糖醋酒液与性诱剂结合对梨园梨小食心虫的最佳诱捕效果研究*

巫鹏翔[1, 2**] 吴凤明[1, 2] 郭 冲[1] 王 璇[1] 郭晨茜[1] 李 贞[1]
张青文[1] 刘小侠[1***]

（1. 中国农业大学昆虫系，北京 100193；2. 中国科学院动物研究所，北京 100101）

摘 要 **【目的】** 糖醋酒液能有效诱集梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck)，而性诱剂辅助正好使糖醋酒液诱捕效果得以补充。**【方法】** 本文对 6 种配方的糖醋酒液、3 种窗口形状诱瓶、有无性诱剂辅助、4 种高度、5 种间距在梨园对梨小食心虫的诱捕效果进行了研究，总结出糖醋酒液对梨小食心虫最佳诱捕效果的设计方案。**【结果】** 结果表明，在梨园利用糖醋酒液防治梨小食心虫时，选择红糖：食用醋：白酒：清水＝3：1：3：80 的糖醋酒液配方，窗口形状为长方形的诱瓶，辅以性信息素诱芯，挂瓶高度为 1.5 m，间距为 4 m 时诱捕效果最佳。**【结论】** 合理利用糖醋酒液防治梨小食心虫是一种简便有效的方法。

关键词 梨小食心虫，糖醋酒液，性诱剂，最佳诱捕效果

The optimal combination of sugar-vinegar-spirit liquid and sex pheromone lures for controlling *Grapholita molesta* (Busck) in pear orchards

WU Peng-Xiang[1, 2**] WU Feng-Ming[1, 2] GUO Chong[1] WANG Xuan[1]
GUO Chen-Xi[1] LI Zhen[1] ZHANG Qing-Wen[1] LIU Xiao-Xia[1***]

(1. Department of Entomology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;
2. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract **[Objectives]** Sugar-vinegar-spirit liquid can effectively control *Grapholita molesta*, especially gravid females, whereas sex pheremone lures could work on males. **[Methods]** This paper studied the effects of using sugar-vinegar-spirit liquid to trap *G. molesta* in pear orchards under a range of different conditions; 3 shapes of trap opening, the presence or absence of a pheromone lure, 4 trap heights, and 5 different trap spacings. **[Results]** Optimal trapping was achieved when the ratio of brown sugar：vinegar：white spirits：water was 3：1：3：80, the trap bottle had a rectangular opening, contained a sex pheromone lure, was placed at a height of 1.5 m, and were spaced 4 m apart. **[Conclusion]** Effective control of *G. molesta* can be easily achieved with sugar-vinegar-spirit liquid.

Key words *Grapholita molesta*, sugar-vinegar-spirit liquid, sex lure, optimal trapping effect

梨小食心虫 *Grapholita molesta* （Busck）属鳞翅目卷蛾科，又称东方蛀果蛾、梨小蛀果蛾、梨姬食心虫、桃折梢虫、桃折心虫等，俗称蛀虫、黑膏药，简称“梨小”，是世界性果树害虫（赵忠仁等，1989；冯明祥等，2002；刘红敏等，2005；陈梅香等，2009）。梨小食心虫的寄主植物很多，包括苹果、梨、桃、李、杏等（陈静，2009）。我国除西藏外均有分布，在北方尤为严重（李波，

*资助项目 Supported projects：梨产业体系（CARS-29-08）
**第一作者 First author，E-mail：wupengxiang@cau.edu.cn
***通讯作者 Corresponding author，E-mail：liuxiaoxia611@cau.edu.cn
收稿日期 Received：2016-05-31，接受日期 Accepted：2016-08-10

2008），种群数量未来还有上升趋势。我国在利用糖醋酒液引诱梨小食心虫的研究已有 40 年历史，近年来在糖醋酒液配方、诱捕器以及性诱芯等研究方面都取得长足的进步（李梅等，2010；王红托等，2010；康总江等，2011；王玉兰等，2011；李丽莉等，2012）。20 世纪 20 年代就有报道提出了利用发酵的糖溶液可作为梨小食心虫的引诱物，并通过大量的实验和研究证实了对防治梨小食心虫具有良好效果（Yetter *et al.*，1931）。我国自 1950 年起就开始对糖醋酒液进行改进与广泛使用，在 70 年代就出现利用糖醋酒液监测和诱杀梨小食心虫的报道，但糖醋酒液配方繁多，有机物浓度相差过大，范围在 4%~66%，加之因诱虫盆其口径大、容积大、糖醋酒液蒸发快，这些缺陷阻碍了糖醋酒液引诱技术的大面积推广。近几年开始逐步发展并推广糖醋酒液诱瓶，解决了盆口大带来的糖醋酒液蒸发快、消耗大的问题，同时极大降低了人工管理成本（盛如等，2013）。

