

柑橘木虱对柑橘不同品种的趋性

陈建利¹, 阮传清¹, 刘 波¹, 范国成², 段永平³, D. HALL³

(1. 福建省农业科学院农业生物资源研究所, 福建 福州 350003; 2. 福建省农业科学院果树研究所, 福建 福州 350003; 3. 美国农业部园艺实验室 佛罗里达 34945)

摘 要: 用 2 种方法测定了柑橘木虱 *Diaphorina citri* Kuw. 成虫对 13 个柑橘品种离体嫩梢的选择性。结果表明, 对不同品种进行两两组合的选择性试验, 柑橘木虱停靠在处理组合早金和四季斑叶橘的虫量占总虫量的 23% 和 1%, 停靠在处理组合台湾玫瑰橙和纽 荷尔脐橙上的虫量分别占总虫量的 33% 和 20%, 停靠在处理组合日辉和佩奇甜橙上虫量分别占总虫量的 38% 和 15%, 两两之间差异显著。将 13 个品种组合在一起进行选择试验, 结果表明柑橘木虱停靠在纽 荷尔、福橘和佩奇甜橙上的成虫数量为每梢 3.2~ 6.6 只·d⁻¹, 显著高于木虱在其余 10 个品种枝梢上的停靠数量。福橘是柑橘黄龙病高发品种的原因是其对柑橘木虱的吸引力较强。

关键词: 柑橘; 柑橘木虱; 柑橘黄龙病; 趋性

中图分类号: S 436.66 文献标识码: A

Diaphorina citri's Gost Preference on Thirteen Citrus Varieties

CHEN Jian li¹, RU AN Chuan qing¹, LIU Bo¹, FAN Guo cheng², DUAN Yong ping³, D. HALL³

(1. Agricultural Bio- Resources Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, China; 2. Institute of Fruit Sciences, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, China; 3. U. S. Horticultural Research Laboratory (USDA/ARS), Florida 34945)

Abstract: Under laboratory conditions, preference of adult Asian Citrus Psyllid (ACP), *Diaphorina citri* Kuw, for infestation among 13 citrus varieties was determined with two experimentations. Experiment A applied every 2 detached shoots of different citrus varieties and put together for choice. Experiment B used the detached shoots of all tested citrus varieties and put together for choice. The results of Experiment A revealed that the percentage of ACP adults on each shoot of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Earlygold and *C. medurensis* (*C. mitis*) cv. Varigated Calamondin were 23% and 1%, respectively, which was significantly different from each other. The percentage on *C. sinensis* Osbeck cv. Taiwanmeiguicheng (33%) and cv. Newhall Navel Orange (20%) were also significantly different from each other. Significant different percentages of ACP adults were also observed between *C. reticulata* *C. paradisi* cv. Rihui (38%) and *C. reticulata* *C. grandis* cv. Page (15%). In Experiment B, the number of ACP on the shoots of *C. sinensis* Osbeck cv. Newhall Navel Orange, *C. tangerina* Tanaka cv. Fuju and *C. reticulata* *Citrusgrandis* cv. Page was 3.2~ 6.6 adults·shoot day⁻¹, which were significantly higher than that on the shoots of the other 10 citrus varieties.

Key words: Citrus; *Diaphorina citri* Kuw ayama; *Liberobacter asiaticum*; host preference

柑橘黄龙病 (Huanglongbing, HLB) 是由韧皮杆菌 (*Candidatus Liberibacteria asiaticus*) 引起的柑橘毁灭性病害之一, 该病广泛分布于我国南方以及亚洲、美洲、非洲等其他国家气候温暖的柑橘产区, 给柑橘产业造成了巨大损失。柑橘木虱 *Diaphorina citri* Kuw ayama 是柑橘黄龙病的传播媒介, 它取食黄龙病株后可终生带毒, 且传毒率

高^[1]。如果田间没有木虱, 则即使有黄龙病病株, 黄龙病也不蔓延^[1]。由于病原菌无法人工培养, 人们对黄龙病的病理学研究、抗病药剂及抗病品种的筛选进展缓慢^[2- 3]。防治柑橘木虱是控制黄龙病传播扩散的唯一有效手段。柑橘木虱有一个严格的寄主范围, 包括柑橘属、九里香属、黄杨木属、中国枸杞以及其他一些芸香科的植物^[4- 5], 寄主之间存

