



郭晓军, 肖达, 王甦, 等. 大面积连片应用性迷向素对桃园梨小食心虫的防控效果 [J]. 环境昆虫学报, 2017, 39 (6): 1242–1249.

大面积连片应用性迷向素对桃园梨小食心虫的防控效果

郭晓军, 肖 达, 王 甦, 李 姝, 张 帆*

(北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, 北京 100097)

摘 要: 为了评价梨小食心虫迷向素的实际防控效果, 在大面积连片使用梨小食心虫性迷向素的北京市平谷区 (约 8667 ha), 分别选择王辛庄镇翟各庄村、东杏园村和峪口镇西营村的 3 个处理果园。以临近的采用常规化学防治的顺义区杨镇小曹庄村为对照, 采用性诱剂和糖醋液监测调查比较桃园梨小食心虫的发生动态、抽样法调查统计桃树蛀梢率和蛀果率等, 评价性迷向素梨小食心虫田间控制效果。结果显示, 迷向素处理区梨小食心虫的种群数量显著低于常规化学防治的对照区。3 个迷向素处理区梨小食心虫的迷向率分别为 99.05%、98.10% 和 99.68%; 保梢效果均在 98.40% 以上, 保果效果几乎达到 100%。说明桃园大面积应用迷向技术对梨小食心虫具有很好的控制作用。

关键词: 梨小食心虫; 性迷向素; 桃园; 生态防控

中图分类号: Q968.2; S433.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2017) 06-1242-08

The control effect of large-area application of sex pheromone to *Grapholitha molesta* in peach orchard

GUO Xiao-Jun, XIAO Da, WANG Su, LI Shu, ZHANG Fan* (Institute of Plant and Environment Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China)

Abstract: In order to evaluate the actual control effect of disrupting mating with sex pheromones to *Grapholitha molesta* (Busck), the sex pheromone was used in large area peach orchard (approximate 8667 hectare) of Pinggu district in Beijing that including Zhaigezhuang, Dongyingyuan and Xiying village. Sex attractants and sugar-vinegar liquid were used to monitor the population dynamics of *G. molesta* as compared with chemical control area of Xiaocaozhuang village in Shunyi district. In order to evaluate the control effect of disrupting mating with sex pheromone to *G. molesta*, the rate of tip decay and fruit decay of peach tree were investigated. Our results showed that the population number of *G. molesta* in sex pheromone treated area was significantly lower than in the chemical control area. The mating disruption rate of *G. molesta* in three treated area were 99.05%, 98.10% and 99.68%, respectively. The peach fruit-preserving effect was achieved to 100%. Our results demonstrated that the good control effect of disrupting mating with sex attracts to *G. molesta* when it was used in large area in peach orchard.

Key words: *Grapholitha molesta*; disrupting mating; peach orchard; ecological control

昆虫性信息素或称性外激素是由同种昆虫的某一性别个体的特殊分泌器官分泌于体外, 能被

同种异性个体的感受器所接受, 并引起异性个体产生一定的行为反应或生理效应的微量化学物质

基金项目: 国家重点基础研究发展计划资助项目 (2013CB127600); 国家桃产业技术体系岗位科学家 (CARS-30-3-04)

作者简介: 郭晓军, 副研究员, E-mail: guoxiaojun@baafs.net.cn

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: zf6131@263.net

收稿日期 Received: 2016-12-16; 接受日期 Accepted: 2017-02-09

(杜家伟, 1988)。许多昆虫是通过性信息素相互联络求偶交配的, 1965 年 George 等从梨小食心虫雌蛾的腹部分离得到梨小食心虫 *Grapholitha molesta* (Busck) 性信息素。干扰交配, 俗称“迷向法”, 就是在果园里普遍设置性信息素散发器, 使整个果园空间都弥漫性信息素的气味, 影响雄虫对雌虫的定向寻找, 阻碍雌雄交配, 中断种群繁殖, 达到控制害虫危害的目的 (孟宪佐, 2000)。在国外, 干扰交配是用信息素防治害虫的主要方法 (Rothschild and Vickers, 1991)。

