

湖北老河口梨小食心虫成虫发生规律 及综合防治效果*

巫鹏翔^{1,2**} 吴凤明^{1,2} 郭冲¹ 王璇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】为了寻找湖北省老河口梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck)的最佳防治时期,推广使用无公害防控技术,减少化学药剂的使用。【方法】分别调查了梨小食心虫在梨园及桃园的发生规律,释放赤眼蜂的生物防治效果,糖醋酒液、三角形诱捕器、黄板的物理防治效果,以及性信息素迷向防治效果。【结果】结果表明,桃园梨小食心虫最佳防治时期在4月中下旬,梨园梨小食心虫最佳防治时期在5月下旬、6月上旬、8月中旬前。防治效果上,释放赤眼蜂生物防治措施、配比为红糖 白酒 食用醋:水=3 1 3 80的糖醋酒液诱捕器的物理防治措施、迷向丝及迷向素的迷向措施均有替代化学防治措施的潜力。【结论】综合防治能够有效控制梨园梨小食心虫发生量,减少化学防治频次,为建立稳定的梨园生态系统及生产无公害水果提供了帮助。

关键词 梨小食心虫,发生规律,综合防治

Occurrence of adult *Grapholita molesta* (Busck) and effects of ecological control in Laohekou, Hubei

WU Peng-Xiang^{1,2**} WU Feng-Ming^{1,2} GUO Chong¹ WANG Xuan¹
LI Zhen¹ ZHANG Qing-Wen¹ 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] To find the optimum time of year in which to control *Grapholita molesta* in Laohekou, Hubei, and to promote environmentally-friendly techniques that decrease the use of chemical pesticides for controlling this pest. [Methods] We studied the occurrence of *G. molesta* in pear and peach orchards, the effects of biological control by releasing *Trichogramma matids*, the effects of physical control with sugar-vinegar-spirit liquid, triangle and yellow sticky traps, and the effects of disrupting mating with sex pheromones. [Results] The optimum control periods were mid- to late April in peach orchards, and late May, early June and mid-August, in pear orchards. The release of trichogramma, sugar-vinegar-spirit liquid traps with a ratio of brown sugar vinegar white spirits water of 31 3 80, and the use of sex pheromones to disrupt mating, all have the potential to replace chemical control. [Conclusion] Ecological control can effectively control *G. molesta* in pear orchards, reduce the frequency of chemical control, and provide a basis for building stable ecosystems and producing environmentally-friendly fruit.

Key words *Grapholita molesta*, occurrence regularity, ecological control

*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

梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck) 又称东方果蛀蛾、桃折梢虫,属鳞翅目卷蛾科,是遍及世界的寡食性害虫(周仙红等,2011;王会良等,2012)。梨小食心虫寄主植物包括蔷薇科的多种果树(Usmani *et al.*, 2001; Myers *et al.*, 2006), 主要以幼虫蛀食梨、桃、苹果等果实、嫩梢及幼苗的主干(邹锺琳和曹骥,1958;林露菲,1998;曹仲根等,2004;姚春光等,2006)。梨小食心虫在国内分布广泛,尤以东北、华北、华东、西北各桃、梨等果产区发生最普遍(侯宪春等,2001;庞艳从等,2007;范仁俊等,2013)。国内大部分地区梨园桃园内,梨小食心虫一般一年发生 3~5 代(李结平等,2013)。近年来,梨小食心虫已成为桃、梨、苹果等果树上的重要害虫(Rothschild *et al.*, 1984; Borchert *et al.*, 2004), 且在我国大部分地区有逐年加重的趋势(李唐等,2010), 成灾面积越来越大,造成采收前大量落果,在生产上严重影响水果产量和品质,是果树生产的重要防治对象(植玉蓉等,2008)。由于我国对梨小食心虫主要采用化学防治措施,导致果实品质下降、农药残留超标、生态环境破坏、梨小食心虫抗药性发展较快等严重问题(Иlichev *et al.*, 2007; 徐妍等,2009; 范仁俊等,2010)。因此,利用综合防治代替化学防治来控制梨小食心虫是解决农药残留与环境问题的突破口。

果园的品种、栽培管理、种植密度、种植方式都影响梨小食心虫的发生程度。混栽果园梨小食心虫发生程度重于单种果园,密植果园梨小食心虫发生程度重于稀植果园(郝宝锋等,2011)。湖北地区缺乏对梨小食心虫长期科学的监测,对梨小食心虫的发生规律尚无完整数据,主要凭借果农经验进行施药,因此需要根据梨小食心虫的发生规律找出防治关键期。由于梨小食心虫有蛀果习性,化学防治效果不理想,同时增加了梨小食心虫的抗药性,对果实的产量与质量均产生了影响,而释放赤眼蜂能使梨小食心虫蛀果减退率最高达 74.34%,平均为 56.58%,效果十分明显,将是解决问题的突破口(许建军等,2014)。

