

植绥螨在桔树、藿香蓟和假臭草上的时空分布*

方小端^{1**} 卢慧林¹ 宋子伟² 欧阳革成^{1***}

(1. 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; 2. 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)

摘要 【目的】植绥螨是柑桔园的重要天敌。桔园杂草假臭草常被误认为藿香蓟而被保留或种植, 但其在维持植绥螨上的生态功能是否与藿香蓟相似, 尚无报道。了解植绥螨在桔树和藿香蓟、假臭草上的时空分布, 可为筛选果园杂草及其它合理保护和增殖桔园植绥螨措施提供参考。【方法】本文采用常规摘叶法调查植绥螨和柑桔全爪螨 *Panonychus citri* (McGregor) 在桔树上的时空分布, 以及采用整株取样法调查附近藿香蓟和假臭草上的植绥螨种群。【结果】发现植绥螨在桔树树冠外层的种群密度在夜晚 23:30 较高, 而柑桔全爪螨正好相反, 在白天 15:30 密度更高。在白天藿香蓟上的植绥螨显著多于假臭草上的, 在夜晚两种草上的植绥螨无显著差异。植绥螨在白天多栖息于藿香蓟上, 晚上则从藿香蓟转出至外面。【结论】藿香蓟对广谱性捕食螨天敌冲绳钝绥螨 *Amblyseius okinawanus* 增殖作用明显, 建议果园留种藿香蓟; 选择在桔树树冠外层植绥螨分布较少而全爪螨分布较多的白天时间段喷施安全性较高的农药, 可以较好地达到控制全爪螨又保护捕食螨的效果。

关键词 植绥螨; 藿香蓟; 假臭草; 时空分布; 柑桔园

Temporal and spatial distributions of phytoseiid mites on citrus, *Ageratum conyzoides* and *Praxelis clematidea*

FANG Xiao-Duan^{1**} LU Hui-Lin¹ SONG Zi-Wei² OUYANG Ge-Cheng^{1***}

(1. 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;

2. Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection, Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract [Objectives] To determine the temporal and spatial distribution of phytoseiid mites, important predators of citrus pests in citrus orchards, and particularly the relative importance of the weeds *A. conyzoides* and *P. clematidea* as habitat for these mites. The weed, *Praxelis clematidea*, is frequently confused with *Ageratum conyzoides* and consequently protected, or even planted. However, it is unclear if the ecological role of *P. clematidea* is similar to that of *A. conyzoides* in citrus orchards, especially with respect to providing habitat for predatory mites. [Methods] The regular leaf-picking method was used to investigate the temporal and spatial distributions of phytoseiid mites and *Panonychus citri* on citrus, and the whole-plant sampling method to survey phytoseiid mites on *A. conyzoides* and *P. clematidea*. [Results] The density of phytoseiid mites was highest at 23:30 on the periphery of the crown of citrus trees, whereas that of *P. citri* was highest at 15:30. During the day, phytoseiid mites were clearly more abundant on *A. conyzoides* than on *P. clematidea*, however at night there was no significant difference in phytoseiid mite abundance between these two plants. Phytoseiid mites preferred to inhabit at *A. conyzoides* during the daytime but left these plants at night. [Conclusion] Conserving *A. conyzoides* in citrus orchards and spraying citrus trees during the day when the density of phytoseiid mite on the trees is relatively low and that of *P. citri* is highest on the periphery of the crown, could help to both control *P. citri* and protect phytoseiid mites.