梨小食心虫属鳞翅目卷蛾科, 简称“梨小”, 又名东方果蛀蛾, 是世界性的主要蛀果害虫之一 (Kirk *et al.*, 2013)。由于其发生周期长、世代重叠和钻蛀危害嫩梢、果实等特点, 已成为严重危害桃生产的重要害虫 (李逸等, 2016)。每年对其防治用药次数和用药量比例较大, 同时依赖套袋等技术, 增加生产成本, 且不易保证效果, 严重影响果品产量、品质和环境与食品安全 (张国辉等, 2010)。因此对梨小食心虫进行绿色防控研究已成为研究热点, 而基于性信息素的迷向技术是近年来研究应用较多的防控方法。2002–2004 年 Ilchev 等针对澳大利亚的桃园中梨小食心虫应用梨小食心虫性信息素微胶囊制剂进行大面积防治, 可使梨小食心虫迷向率达 96%, 与应用广谱杀虫剂的相比, 蛀果率明显降低 (Ilchev *et al.*, 2006)。

在我国, 释放迷向素防治梨小食心虫的小面积田间试验结果表明迷向素对梨小食心虫具有较好的防治效果 (张文忠等, 2015; 高越等, 2016; 王科峰等, 2016)。作者也曾在多个桃产区进行的 5 ha 以下的小面积应用试验发现, 其在不同年份和不同产区对梨小食心虫的防控效果不稳定, 特别是在降低蛀果率方面不是很理想 (未发表数据)。目前, 性信息迷向技术尚停留在小面积试验示范阶段。2016 年, 作者在北京市平谷区 8667 ha 的桃园连片推广应用梨小食心虫迷向防控技术区域中, 选择了王辛庄镇翟各庄村、东杏园村和峪口镇西营村的 3 个处理果园, 并以临近的采用常规化学防治的顺义区杨镇小曹庄村为对照, 开展了梨小食心虫田间种群动态及空间分布、蛀梢、蛀果情况等系统调查, 评价和明确了梨小食心虫迷向素对其的防控效果, 研究结果将对各地桃园大面积推广应用迷向素防治梨小食心虫具有重要的参考价值。

1 材料与方法

1.1 试验材料

梨小食心虫性迷向素: 规格为 240 mg/条, 产品持效期 6 个月以上, 由澳大利亚环球科技有限公司子公司深圳百乐宝生物农业科技有限公司提供。

性诱芯: 每个诱芯含梨小食心虫性信息素 500 μ g, 由中国科学院动物所提供。

糖醋液: 方便剂型, 配方为红糖:95% 乙酸:95% 工业乙醇: 清水 = 1:1:1:3:80, 由北京市农林科学院植物保护环境保护研究所研制。

1.2 试验处理

1.2.1 梨小食心虫迷向素处理桃园

位于迷向素大面积连片使用中心区域:

平谷区王辛庄镇东杏园村 (DXY): 第 1 年使用, 2016 年为 4 月 15 日施用处理;

平谷区峪口镇西营村 (XY): 连续 3 年使用, 2016 年为 4 月 15 日施用处理;

平谷区王辛庄镇翟各庄村 (ZGZ): 第 1 年使用, 2016 年为 5 月 1 日施用处理。

迷向处理区分别在 4 月 6 日、4 月 23 日、5 月 4 日、5 月 10 日和 6 月 8 日喷施 5 次, 包含高效氯氟氰菊酯、阿维菌素等 9 种药剂, 使用农药总量 417 mL。

1.2.2 常规化防对照园

顺义区杨镇小曹庄村 (XC), 未使用迷向素, 采取常规化学防治。分别在 5 月 4 日、5 月 24 日、6 月 17 日、7 月 8 日、7 月 29 日和 8 月 19 日喷施 6 次, 包含高效氯氟氰菊酯、阿维菌素等 12 种药剂, 使用农药总量 774 mL。

1.3 调查内容及方法

1.3.1 成虫种群动态及数量

1.3.1.1 性诱剂

在每个调查处理区田间以对角线取样法放置性诱剂诱芯 5 个, 水盆型诱捕器悬挂在树冠外围距地面 1.5 m 处, 相邻诱捕器间距 20–50 m。诱捕盆内加入含 0.1% 洗衣粉或 0.1% 洗涤剂的水, 诱芯悬挂于距水面 1 cm 处。每天捞净盆内雄蛾, 并随时保证诱盆内的水量。每天调查统计各处理诱集到的梨小食心虫雄成虫数量。调查开始时间

