

柚喀木虱的形态、生物学特性及发生规律研究

郭 俊¹, 岑伊静², 王自然¹, 段惠芬¹, YULU XIA³, 高俊燕¹

(1 云南省农业科学院 热带亚热带经济作物研究所, 云南 保山 678000; 2 华南农业大学 昆虫生态研究室, 广东 广州 510642;
3 Center for Integrated Pest Management, North Carolina State University, 1730 Varsity Dr. Suite 110, Raleigh, NC 27606, USA)

摘要:柚喀木虱 *Cacopsylla citrisuga* Yang & Li 是云南省德宏州柠檬产区为害柠檬嫩梢、嫩叶的一种害虫, 在该产区的柚喀木虱若虫体内检测到黄龙病亚洲种病原菌, 对柚喀木虱的形态、生物学特性及发生规律进行了研究. 结果表明: 柚喀木虱主要发生在德宏州海拔 1 000 ~ 1 500 m 的柠檬产区, 其寄主植物仅发现芸香科柑橘属 *Citrus* 和枳壳 *Poncirus trifoliata*, 海拔越高, 发生时间越长, 受害越重; 以若虫为害最为严重, 受害叶片不能正常生长及展开, 出现对折症状, 严重时卷曲成菊花状; 其种群数量的变化及为害高峰期与柠檬抽发、海拔高度及气温密切相关.

关键词:柚喀木虱; 分布; 形态; 生物学特性; 发生规律
中图分类号:S852.65 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2012)04-0475-05

A Study on the Morphology, Biology and Occurrence of *Cacopsylla citrisuga*

GUO Jun¹, CEN Yi-jing², WANG Zi-ran¹, DUAN Hui-fen¹, XIA Yu-lu³, GAO Jun-yan¹

(1 Institute of Tropical and Subtropical Economic Crops, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Baoshan 678000, China;
2 Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;
3 Center for Integrated Pest Management, North Carolina State University, 1730 Varsity Dr. Suite 110, Raleigh, NC 27606, USA)

Abstract: *Cacopsylla citrisuga* Yang & Li is a major pest of *Citrus limon* (L.) Burm. F. in Dehong lemon production region, Yunnan Province. The pest damages the young leaves and flushes of lemon trees. A recent study indicated that *C. citrisuga* was a carrier of *Candidatus Liberibacter asiaticus*, the bacterium associated with Asian type huanglongbing. This work was therefore initiated for study of the morphological characters, biology, population dynamics and economic damages of the psyllids in Dehong region. The study indicated that *C. citrisuga* preferred areas with an altitude between 1 000 – 1 500 meters. Its host plants were limited to the species of in genus *Citrus* as well as *Poncirus trifoliata* only. The pest caused more severe and a longer period of damage as altitude increased. The nymphs caused the most damage. The common symptoms of *C. citrisuga* infestation include distorted leaves. Population dynamics and occurrence of *C. citrisuga* are correlated with lemon flushing, altitude, and temperature.

Key words: *Cacopsylla citrisuga*; distribution; morphology; bionomics; population dynamics

柚喀木虱 *Cacopsylla citrisuga* Yang & Li 属半翅目 Hemiptera 胸喙亚目 Sternorrhyncha 木虱科 Psyllidae 喀木虱属 *Cacopsylla*^[1], 过去归到木虱属 *Psylla*, 称为柚木虱, 寄主植物为芸香科柑橘属 *Citrus*^[2], 在云南省德宏州主要为害柠檬 *C. limon* (L.) Burm. F.、柚子 *C. grandis* (L.) ‘Mianyu’、印度大果 *C. limonia* ‘India’、椪柑 *C. reticulata* Blanco cv. Ponkan 等芸香科柑橘属作物的新梢及嫩叶, 叶片受害后沿

收稿日期: 2012-04-17
作者简介: 郭 俊 (1980—), 女, 研究实习员, 硕士; 通信作者: 高俊燕 (1969—), 女, 副研究员, 硕士, E-mail: rllm06@163.com
基金项目: 云南省科技计划项目 (2008QA004); 云南省德宏州柠檬产业化创新团队与云南省德宏州创新人才培养计划项目; 现代农业 (柑橘) 产业技术体系柠檬综合试验站建设专项 (CARS-27); 美国北卡罗来纳州立大学与华南农业大学合作项目

