

不同口径陷阱诱捕器诱杀梨小食心虫研究*

赵志国^{1**} 刘宝玲¹ 王鑫² 张利军¹ 马瑞燕^{1***}

(1. 山西农业大学 农学院 太谷 030801; 2. 太原市星火技术发展中心 太原 030009)

摘要 梨小食心虫 *Grapholitha molesta* (Busck) 是重要的蛀果类害虫之一, 目前性信息素广泛应用于梨小食心虫防治, 为明确性信息素陷阱诱捕器的诱捕效果, 针对开口方式设计四面开口和两面开口两种处理的陷阱诱捕器; 针对口径的大小下设计 2、3、4、5、6 cm 的 5 种口径的对口瓶陷阱式诱捕器, 分别在桃园对梨小食心虫进行诱捕试验, 诱捕结果显示两面开口的诱捕器诱捕效果比四面开口的诱捕器效果显著, 口径为 2 cm 和 3 cm 的陷阱式诱捕器诱捕效果最佳, 诱捕量显著高于 5 cm 和 6 cm, 诱捕量达 34.6 头/日和 20.4 头/日。通过试验明确了陷阱诱捕器的最佳诱捕效果的参数, 同时为测报及田间大量诱杀的诱捕器使用提供依据, 为防控梨小食心虫性信息素诱捕器提供标准化参数。

关键词 梨小食心虫, 性信息素, 诱捕器, 口径

Study of the effect of opening pattern and different pore sizes on bottle traps to trap the oriental fruit moth

ZHAO Zhi-Guo^{1**} LIU Bao-Ling¹ WANG Xin² ZHANG Li-Jun¹ MA Rui-Yan^{1***}

1. College of Agriculture, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China;

2. Taiyuan Spark Technology Development Center, Taiyuan 030009, China)

Abstract The oriental fruit moth (*Grapholitha molesta* (Busck)) is an important global pest of fruit trees. Sex pheromone bottle traps have been widely used to control this pest in orchards. In order to determine the most efficient trap design, we tested the relative effectiveness of bottle traps with four openings on each side vs those with two opposite openings, and pore sizes of 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm and 6 cm. The results show that traps with 2 opposite openings worked better than those with four and that the most effective traps had pore sizes of 2 cm and 3 cm. The daily average catch achieved by traps with pore sizes of 2 cm and 3 cm was 34.6 and 20.6, which was significantly more than that of traps with 6 cm pores. Therefore, we suggest that traps for the Oriental fruit moth should have two opposite openings and a pore size of 2-3 cm. These results provide a basis for improving the control of OFM in orchards.

Key words oriental fruit moth, sex pheromone, trap, pore size

梨小食心虫 *Grapholitha molesta* (Busck) 属鳞翅目 (Lepidoptera) 卷叶蛾科 (Tortricidae), 又名东方果蛀蛾, 简称梨小, 是世界性的蛀果害虫之一 (张国辉等, 2010; Gong *et al.*, 2012)。主要寄主是蔷薇科的桃、苹果、梨、李、樱桃、枇杷、山楂等 (Torriani *et al.*, 2010), 梨小食心虫的幼虫通过蛀食新梢、蛀食幼果进行为害, 一年发生多个世代

(赵忠仁等, 1989; 熊帅等, 2011), 世代重叠严重 (王向阳等, 2011), 已成为我国北方果园中严重危害的优势种群之一。由于其为害具有钻蛀性、隐蔽性, 造成测报防治困难 (Notter-Hausmann and Dorn, 2010), 单纯依靠化学防治难以将其控制在经济阈值以下。

应用昆虫性信息素是当今世界一种有效害虫

* 资助项目: 国家公益性行业 (农业) 科研专项 (201103024); 山西农业大学创新基金 (2010007)。

** E-mail: nice2me@126.com

*** 通讯作者, E-mail: maruiyan2004@163.com

防控措施,与化学农药相比,它具有灵敏度高、选择性强、无毒、不杀伤天敌、不污染环境、不易产生抗性等优点(赵志国等,2012),符合目前人们在害虫防治着重调控而不是杀死的有害物质综合治理(IPM)策略(Ioriatti *et al.*, 2009)。由于昆虫性信息素诱捕器因其具有专一性强、灵敏度高、准确性好、使用简便、费用低廉的特点(田宝良等,2012),已被成功的用于包括害虫发生期、发生量和发生地区等方面的种群监测,以及大量诱杀田间害虫,通过低成本投入实现控制田间害虫种群数量的目的。

