

不同防治措施对柑橘全爪螨及橘园天敌类群的影响^{*}

方小端 欧阳革成^{**} 卢慧林 郭明昉^{**} 孟翔 刘慧

(广东省昆虫研究所 广州 510260)

摘要 柑橘全爪螨 *Panonychus citri* (McGregor) 是柑橘上的重要有害生物, 控制上目前仍以化学防治为主, 捕食螨也在一些果园采用。安全性较高的农药正不断推广应用, 一些生物源农药也已大面积使用。不过这些农药对柑橘全爪螨及其它柑橘害虫的田间控制效果如何, 是否影响到商品捕食螨和果园自然天敌的种群维持与发展及其对柑橘害虫的持续控制, 仍需较多而深入地检测和评估。2011 年 4—2012 年 1 月, 在广东省封开县, 选择了 3 个不同害虫防治措施(以阿维菌素为主, 巴氏新小绥螨 *Neoseiulus barkeri* + 矿物油乳剂为主, 胡瓜新小绥螨 *N. cucumeris* + 苦参碱为主)的果园, 调查比较了不同害虫防治措施对柑橘全爪螨的防治效果及对橘园中天敌类群的影响。试验结果显示, 以巴氏新小绥螨 + 矿物油乳剂为主和以胡瓜新小绥螨 + 苦参碱为主的果园内自然天敌的丰富度高于以阿维菌素为主的果园, 其群落结构也有所不同, 它们对柑橘全爪螨和其它柑橘害虫的田间持续控制效果也比以阿维菌素为主的措施更好。

关键词 捕食螨, 矿物油乳剂, 生物源农药, 柑橘全爪螨, 生物多样性

The effects of different control measures on *Panonychus citri* and arthropod enemies in citrus orchards

FANG Xiao-Duan OUYANG Ge-Cheng^{**} LU Hui-Lin GUO Ming-Fang^{**} MENG Xiang LIU Hui

(Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260, China)

Abstract *Panonychus citri* (McGregor) is a major pest of citrus that is still controlled predominantly by chemical pesticides, although predatory mites are used in some orchards. Although safer chemical pesticides are now used in many citrus orchards there is a need to determine the effects of these pesticides on predatory mites and other natural enemies of *P. citri*. This experiment was carried out in citrus orchards in Fengkai County, Guangdong Province from April 2011 to January 2012. Three treatments were investigated: (1) Abamectin used as the main control agent; (2) Matrine used as the main control agent plus the predatory mite *Neoseiulus cucumeris*; (3) Mineral oil used as the main control agent plus the mite *N. barkeri*. The results show that the richness of natural enemy groups in citrus orchards controlled by Matrine + *N. cucumeris* and by Mineral oil + *N. barkeri* was higher than that in citrus orchards in which control was achieved predominantly with abamectin. The community structures of natural enemy groups differed under the different treatments. The sustained control effects of Matrine + *N. cucumeris* and Mineral oil + *N. barkeri* were better than those achieved by predominantly using abamectin.

Key words predatory mite, mineral oil, biological pesticide, *Panonychus citri*, biodiversity

柑橘全爪螨 *Panonychus citri* (McGregor), 又名柑橘红蜘蛛, 属蛛形纲、蜱螨亚纲、叶螨科 (Tetranychidae)。该螨在华南地区一年发生 18 ~ 24 代, 是影响柑橘生产最重要的有害生物之一。虽然目前对柑橘全爪螨的防治仍然主要依赖人工

合成化学农药, 不过应用商品捕食螨防治柑橘全爪螨的面积正逐步得到推广。如胡瓜新小绥螨 *Neoseiulus cucumeris* 和巴氏新小绥螨 *N. barkeri*, 目前已被大面积应用于柑橘全爪螨的防治(舒畅等, 2007; 张艳璇等, 2010), 但仍需要一些人工合成化