叶脉正面对折,严重时扭曲变形,与蒋元晖等^[3]在四川宁南、德昌和云南发现为害柑橘的“合叶木虱”形态特征和为害症状极为相似. 1984年杨集昆等^[4]在云南省保山地区腾冲县海拔1 650 m和德宏州瑞丽县广双海拔750 m地区记录过该虫,此外鲜见相关报道. 2012年岑伊静等^[5]在瑞丽县感染黄龙病的柠檬树上采集的柚喀木虱若虫体内检测到黄龙病亚洲种‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’病原菌,传病试验结果初步证明带菌柚喀木虱可将黄龙病传给健康的柠檬苗木. 说明这种木虱与亚洲柑橘木虱 *Diaphorina citri* Kuwayama 一样,也是柑橘黄龙病的媒介昆虫. 本文对柚喀木虱生物学学习性进行了研究,以明确其发生规律,这对于做好预测预报、及时采取有效防治措施,减少其为害和传播黄龙病的风险具有极其重要的意义.

1 材料与方法

1.1 柚喀木虱的形态特征观察

从野外采集柚喀木虱饲养于网室内,每天上午对饲养虫进行观察. 首先观察嫩梢上卵的形态特征和发育情况,待卵孵化后,采集初孵若虫置于嫩叶上单头饲养,每次看到蜕皮进入下一个龄期后观察该龄若虫的形态特征,记录蜕皮的次数,羽化后观察成虫特征. 观察使用的仪器为 OLYMPUS 奥林巴斯 SZ61 显微境,观察的同时采集照片,进行形态特征比较分析.

1.2 柚喀木虱的分布和为害情况调查

1.2.1 调查地点 调查地点为云南省德宏州瑞丽市勐秀乡、户育乡、姐相乡及畹町镇,陇川县的陇把镇、户撒乡. 调查对象为当地所有芸香科柑橘属果树,包括柠檬、柚子、椪柑、柳叶橘 *C. reticulata* Blanco cv. Liuyeju 及印度大果. 该地区冬无严寒,夏无酷暑,日照充足,干湿分明,年温差小,昼夜温差大. 年平均气温 18.4~21.0℃,最高气温 38.8℃,最低气温 -2.1℃,年日照 2 281~2 453 h,年积温 6 400~7 300℃,年降雨量 1 400~1 700 mm,5—10 月降雨量占全年降雨量的 86%~92%.

1.2.2 调查方法 2011年3月19日、4月29日和7月14日,于柚喀木虱发生期,对德宏州所有芸香科柑橘属果树进行调查,观察整株果树嫩梢受害情况及虫口数量,记录调查的品种、时间、地点及海拔高度,根据受害嫩梢数占所调查嫩梢数的比例,对受害程度进行分级,分级标准如下:0级—春夏梢无柚喀木虱的发生及为害;1级— $0 < \text{春夏梢受害率} \leq 25\%$; 2级— $25\% < \text{春夏梢受害率} \leq 50\%$; 3级— $50\% < \text{春夏梢受害率} \leq 75\%$; 4级—春夏梢受害率 $> 75\%$.

1.3 柚喀木虱的寄主植物观察

野外调查柚喀木虱分布的同时记录其寄主植物种类,并在一个约 5 m² 的网室内放置带嫩梢的甜橙 *Citrus sinensis* (L.) Osbeck var. ‘Ridge Pineapple’、沙糖橘 *Citrus reticulata* Blanco. cv. Shatangju、枳壳 *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.、九里香 *Murraya exotica* L.、千里香 *Murraya paniculata* (L.) Jacks 各 2 株,释放约 100 头柚喀木虱成虫,每周观察 1 次 5 个品种的受害情况,调查至新梢老熟为止.