梨小食心虫性信息素是从其成虫雌虫的腹部分离得到的（George，1965），其主要化学成分为（Z）-8-十二碳烯-1-醇醋酸酯（Roelofs *et al.*，1969），具有特异性强、高效、无毒、无污染、不伤害天敌等优点（李庆燕等，2012）。目前，糖醋酒液配合性信息素防治梨小食心虫已经成为一种趋势。性信息素只能引诱梨小食心虫雄虫，糖醋酒液不仅能够有效诱捕梨小食心虫雄虫，对孕卵雌虫引诱效果更好（周仙红等，2011），且操作简单方便，配以性诱剂辅助效果更佳。为此，本实验对 6 种配方的糖醋酒液、3 种窗口形状的诱瓶、有无性诱剂辅助、设置 4 种高度、5 种间距在梨园对梨小食心虫的诱捕效果进行了研究，希望获得诱捕梨小食心虫最佳的设计方案，以达到利用糖醋酒液简便、有效、合理防治梨小食心虫的目的。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 糖醋酒液

（1）原料

红糖：市场购买散装红糖，北京糖业酒类集团公司生产。工业级 95%冰醋酸：500 mL 瓶装试剂，天津市进丰化工有限公司生产。95%工业乙醇：500 mL 瓶装试剂，天津市进丰化工有限公司生产。食用醋：市场购买袋装，龙菲牌特制米醋，北京龙菲业食品有限公司生产。白酒：市场购买北京二锅头白酒，酒精度 56%，北京同泉涌酒业有限公司生产。糖酒醋液由中国农业大学有害昆虫综合治理实验室统一配制，封装于透明塑料袋（9 cm×13 cm）中。

（2）糖醋酒液配方见表 1

（3）糖醋酒液的配制

先称量好红糖，然后按表 1 配方中的比例倒入原料，搅拌均匀，放入大的塑料桶中发酵几天，然后倒入诱捕瓶中使用。

1.1.2 梨小食心虫性诱芯　试验所用梨小食心虫性诱芯由北京中捷四方有限公司所产诱芯材质为灰色橡胶，反口钟型。性信息素中(Z)-8-十二碳烯-1-醇醋酸酯、(E)-8-十二碳烯-1-醇醋酸酯和(Z)-8-十二碳烯-1-醇三者的比例为 93∶6∶1。

1.1.3 诱捕器　选用 500~650 mL 的矿泉水塑料瓶，在瓶体上部 1/3 处对面挖 2 个窗口，窗口形状分为 3 种形状，分别为长方形（a×b=6.28 cm×2 cm）、正三角形（a=5.39 cm）、圆形（r=2 cm），

表 **1** 糖醋酒液 **6** 种配方

Table 1 Six formulas of sugar-vinegar-spirit liquid

红糖：食用醋（6%乙酸）：白酒（56%乙醇）：清水 Brown sugar : vinegar (6% acetic acid) : white spirits (56% ethanol) : water	A1) ＝3∶1∶3∶80 A2) ＝3∶1∶3∶120 A3) ＝3∶1∶6∶120
红糖：乙酸（95%）：乙醇（95%）：清水 Brown sugar: acetic acid (95%) : ethanol (95%) : water	B1)＝3∶1∶3∶80 B2) ＝3∶1∶3∶120 B1) ＝3∶1∶6∶120

总面积均为 12.56 cm^2。瓶盖中心打小孔，用 22 号细铁丝或尼龙线从瓶盖穿进，并穿过性诱芯橡胶塞的小头，盖上瓶盖。瓶中装 250 mL 糖醋酒液，加少量（1/3 汤匙）洗衣粉，并粘贴红色透明塑料布。将诱芯调整在瓶体窗口下方、瓶体中央，诱芯凹面向下，距离液面 0.5~1 cm，3 种窗口形状诱瓶分别设计有诱芯与无诱芯 2 个处理。实验共 6 个处理，各个处理重复 5 次。