^{*} 资助项目: 公益性行业(农业)科研专项(201103020)。

^{**} 通讯作者, E-mail: gechengouyang@yahoo.com, guomf@gdei.gd.cn

收稿日期: 2012-12-06, 接受日期: 2012-12-30

学农药或生物源农药作为配套措施,以提高对柑橘全爪螨的防效或控制其它种类的柑橘害虫。

近年来,一些对环境和害虫天敌比较安全的人工合成化学农药陆续研发,应用于柑橘园害虫(螨)防治中,一些生物源农药如阿维菌素等也已经大面积推广使用。不过,这些农药对柑橘全爪螨及其它柑橘害虫的田间控制效果如何,是否影响到商品捕食螨和果园自然天敌的种群维持与发展及其对柑橘害虫的控制,仍需较多而深入地检测和评估。近年来已在南方柑橘园中使用的生物源农药苦参碱,作为一种高效广谱杀虫剂(吕梅香等,2004),对柑橘全爪螨也有较好的防治效果(宁玮锋等,2006)。但苦参碱对捕食螨和柑橘园自然天敌的安全性如何,尚未有报道。

因此,作者于2011年4月开始,在广东省封开县河儿口镇,选择了3个不同害虫防治措施的果园,调查比较了不同害虫防治措施对柑橘全爪螨的防治效果及对柑橘园中天敌类群的影响,为柑橘全爪螨和其它柑橘害虫的无公害、可持续控制措施的研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料来源

胡瓜新小绥螨来源于福建艳璇生物技术有限公司,巴氏新小绥螨来源于广东省农科院植保所。所用农药为:0.3% 稼龙剑™ 苦参碱(中国陕西国丰化工有限公司),99% Sunspray® Ultra Fine 矿物油乳剂(美国太阳石油公司(Sunoco Inc, USA)),480 g/L 赛本® 毒死蜱(江苏快达农化股份有限公司),蓝锐® 1.8% 阿维菌素乳油(河北威远生物化工股份有限公司),200 g/L 猎马® 丁硫克百威乳油(江西博邦生物药业有限公司),坚定™ 5% 啉虫脲乳油(海南正业中农高科股份有限公司),240 g/L 螨危® 螺螨酯悬浮剂(拜耳作物科学(中国)有限公司)。

1.2 试验处理

选择3个树龄、林相和地理条件相近的砂糖橘果园(面积均1 hm²左右,树龄5~6年),各作为1个试验区。各试验区邻近,但试验区之间间隔至少30 m。各实验区的处理分别是,试验区1:采用常规农药防治,以阿维菌素为主;试验区2:胡瓜新小绥螨+苦参碱为主;试验区3:巴氏新小绥螨+

矿物油乳剂为主。试验区2,试验区3的捕食螨于喷药1周后无雨时进行释放。每株释放捕食螨一袋(巴氏新小绥螨约300头/袋,胡瓜新小绥螨约800头/袋)。其它防治措施的时间与频次由果农根据果园虫害发生情况自行决定与实施。2011年4月至2012年1月间,各试验区的实际防治情况如表1所示。喷药浓度:阿维菌素2 500倍,苦参碱1 000倍,矿物油乳剂200倍,丁硫克百威1 500倍,啉虫脲1 500倍,螺螨酯5 000倍,毒死蜱2 000倍。

1.3 调查方法

从2011年4—2012年1月,每月中旬调查1次。

1.3.1 柑橘全爪螨和捕食螨的种群调查 采用震落法以自制的粘板盒(23.5 cm × 20 cm 粘板粘附在30 cm × 21.5 cm 的盒底)收集。每试验区随机抽取15株柑橘树,每树分别在东、南、西、北四个方位,使用长1 m 直径3 cm 的木棍以均匀适中的力度连续敲打树枝2次,让树上的柑橘全爪螨和捕食螨震落粘附于粘板盒内,每5株收集于一个粘板盒内,带回室内在解剖镜下检查粘板上粘附的柑橘全爪螨和捕食螨的数量。