1.4 柚喀木虱的发生规律调查

调查地点为德宏州瑞丽市勐秀乡南京里村委会南京里村民小组邦孔柠檬园及勐秀乡等扎村委会户岛村民小组小田坝柠檬园,每间隔 7 d 调查 1 次,每次定点调查 10 株,每株调查东南西北中 5 个方位,每个方位调查 2 枝受害嫩梢上的成虫、若虫虫口数量,并记录整株柠檬抽发嫩梢数、受害嫩梢数.

1.5 生物学学习性观察

2011年11月对云南省热带亚热带经济作物研究所柠檬站网室内饲养的柚喀木虱进行生物学学习性观察,从 08:00—18:00 每间隔 2 h 对成虫羽化的数量进行观察记录,分析成虫羽化规律. 同时观察成虫羽化、产卵行为和若虫的生物学行为.

2 结果与分析

2.1 柚喀木虱的形态特征

成虫:体长 3.23~3.71 mm,体绿色,粗壮;头宽 0.81~0.88 mm,头部下垂,头顶后缘微凹,前缘膨突;单眼黄褐,复眼棕褐;触角长 1.14~1.21 mm,黄至黄绿色,3~8 节端部黑色,9~10 节全黑,端刚毛一长一短,黄色;胸较头为窄,中胸盾片中央平扁,小盾片膨突;足黄色,腿节黄绿色;后足胫节具一基刺,端距 5 个、黑色,基附节具 1 对黑色爪状刺,后基突绿色,细而尖、略下弯;前翅长 2.60~3.13 mm、宽 1.37~1.40 mm,长约为宽的 2 倍,透明,翅痣狭长,缘斑 4 个,淡褐色;后翅长 2.19~2.60 mm,宽 0.83~0.92 mm,透明;腹部背面黄绿,腹面绿色、具微毛(图 1).

卵:长 0.30 mm 左右,最宽处 0.15 mm,芒果形,表面光滑,初呈白色透明状,后逐渐变黄,卵两端橘黄较浓,中间可见红色小点,孵化前卵中间可见黑色小点(图 1).

若虫:共 5 龄,扁椭圆形,腹部较胸宽,复眼为红色,全体为黄色,体色随虫龄变化,初孵若虫为淡黄色,无翅芽;2 龄颜色逐渐变黄,翅芽显露但未伸达腹

部;3龄体黄色,翅芽伸达腹部第3腹节;4龄后体色开始变为黄绿色至绿色;5龄后头、胸腹均变为绿色,复眼颜色变淡,前胸隆起(图1).若虫取食后分泌一根长长的白色蜡丝拖于腹部末端.

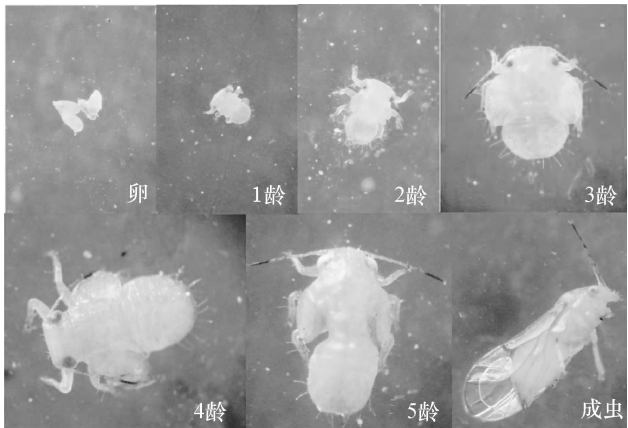


图1 柚喀木虱各龄期的形态特征

Fig.1 The morphology of all stages of *Citrus citrisuga*

2.2 柚喀木虱在柑橘上的分布与为害

2.2.1 柚喀木虱的发生为害与海拔的关系 对德宏州柑橘产区的调查结果表明,柚喀木虱可为害本地区栽培的所有柑橘品种. 主要分布在瑞丽市户育乡的广抗村、勐秀乡的邦孔村、蛮冒村、等扎村、户岛村、勐秀村、小街村,陇川县的户撒乡等海拔1 000 m以上的地区,海拔1 000 m以下的畹町、大等喊、弄贤等地区并未发现为害(表1). 且柚喀木虱的发生为害具有明显的规律性,在调查海拔1 000~1 500 m区域,发生为害随海拔的升高而加重,海拔1 160 m的蛮冒村较海拔1 000 m的邦孔村柠檬受害严重且为害时间长,海拔1 250 m以上的等扎村、户撒乡及户岛村受害最严重.

