性信息素迷向丝对不同果树梨小食心虫的防控效果

李晓龙[1]， 贾永华[1]， 窦云萍[1]， 刘晓丽[2]， 王春良[1*]， 李 锋[2]

（1. 宁夏农林科学院种质资源研究所，银川 750002；2. 宁夏农林科学院植物保护研究所，银川 750002）

摘要 2017年在宁夏果园开展了性信息素迷向丝（北京中捷四方生物科技公司生产的长效迷向丝，有效成分占30%）对为害不同果树的梨小食心虫的防控效果研究。试验地共5.5 hm^2，栽植有成龄苹果树、梨树和李树。试验区按树种设置3个处理区，3个对照区。处理区在边缘区域每株树平均悬挂3条迷向丝，内部区域隔树悬挂，每树悬挂1条迷向丝，悬挂高度为距离地面2 m。调查各树种全年诱蛾量、诱蛾下降率、蛀果率等指标，研究迷向丝对不同果树上梨小食心虫的防控效果，分析苹果、梨和李树分区域集中栽培下梨小食心虫为害特点。研究结果显示：3个处理区的诱蛾下降率均达96%以上，果实膨大期蛀果下降率均达50%以上，成熟期蛀果下降率均达57%以上，说明性信息素迷向丝对3种果树区域的梨小食心虫防控效果明显且稳定；不同果树区域梨小食心虫发生高峰期一致；梨园中诱捕的梨小食心虫成虫最多，说明其具有寄主选择性；李园蛀果率明显高于苹果园和梨园，李果实成熟采摘后成虫诱捕量减少，同时期苹果园与梨园成虫诱捕量增加，说明梨小食心虫具有迁移为害特性。

关键词 性信息素； 迷向丝； 果树分区域集中栽培； 梨小食心虫

中图分类号： S 436.621.2 **文献标识码：** B **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2018017

Control effects of a sex pheromone wire on the oriental fruit moth in mix orchards

LI Xiaolong[1]， JIA Yonghua[1]， DOU Yunping[1]， LIU Xiaoli[2]， WANG Chunliang[1]， LI Feng[2]

（1. *Institute of Germplasm Resources*, *Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences*, *Yinchuan* 750002, *China*; 2. *Institute of Plant Protection*, *Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences*, *Yinchuan* 750002, *China*）

Abstract The effect of sex pheromone wire against *Grapholitha molesta* (oriental fruit moth, OFM) in different orchards was investigated in Ningxia in 2017. The experiments were conducted in a 5.5 hm^2 orchards containing apple, pear and plum. The test area and control area was divided into three parts, respectively. The sex pheromone wires were hanged on the tree branch 2 m above the ground in test area. Three sex pheromone wires were hanged in each tree located at edge of test area, and one sex pheromone wire was hanged every two trees in middle of the test area. No hanging in control area. Trap catches of adults in the whole year and the larval boring rates of fruits were investigated. The results showed that the pheromone wire reduced the damage of *G. molesta* effectively. The numbers of *G. molesta* captured were decreased by 96% at least. The damaged fruit rates by *G. molesta* were reduced over 50% during fruit swelling period, and 57% in the maturation period. The occurence peaks of adult *G. molesta* was consistent in apple, pear and plum orchards. The *G. molesta* has the features of host preference because the more adults were found in pear orchard than in others. The damage rate of plum fruits was higher than that of others. After harvest, the numbers of *G. molesta* captured decreased in plum orchard, indicating that the *G. molesta* in plum orchard migrate to apple and pear trees.