1.3.2 其它害虫与天敌调查 每试验区随机抽取15株柑橘树,每株东、南、西、北、中随机选取5个枝条(每枝条20个左右长成叶片),以36.5 cm × 27.5 cm 的塑料封口袋快速罩住剪下封口,带回室内在解剖镜下收集所有节肢动物,使用75%酒精保存,并进一步鉴定。

柑橘木虱成虫每5株随机组合作为一个处理,再进行数据分析。天敌类群多样性的分析采用试验期内调查总数量进行分析。

1.4 数据处理与分析

根据调查数据求出不同防治措施试验区的螨口减退率,

螨口减退率 =

$$\frac{\text{处理前的活螨数} - \text{处理后的活螨数}}{\text{处理前的活螨数}} \times 100$$

(1)

各试验区调查数据差异性的比较,采用单因素方差分析的LSD分析方法(SPSS 13.0,2005)。

天敌类群的相对丰富度(P_i):

$$P_i = N_i/N \quad (2)$$

表 1 试验期间各处理区的虫(螨)害防治措施(2011. 4—2012. 1)

Table 1 Pests control measures of different treatment during experiment period (2011. 4—2012. 1)			
施药月份 Spray month	试验区 1 Treatment 1	试验区 2 Treatment 2	试验区 3 Treatment 3
2011. 5	阿维菌素 Abamectin		阿维菌素 Abamectin
2011. 4	阿维菌素 Abamectin	阿维菌素 Abamectin 苦参碱 + 胡瓜新小绥螨 Matrine + <i>N. cucumeris</i>	矿物油 + 巴氏新小绥螨 Mineral oil + <i>N. barkeri</i>
2011. 6	毒死蜱 Chlorpyrifos	苦参碱 Matrine	矿物油 Mineral oil
2011. 7	阿维菌素 Abamectin 丁硫克百威 Carbosulfan		
2011. 8	阿维菌素 Abamectin	苦参碱 Matrine	矿物油 Mineral oil
2011. 9	阿维菌素 Abamectin	啉虫脒 Acetamiprid	矿物油 Mineral oil
2011. 10	螺螨酯 Spirodiclofen + 阿维菌素 Abamectin	苦参碱 Matrine	矿物油 Mineral oil
2011. 11			
2012. 1			

式中: N_i 为第 i 物种的个体数; N 为群落总个体数。

运用 Shannon-Wiener (1963) 多样性指数 (H'), Pielou (1966) 的均匀度指数 (E'), Berger-Parker 优势度指数 (D) 进行蜘蛛群落分析:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i \tag{3}$$

$$E' = H' / \ln S \tag{4}$$

$$D = N_{\max} / N_i \tag{5}$$

式中: S 为每一试验区的物种总数, $N_{\max}$ 为蜘蛛群落中个体最多的一种蜘蛛的个体数量, N_i 为蜘蛛群落中各蜘蛛数量的总和。

2 结果与分析

2.1 不同处理对柑橘全爪螨的控制作用

2011 年 4 月至 2012 年 1 月, 试验区 1 共施药 8 次, 试验区 2 和试验区 3 各施药 6 次(表 1)。

试验区 1 内的柑橘全爪螨种群密度在试验期内有较大的波动。在 6 月份(梢期)有个明显的高峰(毒死蜱防治之后), 为(435.00 ± 51.384)头/粘板, 同试验区 2 的(13.00 ± 1.732)头/粘板和试验区 3 的(8.50 ± 0.289)头/粘板比较均有显著性差异 ($F = 68.095, df = 2, 6, P = 0.000; F = 68.095, df = 2, 6, P = 0.000$), 试验区 2 和试验区 3 间差异不显著 ($F = 68.095, df = 2, 6, P = 0.918$)。随后在 11 月试验区 1 又出现小高峰, 为(138.00 ± 3.175)