收稿日期: 2010- 10- 15 初稿; 2011- 03- 14 修改稿
作者简介: 陈建利 (1987-), 男, 在读硕士 (E-mail: chenjianli747@163.com)
通讯作者: 刘波 (1957-), 男, 博士, 研究员, 博士生导师, 主要从事农业微生物技术及农业生物药物研究 (E-mail: liubofaas@163.com)
基金项目: 中美合作项目——抗木虱柑橘种质资源的快速测定 (6618 22000 037- 01S)

在选择性^[5], 在柑橘类中, 以佛手受害最为严重^[6], 不同的寄主会影响柑橘木虱的产卵量及孵化时间^[7]。研究柑橘木虱对寄主的选择性, 筛选抗木虱柑橘品种对防治黄龙病意义重大。本研究拟通过采集不同品种的柑橘植株嫩梢, 建立 2 种方法观察柑橘木虱对不同柑橘品种的趋性, 为筛选抗虫品种奠定基础。

1 材料与 方法

1. 1 材料

1. 1. 1 供试柑橘品种嫩梢 福建省农业科学院果树研究所的柑橘基地里剪取不同品种的嫩梢, 包括: 日南 1 号 *Citrus unshiu* Marcow、福橘 *Citrus tangerina* Tanaka、日辉 *Citrus reticulata* × *Citrus paradisi*、天草 *Citrus reticulata* × *Citrus sinensis*、柠檬 *Citrus limon* (L.) Burm. f.、佛格罗 *Citrus reticulata* × *Citrus grandis* × *Citrus sinensis*、佩奇甜橙 Page *Citrus reticulata* × *Citrus grandis*、台湾玫瑰橙 *Citrus sinensis* Osbeck、纽荷尔脐橙 *Citrus sinensis* Osbeck、早金 *Citrus sinensis* (L.) Osbeck、四季斑叶橘 *Citrus medurensis* (*Citrus mitis*)、台柑 *Citrus unshiu* Marcow、蜜柚 *Citrus grandis* Osbeck。

1. 1. 2 供试虫源 试验在福建省农业科学院农业生物资源研究所人工气候室内进行, 柑橘木虱成虫取自该所人工气候室。

1. 2 方法

1. 2. 1 2 种寄主间选择性试验 2 种寄主的选择试验在圆筒内进行 (图 1)。取直径 9 cm、高 1 cm 的塑料皿, 灌满 1% 琼脂溶液, 冷却后, 对称插上 2 枝高约 10 cm 的不同品种柑橘嫩梢, 嫩梢中间置一支直径 1 cm、装有 20 只生长期一致的柑橘木虱成虫的指形管, 用纸片盖住开口。用明骨片 (厚的玻璃纸) 制直径 9 cm、高 10 cm 的圆筒, 套于培养皿上, 将 2 枝嫩梢罩住。掀开指形管上的纸片, 以便木虱成虫飞出。在圆筒的另一端盖以另一个塑料培养皿 (直径 9 cm, 高 1 cm), 此盖开有直径 2 cm 的孔, 并用细纱网封住, 以利通风。圆筒内分别放置台柑+ 蜜柚、早金+ 四季斑叶橘、台湾玫瑰橙+ 纽荷尔脐橙、日辉+ 佩奇甜橙、柠檬+ 佛格罗、福橘+ 天草共 6 组处理。将以上处理好的圆筒及柑橘嫩梢、柑橘木虱置于 27℃, 光照 12: 12 (L: D) 条件下培养, 每 24 h 观察 1 次各嫩梢上柑橘木虱的停留数量, 统计占总木虱量的比例。每次观察后将成虫重新收集到指形管中, 再次隔 24

h 观察木虱成虫对不同品种嫩梢的趋性。每个试验重复 3 次。

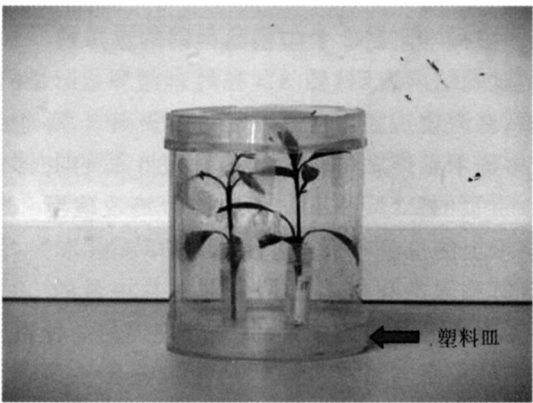


图 1 圆筒装置测定木虱对 2 个品种柑橘嫩梢的趋性
Fig 1 Determination of host choice of *Diaphorina citri* Kuw. adults between two different citrus species in a cylindrical device