因此,本研究 1) 通过连续两年监测湖北老

河口地区梨园桃园梨小食心虫成虫动态进而找出发生高峰期,找到梨小食心虫防治关键时间点; 2) 通过比较梨园内生防区,化防区及对照区梨小食心虫的蛀果率,找到蛀果防治最佳方法; 3) 通过比较梨园内糖醋酒液、三角形诱捕器及黄板对梨小食心虫的诱捕数,找到物理防治最佳方法; 4) 通过比较梨园内迷向丝区、迷向素区及对照区梨小食心虫的迷向率,找到迷向效果最佳方法。为科学掌握梨园内梨小食心虫的发生规律,提出综合防治策略以为建立稳定的梨园生态系统及生产无公害水果提供了依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地为湖北省老河口市李楼镇桃梨实验示范基地,实验一区为 5 年生梨园,面积 6.67 hm^2 ; 实验二区为 7 年生梨园,试验区面积 3.33 hm^2 , 实验园区地势平坦,株行距 6 m \times 3 m,梨树品种一致、长势均匀,主要品种为砂梨。实验三区为 12 年生桃园,试验区面积 2 hm^2 ,株行距 6 m \times 3 m,桃树品种一致、长势均匀,主要品种为大仙桃。在基地内选取自然状态下梨园和桃园为梨小食心虫发生规律研究对象,并在梨园内分别选取释放赤眼蜂的生物防治区(生防区),化学农药防治区(化防区)、对照区(CK); 糖醋酒液诱捕区,三角形诱捕器区、黄板诱捕区;迷向丝区,迷向素区及对照区。

1.2 实验材料

松毛虫赤眼蜂蜂卡由北京农林科学院生产和提供,每片卵卡 100 粒卵左右。化学防治采用 3 000 倍稀释的 2.5% 高效氯氟氰菊酯乳油(瑞士先正达公司)。糖醋酒液配比采用红糖 乙酸(95%) 工业乙醇(95%) 清水=3 1 3 80。由中国农业大学 IPM 实验室统一配制,封装于透明塑料袋(9 cm \times 13 cm) 储存并直接倒入诱捕器中使用。诱捕器选用 1.5 L 的农夫山泉矿泉水瓶,在距离瓶口 6 cm 处剪开一对 6 cm \times 6 cm 大小的口,再用铁丝在瓶口缠绕以便悬挂树枝上。

用 22 号细铁丝插入瓶身开口下方,性诱芯橡胶塞小头穿过并移至铁丝中央,保持水面距性诱芯 0.5~1.0 cm。各性诱芯诱捕器中加入 0.1% 的洗衣粉并搅匀,以防害虫逃逸。三角形诱捕器由北京依科曼有限公司生产。黄板诱捕器由河南佳多科工贸有限公司生产,规格为 24 cm×40 cm,两面均涂有粘虫胶。黄板颜色符合 GB/T 24689.4 要求。迷向素由南京中绿生物科技有限公司生产,拆封后在田间可持续释放梨小食心虫性信息 80 d。迷向丝由北京中捷四方有限公司生产,拆封后在田间可持续释放梨小食心虫性信息 3 个月。诱芯由北京中捷四方生物科技有限公司生产,材质为绿色橡胶,反口钟形。

1.3 实验方法

1.3.1 湖北省老河口桃园梨园梨小食心虫发生规律 在园区中将辅以性诱芯的三角形诱捕器悬挂在树冠外围距地面 1.5 m 高度的树荫,诱捕器呈均匀分布。每 7 d 调查 1 次作为一个周期,调查时段为下午 5:00 至 6:00,统计记录诱集梨小食心虫成虫的数量。诱捕虫量调查完成后当即更换粘板,诱芯每 4 周更换 1 次。每 667 m² 悬挂 1 个诱捕器。梨园为 25 个重复,桃园为 30 个重复。实验地点分别为实验二区 7 年生梨园 1.67 hm²,实验三区 12 年生桃园 2 hm²,时间为 2013 与 2014 年 4 月上旬到 8 月下旬。