头/粘板, 同试验区 2 的(107.00 ± 57.446)头/粘板比较差异不显著 ($F = 4.604, df = 2, 6, P = 0.794$), 但同试验区 3 的(2.00 ± 0.287)头/粘板比较差异显著 ($F = 4.604, df = 2, 6, P = 0.028$)。整个试验期间, 释放捕食螨的 2 个试验区(试验区 2, 试验区 3)的柑橘全爪螨的变化趋势类似, 种群波动不大, 一直维持在较低水平(图 1)。这说明, 毒死蜱、螺螨酯和阿维菌素等对柑橘全爪螨的防治效果不好, 而苦参碱、矿物油乳剂与捕食螨配套使用, 对柑橘全爪螨有良好的控制作用。

各处理的柑橘全爪螨螨口减退率如表 2 所示, 在中期试验区 1、2 和 3 的螨口减退率分别达到 70.00%, 100.00% 和 93.75%, 在末期的螨口减退率分别是 - 570.00%, - 28.26% 和 100.00%。在试验中期及末期, 试验区 3 均表现出对柑橘全爪螨很好的控制效果。试验区 2 的柑橘全爪螨在中期控制效果很好, 但到末期有一定的种群增长, 可能与 9 月份喷施啉虫脒伤害了自然天敌和捕食螨有关。而试验区 1 在中期的螨口减退率为最低, 与试验开始时的螨口密度相比, 末期时的柑橘全爪螨种群密度反而显著增长。

2.2 捕食螨的种群动态

3 个试验区内捕食螨种群的波动趋势如图 2。3 个试验区的捕食螨在 9 月和 11 月, 均形成两个峰期。但试验区 1 的捕食螨在 9 月和 11 月柑橘枝

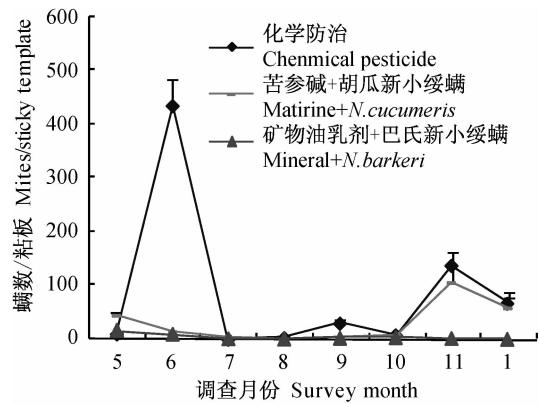


图 1 不同处理试验区柑橘全爪螨种群动态 (2011. 5—2012. 1)

Fig.1 The population dynamic of *Panonychus citri* of different treatment(2011. 5 – 2012. 1)

表 2 试验中期 (2011 年 8 月) 及末期 (2012 年 1 月) 的柑橘全爪螨螨口减退率的比较

Table 2 The control percentage of different treatment in middle(2011. 8) and terminal (2012. 1) period of experiment respectively

调查时间 Survey date	试验区 1 Treatment 1	试验区 2 Treatment 2	试验区 3 Treatment 3
螨口减退率 (%) (中期) Control percentage (middle period)	70. 00	100. 00	93. 75
螨口减退率 (%) (末期) Control percentage (terminal period)	- 570. 00	- 28. 26	100. 00

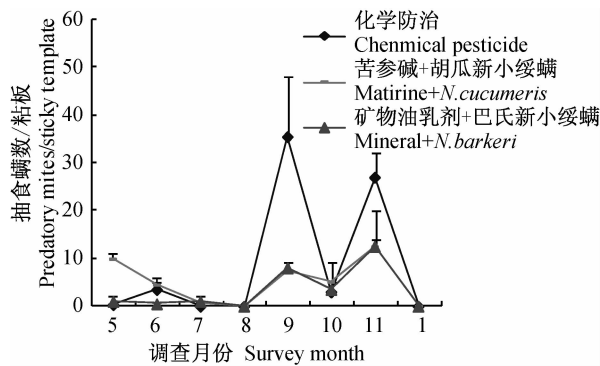


图 2 不同处理试验区捕食螨种群动态 (2011. 5—2012. 1)

