

香橼柠檬捕食螨和叶螨发生动态初报*

宋子伟^{1**} 方小端^{2**} 张宝鑫^{1***} 李敦松^{1***}

(1. 广东省农业科学院植物保护研究所, 广东省植物保护新技术重点实验室, 广州 510640; 2. 广东省生物资源应用研究所, 广东省动物保护与资源利用重点实验室, 广东省野生动物保护与利用公共实验室, 广州 510260)

摘要 【目的】为了明确香橼柠檬园中, 捕食螨及叶螨发生动态, 明确天敌捕食螨对叶螨的自然控制作用。【方法】定期定点, 在果园中采用振落法统计捕食螨和叶螨数量; 田间采集叶片室内统计柑橘瘿螨数量; 盘拍后采集捕食螨标本, 室内玻片鉴定捕食螨种类。【结果】在不使用化学杀螨剂的香橼柠檬园中, 植绥螨科种类是香橼柠檬树上天敌捕食螨中的优势种类; 植绥螨科中的优势种类是纽氏肩绥螨 *Scapulaseius newsami*; 纽氏肩绥螨种群在田间可以保持稳定的增长; 镰螯螨科种群受环境影响较大, 种群数量变化趋势和柑橘瘿螨 *Phyllocoptes oleiverus* 相似。【结论】在不使用化学杀螨剂的香橼柠檬园中, 捕食螨种类丰富, 自然天敌可以有效的发挥对柑橘全爪螨 *Panonychus citri* 的控制作用。

关键词 纽氏肩绥螨; 柑橘全爪螨; 柑橘锈瘿螨; 镰螯螨; 种群动态

Pilot study of the population dynamics of predatory mites and pest leaf mites in citron-lemon orchards

SONG Zi-Wei^{1**} FANG Xiao-Duan^{2**} ZHANG Bao-Xin^{1***} LI Dun-Song^{1***}

(1. Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection, Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China; 2. Guangdong Key Laboratory of Animal Conservation and Resource Utilization, Guangdong Public Laboratory of Wild Animal Conservation and Utilization, Guangdong Institute of Applied Biological Resources, Guangzhou 510260, China)

Abstract [Objectives] To clarify the population dynamics of predatory mites and pest leaf mites in citron-lemon orchards, and the degree to which pest leaf mites are controlled by predatory mites under natural conditions. [Methods] The abundance of predatory mites and citrus red mites were measured using the shaking-off plate method at fixed sites. The abundance of citrus eriophyid mites was measured by collecting lemon leaves and counting mites under a stereo-microscope. Samples of predatory mites were obtained using the plant-flapping plate method, and species identified under a microscope. [Results] In citron-lemon orchards that had not been treated with acaricides, phytoseiid mites were the dominant predatory mites on lemon trees, and *Scapulaseius newsami* was the dominant phytoseiid mite species. *S. newsami* can maintain stable populations in orchards, the abundance of Tydeidae mites is affected by the environment, and the population dynamics of Tydeidae mites and *Phyllocoptes oleiverus* was similar. [Conclusion] In citron-lemon orchards that have not been treated with acaricides, predatory mites are sufficiently abundant that they can effectively control citrus red mites.

Key words *Scapulaseius newsami*; *Panonychus citri*; *Phyllocoptes oleiverus*; Tydeidae mites; population dynamics

香橼柠檬简称香橼, 是芸香科柑橘属常绿灌木或小乔木, 是名贵的药食同源树种。香橼具有理气和中、化痰止咳的功效, 中医将香橼用于缓解胃腹胀痛、呕吐、止咳嗽等症 (刘春泉等,

2014)。广州市白云区沙田柠檬农产品专业合作社是广东香橼柠檬最大的种植基地, 2009年, 沙田柠檬农产品专业合作社荣获广东省农民专业合作社示范单位, 2014年沙田柠檬经中国绿

*资助项目 Supported projects: 国家重点研发计划 (2017YFD0202000); 农业基础性长期性科技工作 (ZX09S200100)