1.3.2 生物防治、化学防治对梨小食心虫蛀果的影响 生物防治区:将赤眼蜂蜂卡按放蜂量剪成小块,每间隔 1 棵树挂 1 块于果树中部;释放时用大头针把蜂卡固定在梨叶片背后,每 667 m² 梨园放蜂量在 3 万头。分两次释放,隔 4 d 放蜂一次。选择无大风降雨等气象条件较好的情况下放蜂。一般在上午 10:00 前或下午 3:00 后放蜂,避免新羽化的赤眼蜂遭受日晒。放蜂时蜂卡悬挂最好不低于 1.5 m 的高度。赤眼蜂孵化后,可主动寻找害虫卵并寄生。当年 8 月份梨果收获前调查梨园的蛀果率。化学防治区:采用常规的化学防治,每隔半月喷施 3 000 倍稀释的 2.5% 高效氯氟氰菊酯乳油。对照区(CK):不喷药,不释放赤眼蜂。在实验区进行五点取样,每点随机取

相邻 2 棵树作为一个调查整体,从每点调查整体东、西、南、北四个方向各调查 50 个果实,一个点总共调查 200 个果实,统计梨园平均蛀果率,计算生物及化学防治效果。蛀果减退率(%) = (对照区蛀果率 - 处理区蛀果率) / 对照区蛀果率 × 100。实验地点为实验一区 5 年生梨园,生防区、化防区、对照区各 1.33 hm²,时间为 2013 与 2014 年 6 月上旬至 9 月下旬。

1.3.3 糖醋酒液、三角形诱捕器及黄板辅以性诱芯对梨小食心虫的诱捕效果 糖醋酒液诱捕器:与性诱芯组合。每 667 m² 悬挂 3 个诱捕器,共 30 个重复。诱捕器悬挂在梨树的中上部枝条上,高度距地面 1.5 m。悬挂诱捕器时应选择树干外围中上部较为开阔的枝条,将缠好铁丝的诱捕器缠绕固定在相应的枝条上。每 7 d 记录梨小食心虫成虫诱捕数量。检查后将瓶中的梨小食心虫与就糖醋酒液倒出,并直接加入新糖醋酒液。三角形诱捕器:与性诱芯组合。每 667 m² 悬挂 3 个诱捕器,共 30 个重复,随机排列。高度距地面 1.5 m,悬挂于害虫活动与危害地点,设于树冠中部果实密集区。每 7 d 记录梨小食心虫成虫诱捕数量并更换诱捕器和诱芯。黄板诱捕器:与性诱芯组合。在试验区设置 5 个点,每个点随机放置 6 个黄板,共 30 个重复。黄板的双面都有粘虫胶,诱芯放在一侧正中部位。用 30 cm 长铁丝固定于树枝上,悬挂高度在 1.5 m 左右。每 7 d 调查所有黄板诱集的梨小食心虫成虫并更换黄板和诱芯。地点为实验二区 7 年生梨园,糖醋酒液诱捕区、三角形诱捕器区、黄板诱捕区各 0.67 hm²,时间为 2013 与 2014 年 7 月下旬至 8 月下旬。

1.3.4 性信息素迷向法对梨小食心虫的防治效果 迷向素:每 667 m² 用量 120 g,在离树顶 1/3 处,涂抹在树杈上,每个点使用 2 g,用量共 2 400 g。迷向丝:每 667 m² 均匀悬挂梨小食心虫性迷向丝 60 个,将迷向丝悬挂于梨树树冠上部 1/3 处西向和南向稍粗且通风较好的枝条上,距地面高度不低于 1.7 m。实验共 1 200 个迷向丝。在实验区进行五点取样,每点随机取相邻 2 棵树作为一个调查整体,从每点调查整体东、西、南、北四个方向各调查 50 个果实,一个点总共调查 200

个果实, 统计梨园平均蛀果率, 计算迷向效果。地点为实验一区 5 年生梨园, 迷向区、迷向素区、对照区各 1.33 hm^2 , 时间为 2013 与 2014 年 7 月上旬至 8 月下旬。

1.4 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) 进行显著性差异分析并进行 Tukey HSD 多重比较。

2 结果与分析

2.1 湖北省老河口桃园梨园梨小食心虫发生规律

梨小食心虫在老河口梨园成虫种群变化呈重合三峰型, 调查期间出现第 1 次梨小食心虫高峰期为 6 月下旬, 第 2 次高峰期为 7 月上旬, 第 3 次高峰期为 8 月中旬 (图 1:A)。梨小食心虫在老河口桃园成虫种群变化呈四峰型, 调查期间出现第 1 次梨小食心虫高峰期为 4 月下旬, 第 2 次高峰期为 5 月底, 第 3 次高峰期为 7 月上旬, 第 4 次高峰期为 8 月上旬 (图 1:B)。

