

不同离体寄主及其成熟度对亚洲柑桔木虱存活的影响*

吴丰年** 岑伊静 梁广文***

(华南农业大学昆虫生态研究室, 广州 510642)

摘要 【目的】亚洲柑桔木虱 *Diaphorina citri* Kuwayama 的虫口密度及活动与柑桔黄龙病的田间传播、流行有十分密切的关系, 寻找合适的室内饲养条件能够便于观察和研究其生物学特性和传病机制。

【方法】本文以九里香 *Murraya exotica* (L.) Mant.、酸桔 *Citrus sunki* Hort. ex Tanaka 和马水桔 *Citrus reticulata* Blanco. cv. Mashuiju 3 种寄主植物不同成熟度离体梢为研究材料, (1) 比较亚洲柑桔木虱卵分别在 3 种寄主植株和离体嫩梢上的孵化率; (2) 比较 3 种寄主不同成熟度离体梢对各龄若虫存活率和蜕皮的影响; (3) 比较 3 种寄主不同成熟度离体梢对成虫存活率的影响。【结果】(1) 亚洲柑桔木虱在植株嫩梢上卵的孵化率高于离体嫩梢, 九里香表现最明显; (2) 低龄若虫在叶片未完全展开的离体嫩梢上存活率最高, 而高龄若虫在完全展开的嫩梢上最高; (3) 用离体成熟梢饲养柑桔木虱成虫存活率高于离体嫩梢, 酸桔和马水桔离体梢饲养的存活率较九里香高。【结论】用寄主植物离体梢饲养的亚洲柑桔木虱卵孵化率和若虫、成虫存活率都较高而且较稳定, 该方法可用于这种木虱的室内繁殖中。

关键词 亚洲柑桔木虱, 寄主植物, 离体梢, 饲养, 存活率

Effects of different host plants, host plant maturity and intact host plants versus detached host plant stems on the survival of *Diaphorina citri* Kuwayama

WU Feng-Nian** CEN Yi-Jing LIANG Guang-Wen***

(Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract [Objectives] The density and movements of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) are strongly associated with the spread and epidemics of Huanglongbing (HLB). Finding suitable conditions for rearing *D. citri* are essential for observation of the biological characteristics of, and research on, the HLB transmission mechanism. [Methods] Entire host plants and detached shoots of 3 host species, *Murraya exotica* (L.) Mant., *Citrus sunki* Hort. ex Tanaka and *Citrus reticulata* Blanco. cv. Mashuiju at different stages of maturity were used as host materials to compare the effects of these treatments on 1) psyllid egg hatch rate, 2) the survival and molting of psyllid nymphs, 3) the survival of psyllid adults. [Results] 1) Hatching success on host plants, especially *M. exotica*, was higher than on detached shoots, 2) survival rates of early stage nymphs was the highest on folded young shoots, whereas survival of late stage nymphs was highest on unfolded young shoots, 3) the survival rates of psyllid adults on detached mature shoots was higher than on young shoots, and survival rates on detached shoots of *C. sunki* and *C. reticulata* were higher than on *M. exotica*. [Conclusion] Egg hatching success and survival rates of nymphs and adults of *D. citri* were high and stable when fed on the detached shoots of host plants. This method can be used for rearing this psyllid species under laboratory conditions.

Key words *Diaphorina citri*, host plant, detached shoot, rearing, survival rate

* 资助项目 Supported projects: 公益性行业(农业)科研专项(201003067-01); 广东省科技计划项目(2012A020200016)

**第一作者 First author, E-mail: scau100@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: gwliang@scau.edu.cn

收稿日期 Received: 2014-04-03, 接受日期 Accepted: 2014-06-20

亚洲柑桔木虱 *Diaphorina citri* Kuwayama 也称柑桔木虱, 属半翅目木虱科, 为害柑桔、枸橼、黄皮、九里香等芸香科植物, 是柑桔类新梢期的主要害虫, 成虫和若虫能吸食韧皮部汁液, 造成新叶畸形卷曲, 不能正常生长, 且分泌的白色蜜露会导致煤烟病的发生 (Aubert, 1987; Reynolds, 1999)。这种害虫也是柑桔生产上的毁灭性病害——柑桔黄龙病亚洲种 *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Las) 和美洲种 *Candidatus L. americanus* 主要的传播媒介 (Coletta *et al.*, 2005; Teixeira *et al.*, 2005; Bové, 2006), 其虫口密度和活动影响黄龙病在病树与健康树之间的传播, 给全世界柑桔生产带来严重威胁。