**共同第一作者 Co-first authors, E-mail: ziweisong@139.com; fangxiaoduan@163.com

***共同通讯作者 Co-corresponding authors, E-mail: zhangbx@gdpri.cn; dsli@gdpri.cn

收稿日期 Received: 2019-04-29; 接受日期 Accepted: 2019-06-12

色食品发展中心认定为绿色食品。

随着柠檬种植面积的规模化不断扩大, 柠檬上的病虫害也成为制约柠檬产业发展的主要因素之一。螨类作为柠檬上主要害虫类群之一, 主要种类是柑橘全爪螨 *Panonychus citri* McGregor、柑橘始叶螨 *Eotetranychus kankitus* (Ehara) 和柑橘锈壁虱 (柑橘锈瘿螨) *Phyllocoptes oleiverus* Ashmead。其中, 柑橘全爪螨和柑橘始叶螨主要危害枝、叶、芽、果实, 造成叶片发黄和脱落。柑橘锈壁虱可以危害叶片和果实, 果实被害后变黑或呈古铜色, 严重影响果实外观 (张孝云等, 2011)。

前期调查结果表明, 沙田柠檬上的主要害螨种类为柑橘全爪螨和柑橘锈壁虱, 为了进一步明确沙田香橼柠檬上的害螨和捕食螨天敌的动态, 2018 年, 我们对香橼柠檬园中的害螨进行了定期定点调查, 其结果将为沙田柠檬上害螨的生物防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 调查地点

广州市白云区钟落潭镇沙田村 (北纬 23°19'17"N; 东经 113°29'37"E)。香橼柠檬产区地处广州市白云区帽峰山风景区脚下, 海拔 80 m, 年平均气温为 22.5℃, 最高气温 38.3℃, 最低气温 4.5℃, 年降雨量 2 067.4 mm。果园面积为 5 000 m², 香橼柠檬树龄 5 至 6 年。2018 年 5 月至 2018 年 12 月进行了 8 次定点定期调查。

1.2 调查方法

在果园采用 5 点取样方法, 定点选取 5 棵树势较好的柠檬, 绕树冠外围选取东南西北中五个方位, 每个方位选取上中下 3 条枝条, 采用摘叶法采集叶片 9 片, 装入标号的自封袋中; 采用振落法 (方小端等, 2016), 拍打上中下 3 条枝条, 记录不同方位上捕食螨和害螨的数量, 用于统计分析捕食螨发生动态。将承接盘中所有观察到的捕食螨利用 0 号毛笔挑入 75% 酒精中, 用于捕食螨种类的鉴定及种群数量分布分析。所有标本带

回实验室进行镜检、玻片制作、种类鉴定和数量记录。

1.3 调查结果统计及分析

1.3.1 结果统计方法 捕食螨和柑橘全爪螨的数量以田间振落法记录的数据进行统计分析, 柑橘锈壁虱的数量以室内镜检数据进行统计分析。试验数据采用 SPSS (IBM, SPSS Statistics 20.0) 进行分析。如果 K-S 检验数据是正态分布, 则使用单因素方差分析 (ANOVA)。用 Levene 检验数据的方差齐性, 方差齐, 使用 Tukey 分析, 若方差不齐, 则使用 Tamhane 测试。若 K-S 检验数据不属于正态分布, 则使用非参数 K-W 检验, 平均值的比较采用 Mann-Whitney U 检验。所有检验的显著性水平均设为 $P=0.05$ 。

1.3.2 捕食螨种类鉴定 植绥螨科种类的鉴定参照《中国动物志: 无脊椎动物 (第 47 卷)》(吴伟南等, 2009), 植绥螨种类名称参照 Demite 等 (2019) 建立的在线植绥螨数据库中的种类名称; 囊螨科和镰螯螨科的鉴定参照《农业螨类图解检索》(张智强和梁来荣, 1997)。

