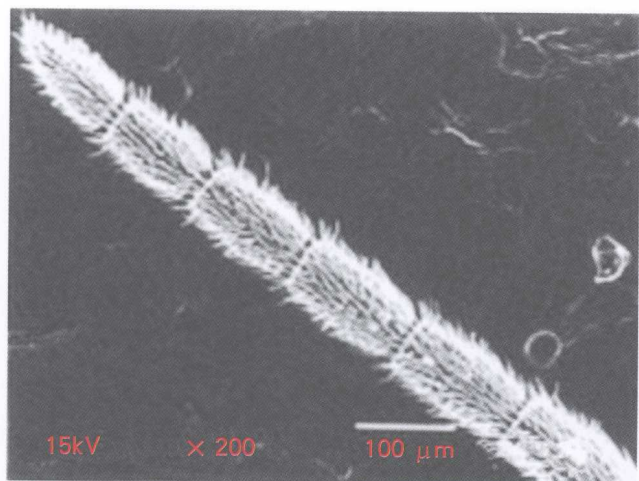
1. 幼虫头部正面观 2. 幼虫头部腹面观 3. 幼虫触角侧面观
4. 幼虫触角正面观 5. 幼虫上、下颚 6. 幼虫外颚叶和下颚须
(魏辉, 2002)

1	2
3	4
5	6



图版 II 小菜蛾幼虫头部化学感器(二)

