

柑橘害虫研究

Studies on Citrus Insect Pests

黄明度 主编

Edited by Huang Mingdu



中山大学出版社

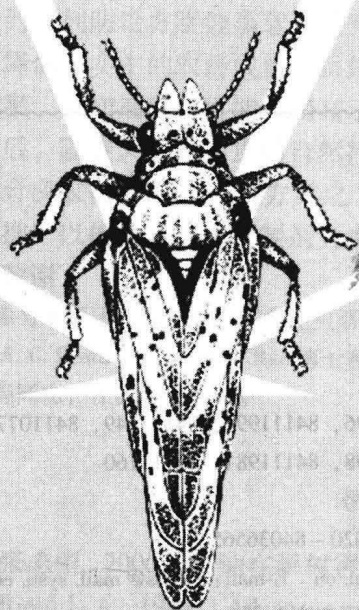
SUN YAT-SEN UNIVERSITY PRESS

柑橘害虫研究

黄明度 主编

编者（按姓氏笔画排列）

杨悦屏 欧阳革成 黄明度 熊锦君



中山大学出版社

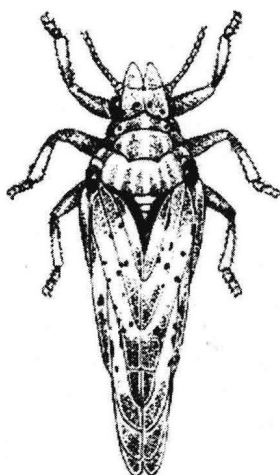
· 广州 ·

Studies on Citrus Insect Pests

Edited by
Huang Mingdu

Contributores(By the first letter of surname)

Huang Mingdu Ouyang Gecheng Xiong Jijun Yang Yueping



SUN YAT-SEN UNIVERSITY PRESS

Guangzhou, P.R.C.

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

柑橘害虫研究/黄明度主编. —广州: 中山大学出版社, 2009. 11
ISBN 978 - 7 - 306 - 03480 - 9

I. 柑… II. 黄… III. 柑橘类果树—植物害虫—研究 IV. S436.661.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 171747 号

出版人: 祁 军

策划编辑: 蔡浩然

责任编辑: 蔡浩然

封面设计: 林绵华 曾 斌

责任校对: 杨文泉

责任技编: 何雅涛

出版发行: 中山大学出版社

电 话: 编辑部 020 - 84111996, 84111997, 84113349, 84110779

发行部 020 - 84111998, 84111981, 84111160

地 址: 广州市新港西路 135 号

邮 编: 510275 传 真: 020 - 84036565

网 址: <http://www.zsup.com.cn> E-mail: zdcbs@mail.sysu.edu.cn

印 刷 者: 广东佛山市南海印刷厂有限公司

规 格: 787mm × 1092mm 1/16 29.625 印张 680 千字

版次印次: 2009 年 11 月第 1 版 2009 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 99.00 元

如发现本书因印装质量影响阅读, 请与出版社发行部联系调换

内 容 简 介

中国柑橘种植面积居世界首位，在我国农业生产中占重要位置，柑橘也是我国重要的出口商品。本书汇集了作者长期从事柑橘害虫研究所发表的论文，包括应用基础研究和应用研究；其内容涉及柑橘害虫的动态规律、害虫与天敌的关系、柑橘生长发育规律、柑橘被害损失和经济阈值、天敌抗药性的遗传改良、柑橘园节肢动物群落动态以及以矿物油乳剂为基础的柑橘害虫综合治理策略和方法。