1.2　实验设计

1.2.1　试验方法

（1）糖醋酒液诱瓶不同高度及间距处理诱捕梨小食心虫成虫量比较

将诱瓶挂在树枝或铁支架上，悬挂高度分为 4 个处理，糖醋酒液瓶中心距地表分别为 0.5、1.0、1.5、2.0 m。悬挂间距分为 4 个处理，即糖醋酒液瓶之间 2.0、3.0、4.0、5.0、6.0 m。高度、间距处理均重复 3 次，重复之间相隔 5.0 m，挂在比较开阔、枝叶松散处，离开房屋等障碍物。

（2）不同糖醋酒液配方处理诱捕梨小食心虫成虫量比较

根据五点取样法取 5 个调查点，每个调查点选 7 棵树，用 14 号铁丝做一挂钩，将糖醋酒液诱瓶直接挂在树枝上，悬挂高度离地面 1.5 m，每棵树上悬挂一个窗口为长方形（a×b=6.28 cm×2 cm）的糖醋酒液诱瓶，每个诱瓶里分别加入 250 mL 配方为 A1、A2、A3、B1、B2、B3 糖醋酒液以及清水作为对照。实验共 7 个处理，各个处理重复 3 次。

（3）诱瓶 3 种窗口形状及有无诱芯处理诱捕梨小食心虫成虫量比较

同样根据五点取样法取 5 个调查点，每个调查点选 6 棵树，每棵树上分别悬挂 3 种形状窗口设置（长方形、正三角形、圆形）以及 2 种诱芯设置（有、无诱芯辅助）共 6 种处理的糖醋酒液诱瓶，诱瓶里加入实验 1.2.1（1）中最佳配方的糖醋酒液，各个处理重复 3 次。

1.2.2　诱捕器管理及诱捕效果调查　每 7 d 检查各诱瓶诱捕梨小食心虫成虫量并分别记录。糖醋诱瓶每 7 d 添加 1 次糖醋酒液、每 21 d 彻底更换糖醋酒液。试验自 2012—2013 年 5 月初至 7 月底以及 2014 年 4 月初至 2014 年 11 月初。

1.3　数据统计方法

使用 Excel 进行初始数据的统计，采用使用 SPSS 20.0 for Windows 软件对试验数据进行统计分析，采用单因素方差（One-way ANOVA）分析不同诱捕方法诱捕到的梨小食心虫虫量的差异，并进行 Tukey HSD 多重比较。

2　结果与分析

2.1　糖醋酒液诱瓶不同高度处理诱捕梨小食心虫成虫量比较

不同高度处理的诱瓶对梨小食心虫的诱虫效果比较可以看出（图 1），当诱瓶距地面高度为 1.5 m 时诱虫效果最好，其周诱虫量为（8.78±1.31）头。距地面高度为 1 m 的诱瓶周诱虫量稍低，为（6.23±0.99）头。而高度为 0.5 m 及 2 m 的诱瓶的周诱虫量分别为（2.22±0.5）头与（4.24±0.64）头，均明显低于 1.5 m 的诱瓶诱虫量。通过对 4 种高度周诱虫量进行显著性分析，高度在 1.5 m 处的糖醋酒液诱瓶的诱虫效果最佳（F = 9.341, df = 3, 116, P < 0.001）。

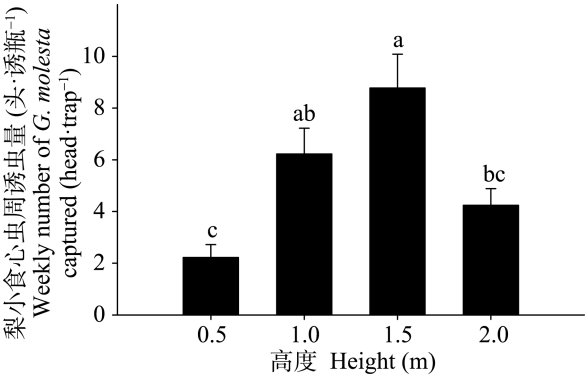

图 1　糖醋酒液诱瓶 4 种高度处理诱虫量比较

Fig. 1　Comparison of number of *Grapholita molesta* captured with 4 heights of trapping bottle

柱上标有不同字母表示 Turkey 比较存在显著性差异（P<0.05）。下图同。

Histograms with different letters indicate significantly different at 0.05 level by Turkey test. The same below.

