

性诱剂和糖醋液对苹果园苹果小卷叶蛾的监测和防治效果

刘中芳¹, 高越¹, 张鹏九¹, 樊建斌¹, 杨静¹, 樊昌密², 李霞³, 范仁俊^{1*}

(1. 山西省农业科学院植物保护研究所/农业有害生物综合治理山西省重点实验室, 太原 030031; 2. 临猗县植物保护植物检疫站, 临猗 044100; 3. 临汾市植物保护植物检疫站, 临汾 041000)

摘要: 为给苹果小卷叶蛾的预测预报和防治提供科学依据, 在山西省运城市 and 临汾市不同苹果园中研究了性诱剂和糖醋液 2 种方法对苹果小卷叶蛾的监测和防治效果。结果表明: 2 种方法诱集到的苹果小卷叶蛾成虫动态都呈现出一年 4 代的发生规律, 且趋势一致。不同果园中性诱剂和糖醋液对苹果小卷叶蛾的诱集量均差异显著, 性诱剂诱集总量最高是糖醋液诱集总量的 5.95 倍, 且在不同果园中 2 种防治方法均能显著降低枝条受害率, 而二者之间无显著差异。同时, 2 种防治方法在大面积单植苹果园中对苹果小卷叶蛾第 1 代幼虫的防治效果分别为 59.10% 和 43.18%, 对第 3 代幼虫的防治效果分别为 61.54% 和 46.15%, 均高于其他类型苹果园, 且对第 3 代幼虫的防治效果好于第 1 代幼虫。因此, 性诱剂和糖醋液都可用于苹果园苹果小卷叶蛾的监测与防治, 且在大面积单植苹果园内连续使用效果较好。

关键词: 苹果小卷叶蛾; 性诱剂; 糖醋液; 监测效果; 防治效果; 苹果园

中图分类号: S436.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-9261(2019)06-0861-06

Monitoring and Controlling Efficacy of Sex Pheromone and Sugar-vinegar Liquid against *Adoxophyes orana beijingensis* in Apple Orchards

LIU Zhongfang¹, GAO Yue¹, ZHANG Pengjiu¹, FAN Jianbin¹, YANG Jing¹,
FAN Changmi², LI Xia³, FAN Renjun^{1*}

(1. Shanxi Key Laboratory of Integrated Pest Management in Agriculture/Institute of Plant Protection, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China; 2. Plant Protection and Quarantine Station of Linyi County, Yuncheng 044100, China; 3. Plant Protection and Quarantine Station of Linfen City, Linfen 041000, China)

Abstract: The monitoring and control efficacy of sex pheromone and sugar-vinegar liquid against *Adoxophyes orana beijingensis* was evaluated in apple orchards in Yuncheng City and Linfen City, Shanxi Province. The results showed that *A. orana beijingensis* occurs four generation per year and the adult population dynamics monitored by these two methods was consistent. However, the moths trapped by sex pheromone were significantly higher than those trapped by sugar-vinegar liquid in three apple orchards, up to 5.95 times more. Branch damage rate declined significantly in the apple orchards treated by sex pheromone or sugar-vinegar liquid, though there was no significant difference between these two treatments. The control efficacies of sex pheromone and sugar-vinegar liquid against the first generation larvae of *A. orana beijingensis* were 59.10% and 43.18%, respectively, and against the third generation larvae, 61.54% and 46.15%, respectively. Both the sex pheromone and sugar-vinegar liquid showed much higher control efficacies in mono cropping than in mixed cropping apple orchards, and higher control efficacies against the third than the first generation larvae. Therefore, both the sex pheromone and sugar-vinegar liquid can be used for the monitoring and control of *A. orana beijingensis* in apple orchards, especially in large-area

收稿日期: 2018-04-28

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0201134); 山西果品交易出口平台专项(YCX2017D2302); 山西省科技重点研发项目(2015-TN-03-09); 山西省重点研发计划(201603D21110-2)

作者简介: 刘中芳, 副研究员, E-mail: 30447291@qq.com; *通信作者, 研究员, E-mail: rjfan@163.com。

DOI: 10.16409/j.cnki.2095-039x.2019.06.001

mono cropping apple orchards.