本书是一部既有理论又有实践经验的柑橘害虫综合治理文集，可作为从事柑橘害虫研究和柑橘绿色生产病虫害防治的参考。

前 言

从1985年至1989年,广东省昆虫研究所昆虫生态研究室承担了国家自然科学基金课题“华南柑橘害虫综合治理”的研究任务,同时得到国家科技攻关项目的资助,开展了柑橘害虫管理系统研究,对柑橘主要害虫的动态规律、害虫与天敌的关系、天敌抗药性及抗药品系的筛选和遗传分析、柑橘的生长发育规律、柑橘被害损失及经济阈值、杀虫剂对柑橘园节肢动物群落的影响等进行系统研究。其研究结果对于我国柑橘害虫综合治理策略和措施的制定提供了重要的科学依据。20世纪90年代,柑橘潜叶蛾在地中海沿岸的柑橘生产国和美国相继发生,21世纪初,柑橘黄龙病的传毒昆虫——柑橘木虱也在美洲和亚洲的不少国家普遍发生,本研究结果被广泛重视并引用。1993年至2000年,在澳大利亚国际农业研究中心和中国农业部的资助和支持下,昆虫生态研究室在上述研究的基础上与澳大利亚西悉尼大学植物与食品科学中心(Center for Plant and Food Science)合作,在中国开展了“以矿物油乳剂为基础的柑橘害虫综合治理”研究,广东、广西、四川、浙江和江西等省(区)的有关农业部门或研究单位参加此项研究和技术推广。目前,矿物油乳剂的使用已成为我国柑橘病虫综合防治的重要措施。此项技术也在越南、泰国和马来西亚得到推广应用。

1985—1989年的研究,基本属于应用基础研究,此期间共发表论文24篇。后期的研究基本是应用研究,发表的论文17篇。本论文集共收集两期的论文共41篇。

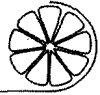
在研究过程中,得到有关的专家的指导,尤其是前期的研究工作得到蒲蛰龙院士、马世骏院士和丁岩钦教授的多方指导,使研究工作得以较好地完成。至今,我们仍怀着十分崇敬的心情对两位已故院士当年的教导和鼓励铭记于心,对丁岩钦教授以及对本研究热情帮助的其他同事以及在后期研究工作中给予资助和支持的澳大利亚国际农业研究中心和中国农业部深表感谢。

黄明度

于广东省昆虫研究所

ABSTRACT

China has the largest area of citriculture in the world. The industry occupies an important position in agricultural production in China, and citrus fruits are important domestic and export commodities. This book represents a collection of papers published by Prof Huang Mingdu and his coauthors over 20 years. The papers cover aspects of pure and applied research on relationship between citrus pests, their natural enemies and growth and development of citrus trees, damage and economic thresholds of citrus pests, genetic improvement of pesticide-resistant natural enemies, and integrated pest management strategies, including strategies incorporating the use of mineral oils.



目 录

柑橘潜叶蛾年周期种群动态及防治策略的研究

..... 黄明度 郑德胜 李树新 麦秀慧 谭文捷 司徒金 (1)

柑橘潜叶蛾自然种群数量变动的多维自回归模型 谭文捷 郑德胜 黄明度 (16)

柑橘潜叶蛾为害对柑橘生长的影响及经济阈值的研究 黄明度 李树新 (25)

柑橘潜叶蛾幼虫空间分布型研究 黄美贞 黄明度 (33)

亚非草蛉的生物学及其对柑橘潜叶蛾幼虫的捕食效应研究

..... 陈润田 陈育汉 黄明度 (41)

两种寄生蜂 (*Tetrastichus phyllocnistoides* and *Cirrospilus quadristriatus*) 的生物学

及对柑橘潜叶蛾的寄生作用研究 丁 勇 黎 明 黄明度 (52)

Comparison of Petroleum Spray Oils, Abamectin, Cartap, and Methomyl for Control of Citrus Leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in Southern China

..... Rae DJ, Watson DM, Liang WG, Tan BL, Li M, Huang MD,
Ding Y, Xiong JJ, Du DP, Tang J and Beattie GAC (61)

柑橘木虱种群生命系统模型的研究 杨余兵 黄明度 (75)

光、温度、湿度对柑橘木虱发育、繁殖与存活的影响 杨余兵 (90)

柑橘木虱 (*Diaphorina citri* Kuw.) 卵及若虫空间分布型的研究及其应用

..... 黄美贞 黄明度 (101)