除翟各庄村处理桃园为 2016 年 4 月 13 日外, 其他试验区域均自 2016 年 4 月 1 日至 2016 年 9 月 8 日。

1.3.1.2 糖醋液

糖醋液在迷向素处理区的东杏园村桃园和常规对照区的小曹庄桃园使用。均以对角线取样法放置糖醋液诱盆 5 个, 悬挂在树冠外围距地面 1.5 m 处, 相邻诱捕器间距 20–50 m。每 2 d 调查统计各处理的害虫种类及数量。调查时间均自 2016 年 4 月 22 日至 2016 年 9 月 8 日。

1.3.2 防治效果评价

1.3.2.1 雄蛾迷向率

同 1.3.1.1 性诱剂部分。

1.3.2.2 蛀梢率

参考对照区性诱测报的结果, 在梨小食心虫各代成虫高峰期出现后 3 d 开始, 定点调查。具体为每株分东、南、西、北、中 5 个方位, 每个方位至少调查 100 个新梢, 分别调查统计新梢受害数, 随后将发现并记载后的蛀梢剪掉。每 3 d 调查一次。计算蛀梢率。

1.3.2.3 蛀果率

结合采收, 在每株树的树冠四周及内膛的中上部随机检查 100 个果实, 共查 500–1000 个果实, 调查记载梨小食心虫为害的虫果数, 计算蛀果率。

1.4 数据统计分析

迷向率(%) = (1 - 迷向区诱蛾总量/对照区诱蛾总量) × 100

蛀梢率(%) = (1 - 迷向区蛀梢率/对照区蛀梢率) × 100

蛀果率(%) = (1 - 迷向区蛀果率/对照区蛀果率) × 100

利用统计软件 SPSS 17.0 对梨小食心虫在桃园分布所得观测值进行统计并进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 成虫种群动态及数量

2.1.1 性诱剂诱捕的效果

利用性诱剂诱捕得到的梨小食心虫的数量如

图 1 所示: 整个调查期间梨小食心虫累计数量在对照区即采用常规化学防治的顺义区杨镇小曹庄村为 2389 头, 在 3 个迷向素处理区王辛庄镇翟各庄村、王辛庄镇东杏园村、峪口镇西营村的桃园分别为 143、110 和 10 头, 3 个迷向素处理区梨小食心虫数量均明显低于对照区。

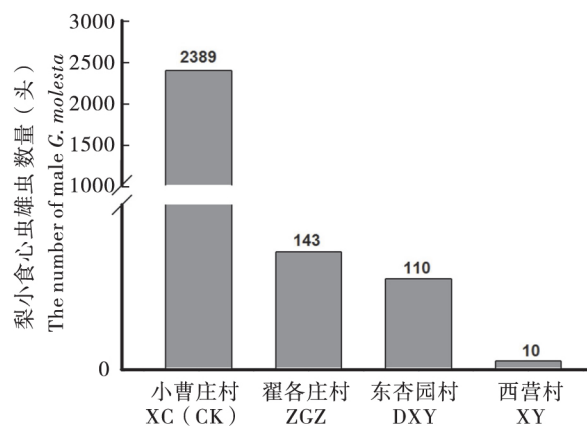


图 1 性诱剂诱捕到梨小食心虫总量

Fig. 1 Captured total number of *Grapholitha molesta* among different area

梨小食心虫的发生动态如图 2 所示, 在对照区梨小食心虫的数量呈现波动状态, 成虫高峰期分别出现在 4 月中下旬、5 月中下旬、6 月下旬、7 月中旬和 8 月上旬, 首次高峰出现在 4 月中下旬, 诱捕总量达到 51 头, 随后诱捕数量下降。自 5 月中下旬开始诱捕量逐渐增大, 在 5 月 31 日诱捕总量达到 117 头, 为整个调查期间的诱捕总量最高值。随后诱捕总量下降, 呈波动状态。在第 1 年使用迷向素处理的东杏园村 (4 月 15 日开始), 整个调查期间共诱集到 110 头梨小食心虫, 诱集时间集中在 4 月中上旬。同样是第 1 年使用迷向素处理的翟各庄村 (5 月 1 日开始), 在 4 月中旬至下旬, 诱集到梨小食心虫相对较多, 整个调查期间共诱集到 143 头。第 3 年使用迷向素的小曹庄村, 在调查期间的诱虫头数仅为 10 头, 是 3 个处理中效果最好的。