2.2 生物防治、化学防治对梨小食心虫蛀果的影响

对照区的平均蛀果率为 $13.0\% \pm 1.7\%$; 化学

防治区平均蛀果率为 $0.9\% \pm 0.3\%$, 释放赤眼蜂的生物防治区的平均蛀果率为 $3.1\% \pm 0.7\%$ 。相比于对照区, 化学防治区与生物防治区蛀果减退率分别为 93.1% 与 76.2%。利用释放赤眼蜂防治梨小食心虫与化学防治梨小食心虫的蛀果率无显著性差异, 但与对照区相比均有差异性显著 ($F = 62.082$, $df = 2, 12$, $P < 0.001$; 图 2)。

2.3 糖醋酒液、三角形诱捕器及黄板辅以性诱芯对梨小食心虫的诱捕效果

糖醋酒液 (红糖 乙酸 (95%) 工业乙醇 (95%) 清水 = 3 1 3 80) 对梨小食心虫的周诱虫量为 (8.4 ± 0.9) 头, 三角形诱捕器的周诱虫量为 (7.3 ± 0.8) 头, 而黄板周诱虫量为 (6.1 ± 0.6) 头。三种诱捕器的周诱虫量顺序为糖醋酒液 > 三角形诱捕器 > 黄板。但 3 种诱捕器周诱虫量之间并没有显著差异 ($F = 2.339$, $df = 2, 58$, $P = 0.105$; 图 3)

2.4 性信息素迷向法对梨小食心虫的防治效果

迷向区区和迷向素区梨小食心虫的平均蛀果率分别为 $0.7\% \pm 0.4\%$ 与 $1.0\% \pm 0.6\%$ 差异不显著, 但二者均显著低于对照区的 $13.3\% \pm 1.9\%$ ($F = 186.268$, $df = 2, 141$, $P < 0.001$)。迷向区蛀果减退率为 94.7%, 迷向素区为 92.5%, 均对梨小起到了很好的迷向效果 (图 4)。

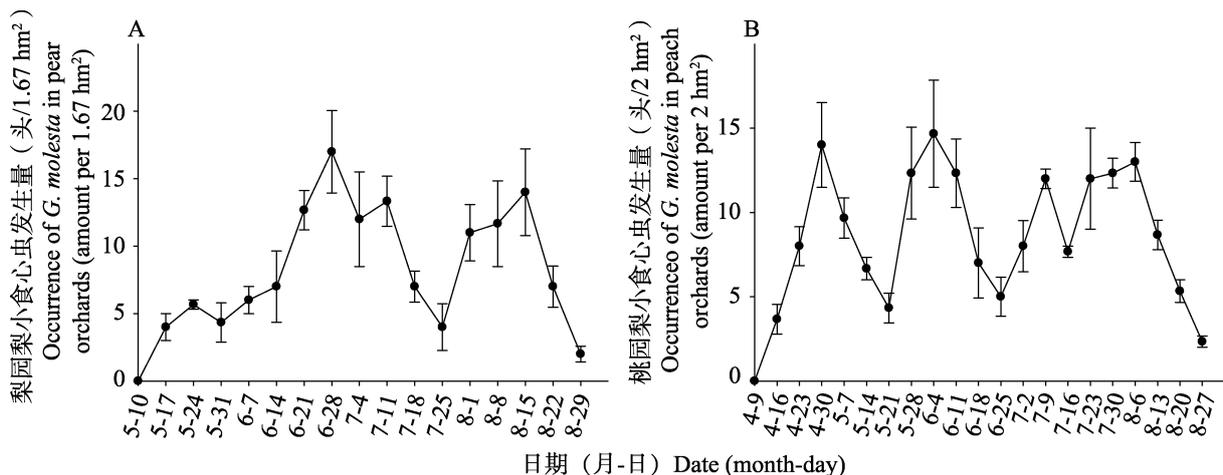


图 1 老河口地区梨园与桃园梨小食心虫发生规律

Fig. 1 Population dynamics of *G. molesta* in pear and peach orchards of Laohekou

A. 梨园; B. 桃园。

A. Pear orchard; B. Peach orchard.

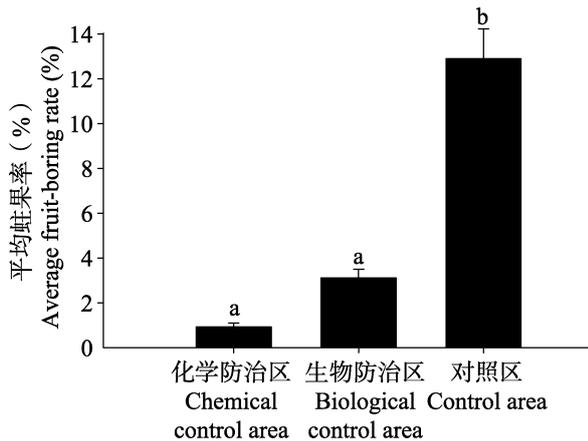


图 2 生物防治区、化学防治区及对照区梨小食心虫蛀果率

Fig. 2 Fruit-boring rate of *G. molesta* in biological control, chemical control and blank areas