测报的准确性、防控的有效性与诱捕器紧密相关,诱捕器的参数直接影响到诱捕器的诱杀效果,研究特定害虫的诱捕器十分关键(杜家纬和石光奇,1980;杜家纬,1988)。目前针对梨小食心虫的性信息素诱捕器多而杂,水淹式诱捕器具有最安全、最廉价、最高效率的杀虫方式(李娜等,2011;赵志国等,2013),在生产实践中被广泛采用,但存在夏季水分蒸发快,大规模进行诱杀时,工作量相当大,特别是我国新疆地区温度高风沙大,1 d 左右水盆中的水就蒸发掉了,严重影响诱杀效果,同时山地果园存在补水难的问题,在实际应用中也有局限性,严重影响诱捕效果(张新平

等,2011)。生产中急需节水型诱捕器,其中以陷阱诱捕器为最,但技术推广部门与百姓在应用中陷阱诱捕器无标准可依,致使诱捕器防控害虫的效果不佳。特别是针对梨小食心虫的陷阱诱捕器的相关参数急需明确,本试验针对梨小食心虫陷阱诱捕器口径的相关参数进行试验,旨在合理有效地指导使用陷阱诱捕器进行梨小食心虫防控。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 性诱剂 试验所用的梨小食心虫性外激素诱芯由中国科学院动物研究所研制生产,每个诱芯中活性物质含量为 200 μg 。对照采用未用性信息素的盆型诱捕器。

1.1.2 诱捕器 使用陷阱诱捕器(专利号:ZL201120392294.9/CN202310937U),结构如图 1 所示。陷阱诱捕器 ZL201120392294.9 使用食用油桶改造,两个相对侧面开口,开口大小为 2 cm,每个侧面开口数量为 9;陷阱诱捕器 CN202310937U 使用可乐瓶改造,使用两可乐瓶将锥形口处裁下,反向安装,将瓶底去掉形成中心内部中空的结构,瓶口为 2 cm。

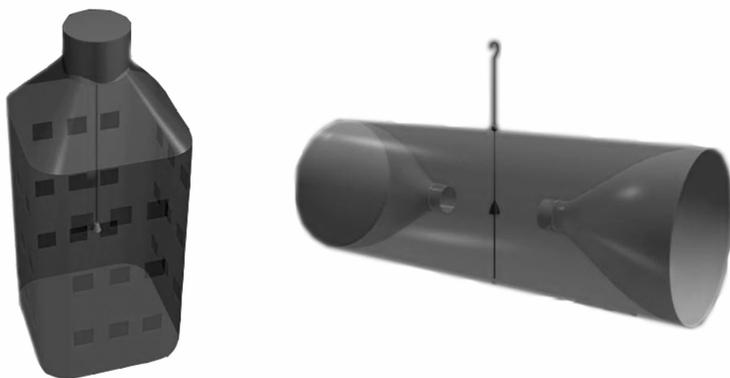


图 1 对口瓶式陷阱诱捕器

Fig. 1 Sex pheromone opposite mouth bottle trap

1.2 方法

1.2.1 试验时间和地点 试验时间、地点见表 1。

1.2.2 试验设计 对口和四口两种开口方式的陷阱诱捕效果试验使用陷阱诱捕器 ZL201120392294.9,设相对方向开对口和四个方向全开口 2 种开口方式,口径大小为 5 cm,3 个重

复;诱捕器口径大小的效果试验使用可乐瓶改造的陷阱诱捕器 CN202310937U,两端锥形口径设计 2、3、4、5、6 cm 的 5 种口径,试验设 3 个重复。随机区组设计把每组处理的诱捕器悬挂于相隔 100 m 的 3 块桃园中。

表 1 对口瓶式陷阱诱捕器口径试验的时间和地点

Table 1 The time and place of the sex pheromone opposite mouth bottle trapping test