1.3.3 植绥螨种群数量特征分析 植绥螨的种群数量特征采用 Berger-Parker 的优势度指数 (D) 分析。 $D = N_{\max}/N$, 式中: $N_{\max}$ 为优势种的最大种群数量; N 为全部物种的总个体数 (张孝义, 2002)。

2 结果与分析

2.1 香橼柠檬园中螨类种群数量随时间的动态变化

通过 8 次的田间调查, 结果表明, 捕食螨 ($\chi^2=97.70$, $df=7$, $P<0.001$)、柑橘全爪螨 ($\chi^2=32.51$, $df=7$, $P<0.001$) 和柑橘锈壁虱 ($\chi^2=96.91$, $df=7$, $P<0.001$) 种群数量的变化随着时间的变化存在显著差异 (图 1)。其中, 捕食螨类在调查初期的数量是最低的, 随后出现升高, 降低再升高的变化趋势, 分别在 8 月 14 日和 12 月 7 日种群数量达到最高; 柑橘全爪螨在整个调查期中, 除了 6 月 11 日有显著增高外, 在其余调查

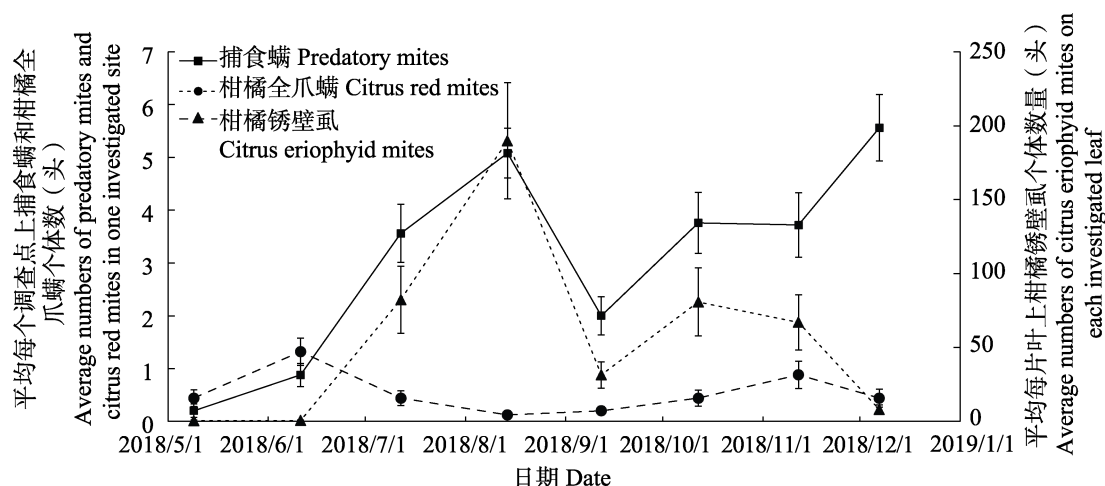


图1 香橼柠檬园中螨类种群数量随时间的变化趋势

Fig.1 The population dynamics of predatory mites and pest mites with time in citron-lemon orchard

时间上,柑橘全爪螨种群数量均保持在较低的水平;柑橘锈壁虱的种群数量变化与捕食螨类的种群数量变化趋势在11月12日之前相似,但在12月7日出现显著下降。

2.2 香橼柠檬园中不同类型捕食螨的数量特征

室内种类鉴定结果表明,香橼柠檬园中的捕食螨分布在3个科,植绥螨科(Phytoseiidae)、囊螨科(Ascidae)和镰螯螨科(Tydeidae)(表1)。其中,以植绥螨科种数最多,其优势度指数为0.56,其次为镰螯螨科种,其优势度指数为0.35,囊螨科种数最少,其优势度指数为0.09。

表1 香橼柠檬上采集的捕食螨在3个科中的数量分布
Table 1 Quantitative distribution of the predatory mites collected on citron-lemon in 3 families