2.2 糖醋酒液诱瓶不同间距处理诱捕梨小食心虫成虫量比较

不同间距处理的诱瓶对梨小食心虫的诱虫效果比较可以看出（图 2），诱瓶间距为 4 m 时周诱虫量（8.54±1.24 头）最大，间距为 2 m 与 6 m 的诱瓶周诱虫量分别为（3.96±0.91）头、（3.87±0.68）头，显著小于间距为 4 m 诱瓶诱虫量。间距为 3 m 及 5 m 的诱瓶周诱虫量分别为（4.89±1.23）头、（5.57±1.26）头，均稍小于间距为 4 m 诱瓶的诱虫量。通过对 5 种间距周诱虫量进行显著性分析，间距为 4 m 时诱瓶的诱虫效果最佳（F = 3.07, df = 4, 115, P = 0.019）。

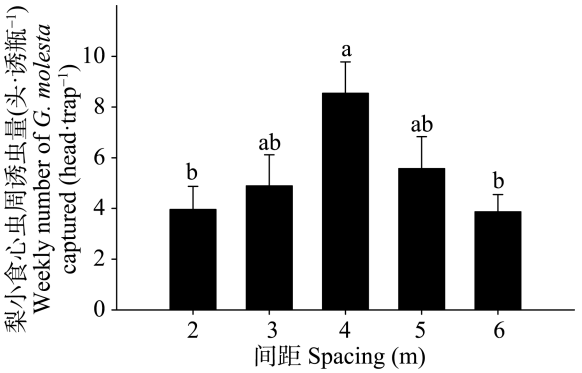

图 2　糖醋酒液诱瓶 5 种间距处理诱捕梨小食心虫成虫量比较

Fig. 2　Captured number of *Grapholita molesta* with 5 spacing of trapping bottle

2.3 不同糖醋酒液配方处理诱捕梨小食心虫成虫量比较

由图 3 可见，本试验选取的糖醋酒液配方 A，即食用醋（含乙酸 6%）和白酒（56%）配方的糖醋酒液瓶的周诱虫量为（7.16±0.09）头，明显高于糖醋酒液配方 B，即乙酸（95%）与乙醇（95%）配方的糖醋酒液瓶的周诱虫量（3.99±0.25）头；也高于清水诱瓶的（1.10±0.21）头（F = 11.59, df = 6, 119, P < 0.001）。其中在糖醋酒液配方 B 的周诱虫量中，配方 B1（4.40±0.21 头）>配方 B3（4.00±0.37 头）>配方 B2（3.53±0.90 头），糖醋酒液 B 配方中红糖：乙酸：工业乙醇：清水＝3：1：3：80 的配方效果最好。在配方 A 的周诱虫量中，配方 A1（7.30±0.29 头）>配方 A3（7.16±0.42 头）>配方 A2（7.00±0.36 头）。综合分析，红糖：食用醋：白酒：清水＝3：1：3：80 的糖醋酒液配方效果最好。

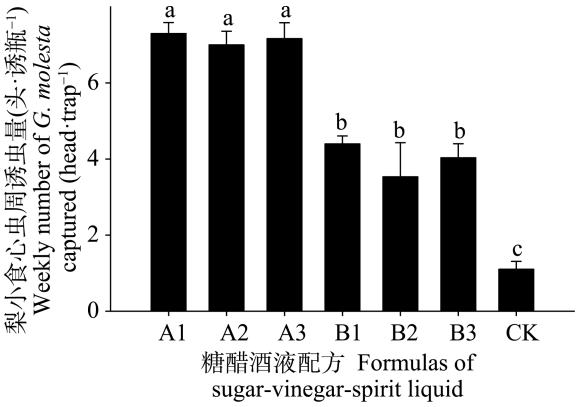

图 3　6 种糖醋酒液配方处理诱捕梨小食心虫成虫量比较

Fig. 3　Captured number of *Grapholita molesta* with 6 formulas of sugar-vinegar-spirit liquid

2.4 诱瓶 3 种窗口形状及有无诱芯处理诱捕梨小食心虫成虫量比较

从图 4 的结果可以看出，窗口面积均为 12.56 cm^2 下，有诱芯辅助的糖醋酒液诱瓶中，圆形窗口诱瓶的周诱虫量为（2.65±0.62）头，显著小于长方形（9.36±1.64）头与正三角形（6.43±0.92）头的周诱虫量（F = 8.631, df = 2, 57, P = 0.001）。无诱芯辅助的糖醋酒液诱瓶中，圆形窗口诱瓶的周诱虫量（1.32±0.29）头同样是显著小于长方形（6.85±1.29）头与正三角形（5.59±1.27）

