

桃园中食心虫单一性诱芯及其复合配置的诱蛾效率比较*

刘玉峰^{1**} 杨小凡¹ 王 冲¹ 崔 彦² 刘小侠³ 马春森⁴ 魏国树^{1***}

(1. 河北农业大学植物保护学院, 保定 071001; 2. 河北省植保植检站, 石家庄 050011; 3. 中国农业大学农学与生物技术学院
4. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100193)

摘 要 【目的】明确两种食心虫性诱芯复合配置的诱蛾效果, 提高其监测或防治效率及其绿色环保化水平, 为果树生产中食心虫的高效监测和绿色防控提供科学依据。【方法】田间系统调查研究了梨小食心虫(以下简称“梨小”)、桃小食心虫(以下简称“桃小”)单一性诱芯及其复合配置3种处理的诱蛾效率, 并利用“Y”型嗅觉仪比较研究了其间梨小雄蛾趋向性的差异。【结果】(1)梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置对梨小均具有引诱作用, 其诱蛾总量依次为8 238.33、1 451.67、8 321.67头/诱捕器, 其中第1、2、3代时复合配置诱蛾量最大, 越冬代和第4代时梨小单一性诱芯诱蛾量最大, 而各世代桃小单一性诱芯诱蛾量均最低。梨小单一性诱芯及其复合配置均监测到5个梨小发生高峰, 且峰期基本一致, 但复合配置的峰日诱蛾量均较高; 桃小单一性诱芯仅监测到3个梨小发生高峰, 且峰日诱蛾量亦较低。(2)桃小单一性诱芯及其复合配置对桃小均具有引诱作用, 其诱蛾总量依次为4.00、2.33头/诱捕器, 而梨小单一性诱芯对桃小无引诱作用。(3)“Y”型嗅觉仪研究发现, 梨小食心虫对梨小和桃小各单一性诱芯及其复合配置均具有趋向作用, 其趋向率依次为50.67%、8.67%、53.33%。【结论】梨小和桃小单一性诱芯复合配置对梨小诱捕量有微增效作用, 而对桃小诱捕量有一定干扰作用, 但影响均不显著。据此, 该复合配置可用于桃园中梨小和桃小的监测与防控。

关键词 梨小食心虫, 桃小食心虫, 性诱芯, 复合设置, 诱蛾效果

Comparison of the trapping efficiencies of lures based on the sex pheromones of two fruit moth species and a combination of the sex pheromones of each species

LIU Yu-Feng^{1**} YANG Xiao-Fan¹ WANG Chong¹ CUI Yan² LIU Xiao-Xia³
MA Chun-Sen⁴ WEI Guo-Shu^{1***}

(1. College of Plant Protection, Agriculture University of Hebei, Baoding 071001, China; 2. Hebei Plant Protection and Quarantine Station, Shijiazhuang 050011, China; 3. College of Agriculture and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 4. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract [Objectives] To provide a scientific basis for the efficient monitoring and green control of fruit moths in fruit orchards and improve the monitoring and control efficiency of the sex pheromone carriers. [Methods] The trapping efficiencies of sex pheromone carriers of *Grapholita molesta* Busck and *Carposina sasakii* Matsumura were compared to that of a

*资助项目: 国家公益性行业(农业)科研专项: 北方果树食心虫综合防控技术研究与示范推广(201103024); 河北省自然科学基金(C2010000680)

