

湖北柑橘园蚜虫及其天敌发生动态

郑文艳¹ 刘克敏¹ Nicolas Desneux² 牛长缨¹

1. 华中农业大学植物科学技术学院, 武汉 430070; 2. 法国国家农业科学研究院, 法国 索菲亚 06903

摘要 在自然条件下调查湖北地区柑橘园中蚜虫种类, 监测蚜虫及其自然天敌优势种群发生动态。连续的田间系统调查结果表明: 为害柑橘的蚜虫有棉蚜 *Aphis gossypii*、绣线菊蚜 *Aphis spiraeicola*、橘蚜 *Toxoptera citricidus*、橘二叉蚜 *Toxoptera aurantii*、豆蚜 *Aphis craccivora*。其中, 橘蚜和绣线菊蚜为优势种, 全年可见, 春末夏初和秋季为发生高峰期。本地天敌有蜘蛛 Araneae、瓢虫 Coccinellidae、食蚜蝇 Syrphid、草蛉 Chrysopidae、寄生蜂、蜡类 Pentatomidae, 当地蚜虫的主要捕食性天敌蜘蛛、瓢虫和食蚜蝇对蚜虫有较好的控制作用, 发生动态紧随蚜虫种群数量变化。

关键词 柑橘; 蚜虫; 天敌; 发生动态; 湖北地区

中图分类号 Q 969.35 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2016)06-0074-05

蚜虫隶属于半翅目(Hemiptera)、蚜科(Aphididae), 其种类多、个体小、繁殖快, 是农业、林业和园艺生产中广泛分布的重要害虫^[1]。蚜虫作为柑橘树上最重要的害虫之一, 一方面, 直接刺吸植物叶片及果实, 造成叶片皱缩, 果质差, 植物有效叶片面积减少, 光合作用降低^[2-3]; 另一方面, 蚜虫在刺吸取食时, 传播多种病毒, 尤其是柑橘衰退病毒, 同时分泌蜜露, 滋生真菌, 造成叶片和果实上的煤烟病^[3-4]。湖北省气候适宜, 柑橘资源丰富, 栽培历史悠久, 目前柑橘产业居全国前列, 已是湖北省农业生产的支柱产业。然而随着气候及种植结构等多方面的改变, 柑橘园蚜虫危害日趋严重^[5]。

在自然条件下, 蚜虫本身易受一系列的捕食性、寄生性天敌和病害的攻击, 其优势天敌包括异色瓢虫、龟纹瓢虫在内的各种瓢虫、食蚜蝇、草蛉等捕食性天敌以及蚜茧蜂、蚜小蜂等寄生性天敌^[6]。因此了解蚜虫与其自然天敌的发生规律以及天敌的控制作用, 对于蚜虫的综合防治至关重要。这些自然天敌自上而下(top-down)的控制作用已经在多种不同的农业生态系统中得到证实^[7-11]。然而, 这些控制因素往往受到现代农业生产的制约。一方面, 化学农药的广泛使用对自然天敌造成的伤害很可能影响到其对蚜虫的自然控制能力^[12]。另一方面, 化学农

药的使用使蚜虫抗药性增强^[13-14]。最终, 这两方面的原因导致蚜虫在多种作物上为害日益猖獗。由于对本地区柑橘蚜虫及其自然天敌种类、发生规律缺乏一定的了解, 目前国内相关研究甚少, 防治具有一定的盲目性。本研究通过调查本地区蚜虫发生种类, 实时监测蚜虫及其自然天敌发生动态, 以期为了保护利用湖北地区柑橘蚜虫自然天敌以及综合防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验田设在湖北省内 3 个具有代表性的地点: 武汉城乡结合部先建村(114°21'36" E, 30°27'36" N), 周边种植黄瓜、大豆、玉米等多种作物, 物种丰富多样, 土壤疏松; 华中农业大学校园(114°22'48" E, 30°29'24"N), 橘园内为草坪以及少量其他园艺树木, 土地紧实缺乏营养; 宜昌市夷陵区(111°48' E, 30°50'24"N), 橘园内有红薯、玉米等作物环绕, 土壤疏松。确保每个试验点相距至少 10 km, 气候具有一致性, 均保持自然状态, 试验调查期间不使用任何化学农药。