柑桔木虱在寄主之间存在明显的选择性 (Halbert and Manjunath, 2004), 目前发现九里香 *Murraya exotica* (L.) Mant. 和来檬 *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle 为柑桔木虱最喜欢的寄主, 其次为调料九里香 *Murraya koenigii* (L.) Spreng. 和黄皮 *Clausena lansium* (Lour.) Skeels (Bové, 2006), 寄主的不同会影响柑桔木虱年发生代数及产卵特性 (许长藩等, 1994; Liu and Tsai, 2000)。成虫能够吸取成熟柑桔叶片韧皮部的营养, 而若虫必须要有嫩叶才能存活 (吴定尧, 1980)。雌虫只在寄主的嫩梢缝隙中产卵, 卵的形成及孵化与嫩梢密切相关 (Halbert and Manjunath, 2004)。

饲养柑桔木虱是做好相关研究的前提, 其中稳定的食物来源是保持虫源的关键。Skelley 和 Hoy (2004) 利用九里香和大叶来檬 *Citrus macrophylla* Wester 植株进行饲养, 取得较好效果。如果需要的只是少量或单头昆虫, 用植株饲养有占据面积大、浪费资源和难以观察等问题。室内饲养昆虫有着一定的优势, 王岩等 (2012) 介绍了一种室内饲养光滑鳖甲 *Anatolica polita* Kaszab 的有效方法, 解决各发育阶段试虫材料短缺的问题。El-Desouky 和 David (2011) 分别用甜橙 *Citrus sinensis* (L.) Osbeck 离体成熟叶和嫩叶饲养柑桔木虱成虫和若虫, 便于蜜露的收集。离体叶片饲养木虱的效果受各种因素的影响, 而对于离体寄主品种、梢成熟度对木虱饲养

效果的评估至今仍未报导。本研究选取九里香、酸桔 *Citrus sunki* Hort. ex Tanaka 和马水桔 *Citrus reticulata* Blanco. cv. Mashuiju 3 个品种离体梢作为研究材料, 其中容易抽发新梢的九里香是目前饲养柑桔木虱的首选寄主 (Husain and Nath, 1927; Lucile and Marjorie, 2004), 酸桔是一种重要的嫁接用砧木 (Rom and Carlson, 1987), 马水桔为广东省主要栽培品种的代表 (唐小浪等, 2005)。通过在适宜柑桔木虱及寄主生长发育的环境条件下比较各种梢对木虱卵的孵化率、若虫存活率和成虫存活率的影响, 旨在寻找适合各种虫态的柑桔木虱室内饲养的离体寄主和条件, 期望能为柑桔木虱研究过程的饲养提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试寄主

九里香: 采自华南农业大学校园的种子播种育成, 在防虫网室内隔离种植多年, 通过 Las 常规引物 OH1/OI2c 进行 PCR 检测确定不携带 Las。

酸桔: 广东博罗县柑桔研究所培育的 2 年生无病实生苗, 隔离种植, 检测确定不携带 Las。

马水桔: 华南农业大学园艺学院试验园苗圃培育的无病苗, 隔离种植, 检测确定不携带 Las。

1.2 供试虫源

柑桔木虱: 虫源采自华南农业大学校园九里香, 转饲到温室内栽培的健康九里香上, 繁殖多代。温室及人工气候箱饲养环境均为温度 (25 ± 1) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $70\% \pm 5\%$, 光照强度为 12 000 lx, 光周期 14L: 10D。

1.3 仪器设备

养虫笼: 木框架, 60 目纱布网制成, 长×宽×高为 0.3 m×0.3 m×0.7 m;

封口袋 透明塑料袋, 长×宽为 18 cm×28 cm;

大离心管: 50 mL, 螺口尖平底聚丙烯管, 可立;

小离心管: 1.5 mL, 圆锥形聚丙烯管, 剪除管盖;

人工气候箱: 宁波江南仪器厂生产, 型号为 RXZ-380A;