捕食螨分科 Family of predatory mites	个体数量(N) Individual number	优势度指数(D) Dominance index
植绥螨科 Phytoseiidae	177	0.56
镰螯螨科 Tydeidae	110	0.35
囊螨科 Ascidae	29	0.09

2.3 香橼柠檬园中植绥螨科种类特征

对植绥螨科中的种类进行分种,结果表明,香橼柠檬园中的植绥螨科种类主要为纽氏肩绥

螨 *Scapulaseius newsami* (Evans), 其余植绥螨为零星分布种,有钝毛钝绥螨 *Amblyseius obtuserellus* Wainstein & Begljarov、车八岭钝绥螨 *Amblyseius chebalingensis* Wu et Ou、冲绳亦盲走螨 *Scapulaseius okinawanus* (Ehara)、草栖钝绥螨 *Amblyseius herbiocolus* (Chant)、墨西哥似前锯绥螨 *Proprioseiopsis mexicanus* (Garman)、管形钝绥螨 *Amblyseius tubus* Wu et Ou、长刺新小绥螨 *Neoseiulus longispinosus* (Evans) 和亚热冲绥螨 (*Okiseius subtropicus* Ehara)(表2)。

2.4 香橼柠檬园中纽氏肩绥螨和镰螯螨种群动态随时间的变化

调查结果表明,香橼柠檬园中纽氏肩绥螨的种群在不同月份中存在显著差异($\chi^2=82.144$, $df=6$, $P<0.001$)。2018年5月9日开始调查,没有发现纽氏肩绥螨。从6月份到10月份,纽氏肩绥螨的种群数量出现增长的趋势,但每个月之间无显著差异。进入11月份,纽氏肩绥螨出现显著增加;到12月份,种群数量达到显著最大(表3)。

香橼柠檬园中镰螯螨科的种群数量在不同月份中也存在显著差异($\chi^2=19.621$, $df=5$, $P=0.001$)。镰螯螨种群数量在7-8月份出现显著增加,但在9月份又出现显著下降;随后10月份又显著增加,11月份出现下降,12月份后没有调查到镰螯螨科螨类(表3)。

表 2 香橼柠檬园中植绥螨的种类、数量及优势度

Table 2 The species, number and dominance of phytoseiid mites in citron-lemon orchard

植绥螨种类 Species of phytoseiid mite	个体数量 (N) Individual number	优势度指数 (D) Dominance index
纽氏肩绥螨 <i>Scapulaseius newsami</i>	139	0.79
钝毛钝绥螨 <i>Amblyseius obtuserellus</i>	16	0.09
车八岭钝绥螨 <i>Amblyseius chebalingensis</i>	8	0.05
冲绳亦盲走螨 <i>Scapulaseius okinawanus</i>	4	0.02
草栖钝绥螨 <i>Amblyseius herbicolus</i>	3	0.02
墨西哥似前锯绥螨 <i>Proprioseiopsis mexicanus</i>	2	0.01
管形钝绥螨 <i>Amblyseius tubus</i>	2	0.01
长刺新小绥螨 <i>Neoseiulus longispinosus</i>	2	0.01
亚热冲绥螨 <i>Okiseius subtropicus</i>	1	0.01

表 3 香橼柠檬园中纽氏肩绥螨和镰螯螨种群动态随时间的变化

Table 3 Population dynamics of *Scapulaseius newsami* and Tydeidae mites with time in citron-lemon orchard

日期 (年-月-日) Date (year-month-day)	纽氏肩绥螨 (平均值±标准误) * <i>Scapulaseius newsami</i> (mean ± SE)	镰螯螨科 (平均值±标准误) * Tydeidae (mean ± SE)
2018-5-9	0.00±0.00	0.00±0.00
2018-6-11	0.36±0.11 a	0.32±0.10 a
2018-7-12	0.40±0.10 ab	1.08±0.19 b
2018-8-14	0.24±0.09 a	1.32±0.30 b
2018-9-12	0.64±0.16 ab	0.32±0.13 a
2018-10-12	0.68±0.11bc	0.88±0.19 bc
2018-11-12	0.96±0.09 c	0.48±0.12 ac
2018-12-7	2.28±0.16 d	0.00±0.00

表中数据为平均每个调查点的螨个体数。每列数据后标有相同字母表示无显著差异 ($P>0.05$)。

The data is the average number of the mites in each investigation site, and followed by the same letters in the same column indicate no significant difference ($P>0.05$).