Key words: *Adoxophyes orana beijingensis*; sex attractant; sugar-vinegar liquid; monitoring effects; control effects; apple orchard

苹果小卷叶蛾 *Adoxophyes orana beijingensis* Zhou et Fu (subsp. nov), 又称苹褐带卷蛾、茶小卷蛾等, 简称“苹小”, 属于鳞翅目 Lepidoptera 卷蛾科 Tortricidae, 是苹果、桃等果树上的常发性害虫之一, 主要以幼虫啃食叶肉和幼果果皮为害^[1,2]。近年来, 由于果树栽培面积增加、品种杂乱、果园郁闭等因素, 导致该虫逐渐成为北京、天津、河北、山东、山西等北方果区的重要害虫, 给果业生产带来了严重损失^[3-6]。

目前, 化学防治仍然是生产中苹果小卷叶蛾的主要防治手段, 并在压低其种群数量和减少生产损失方面发挥了一定作用^[7,8]。但苹果小卷叶蛾幼虫在啃食叶肉之前, 会先吐丝将幼嫩的芽叶缀连在一起形成虫苞, 然后潜伏于其中取食^[4]。这种卷叶为害习性, 导致化学药剂难以作用于苹果小卷叶蛾, 防治效果并不理想。同时, 随着害虫抗药性、果园生态环境和果品质量安全等问题日益受到关注, 提高化学防治效果、探索苹果小卷叶蛾绿色防控技术势在必行^[9,10]。其中, 根据昆虫趋化特性, 采用性诱剂和糖醋液进行虫情监测和大量诱捕技术, 不仅能用于害虫发生和消长情况测报^[11,12], 还能够有效降低果园多种害虫虫口基数, 减少田间落卵量和用药防治次数, 进而全面控制害虫^[13,14]。在苹果小卷叶蛾的综合治理研究方面, 已有大量报道证实性诱剂和糖醋液均能有效用于该虫的预测预报和诱杀防治中^[12,14-17]。同时, 胡雅辉等^[5]、张顶武等^[18]通过性诱剂和糖醋液引诱桃园苹果小卷叶蛾效果的对比研究发现, 该虫对性诱剂和糖醋液的趋性不同, 进而导致两种方法的控制效果也发生显著差异。

对于苹果园苹果小卷叶蛾, 性诱剂和糖醋液的监测数据能否统一反映该虫田间种群动态以及兼具的控害效果等却鲜有报道。为此, 本研究采用北京中捷四方生物科技有限公司生产的苹果小卷叶蛾性诱芯和已报道的苹果小卷叶蛾糖醋酒液最优配方, 对单植苹果园和混植苹果园中苹果小卷叶蛾的监测和防治效果进行了研究, 以期在生产实际中科学使用诱捕技术预测预报和防治苹果园苹果小卷叶蛾提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点

山西省运城市临猗县、万荣县和临汾市襄汾县苹果园。其中, 临猗北景果园(简称“临猗”, 35°12' N, 110°42' E), 面积 20×667 m², 品种为红富士, 树龄 20 a, 株行距 3 m×6 m, 管理水平一般, 周围混植有桃、梨等其他果树; 万荣裴庄果园(简称“万荣”, 35°27' N, 110°37' E), 面积 17×667 m², 品种为红富士, 树龄 12 a, 株行距 3 m×4 m, 管理水平较好, 周围均种植苹果; 襄汾汾城果园(简称“襄汾”, 35°48' N, 111°14' E), 面积 15×667 m², 品种为红富士, 树龄 20 a, 株行距 3 m×4 m, 管理水平一般, 周围 2 km 内无任何果树。试验期间内不喷施化学药剂防治苹果小卷叶蛾。

1.2 试验材料

性诱剂诱捕苹果小卷叶蛾所用的性诱芯、三角型诱捕器和粘虫板, 由北京中捷四方生物科技有限公司生产。其中, 性诱芯为绿色橡胶诱芯, 每只含苹果小卷叶蛾性外激素 (200±5) μg, 长度 (14±2) mm, 最大断面直径 (10±1) mm; 三角型诱捕器, 材料为钙塑板, 尺寸为 25 cm×54 cm。

糖醋液制作, 原料包括: 绵白糖、乙酸、无水乙醇。其中, 绵白糖(散装, 市售); 95%乙酸(天津市大茂化学试剂厂生产); 无水乙醇(天津市致远化学试剂有限公司生产)。糖(g)、乙酸(mL)、乙醇(mL)、水(mL)的比例为 3:1:3:80^[16]。

1.3 试验设计

1.3.1 性诱剂诱捕器制作 先将苹果小卷叶蛾性诱芯用细铁丝穿牢, 然后固定在三角型诱捕器的粘虫板上, 上方约 1 cm 处。

1.3.2 糖醋液诱捕器制作 先按 1.2 配方中的比例将各原料搅拌均匀, 然后装入直径约 20 cm 的塑料盆内。

试验果园按性诱剂监测区、性诱剂防治区、糖醋液监测区、糖醋液防治区和空白对照区随机划分为 5 个区域，每区域面积均不小于 $3 \times 667 \text{ m}^2$ 。将制作完成的性诱剂诱捕器或糖醋液诱捕器分别悬挂在相应区域的果树背阴面、树冠外围开阔处，离地高度约 1.5 m。其中，监测区每 667 m^2 悬挂 1 个诱捕器，每个果园设置 3 个，间隔距离 80 m 以上；防治区每 667 m^2 等距离悬挂诱捕器 6 个^[18]。苹果小卷叶蛾性诱芯每 30 d 更换 1 次，糖醋液则每 10~15 d 更换 1 次。