Key words phytoseiid mite; *Ageratum conyzoides*; *Praxelis clematidea*; spatial and temporal distribution; citrus orchard

*资助项目 Supported projects: 国家自然科学基金项目(31572013); 广东省科学院科技发展专项 (2018GDASCX-0107)

**第一作者 First author, E-mail: fangxiaoduan@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: 18922369378@189.cn

收稿日期 Received: 2019-04-13; 接受日期 Accepted: 2019-06-20

植绥螨(蜱螨目 Acarina 植绥螨科 Phytoseiidae) 是柑桔园的重要自然天敌。它们的时空分布不仅取决于猎物的分布情况,还受非生物因子如相对湿度、温度和光照等影响。交替寄主植物上存在可供利用的花粉和其它猎物,对捕食螨种群的维持和分布也可能发挥重要作用(吴伟南, 1994; Van Driesche *et al.*, 2006; 吴伟南等, 2018)。菊科 Asteraceae 类植物藿香蓟 *Ageratum conyzoides*, 因能助增植绥螨控制柑桔害螨及其它多种柑桔病虫害(麦秀慧等, 1984; Liang and Huang, 1994; 孔垂华和胡飞, 2001; Kong *et al.*, 2005; 黄明度, 2008), 被建议在桔园大量保留或引种。近年来外来入侵杂草假臭草 *Praxelis clematidea* 因其较强的环境适应能力和竞争能力在桔园及其周边地区扩散蔓延,或因在形态上与藿香蓟高度相似被误认为藿香蓟而被保留或种植(毛润乾等, 2008; 邱宠华等, 2011; 游泳等, 2012)。其在助增植绥螨上的生态功能是否与藿香蓟相似,尚无报道。了解植绥螨在桔树和这些杂草上的时空分布,可为筛选果园杂草及其它合理保护和助增桔园植绥螨措施提供参考。

本文拟通过调查植绥螨及其主要猎物柑桔全爪螨 *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae)在桔树上不同时间点的种群密度变化,以及桔树附近藿香蓟和假臭草上的植绥螨种群数量动态,了解植绥螨在桔园的时空分布规律,比较藿香蓟和假臭草在保护和增殖桔园植绥螨上的作用。

1 材料与方法

1.1 试验地点

实验地点位于广州市天河区柯木塱村 4 年生砂糖桔 *Citrus reticulata* Blanco cv. Shatangju 果园 (113°40' E, 23°19' N), 树高 2.0-2.5 m, 冠幅 2.0-2.5 m。试验果园约 2 001 m², 共 200 株树, 桔树间混种藿香蓟和假臭草。

1.2 试验处理

随机选择 6 株长势、树高和冠幅相近的桔树, 分别于 15:30、18:30、21:30、23:30 在每株

树冠外层的上、中、下三个位置, 东南西北每一方位各取 2 片叶片, 共 24 片叶, 用一个封口袋装好。带回室内在解剖镜下检查及记录其上的植绥螨和柑桔全爪螨数量, 以及在显微镜下鉴定植绥螨种类。分别于 15:30、21:30 在离样树主干 0.5 m 和 1.0 m 处东南西北方向, 各抽取一株藿香蓟, 共 4 株, 取地上全株分别用封口袋装好带回室内统计其上的植绥螨数量。假臭草抽样及处理同藿香蓟。自 2015 年 7 月 5 日至 7 月 12 日, 每天调查, 持续 7 d。

1.3 数据分析

利用 SPSS 16.0 的重复测量方差分析方法分析在不同采集时间不同柑桔植株上植绥螨和柑桔全爪螨总数的动态变化。杂草上的捕食螨数量比较利用配对样本 *t*-检验方法($\alpha = 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 柑桔树上植绥螨种群密度随时间变化的规律

经重复测量方差分析方法分析, 4 个不同时间点采集的植绥螨总数有显著性差异 ($F = 3.926$, $df = 3, 24$, $P = 0.021$, 图 1)。其中 18:30 和 23:30 间 ($F = 7.450$, $df = 1, 12$, $P = 0.018$); 21:30 和 23:30 间 ($F = 5.637$, $df = 1, 12$, $P = 0.035$) 采集的植绥螨总数有显著性差异, 23:30 的植绥螨种群密度整体上相对更高; 15:30 和 18:30 间 ($F = 0.707$, $df = 1, 12$, $P = 0.417$); 15:30 和 21:30 间 ($F = 0.129$, $df = 1, 12$, $P = 0.726$); 15:30 和 23:30 间 ($F = 4.028$, $df = 1, 12$, $P = 0.068$); 18:30 和 21:30 间 ($F = 0.287$, $df = 1, 12$, $P = 0.602$) 则没有显著性差异。