柱上标有不同大写字母表示 Turkey 比较存在显著性差异 ($P < 0.05$)。下同。

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

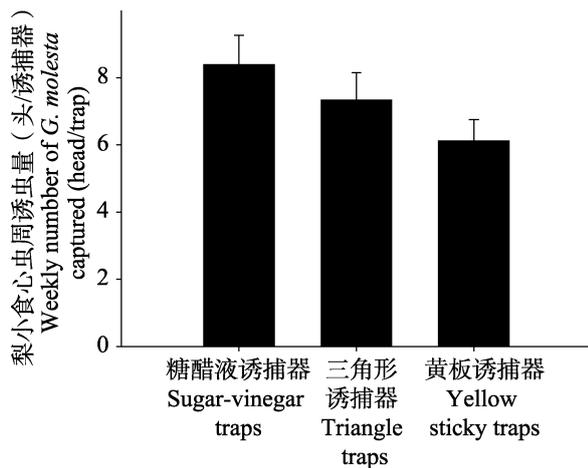


图 3 糖醋液诱捕器、三角形诱捕器及黄板诱捕器梨小食心虫周诱虫量

Fig. 3 Captured weekly number of *G. molesta* among sugar-vinegar liquid, triangle and yellow sticky traps

3 讨论

梨小食心虫成虫在老河口地区梨园一年发生 3 代, 桃园一年发生 4 代。与桃园相比, 梨园内的梨小食心虫发生高峰较晚。说明越冬后梨小食心虫前期主要在桃园为害, 在 5 月下旬至 6 月上旬期间转至梨园为害, 此时梨园梨果处于膨大期。根据老河口地区发生规律可知, 梨小食心虫

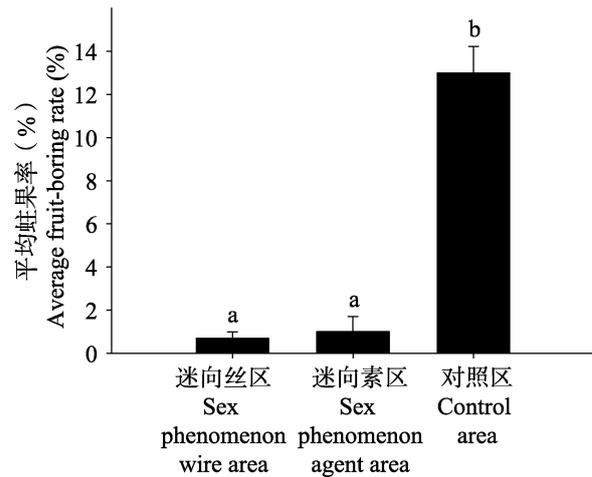


图 4 迷向丝区、迷向素区及对照区梨小食心虫蛀果率比较

Fig. 4 Fruit-boring rate of *G. molesta* among sex pheromones wire, sex pheromones agent area and control area

具有多世代发生、持续时间长、世代重叠等特征, 研究结果与梨小食心虫在武汉地区桃园 1 年发生 4 代、在哈尔滨及赣中地区梨园 1 年发生 3 代研究结果相一致(万渊等, 2010; 汪会良等, 2012; 韩继龙和高庆玉, 2014)。由发生规律可知, 重点在 4 月中下旬先对桃园内梨小食心虫越冬成虫出现高峰期之前进行防治, 之后梨园内在 5 月下旬、6 月上旬、8 月中旬梨小食心虫成虫出现峰值之前进行集中防治。在 4 月上旬梨花芽期梨小食心虫开始活动期悬挂诱捕器或使用性信息素迷向剂进行防治, 6 月中旬梨小食心虫由桃园转至梨园为害时期可采用释放天敌赤眼蜂进行生物防治。其后在梨小食心虫成虫出现峰值之前通过喷施 20% 灭扫利乳油或 5% 功夫菊酯乳油 2 000~3 000 倍液进行化学防治。8 月上旬为重点防治, 以控制梨小食心虫到逐渐成熟的梨果上产卵为害。