**E-mail: liuyf345913@163.com

***通讯作者, E-mail: weiguoshu03@aliyun.com

收稿日期: 2014-02-23, 接受日期: 2014-04-15

combination of the pheromones of both species in the field. A Y-tube olfactometer was used to compare the preferences of fruit moths for the pheromones of each species and the combined pheromone. **[Results]** The individual sex pheromones of *G. molesta* and *C. sasakii* and the combination pheromone all effectively trapped *G. molesta* with catches of 8 238.33, 1 451.67 and 8 321.67 (moth/trap), respectively. The catches of each species' pheromone and the combination pheromone varied with moth generations; the combined sex pheromone caught more of the first, second and third generations of *G. molesta* than the *G. molesta* sex pheromone, but the *G. molesta* sex pheromone caught more of the overwintering and fourth generation than the combined sex pheromone. *C. sasakii* sex pheromone caught the fewest *G. molesta*. *G. molesta* sex pheromone and the combined sex pheromone were used to monitor five population peaks of *G. molesta*. Dates of the peak periods were basically the same, but peak day catches with the combined sex pheromone were higher than those achieved with *G. molesta* sex pheromone. The *C. sasakii* sex pheromone was used to monitor three peak periods in each of which the peak days catches were lower than those achieved with the other two pheromone treatments. (2) *C. sasakii* sex pheromone and the combined sex pheromone could both capture *C. sasakii* with respective total catches of 4.00 and 2.33 (moth/trap), but the *G. molesta* sex pheromone was not effective at capturing *C. sasakii*. (3) Both *G. molesta* and *C. sasakii* sex pheromone, and the combined sex pheromone, attracted *G. molesta* in the Y-tube olfactometer test. The respective preferences of *G. molesta* for the above three treatments were 50.67%, 8.67% and 53.33%. **[Conclusion]** A combination of *G. molesta* and *C. sasakii* sex pheromone achieved a higher catch rate of *G. molesta*, but a lower catch rate of *C. sasakii* compared to the individual sex pheromones of each species, however, there was no significant difference between these three treatments. None of the treatments changed the population dynamics of *G. molesta* and *C. sasakii*. Therefore, a combination of the sex pheromones of *G. molesta* and *C. sasakii* should be used to monitor and control *G. molesta* and *C. sasakii* in peach orchard.

Key words *Grapholita molesta*, *Carposina sasakii*, sex pheromone carrier, combined sex pheromone carriers, trapping efficiency

近年来, 随着我国桃树栽植面积与产量的迅速增加, 桃树害虫尤其是食心虫的发生为害日趋严重(薛艳花等, 2010; 杨小凡等, 2013), 由于其具有个体小、危害隐蔽、习性和栖境多样等特性, 已成为桃生产中的首要害虫, 防治水平较低的果园虫果率高达 80% 以上(田宝良等, 2012)。因此, 食心虫的高效、经济监测和防控成为目前桃产业中最为突出的问题之一。

目前, 性诱剂已成为国内外监测和防控食心虫发生危害的重要措施(焦晓国等, 2006; 陆鹏飞等, 2010; 薛艳花等, 2010), 这主要是缘于其具有高效、经济、简便, 且无毒、无污染和不伤天敌等优点(孟宪佐等, 1987; Il'ichev *et al.*, 2006; 周洪旭等, 2011; Jeong *et al.*, 2012; 杜鹃等, 2013; 王凤等, 2013)。据报道, 杏园中梨小性诱剂既能引诱梨小, 亦对李小食心虫有明显活性(Hári and Péntzes, 2010)。枣园中桃小性诱剂不仅可引诱桃小, 且对枣粘虫有明显的引诱效果(徐劭, 1987)。

梨园、苹果及桃混栽园中, 害虫发生密度较低时梨小和桃小性诱芯复合配置对梨小的引诱效果有不显著的干扰作用(谯有光等, 1986; 徐劭等, 1998)。本试验前期调查发现深州桃园梨小食心虫发生量较大, 并发现桃小性诱芯对梨小食心虫有一定的引诱作用, 且如今梨小和桃小性诱芯在剂量和工艺等方面都有较大改进(尹河龙等, 2011; 姜瑞德等, 2013)。因此, 明确桃园中两种食心虫性诱芯复合配置的诱蛾效果, 提高其监测和或防治效率及其绿色环保化水平具有重要意义, 以期果树生产中食心虫的高效监测和绿色防控提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于河北省深州市旧州万亩桃园, 桃树品种为久保, 树龄 17 年, 树势强壮, 株行距 5 m×6 m。试验果园正常管理。邻近果园分别种植深州蜜桃、鸭梨以及红富士苹果。

1.2 材料及装置

供试虫源：梨小食心虫是由西北农林科技大学植物保护学院农业害虫综合治理研究室惠供的陕西杨凌种群。参考杜娟等(2013)方法，试虫在人工气候箱(RXZ-300C, 宁波江南仪器厂)连续饲养30代，人工气候箱设置：温度(26 ± 0.5)℃、相对湿度70%±10%、光周期15L:9D、光照强度4 800 lx。待幼虫化蛹羽化后，选取2日龄未交配的健壮雄蛾，作为试虫备用。