柑橘木虱——啮小蜂、草蛉作用系统的研究 刘仲敏 (112)

柑橘木虱及其天敌自然种群动态 刘仲敏 (135)

Evaluation of petroleum spray oils for control of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae), in China

..... Rae DJ, Liang WG, Watson DM, Beattie GAC and Huang MD (146)



Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama, a major pest of citrus: A status report for China

..... Yang YP, Huang MD, Beattie GAC, Xia YL, Ouyang GC, Xiong JJ (156)

橘全爪螨自然种群动态模拟 贺亦斌 黄明度 吴宏和 张兢业 (177)

橘全爪螨对柑橘的为害及经济阈值的研究 谭炳林 黄明度 梁嘉伦 (192)

纽氏钝绥螨、尼氏钝绥螨及其猎物——橘全爪螨生态学特性的比较研究

..... 夏育陆 (206)

尼氏钝绥螨抗亚胺硫磷品系的筛选及遗传分析 黄明度 熊锦君 杜桐源 (217)

尼氏钝绥螨抗亚胺硫磷品系生物学特性观察 杜桐源 熊锦君 黄明度 (225)

尼氏钝绥螨抗亚胺硫磷品系在柑园应用试验初报

..... 熊锦君 杜桐源 黄明度 邓振华 (230)

尼氏钝绥螨抗亚胺硫磷——杀虫双品系的筛选及遗传分析

..... 杜桐源 熊锦君 (237)

$^{60}\text{Co}-\gamma$ 线辐射对尼氏钝绥螨的生物学效应 田肇东 (244)

尼氏钝绥螨抗有机磷赣州种群的遗传分析 杜桐源 熊锦君 田肇东 (248)

柑橘红圆蚧实验种群生命表及寄生天敌对其自然种群的控制作用研究

..... 陆元丁 (253)

两种柑橘盾蚧: 红圆蚧与褐圆蚧种间竞争可能性的探讨 陆元丁 (266)

捕虱管蓟马的捕食、交配和产卵行为

..... 陈亦根 熊锦君 谭炳林 毛润乾 黄明度

Rae DJ Watson DM Beattie GAC (273)

The effect of two prey species, *Chrysomphalus aonidum* and *Corcyr a cephalonica*, on the quality of the predatory thrips, *Aleurodothrips fasciapennis*, reared in the laboratory

..... Watson DM, Du TY, Li M, Xiong JJ, Liu DG,

Huang MD, Rae DJ and Beattie GAC (280)



Life history and feeding biology of the predatory thrips, *Aleurodothrips fasciapennis* (Thysanoptera: Phlaeothripidae)

..... Watson DM, Du TY, Li M, Xiong JJ, Liu DG,
Huang MD, Rae DJ and Beattie GAC (296)

Functional responses of, and mutual interference in *Aleurodothrips fasciapennis*

(Franklin) (Thysanoptera: Phlaeothripidae) and implications for its use as a

biocontrol agent Watson DM, Du TY, Li M, Xiong JJ, Liu DG,

Huang MD, Rae DJ and Beattie GAC (309)

4 种矿物油乳剂对柑橘小实蝇和柑橘木虱产卵行为的影响

..... 欧阳革成 杨悦屏 钟桂林 熊锦君 黄明度 (321)

矿物油乳剂作用下橘小实蝇的产卵拒避及触角电位反应

..... 欧阳革成 杨悦屏 钟桂林 熊锦君 黄明度 梁广文 (326)

杀虫剂对柑橘园节肢动物群落的影响 梁伟光 (336)

柑橘生长量模型的研究 黎 明 黄明度 (360)

Demonstration of horticultural mineral oil-based citrus IPM programs in China

..... Huang MD, Tan BL, Mao RQ, Chen YG, Beattie GAC, Rae DJ, Watson

DM, Cen YJ, Quan JC, Tang ML, Chen CX, Xie ST, Zhang ZH, and Yang QY (369)

Studies on mineral—based integrated citrus pests management-Australia-China

cooperation project on scientific research

..... Huang Mingdu, Ouyang Gecheng, Yang Yueping and Xiong Jinjun (381)