其他: Parafilm 封口膜、棉花、细绳、30 倍放大镜、软性毛笔。

1.4 柑桔木虱室内饲养方法

饲养装置参考 El-Desouky 和 David (2011), 并改用尖平底大离心管代替尖底大离心管, 便于垂直放置。将长约 8 cm 的离体梢的枝柄用刀片对角切割, 然后插入含湿润棉花的小离心管中, 管口用 Parafilm 膜密封。将叶片和小离心管插入到大离心管中, 根据实验目的放入木虱成虫或若虫, 拧紧管盖, 管盖上有 3 个透气孔, 以保证管内空气流通 (图 1), 垂直放置于人工气候箱中。

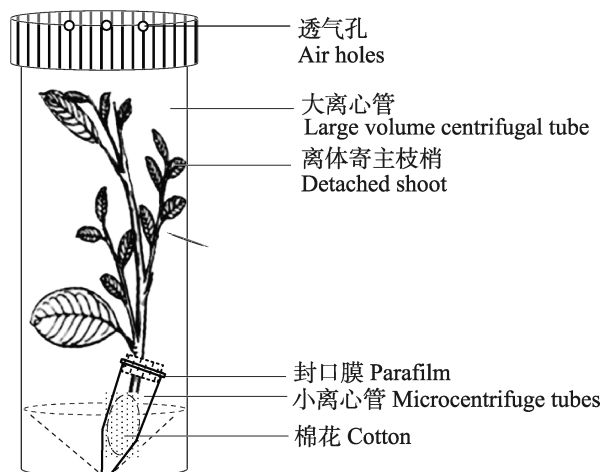


图 1 柑桔木虱室内饲养装置

Fig. 1 Indoor feeding device of *Diaphorina citri*

1.5 不同品种及饲养环境对柑桔木虱卵的孵化率的影响

在九里香、酸桔和马水桔盆栽苗上分别选取 15 条叶片未完全展开的嫩梢, 根据柑桔木虱体色及所处植株位置判断木虱性别及所处时期 (吴丰年等, 2013), 选取两对处于产卵期的成虫于每个嫩梢上, 用事先扎有 50 个细孔的封口袋罩住嫩梢并系上细绳, 3 d 后选取有 100 粒卵以上的 3 种寄主嫩梢各 10 条, 在放大镜下用软性毛笔挑除多余的卵, 保证每条梢有 (100 ± 5) 粒卵。每组各剪取其中 5 条梢置于图 1 装置中, 另 5 条

保留在盆栽苗植株上, 5 d 后记录植株上和图 1 装置中柑桔木虱卵的孵化情况。

1.6 不同品种及成熟度离体梢对柑桔木虱各龄若虫存活的影响

分别选取 25 条九里香、酸桔和马水桔叶片未完全展开的嫩梢、完全展开的嫩梢和成熟梢放入图 1 装置内, 每个装置放 1 条梢, 根据若虫 5 个龄期平均分成 5 个处理, 每个处理 5 个重复。用软性毛笔将刚蜕皮 (1 龄刚孵化) 的若虫接到嫩梢上, 其中 1~3 龄每条梢各接 25 头, 4、5 龄各 10 头, 并在第 5 天统计蜕皮数量。

各龄若虫存活率 = 下一龄的起点虫数 / 该龄接虫总数; 蜕皮率 (5 龄若虫为羽化率) = 蜕皮若虫数量 / 存活若虫数量。

1.7 不同品种及成熟度离体叶片对柑桔木虱成虫存活率的影响

分别选取 5 条九里香、酸桔和马水桔嫩梢和成熟梢放入图 1 装置内, 每个装置放 1 条梢, 每条梢放入 10 头刚羽化的木虱, 每周调查 1 次存活率, 同时更换寄主梢, 一直观察到第 4 周。换梢时可用手指轻弹大离心管, 待木虱附着于管壁时管口朝下将叶片及小离心管取出, 可防止木虱逃离。

成虫存活率 = 存活木虱成虫数量 / 接成虫总数。

1.8 数据统计

数据采用 SAS9.0 进行正态性分析和方差齐性分析; 不同处理间差异采用 SPSS19.0 进行多重比较 (Duncan's multiple range test, DMRT)。