1. 2. 2 多个寄主间选择性试验 将不同品种的柑橘嫩梢插于装有清水的指形管中 (直径 1 cm, 高 5 cm), 用脱脂棉封住指形管口, 随机立于柜子里。柜子中间留直径为 15 cm 的空间, 用于放置装有木虱成虫的瓶子。在 27℃, 光照 12: 12 (L: D) 条件下, 让木虱成虫飞出, 自由选择不同品种的柑橘嫩梢, 每隔 24 h 观察各嫩梢上木虱的数量。而后赶走木虱, 柑橘嫩梢继续放回培养柜里, 随机改变原摆放位置。在柜子中间置装有木虱成虫的瓶子, 继续观察木虱对不同柑橘品种嫩梢的趋性, 记录每 24 h 各梢柑橘木虱成虫数, 连续观察 4 d (图 2)。



图 2 培养柜测定木虱对多个品种柑橘嫩梢的趋性
Fig 2 Determination of host choice of *D. citri* Kuw. adults among different citrus species in a cage

1. 3 数据分析

采用 DPS 软件分析柑橘木虱成虫对不同品种

柑橘嫩梢的选择性差异进行分析。

2 结果与分析

2 1 柑橘木虱在 2 个柑橘品种间的选择性

试验结果表明(图 3), 在处理组早金+ 四季斑叶橘、台湾玫瑰橙+ 纽 荷尔脐橙、日辉+ 佩奇甜橙中, 柑橘木虱停靠在早金和四季斑叶橘的虫量分别占总虫量的 23% 和 1%, 停靠在台湾玫瑰橙和纽 荷尔脐橙上的虫量分别占总虫量的 33% 和 20%, 停靠在日辉和佩奇甜橙上虫量分别占总虫量的 38% 和 15%, 两两之间差异显著, 其余处理内的 2 种柑橘品种之间, 柑橘木虱成虫停留的比例差异不显著。在 2 种寄主选择条件下, 处理组台柑+ 蜜柚、早金+ 四季斑叶橘, 柑橘木虱成虫选择停靠到寄主植物上取

食的仅分别占总木虱数的 18% 和 25%, 说明柑橘木虱成虫不喜好这 2 个处理组中的柑橘品种。

2 2 柑橘木虱在多个柑橘品种间的选择性

结果表明(图 4), 柑橘木虱成虫停靠在纽 荷尔脐橙的数量最多, 每梢平均 6 6 只 · d⁻¹, 而在四季斑叶橘上的数量最少, 平均每梢仅 0 2 只 · d⁻¹。柑橘木虱在各个品种柑橘上的停靠情况是: 停靠在福橘上的柑橘木虱数量平均每梢 5 6 只 · d⁻¹, 与佩奇甜橙和纽 荷尔脐橙之间不存在差异, 与其他品种之间差异显著; 停靠在佩奇甜橙上的柑橘木虱数量平均每梢 3 2 只 · d⁻¹, 与福橘之间不存在差异, 与其他品种之间差异显著; 其余 10 个柑橘品种间差异不显著。

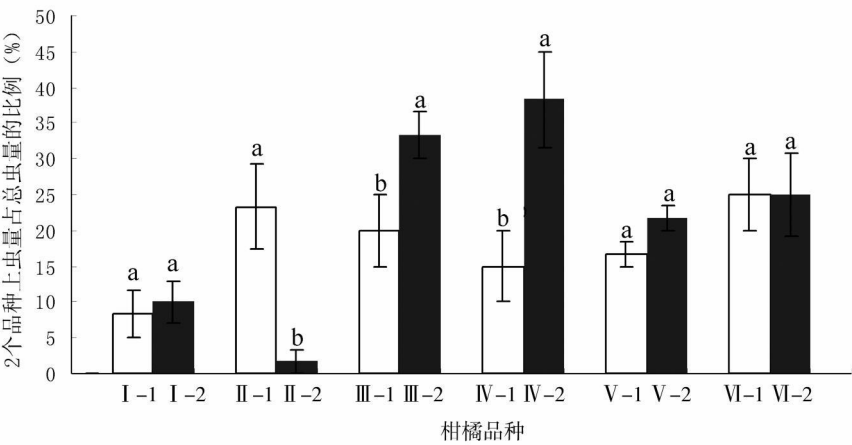


图 3 柑橘木虱在 2 个柑橘品种嫩枝上的成虫停靠数量比例

Fig 3 Percentage of *D. citri* Kuw. adults on each pair of shoots from different citrus species