Efficacy and phytotoxicity of multiple petroleum oil sprays on sweet orange (*Citrus*

sinensis (L.)) and pummelo (*C. grandis* (L.)) in Southern China

..... Rae DJ, Watson DM, Huang MD, Cen YJ, Wang BZ,

Beattie, GAC, Liang WG, Tan BL and Liu DG (387)

Pest management based on petroleum spray oil in navel orange orchard in Ganzhou,

South China Chen CX, Zheng JH, Xie XT, Mao RQ (419)

窄幅机油乳剂对柑橘树的安全性试验

..... 张志恒 陈亦根 陈国庆 谭炳林 毛润乾 黄明度

Beattie GAC Rae DJ Watson DM (432)



机油乳剂防治策略对柑橘园害虫天敌群落结构与动态的影响

..... 张志恒 陈亦根 Rae DJ (440)

以机油乳剂 (PSO) 为基础的柑橘红蜘蛛综合防治策略

..... 全金成 唐明丽 韦猛灵 陈腾土 毛润乾 陈亦根 谭炳林 黄明度

Beattie GAC Rae DJ Watson DM (447)

不同药剂防治方案对某些柑橘病虫害的防治效果及成本分析

..... 张志恒 陈国庆 陈亦根 谭炳林 毛润乾 (452)



CONTENTS

- Studies on annual population dynamics and control strategy of the citrus leaf miner Huang Mingdu, Zheng Desheng, Li Shuxin, Mai Xiuhui, Tan Wenjie and Situ Jin (15)
- An autoregressive model of population dynamics of the citrus leaf miner Tan Wenjie, Zheng Desheng and Huang Mingdu (24)
- The damage and economic threshold of citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* to citrus Huang Mingdu and Li Shuxin (32)
- Study on the spatial pattern of larvae of the citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Huang Meizhen and Huang Mingdu (40)
- Biology of green lacewing, *Chrysopa boninensis* and its predation efficiency to citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Chen Runtian, Chen Yuhán and Huang Mingdu (51)
- Studies on biology of two species of parasitoids, *Tetrastichus phyllocnistoides* and *Sirrospilus quadristriatus*, and their parasitization to the citrus leaf miner, *Phyllocnistis citrella* Ding Yong, Li Ming and Huang Mingdu (60)
- Comparison of Petroleum Spray Oils, Abamectin, Cartap, and Methomyl for Control of citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in Southern China Rae DJ, Watson DM, Liang WG, Tan BL, Li M, Huang MD, Ding Y, Xiong JJ, Du DP, Tang J and Beattie GAC (61)
- A computer simulation of the population life system of citrus psylla (*Diaphorina citri* Kuw.) Yang Yubing and Huang Mingdu (88)
- Influence of light, temperature and humidity on the development, reproduction and survival of citrus psylla (*Diaphorina citri* Kuw.) Yang Yubing (100)



Studies on the spatial patterns of eggs and nymphs of citrus psylla
(*Diaphorina citri* Kuw.) and its applications

..... Huang Meizhen and Huang Mingdu (111)

Studeis on the interaction system of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuw. ,
and its natural enemies, *Tetrastichus* sp. and *Chrysopa boninensis* Okamoto

..... Liu Zhongmin (133)

The population dynamics of the citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuw. ,
and its ectoparasite

Liu Zhongmin (145)

Evaluation of petroleum spray oils for control of the Asian citrus psylla,
Diaphorina citi (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae) , in China

..... Rae DJ, Liang WG, Watson DM, Beattie GAC and Huang MD (146)

Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri*
Kuwayama, a major pest of citrus; A status report for China

..... Yang YP, Huang MD, Beattie GAC, Xia YL, Ouyang GC, Xiong JJ (156)

Simulation of the natural population dynamics of citrus red mite, *Panonychus*
citri (McĠ.)