供试性诱芯：梨小食心虫性诱芯，有效成分为顺-8-十二碳烯醋酸酯、反-8-十二碳烯醋酸酯，其质量比为92:8；桃小食心虫性诱芯，有效成分为顺-7-二十烯酮-11、顺-7-十九烯酮-11，质量比为20:1。均购自中国科学院动物研究所。

性诱芯诱捕器：由直径20 cm，高15 cm红色塑料盆制得，内加5%洗衣粉水至距盆沿3 cm处。性诱芯悬于盆中央水面上方1 cm处。

“Y”型嗅觉仪：由基臂长14.5 cm，两侧臂长11.5 cm，夹角60°，臂管内径为2.9 cm的无色透明玻璃管，连接胶管以及QC-1S型大气采样仪(北京劳动保护科学研究所研制)组成。试虫释放口位于无色透明玻璃管基臂外端口处，气味源样品室位于侧臂的远离基臂端口处。行为装置置于暗箱中，暗箱顶部中央置一15 W日光灯，试验中提供均匀光照。

1.3 方法

1.3.1 梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置监测食心虫效果比较 于供试桃园中，设梨小单一性诱芯(1个梨小性诱芯)、桃小单一性诱芯(1个桃小性诱芯)及其复合配置(梨小和桃小性诱芯各1个)诱捕器3个处理，3次重复，重复间均匀分布。诱捕器悬挂高度1.5 m，间距15 m。

自3月下旬至10月下旬，每天定时统计各诱捕器内食心虫种类、数量，并及时补水，以保证性诱芯与液面距离。性诱芯每月更换1次。

1.3.2 梨小对梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置趋性行为比较 设梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置3个处理，对照均为洁净空气。试验

于每天17:00—20:00进行，室温20~25℃。

连接“Y”型嗅觉仪，在样品室内放入待测性诱芯，打开大气采样仪，根据预实验，气流流速设定为750 mL/min/臂。将试验前暗处理0.5 h的单头试虫放入释放口，观察试虫5 min内对气味源的行为反应，按照下述标准进行评判：当试虫越过侧臂1/3处并停留30 s以上，则判定有选择；当试虫被引入5 min内无反应，则判定无选择。每头试虫测试1次。每测试5头，将“Y”型管侧臂互调方向，并用酒精擦拭管内壁，以消除位置、虫体气味等引起的误差。每日测试完成后，用丙酮清洗“Y”型玻璃管与连接胶管(李源等，2010)。

每处理试虫数均为30头，各重复3次。

1.4 数据分析

数据由DPS7.05软件进行方差分析，采用Duncan氏新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置梨小诱蛾效果的比较

2.1.1 梨小诱蛾量比较 调查发现，深州桃园梨小发生期为4月上旬至10月下旬，梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置对其均具有引诱作用，其诱蛾总量依次为：8 238.33、1 451.67、8 321.67头/诱捕器，且日均诱蛾量差异显著($F_{\text{日均诱蛾量}}=26.49, P<0.01$) (表1)；同一世代中其诱蛾量亦差异较大：越冬代(4月2日—5月2日)，梨小单一性诱芯显著高于复合配置，而第1代(5月3日—6月3日)，复合配置显著高于梨小单一性诱芯，第2代(6月4日—7月4日)、第3代(7月5日—8月5日)和第4代(8月6日—10月30日)梨小单一性诱芯和复合配置间差异均不显著，各世代桃小单一性诱芯的诱蛾量均显著低于该两种设置(表2)。结果表明，复合配置的诱蛾总量与梨小单一性诱芯相比提高了1.01%，其中第1、2、3代复合配置诱蛾量较大，而越冬代、第4代梨小单一性诱芯诱蛾量较大，

表 1 梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置梨小食心虫诱蛾量比较

Table 1 Comparison of the catches of *Grapholita molesta* captured in single and combined sex pheromone carriers

处理 Treatments	诱蛾时长 (d) Catch duration (d)	诱蛾总量 (头/诱捕器) Total catches (moth/trap)	日均诱蛾量 (头/诱捕器) Average day catches (moth/trap)
桃小性诱芯 Spc of <i>C. sasakii</i>	163	1 451.67	8.91±0.96 b
梨小性诱芯 Spc of <i>G. molesta</i>	200	8 238.33	41.19±4.28 a
复合配置 Spc of both <i>G. molesta</i> and <i>C. sasakii</i>	201	8 321.67	41.40±4.52 a

(1) 表中数据为平均数±标准误。同列数据后标有不同小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P\leq0.05$ 水平差异显著。(2) 性诱芯简称“Spc”。下表同。

(1)The data in the table are mean±SE, and followed by the different lowercase letters in the same column indicate significantly different at 0.05 level by Duncan’s new multiple range test. (2) “Spc” is short for sex pheromone carrier. The same below.