2.2.2 柚喀木虱的为害症状 对被害植株调查发现,柚喀木虱以若虫为害最为严重,新梢长至0.5~5.0 cm 较容易受害. 成虫喜欢在尚未展开的嫩梢或

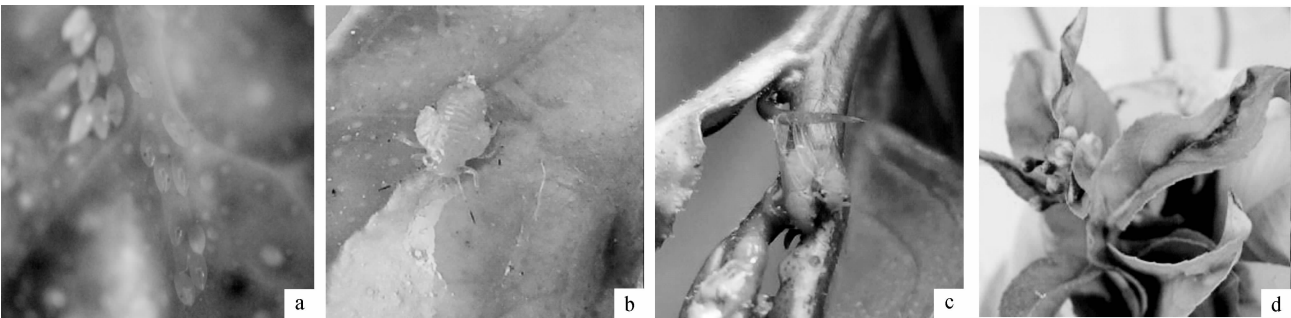
嫩叶正面主脉上产卵,若虫孵化后固定在主脉两侧取食,受害叶片沿叶脉正面对折(图2),新梢受害后,叶片不能正常生长及展开,严重时卷曲成菊花状. 柚喀木虱为害后容易导致叶片脱落,往往受害枝干落叶变成光干,严重影响树冠的扩展和长势. 若虫取食后从肛门处排出白色分泌物,易诱发煤烟病.

表1 柚喀木虱为害与海拔高度的关系

Tab.1 The correlation between damaging degree of *Cacopsylla citrisuga* and the altitude

调查地点 ¹⁾	海拔/m	寄主植物	为害程度
姐相乡贺赛村	748	柚子	0级
姐相乡顺哈村	750	柚子	0级
姐相乡广双村	752	柚子	0级
姐相乡大等喊村	753	柚子	0级
		椪柑	0级
姐相乡小等喊村	754	柚子	0级
		椪柑	0级
畹町镇	876	柠檬	0级
勐卯镇稻作站	780	柠檬	0级
勐秀乡勐典村	920	柠檬	0级
户育乡班领二队	895	柚子	0级
户育乡班领一队	921	柚子	0级
陇把镇弄贤村*	970	柠檬	0级
		椪柑	0级
勐秀乡邦孔村	1 000	柠檬	1级
		椪柑	2级
勐秀乡蛮冒村	1 160	柠檬	2级
		柚子	3级
户育乡广抗村	1 190	印度大果	3级
		柠檬	3级
勐秀乡等扎村	1 250	柠檬	4级
户撒乡*	1 400	柠檬	4级
		柳叶橘	4级
勐秀乡户岛村	1 495	柠檬	4级

1) * 为陇川县,其他均为瑞丽市.



a:卵;b:若虫;c:成虫;d:受害叶片.