试验名称 Experiments	诱捕器 Trap	地点 Site	GPS 信息 GPS information	试验时间 Date	田间试验设计 Experimental design
开口方式试验	ZL201120392294.9	山西省太谷县王海庄村	E:37°23'22.67"; N:112°36'24.47"; H:843 m	2010 年 8 月 26 日—9 月 19 日	在当地桃园中进行,各诱捕器挂于距地表 1.5 m 的桃树枝干外围,间距 30 m,每天上午 6:00—8:00 进行对诱捕量进行计数。
陷阱诱捕器口径试验	CN202310937U	山西省太谷县王海庄村	E:37°23'22.67"; N:112°36'24.47"; H:843 m	2011 年 7 月 26 日—8 月 5 日	

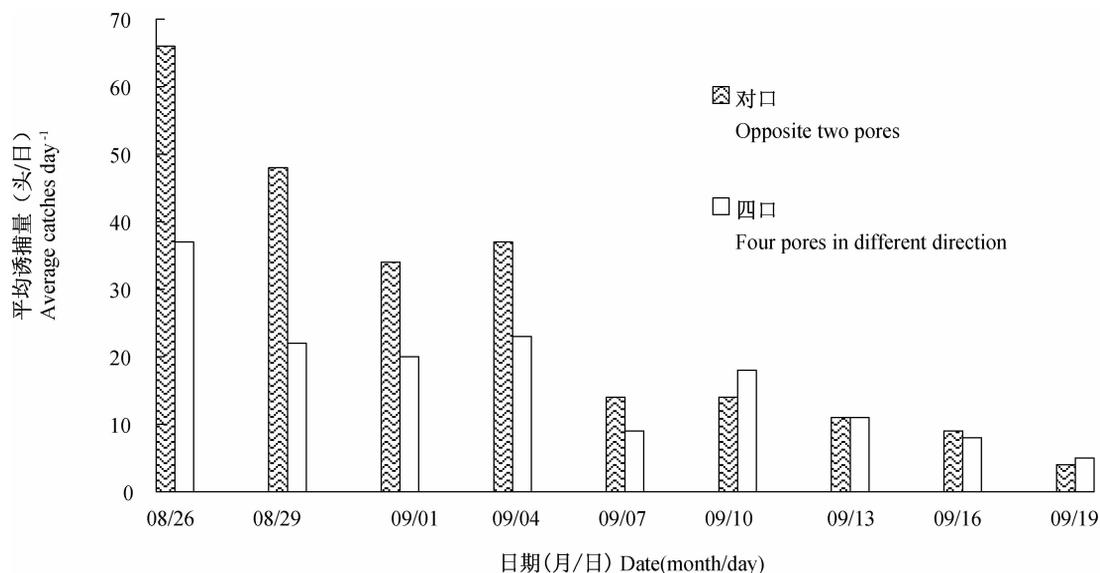


图 2 两种不同开口方式的诱捕器的诱捕量比较

Fig. 2 The comparison of catches of two different opening pattern trap

1.3 数据分析

利用 SPSS18.0 统计分析软件应用 Duncan's 进行方差显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同开口方式陷阱诱捕器动态

从图 2 可知,不同开口方式陷阱式性信息素诱捕器动态趋势基本一致。8 月 26 日后两种诱捕器都显示梨小食心虫成虫趋势下降,9 月 19 日后虫口密度太低时趋于一致,图 2。

2.2 不同开口方式诱捕量的 t-检验

由 2 种不同开口方式的陷阱式诱捕器日平均诱捕量比较可知,对口的诱捕量明显高于四口的诱捕量,且经 t-检验差异显著 ($F = 12.216, t = 1.927, df = 26, 52, P < 0.01$),如图 3 所示,可以看出对口诱捕量最高,8.8 头/日,四口诱捕器诱捕量为 5.7/日。

2.3 不同口径陷阱诱捕器动态趋势

从图 4 可知,不同口径陷阱诱捕器动态趋势基本一致。动态趋势可以看出随口径的增加波动振幅降低。2、3、4 cm 口径高峰期明显,可以看出在动态趋势中高峰出现在 7 月 28 日、8 月 1 日,且