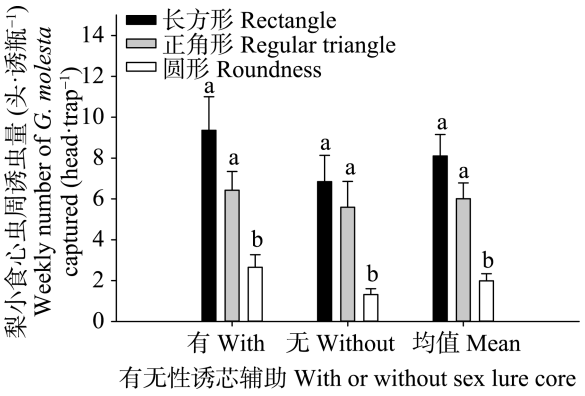

图 4　诱瓶 3 种窗口形状处理诱捕梨小食心虫成虫量比较

Fig. 4　Captured number of *Grapholita molesta* with 3 openings of trapping bottle

头的周诱虫量（F = 7.516, df = 2, 57, P = 0.001）。综合分析 3 种窗口处理下的均值，圆形窗口诱瓶的周诱虫量（1.99±0.35）头显著小于长方形（8.1±1.05）头与正三角形（6.01±0.78）头，其中长方形窗口诱瓶诱虫量最多（F = 15.845, df = 2, 117, P< 0.001）。

诱芯辅助对于 3 种窗口糖醋酒液诱瓶的诱虫量均没有显著提高（长方形，t = 1.205, df = 38, P = 0.236；正三角形，t = 0.534, df = 38, P = 0.596；圆形，t = 1.964, df = 26.982, P = 0.06）。综合分析有无诱芯辅助两种处理下的均值，有诱芯辅助的诱瓶周诱虫量为（6.15±0.74）头，相比无诱芯辅助的诱瓶（4.58±0.67）头有一定的提高，但没有显著性差别（t = 1.56, df = 118, P = 0.122；图 5）。

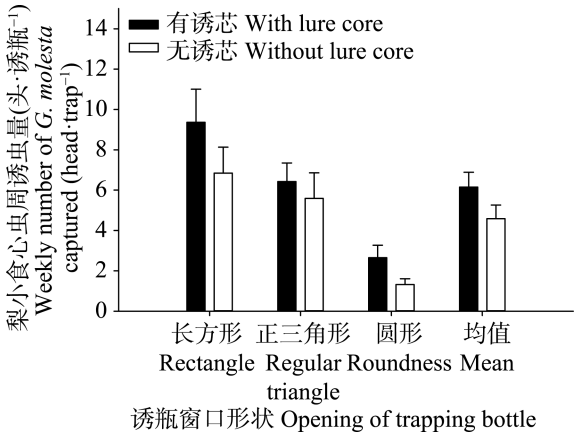

图 5　诱瓶有无诱芯处理诱捕梨小食心虫成虫量比较
Fig. 5　Captured number of *Grapholita molesta* with or without addition of sex lure

3　讨论

糖醋酒液诱虫法是一种传统的成虫测报方法，虽然该方法专一诱捕性较弱，但具有方便、材料简单易得、好操作等特点（范仁俊等，2013），而且可以同时诱捕雌雄虫，对降低下一代虫口数及整体防控梨小食心虫有明显优势（赵利鼎等，2010）。根据盛如（2013）的研究表明，用水盆（碗）等作为诱捕器，因口径大、容积大、蒸发快，使得糖醋酒液消耗量过大。因此选择将糖醋酒液诱瓶作为诱捕器，同时降低了人工管理成本。

影响诱瓶诱捕效果的不仅包含光照强度、温湿度、风向等环境因素，还包含诱瓶高度、间距等非环境因素。研究发现诱瓶在不同高度下诱捕效果是存在显著差别的，这与 Rothschild 和 Minks（1977）在桃园利用糖醋酒液诱捕器在不同高度下梨小食心虫诱虫量存在显著差异的结果一致。但 Kovanci 等（2006）在苹果园研究发现高度不同不会对糖醋酒液诱捕器诱捕效果产生显著差异。而造成结果产生差异的原因可能是植株品种、栽培条件、糖醋酒液配方的不同导致的，因此最佳高度需结合当地的环境进行判定。研究发现在 1.5 m 下诱瓶诱捕效果最佳，这可能是由于梨小食心虫成虫集中栖息在树叶树枝最繁茂的 1.5 m 的处（Ahmad, 1987）。实验同时发现不同间距下诱瓶的诱捕效果存在着显著差异，这与孙军杰（2010）、Kong 等（2014）在桃园发现不同间距下诱捕器诱捕效果有显著差异的结果一致。糖醋酒液诱瓶在间距为 4 m 的状态下诱捕效果最佳。