3 讨论

农业害虫的综合防治策略中,对害虫的生态调控是重要手段之一。明确生态系统中害虫和天敌的种群动态变化是生态调控策略的理论基础(陆宴辉等, 2017)。尤其农业螨类个体小,繁殖快,很容易对药剂产生抗药性,只有通过害螨的生态控制,才能降低害螨增长倍数,使害螨种群趋势指数明显下降(鄧军锐, 2004)。

广州沙田香橼柠檬种植区,一直以来秉承绿色防控手段控制柠檬病虫害,2018 年全年只在冬季清园过程中打过 1 次化学农药,充分保护了

自然天敌。尤其是在柑橘园中进行化学防治后,化学农药对目标害虫效果低,对天敌影响大,化学防治会大大削弱害虫的自然控制能力(朱文炳等, 1988)。张格成和李继祥(1996)报道了中国柑橘上的捕食螨种类,结果表明捕食螨资源丰富,其中主要以植绥螨科种类为主。本研究中的结果表明,在香橼柠檬园中的捕食螨类群中,也是以植绥螨科种类为主。

柑橘园中的优势植绥螨种类,在自然状态下可以有效的控制柑橘害螨的发生。在贵州柑橘园中,优势捕食螨尼氏钝绥螨 *A. nicholsi* Ehara 对柑橘叶螨种群有一定的作用(鄧军锐等, 1994;

田明义等, 1995); 柑橘园中的捕食螨优势种德氏钝绥螨 *A. deleoni* Muma et Denmark 也可以有效的控制柑橘园中的柑橘全爪螨(陈守坚等, 1982)。本研究结果表明, 香橼柠檬园中的捕食螨种群在调查时间段内, 出现稳步的增长, 而柑橘全爪螨的种群数量一直维持在较低的水平, 说明通过减少化学农药应用, 建立良好生态环境, 保护利用本地捕食螨是可以实现对香橼柠檬上的柑橘全爪螨的有效控制。

根据植绥螨科数据库 (Demite *et al.*, 2019) 中数据, 纽氏钝绥螨 *A. newsami* (林延谋和郑素良, 1981; 夏育陆, 1989) 为纽氏肩绥螨 *S. newsami* 的同物异名 (Synonym) 种。纽氏肩绥螨是我国南方柑橘园中重要的植绥螨类之一 (夏育陆, 1989)。纽氏肩绥螨在田间还能取食介壳虫若虫、啮虫若虫及霉菌孢子等 (林延谋和郑素良, 1981), 并且纽氏肩绥螨嗜食柑橘全爪螨的若螨和幼螨, 在自然界中, 其种群数量比较稳定 (夏育陆, 1989)。本研究结果表明, 纽氏肩绥螨作为柠檬园中捕食螨的优势种, 其种群数量呈现稳步增加的趋势。在纽氏肩绥螨数量达到最大时, 柑橘瘿螨数量达到最低, 室内也观察到纽氏肩绥螨捕食柑橘瘿螨的现象, 因此纽氏肩绥螨对柑橘瘿螨也具有一定的控制作用。