2 结果与分析

2.1 不同品种及饲养环境对柑桔木虱卵的孵化率的影响

3 种寄主植株嫩梢的比较结果表明, 九里香上卵的孵化率最高, 达 92.6%, 且显著高于马水桔 (表 1)。但在离体嫩梢上, 九里香则显著低于酸桔和马水桔, 仅为 70.2%。同种寄主的植株与离体嫩梢孵化率的比较结果, 仅九里香的离体

嫩梢显著低于植株嫩梢,而酸桔和马水桔离体嫩芽略低于植株,差异均小于 5%,未达到显著差异。

2.2 不同品种及成熟度离体梢对柑桔木虱各龄若虫存活的影响

表 2 表明柑桔木虱各龄若虫分别在 3 种寄主不同成熟度离体梢上的存活率。在同种寄主相同成熟度的梢上若虫存活率随龄期的增加而提高,而同种寄主 3 种成熟度梢上的存活率总体趋势为随着梢成熟度的增加而下降。各龄若虫存活率均在成熟梢上最低,3 龄及以下若虫表现最明显,均小于 10%,其中 1 龄若虫在马水桔成熟梢上的存活率仅为 4.8%;3 龄及以下若虫在叶片部分展开的嫩梢上存活率最高;4 龄及 5 龄若虫在叶片完全展开的嫩梢上存活率最高,其中 5 龄若虫在九里香上存活率达 98%。

相同成熟度的不同寄主间 1 龄、4 龄和 5 龄若虫存活率均在九里香上最高,酸桔次之,马水桔最低;2 龄和 3 龄若虫存活率在酸桔叶片部分展开的嫩梢上最高,分别为 59.2%和 64%,且 3 龄显著高于九里香;各龄若虫在成熟梢上的存活率均较低且无显著差异。

在 3 种寄主上,低龄若虫在第 5 天的蜕皮率较高,1~3 龄均在 97%以上,说明低龄若虫龄期较高龄若虫短;若虫在成熟梢蜕皮率总体较嫩梢高,1~4 龄在成熟梢上均为 100%,说明寄主条件的变化能影响柑桔木虱若虫的龄期;九里香上各龄若虫在接虫 5 d 后蜕皮率都略高于其他相同成熟度的两种寄主。

2.3 不同品种及成熟度离体梢对柑桔木虱成虫存活率的影响

柑桔木虱成虫分别在 3 种寄主叶片完全展开的离体嫩梢和成熟梢上饲养 1、2、3 和 4 周时的存活率表明:同种寄主离体成熟梢饲养的存活率均略高于嫩梢,但未达显著差异,说明离体梢的成熟度对成虫的存活率影响不大(表 3)。3 种寄主之间的比较结果表明,第 1 周九里香嫩梢和成熟梢上的存活率分别为 82%和

表 1 柑桔木虱卵在 3 种寄主植株嫩梢和离体嫩梢上的孵化率

Table 1 Hatchabilities of *Diaphorina citri* on the plant and detached shoots of 3 kinds of host plants

寄主种类 Host species	嫩梢状态 Condition of young shoots	孵化率 (%) Hatchabilities
九里香 <i>Murraya exotica</i>	离体嫩梢 Detached young shoots	70.20±3.76c
	植株嫩梢 Plant young shoots	92.60±1.21a
酸桔 <i>Citrus sunki</i>	离体嫩梢 Detached young shoots	84.80±2.56b
	植株嫩梢 Plant young shoots	89.20±1.66ab
马水桔 <i>Citrus reticulata</i>	离体嫩梢 Detached young shoots	83.00±2.39b
	植株嫩梢 Plant young shoots	85.20±1.98b

表中数据为平均值±标准误,同列数据后标有相同字母表示经 DMRT 法分析在 0.05 水平上差异不显著 ($P>0.05$),表 2 同。

Data in the table are mean ± SE, and followed by the same letters are not significantly different within the same column at 0.05 level by DMRT ($P>0.05$). The same with Table 2.