性诱剂诱集梨小食心虫在桃园的空间分布如图 3 所示: 在桃园的 5 个方位点中, 迷向素处理区 (东杏园村) 诱集到的梨小食心虫数量均显著低于对照桃园。

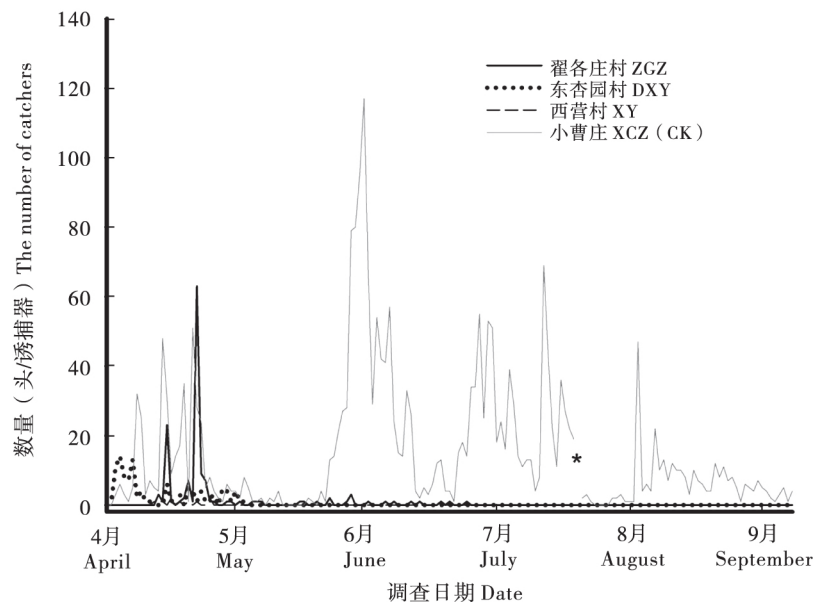


图2 迷向处理区与常规化防对照区梨小食心虫发生动态与数量 (* 代表暴雨)

Fig. 2 The occurrence dynamics of *Grapholitha molesta* in sex phenomenon agent area and chemical control area (* in the storm)

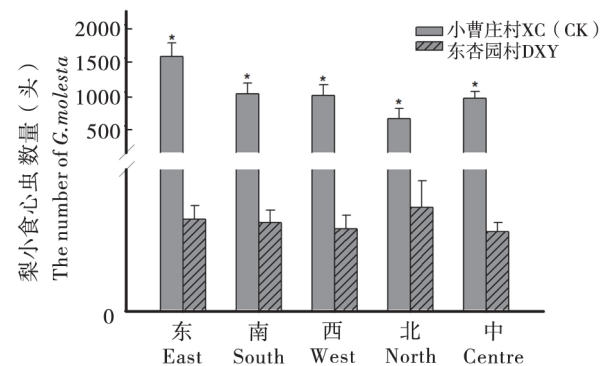


图3 梨小食心虫在桃园分布

Fig. 3 The distribution of *Grapholitha molesta* at peach orchard

2.1.2 糖醋液诱捕的效果

利用性诱剂诱捕得到的梨小食心虫发生动态如图4所示,糖醋液诱集的主要为梨小食心虫的雌虫,梨小食心虫在对照区(小曹庄村)和迷向素处理区(东杏园村)的发生动态基本相似,高峰分别出现在4月下旬、5月下旬、6月上中旬和7月上中旬。在对照区诱集到的梨小食心虫总数为1695头,迷向素处理区为278头。