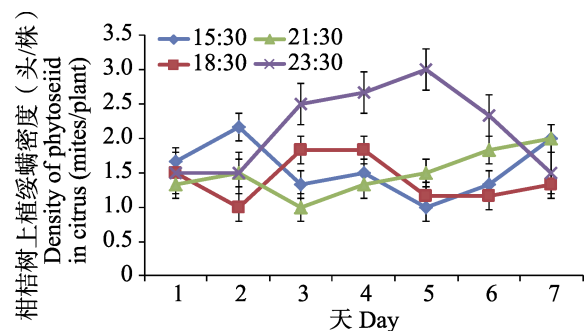


图 1 柑桔树上的植绥螨类种群动态

Fig. 1 The population dynamics of phytoseiid mites in citrus

2.2 柑桔树上的柑桔全爪螨种群密度随时间变化的规律

4 个不同时间点采集的柑桔全爪螨总数之间有显著性差异 ($F = 6.911$, $df = 3, 24$, $P = 0.002 < 0.05$, 图 2) 其中 15:30 和 18:30 之间 ($F = 22.697$, $df = 1, 12$, $P = 0.000$) 15:30 和 21:30 之间 ($F = 11.299$, $df = 1, 12$, $P = 0.006$) 15:30 和 23:30 之间 ($F = 11.299$, $df = 1, 12$, $P = 0.006$) 均有显著差异, 15:30 的时候密度明显更高; 而 18:30 和 21:30 之间 ($F = 1.103$, $df = 1, 12$, $P = 0.314$) 18:30 和 23:30 之间 ($F = 1.103$, $df = 1, 12$, $P = 0.314$) 21:30 和 23:30 之间 ($F = 0.000$, $df = 1, 12$, $P = 1.000$) 则没有显著性差异。

2.3 桔园地被植物上植绥螨种群数量时空分布

离桔树不同距离 (0.5 m 和 1.0 m) 不同时

间 (白天 15:30 和晚上 21:30) 藿香蓟和假臭草上的植绥螨类种群密度, 如表 1, 图 3 所示。

离桔树相同距离处 (0.5 m, 1.0 m 和 0.5 m+1.0 m) 的藿香蓟与假臭草上的植绥螨数量在白天均差异显著, 晚上则均差异不显著 (表 2)。

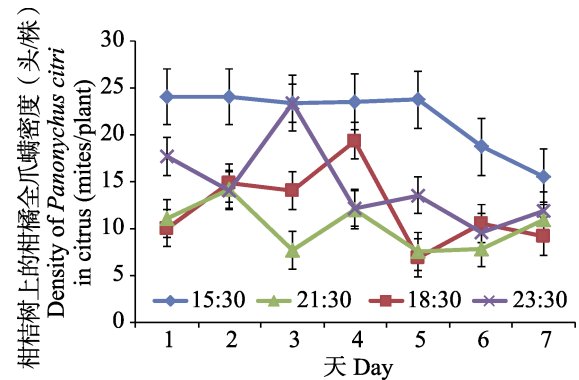


图 2 柑桔树上的柑桔全爪螨密度随时间变化而变化

Fig. 2 The population dynamics of *Panonychus citri* in citrus

表 1 不同地被植物上不同时间不同距离的植绥螨种群密度

Table 1 Population density of phytoseiid mites in different ground cover plants, time and distance

杂草种类 Weed species	植绥螨密度 (头/株) Density of phytoseiids (mites/plant)			
	白天 Light		晚上 Dark	
	0.5 m	1.0 m	0.5 m	1.0 m
藿香蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>	2.80 ± 0.43 ± 0.57	3.78 ± 0.81	2.46 ± 0.51	0.97 ± 0.31
假臭草 <i>Praxelis clematidea</i>	0.51 ± 0.14	0.86 ± 0.18	2.76 ± 0.25	1.23 ± 0.52