84%,较其他两种寄主存活率低;第 2 周九里香上的存活率也低于另外两种寄主,其中九里香嫩梢上为 68%,酸桔成熟梢为 84%,差异达显著水平;第 3 周时九里香嫩梢上为 56%,显著低于酸桔和马水桔成熟梢(74%和 72%);第 4 周九里香嫩梢显著低于酸桔和马水桔两种成熟度的离体梢,九里香成熟梢也显著低于酸桔成熟梢。说明用酸桔或马水桔离体梢饲养木虱成虫效果比九里香好。

木虱成虫在 3 种寄主的两种离体梢上的存活率均随时间推移而下降。但在九里香和酸桔上嫩梢的下降速度较成熟梢快。在九里香嫩梢上第 2 周即显著低于第 1 周,而成熟梢上第 4 周才显著低于第 1 周;在酸桔嫩梢上第 2 周存活率显著低于第 1 周,而成熟梢上第 3 周才显著下降;但马水桔上均为第 3 周开始才显著低于第 1 周。

表 2 柑桔木虱各龄若虫在 3 种寄主不同成熟度离体梢上的存活率及第 5 天蜕皮率
Table 2 Survival rate and the fifth-day molting of psyllid nymphs among detached shoots with different maturity of the 3 host plant species

寄主种类 Host species	离体梢成熟度 Maturity of detached shoots	存活率 (%)					第 5 天蜕皮率 (%)				
		Survival rate					The fifth-day molting				
		1 龄 1st instar	2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	4 龄 4th instar	5 龄 5th instar	1 龄 1st instar	2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	4 龄 4th instar	5 龄 5th instar
九里香 <i>Murraya exotica</i>	部分展开的嫩梢 Folded young shoots	45.60±3.92a	52.80±2.94ab	54.40±3.71bc	88.00±3.74a	94.00±4.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	97.78±2.22a	100.00±0.00a
	完全展开的嫩梢 Unfolded young shoots	34.40±2.71b	46.40±3.25b	50.40±2.40cd	92.00±3.74a	98.00±2.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	98.00±2.00a	96.00±2.45a
	成熟梢 Mature shoots	7.20±1.50e	5.60±2.04d	7.20±1.50f	36.00±5.10c	60.00±6.32b	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	92.67±4.52a
	部分展开的嫩梢 Folded young shoots	44.00±2.83a	59.20±2.94a	64.00±3.58a	74.00±2.45b	92.00±2.45a	98.18±1.82a	98.57±1.43a	97.71±1.40a	94.64±3.29a	88.00±5.83a
酸桔 <i>Citrus sunki</i>	完全展开的嫩梢 Unfolded young shoots	26.40±1.60c	35.20±2.65c	44.80±2.65de	82.00±5.83ab	94.00±3.74a	97.50±2.50a	100.00±0.00a	98.46±1.54a	93.81±3.81a	92.00±3.74a
	成熟梢 Mature shoots	6.40±1.60e	7.20±1.96d	9.60±0.98f	28.00±3.74c	58.00±5.83b	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	91.43±5.71a
	部分展开的嫩梢 Folded young shoots	40.00±1.79ab	53.60±2.04ab	60.80±2.94ab	70.00±3.16b	90.00±2.45a	98.18±1.82a	98.57±1.43a	98.75±1.25a	97.14±2.86a	95.78±2.59a
	完全展开的嫩梢 Unfolded young shoots	18.40±2.04d	36.00±3.58c	41.60±2.04e	72.00±3.74b	94.00±4.47a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	96.67±3.33a	97.78±2.22a
马水桔 <i>Citrus reticulata</i>	成熟梢 Mature shoots	4.80±0.80e	6.40±1.60d	8.00±1.26f	24.00±6.78c	54.00±6.78b	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	100.00±0.00a	97.14±2.86a

表 3 柑桔木虱成虫在 3 种寄主不同成熟度离体梢上的存活率

Table 3 Survival rate of psyllid adults on detached shoots with different maturity of the 3 host plant species

寄主种类 Host species	离体梢成熟度 Maturity of detached shoots	存活率 (%) Survival rate			
		第 1 周 1st week	第 2 周 2nd week	第 3 周 3rd week	第 4 周 4th week
九里香 <i>Murraya exotica</i>	完全展开的嫩梢 Unfolded young shoots	82.00±3.74a(a)	68.00±3.74b(b)	56.00±4.00b(b)	40.00±5.48c(c)
	成熟梢 Mature shoots	84.00±5.10a(a)	70.00±8.37ab(ab)	64.00±7.48ab(ab)	52.00±7.35bc(b)
酸桔 <i>Citrus sunki</i>	完全展开的嫩梢 Unfolded young shoots	94.00±4.00a(a)	80.00±3.16ab(b)	68.00±3.74ab(c)	64.00±2.45ab(c)
	成熟梢 Mature shoots	92.00±3.74a(a)	84.00±2.45a(ab)	74.00±4.00a(bc)	70.00±4.47a(c)
马水桔 <i>Citrus reticulata</i>	完全展开的嫩梢 Unfolded young shoots	90.00±4.47a(a)	80.00±4.47ab(a)	66.00±2.45ab(b)	64.00±5.10ab(b)
	成熟梢 Mature shoots	90.00±3.16a(a)	82.00±2.00ab(a)	72.00±3.74a(b)	66.00±2.45ab(b)