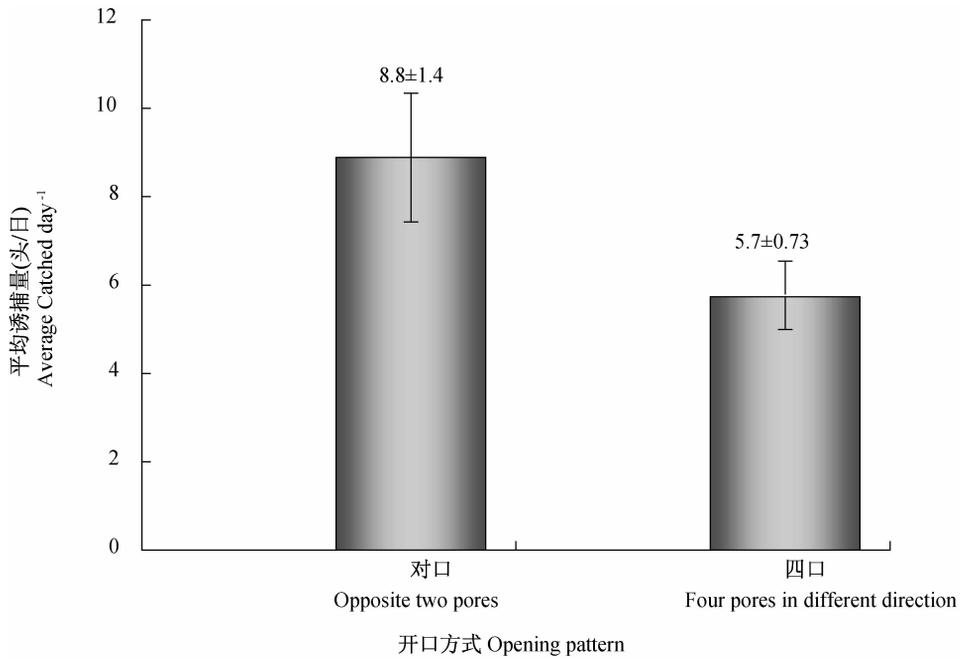


图3 陷阱式诱捕器两种开口方式的诱捕效果比较

Fig. 3 The comparison of trapping effect on two opening patterns of sex pheromone bait trap

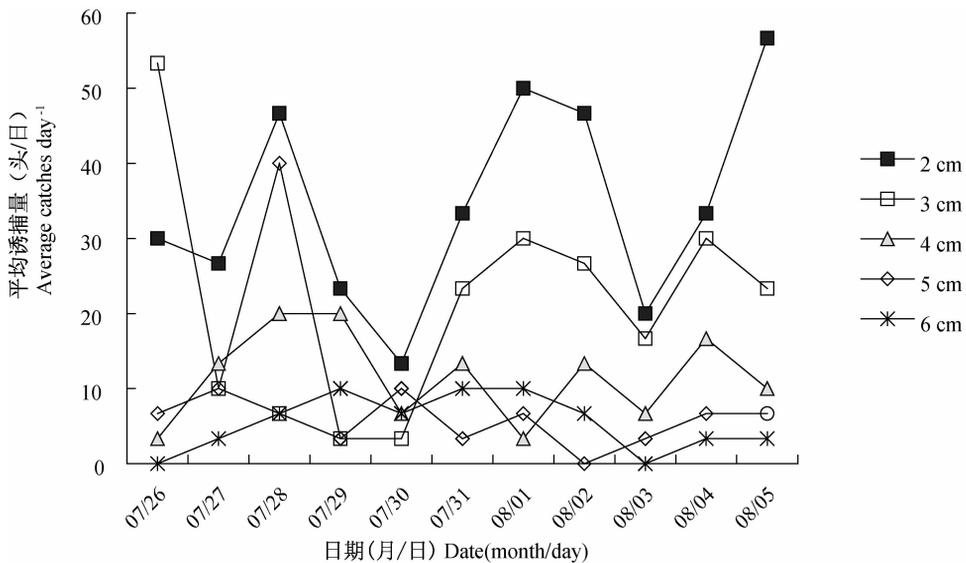


图4 不同口径陷阱诱捕器的梨小食心虫动态

Fig. 4 The dynamic of OFM of different pore size trap

显示 2 cm、3 cm、4 cm 反映的高峰时期比 4 cm、5 cm 的长。同时根据 2011 年气象监测 7 月 30 日和 8 月 3 日有雨,动态显示此时不同口径监测的种群数量明显下降。