表 2 梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置梨小食心虫不同世代诱蛾量比较

Table 2 Comparison of the catches of *Grapholita molesta* in different generations captured by single and combined sex pheromone carriers

处理 Treatments	不同世代诱蛾量 (头/诱捕器) Catches in different generations (moth/trap)				
	越冬代 Overwintering generation	第 1 代 1st generation	第 2 代 2nd generation	第 3 代 3rd generation	第 4 代 4th generation
桃小性诱芯 Spc of <i>C. sasakii</i>	196.67±18.26c	59.33±10.87c	142.67±12.17b	426.33±30.47b	626.67±37.12b
梨小性诱芯 Spc of <i>G. molesta</i>	2 342.67±113.55a	682.33±26.56b	1 155.33±104.85a	1 754.67±135.85a	2 303.33±156.02a
复合配置 Spc of both <i>G. molesta</i> and <i>C. sasakii</i>	1 985.33±117.17b	1 164.67±66.09a	1 347.33±188.56a	1 812.67±150.06a	2 011.67±164.22a

而桃小性单一诱芯各世代诱蛾量均较低,对梨小亦具有一定的引诱作用,其专一性较弱。

2.1.2 梨小种群发生消长动态比较 梨小单一性诱芯和复合配置均监测到 5 个高峰,均出现在:4 月中旬、5 月下旬、6 月下旬、7 月下旬、8 月下旬,较好的反映了深州梨小一年发生 5 代。其中越冬代和第 1 代、第 1 代与第 2 代间有一段明显的间断,表明越冬代、第 1 代世代明显,而第 2、3、4 代世代重叠。桃小单一性诱芯只监测到

3 个高峰,依次为:4 月中旬、5 月下旬、6 月下旬(图 1)。梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置始见蛾诱捕日期依次分别为 4 月 3 日、4 月 13 日、4 月 2 日。表明,复合配置监测结果与梨小单一性诱芯基本一致,均能较好的体现田间梨小雄蛾的实际消长动态,而桃小单一性诱芯监测结果不能体现其实际消长规律。对低密度的梨小灵敏度高低次序为,复合配置最高、梨小单一性诱芯次之、桃小单一性诱芯最低。