从本研究结果来看，3 组食用醋+白酒的诱虫量均显著优于 3 组乙醇+乙酸的处理。两种处理导致诱虫量的产生显著性差异可能是由于其配方成分中存在着一定差异。食用醋和白酒除了含有纯化学剂乙酸和乙醇外，还包括其他的食用添加剂及香料，进而导致诱虫量的增加。这与刘文旭等（2014）在桃园利用糖醋酒液对梨小食心虫的诱捕效果的结果一致。本研究同时利用周诱虫量比较现有 6 种诱捕梨小食心虫的糖醋酒液配方，通过显著性分析总结推荐配比为红糖：食用醋：白酒：清水＝3：1：3：80 的糖醋酒液配方效果最佳。

诱瓶的窗口形状不同也会影响糖醋酒液的诱捕效果，在窗口面积均为 12.56 cm^2 的情况下，3 种窗口的周长大小为：长方形（16.56 cm）> 正三角形（16.16 cm）>圆形（12.56 cm）。梨小食心虫成虫是沿着诱瓶的窗口爬进诱瓶里的，窗口边缘周长越大虫子能够接触并进入瓶内的几率就会增加，这可能就是造成窗口为长方形的诱瓶诱捕效果最好的原因。不同性信息素的辅助对

糖醋酒液有增效作用，这与康总江等（2013）利用糖醋酒液诱捕器对梨小食心虫诱杀效果的研究结果一致。糖醋酒液对雌雄成虫都有诱捕作用，特别对孕卵雌虫效果明显（周仙红，2011）。而性诱剂的辅助正好增补了对雄虫的诱捕，而这也可能是导致两者结合产生一定增效作用的原因。这与之前报道利用性信息素和糖醋酒液相结合的方法防治苹果小卷叶蛾且收到增效的研究结果一致（张顶武等，2007）。由于试验地区老河口夏季湿热多雨，可能对性诱剂释放性信息有一定影响，导致性诱剂增效不明显。

综合分析，在梨园利用糖醋酒液防治梨小食心虫时，选择红糖：食用醋：白酒：清水＝3：1：3：80 的糖醋酒液配方，窗口形状为长方形的诱瓶，辅以性信息素诱芯，挂瓶高度为 1.5 m，间距为 4 m 时诱捕效果最佳。

参考文献 (References)

Ahmad TR, 1987. Effects of pheromone trap design and placement on capture of almond moth, *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, 80(4): 897–900.

George JA, 1965. Sex pheromone of the oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busck). *Canadian Entomologist*, 97(9): 1002–1007.

Kong WN, Hu RS, Zhao ZG, Li J, Zhang ZW, Li SC, Ma RY, 2014. Effects of trap height, location, and spacing on pheromone-baited trap catch efficacy for oriental fruit moths (Lepidoptera: Tortricidae) in a peach orchard. *Canadian Entomologist*, 146(6): 684–692.

Kovanci OB, Schal C, Walgenbach JF, Kennedy GG, 2006. Effects of pheromone loading, dispenser age, and trap height on pheromone trap catches of the oriental fruit moth in apple orchards. *Phytoparasitica*, 34(3): 252–260.

Roelofs WL, Comeau A, Selle R, 1969. Sex pheromone of the oriental fruit moth. *Nature*, 224(5220): 723–726.

Rothschild GLH, Vickers RA, 1991. Biology, ecology and control of the oriental fruit moth // Van Der Geest LPS, Evenhuis HH(eds.). Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies and Control. New York: Elsevier. 389–412.

Yetter WP, Steiner LF, 1931. A preliminary report on large-sale bait trapping of the oriental fruit moth in Indiana and Georgia. *Journal of Economic Entomology*, 24(6): 1181–1197.