图2 柚喀木虱卵、若虫、成虫及其为害状况

Fig.2 Egg, nymph, adult and damage phenotypes of *Cacopsylla citrisuga*

2.3 柚喀木虱的寄主植物

除了野外调查发现的柠檬、柚子、椪柑、柳叶橘及印度大果外,在网室内观察结果表明,柚喀木虱还为害甜橙、沙糖橘、枳壳,但不为害亚洲柑橘木虱常见的寄主植物九里香、千里香,说明柚喀木虱仅为害芸香科柑橘属和枳壳,寄主范围比亚洲柑橘木虱窄.

2.4 柚喀木虱的生物学习性

温度对成虫活动的影响较大,10:00 前或温度低于 8 ℃ 时,成虫基本不活动,于柠檬嫩梢上静歇. 当气温高于 15 ℃ 以上时,成虫开始活动,11:00—16:00 是成虫活动的高峰期,12:30—14:30 是成虫羽化的高峰期(图 3). 成虫羽化时,头部固定在叶片背面,不停地振动身体,羽化完全后在羽化的位置静歇数小时,待翅膀全部展开后开始飞行活动. 成虫喜欢在嫩芽或嫩叶上产卵,在嫩叶上的产卵部位为叶片正面从距离叶柄约 2/3 处直到叶尖的主脉上. 每叶产卵 1~2 排或数排,每叶卵粒最多可达 30~50 粒. 初产卵粒为白色呈透明状,逐渐变为黄色. 若虫孵化后喜欢群居在孵化叶片上取食,随叶片的生长而逐渐发育成熟. 至 2 龄后部分若虫会转移至其他幼嫩叶片上固定取食. 受害叶片沿叶片主脉对折,若虫在对折的叶片内很少再转移,但其活动能力强,受惊扰后能迅速转移. 若虫抗低温的能力较强,4 ℃ 低温下 48 h 后,仍然具有活动和取食能力;置于 0 ℃ 4 h 后转移到室温几秒钟就能恢复活动能力. 若虫、成虫对高温较为敏感,如气温持续高于 35 ℃ 以上,很少见其活动.

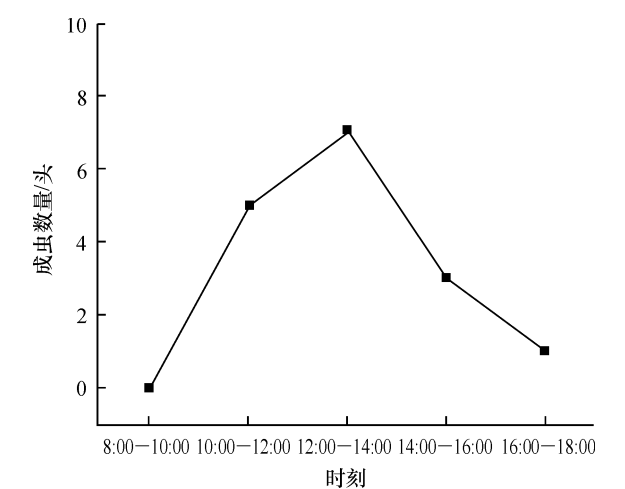


图 3 柚喀木虱羽化成虫数量的时间动态
Fig. 3 The dynamic variation of adult eclosion of *Cacopsylla citrisuga*

2.5 柚喀木虱的田间发生规律

从图 4 可以看出,在海拔较低的瑞丽市勐秀乡邦孔村柠檬产区,柚喀木虱于每年的 2 月中下旬产

卵,3 月初可见若虫取食为害,3 月中下旬第 1 代成虫出现,4 月上旬至 6 月中上旬为柚喀木虱发生高峰期,进入 7 月后柚喀木虱数量急剧下降,基本不形成大的为害,9 月后以少量成虫、若虫在阴暗、凉爽的地方繁殖越冬. 而在海拔相对较高的户岛,卵的初显期为 3 月初,3 月中下旬可见若虫为害,4 月初第 1 代成虫出现,为害高峰期从 5 月初一直持续至 10 月初,11 月后为害减轻. 户岛与邦孔相比,卵的出现期推迟 1 个月,发生高峰期推迟近 3 个月. 此外,嫩梢抽发期调查结果表明,邦孔柠檬春梢抽发时间较户岛早 1 个月,且调查当年邦孔调查点的柠檬没有修剪,进入 7 月后,嫩梢数量减少,加之气温较高和降雨量大,柚喀木虱数量下降;而户岛柠檬抽梢较晚且进行了秋季修剪,秋冬梢的抽发量较大,在 12 月柚喀木虱发生出现了为害高峰,说明柠檬嫩梢的抽发时间和数量是影响柚喀木虱发生的一个主要因素. 另外,户岛和邦孔的海拔分别为 1 495 和 1 000 m,柚喀木虱发生期的区别可能与海拔差异有关,海拔增高,抽梢期推迟,柚喀木虱的发生期相应推迟.