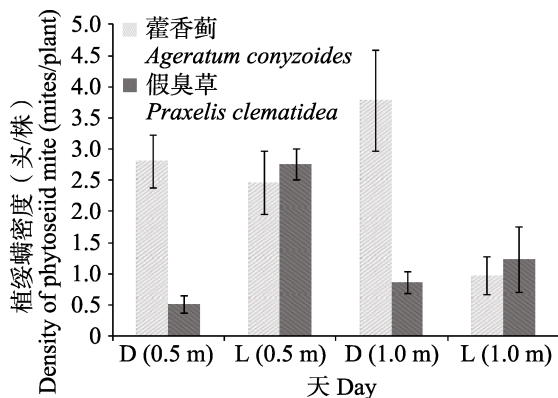


图 3 不同地被植物上不同时间不同距离的植绥螨种群密度

Fig. 3 Density of phytoseiid mites in different ground cover plants, time and distance
D 表示晚上, L 表示白天。

D is abbreviation for dark; L is abbreviation for light.

相同距离 (0.5 m, 1.0 m 和 0.5 m+1.0 m) 同一杂草在白天和晚上的种群数量比较, 离桔树

0.5 m 处和 0.5 m+1.0 m 假臭草在白天和晚上差异显著, 离样树 1.0 m 处则差异不显著; 藿香蓟正好相反 (表 3)。

离桔树不同距离相同杂草上植绥螨种群数量的比较, 离桔树 0.5 m 和 1.0 m 处藿香蓟或假臭草在植绥螨的种群数量在白天均没有差异, 在晚上则均差异显著 (表 4)。

3 结论与讨论

本实验结果发现冲绳肩绥螨 *Scapulaseius okinawanus*, 海南钝绥螨 *Amblyseius hainanensis*, 拉哥钝绥螨 *A. lagoensis* 是在柑桔树、藿香蓟、假臭草上均有分布且数量上均占优势的植绥螨种类。藿香蓟上调查发现存在明显更多的冲绳钝绥螨, 占到收集植绥螨数量的 70% 左右, 而在柑桔、假臭草上的冲绳肩绥螨数量百分比与海南钝

表 2 同一距离不同地被植物上植绥螨种群数量的比较 (配对样本 *t*-检验)
Table 2 Number of phytoseiid mites in same distance but different ground cover plants

处理 Treatment	<i>t</i>	<i>df</i>	显著性 (双尾) Significant (double tail)
藿香蓟白天 0.5 m—假臭草白天 0.5 m Ac-L-0.5 m—Pc-L-0.5 m	4.511	6	0.004
藿香蓟晚上 0.5 m—假臭草晚上 0.5 m Ac-D-0.5 m—Pc-D-0.5 m	- 0.722	6	0.498
藿香蓟白天 1.0 m—假臭草白天 1.0 m Ac-L-1.0 m—Pc-L-1.0 m	3.993	6	0.007
藿香蓟晚上 1.0 m—假臭草晚上 1.0 m Ac-D-1.0 m—Pc-D-1.0 m	- 0.850	6	0.428
藿香蓟白天 (0.5 m + 1.0 m)—假臭草白天 (0.5 m + 1.0 m) Ac-L-0.5 m+1.0 m—Pc-L-0.5 m+1.0 m	5.370	6	0.002
藿香蓟晚上 (0.5 m + 1.0 m)—假臭草晚上 (0.5 m + 1.0 m) Ac-D-0.5 m+1.0 m—Pc-D-0.5 m+1.0 m	- 1.086	6	0.319

* Ac 代表藿香蓟 *Ageratum conyzoides*, Pc 代表假臭草 *Praxelis clematidea*; L 代表白天, D 代表晚上。下表同。
D is abbreviation for dark; L is abbreviation for light. The same below.