2.1.3 两种诱集方法梨小食心虫发生动态

性诱剂和糖醋液诱集分别从2016年4月1日和2016年4年22日开始。从图5可以看出,迷向素处理区的东杏园村桃园,性诱剂监测结果显示

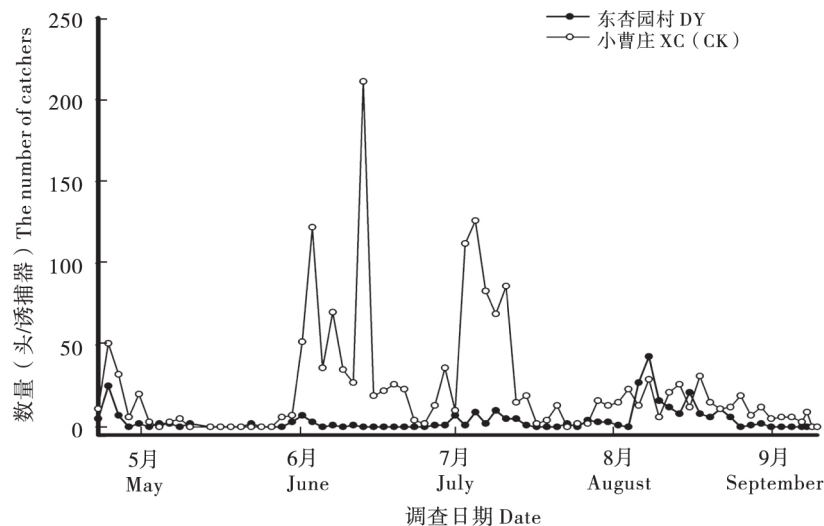


图4 糖醋液诱集梨小食心虫的发生动态

Fig. 4 The occurrence dynamics of *Grapholitha molesta* by sugar-vinegar-spirit liquid trap

其诱集到的梨小食心虫的雄蛾数量,在4月下旬完全诱集不到;糖醋液监测的雌蛾数量直至9月初都有发现,但数量极显著低于对照区的小曹庄

桃园。对照区的小曹庄桃园监测数据可见,性诱剂诱集的雄蛾发生高峰期有早于糖醋液诱集的雌蛾高峰的趋势。

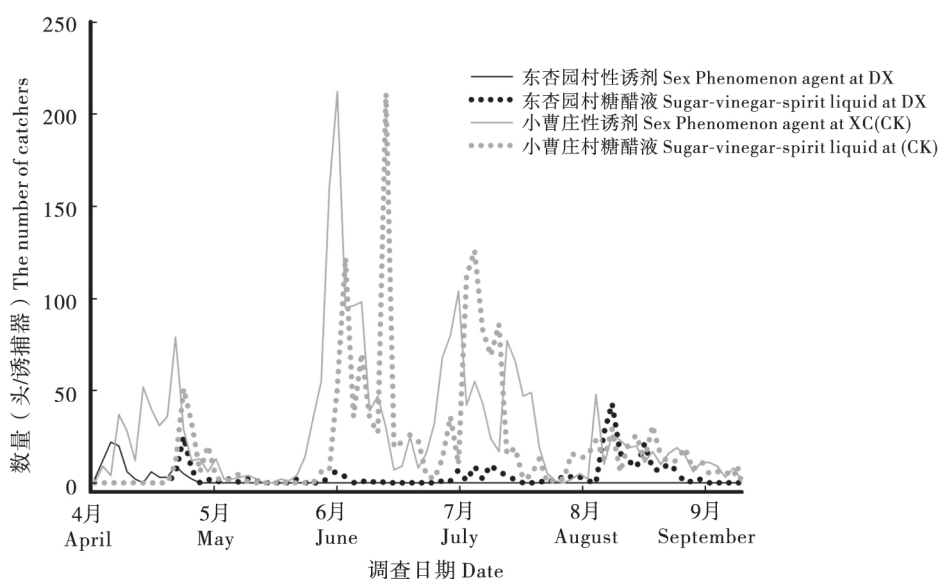


图5 性诱剂和糖醋液两种诱集方法的梨小食心虫动态

Fig. 5 The occurrence dynamics of *Grapholitha molesta* among sex pheromones agent and sugar-vinegar-spirit liquid trap

2.2 梨小食心虫迷向控制效果定量评价

2.2.1 迷向率

图6为各处理桃园从使用迷向素后开始调查统计的雄蛾诱集数量。其中,东杏园村、西营村和对照小曹庄桃园的调查始期均为4月16日,而翟各庄村桃园为5月2日。至9月8日,常规化防对照区小曹庄桃园单盆累计诱捕雄虫的数量为2216头,极显著高于翟各庄村的21头、东杏园村的42头和西营村的7头,迷向效果分别为99.05%、98.10%和99.68%。