赤眼蜂释放能使蛀果减退率达到 76.15% 防治效果十分明显, 且与化学防治没有显著差别, 说明利用生物防治梨小食心虫十分有效。生物防治时应避免农药对于赤眼蜂的影响, 在释放赤眼蜂之前, 应选择残效期短、低毒高效的农药去防治其它梨园害虫(沈健等, 2012)。赤眼蜂释放期间, 尽量少用甚至不用高毒性的农药, 既可保证赤眼蜂在梨园中繁衍, 也能使其他天敌如草

蛉、瓢虫等得到保护(迟全元等, 2014)。赤眼蜂释放降低了梨园内农药残留, 为梨园虫害的综合防治奠定良好的生态基础(许建军等, 2014)。

配比为红糖 乙酸(95%) 工业乙醇(95%) 清水 = 3 1 3 80 的糖醋酒液、三角形诱捕器、黄板作为梨小食心虫的诱捕器一直被广泛使用(康总江等, 2011, 2013; 盛如等, 2013; 冯帆等, 2014)。实验表明辅以诱芯的糖醋酒液、三角形诱捕器及黄板在诱虫量之间并没有显著性差异, 糖醋酒液诱捕效果稍好于三角形诱捕器与黄板。因此利用配比为红糖 乙酸(95%) 工业乙醇(95%) 清水 = 3 1 3 80 糖醋酒液诱捕梨小食心虫效果最佳, 且配方成本低廉, 材料容易获得, 更容易在农户的梨园中推广(刘文旭等, 2014)。但遇到降雨天气, 雨水进入糖醋酒液诱捕器导致糖醋酒液浓度稀释, 低浓度的糖醋酒液引诱梨小能力下降, 诱捕效果受到极大影响, 大风天气也会使诱捕器发生强烈摆动, 糖醋酒液容易洒出。相比之下三角形诱捕器与黄板不会受到大风天气影响, 而三角形诱捕器拥有防雨功能(赵志国等, 2013)。因此诱捕器的选择根据地区不同而定, 在风雨较少的地区可选择糖醋酒液进行诱捕(张顶武等, 2007); 在多风多雨地区, 选择三角形诱捕器防治效果更佳。迷向素迷向丝对梨小食心虫均有较好的迷向效果, 且利用性信息素迷向法防治梨小食心虫具有无残留、不污染环境、对天敌无害、持效期长、使用简便等优点(周洪旭等, 2011; 何超等, 2008; 高越等, 2013)。

本实验根据梨小食心虫的在老河口地区梨园桃园发生动态找到最佳防治期, 分别在4月中下旬对桃园, 5月下旬、6月上旬、8月中旬对梨园内梨小食心虫出现高峰期前进行防治。防治措施主要包括释放天敌赤眼蜂的生物防治法、糖醋酒液的物理防治法、性信息素迷向法, 3种方法均有潜力替代化学防治控制梨园梨小食心虫发生量, 降低梨园防治梨小食心虫的劳动强度, 减少施药使用次数, 推动建立稳定的梨园生态系统, 也为生产无公害绿色水果提供了依据。

参考文献 (References)

- Borchert DM, Stinner RE, Walgenbach JF, Kennedy GG, 2004. Oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) phenology and management with methoxyfenozide in North Carolina apples. *Journal of Economical Entomology*, 97(4): 1353-1364.
- Il'ichev AL, Williams DG, Gut LJ, 2007. Dual pheromone dispenser for combined control of codling moth *Cydia pomonella* L. and oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busck) (Lep., Tortricidae) in pears. *Journal of Applied Entomology*, 131(5): 368-376.
- Myers CT, Hull LA, Krawczyk G, 2006. Seasonal and cultivar-associated variation in oviposition preference of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) adults and feeding behavior of neonate larvae in apples. *Journal of Economic Entomology*, 99(2): 349-358.
- Rothschild GHL, Vickers RA, Morton R, 1984. Monitoring the oriental fruit moth, *Cydia molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae), with pheromone traps and bait pails in peach orchards in south-eastern Australia. *Protection Ecology*, 6(2): 115-136.
- Usmani KA, Shearer PW, 2001. Susceptibility of male oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) populations from New Jersey apple orchards to Azinphosmethyl. *Journal of Economic Entomology*, 94(1): 233-239.
- Cao ZG, Ma Y, Li WH, Chen YF, Luo YX, 2004. Control technique of *Grapholita molesta* Busck in loquat. *Shanxi Forest Science and Technology*, (2): 1-4. [曹仲根, 马宇, 李文华, 程玉峰, 罗云雪, 2004. 枇杷梨小食心虫防治技术. 陕西林业科技, (2): 1-4.]
- Chi QY, Hu ZR, Han ZQ, He S, Duan YL, 2014. Effect of different bio-control measures against *Grapholitha molesta* (Busck). *Forest Pest and Disease*, 33(6): 38-40. [迟全元, 胡尊瑞, 韩振芹, 何笙, 段彦丽, 2014. 不同生物措施防治梨小食心虫效果. 中国森林病虫, 33(6): 38-40.]
- Fan RJ, Li J, Ma CS, 2010. Research and demonstration on innovative technologies to monitor, prevent and control of fruit borers in Northern China. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 38(5): 32-35. [范仁俊, 李捷, 马春森, 2010. 北方果树食心虫监测和防控新技术研究与示范. 山西农业科学, 38(5): 32-35.]
- 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, 陆俊姣, 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 F, Chen JM, Zhao M, Li R, Zhang JF, Zhang GZ, 2014. Effects