注: 同组内字母不同者为差异显著, Tukey 方差分析, $P < 0.05$, 下同。I-1: 台柑, I-2: 蜜柚; II-1: 早金, II-2: 四季斑叶橘; III-1: 台湾玫瑰橙, III-2: 纽 荷尔脐橙; IV-1: 日辉, IV-2: 佩奇甜橙; V-1: 柠檬, V-2: 佛格罗; VI-1: 福橘, VI-2: 天草。

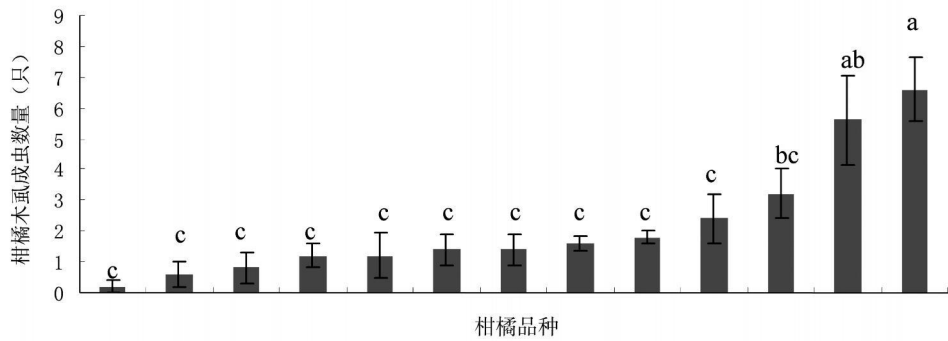


图 4 柑橘木虱成虫在 13 个柑橘品种嫩枝上的停靠数量

Fig 4 Mean number of *D. citri* Kuw. adults on shoots of 13 citrus species

注: 从左到右品种为: 四季斑叶橘、佛格罗、台柑、日辉、台湾玫瑰橙、早金、蜜柚、天草、柠檬、日南 1 号、佩奇甜橙、福橘、纽 荷尔脐橙。

3 讨论

柑橘是栽培面积及产量位居世界水果市场前列的重要水果, 但柑橘黄龙病正在世界柑橘产区蔓延发展, 给柑橘产业带来毁灭性损失^[8], 因此科研工作者对柑橘黄龙病开展了广泛的研究。1965年, 南非麦克林博士第一次进行了柑橘木虱传播柑橘黄龙病的试验, 证明了柑橘木虱非洲种 *Trioza erythrae* 是柑橘黄龙病的一种传播媒介^[9]。1967年, 印度 Cupoor 等^[10]也进行了柑橘木虱传播黄龙病试验, 证明柑橘木虱亚洲种是柑橘黄龙病的一种传播媒介。1977年, 国内吴定尧^[11]报道了柑橘木虱对柑橘黄龙病的传播。此后, 国内关于柑橘木虱与柑橘黄龙病之间关系的研究越来越深入。1982年, 戴明月等在带毒柑橘木虱唾液切片中, 观察到圆形的类细菌体 (BLO), 其形态多样, 具双层膜^[12]; 而黄炳超等在柑橘木虱的主唾液腺及滤室中观察到柑橘黄龙病的病原类细菌体, 与病株中的类细菌体相同, 证明了柑橘木虱是柑橘黄龙病的媒介昆虫^[13]。

由于对柑橘黄龙病病菌尚无直接的防治措施, 通过防治柑橘木虱阻断黄龙病的传播是控制该病的关键。生产上主要采用化学方法防治木虱。在利用作物抗虫特性防治木虱方面, 仅见 Tsai^[14]报道了柑橘木虱在四种芸香科植物 (粗橙、酸橙、葡萄柚、九里香) 的生物学特性, 其中柑橘木虱在葡萄柚上种群增长率、若虫存活率和成虫产卵量均高于其他三个品种, 说明柑橘木虱在不同品种的寄主上存在生物适合度的差异。柑橘木虱对不同寄主植物存在趋性。在喜好植物上, 产卵量大, 种群繁衍迅速, 而在胁迫逆境如橘园的冬季清园、修剪和施药等条件下, 非喜好寄主植物则对柑橘木虱种群的延续起重要作用。因此本研究采用柑橘木虱对2种寄主和多个寄主的选择性试验来测定柑橘木虱成虫对13个不同柑橘品种的趋性, 旨在为筛选抗木虱柑橘种质资源建立一个简单、快速的初步筛选方法。