Key words sex pheromone; disorientated wire; mix orchards; *Grapholitha molesta*

梨小食心虫 *Grapholitha molesta* (Busck)属鳞翅目 Lepidoptera 卷蛾科 Tortricidae，又名梨小蛀果蛾，简称梨小。该害虫寄主范围广，适应能力强，对梨树、苹果树、枣树等北方主要果树为害严重[1]。

迷向防治是利用高浓度的性信息素弥散干扰，阻断并延迟害虫交尾，从而减少下一代虫口数量[2]。

收稿日期： 2018－01－10 **修订日期：** 2018－02－24

基金项目： 国家现代农业苹果产业技术体系(CARS-27)；宁夏农林科学院青年基金(NKYQ-16-01)；宁夏农林科学院“十三五”重点科技项目(NKYZ-2016-07-01)

* 通信作者 E-mail：wangcl0713@126.com

Witzgall 等[3]、翟小伟等[4]、魏玉红等[5]对性信息素迷向防治苹果蠹蛾 *Cydia pomonella* (L.)进行了研究;张国辉等[6]、涂洪涛等[7]利用迷向丝技术对梨小食心虫进行防控,效果显著;孙钦航等[8]利用性信息素诱捕器进行了桃小食心虫预测预报试验,证明桃小食心虫 *Carposina sasakii* Matsumura 发生期和发生量存在明显相关性。

2012 年至今,笔者对性信息素法防控果树鳞翅目害虫进行了系列研究,2012 年发现,采用梨小食心虫\桃小食心虫复合式膏体迷向剂涂抹树干,最佳处理组的诱蛾下降率达到 94.8%[9]。2013 年,笔者对膏体迷向剂对梨小食心虫防效进行了扩大性试验,确定了复合膏体迷向剂的最佳处理方式[10]。2015 年,笔者对不同密度监测诱捕器对金纹细蛾 *Phyllonorycter ringoniella* (Matsumura)的防控效果进行了研究,结果发现,在一定悬挂密度条件下,监测诱捕器可同时起到监测与防控作用[11]。

1　材料与设计

1.1　试验材料

北京中捷四方生物科技股份有限公司生产并提供梨小食心虫长效迷向丝(规格:长 11 cm,宽 0.3 cm,厚 0.2 cm; 材质:PVC 管状材质;包装:50 条/袋;有效期:18 个月;田间持效时间:180 d)、性诱芯(橡胶诱芯)、船形监测诱捕器。梨小食心虫迷向剂主要成分为:顺式十二碳-8-烯醋酸酯(A)和反式十二碳-8-烯醋酸酯(B),迷向剂总含量 30%。诱捕器组成:诱捕器上下盖,支撑悬挂架,黏胶片,诱芯悬挂架。

1.2　试验地点及规模

试验区位于宁夏银川市河东生态园艺示范中心,海拔 1 120 m,年平均气温 10.1℃,年日照时数 2 905.7 h,年降雨量 200 mm,试验地地势平坦,沙质土壤。试验对象:15 年生苹果园,栽植品种有‘美国八号’、‘嘎拉’、‘富士’,树高 4 m 左右,株行距 3 m×4 m,试验面积 2 hm^2,其中 1.3 hm^2 为试验区,0.7 hm^2 为空白对照区,果实套袋栽培,于采摘前 15 d 左右摘袋。15 年生梨园,主栽‘大果水晶’,树高 3.5～4.5 m,株行距 4 m×2 m,试验面积 2 hm^2,其中 1.3 hm^2 为试验区,0.7 hm^2 为空白对照区,果实套袋栽培;15 年生李园,主栽‘尤萨’,树高 3～4 m,株行距 2.5 m×3 m,试验面积 1.5 hm^2,其中 1 hm^2 为试验区,0.5 hm^2 为空白对照区。果树品种布局:以处理组梨园为中心,北侧为苹果试验区,东侧为李试验区。梨园对照区位于处理组梨园南侧,中间设有硬化路面隔离,隔离宽度 20 m,苹果园与李园对照区位于处理组梨园西侧,隔离带宽度 80 m。

1.3　试验设计

试验设置 3 个处理区,3 个对照区,一种投放方案。

处理方法:将迷向丝捆绑于主干距离地面 2/3 高度处主枝上的一或两年生枝条上,处理区边缘每棵树均匀绑缚 3 条迷向丝,果园内部按照行或列隔树绑缚 1 条迷向丝;每公顷平均使用迷向丝 600 条,苹果园处理面积 1.3 hm^2,梨园处理面积 1.3 hm^2,李园处理面积 1 hm^2。