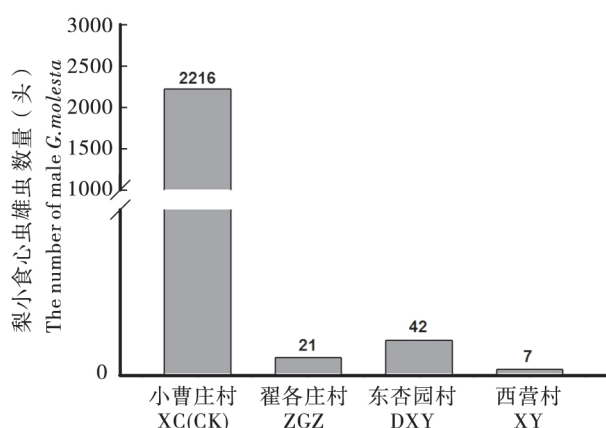


图6 性诱剂诱捕到梨小食心虫的总量

Fig. 6 Captured total number of *Grapholitha molesta* by sex pheromones agent

2.2.2 蛀梢率

桃树蛀梢率的结果如表1所示:梨小食心虫在对照区造成的桃树蛀梢率在1.2%–68.0%,蛀梢率的两个高峰分别出现在6月中旬和8月中旬,分别为57.4%和68.0%,与成虫的发生动态相吻合。3个迷向素处理区的桃树在7月中旬前,无蛀梢情况的发生。随后有少量梨小食心虫引起的蛀梢出现,翟各庄村的蛀梢率在0.20%–0.92%,东杏园村的蛀梢率在0.24%–1.40%,西营村的蛀梢率在0.28%–1.60%。3个迷向素处理区的保梢效果均在98.40%以上。

桃园蛀梢空间分布结果如图7所示,对照小曹庄桃园各方位折梢数量均要高于3个迷向素处理区。在迷向处理桃园中,西营村和翟各庄村桃园中间位置的蛀梢数量较高,而东杏园村西面的蛀梢数量较高,没有一定的规律性。

2.2.2 蛀果率

调查结果显示(见表2),迷向处理区基本没有发现虫蛀果,仅仅在9月17日最后一次调查中发现了0.06%的蛀果。对照区7月份采收桃果的蛀果率在2%左右,8月份开始蛀果率上升,最高达到9.70%,说明多次喷洒化学药剂对早中熟品种的保果效果较好,但对晚熟品种的效果差,严重影响商品果率。

表 1 不同处理桃园平均蛀梢率 (%)
Table 1 Average the tip-decay of peach tree rate in different peach orchard

调查日期 Date (yy - mm - dd)	对照 (CK) 小曹庄村 XC	处理 1 翟各庄村 ZGZ	处理 2 东杏园村 DXY	处理 3 西营村 XY
2016-05-07	21. 60	0	0	0
2016-05-10	7. 60	0	0	0
2016-05-13	16. 40	0	0	0
2016-05-16	1. 20	0	0	0
2016-06-15	57. 20	0	0	0
2016-06-18	24. 00	0	0	0
2016-06-21	54. 00	0	0	0
2016-06-24	6. 40	0	0	0
2016-07-14	18. 00	0	0	0
2016-07-21	9. 60	0. 92	0. 24	0. 28
2016-07-28	11. 20	0. 48	0. 96	1. 60
2016-08-06	68. 00	0. 20	1. 40	1. 60

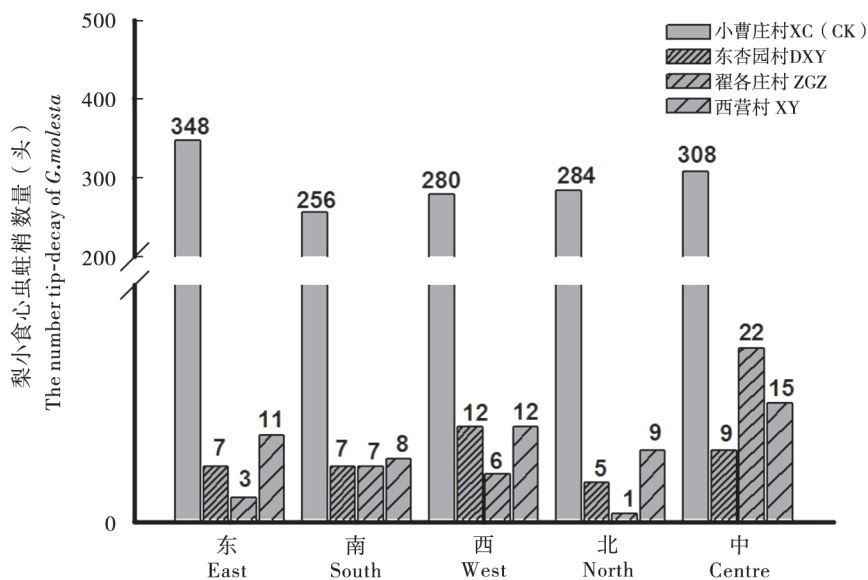


图 7 不同处理桃园蛀梢空间分布情况
Fig. 7 The distribution of the tip-decay of peach tree in different peach orchard