1.4 调查方法

自 4 月底开始，每天调查记录 1 次各监测区内性诱剂诱捕器和糖醋液诱捕器的苹果小卷叶蛾的诱捕数量，比较不同诱捕器诱蛾量的变化情况。在苹果小卷叶蛾成虫发生高峰期 10 d 后，在各防治区和对照区采取五点取样法随机选取 5 株树势一致的果树，并在每株树的东、西、南、北 4 方位各随机选取 25 个枝条，调查记录苹果小卷蛾为害数量，按下述计算枝条受害率和防治效果。由于苹果小卷叶蛾越冬代和第 2 代成虫发生数量较多，故只对两者后代即第 1 代幼虫和第 3 代幼虫的为害情况进行调查。枝条受害率（%）= 受害枝条数/调查的总枝条数×100；防治效果（%）=（对照区枝条受害率-防治区枝条受害率）×100。

1.5 数据统计与分析

利用 SAS 8.1 软件进行数据处理和统计分析。采用 *t* 检验进行两种诱集方法下苹果小卷叶蛾诱集总量的差异比较。采用单因素方差分析不同诱集方法、不同地点的苹果小卷叶蛾枝条受害率之间的差异，并用 Duncan’s 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 性诱剂和糖醋液诱集苹果小卷叶蛾成虫的发生动态比较

性诱剂和糖醋液诱集苹果园中苹果小卷叶蛾成虫的发生动态如图 1 所示。结果表明，性诱剂和糖醋液诱集苹果小卷叶蛾成虫的数量随诱捕日期的变化趋势基本一致，都呈现出一年发生 4 代的规律。同时，越冬代成虫发生数量较大，高峰期在 5 月上中旬；6 月中下旬、8 月上中旬和 9 月中下旬分别为第 1 代成虫、第 2 代成虫和第 3 代成虫发生高峰期。万荣和襄汾苹果园中性诱剂和糖醋液对苹果小卷叶蛾成虫的诱集高峰期基本吻合，而临猗果园中除越冬代成虫外，其余各世代性诱剂监测的成虫高峰期糖醋液监测结果不明显。

2.2 性诱剂和糖醋液对苹果小卷叶蛾的诱集总量比较

性诱剂和糖醋液对不同苹果园中苹果小卷叶蛾的诱集总量见表 1。结果显示：单个性诱剂诱捕器对苹果小卷叶蛾成虫的诱集总量均高于糖醋液诱捕器，不同地点苹果园中二者之间的差异均达到显著水平（ $P < 0.05$ ）。其中，混植苹果园中（临猗），单个性诱剂诱捕器对苹果小卷叶蛾的诱捕总量是糖醋液诱捕器的 5.95 倍（ $t=7.229$, $df=6$, $P=0.0004$ ），而大面积单植苹果园（万荣）和周围无其他果树种植的苹果园（襄汾）中二者相差较少，性诱剂诱捕器分别是糖醋液诱捕器的 2.07 倍（ $t=11.747$, $df=4$, $P=0.0003$ ）和 2.15 倍（ $t=4.502$, $df=4$, $P=0.0108$ ）。

2.3 性诱剂和糖醋液对苹果小卷叶蛾的防治效果

性诱剂和糖醋液诱捕器对苹果园苹果小卷叶蛾第 1 代幼虫和第 3 代幼虫的防治效果见表 2 和表 3。结

表 1 性诱剂和糖醋液对苹果小卷叶蛾的诱集总量
Table 1 The total number of *A. orana* adults that were trapped by sex attractant and sugar-vinegar liquid

诱捕方法 Trapping method	试验地点 Experimental site		
	临猗 Linyi	万荣 Wanrong	襄汾 Xiangfen
性诱剂 Sex pheromone	557.75±63.69 *	413.33±8.97*	472.00±19.11*
糖醋液 Sugar-vinegar liquid	93.75±7.99	199.33±15.86	220.00±26.85

注：表中数据为单个诱捕器对苹果小卷叶蛾成虫诱集量的平均值±标准误。*表示不同诱捕方法下苹果小卷叶蛾的诱集总量有显著差异（ $P < 0.05$ ）。
Note: Data in the table are the number of catches that were mean±SE. * indicates significant difference in the total number of *A. orana* adults that were trapped by sex attractant and sugar-vinegar liquid ($P < 0.05$).