对照区:不绑缚迷向丝;3 个对照区总面积1.9 hm^2;

整个试验及周边区域全年进行统一病虫害防控。

1.4　监测诱捕器悬挂

于 2017 年 4 月 1 日悬挂梨小食心虫监测诱捕器,悬挂高度均设置为主干距离地面 2/3 高度树枝上。

将各处理区及对照区域内平均分设 3 个重复区,在每个重复区中心点悬挂诱捕器。

1.5　防治效果评价方法

1.5.1　诱蛾量调查

4 月 3 日起,每 8 d 调查 1 次诱蛾量,分析各区域诱蛾量差异,诱蛾全年增减趋势,诱蛾下降率(迷向率)。

诱蛾下降率=

$$\frac{\text{对照区诱蛾量}-\text{处理区诱蛾量}}{\text{对照区诱蛾量}}\times 100\%。$$

1.5.2　蛀果率调查

在果实膨大期与成熟期分别进行蛀果率调查,统计蛀果下降率。

蛀果下降率=

$$\frac{\text{对照区蛀果率}-\text{处理区蛀果率}}{\text{对照区蛀果率}}\times 100\%。$$

2　结果与分析

2.1　总诱蛾量调查

表 1 为处理区与对照区梨小食心虫成虫全年总诱捕量统计表。3 个处理区梨小成虫全年诱捕量明显低于对照区,诱蛾下降率达 96%以上,说明性信息素迷向丝在混栽果园使用时效果显著。3 个处理间比较,梨园全年成虫诱捕量最多,达到 3 366.33 头/诱捕器,苹果园最少。

表 1　2017 年不同处理区梨小食心虫总诱捕量

Table 1　Catches of *Grapholitha molesta* in the different treatment region in 2017

果园 Fruit orchard	每诱捕器诱蛾总量/头 Total catches per trap		诱蛾下降率/% The rate of decline
	处理区 Treatment area	对照区 Contrast area	
苹果园 Apple orchard	12.33	1 949.33	99.37
梨园 Pear orchard	113.67	3 366.33	96.62
李园 Plum orchard	28.33	2 730.67	98.96

2.2　全年诱蛾迷向率调查

图 1 反映了 8 d 累计诱捕梨小食心虫后各处理区的迷向率，整个周期内，苹果园与李园迷向率较高，说明长效迷向丝具有稳定的迷向作用，梨园迷向稳定性低于前两者，表现在 4 月初、5 月中旬、6 月中旬至 7 月中旬之间迷向率较低，但总体来看，其迷向率均高于 80%，效果也较显著。图 2 为各对照区全年诱蛾趋势，图中可看出，各果园的梨小食心虫发生高峰期存在一致性，第 1 次成虫高峰期发生于 4 月 19 日前后，第 2 次发生于 6 月 15 日前后，第 3 次发生于 7 月下旬，第 4 次发生于 9 月中旬。8 月上旬后，李园食心虫诱捕量明显减少并趋于稳定，而同时期苹果园与梨园食心虫有所增加，结合处理区迷向率分析，有可能是因为李果实成熟较早，采摘后本区域成虫开始向周边苹果园、梨园迁移，造成虫口数量减少。

2.3　蛀果率调查

表 2 与表 3 为处理组与对照组果实膨大期及成熟期蛀果率调查表，从调查时期比较来看，3 种果实成熟期蛀果率高于膨大期，成熟期苹果园与梨园的蛀果下降率高于膨大期，而成熟期李园的蛀果下降率低于膨大期。与对照相比，各处理组果园的蛀果下降率高于 50%，差异显著，说明迷向效果较好。种间比较来看，不论处理组与对照组，李园的虫果数明显高于苹果园与梨园，这可能有两个原因，一是苹果园与梨园均进行了套袋，阻止了梨小食心虫为害，二是因为李果实表皮较薄，较容易被钻蛀为害，梨小食心虫对不同种类果园具有选择为害特性。