Fig.2 The population dynamic of predatory mites of different treatment(2011. 5 – 2012. 1)

条上的种群密度更大, 分别是 (35.50 ± 7.217) 、 (27.00 ± 2.887) 头/粘板。而试验区 2 的捕食螨在 9 月和 11 月分别是 (7.50 ± 0.866) 、 (12.50 ± 4.330) 头/粘板; 试验区 3 分别是 (6.00 ± 0.577) 、 (12.5 ± 0.287) 头/粘板。这说明, 矿物油乳剂、苦参碱和阿维菌素等, 对捕食螨均具较好的安全性,

而捕食螨扩散能力较强, 由于试验区 1 和试验区 2 相邻近, 捕食螨从试验区 2 扩散至试验区 1, 且随着试验区 1 内柑橘全爪螨峰期的发生, 捕食螨种群产生跟随效应, 使试验区 1 的捕食螨种群密度显著上升。

2.3 其它害虫和天敌的种群动态

2.3.1 不同处理对柑橘木虱 *Diaphorina citri* 成虫种群的影响 由图 3 可知,3 个试验区内的柑橘木虱成虫种群在 10 月份前均保持在较低密度下,说明不同防治措施对其均有较好的短期压制作用。不过,停止施药后,试验区 1 的柑橘木虱种群密度在 11 月份出现明显的高峰,为 (12.000 ± 5.131) 头/5 株。而试验区 2 和 3 的柑橘木虱种群密度,在停止施药后的试验期内,仍保持较低密

度,试验区 2 和试验区 3 在 11 月份的柑橘木虱种群密度分别是 (3.667 ± 1.764) 头/5 株和 (2.333 ± 1.333) 头/5 株。这可能是因为,试验区 1 内的自然天敌种群受到较大伤害,对柑橘木虱的控制作用弱。而试验区 2、3 内的自然天敌种群受到较好保护,对柑橘木虱的控制作用较强。

其它柑橘害虫在 3 个试验区内均没有超过经济允许范围。

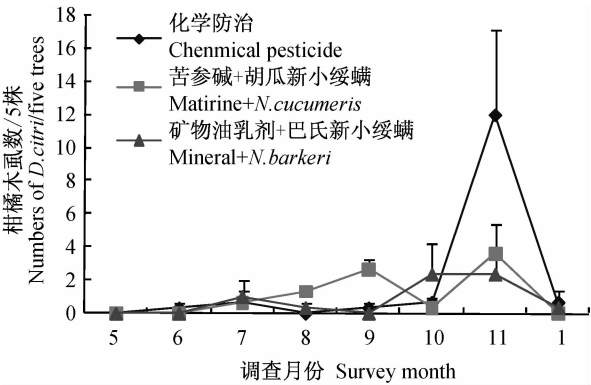


图 3 不同处理试验区柑橘木虱种群动态 (2011.5—2012.1)
Fig.3 The population dynamic of *Diaphorina citri* of different treatment (2011.5 –2012.1)

2.3.2 不同防治措施果园内的自然天敌 调查结果显示,试验区 1 内柑橘枝条上所调查到的自然天敌总数为 45 只,其中蚂蚁类群相对丰富度最高,蜘蛛类群的次之。试验区 2 的自然天敌总数为 126,其中蜘蛛类群相对丰富度最高,蚂蚁类群的次之。试验区 3 的自然天敌总数为 103 只,其中蚂蚁类群相对丰富度最高,蜘蛛类群的次之。说明实施不同防治措施的果园内自然天敌的群落结构有所不同(表 3)。相对于昆虫天敌,蜘蛛类群的远距离迁移能力较弱,比较能反映不同防治