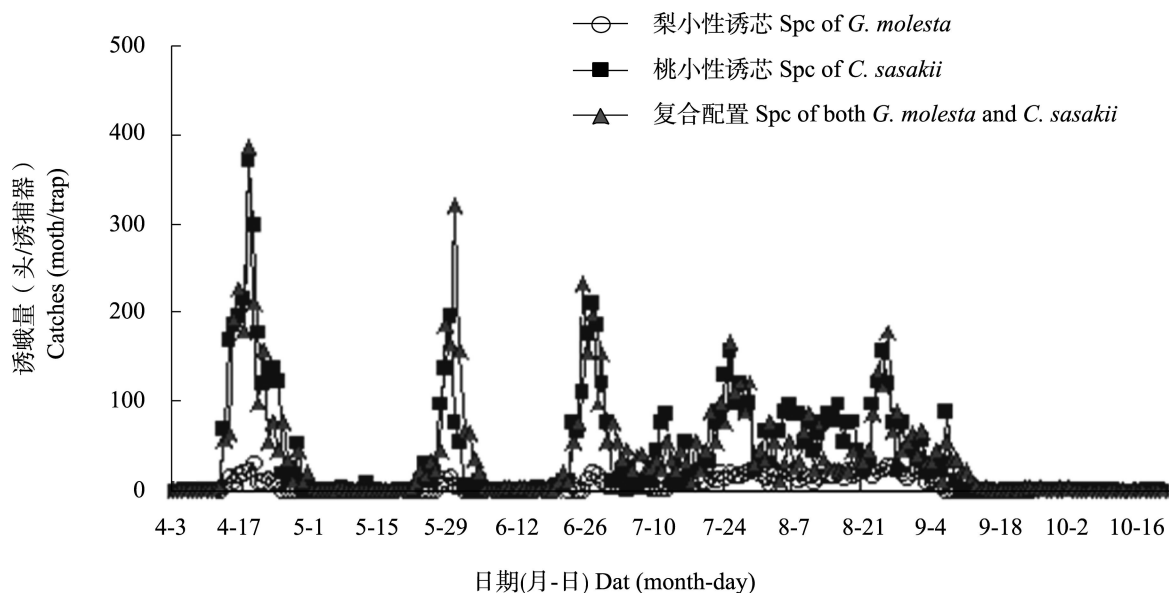


图 1 梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置监测梨小食心虫消长动态

Fig. 1 The population dynamics of *Grapholita molesta* monitored by single and combined sex pheromone carriers.

性诱芯简称“Spc”。“Spc” is short for sex pheromone carrier.

2.13 梨小食心虫不同世代发生高峰期比较 梨小单一性诱芯与复合配置监测高峰期结果基本一致,越冬代、第1代、第2代、第3代、第4代高峰期持续时间依次为5、4、5、6、4 d,共24 d。其中,复合设置监测第1代高峰期比梨小单一性诱芯错后1 d,其机理有待进一步研究,其余世代监测结果相同。而桃小单一性诱芯监测越冬代、第1代、第2代高峰期持续时间依次为3、3、4 d,仅10 d(表2)。

梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置监测的越冬代、第1代、第2代峰日诱蛾量高低次序均为,复合配置最高,梨小单一性诱芯次之,桃小单一性诱芯第3,越冬代峰日诱蛾量之比为12.13:11.69:1,第1代为20.13:12.38:1,第2代为11.19:10.10:1。梨小单一性诱芯和复合配置监测的第3代、第4代峰日诱蛾量高低次序均为,复合配置最高,梨小单一性诱芯次之,第3代之比为1.06:1,第4代为1.13:1(表2)。

结果表明,复合配置和梨小单一性诱芯监测梨小发生高峰期效果较好。复合配置各世代峰日诱蛾量均高于梨小单一性诱芯,第1代其为梨小性诱芯的1.63倍,二者差异较大,其余

世代为1.04~1.13倍,差异较小。桃小单一性诱芯监测梨小发生高峰期效果较差,且各世代峰日诱蛾量均不及复合配置和梨小单一性诱芯的十分之一。

2.2 梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置桃小食心虫诱蛾量比较

桃小单一性诱芯及其与梨小单一性诱芯复合配置对桃小均具有引诱作用,其诱蛾总量依次为4.00、2.33头/诱捕器,而梨小单一性诱芯对桃小无引诱作用(表4)。桃小始见蛾诱捕日期为7月15日,终见蛾诱捕日期为8月7日,此期间梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置诱捕梨小蛾量依次为1628、411.67、1517.67头/诱捕器。表明,桃小发生量极低,田间未见其为害状,而梨小发生量较大,且为害严重,这可能与环境、寄主及虫源有关。桃小单一性诱芯对桃小引诱效果较好,其诱蛾量最高;梨小单一性诱芯专一性较强,对桃小没有引诱作用,且与桃小单一性诱芯复合设置对桃小引诱作用有一定的干扰,但与桃小单一性诱芯相比效果并不显著。

表 3 梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置梨小食心虫不同世代高峰期参数比较

Table 3 Comparison of the parameters of peak periods of *Grapholita molesta* in different generations monitored by single and combined sex pheromone carriers

处理 Treatments	各世代高峰期 (月.日-月.日) 及峰日诱蛾量 (头/诱捕器) Peak periods (month.day-month.day) and peak (moth/trap) in different generations									
	越冬代 Overwintering generation		第 1 代 1st generation		第 2 代 2nd generation		第 3 代 3rd generation		第 4 代 4th generation	
	峰期 Pp	峰值 Peak	峰期 Pp	峰值 Peak	峰期 Pp	峰值 Peak	峰期 Pp	峰值 Peak	峰期 Pp	峰值 Peak
桃小性诱芯 Spc of <i>C. sasakii</i>	4.17	32	5.27	16	6.26	21				
	-		-		-					
	4.19		5.29		6.29					
梨小性诱芯 Spc of <i>G. molesta</i>	4.15	374	5.27	198	6.25	212	7.24	158	8.23	158
	-		-		-		-		-	
	4.19		5.30		6.29		7.29		8.26	
复合配置 Spc of both <i>G. molesta</i> and <i>C.sasakii</i>	4.15	388	5.28	322	6.25	235	7.24	168	8.23	179
	-		-		-		-		-	
	4.19		5.31		6.29		7.29		8.26	