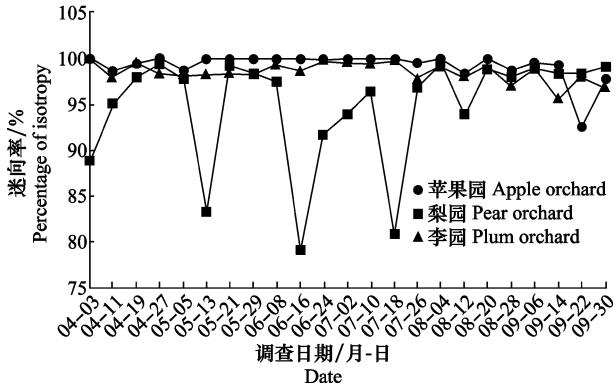

图 1　各处理区梨小食心虫 8 d 累计诱捕迷向率(2017)

Fig. 1　Isotropy percentage of *Grapholitha molesta* in treatment region in 8 days (2017)

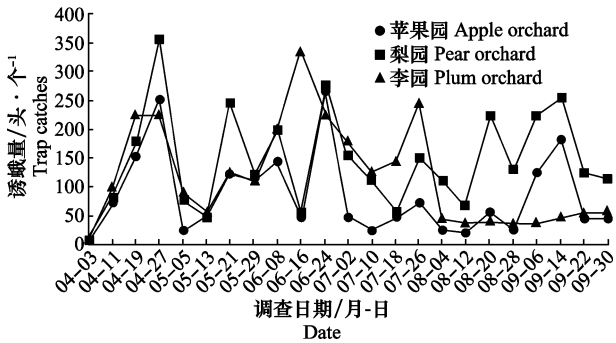

图 2　2017 年对照区梨小食心虫诱捕量

Fig. 2　Catches of *Grapholitha molesta* in control area in 2017

表 2　果实膨大期蛀果率调查(2017 年)

Table 2　Larval boring of fruits during fruit swelling period in 2017

试验区 Plot	总果数/个 Total fruit	虫果数/个 Wormy fruit	蛀果率/% Damage rate of fruit	蛀果下降率/% Descent rate of wormy fruits
苹果园 Apple orchard	1 000	2	0.20	50.00
梨园 Pear orchard	1 000	5	0.50	64.30
李园 Plum orchard	1 000	35	3.50	61.54
对照区(苹果) Control plot(apple)	1 000	4	0.40	—
对照区(梨) Control plot(pear)	1 000	16	1.40	—
对照区(李) Control plot(plum)	1 000	125	12.50	—

表 3　果实成熟期蛀果率调查(2017 年)

Table 3　Damage rates of fruits in the maturation period in 2017

试验区 Plot	总果数/个 Total fruit	虫果数/个 Wormy fruit	蛀果率/% Damage rate of fruit	蛀果下降率/% Descent rate of wormy fruits
苹果园 Apple orchard	1 000	2	0.20	77.78
梨园 Pear orchard	1 000	20	2.00	74.36
李园 Plum orchard	1 000	98	9.80	57.76
对照区(苹果) Control plot(apple)	1 000	9	0.90	—
对照区(梨) Control plot(pear)	1 000	78	7.80	—
对照区(李) Control plot(plum)	1 000	232	23.20	—

3　结论与讨论

性信息素迷向丝在集中种植不同种类果树(苹果、梨、李)的果园使用时,诱捕器诱蛾量明显减少,迷向效果持续时间长且稳定,迷向效果显著。3 个处理间比较,梨园全年成虫诱捕量最多,达到 3 366.33 头/诱捕器,苹果园最少,说明梨小食心虫具有寄主选择性。