2.4 不同口径陷阱式诱捕量效果

比较 5 种不同口径的陷阱诱捕器日平均诱捕量可知,随口径的增加诱捕量明显减少。当口径

为 2 cm 时诱捕量达到最大,3 cm 的诱捕量又开始有所下降,与 2 cm 差异不显著,2 cm、3 cm 的诱捕量与 6 cm 相比差异显著。通过 Duncan's 分析可知 2 cm、3 cm 口径诱捕量明显比其它口径的诱捕量显著 ($F=9.35$, $df=4,164$, $P<0.05$),但 2 cm 口径诱捕量最高,35.0 头/日(图 5)。

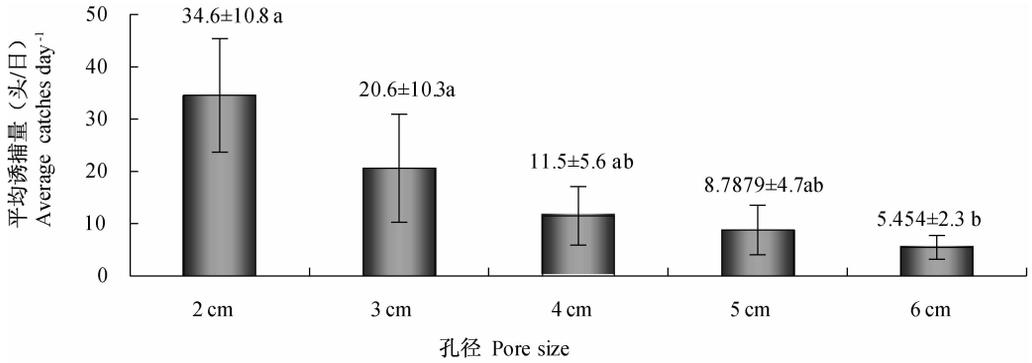


图 5 5 种不同口径的陷阱式诱捕器诱捕效果

Fig. 5 The effective of five different pore size trap

注:柱上标有不同字母表示经 Duncan's 分析差异显著 ($P < 0.05$)。

Histograms with different letters indicate significant difference at 0.05 level by Duncan's multiple range test.

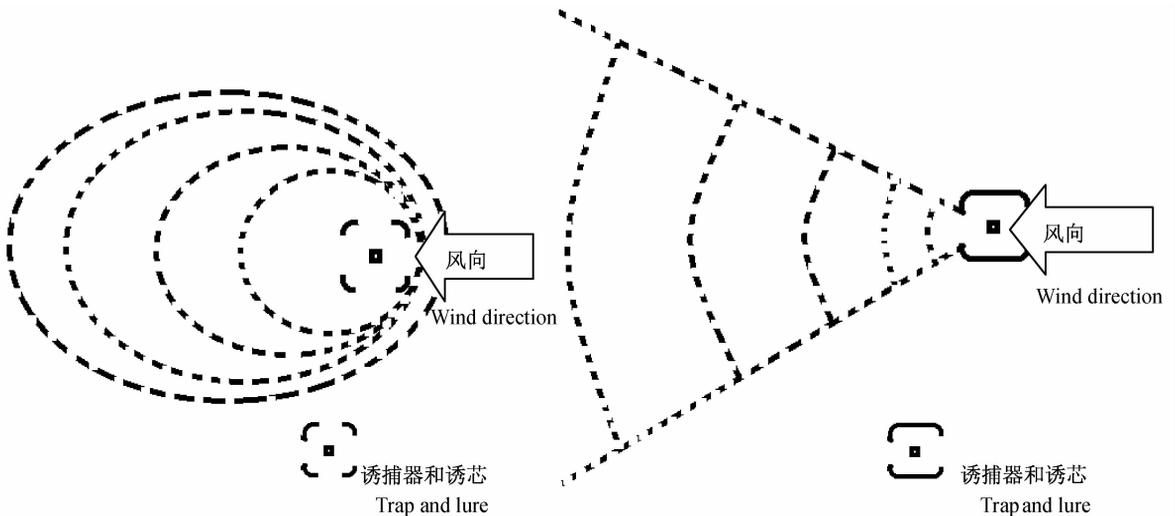
3 讨论与结论

陷阱诱捕器口径的大小一方面影响了梨小食心虫性信息素扩散,另一方面影响梨小食心虫定位及进入诱捕器的机率。

研究发现对口诱捕器的诱捕量明显高于四口的诱捕器。田间观察可知四个方向开口的陷阱诱捕器释放性信息素时向每个方向发散,形成性信息球后沿风向向下风口扩散,产生梨小食心虫可以识别的扇形信息素气流较近;对口诱捕器在风