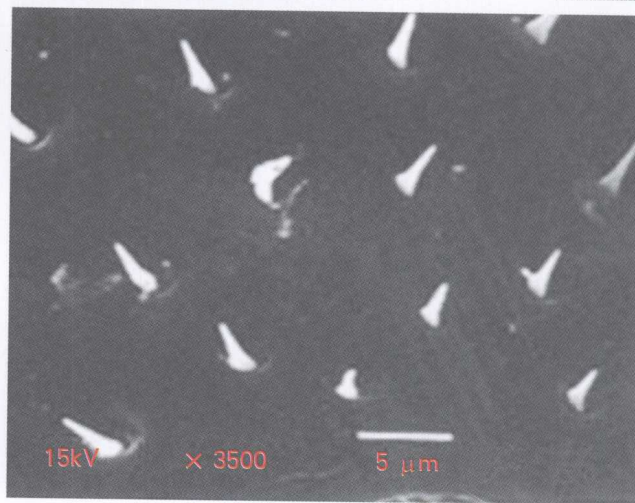
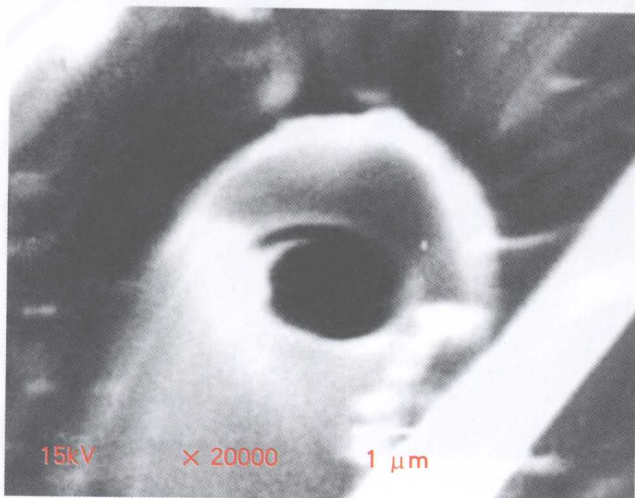
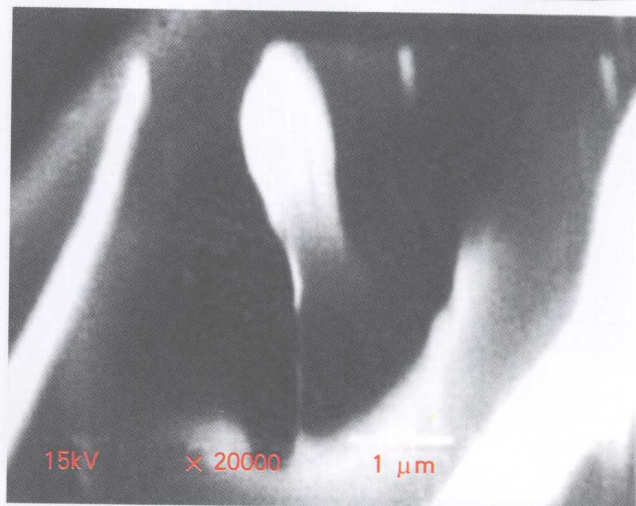
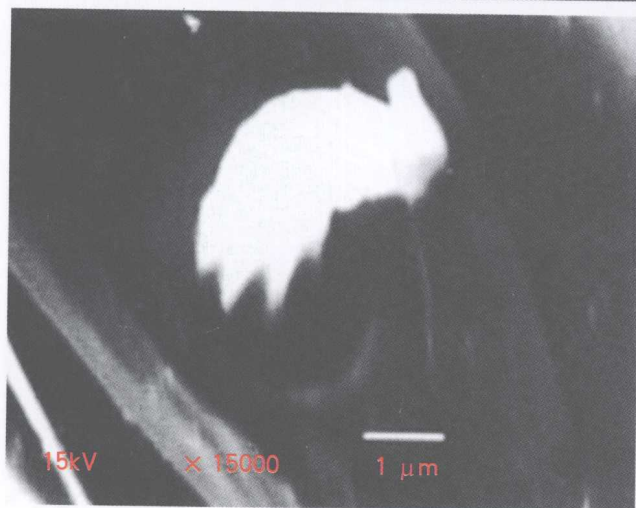
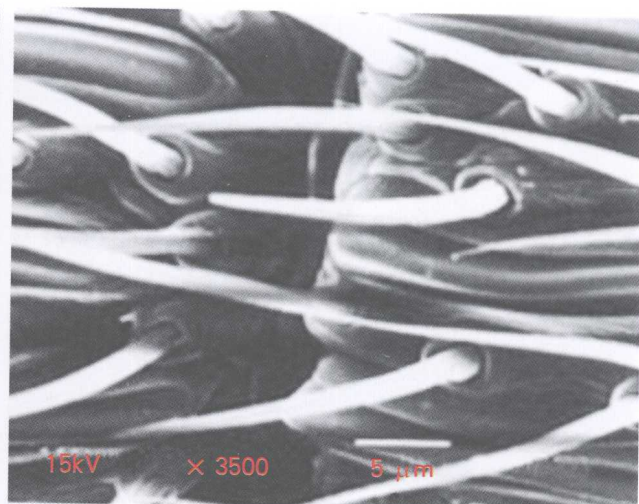
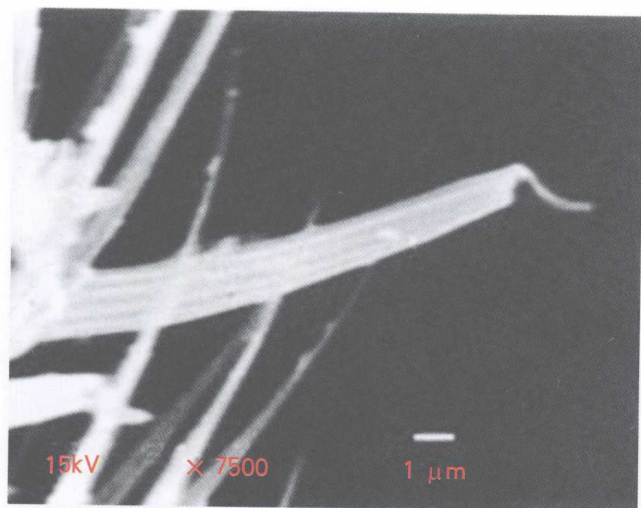
1. 幼虫下颚 2. 幼虫外颚叶 3. 幼虫下颚须
4. 幼虫下颚间感器 5. 幼虫下唇须和吐丝器 6. 幼虫下唇须
(魏辉, 2002)



图版III 小菜蛾绒茧蜂触角部分化学感器(一)

1. 雌蜂末端鞭节 2. 雄蜂末端鞭节 3. 柄节和梗节
4. 一鞭节 5. 刺形感器 6. 板形感器
(杨广, 2001)

1	2
3	4
5	6



1	2
3	4
5	6

图版Ⅲ 小菜蛾绒茧蜂触角部分化学感器(二)

1. 具孔刺形感器 2. 栓锥形感器 3. 端孔坛形感器

4. 坛形感器 5. 腔形感器 4. 蒲姆氏鬃

(杨广, 2001)



彩版 小菜蛾各发育阶段形态图

1.雄成虫 2.雌成虫 3.雌雄交配 4.卵 5.一龄幼虫 6.二龄幼虫
7.三龄幼虫 8.四龄幼虫 9.蛹

(魏辉 赵建伟摄)