1.2 调查方法

1) 柑橘蚜虫种类调查。2013 年 9 月到 2014 年

收稿日期: 2016-02-27

基金项目: APHIWEB-International Research Staff Exchange Scheme(611810)

郑文艳, 硕士研究生, 研究方向: 农业昆虫与害虫防治, E-mail: wenyanz1990@163.com

通信作者: 牛长缨, 博士, 教授, 研究方向: 昆虫生理生化与分子生物学, E-mail: niuchangying88@163.com

9 月不同季节橘园内随机采样不同种类蚜虫,带回实验室,根据 Blackman 等的检索表^[15],于解剖镜下观察蚜虫种类,做好标记保存于 75%乙醇中。

2) 柑橘主要蚜虫及天敌发生动态调查。每试验点每 7 d 调查 1 次,每点随机选取 13 株橘树(距离边缘至少 3 m,避免边缘效应),调查采用 0.25 m²的圆环,随机放置在橘树的东、西 2 个方向,记录环内的嫩枝数、蚜虫感染的嫩枝数、各种类活着的蚜虫和天敌的数目。动态监测持续期从 2014 年 6 月至 2015 年 7 月底,2014 年冬季蚜虫消失至 2015 年春季蚜虫刚出现这一期间为间断期。

1.3 数据处理与分析

以调查时间为横坐标,以橘蚜、绣线菊蚜及其主要天敌种群密度为纵坐标作折线图,分析各种蚜虫与天敌的发生动态以及相互关系。

数据处理在 Excel 上完成。

2 结果与分析

2.1 柑橘树上蚜虫种类

根据调查观测发现湖北省柑橘树上蚜虫种类主要有黑色的橘蚜和橘二叉蚜、墨绿色的棉蚜、黄绿色的绣线菊蚜以及灰黑色的豆蚜。绣线菊蚜和橘蚜常年发生,橘二叉蚜仅在春季短期发生,春夏之交以及秋季可见棉蚜,豆蚜极少发现,其中橘蚜常与其他种类混合发生。



图 1 几种蚜虫感染同一位点

Fig.1 Several aphids infect together at the same site

2.2 蚜虫及其自然天敌优势种群发生动态

通过调查发现,新建村(图 2)绣线菊蚜在初春有一定数量的发生,夏季和初秋大暴发,尤其初秋,发生数量大、持续期长,数量明显多于橘蚜。橘蚜主要在夏季大暴发,基本占据全部生态位,甚至达到每平方米 1 000 只以上,完全包围橘树嫩芽,后期受外界因素的影响,数量逐渐减少。

橘树上主要天敌蜘蛛、瓢虫、食蚜蝇发生数量也各不相同(图 3)。蚜虫发生高峰期时,以食蚜蝇为

主要捕食者,其种群数量随蚜虫数量的增多而升高,且在各调查时间之间波动很大;其次为瓢虫,基本在蚜虫发生的整个时期都稳定存在,随蚜虫发生瓢虫数量缓慢变化;蚜虫发生期内蜘蛛为主要天敌中数目最少的一类,尤其在食蚜蝇和瓢虫数目都居多的情况下,基本看不到蜘蛛,只有当食蚜蝇和瓢虫都很少时蜘蛛数目增多才发挥主要控制作用。由此,可以明显看出,天敌之间具有相互制约和协同控制蚜虫的作用,即其中 1 种(或 2 种)数目增多发挥主要控制作用时,另外的天敌种群就处于弱势,数量变化不大。