表 2 不同桃园梨小食心虫蛀果率 (%)
Table 2 Fruit-boring rate of *Grapholitha molesta* in different peach orchard

调查日期 Date (yy - mm - dd)	迷向素 Sex phenomenon agent	迷向素 + 套袋 Sex phenomenon agent + bag	迷向素 + 赤眼蜂 Sex phenomenon agent + <i>Trichogramma</i>	常规对照 Chemical control
2016-07-09	0	0	0	2. 14
2016-07-24	0	0	0	1. 60
2016-07-30	0	0	0	1. 60

续上表

调查日期 Date (yy-mm-dd)	迷向素 Sex phenomenon agent	迷向素 + 套袋 Sex phenomenon agent + bag	迷向素 + 赤眼蜂 Sex phenomenon agent + <i>Trichogramma</i>	常规对照 Chemical control
2016-08-06	0	0	0	3.76
2016-08-10	0	0	0	4.51
2016-08-14	0	0	0	9.70
2016-09-17	—	0.06	—	5.40

上述结果充分说明梨小食心虫迷向素对其雄虫起到很好的迷向作用，最大限度地降低了梨小食心虫成虫的交配率，减少了繁殖数量，显著降低了梨小食心虫对桃的危害率。

3 结论与讨论

性信息素在害虫防治上的第一个用途就是监测虫情，其灵敏度高，使用简便（孟宪佐，2000），目前作为梨小食心虫有效监测方法的广泛应用于生产中，但其只能引诱寻找配偶的雄成虫。糖醋液是利用了梨小食心虫成虫需要补充营养的习性，特别对其雌成虫具有很好的诱杀效果（鲍晓文等，2010），可以作为梨小食心虫监测与防治的辅助手段。本文中性诱剂与糖醋液两种方法监测的梨小食心虫田间发生动态趋势相同，均为对照区数量显著高于处理区，但迷向素应该仅干扰雄虫交配，那么糖醋液诱集结果能否说明未交配雌蛾无补充营养的需求？这还需要试验验证。诱集到的雌蛾的交配和抱卵情况也需要进一步解剖确认。另外，性诱剂诱集的雄蛾发生高峰期有早于糖醋液诱集的雌蛾高峰的趋势，是否雄蛾羽化早于雌蛾还有待深入调查研究。

目前，国内外关于迷向素对梨小食心虫防治的研究报道均表明对雄成虫的迷向效果显著（Kovanci *et al.*，2005；涂洪涛等，2012）。本研究结果与上述报道相似，西营村连续3年施用迷向素，迷向效果可以达到99.58%。东杏园村和翟各庄村是初次施用迷向素，迷向效果分别为95.40%和94.00%。本试验结果也说明，迷向素的使用时间会影响其对梨小食心虫的迷向效果。

蛀梢和蛀果是梨小食心虫幼虫的对桃树造成危害的典型性状，也是评价对其控制效果的重要指标。本试验中迷向素处理区的保梢和保果效果可以达到98.40%和100%。本研究结果与前期桃

园施用迷向素对梨小食心虫的控害效果基本一致（张文忠等，2015；王科峰等，2016）。由此可见，桃园使用迷向素后，能有效控制梨小食心虫的危害，显著降低桃树的蛀梢率和蛀果率。

梨小食心虫迷向素具有高效、无毒、使用简便等优点。本研究结果表明，在桃园大面积使用迷向素对梨小食心虫具有很好的防控效果，值得进一步推广应用。但桃园生态系统中生物多样性较高，在梨小食心虫发生的同时其他害虫也会危害桃树的生产。因此有关梨小食心虫迷向素对其他害虫的影响有待进一步研究。

参考文献 (References)