(1) 峰期简称“Pp”; (2) 空白表示并未监测出此项数据。
(1) “Pp” is short for peak period; (2) Blank means do not monitor the data to the factor.

表 4 梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置桃小诱蛾量比较

Table 4 Catches of *Carposina sasakii* captured by single and combined sex pheromone carriers

处理 Treatments	诱蛾总量 (头/诱捕器) Total catches (moth/trap)
桃小性诱芯 Spc of <i>C. sasakii</i>	4.00±0.58 a
梨小性诱芯 Spc of <i>G. molesta</i>	0.00±0.00 b
复合配置 Spc of both <i>G. molesta</i> and <i>C. sasakii</i>	2.33±0.33 a

2.3 梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置的梨小趋性行为比较

梨小对梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置均具有趋向性,其趋向率高低次序为:复合配置最高,梨小性诱芯次之,桃小性诱芯第3,且差异显著 ($F_{趋向率}=20.46, P<0.01$),复合配置与梨小性诱芯间无显著差异,但均显著高于桃小

性诱芯 (表 5)。表明,在室内条件下,桃小性诱芯对梨小具有一定引诱作用,且与梨小性诱芯复合配置促进了对梨小的引诱作用,但与梨小性诱芯相比效果并不显著,这在一定程度上验证了田间试验结果。

表 5 梨小和桃小单一性诱芯及其复合配置梨小食心虫趋向率比较

Table 5 Comparison of the percentage of preference of male *Grapholita molesta* lured by single and combined sex pheromone carriers

处理 Treatments	趋向率 (%) Percentage of preference (%)
桃小性诱芯 Spc of <i>C. sasakii</i>	8.67±1.41 b
梨小性诱芯 Spc of <i>G. molesta</i>	50.67±6.24 a
复合配置 Spc of both <i>G. molesta</i> and <i>C. sasakii</i>	53.33±5.26 a

3 讨论

研究表明,性诱芯不仅可用于害虫成虫期的调查测报,也可用于田间大面积诱捕防治,而不同种类害虫性诱芯在与桃小性诱芯复合配置时,对靶标害虫的诱捕效果往往起到负面作用(谌有光等,1986;徐劭,1987;徐劭等,1998;于海利等,2010;周英等,2012)。本研究发现,桃园中梨小发生量较大时,与使用梨小单一性诱芯相比,梨小与桃小性诱芯复合配置增加了1%的梨小诱蛾总量,室内行为学试验在一定程度上亦验证了该结果,且该复合配置并未改变梨小种群消长动态趋势,其监测发生高峰期结果与梨小单一性诱芯相比基本无异、且其峰日诱蛾量较高;与桃小单一性诱芯相比,该复合配置对桃小的引诱效果有不显著的干扰作用,这可能是由于桃园复杂的环境条件以及该两种性诱芯相互作用的结果。由于该桃园桃小发生程度极低,可能对试验结果有一定影响。但从总体结果看,桃园中可以利用梨小单一性诱芯和桃小单一性诱芯复合配置高效、经济地监测和绿色防控梨小和桃小。

目前国内性诱芯的成本较低,1只性诱芯的成本是1个诱捕器的0.1~0.2倍,所以不同种类害虫性诱芯复合设置能大大降低测报成本,并且节约资源,提高效率。本试验中,应用该复合配置成本节约42%,水资源及调查时间约节省1/2,操作效率约提高1倍。中国科学院动物研究所对于其它害虫性诱芯的复合配置进行了很多研究,大多数出现了较大的干扰作用(姜瑞德等,2013)。而对于更多的性诱芯复合设置应用效果及其寄主的影响作用等还需要进一步研究。