表 3 同一地被植物同一距离在不同时间点的种群数量的比较
Table 3 Number of phytoseiid mites in same ground cover plant but different time

处理 Treatment	<i>t</i>	<i>df</i>	显著性 (双尾) Significant (double tail)
藿香蓟白天 0.5 m—藿香蓟晚上 0.5 m Ac-L-0.5 m—Ac-D-0.5 m	0.588	6	0.578
假臭草白天 0.5 m—假臭草晚上 0.5 m Pc-L-0.5 m—Pc-D-0.5 m	- 8.990	6	0.000
藿香蓟白天 1.0 m—藿香蓟晚上 1.0 m Ac-L-1.0 m—Ac-D-1.0 m	3.117	6	0.021
假臭草白天 1.0 m—假臭草晚上 1.0 m Pc-L-1.0 m—Pc-D-1.0 m	- 0.805	6	0.451
藿香蓟白天 (0.5 m + 1.0 m)—藿香蓟晚上 (0.5 m + 1.0 m) Ac-L-0.5 m+1.0 m—Ac-D-0.5 m+1.0 m	2.934	6	0.026
假臭草白天 (0.5 m + 1.0 m)—假臭草晚上 (0.5 m + 1.0 m) Pc-L-0.5 m+1.0 m—Pc-D-0.5 m+1.0 m	- 5.208	6	0.002

表 4 不同距离同一地被植物植绥螨种群数量的比较
Table 4 Number of phytoseiid mites in same ground cover plant but different distance

处理 Treatment	<i>t</i>	<i>df</i>	显著性 (双尾) Significant (double tail)
藿香蓟白天 0.5 m—藿香蓟白天 1.0 m Ac-L-0.5 m—Ac-L-1.0 m	- 1.242	6	0.261
假臭草白天 0.5 m—假臭草白天 1.0 m Pc-L-0.5 m—Pc-L-1.0 m	- 1.448	6	0.198
藿香蓟晚上 0.5 m—藿香蓟晚上 1.0 m Ac-D-0.5 m—Ac-D-1.0 m	2.914	6	0.027
假臭草晚上 0.5 m—假臭草晚上 1.0 m Pc-D-0.5 m—Pc-D-1.0 m	2.520	6	0.045

绥螨和拉哥钝绥螨类似, 约占 20%-40%。冲绳肩绥螨是我国南方果树、蔬菜上常见的植绥螨种类, 对多种害螨具有捕食作用(徐洁莲等, 1984; 吴伟南等, 2019), 它是广谱性的植绥螨种类。藿香蓟可以作为增殖冲绳肩绥螨的库源植物, 推测冲绳肩绥螨与海南钝绥螨, 拉哥钝绥螨一起维

持桔树上柑桔全爪螨的种群数量, 当桔树上害螨种群增长时, 藿香蓟可能为柑桔树的柑桔全爪螨控制提供自然天敌。
此次桔树上调查到的均是分布在树冠外层的植绥螨或柑桔全爪螨。调查结果显示, 晚上 23:30 桔树树冠外层的植绥螨种群密度整体上相

对更高。文献报道部分植绥螨存在负趋光性,喜欢在晚上出来活动(Muma, 1967, 1975; Weintraub et al., 2007)。这与本文调查结果有一致性。柑桔全爪螨的时空分布与植绥螨正好相反,在白天 15:30 的时候密度明显更高。柑桔全爪螨的这一分布特性,过去尚未见相关报道,其机理尚待进一步研究。

调查结果显示在白天藿香蓟上的植绥螨显著多于假臭草上的,在夜晚两种草上的植绥螨无显著差异。离柑桔树较远的藿香蓟上植绥螨在白天显著多于夜晚,而离柑桔树较近的假臭草上植绥螨在夜晚显著多于白天。在白天,离桔树不同距离的相同杂草上植绥螨数量无显著差异;在晚上,离桔树较近杂草上植绥螨数量均显著多于离桔树较远的相同杂草上的。推测白天可能由于光合作用,假臭草对植绥螨有拒避作用,而藿香蓟则没有,植绥螨移至藿香蓟上栖息;晚上藿香蓟上的植绥螨则可能向柑桔和附近拒避作用减少的假臭草上转移觅食。