向作用下,会产生风道,沿风道直接产生扇形信息素气流,在相同风速风向的情况下,传播的距离会更远。因为梨小食心虫依靠横切信息素扇形气流边缘才会重新定向飞行 (Willis and Arbas, 1991) Willis and Arbas, 1991),当梨小食心虫靠近信息素源时更易定向信息素源。如图 6 所示可知两端开口的更易形成扇形信息素气流,使梨小食心虫准确定位性信息素源,产生定向飞行。

本研究表明并非口径越大越好,随口径增长诱捕量降低,2 cm 的口径诱捕量更多。2003 年舒



四口诱捕器性信息素散发俯视图
Planform of four pores on sex pheromone release

对口诱捕器性信息素散发俯视图
Planform of opposite pores on sex pheromone release

图 6 在风作用下不同开口方式的陷阱诱捕器的性信息素扩散

Fig. 6 The sex pheromone diffusion with different opening traps under the action of wind force

畅等使用油桶诱捕器,设计了 2 cm 以下 5 种口径诱杀金纹细蛾、小菜蛾,结果表明 2 cm × 2 cm 的诱捕器诱果最佳,推断口径增大有利于诱捕害虫(舒畅等,2003)。本研究针对 2cm 以上的口径进行研究,发现随口径的增加诱捕量减少,我们认为陷阱类诱捕器从 1~6 cm 口径,2 cm 以下的口径抑制了害虫进入诱捕器,2 cm 以上开口过大增大了害虫逃逸的机率,所以陷阱诱捕器诱捕量与口径的大小密切相关,2 cm 开口诱捕器诱捕效果最佳。

性信息素诱捕器的诱捕效果取决昆虫性信息素和诱捕器两方面(许国庆等,2006)。昆虫朝性信息素诱源定向飞行,定向行为依据距离诱源不同的性信息素的浓度梯度,使昆虫逆风向飞向诱源(Stelinski *et al.*,2004)。进入高浓度区,因迷向无法定向时重新飞离诱源,重新定向后再准确飞向性诱芯(Baker and Haynes, 1996)。而诱捕器的诱捕效果则与昆虫的飞行行为密切相关,昆虫在性信息素引诱下飞行行为的差异影响诱捕器的设计(石光奇,1985),棉红铃虫通常从诱捕器下方进入诱捕器,其原因是从诱捕器下方飞近性信息素,故而诱捕棉红铃虫的诱捕器是开口向下的笼罩式诱捕器(范伟民等,1995)。梨小食心虫在接近性诱芯时,按“Z”字形路线逐渐接近性信息素,在绕诱芯几周后顺风飞离诱芯 2~3 m 远后又直线定向飞向诱芯(Carde *et al.*, 1975)。此时诱捕器的口径与性信息素的释放密切相关,释放的性信息素方向性越强诱捕量越高,否则会使梨小食心虫处于迷向状态(Willis and Baker,1994)。

建议田间使用 2 cm 口径的陷阱诱捕器,节省人力、物力的同时达到最经济、最高效的诱杀梨小食心虫效果。提高我国西北干旱地区诱捕器诱蛾效果,解决水盆诱捕器使用中的限制,充分发挥陷阱类诱捕器的优点。

参考文献 (References)

Baker TC, Haynes KF, 1996. Pheromone-mediated optomotor anemotaxis and altitude control exhibited by male oriental fruit moths in the field. *Physiological Entomology*, 21(1): 20-32.

Carde RT, Baker TC, Roelofs WL, 1975. Behavioural role of individual components of a multichemical attractant system in the oriental fruit moth. *Nature*, 253(5490): 348-349.

Gong YJ, Shi BC, Kang ZJ, Zhang F, Wei SJ, 2012. The

complete mitochondrial genome of the oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). *Mol. Biol. Rep.*, 39(3): 2893-2900.

Ioriatti C, Anfora G, Angeli U, Civolani S, Schmidt S, Pasqualini E, 2009. Toxicity of emamectin benzoate to *Cydia pomonella* (L.) and *Cydia molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae): Laboratory and field tests. *Pest Management Science*, 65(3): 306-312.