梨小食心虫发生高峰期不会因栽培品种的不同而产生明显变化,具有一致性。

因各种果实成熟期不一致,从成虫诱捕迷向率及对照区成虫诱捕量分析发现,李果实成熟采摘后,本区域梨小食心虫发生量开始减少并趋于稳定,而同时期的梨园和苹果园成虫发生量具有上升趋势,这说明梨小食心虫具有迁移性。

不同种类果园中,处理组蛀果率均明显小于对照组,李果实蛀果率明显高于苹果与梨,究其原因,可能是苹果、梨的套袋措施阻碍了食心虫的为害,另外也可能与果园栽植密度、郁闭程度、果实本身特性有关,主要原因还需要进一步开展试验研究。

事实证明,性信息素迷向技术对果园食心虫具有明显防控作用,是替代化学农药的一项可靠技术,如能够进一步降低生产成本,则有望进行大规模运用,在产生重要的社会与经济效益的同时,更具有良好的生态意义。

参考文献

[1] 陈汉杰. 新编林果病虫害防治手册[M]. 郑州:河南出版集团,中原农民出版社,2006:67.

[2] 朱虹昱,刘伟,崔艮中,等. 苹果蠹蛾迷向防治技术效果初报[J]. 应用昆虫学报,2012,49(1):121-129.

[3] WITZGALL P,STELINSKI L L,GUT L J,et al. Codling moth management and chemical ecology [J]. Annual Review of Entomology,2008,53:503-522.

[4] 翟小伟,刘万学,张桂芬,等. 苹果蠹蛾性信息素的研究和应用进展[J]. 昆虫学报,2009,52(8):907-916.

[5] 魏玉红,罗进仓,周昭旭. 信息素迷向技术防治苹果蠹蛾试验初报[J]. 中国果树,2010(3):48-50.

[6] 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.

[7] 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.

[8] 孙钦航,王伟平. 桃小食心虫预测预报及防治试验研究[J]. 西北林学院学报,1988,3(1):47-54.

[9] 李晓龙,夏国宁,何建川,等. 复合式膏体迷向剂对梨小、桃小食心虫的防控效果[J]. 植物保护,2013,39(6):147-152.

[10] 李晓龙,何建川,夏国宁,等. 膏体迷向剂对苹果园梨小、桃小食心虫防效[J]. 植物保护,2015,41(4):208-211.

[11] LI Xiaolong,GENG Shubao,CHEN Hanjie, et al. Mass trapping of apple leafminer, *Phyllonorycter ringoniella* with sex-pheromone traps in apple orchards[J]. Journal of Asia-Pacific Entomology,2017,20:43-46.

(责任编辑:杨明丽)

(上接 185 页)

[8] LIN Linghong, NTAMBO M S, ROTT P C, et al. Molecular detection and prevalence of *Xanthomonas albilineans*, the causal agent of sugarcane leaf scald, in China [J]. Crop Protection, 2018, 109: 17-23.

[9] DAVIS M J, WARMUT C J, ROTT P, et al. Worldwide genetic variations in the sugarcane leaf scald disease pathogen, *Xanthomonas albilineans* [J]. Journal American Society of Sugar Cane Technologists, 1995, 15: 71.

[10] ROTT P, FLEITES L, MARLOW G, et al. Identification of new candidate pathogenicity factors in the xylem-invading pathogen *Xanthomonas albilineans* by transposon mutagenesis [J]. Molecular Plant-microbe Interactions, 2011, 24(5): 594-605.

[11] TSUSHIMA S, SHINOHARA H, NAKAZATO T, et al. Phylogenetic analysis of *Xanthomonas albilineans* strains from Okinawa, Japan, through a comparison of the *gyr*B and *rpo*D genes in geographically distinct strains [J]. Journal of Phytopathology, 2006, 154(12): 683-687.

[12] TAMURA K, STECHER G, PETERSON D, et al. MEGA 6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0 [J]. Molecular Biology and Evolution, 2013, 30(12): 2725-2729.

(责任编辑:杨明丽)