植绥螨在桔树及藿香蓟上的时空分布特性,有利于减少农药喷施对其的负面影响。目前果农喷施农药时,常常侧重于树冠外层,内层有较多遗漏,附近杂草则不喷药。白天喷药于柑桔树上时,部分植绥螨转栖于桔树内层及附近藿香蓟上免受伤害。即使喷施农药在桔树上比较全面,对留在树上的植绥螨有杀伤,但若果园留种藿香蓟,部分植绥螨在白天已转移至藿香蓟上,柑桔树上的植绥螨种群可得到较快的恢复。而假臭草则可能较少此作用。尤其是矿物油乳剂,直接喷施于植绥螨体上对其伤害极大,而矿物油在晚上柑桔叶片上风干后对植绥螨没有伤害作用。植绥螨在桔树及附近杂草上的这种时空分布特点,可解释矿物油乳剂虽对植绥螨有较强的直接接触杀作用,但仍对果园捕食螨具较好的安全性,与植绥螨配合对柑桔全爪螨有较好的协同控制作用(方小端等, 2012, 2013, 2014)。

捕食螨田间防治效果常受到果园使用化学农药的影响,相应配套技术是捕食螨应用的瓶颈问题。果园留种藿香蓟,选择在桔树树冠外层植绥螨分布较少而全爪螨分布较多的白天时间段

喷施类似矿物油乳剂这样对捕食螨具有生态安全性的农药,可以较好地达到控制全爪螨又保护捕食螨的效果。由于上午存在露水,不利于植绥螨采集,本文没有调查上午各时间段桔树树冠外层的植绥螨和全爪螨的分布情况,有待于今后改进调查技术进行补充,以确定最佳的喷药时间。

参考文献 (References)

- Fang XD, OuYang GC, Lu HL, Guo MF, Meng X, Liu H, 2013. The effects of different control measures on *Panonychus citri* and arthropod enemies in citrus orchards. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(2): 413–420. [方小端, 欧阳革成, 卢慧林, 郭明昉, 孟翔, 刘慧, 2013. 不同防治措施对柑橘全爪螨及橘园天敌类群的影响. 应用昆虫学报, 50(2): 413–420.]
- Fang XD, OuYang GC, Lu HL, Liu H, Zhang BX, Guo MF, Wu WN, 2012. Study on the cooperative control effect of mineral oil and *Neoseiulus barkeri* on *Panonychus citri*. *Journal of Environmental Entomology*, 34(3): 322–328. [方小端, 欧阳革成, 卢慧林, 刘慧, 张宝鑫, 郭明昉, 吴伟南, 2012. 矿物油乳剂与巴氏新小绥螨对柑橘全爪螨的协同控制研究. 环境昆虫学报, 34(3): 322–328.]
- Fang XD, OuYang GC, Lu HL, Guo MF, Wu WN, 2014. Studies on structure and diversity of phytoseiid groups in citrus orchards with different control treatments. *Journal of Environmental Entomology*, 36 (2): 133–138. [方小端, 欧阳革成, 卢慧林, 郭明昉, 吴伟南, 2014. 不同防治措施柑橘园植绥螨的类群结构与多样性研究. 环境昆虫学报, 36(2): 133–138.]
- Huang MD, 2009. Studies on Citrus Insect Pests. Guangzhou: Sun Yat-sen University Press. 1–458. [黄明度, 2009. 柑橘害虫研究. 广州: 中山大学出版社. 1–458.]
- Kong CH, Hu F, 2001. Plant Allelopathy and Its Application. Beijing: China Agriculture Press. 1–331. [孔垂华, 胡飞, 2001. 植物化感(相生相克)作用及其应用. 北京: 中国农业出版社. 1–331.]
- Kong CH, Hu F, Xu XH, Zhang MX, Liang WJ, 2005. Volatile allelochemicals in the *Ageratum conyzoides* intercropped citrus orchard and their effects on mites *Amblyseius newsami* and *Panonychus citri*. *Journal of Chemical Ecology*, 31(9): 2193–2203.
- Liang WG, Huang MD, 1994. Influence of citrus orchard ground cover plants on arthropod communities in China: A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 50(1): 29–37.
- Mai XH, Li SX, Xiong JJ, ZHeng DS, Huang MD, SiTu J, 1984.