Chen MX, Luo YQ, Zhao CJ, Tao WQ, Ma WE, Wang H, Liu X, Yu JX, 2009. Research advance on *Grapholitha molesta* Busck. *Northern Horticulture*, (8): 144–147. [陈梅香, 骆有庆, 赵春江, 陶万强, 马万娥, 王合, 2009. 梨小食心虫研究进展. 北方园艺, (8): 144–147.]

Chen J, Yang YH, Ma TW, Yang XH, Zhang JP, 2009. Preliminary study on the damage and occurrence dynamic of *Grapholitha molesta* in flat peach garden. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 37 (30): 14745, 14751. [陈静, 杨祎红, 马天文, 杨晓红, 张建萍, 2009. 梨小食心虫在蟠桃园的危害和发生动态初探. 安徽农业科学, 37 (30): 14745, 14751.]

Fan RJ, Liu ZF, Lu JJ, Feng YT, Yu Q, Gao Y, Zhang RX, 2013. Progress in the application of IPM to control the oriental fruit moth (*Grapholitha molesta*) in China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50 (6): 1509–1513. [范仁俊, 刘中芳, 陆俊娇, 封云涛, 庾琴, 高越, 张润祥, 2013. 我国梨小食心虫综合防治研究进展. 应用昆虫学报, 50(6): 1509–1513.]

Feng MX, Jiang RD, Wang PS, Wang JQ, 2002. Occurrence regularity of *Grapholitha molesta* (Busck) in a peach orchard. *China Fruits*, (4): 30–31. [冯明祥, 姜瑞德, 王佩圣, 王继青, 2002. 桃园梨小食心虫发生规律研究. 中国果树, 2002(4): 30–31.]

Kang ZJ, Gong YJ, Zhu L, Shi BC, 2011. Preliminary study on the trapping efficiency of different color traps on oriental fruit moth. *Northern Horticulture*, (8): 171–172. [康总江, 宫亚军, 朱亮, 石宝才, 2011. 不同颜色诱捕器对梨小食心虫诱杀效果研究初报. 北方园艺, (8): 171–172.]

Kang ZJ, Zhu L, Wei SJ, Shi BC, 2013. Study on trapping effect of six different traps treatments of *Gapholitha molesta*. *Northern Horticulture*, (14): 125–128. [康总江, 朱亮, 魏书军, 石宝才, 2013. 六种不同处理诱捕器对梨小食心虫诱杀效果研究. 北方园艺, (14): 125–128.]

Li B, Qin YC, He L, Wu XM, 2008. The control of oriental fruit moth with sex pheromone dispensers and mixtures of sugar-acetic acid-ethanol. *Acta Phytophylacica Sinica*, 35 (3): 205–206. [李波, 秦玉川, 何亮, 吴学民, 2008. 不同性诱芯与糖醋酒液防治梨小食心虫. 植物保护学报, 35(3): 205–206.]

Li LL, Zhang SC, Zhang AS, Men XY, Zhou XH, YU Y, 2012. Effects of several factors on trapped quantity of *Grapholitha molesta* with sex pheromone. *Shandong Agricultural Sciences*, 44(7): 95–97. [李丽莉, 张思聪, 张安盛, 门兴元, 周仙红, 于毅, 2012. 几种因素对梨小食心虫性诱剂诱捕量的影响. 山东农业科学, 44(7): 95–97.]

Li M, Liu J, Li J, Yang XK, Sheng SM, Li JC, Zhao, GR, Lv ZZ, Sheng CF, 2010. Application method of efficient sex lures of *Grapholitha molesta*. *China Plant Protection*, 30(3): 44–46. [李

梅, 刘洁, 李捷, 杨星科, 盛世蒙, 李建成, 赵国荣, 吕昭智, 盛承发, 2010. 梨小食心虫高效性诱剂使用方法. 中国植保导刊, 30(3): 44–46.]

Li QY, Liu JL, Zhao LL, Ma RY, 2012. Applications of slow release technique of sex pheromone in pest control. *Chinese Journal of Biological Control*, 28(4): 589–593. [李庆燕, 刘金龙, 赵龙龙, 马瑞燕, 2012. 缓释技术在性信息素防治害虫中的应用. 中国生物防治学报, 28(4): 589–593.]

Liu HM, Wang XE, Hu SZ, 2005. The occurrence regularity and control of *Grapholitha molesta* (Busck). *Journal of Henan Agricultural Sciences*, (1): 74–75. [刘红敏, 汪新娥, 胡肄珍, 2005. 梨小食心虫的发生与防治. 河南农业科学, (1): 74–75.]