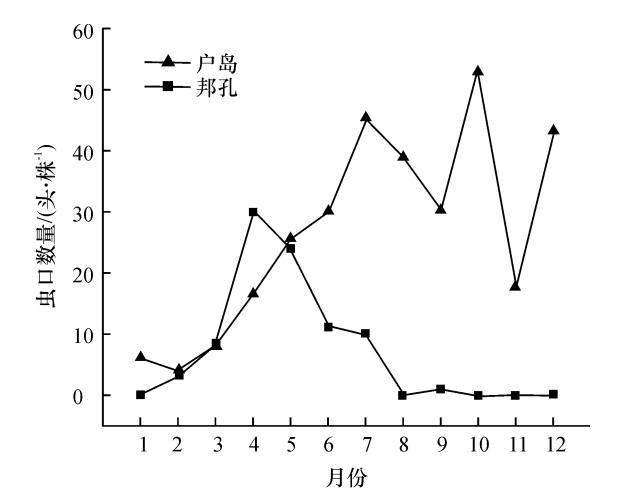


图 4 2011 年户岛和邦孔柠檬园内柚喀木虱的消长变化
Fig. 4 The population dynamics of *Cacopsylla citrisuga* in Bangkong and Manmao lemon orchard in 2011

3 讨论与结论

柚喀木虱主要发生在德宏州海拔 1 000~1 495 m 的柠檬产区,目前在德宏州栽培的柠檬、柚子、椪柑、甜橙、柳叶橘及印度大果等芸香科柑橘属果树均受其为害. 柚喀木虱的分布及发生表现出明显的规律性,其发生期与柠檬的嫩梢抽发数及海拔高度有关. 此次调查在海拔 1 000 m 以下的产区未发现柚喀木虱的为害,蒋元晖等^[3]报道的合叶木虱 *Psylla* sp. 也是发生在海拔较高的地区,估计为同一种. 周启明等^[6]报道,随着全球气候变暖,亚洲柑橘木虱出现明

显北移现象. 柚喀木虱在德宏州高海拔地区分布为害,而非之前记载的低海拔地区危害,这一现象是否与气候变暖有关还有待进一步研究. 杨集昆等^[4]记载的柚喀木虱寄主植物仅为柑橘属,本研究发现还为害常用柑橘砧木品种枳属的枳壳,但不为害亚洲柑橘木虱最嗜食的九里香,说明其寄主植物范围较窄.

黄龙病是目前世界柑橘产业最危险、为害性最大的病害,已经发现有亚洲种、非洲种‘*C. L. africanus*’和美洲种‘*Ca. L. americanus*’,其中亚洲种和美洲种的媒介昆虫为亚洲柑橘木虱,非洲种为非洲柑橘木虱 *Trioza erytreae* Del Guercio^[7]. 除了3种黄龙病菌外,近年来又发现了2种‘*Candidatus Liberibacter*’细菌,分别为由马铃薯木虱 *Bactericera cockerelli* (Sulc)传播,为害马铃薯、番茄的斑马病‘*Ca. Lpsyllaurous*’^[8]和在梨木虱 *Cacopsylla pyri* (L.)体内发现的‘*Ca. Leuropaeus*’^[9],可见‘*Candidatus Liberibacter*’细菌已知种类的媒介昆虫均为木虱.