镰螯螨属真螨目 Acariformes、镰螯螨科 Tydeidae, 是农业螨类中具有重要经济意义的类群, 对柑橘锈壁虱具有较好的控制作用, 并且柑橘园中镰螯螨的发生消长动态研究表明, 5 月至 7 月为镰螯螨发生盛期, 因镰螯螨耐高温能力较弱, 8 月份开始种群数量下降, 到 9 月下至 10 月, 镰螯螨数量会有所回升, 但数量不如 6 月、7 月多。到 10 月下旬, 镰螯螨会转向卷叶及树皮裂缝和芽腋中越冬 (陈传盈等, 1988)。本调查结果显示, 柠檬园中镰螯螨科的动态变化也呈现类似规律, 并且镰螯螨种群动态变化趋势和柑橘锈壁虱的种群动态变化一致。说明在自然条件下, 由于镰螯螨的个体微小, 捕食能力有限, 对瘿螨的自然控制作用有限。

由于生产需要, 柠檬园种植户于 12 月 17 日对柠檬园进行了一次冬季清园的措施, 使用一次

化学杀虫剂。后续 12 月 20 日、2019 年 1 月 4 日和 2019 年 1 月 21 日的田间调查中, 均未发现捕食螨, 仅有部分柑橘锈壁虱呈点状分布为害。说明, 化学杀虫剂对捕食螨的影响较大。

4 结论

香橼柠檬园中的捕食螨种类呈现多样化的趋势, 随着季节的变化, 捕食螨种类及数量也随之会发生显著变化。捕食螨中的优势种以植绥螨科捕食螨为主, 其中纽氏肩绥螨是植绥螨科中的优势种类, 其种群数量能保持稳定的增长。在未使用化学杀虫剂的条件下, 自然天敌对柑橘全爪螨有显著的控制作用。镰螯螨科种群的稳定性受环境影响较大, 对柑橘瘿螨的自然控制作用有限。化学防治措施对柠檬园中捕食螨的影响较大, 合理限制化学杀虫剂有助于发挥捕食螨及其它自然天敌对柑橘叶螨的生态控制作用。

参考文献 (References)

- Chen CY, Xu YX, Fei DB, Dong GQ, 1988. A preliminary study on the predaceous mite *Tydeus* sp. of *Phyllocoptruta oleivorus* Ashmead. *Chinese Journal of Biological Control*, 4(4): 181–182. [陈传盈, 许尧兴, 费笛波, 董国强, 1988. 柑桔锈壁虱的天敌—镰螯螨初步研究. 生物防治通报, 4(4): 181–182.]
- Chen SJ, Chou FW, Zhuang SG, Liao LY, 1982. Bionomics and utilization of *Amblyseius deleoni* Muma et Demark (Acarina, Phytoseiidae). *Acta Entomologica Sinica*, 25(1): 49–55. [陈守坚, 周芬薇, 庄胜概, 廖丽雅, 1982. 德氏钝绥螨的生物学和利用. 昆虫学报, 25(1): 49–55.]
- Demite PR, de Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA, Castilho RC, 2019. Phytoseiidae Database. Available from: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae (accessed 30/03/2019).
- Fang XD, Ouyang GC, Lu HL, Song ZW, Wu WN, 2016. A new method for surveying mini arthropods such as *Panonychus citri*, predatory mites etc. *China Plant Protection*, 36(7): 47–50. [方小端, 欧阳革成, 卢惠林, 宋子伟, 吴伟南, 2016. 一种调查柑橘全爪螨、捕食螨等微小节肢动物的新方法. 中国植保导刊, 36(7): 47–50.]
- Lin YM, Zheng SL, 1981. Biological studies of *Amblyseius newsami*. *Natural Enemies of Insect*, 3(3): 31–33. [林延谋, 郑素良, 1981. 纽氏钝绥螨的生物学研究. 昆虫天敌, 3(3): 31–33.]
- Liu CQ, Li DJ, Niu LY, Yu M, Song JF, 2014. Research progress on development and utilization of citron. *Jiangsu Agricultural*