- Studies on the relationship between the ecological factors and population of predaceous mite and its utilization for the control of citrus red mite. *Acta Phytophylacica Sinica*, 11(1): 29–34. [麦秀慧, 李树新, 熊锦君, 郑德胜, 黄明度, 司徒金, 1984. 生态因素与钝绥螨种群数量关系及应用防治桔全爪螨的研究. 植物保护学报, 11(1): 29–34.]
- Mao RQ, Yang WC, Han SC, Guo MF, Zhang RJ, 2008. A new invasive weed in citrus orchards—*Eupatorium catarium*. *South China Fruits*, 37(5): 27–29. [毛润乾, 杨伟成, 韩诗畴, 郭明昉, 张润杰, 2008. 柑桔园新入侵性杂草——假臭草. 中国南方果树, 37(5): 27–29.]
- Muma MH, 1967. *Typhlodromalus peregrinus* (Muma) (Acarina: Phytoseiidae) on Florida citrus. Proc. 2nd Int. Congr. Acarol. Budapest Publishing House of the Hungarian Acad. Sci. Akademia, Kiado. 135–148.
- Muma MH, 1975. Mites associated with citrus in Florida. Agric. Exp. Sta. IFAS, Univ. Florida, Gainesville. Bull. 640A. 92.
- Qiu CH, Wang QZ, Yu Y, 2011. Predicted potential distribution of *Praxelis clematidea* in China. *Chinese Journal Applied. Environmental Biology*, 17(6): 774–781. [邱宠华, 王奇志, 余岩, 2011. 外来入侵假臭草在中国分布区的预测. 应用与环境生物学报, 17(6): 774–781.]
- Van Driesche RG, Lyon S, Stanek III EJ, Xu B, Nunn C, 2006. Evaluation of efficacy of *Neoseiulus cucumeris* for control of western flower thrips in spring bedding crops. *Biological Control*, 36(2): 203–215.
- Weintraub PG, Kleitman S, Alchanatis V, Palevsky E, 2007. Factors affecting the distribution of a predatory mite on greenhouse sweet pepper. *Experimental and Applied Acarology*, 42: 23–35.
- Wu WN, 1994. The important role of alternative food for predaceous mites in biological control of spider mites. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 16(3): 253–256. [吴伟南, 1994. 捕食螨的交替食物在植食性节肢动物的生物防治中的重要作用. 江西农业大学学报, 16(3): 253–256.]
- Wu WN, Ou JF, Huang JL, 2009. Fauna Sinica, Invertebrata Vol. 47, Arachnida, Acari, Phytoseiidae. Beijing: Science Press. 1–511. [吴伟南, 欧剑锋, 黄静玲, 2009. 中国动物志·无脊椎动物·第四十七卷·蛛形纲·蜱螨亚纲·植绥螨科. 北京: 科学出版社. 1–511.]
- Wu WN, ZHANG JP, Fang XD, Liu H, Guo MF, 2018. Nutritional types of phytoseiid mites and application in biological control. *Chinese Journal of Biological Control*, 24(1): 85–90. [吴伟南, 张金平, 方小端, 刘慧, 郭明昉, 2018. 植绥螨的营养生态学及其在生物防治上的应用. 中国生物防治, 24(1): 85–90.]
- Xu JL, 1984. Phytoseiid mites from vegetable plantation in Guangzhou and bionomics of *Amblyseius okinawanus*. *Plant Protection*, 10(1): 32–36. [徐洁莲, 1984. 广州地区菜田植绥螨和冲绳钝绥螨的生物学. 植物保护, 10(1): 32–36.]
- You Y, Hu JF, Chen F, Wang J, Wang CF, Fu JW, 2012. Effects of *Eupatorium catatium* on weeds community and biodiversity of Fujian south-east costal region. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 27(8): 841–846. [游泳, 胡进锋, 陈峰, 王俊, 王长方, 傅建伟, 2012. 福建东南沿海假臭草对杂草群落及其生物多样性的影响. 福建农业学报, 27(8): 841–846.]