在我国柑橘产区发生的黄龙病为亚洲种,木虱种类主要是亚洲柑橘木虱. 1977年广东、广西黄龙病研究小组分别证明了该木虱能传播柑橘黄龙病^[10-11],其发生与柑橘黄龙病流行关系非常密切^[12]. 这种木虱曾经被认为是黄龙病亚洲、美洲种唯一的媒介昆虫. 最近,Donovan等^[13]报道在不丹柑橘上为害的 *Diaphorina communis* Mather 检测到黄龙病亚洲种病原菌,笔者也在柚喀木虱若虫体内检测到黄龙病亚洲种^[5],进一步说明除亚洲柑橘木虱外,可能还存在其他传播柑橘黄龙病的木虱类媒介昆虫. 全世界已报道为害柑橘的木虱种类共有13种^[14],除上述4种外,其余种类与黄龙病的关系尚未研究. 我国除了亚洲柑橘木虱外,主要有柚喀木虱、柑栖喀木虱 *C. citricola* Yang & Li、柑橘个木虱 *Trioza citroim-pura* Yang & Li、异颊喀木虱 *C. heterogena* Li^[1,2],这些木虱是否具有携带和传播黄龙病的能力,值得进一步研究.

本文对柚喀木虱的生物学特性开展了研究,鉴于其传播黄龙病的风险性,对这种害虫应进行更深入的研究,明确其生物学、生态学特性,并研究其有效的综合防治方法,在生产上应重视防治,根据各地区的嫩梢抽发期及时施药保护新梢,从而防止柚喀

木虱在德宏州柠檬产区的蔓延扩散和传病风险.

参考文献:

[1] 李法圣. 中国木虱科[M]. 北京:科学出版社, 2011.

[2] 唐毅. 西南地区木虱总科区系分类研究(半翅目:胸喙亚目)[D]. 贵阳:贵州大学,2007.

[3] 蒋元晖,李世菱,邱柱石,等. 一种近年发现的柑桔害虫:柑桔合叶木虱[J]. 中国柑桔,1981(4):30-31.

[4] 杨集昆,李法圣. 云南木虱科九新种及一新属[J]. 昆虫分类学报,1984,4(4):251-266.

[5] CEN Y J, ZHANG L N, XIA Y L, et al. Detection of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ in *Cacopsylla* (*Psylla*) *citrisuga* (Hemiptera: Psyllidae) [J]. Florida Entomologist, 2012, 95(2):303-309.

[6] 周启明,邱柱石,全金城,等. 广西柑桔木虱分布北移情况调查及原因的初步分析[J]. 中国柑桔,1989,18(4):31.

[7] BOVE J M. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus [J]. Journal of Plant Pathology, 2006, 88:7-37.

[8] HANSEN A K, TRUMBLE J T, STOUTJAMER R, et al. New Huanglongbing species ‘*Candidatus Liberibacter Psyllaurous*’ found to infect tomato and potato is vectored by the Psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc) [J]. Appl Environ Microbiol, 2008, 74:5862-5865.

[9] RADDADI N, GONELLA E, CAMEROTA C, et al. ‘*Candidatus Liberibacter Leuropaeus*’ sp. nov. that is associated with and transmitted by the psyllid *Cacopsylla pyri* apparently behaves as an endophyte than a pathogen [J]. Environmental Microbiology, 2011, 13(2):414-426.

[10] 广东农林学院植保系植病教研组. 柑桔木虱传递柑桔黄龙病试验初报[J]. 广东农业科学, 1977(6):50-53.

[11] 广西柑桔黄龙病研究小组. 柑桔木虱和柑桔黄龙病 [J]. 柑桔科技通讯, 1977(3):23-24.

[12] 赵学源,蒋元晖,李世菱,等. 柑桔木虱(*Diaphorina citri* Kuwayama)与柑桔黄龙病流行关系的初步研究[J]. 植物病理学报, 1979, 9(2):121-126

[13] DONOVAN N J, BEATTIE G A C, CHAMBERS G A, et al. First report of ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ in *Diaphorina communis* [J]. Australasian Plant Dis, 2011, 10:7.

[14] HALBERT S E, MANJUNATH K L. *Diaphorina citri* and citrus greening disease [J]. Florida Entomologist, 2004, 87(3):330-353.

【责任编辑 周志红】