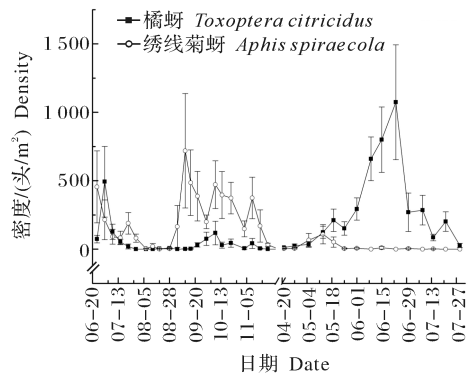


图 2 新建村柑橘园蚜虫种群发生动态

Fig.2 The population dynamics of aphids in citrus orchard of Xianjian Village

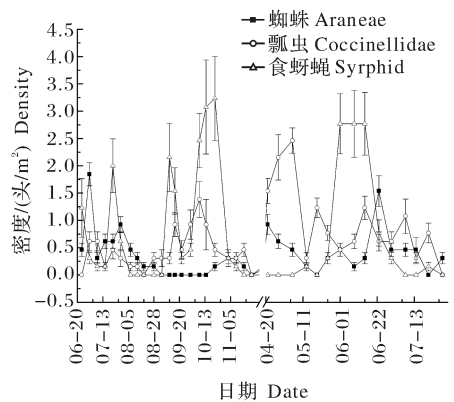


图 3 新建村柑橘园蚜虫天敌种群发生动态

Fig.3 The population dynamics of aphid's natural enemies in citrus orchard of Xianjian Village

图 4 为华中农业大学校园内柑橘园蚜虫发生动态,校园相对较为封闭,植物多样性较为单调,整个蚜虫发生期基本都是橘蚜占据主要生态位,发生高峰期主要在夏季(6 月)和秋季(9—10 月),盛夏时期(8 月)2 种蚜虫基本不可见。绣线菊蚜只在夏季和秋季稍有增多,处于绝对的弱势地位。

校园柑橘园中瓢虫为最主要的捕食者,食蚜蝇

和蜘蛛的发生数量相当。结合图 4、图 5 可以看出, 2015 年蚜虫开始发生之际, 天敌数目便已达到最高峰, 推测为当时气候特殊(连续降雨), 蚜虫受影响较大, 发生期推迟, 越冬后的天敌出现较早所致。除此之外, 可以发现天敌发生动态与蚜虫的发生呈现明显的追随效应, 即天敌紧随蚜虫数量增多而稍微滞后增多, 受天敌作用蚜虫减少, 天敌也随之减少。可见, 自然生态系统条件下, 天敌发挥了明显的控制作用。

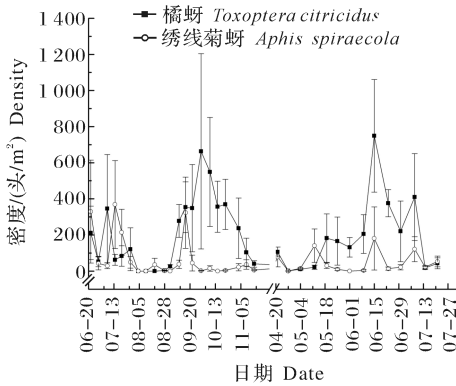


图 4 校园柑橘园蚜虫种群发生动态

Fig.4 The population dynamics of aphids in citrus orchard of campus

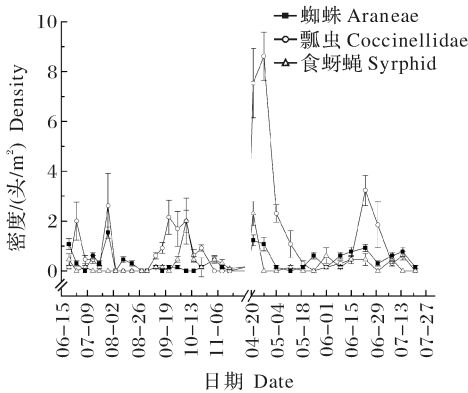


图 5 校园柑橘园蚜虫天敌种群发生动态

Fig.5 The population dynamics of aphid's natural enemies in orchard of campus

图 6 为宜昌夷陵地区柑橘园主要蚜虫种群发生动态, 由于 2015 年雨水频繁, 影响实验调查, 因此 2015 年数据相对先建村和校园较少。由图 6 可以看出, 该田橘蚜占据绝对的优势, 主要发生在夏、秋两季, 尤其在秋季高峰期的种群密度甚至达到每平方米 2 500 只。相比较而言, 绣线菊蚜数目较少, 但是调查期间一直都有发生, 发生高峰期主要在 6、7 月份。