表中数据为平均值±标准误, 同列数据后括号外有相同字母表示经 DMRT 法分析在 0.05 水平上差异不显著($P>0.05$), 同行数据后括号内有相同字母表示经 DMRT 法分析在 0.05 水平上差异不显著($P>0.05$)。

Data in the table are mean ± SE. Data followed with the same letters without brackets are not significantly different within the same column at 0.05 level by DMRT($P>0.05$), while data followed with the same letters with brackets are not significantly different within the same row at 0.05 level by DMRT($P>0.05$).

3 结论与讨论

通过比较九里香、酸桔和马水桔不同离体梢对柑桔木虱卵的孵化率、各龄若虫和成虫存活率得到以下结论:(1) 3 种寄主植株嫩梢上卵的孵化率均高于相应寄主的离体嫩梢, 且九里香嫩梢离体后对卵的孵化率影响较大, 这可能与九里香叶片较小较薄, 离体时水分容易散失有关; 但酸桔与马水桔离体后均未达到显著差异, 表明酸桔和马水桔离体与否对孵化率影响不大, 可用于室内饲养木虱。(2) 相同成熟度下不同寄主品种对各龄若虫有一定影响, 总体上离体九里香嫩梢更适用于各龄若虫的生长发育, 均能获得较高的存活率, 这可能与九里香叶片较薄及营养成分相关; 柑桔木虱若虫生长发育过程中嫩梢是关键所在, 且若虫龄期越低, 对叶片幼嫩程度的依赖性越大。这与木虱口针到达不同成熟度叶片韧皮部的距离及阻力相关, 使若虫倾向于选择更容易吸食的嫩梢 (El-Desouky *et al.*, 2013); 在离体梢上若虫龄期越高, 存活率越高, 说明在接虫后高龄若虫更容易适应新的环境。(3) 成虫存活率在同

种寄主成熟梢均高于嫩梢; 酸桔和马水桔离体梢上饲养效果比九里香好, 在马水桔上存活率最稳定。综上所述, 可以选择离体酸桔或马水桔嫩梢用于柑桔木虱卵的孵化; 选择离体九里香嫩梢用于饲养若虫; 而饲养成虫时离体马水桔成熟梢是最佳选择, 均可获得较高及稳定的孵化率或存活率, 能够满足实验虫源的需求。

离体梢饲养木虱方便快捷, 但同时也存在一些局限性。(1) 离体嫩梢对成虫产卵的影响: 本实验用于观察孵化率的卵之所以采自植株, 是因为实验发现成虫较少在离体嫩梢上产卵, 而是产在管壁上, 其原因有待进一步分析; (2) 离体嫩梢对各龄若虫历期的影响: Liu 和 Tsai (2000) 研究发现柑桔木虱在 25℃ 时 1~4 龄若虫历期均小于 3 d, 5 龄历期小于 6 d。本实验发现第 5 天时 1~4 龄若虫并没有全部蜕皮, 尤其是酸桔和马水桔表现更明显, 这说明离体叶片使柑桔木虱若虫的发育历期延长, 可能与离体叶片营养成分较植株缺乏有关。

实验过程中如果需要大量柑桔木虱的虫源, 用植株进行饲养仍然是首选方法。然而选择离体

梢饲养有其独特的优势,便于近距离观察木虱的生物学特性,如蜕皮、羽化、交配等;便于收集蜜露;便于通过人工气候箱提供适宜的环境条件;便于记录及拍照;节省大量空间和资源等,该方法同时对其他刺吸式口器昆虫的室内饲养具有参考意义。

参考文献 (References)