措施对天敌的影响水平。经鉴定,试验区 1 共有蜘蛛 5 个种 11 只,试验区 2 有 15 个种 102 只,试验区 3 有 8 个种 25 只,各试验区的 Shannon 多样性指数,均匀度指数以及优势度指数比较如图 4 所示。3 个试验区的多样性指数分别为 1.41, 1.06 和 1.31。均匀度指数分别是 0.88,0.39 和 0.63。试验区 1 表现较大的多样性和均匀性。各试验区优势度指数分别是 0.45, 0.78 和 0.64。试验区 2、3 相对试验区 1 的优势度指数相对较大。

表 3 不同处理果园内自然天敌类群的丰富度
Table 3 Richness of natural enemy groups of different treatment

	数量 Amount			相对丰富度 Relative abundance		
	试验区 1	试验区 2	试验区 3	试验区 1	试验区 2	试验区 3
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
总天敌 Total natural enemies	45	126	103	1.00	1.00	1.00
蜘蛛 Spiders	11	102	25	0.24	0.81	0.24
蚂蚁 Ants	24	17	60	0.53	0.13	0.58
草蛉 Lacewings	1	3	5	0.02	0.02	0.05
瓢虫 Lady beetles	0	0	9	0	0	0.09
寄生蜂 Parasitoids	3	1	0	0.07	0.01	0

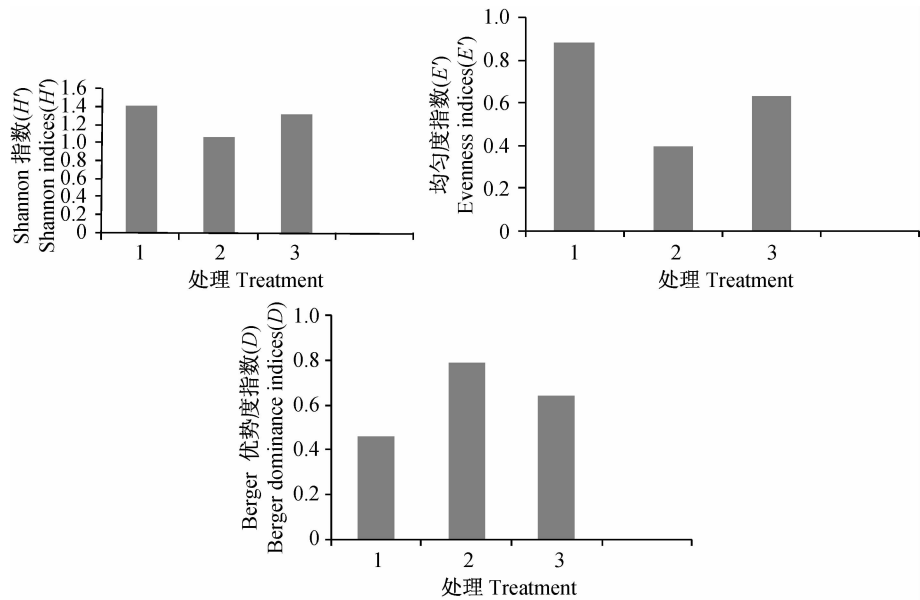


图 4 不同处理下蜘蛛的 Shannon-Wiener 多样性指数,均匀度指数和 Berger-Parker 优势度指数

Fig.4 Shannon-Wiener indices(H'), Evenness indices (E') and Berger-Parker dominance indices(D) of spiders under different treatment

处理 1:阿维菌素为主;处理 2:苦参碱 + 胡瓜新小绥螨;处理 3:矿物油乳剂 + 巴氏新小绥螨。

Treatment 1: abamectin mainly used; treatment 2: matrine + *N. cucumeris*; treatment 3: mineral oil + *N. barkeri*.