一直以来,专一性被认为是性诱剂的首要特点,即其仅诱到目标害虫,这在实际生产中具有三方面的重要意义,一是根据诱蛾量直接做出预测预报,二是作为害虫种类的鉴定方法,三是作为检测检疫性害虫的有效措施,因此其得到了较广泛的应用(孟宪佐等,1987;Il'ichev *et al.*, 2006;周洪旭等,2011;Jeong *et al.*, 2012;王凤等,2013;杜鹃等,2013)。本研究发现,深圳桃园中,梨小单一性诱芯只对梨小具有较高的

活性,对桃小及其它害虫无活性;而桃小单一性诱芯不仅对桃小具有引诱作用,其对发生量较大的梨小同样具有较强的引诱作用。表明,梨小性诱芯对靶标害虫专一性较强;而桃小性诱芯较弱,利用其防治桃小的同时可以辅助防治梨小,但在应用其监测桃小过程中需对该问题加以注意。这与徐劭(1987)报道的桃小性诱芯专一性较弱的结果基本一致。这为其在后续研究中继续开发提供了新的思路,即明确性诱芯配方中各个成分对这两种昆虫的作用性质及强度,从而提高梨小性诱芯对梨小的引诱效果、提高桃小性诱芯的专一性或者在不影响桃小诱捕效果的前提下,提高对桃园主要害虫的诱捕作用等。

参考文献 (References)

- Hári K, Péntzes B, 2010. Selectivity of the oriental fruit moth sex pheromone trap in peach and apricot orchards. *International Journal of Horticultural Science*, 16(2): 17–20.
- Il'ichev AL, Stelinski LL, Williams DG, Gut LJ, 2006. Sprayable microencapsulated sex pheromone formulation for mating disruption of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) in Australian peach and pear orchards. *J. Econ. Entomol.*, 99(6): 2048–2054.
- Ahn JJ, Yang CY, Jung C, 2012. Model of *Grapholita molesta* spring emergence in pear orchards based on statistical information criteria. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15(2012): 589–593.
- 谌有光, 王春华, 魏慧雪, 朱强, 杜志辉, 黄丽丽, 1986. 一个诱捕器同时诱集多种果树害虫的试验. 昆虫知识, 23(4): 175–177. [Zhan YG, Wang CH, Wei HX, Zhu Q, Du LL, 1986. Experiment of a trap to trap a variety of fruit pests at the same time. *Insect Knowledge*, 23(4): 175–177.]
- 杜娟, 刘彦飞, 谭树乾, 仵均祥, 2013. 基于性诱剂监测的梨小食心虫防治指标. 植物保护学报, 40(2): 140–144. [Du J, Liu YF, Tan SQ, Wu JX, 2013. Control index based on number of adults of *grapholita molesta* captured by sex pheromone traps. *Acta Phytophylacica Sinica*, 40(2): 140–144.]
- 姜瑞德, 李晓军, 盛如, 陈铁牛, 盛承发, 2013. 梨小食心虫和桃潜叶蛾性诱芯合用的诱蛾效果. 落叶果树, 45(6): 7–9. [Jiang RD, Li XJ, Sheng R, Chen TN, Sheng CF, 2013. Effect of induced moth of *Grapholitha molesta* and *Lyonetia clerkella* L sex lure core. *Deciduous fruit tree*, 45(6): 7–9.]
- 焦晓国, 宣维健, 盛承发, 2006. 性信息素在害虫测报中的应用研究进展. 植物保护, 32(6): 9–13. [Jiao XG, Xuan WJ, Sheng