- of different sex pheromone lures and traps on trapping efficiency of *Grapholitha molesta* (Busck) adults. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 26(6): 1540–1545. [冯帆, 陈建明, 赵敏, 李荣, 张珏锋, 张国忠, 2014. 不同诱芯和诱捕器对梨小食心虫的诱捕效果比较. *浙江农业学报*, 26(6): 1540–1545.]
- Gao Y, Liu ZF, Yang X, Guo RF, Yu Q, Feng YT, Ma SG, Zhang PJ, Fan RJ, 2013. Research on using pheromone spray to disrupt the mating of *Grapholitha molesta* (Busck). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(6): 1553–1558. [高越, 刘中芳, 杨兴翠, 郭瑞峰, 庾琴, 封云涛, 马四国, 张鹏九, 范仁俊, 2013. 梨小食心虫迷向液剂的制备及应用研究. *应用昆虫学报*, 50(6): 1553–1558.]
- Han JL, Gao QY, 2014. Occurrence law and control technology of *Grapholitha molesta* Busck in Harbin pear orchard. *Northern Horticulture*, (22): 111–112. [韩继龙, 高庆玉, 2014. 哈尔滨梨园梨小食心虫的发生规律及其防治技术. *北方园艺*, (22): 111–112.]
- Hao BF, Xu CX, He LM, Jiao R, Yu LC, 2011. Study on occurrence of oriental fruit moth in Eastern Hebei. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 15(3): 30–32. [郝宝锋, 许长新, 贺丽敏, 焦蕊, 于丽辰, 2011. 冀东地区梨小食心虫发生规律研究. *河北农业科学*, 15(3): 30–32.]
- He C, Qin YC, Zhou TC, Hua L, Zhang R, 2008. Experiment of mating disruption control *Grapholitha molesta* Busck by using sex pheromone. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 17(5): 107–109. [何超, 秦玉川, 周天仓, 花蕾, 张锐, 2008. 应用性信息素迷向法防治梨小食心虫试验初报. *西北农业学报*, 17(5): 107–109.]
- Hou XC, Wang DQ, Li TP, Meng FZ, Wang XJ, 2001. Occurrence and integrated control of *Grapholitha molesta* Busck. *Journal of Shandong Forestry Science and Technology*, (S1): 49. [候宪春, 王丹青, 李体鹏, 孟凡真, 王秀君, 2001. 梨小食心虫的发生与综合防治. *山东林业科技*, (S1): 49.]
- 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 JP, Zhou XL, Zhao ZW, 2013. Occurrence dynamics of *Grapholitha molesta* in Haicheng City, Liaoning Province. *Plant Protection*, 39(2): 134–138. [李结平, 周旭凌, 赵章武, 2013. 辽宁海城梨小食心虫成虫发生规律调查. *植物保护*, 39(2): 134–138.]
- Li T, Lian ML, Ma PS, Zhang XX, Zhou YN, 2010. Survey of infection damage and control of the oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* (Busck) in Peach Orchard. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 38(5): 47–50. [李唐, 连梅力, 马平顺, 筱秀, 周运宁, 2010. 桃园梨小食心虫发生为害调查及防治对策. *山西农业科学*, 38(5): 47–50.]
- Lin LF, Liu YH, Huang BK, 1998. Studies on fruit borers of peach and pear and *Grapholitha molesta* (Busck) in Fujian Province of China. *Entomological Journal of East China*, 7(2): 35–40. [林露菲, 刘依华, 黄邦侃, 1998. 福建桃、梨果蛀虫及梨小食心虫初步研究. *华东昆虫学报*, 7(2): 35–40.]
- 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.]
- Pang YC, Chen JH, Yang BL, 2007. The occurrence regularity and control of *Grapholitha molesta* Busck. *Journal of Hebei Forestry Science and Technology*, (2): 64. [庞艳从, 程军宏, 杨柏林, 2007. 梨小食心虫的发生规律与防治. *河北林业科技*, (2): 64.]
- Shen J, Wu JX, Xu XL, Xu JJ, 2012. The parasitism performance of parasitic wasp *Trichogramma pintoi* Voegelé on the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck). *Acta Phytomycol Sinica*, 39(4): 352–356. [沈健, 仵均祥, 许向利, 许建军, 2012. 暗黑赤眼蜂对梨小食心虫卵的寄生作用. *植物保护学报*, 39(4): 352–356.]
- 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.]
- Wan Y, Zhou JH, Liu JF, Cao JX, 2010. Occurrence regularity and control of *Grapholitha molesta* Busck in pear orchard of Central Jiangxi. *China Fruits*, (1): 38–40. [万渊, 周京华, 刘进法, 曹建祥, 2010. 赣中地区梨园梨小食心虫的发生规律与防治. *中国果树*, (1): 38–40.]
- Wang HL, He HP, Gong LZ, Wang FR, Gu X, Zhu XM, 2012. Observation on the occurrence dynamic of *Grapholita molesta*