由图 5 所示,试验区 2 在 6 月(梢期)出现蜘蛛类群数量的高峰,说明苦参碱对蜘蛛有较好的保护作用。7 月份之后,随着梢期结束,枝条上害虫数量降低,蜘蛛数量也减少。在试验区 3 出现蜘蛛高峰的 10 月,试验区 2 的蜘蛛数量也很少,

这可能是 9 月份喷施啉虫脒对蜘蛛类群产生了较大伤害作用。而试验区 1 的蜘蛛种群数量一直比较低,说明毒死蜱、螺螨酯或阿维菌素等对蜘蛛也有较大的伤害作用。

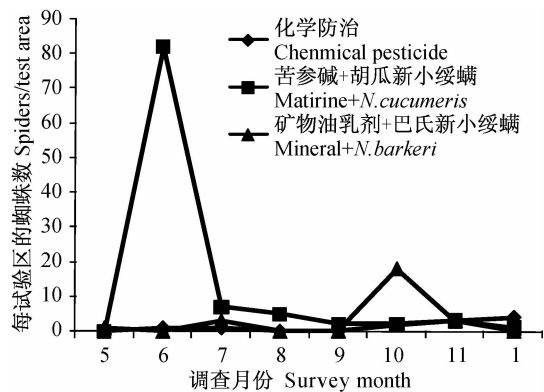


图 5 不同处理试验区蜘蛛种群动态 (2011. 5—2012. 1)

Fig.5 The population dynamic of spiders of different treatment(2011. 5 – 2012. 1)

3 讨论

柑橘园是多年生木本植物,生态环境相对稳

定,园内的自然天敌资源极为丰富(张志恒等, 1994),可以对柑橘害虫发挥良好的自然控制作用(杨余兵和黄明度,1989)。植绥螨是柑橘害螨最

常见的天敌之一(吴伟南等,2009),蜘蛛、瓢虫、草蛉等对柑橘全爪螨及其它柑橘害虫如柑橘木虱也有捕食作用。选用安全性较高的农药,保护捕食螨和果园自然天敌,可持续控制柑橘害螨和害虫。有报道表明橘园释放胡瓜钝绥螨、喷施矿物油乳剂、有机管理、自然状态等均能增加橘园天敌的种类和数量(季洁等,2004;李志强等,2009)。已有试验证明,矿物油乳剂和巴氏新小绥螨对柑橘全爪螨有较好的协同控制作用(方小端等,2012)。苦参碱对天敌的干扰作用也较小(袁静等,2003)。

本试验结果显示,苦参碱+胡瓜新小绥螨与矿物油乳剂+巴氏新小绥螨均能较好的控制柑橘全爪螨的种群数量。这2个试验区的柑橘全爪螨种群数量一直处在低位,没有明显的峰期。柑橘木虱的种群数量较低,其它柑橘害虫在2个试验区内均没有超过经济允许范围。在这2个试验区内,捕食螨种群得以维持,自然天敌的种类和丰富度较高。这说明苦参碱和矿物油乳剂作为捕食螨释放的配合药剂,能对柑橘全爪螨发挥协同控制作用,并对自然天敌相对安全,能持续控制柑橘害螨和害虫。需要指出的是,由于这两个试验区原先都是频繁化防区,仅实施了几个月的生物防治,自然天敌的恢复可能尚需时日。如果进行多年持续试验,其控害效果可能更加显著。

本试验结果显示,天敌密度常随柑橘树上害虫、害螨数量的波动而发生波动。若配合果园生草栽培,将更有利于维持释放的捕食螨种群并增加自然天敌的多样性。果园生草还能改善橘园小气候,降低夏秋季高温和干旱等不良环境因素)对害虫尤其是小型害虫(如全爪螨)等天敌的刺激繁殖作用(杜桐源和黄明度,1998;吴全聪等,2010),因此将对柑橘全爪螨和柑橘害虫控制更为有利。