- Aubert B, 1987. *Trioza erytreae* del Guercio and *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psylloidea), the two vectors of citrus greening disease: biological aspects and possible control strategies. *Fruits*, 42(3): 149–162.
- Bové JM, 2006. Huanglongbing: a destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*, 88(1): 7–37.
- Coletta HD, Takita MA, Targon MLPN, Machado MA, 2005. Analysis of 16SrDNA sequences from citrus huanglongbing bacteria reveal a different "Ca. Liberibacter" strain associated with citrus disease in Sao Paulo. *Plant Disease*, 89(8): 848–852.
- El-Desouky A, David GH, 2011. A new method for short-term rearing of citrus psyllids (Hemiptera: Psyllidae) and for collecting their honeydew excretions. *Florida Entomologist*, 94(2): 340–342.
- El-Desouky A, David GH, Robert GSJ, 2013. Stylet morphometrics and citrus leaf vein structure in relation to feeding behavior of the Asian citrus psyllid *Diaphorina citri*, vector of citrus Huanglongbing bacterium. *PLoS ONE*, 8(3): 1–12.
- Halbert SE, Manjunath KL, 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*, 87(3): 330–353.
- Husain MA, Nath D, 1927. The citrus psylla (*Diaphorina citri* Kuw.) (Psyllidae: Homoptera). *Memoirs of the Department of Agriculture in India, Agricultural Research Institute, Pusa Entomology*, 10(2): 5–27.
- Liu YH, Tsai JH, 2000. Effects of temperature on biology and table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: psyllidae). *Annals of Applied Biology*, 137(3): 201–206.
- Lucile HS, Marjorie AH, 2004. A synchronous rearing method for the Asian citrus psyllid and its parasitoids in quarantine. *Biological Control*, 29(1): 14–23.
- Reynolds DR, 1999. *Capnodium citri*: the sooty mold fungi comprising the taxon concept. *Mycopathologia*, 148(3): 141–147.
- Rom RC, Carlson RF, 1987. Rootstocks for Fruit Crops. New York: A Wiley-Interscience Publication. 384–385.
- Skelley LH, Hoy MA, 2004. A synchronous rearing method for the Asian citrus psyllid and its parasitoids in quarantine. *Biological Control*, 29(1): 14–23.
- Tang XL, Ma PQ, Wu W, Gan LS, Peng CJ, Huang YJ, 2005. Developmental status and strategy of citrus industry in Guangdong. *China Fruit News*, 22(5): 7–9. [唐小浪, 马培恰, 吴文, 甘廉生, 彭成绩, 黄永敬, 2005. 广东柑桔业发展现状与对策探讨. 中国果业信息, 22(5): 7–9.]
- Teixeira DC, Saillard C, Eveillard S, Danet JL, da Costa PI, Ayres AJ, Bové JM, 2005. 'Candidatus Liberibacter americanus', associated with citrus Huanglongbing (greening disease) in Sao Paulo State, Brazil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55(5): 1857–1862.
- Wang Y, Rexli K, Zhang FC, Ma J, 2012. A method for rearing the desert beetle *Anatolica polita* (Coleoptera: Tenebrionidae: Tentyriini). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(3): 802–807. [王岩, 热西力·克来木, 张富春, 马纪, 2012. 荒漠昆虫光滑鳖甲(鞘翅目: 拟步甲科: 鳖甲族)的人工饲养方法. 应用昆虫学报, 49(3): 802–807.]
- Wu DY, 1980. The habit of citrus psyllid and the relationship with huanglongbing. *China Citrus*, (2): 33–34. [吴定尧, 1980. 柑桔木虱的习性与黄龙病发生的关系. 中国柑桔, (2): 33–34.]
- Wu FN, Liang GW, Cen YJ, Gao W, 2013. Temporal changes in color in *Diaphorina citri*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(4): 1085–1093. [吴丰年, 梁广文, 岑伊静, 高娃, 2013. 亚洲柑桔木虱体色变化规律的研究. 应用昆虫学报, 50(4): 1085–1093.]
- Xu CF, Xia YH, Ke C, 1994. Study on the biology and control of citrus psylla (*Diaphorina citri* Kuwayama). *Acta Phytophylacica Sinica*, 21(1): 53–56. [许长藩, 夏雨华, 柯冲, 1994. 柑桔木虱生物学特性及防治研究. 植物保护学报, 21(1): 53–56.]