- Busck in peach Orchard. *Hubei Agricultural Sciences*, 51(21): 4784–4786. [王会良, 何华平, 龚林忠, 王富荣, 顾霞, 诸小敏, 2012. 梨小食心虫在桃园的发生动态观察. 湖北农业科学, 51(21): 4784–4786.]
- Xu JJ, Feng HZ, Li CM, Tuerxun, Wang L, Li ZG, He J, Guo WC, 2014. Effect of releasing *Trichogramma* to control the *Cydia pomonella* (L.) and *Grapholitha molesta* (Busck). *Chinese Journal of Biological Control*, 30(5): 690–695. [许建军, 冯宏祖, 李翠梅, 吐尔逊, 王兰, 李志刚, 何江, 郭文超, 2014. 释放赤眼蜂防治苹果蠹蛾、梨小食心虫效果研究. 中国生物防治学报, 30(5): 690–695.]
- Xu Y, Wu GL, Wu XM, Qin YC, 2009. Research on sex pheromone of *Grapholitha molesta* Busck and its applications. *Modern Agrochemicals*, 8(3): 40–44. [徐妍, 吴国林, 吴学民, 秦玉川, 2009. 梨小食心虫性信息素研究及应用进展. 现代农药, 8(3): 40–44.]
- Yao CG, Cao GJ, Jin GH, 2006. Investigation and control about damage of *Grapholitha molesta* (Busck) on pawpaw. *Hubei Forestry Science and Technology*, (4): 44, 49. [姚春光, 曹国军, 金贵华, 2006. 梨小食心虫对木瓜危害的调查与防治. 湖北林业科技, (4): 44, 49.]
- 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.]
- Zhang JJ, Li JS, 2004. Prevention and treatment on *Grapholitha molesta* (Busck). *Forest by-Product and Speciality in China*, (1): 47. [张继军, 李金锁, 2004. 梨小食心虫的防治, 中国林副特产(1): 47.]
- Zhao ZG, Wang X, Feng S, Liu YJ, Zhang JT, Chen SQ, Ma RY, 2013. Research on the effects of the different side length of triangle trap on catching the oriental fruit moth (*Grapholitha molesta* (Busck)). *Journal of Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition)*, 33(2): 140–143. [赵志国, 王鑫, 冯帅, 刘艳俊, 张金桐, 陈淑芹, 马瑞燕, 2013. 不同边长三角形诱捕器诱捕梨小食心虫的研究. 山西农业大学学报: 自然科学版, 33(2): 140–143.]
- Zhi YR, Ye XH, Lan Y, Chen XL, Chen YX, 2008. Occurrence regularity and control measurement of *Grapholitha molesta* in the fruit trees interbreed district. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 21(4): 1006–1009. [植玉蓉, 叶晓惠, 兰英, 陈孝兰, 陈玉霞, 2008. 果树混栽区梨小食心虫的发生规律与防治措施. 西南农业学报, 21(4): 1006–1009.]
- Zhou HX, Li LL, Yu Y, 2011. Scale control over *Grapholitha molesta* with mating disruption of sex pheromone. *Acta Phytophylacica Sinica*, 38(5): 385–389. [周洪旭, 李丽莉, 于毅, 2011. 信息素迷向法规规模化防治梨小食心虫. 植物保护学报, 38(5): 385–389.]
- 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.]
- Zou ZL, Cao J, 1958. Fruit Tree Pests in China. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press. 69–72. [邹钟琳, 曹骥, 1958. 中国果树害虫. 上海: 上海科学技术出版社. 69–72.]