夷陵地区的主要天敌以食蚜蝇和瓢虫居首, 其次为蜘蛛。蚜虫大暴发期间, 食蚜蝇才会随之大量出现, 随后便减少甚至消失; 瓢虫在蚜虫存在的整个时期都出现, 种群数量变动不明显, 只有在蚜虫大量发生, 食蚜蝇很少的情况下才会突然增多; 夷陵地区橘园田间蜘蛛相对先建村和校园并没有发挥良好的控制作用, 调查期间一般很少见到。

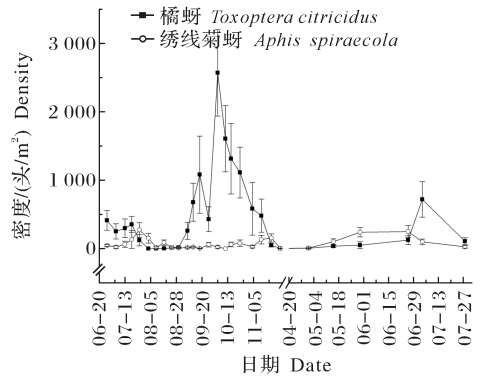


图 6 夷陵地区柑橘园蚜虫种群发生动态

Fig.6 The population dynamics of aphids in citrus orchard of Yiling area

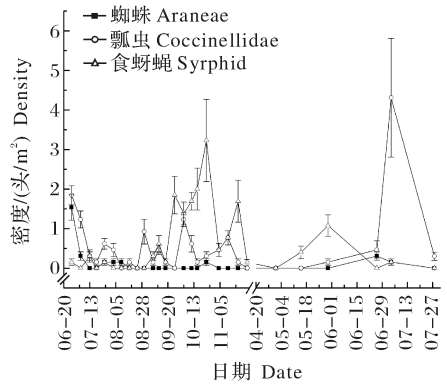


图 7 夷陵地区柑橘园蚜虫天敌种群发生动态

Fig.7 The population dynamics of aphid's natural enemies in citrus orchard of Yiling area

3 讨论

蚜虫作为柑橘树上为害最为严重的害虫之一, 了解其优势种群及其自然天敌的发生动态, 对于预测预报和保护利用本地自然天敌以及科学的综合防治具有重要意义。本试验通过连续的野外监测得到湖北地区 3 个具有代表性地点的柑橘蚜虫及其自然天敌发生动态, 结果表明, 本地区的蚜虫种类有棉蚜、绣线菊蚜、橘蚜、橘二叉蚜、豆蚜等, 优势种群为橘二叉蚜和绣线菊蚜; 优势捕食性天敌有食蚜蝇、瓢

虫、蜘蛛等。蚜虫种群发生高峰期主要集中在夏秋两季,春末夏初偶尔也会大量发生,盛夏则发生少;捕食性天敌紧随蚜虫的变化而变化,呈现明显的追随效应。根据监测结果也可以看到,蚜虫之间存在共存竞争作用,与文献报道相吻合^[16-17],捕食性天敌间存在明显的竞争和协同作用,1种或者2种发生量大时,另外种类的则相对少。比较不同的监测地点发现,营养充足、生物多样性丰富的田块蚜虫种类丰富且各有优势,营养缺乏、植被单调的田块通常都是橘二叉蚜占优势,其他种类蚜虫发生相对较少。这与江西^[16]、福建^[18]、四川^[19]以及广州^[20]柑橘优势蚜虫种类都不同,发生高峰期因环境不同也存在差异,但都集中在春末夏初及夏秋两季。