- Sciences, 42(7): 1–5. [刘春泉, 李大婧, 牛丽影, 郁萌, 宋江峰, 2014. 香橼开发利用研究进展. 江苏农业科学, 42(7): 1–5.]
- Lu YH, Zhao ZH, Cai XM, Cui L, Zhang HN, Xiao HJ, Li ZY, Zhang LS, Zeng J, 2017. Progress on integrated pest management (IPM) of agricultural insect pests in China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 54(3): 349–363. [陆宴辉, 赵紫华, 蔡晓明, 崔丽, 张浩男, 肖海军, 李振宇, 张礼生, 曾娟, 2017. 我国农业害虫综合防治研究进展. 应用昆虫学报, 54(3): 349–363.]
- Tian MY, Peng SK, Du YR, Zou ZG, 1995. Conservation of natural enemies to control citrus red mite. *Chinese Journal of Biological Control*, 11(2): 49–51. [田明义, 彭世宽, 杜远荣, 邹芝国, 1995. 助迁、保护捕食性天敌控制桔全爪螨. 中国生物防治, 11(2): 49–51.]
- Xia YL, 1989. Comparative studies on ecology of two species of predacious phytoseiid mites and their prey-citrus red mite. *Acta Ecologica Sinica*, 9(2): 174–181. [夏育陆, 1989. 纽氏钝绥螨、尼氏钝绥螨及其猎物——桔全爪螨生态学特性的比较研究. 生态学报, 9(2): 174–181.]
- Wu WN, Ou JF, Huang JL, 2009. Fauna Sinica, Invertebrata Vol. 47 Arachnida, Acari, Phytoseiidae. Beijing: Science Press. 511. [吴伟南, 欧剑锋, 黄静玲, 2009. 中国动物志//无脊椎动物, 蛛形纲, 蜱螨亚纲, 植绥螨科. 北京: 科学出版社. 511.]
- Zhang GC, Li JX, 1996. The speices of predatory mites on the citrus in China. *Sichuan Fruits*, 24(3): 3–4. [张格成, 李继祥, 1996. 中国柑桔上的捕食螨种类. 四川果树, 24(3): 3–4.]
- Zhang XX, 2002. Insect Ecology and Forecast. Beijing: China Agriculture Press. 151–155. [张孝羲, 2002. 昆虫生态及预测预报. 北京: 中国农业出版社. 151–155.]
- Zhang XY, Zhang HB, Li WW, Hu YL, Bai XH, 2011. The occurrence and integrated management technologies of main pests and diseases of lemon in Dehong Area. *China Tropical Agriculture*, 89(2): 65–69. [张孝云, 张洪波, 文伟, 胡永亮, 白学慧, 2011. 德宏地区柠檬主要病虫害发生规律及综合防治技术. 中国热带农业, 89(2): 65–69.]
- Zhang ZQ, Liang LR, 1997. An Illustrated Guide to Mites of Agricultural Importance. Shanghai: Tongji University Press. 1–228. [张智强, 梁来荣, 1997. 农业螨类图解检索. 上海: 同济大学出版社. 1–228.]
- Zhi JR, 2004. Ecological control of agricultural spider mites. *Journal of Mountain Agriculture and Biology*, 23(3): 260–265. [鄧军锐, 2004. 农业害螨的生态控制研究进展. 山地农业生物学报, 23(3): 260–265.]
- Zhi JR, Guo ZZ, Xiong JW, 1994. The study on the predation of *Amblyseius nicholsi* on *Eotetranychus kankitus*. *Entomological Knowledge*, 31(1): 19–22. [鄧军锐, 郭振中, 熊继文, 1994. 尼氏钝绥螨对柑桔始叶螨捕食作用研究. 昆虫知识, 31(1): 19–22.]
- Zhu WB, Guo YQ, Zhao ZM, 1988. Studies on the food-web pattern of citrus insect communities in Sichuan Province I The sub-communities of scale insects and mites. *Journal of Southwest Agricultural University*, 10(2): 137–143. [朱文炳, 郭依泉, 赵志模, 1988. 四川桔园昆虫群落营养结构研究 I 蚧类和螨类亚群落. 西南农业大学学报, 10(2): 137–143.]