He Yibin, Huang Mingdu, Wu Honghe and Zhang Jingye (191)

Studies on the damage and economic threshold of citrus red mite,
Panonychus citri (McĠ.) to citrus

..... Tan Binglin, Huang Mingdu and Liang Jialun (204)

Comparative studies on ecology of two species of predacious phytoseiid mites
and their prey-citrus red mite

Xia Yulu (216)

The selection for and genetical analysis of phosmet resistance in *Amblyseius*
nicholsi Ehara et Lee

Huang Mingdu, Xiong Jinjun and Du Tongyuan (224)

Observation of bionomics of phosmet-resistant strain in *Amblyseius nicholsi*

Ehara et Lee Du Tongyuan, Xiong Jinjun and Huang Mingdu (229)

Field Studies in citrus orchards of phosmet-resistant strain of *Amblyseius*
nicholsi Ehara et Lee

..... Xiong Jinjun, Du Tongyuan, Huang Mingdu and Deng Zhenhua (236)



- The selection for and genetical analysis of phosmet—dimehypol resistance in *Amblyseius nicholsi* Ehara et Lee
..... Du Tongyuan and Xiong Jinjun (243)
- Biological effects of ^{60}Co - γ radiation on predatory mite, *Amblyseius nicholsi* Ehara et Lee Tian Zhaodong (244)
- Genetic analysis of native organophosphorus-resistant Guangzhou population in *Amblyseius nicholsi*
..... Du Tongyuan, Xiong Jinjun and Tian Zhaodong (252)
- Studies on experimental population life table of citrus red scale (Homoptera—Diaspididae) and the role of parasites in control of its natural population Lu Yuanding (265)
- The probability of interspecific competition between two citrus armoured scales: red scale and citrus black scale Lu Yuanding (272)
- Studies on preying, mating and oviposition of *Aleurodothrips fasciapennies* (Franklin) Chen YG, Xiong JJ, Tan BL, Mao RQ, Huang MD, Rae DJ, Watson DM and Beattie GAC (279)
- The effect of two prey species, *Chrysomphalus aonidum* and *Corcyr a cephalonica*, on the quality of the predatory thrips, *Aleurodothrips fasciapennis*, reared in the laboratory Watson DM, Du TY, Li M, Xiong JJ, Liu DG, Huang MD, Rae DJ and Beattie GAC (280)
- Life history and feeding biology of the predatory thrips, *Aleurodothrips fasciapennis* (Thysanoptera: Phlaeothripidae)
..... Watson DM, Du TY, Li M, Xiong JJ, Liu DG, Huang MD, Rae DJ and Beattie GAC (296)
- Functional responses of, and mutual interference in *Aleurodothrips fasciapennis* (Franklin) (Thysanoptera: Phlaeothripidae) and implications for its use as a biocontrol agent
..... Watson DM, Du TY, Li M, Xiong JJ, Liu DG, Huang MD, Rae DJ and Beattie GAC (309)



Effects of 4 mineral spray oils on oviposition behavior of

Bactrocera dorsalis and *Diaphorina citri*

..... Ouyang GeCheng, Yang Yueping, Zhong Guilin,
Xiong Jinjun and Huang Mingdu (325)

Oviposition repellency and EAG responses of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) to mineral spray oils

..... Ouyang Gecheng, Yang Yueping, Zhong Guilin, Xiong Jinjun,
Huang Mingdu and Liang Guangwen (334)

The effect of insecticides on the arthropod community in citrus orchards

..... Liang Weiguang (351)

Simulation model of citrus growth

..... Li Ming and Huang Mingdu (368)

Demonstration of horticultural mineral oil-based citrus IPM programs in China

..... Huang MD, Tan BL, Mao RQ, Chen YG, Beattie GAC, Rae DJ, Watson DM,
Cen YJ, Quan JC, Tang ML, Chen CX, Xie ST, Zhang ZH, and Yang QY (369)

Studies on mineral—based integrated citrus pests management- Australia-China cooperation project on scientific research

..... Huang Mingdu, Ouyang Gecheng, Yang Yueping and Xiong Jinjun (381)