蚜虫自然天敌的发生与蚜虫种群动态密切相关^[21],尤其存在密度依存关系,只有当害虫达到一定密度时,才会诱导某些天敌产卵和幼虫取食。调查期间,我们也记录了本地区寄生性天敌的寄生情况,发现在夏秋季蚜虫发生高峰期寄生性天敌也发挥了明显的控制作用,主要为 *Aphelinus* 和 *Lysiphlebus*,当蚜虫数目减少时,只有捕食性天敌发挥作用。另外,蚜虫种群发生规律受多种因素的影响,除去自然天敌外,气象因子如温度、湿度也是调控蚜虫种群的重要因子,调查发现温度太高和太低时蚜虫数量明显偏低甚至消失,王守宝等^[22]关于不同温度对绣线菊蚜实验种群的影响证实了这一点,同时发现暴雨过后,蚜虫会因为被冲刷掉而急剧减少,关于本地区气象因子对柑橘蚜虫种群的影响有待进一步分析。

柑橘蚜虫种类的确定、蚜虫及其自然天敌种群发生规律的监测为自然天敌的保护利用以及综合防治体系的构建提供了科学依据。当蚜虫发生量少,处于防治阈值以下,自然天敌同时存在的条件下,可以发挥田间生态系统的自然调控作用,不予人为干涉^[23-24];一旦蚜虫要大暴发达到防治阈值水平,可以结合物理、化学、生物等多种防治方法综合防治^[25],将害虫控制在经济危害水平以下,如黄板诱杀、天敌释放,尽量减少化学污染甚至零污染,发挥自然生态系统的作用,以达到最佳防治效果。

参 考 文 献

- [1] POWELL W, PICKETT J A. Manipulation of parasitoids for aphid pest management: progress and prospects [J]. *Pest Manag Sci*, 2003, 59: 149-155.
- [2] GOGGIN F L. Plant-aphid interactions: molecular and ecological perspectives [J]. *Curr Opin Plant Biol*, 2007, 10: 399-408.
- [3] HOUDA M, LEILA A B, GAELLE S, et al. Why the aphid *Aphis spiraeicola* is more abundant on clementine tree than *Aphis gossypii*? [J]. *Comptes rendus biologiques*, 2014, 337: 123-133.
- [4] HUANG H C, HARPER A M, HOWARD R J, et al. Aphis transmission of *Verticillium albo-atrum* to alfalfa [J]. *Can J Plant Pathol*, 1981, 5: 141-147.
- [5] MINKS A K, HARREWIJN P. Aphids: their biology, natural enemies, and control. *World crop pests* [M]. Netherlands: Elsevier Science, 1988.
- [6] WILLIAMS I S, DIXON A F G, EMDEN H F V, et al. Life cycles and polymorphism [M]. Wallingword: CABI, 2007.
- [7] LU Y H, WU K M, DESNEUX N, et al. Widespread adoption of Bt cotton and insecticide decrease promotes biocontrol services [J]. *Nature*, 2012, 487: 362-365.
- [8] HAN P, NIU C Y, DESNEUX N. Identification of top-down forces regulating cotton aphid population growth in transgenic Bt cotton in central China [J]. *PLoS One*, 2014, 9(8): 1-9.
- [9] LIU J, WU K M, HOPPER R, et al. Population dynamics of *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies in soybean in northern China [J]. *Ann Entomol Soc Am*, 2004, 97: 235-239.
- [10] COSTAMAGNA A C, LANDIS D A. Predators exert top-down control of soybean aphid across a gradient of agricultural management systems [J]. *Ecol Appl*, 2006, 16: 1619-1628.
- [11] COSTAMAGNA A C, LANDIS D A, DIFONZO A C. Suppression of soybean aphid by generalist predators results in a trophic cascade in soybeans [J]. *Ecol Appl*, 2007, 17: 441-451.
- [12] DENNEUX N, DECOURTYE A, DELPUECH J M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods [J]. *Annu Rev Entomol*, 2007, 52: 81-106.
- [13] 梁彦, 张帅, 高希武, 等. 棉蚜抗药性及其化学防治 [J]. *植物保护*, 2013, 39(5): 70-80.
- [14] 仇贵生, 张怀江, 闫文涛, 等. 8种杀虫剂对苹果树绣线菊蚜的田间防效评价 [J]. *植物保护*, 2010, 36(2): 165-166.
- [15] BLACKMAN R L, EASTOP V F. Aphids on the world's crops: an identification and information guide [M]. Butterworth: John Wiley & Sons, 1984: 71-72.
- [16] 文喜贤. 柑橘蚜虫及天敌生态位的研究 [J]. *植保技术与推广*, 1997, 17(6): 6-8.
- [17] 郑方强, 张晓, 吴举彬, 等. 苹果园主要害虫及其天敌生态位和集团分析 [J]. *生态学报*, 2008, 28(10): 4830-4840.
- [18] 刘斯军, 黄邦侃. 福州地区柑桔蚜虫的种群动态 [J]. *植物保护学报*, 1989, 16(4): 259-263.
- [19] 刘旭, 陈松, 卿堂. 四川柑橘树蚜虫类害虫发生与综合防治 [N]. *植保工程*, 2011(6): 45.
- [20] 曾鑫年, 刘秀琼. 绣线菊蚜—广州地区柑桔蚜虫优势种 [J]. *植物保护*, 1988, 14(2): 8-9.