1	2	3
4	5	6
7	8	9

目 录

前言

第一章 小菜蛾的研究概述	1
一、小菜蛾的起源与分布	1
二、小菜蛾的发生与为害	2
三、小菜蛾的研究概况	3
参考文献	7
第二章 小菜蛾主要生物学特性	10
第一节 小菜蛾的形态特征	10
一、卵	10
二、幼虫	10
三、蛹	10
四、成虫	11
第二节 小菜蛾的寄主范围	12
第三节 小菜蛾的主要生活习性	14
一、小菜蛾成虫的产卵习性	14
二、小菜蛾幼虫的取食习性	17
三、小菜蛾成虫的趋光性	18
四、小菜蛾越冬与迁移	18
参考文献	19
第三章 小菜蛾种群的时空分布格局和生态位	22
第一节 小菜蛾种群的时间分布格局	22
一、小菜蛾的发生世代	22
二、小菜蛾种群的季节消长动态	23

第二节 小菜蛾种群的空间分布格局及抽样技术	23
一、小菜蛾卵、幼虫和蛹的空间分布格局与抽样技术	23
二、小菜蛾空间分布的边际效应及分层抽样	27
三、小菜蛾垂直分布及运动规律	29
四、性诱剂作用下小菜蛾成虫的空间分布格局	30
第三节 小菜蛾的种群生态位	30
参考文献	33
第四章 环境因素与小菜蛾发生的关系	35
第一节 温度对小菜蛾生长发育的影响	35
一、小菜蛾的发育起点温度与有效积温	35
二、小菜蛾的过冷却点温度	36
三、温度对小菜蛾发育速率的影响	36
四、温度对小菜蛾存活率的影响	38
五、温度对小菜蛾繁殖的影响	39
六、温度对小菜蛾实验种群增长的影响	40
第二节 降雨对小菜蛾发生的影响	40
第三节 栽培制度对小菜蛾发生的影响	41
一、蔬菜田块布局对小菜蛾种群发生的影响	41
二、蔬菜品种布局对小菜蛾种群发生的影响	41
三、栽培方式对小菜蛾种群发生的影响	42
第四节 寄主植物对小菜蛾发生的影响	43
一、小菜蛾的寄主选择性	43
二、寄主植物对小菜蛾生长发育的影响	46
三、小菜蛾寄主植物的抗虫性	47
四、小菜蛾对寄主植物的诱导抗性	49
第五节 不同季节小菜蛾自然种群生命表	50
第六节 小菜蛾的地理种群特征	54
一、小菜蛾不同地理种群的生物学差异	54
二、小菜蛾不同地理种群的遗传多样性分析	54
参考文献	58
第五章 小菜蛾的化学生态学研究	61
第一节 研究技术和方法	62

一、植物挥发性物质的提取方法	62
二、植物挥发性物质的分析技术	64
三、植物挥发性物质生物活性测定方法	66
第二节 植物挥发性物质在蔬菜和小菜蛾之间化学通讯中的作用	67
一、植物挥发性物质对小菜蛾产卵的影响	67
二、植物挥发性物质对小菜蛾寄主选择行为的影响	68
第三节 挥发性物质在小菜蛾和寄生蜂之间化学通讯中的作用	69
第四节 挥发性物质在蔬菜、小菜蛾和寄生蜂间化学通讯中的作用	70
第五节 非嗜食植物次生物质对小菜蛾的生物活性	72
第六节 小菜蛾性信息素的研究	76
一、小菜蛾性信息素的组成和合成	76
二、小菜蛾性诱剂引诱作用的影响因素	77
三、小菜蛾性诱剂的应用	80
四、小菜蛾性诱剂的使用技术	81
第七节 小菜蛾和小菜蛾绒茧蜂化学传感器的结构和功能	82
一、小菜蛾触角结构与功能	82
二、小菜蛾成虫跗节上化学传感器的结构与功能	83
三、小菜蛾成虫产卵器上化学传感器的结构与功能	84
四、小菜蛾幼虫头部的化学感器	84
五、小菜蛾绒茧蜂触角结构与功能	85
参考文献	86

第六章 小菜蛾的生物防治

第一节 小菜蛾生物防治概述	96
一、天敌昆虫的利用	97
二、昆虫病原微生物的利用	98
第二节 捕食性天敌及其对小菜蛾的控制作用	100
一、捕食性天敌类群	100
二、三突花蛛的生物学特性及其对小菜蛾的控制作用	101
三、黄足隘步甲对小菜蛾的控制作用	105
四、捕食性天敌应用中存在的问题及解决途径	106
第三节 寄生性天敌及其对小菜蛾的控制作用	106
一、主要寄生性天敌类群	106