本试验结果显示,不同防治措施果园内的自然天敌群落结构有所不同,这说明所有农药对自然天敌均会造成一定的伤害,但不同的农药对自然天敌种类的选择性不同。在试验区1内,使用不同的农药进行混配或交替防治,虽然会增强对害虫害螨的即时防效,但对自然天敌的伤害也会更大,从而影响对害虫害螨控制的可持续性。3个试验区比较,苦参碱+胡瓜新小绥螨和矿物油+巴氏新小绥螨试验区内的天敌种类和丰富度较高,而化学防治样地的 Shannon-Winener 多样性指

数(H')和均匀度指数(E')最大,这与一些报道的结果不一致(季洁等,2004;马建华等,2009)。推测是由于频繁施药对天敌杀伤作用大,除了导致部分天敌种类消失,还致使一些天敌种类的种群数量一直保持在较低密度下,因而使其均匀度指数(E')等相对较大。而苦参碱+胡瓜新小绥螨和矿物油+巴氏新小绥螨试验区内的天敌虽然也造成一些伤害,但其中一些自然天敌能很快恢复增长,并形成优势种,导致其均匀度指数(E')等相对降低。这也启示我们:查明对控制柑橘重要害虫有较好控制作用的自然天敌种类,选择对其伤害作用小而对害虫药效高的农药,会更有效地持续控制柑橘害虫和害螨。

参考文献 (References)

- 杜桐源,黄明度,1998. 捕食螨利用研究进展//朴永范,林晃(主编). 我国农作物病虫害生物工作新进展. 北京:中国农业出版社:171-181.
- 方小端,欧阳革成,卢慧林,刘慧,张宝鑫,郭明昉,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):322-327.
- 季洁,张艳璇,洪晓月,康玉妹,余德亿,林坚贞,2004. 释放胡瓜钝绥螨的柑桔生防园与化防治园节肢动物群落及其动态研究. 南京农业大学学报, 27(4):45-50.
- 李志强,梁广文,岑伊静,曾玲,2009. 有机管理对橘园节肢动物群落多样性恢复的作用. 生态学杂志, 28(8):1515-1519.
- 吕梅香,曾和平,王晓娟,谢彦,王辉,2004. 农药用生物碱的研究进展. 农药, 43(6):249-253.
- 马建华,朱猛蒙,张蓉,于海洋,马锐,2009. 药剂处理对苜蓿地害虫-天敌群落的影响. 宁夏大学学报(自然科学版), 30(3):282-284.
- 宁玮锋,毕旭灿,徐有滨,江贤贵,曾鸿良,2006. 苦参碱防治柑橘红蜘蛛的效果. 浙江柑橘, 23(4):21-22.
- 舒畅,钟玲,李爱华,欧阳才辉,黄卫民,姚易根,唐玉珍,钟喜发,钟露霞,蔡德珍,陈凤英,钟爱平,2007. 释放巴氏钝绥螨控制柑橘全爪螨试验示范效果初报. 中国植保导刊, 27(9):23-24.
- 吴全聪,郑仕华,叶旺发,2010. 生态护理对山地桔园节肢动物群落结构及多样性的影响. 生态学杂志, 29(8):1559-1565.
- 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. 511.
- 杨余兵,黄明度,1989. 光、温度、湿度对柑橘木虱发育、繁

殖与存活的影响. 生态学报, 9(4):348-354.

袁静, 张宗俭, 丛斌, 2003. 苦参碱的生物活性及研究进展. 农药, 42(7):1-4.

张艳璇, 林坚贞, 季洁, 侯爱平, 2000. 捕食螨在生物防

治中的作用及其产业化探索. 福建农业学报, 15(增刊):185-187.

张志恒, 任伊森, 何晓, 朱廷才, 1994. 未来柑桔病虫害的生态治理. 广西柑桔, (4):15-19.