本研究结果表明柑橘各品种嫩梢可连续水培4 d, 再继续水培则叶片会脱落。通过2种方法比较了柑橘木虱对13种不同柑橘品种的趋性。在2个品种间的选择性试验中, 柑橘木虱对2个品种趋性表现显著差异的处理有3个, 即处理组合早金+四季斑叶橘、台湾玫瑰橙+纽荷尔脐橙、日辉+佩奇甜橙。在其余处理中, 柑橘木虱成虫停留在同处理组合内的2个橘品种的数量差异不显著。对多个寄主选择性试验的结果表明, 柑橘木虱更喜在纽荷

尔脐橙、福橘和佩奇甜橙上停留取食, 而其他10个柑橘品种之间差异不显著。结合2种试验的结果, 可初步了解柑橘木虱成虫对纽荷尔脐橙、福橘和佩奇甜橙表现出较高的趋性。谢钟琛等^[15]报道福橘是柑橘黄龙病发病高发的品种, 这有可能是因为柑橘木虱对福橘有较高的趋性所致。本研究对柑橘抗虫种质资源的初筛方法可简单、快速地缩小筛选范围, 减少抗虫资源研究的工作量。初筛结果还需更严格的温室和田间试验进一步验证。

参考文献:

- [1] 袁辉, 李安国. 桂林柑橘木虱种群分布特点及防治对策探讨 [J]. 广西植保, 2007, 20 (4): 31–32.
- [2] 王祖泽. 柑橘黄龙病在贵州橘区的分布及蔓延 [J]. 耕作与栽培, 2002, (4): 62–63.
- [3] 李云明, 顾云琴, 项顺尧, 等. 柑橘黄龙病的发生特点及防控对策探讨 [J]. 现代农业科技, 2007, (11): 64–65.
- [4] MEAD F W. The Asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Fla. Dept. Agric. Consumer Serv, Div Pl Ind [J]. Entomology Circular, 1977, 180: 4.
- [5] HALBERT S E, MANJUNATH K L. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida [J]. Florida Entomologist, 2004, 87: 330–353.
- [6] 任伊森. 柑橘病虫害防治手册 [M]. 北京: 金盾出版社, 2005: 159.
- [7] LIU Y H, TSAI J H. Effects of temperature on biology and table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* kuwayama (Homoptera: psyllidae) [J]. Annals of Applied Biology, 2000, 137: 201–216.
- [8] 吴定尧. 柑橘黄龙病及其综合治理 [M]. 广州: 广东科技出版社, 2010.
- [9] Mclean A P P. 广西黄龙病小组, 译. 柑橘木虱——甜橙青果病的一种传病媒介 [J]. S Afr J Agric Sci: 297–298.
- [10] CAPOOR S P, RAO D G, VISWANATH S M. *Diaphorina citri* Kuway. a vector of the greening disease of citrus in India [J]. Indian J Agric Sci, 1967, 37: 572–576.
- [11] 吴定尧. 柑橘木虱是一种传播柑橘黄龙病的媒介昆虫 [J]. 果树通讯, 1977, (1): 14–19.
- [12] 戴明月, 陈循渊, 沈菊英等. 柑橘黄龙病传病昆虫柑橘木虱的研究 [J]. 中国柑橘, 1982, (3): 1–2.
- [13] 黄炳超, 刘秀琼, 陈循渊. 柑橘木虱传播柑橘黄龙病的研究 [J]. 华南农业大学学报, 1985, 6 (4): 46–50.
- [14] TSAI J H, LIU Y H. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on Four Host Plants [J]. Horticultural Entomology, 2000, 93 (6): 1721–1724.
- [15] 谢钟琛, 谢文龙, 肖文生, 等. 福建柑橘黄龙病爆发成因及其危害流行规律 [J]. 中国农业科学, 2009, 42 (11): 3888–3897.

(责任编辑: 刘新永)