- CF, 2006. Research advances in applying sex pheromones to forecasting and prediction of insect pests. *Plant Protection*, 32(6): 9-13.]
- 李源, 赵珮, 尹春艳, 刘小侠, 张青文, 2010. 多种植物挥发物及马铃薯甲虫聚集素对马铃薯甲虫的引诱作用. *昆虫学报*, 53(7): 734-740. [Li Y, Zhao P, Yin CY, Liu XX, Zhang QW, Li J, 2010. Attraction of *leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) by several plant volatiles and aggregation pheromone. *Acta Entomologica Sinica*, 53(7): 734-740.]
- 陆鹏飞, 黄玲巧, 王琛柱, 2010. 梨小食心虫化学通信中的信息物质. *昆虫学报*, 53(12): 1390-1403. [Lu PF, Huang LQ, Wang CZ, 2010. Semiochemicals used in chemical communication in the oriental fruit moth, *grapholitha molesta* busck (Lepidoptera: Tortricidae). *Acta Entomologica Sinica*, 53(12): 1390-1403.]
- 孟宪佐, 胡菊华, 李平淑, 1987. 用顺-8-十二碳烯醋酸酯诱捕梨小食心虫和棉卷蛾的田间试验. *昆虫学报*, 21(1): 7-12.
- 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*, 39(1): 7-11. [Tian BL, Ma CS, Kong DC, Zhao CP, Wei GS, 2012. The fruit moth population monitoring and control technique in different orchards. *Acta Phytophylacica Sinica*, 39(1): 7-11.]
- 王凤, 朱烨, 蔡丹群, 季国辉, 鞠瑞亭, 徐颖, 2013. 性信息素与化学药剂防治梨小食心虫效果比较. *中国森林病虫*, 32(4): 24-26. [Wang F, Zhu Y, Cai DQ, Ji GH, Ju RT, Xu Y, 2013. Comparison between sex pheromone and chemical agents in control effect against *grapholitha molesta*. *Forest Pest and Disease*, 32(4): 24-26.]
- 徐劭, 1987. 两种性诱剂混用试验. *昆虫知识*, 24(1): 32-33. [Xu X, 1987. Two kinds of sex pheromone mixture test. *Insect Knowledge*, 24(1): 32-33.]
- 徐劭, 董建臻, 赵赛平, 尚振清, 李荣海, 冯昌国, 曲殿忠, 李萍, 1998. 果园常用性诱剂混用研究. *河北农业大学学报*, 21(3): 110-111. [Xu S, Dong JZ, Zhao SP, Shang ZQ, Li RH, Feng CG, Qu DZ, Li P, 1998. The experiment on the mixed using of five commoil sex pheromone of insect in orchard. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 21(3): 110-111.]
- 薛艳花, 马瑞燕, 李先伟, 李亮, 李捷, 2010. 桃小食心虫性信息素的研究与应用. *中国生物防治*, 26(2): 211-216. [Xue YH, Ma RY, Li XW, Li L, Li J, 2010. Research and application on the sex pheromone of *carposina sasakii* matsumura (Lepidoptera: Carposinidae). *Chinese Journal of Biological Control*, 26(2): 211-216.]
- 杨小凡, 冯娜, 刘玉峰, 范凡, 马春森, 魏国树, 2013. 颜色背景对梨小食心虫成虫产卵生物学的影响. *植物保护学报*, 40(3): 200-204. [Yang XF, Feng N, Liu YF, Fan F, Ma CS, Wei GS, 2013. Effects of different colour backgrounds on spawning biology of *grapholitha molesta*. *Acta Phytophylacica Sinica*, 40(3): 200-204.]
- 尹河龙, 刘贤谦, 马瑞燕, 李盼盼, 2011. 影响桃小食心虫性诱剂田间诱捕效率的几种因子的研究. *中国生物防治学报*, 27(1): 63-67. [Yin HL, Liu XQ, Ma RY, Li PP, 2011. Factors influencing on trapping efficiency of sex pheromone for *carposina sasakii* in fields. *Chinese Journal of Biological Control*, 27(1): 63-67.]
- 于海利, 张林林, 张国辉, 郑余良, 杜志辉, 李怡萍, 2010. 桃小食心虫与金纹细蛾不同性诱芯的诱蛾效果. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 38(10): 121-125. [Yu HL, Zhang LL, Zhang GH, Zheng YL, Du ZH, Li YP, 2010. Trapping efficiencies of different sex pheromone lures for *carposina sasakii* matsumura and *Lithocolletis ringoniella* matsumura in apple orchards. *Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition)*, 38(10): 121-125.]
- 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 HX, Li LL, Yu Y, 2011. Scale control over *Grapholitha molesta* with mating disruption of sex pheromone. *Acta Phytophylacica Sinica*, 38(5): 385-389.]
- 周英, 刘君, 林德胜, 徐海鸿, 陈汉杰, 张金勇, 2012. 桃小食心虫性诱剂和苹果蠹蛾性诱剂田间诱蛾药效比较. *江苏林业科技*, 39(4): 17-21.