Liu WX, Ran HF, Lu ZY, Liu XX, Li JC, Zhang QW, Sheng CF, 2014. Combination of trapping efficiency of sugar-vinegar liquid and sex pheromone on *Grapholita molesta* (Busck) in peach orchards. *China Plant Protection*, 34(10): 43–47. [刘文旭, 冉红凡, 路子云, 刘小侠, 李建成, 张青文, 盛承发, 2014. 性诱剂与糖醋液组合对桃园梨小食心虫的诱捕效果研究. 中国植保导刊, 34(10): 43–47.]

Shen R, Zhang ZN, Qin YC, Li XJ, Yang XK, Shen ZR, Fan RJ, Wang Q, Wang HT, Li M, Shen CF, 2013. Analysis of performance and usage cost of different vinegar liquid-sex pheromone trapping bottles on *Grapholitha molesta*. *China Plant Protection*, 33(9): 31–34. [盛如, 张钟宁, 秦玉川, 李晓军, 杨星科, 沈佐锐, 范仁俊, 王强, 王红托, 李梅, 盛承发, 2013. 梨小食心虫不同配方糖醋液性诱瓶性价比和使用成本分析. 中国植保导刊, 33(9): 31–34.]

Sun JJ, 2010. Effects of sex lure spacing and height on *Grapholita molesta* (Busck) in peach orchards. *Jilin Agriculture*, (12): 108. [孙军杰, 2010. 性诱剂放置距离和高度对桃园梨小食心虫的影响. 吉林农业, (12): 108.]

Wang HT, Yue LJ, Liu J, Sheng SM, Wang MY, Fan ZL, Zhao GR, Sheng CF, 2010. Field trapping efficacy of three kinds of sex pheromone lures for the oriental fruit moth in peach orchards in Dangshan county of Anhui Province. *Plant Protection*, 36 (3): 166–168. [王红托, 岳兰菊, 刘洁, 盛世蒙, 王梅英, 范知礼, 赵国荣, 盛承发, 2010. 砀山县桃园梨小食心虫性诱剂 3 种诱芯田间诱蛾效果. 植物保护, 36(3): 166–168.]

Wang YL, Yue ZY, Zhang JW, Jang L, Zhang XP, A Limu, Liu AH, Chao DR, 2011. Study on population fluctuation of *Grapholitha molesta* Busck and the trap efficiency of different traps in greenhouses. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 48(8): 1486–1490. [王玉兰, 岳朝阳, 张静文, 唐丽, 张新平, 阿里木, 刘爱华, 晁岱容, 2011. 温棚油桃梨小食心虫消长规律及不同诱捕器诱杀试验. 新疆农业科学, 48(8): 1486–1490.]

Zhang DW, Li ST, Dong M, Fu ZF, Fang JH, Du XG, 2007. Control efficiency of sex pheromone and sugar-vinegar liquid on *Laspeyresia pomonella* (Linnaeus). *China Fruits*, (3): 37–39. [张顶武, 李松涛, 董民, 付占芳, 方建辉, 杜相革, 2007. 性诱剂和糖醋液防治桃园苹果小卷蛾技术研究. 中国果树, (3): 37–39.]

Zhao LD, Li XW, Li JG, Ren WJ, Meng H, Li L, Ma RY, 2010. Study on the effects of several attractants to *Gapholitha molesta*. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 38(5): 51–54. [赵利鼎, 李先伟, 李纪刚, 任文俊, 孟豪, 李亮, 马瑞燕, 2010. 不同诱源对梨小食心虫引诱效果的研究. 山西农业科学, 38(5): 51–54.]

Zhao ZR, Wang YG, Yan GY, 1989. Preliminary studies of *Grapholitha molesta* (Busck) in Subei regions. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 34(1): 17–19. [赵忠仁, 王元珪, 颜桂英, 1989. 苏北地区梨小食心虫研究初报. 应用昆虫学报, 34(1): 17–19.]

Zhou XH, Li LL, Zhang SC, Zhang AS, Men XY, Yu Y, 2011. Review on occurrence regularity and pollution- free control technology of *Grapholitha molesta* Busck. *Shandong Agricultural Sciences*, (10): 76–81. [周仙红, 李丽莉, 张思聪, 张安盛, 门兴元, 于毅, 2011. 梨小食心虫发生规律及无公害防治技术. 山东农业科学, (10): 76–81.]