- Bao XW, Zheng F, Cai MF, *et al.* Effects of complementary nutrients on adult's reproduction and longevity of oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* Busck [J]. *Journal of Northwest A. & F. University* (Natural Science Edition), 2010, 38 (8): 119–123. 鲍晓文, 郑峰, 蔡明飞, 等. 补充营养对梨小食心虫成虫生殖及寿命的影响 [J]. *西北农林科技大学学报 (自然科学版)*, 2010, 38 (8): 119–123
- Du JW. *Insect Pheromones and its Application* [M]. Beijing: Chinese Forestry Press, 1988: 1–221. 杜家伟. *昆虫信息素及其应用* [M]. 北京: 中国林业出版社, 1988: 1–221
- Gao Y, Guo RF, Shi GC, *et al.* Study on using pheromone paste to disrupt mating of *Grapholitha molesta* (Busck) [J]. *Journal of Shanxi Agriculture Science*, 2016, 44 (1): 70–73. 高越, 郭瑞峰, 史高川, 等. 梨小食心虫迷向膏剂的田间应用研究 [J]. *山西农业科学*, 2016, 44 (1): 70–73
- George JA. Sex pheromone of the oriental fruit moth [J]. *Canadian Entomologist*, 1965, 97 (9): 1002–1007.
- Ilchev AL, Stelinski LL, Williams DG, *et al.* Sprayable microencapsulated sex pheromone formulation for mating disruption of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Australian peach and pear orchards [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2006, 99 (6): 2048–2054.
- Kirk H, Dorn S, Mazzi D. Worldwide population genetic structure of the orient fruit moth (*Grapholitha molesta*), a globally invasive pest [J]. *BMC Ecology*, 2013, 13: 12.
- Kovanci OB, Walgenbach JF, Kennedy GG, *et al.* Effects of application

- rate and interval on the efficacy of sprayable pheromone for mating disruption of the oriental fruit moth *Grapholitha molesta* [J]. *Phytoparasitica*, 2005, 33 (4): 334–342.
- Li Y, Liao B, Wang RX, *et al.* Research of attractiveness of host – plant volatiles to the pregnant females of *Grapholitha molesta* (Busck) [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2016, 38 (1): 132–137. 李逸, 廖波, 王瑞兴, 等. 寄主植物挥发物对梨小食心虫受孕雌虫的引诱作用初探 [J]. *环境昆虫学报*, 2016, 38 (1): 132–137]
- Meng XZ. Advances in the research and application of insect pheromone in China [J]. *Entomological Knowledge*, 2000, 37 (2): 75–84. 孟宪佐. 我国昆虫信息素研究与应用的进展 [J]. *昆虫知识*, 2000, 37 (2): 75–84]
- Rothschild GHL, Vickers RA. The Biology, ecology and control of oriental fruit moth. In: van Der Geest LPS, Evenhuis HH, eds. *Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies and Control* [M]. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 1991: 389–412.
- Tu HT, Zhang JY, Chen HJ, *et al.* Experiments on mating disruption control of *Grapholitha molesta* by using sex pheromone in peach orchard [J]. *Journal of Fruit Science*, 2012, 29 (2): 286–290. 涂洪涛, 张金勇, 陈汉杰, 等. 应用性信息素缓释剂迷向防治桃树梨小食心虫研究 [J]. *果树学报*, 2012, 29 (2): 286–290]
- Wang KF, Lu Y, Gong WL, *et al.* Studies on the application technology of sex pheromone against *Grapholitha molesta* Busck [J]. *Pesticide Science and Administration*, 2016, 37 (5): 43–46. 王科峰, 张仪, 沈迎春, 等. 梨小食心虫迷向丝防治桃树梨小食心虫迷向技术探究 [J]. *农药科学与管理*, 2016, 37 (5): 43–46]
- Zhang GH, Huang M, Wu JX, *et al.* Control effect of mating disruption with synthetic sex pheromone on oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* Busck [J]. *Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition)*, 2010, 30 (3): 232–234. 张国辉, 黄敏, 仵均祥, 等. 迷向处理对梨小食心虫的防治效果 [J]. *山西农业大学学报 (自然科学版)*, 2010, 30 (3): 232–234]
- Zhang WZ, Zhang CY, Shi HK, *et al.* Application effect of mating disruption with synthetic sex pheromone on *Grapholitha molesta* in peach orchard of Pinggu area, Beijing [J]. *Northern Fruits*, 2015, 2: 9–10. 张文忠, 张承胤, 史贺奎, 等. 梨小食心虫迷向丝在北京平谷地区桃园的应用效果 [J]. *北方果树*, 2015, 2: 9–10]