Efficacy and phytotoxicity of multiple petroleum oil sprays on sweet orange (*Citrus sinensis* (L.)) and pummelo (*C. grandis* (L.)) in Southern China

..... Rae DJ, Watson DM, Huang MD, Cen YJ, Wang BZ,
Beattie, GAC, Liang WG, Tan BL and Liu DG (387)

Pest management based on petroleum spray oil in navel orange orchard in Ganzhou, South China

..... Chen CX, Zheng JH, Xie XT, Mao RQ (419)

Phytotoxicity of narrow-range petroleum spray oils to satsuma mandarin, *Citrus reticulata* Blanco

..... Zhang ZH, Chen YG, Chen GQ, Tan BL, Mao RQ, Huang MD,
Beattie GAC, Rae DJ and Watson DM (439)



Effects of petroleum spray oils control programs on the structure and dynamics
of pest natural enemies communities in citrus orchard

..... Zhang ZH, Chen YG and Rae DJ (446)

Petroleum Spray Oil-based IPM strategy on citrus red mite

..... Quan Jincheng, Tang Mingli, Wei Mengling, Chen Tengtu, Mao Runqian,
Chen Yigen, Tan Binglin, Huang Mingdu, Beattie GAC, Rae DJ and Watson DM (447)

The efficacy and cost accounting of different control programs against some
citrus pests

Zhang ZH, Chen GQ, Chen YG, Tan BL and Mao RQ (458)



柑橘潜叶蛾年周期种群动态 及防治策略的研究*

黄明度 郑德胜 李树新 麦秀慧 谭文捷

(广东省昆虫研究所)

司徒金

(广州市白云农工商公司果树研究所)

摘要

从1980年至1985年,在广州市郊的甜橙园研究了柑橘潜叶蛾(*Phyllocnistis citrella* Staint.)的年周期种群动态。用生命表方法研究了夏、秋季的5个世代,用定期取样调查幼虫死亡率研究了冬、春世代。世代存活率用威布尔频数分布模型进行模拟,其存活率曲线的形状参数均大于1,死亡率是年龄的增函数。用Manly的关键因子分析法对5个世代的生命表材料进行分析。结果表明,年周期中的关键世代为迟夏梢世代,影响关键世代种群变动的关键因子是一龄幼虫自然死亡和三龄幼虫捕食。各发育阶段的天敌因子对关键世代种群变动的的影响达64.6%。据此制定了保护天敌的防治策略。经实践证明,采用此措施,可推迟秋梢世代蛾量高峰期的出现时间,有利于柑橘秋梢在最适合的时间抽放。柑橘潜叶蛾冬期幼虫死亡率高的原因是气候干燥所造成柑橘叶片含水量低及幼虫摄取柑橘汁液困难所致。

关键词

柑橘潜叶蛾 生命表 关键因子 防治策略

柑橘潜叶蛾(*Phyllocnistis citrella* Staint.)分布于非洲、亚洲和大洋洲的许多国家和地区,为害柑属的植物。Latif等(1951)用17种非柑属植物进行接种试验,除在木橘属的枳(*Aegle marmelos*)可完成其个体发育外,在其他16种植物上都没有成功。柑橘潜叶蛾的幼虫潜食嫩叶的表皮层,密度大时还受害幼嫩的枝条。被害叶卷曲,影响光合作用,是柑橘新梢期的重要害虫。用于防治的化学农药有拟除虫菊酯类,西维因和杀虫双。目前,潜叶蛾已对除虫菊酯类农药产生抗性,且用后柑园的害虫天敌大量死亡,常常引致螨类的暴发为害。广东省近年来采用的控制新梢抽放期以避开潜叶蛾发生高峰期的农业技术措施很有效。但潜叶蛾发生峰期常常受气候、天敌、栽培措施和其他因素的

* 本文原载:《昆虫学报》,1989,32(1):58~67。

熊锦君、谭炳林、刘仲敏、丁勇、黎明、陈育汉、陈润田等同志参加部分调查和试验工作。