Notter-Hausmann C, Dorn S, 2010. Relationship between behavior and physiology in an invasive pest species: Oviposition site selection and temperature-dependent development of the oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Environ. Entomol.*, 39(2): 561-569.

Stelinski LL, Gut LJ, Pierzchala AV, Miller JR, 2004. Field observations quantifying attraction of four tortricid moths to high-dosage pheromone dispensers in untreated and pheromone-treated orchards. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 113(3): 187-196.

Torriani MV, Mazzi D, Hein S, Dorn S, 2010. Structured populations of the oriental fruit moth in an agricultural ecosystem. *Mol. Ecol.*, 19(13): 2651-2660.

Willis MA, Arbas EA, 1991. Odor-modulated upwind flight of the sphinx moth, *manduca sexta* l. *Journal of Comparative Physiology a-Sensory Neural and Behavioral Physiology*, 169(4): 427-440.

Willis MA, Baker TC, 1994. Behavior of flying oriental fruit moth males during approach to sex-pheromone sources. *Physiological Entomology*, 19(1): 61-69.

杜家纬, 石光奇, 1980. 测报和田间试验应用的诱捕器. 植物保护, 05: 24-28.

杜家纬 1988. 昆虫信息素及其应用. 北京: 中国林业出版社. 78.

范伟民, 王红托, 盛承发, 1995. 四种棉铃虫性诱剂诱捕器诱蛾效果比较. 中国棉花, 22(10): 21-22.

李娜, 李霞, 薛艳花, 赵志国, 李捷, 马瑞燕, 2011. 桃小食心虫性信息素田间应用技术参数探讨. 山西农业大学学报(自然科学版), (6): 512-516.

石光奇, 1985. 昆虫性信息素测报技术. 生物防治通报, 1: 48-52.

舒畅, 陈凤英, 余发根, 徐国平, 何寿斌, 2003. 不同规格和孔径诱捕器诱杀斜纹夜蛾、小菜蛾效果的研究. 江西园艺, (6): 23.

田宝良, 马春森, 孔德仓, 赵存鹏, 魏国树, 2012. 不同果园中主要食心虫种群监测与防控技术. 植物保护学报, (1): 7-12.

王向阳, 曹翔翔, 胡本进, 李昌春, 邵飞, 2011. 缓释性信息素迷向防治桃园梨小食心虫试验初报. 中国植保导

刊, 31(2): 38 - 40.

熊帅, 纪仁芬, 顾志新, 胡留申, 杨颖, 黄蓉, 2011. 上海桃园梨小食心虫发生与危害性状研究. 北方园艺, 19: 132 - 133.

许国庆, 罗礼智, 江幸福, 2006. 甜菜夜蛾对性信息素的行为反应及其田间诱捕效果. 生态学报, 2006(9): 3035 - 3040.

张国辉, 黄敏, 仵均祥, 杜娟, 蔡明飞, 鲍晓文, 2010. 迷向处理对梨小食心虫的防治效果. 山西农业大学学报(自然科学版), 30(3): 232 - 234.

张新平, 岳朝阳, 刘爱华, 2011. 不同诱捕方法对苹果蠹蛾和梨小食心虫的诱捕效果. 新疆农业科学, 48(2): 306 - 310.

赵志国, 高丽华, 杨慧娟, 张金桐, 王鑫, 马瑞燕, 2013. 梨小食心虫性诱芯监测成虫交配时辰节律研究. 山西农业科学, (4): 366 - 368.

赵志国, 杨慧娟, 冯帅, 刘艳俊, 张金桐, 马瑞燕, 2012. 梨小食心虫性诱剂效果评价. 山西农业大学学报(自然科学版), (6): 485 - 487.

赵忠仁, 王元珪, 颜桂英, 1989. 苏北地区梨小食心虫研究初报. 昆虫知识, (1): 17 - 19.

订 正

《应用昆虫学报》2013 年 50(5) 刊出的谢佳燕等作者的“吡虫啉亚致死剂量对禾谷缢管蚜生长和繁殖的影响”一文, 第一作者单位名称有误, 现特进行订正, 由原来的“武汉轻工学院”更改为“武汉轻工大学”。