- [21] 刘斯军. 柑桔绣线菊蚜空间分布异质性及对食蚜瓢虫混合种群的影响[C]. 福州: 全国瓢虫学术讨论会, 1988.
- [22] 王守宝, 郑坚武, 仵均祥. 不同温度对绣线菊蚜(*Aphis citricola* Van der Goot) 实验种群的影响[J]. 西北农业学报, 2008, 17(5): 71-75.
- [23] HALLETT R H, BAHLAI C A, et al. Incorporating natural enemy units into a dynamic action threshold for the soybean aphid, *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae) [J]. *Pest Manag Sci*, 2014, 70: 879-888.
- [24] MENDOZA A H, AROUNI R, BELLIURE B. Intervention thresholds for *Aphis spiraecola* (Hemiptera: Aphididae) on *Citrus clementina* [J]. *J Econ Entomol*, 2006, 99(4): 1273-1279.
- [25] RAGSDALE D W, LANDIS D A, DESNEUX N, et al. Ecology and management of the soybean aphid in North America [J]. *Annu Rev Entomol*, 2011, 56: 375-399.

Population dynamics of aphids and natural enemies in citrus orchards in Hubei Province

ZHENG Wenyan¹ LIU Kemin¹ NICOLAS Desneux² NIU Changying¹

1. College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. French National Institute for Agricultural Research, 06903 Sophia-Antipolis, France

Abstract Aphids are major pests of a wide variety of commercially important plants in agriculture, horticulture and forestry. In the present study, we surveyed the population dynamics of aphid species and the dominant natural enemy species in citrus orchards in Hubei Province. The two-year successive survey under field conditions indicated that five species of aphid damaging citrus, including *Aphis gossypii*, *Aphis spiraecola*, *Toxoptera citricidus*, *Toxoptera aurantii* and *Aphis craccivora* were found, and among which *T. citricidus* and *A. spiraecola* were dominant species. These two dominant species were present throughout the year and peaked in late spring, summer and autumn. The main natural enemies included spider, ladybug, hoverfly, lacewing, parasitoid, and stinkbug etc. Specifically, population increases of spider, ladybug and hoverfly often followed that of the aphids', indicating strong top-down forces exerted by these natural enemies.

Keywords citrus; aphids; natural enemies; population dynamics; Hubei Province

(责任编辑: 边书京)