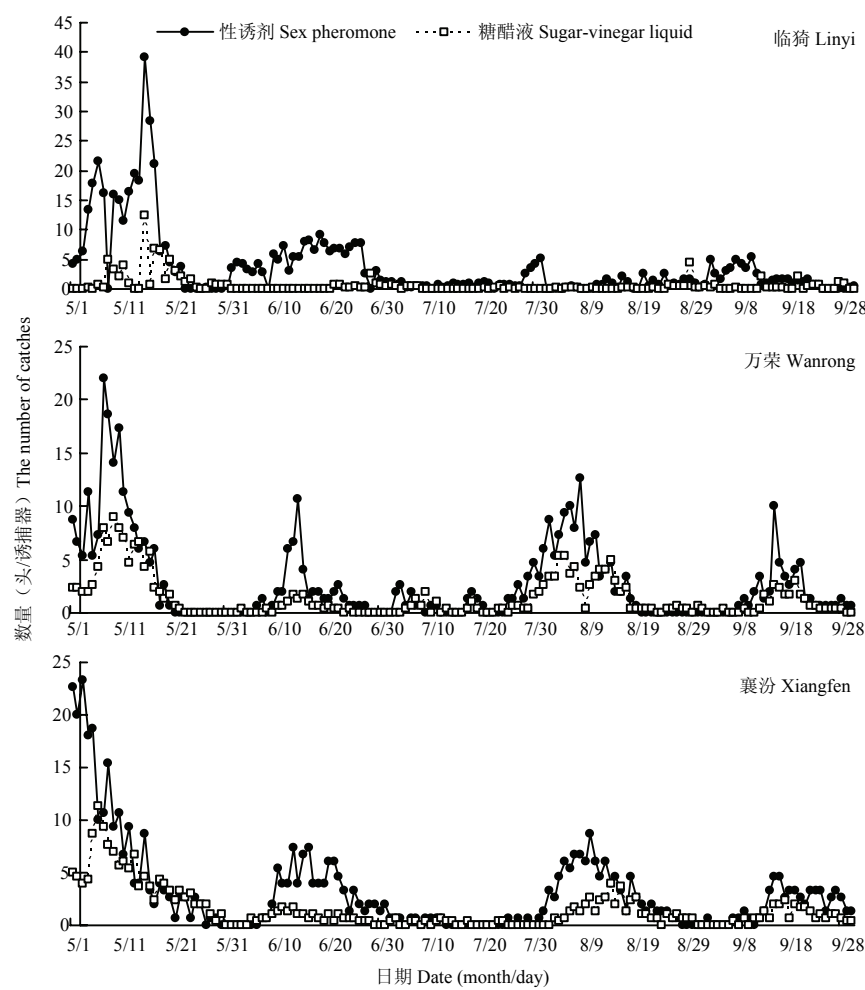


图 1 三个苹果园性诱剂和糖醋液诱集的苹果小卷叶蛾成虫发生动态

Fig. 1 The population dynamics of *A. orana* adults that were trapped by sex attractant and sugar-vinegar liquid in apple orchards

果显示，在不同地区苹果园中设置性诱剂和糖醋液诱捕器后，苹果小卷叶蛾第 1 代幼虫和第 3 代幼虫的为害率均显著低于对照园 ($P<0.05$)，但两种诱捕器之间无显著差别。此外，两种诱捕器对苹果小卷叶蛾第 3 代幼虫的防治效果均高于第 1 代幼虫的防治效果。其中，糖醋液诱捕器在大面积单植苹果园（万荣果园）中对苹果小卷叶蛾第 1 代和第 3 代幼虫的防效最高，分别为 43.18%和 46.15%；在周围无其他果树种植的苹果园（襄汾果园）中效果次之，分别为 41.51%和 44.19%；在混植苹果园中（临猗）效果最低，分别为 38.78%和 42.55%。但两种诱捕器在不同果园之间均无显著差异 ($P>0.05$)。

表 2 性诱剂和糖醋液诱杀对苹果小卷叶蛾第 1 代幼虫的防治效果 (%)

Table 2 The control effects of sex attractant and sugar-vinegar on the first generation larvae of <i>A. orana</i> (%)						
处理 Treatments	临猗 Linyi		万荣 Wanrong		襄汾 Xiangfen	
	枝条受害率	防治效果	枝条受害率	防治效果	枝条受害率	防治效果
	Damage rate of branch	Control effect	Damage rate of branch	Control effect	Damage rate of branch	Control effect
性诱剂 Sex pheromone	4.40±0.81 aA	55.10	3.60±0.75 aA	59.10	4.80±0.66 aA	54.72
糖醋液 Sugar-vinegar liquid	6.00±0.95 aA	38.78	5.00±0.71 aA	43.18	6.20±0.97 aA	41.51
对照 Control	9.80±1.24 b	—	8.80±1.36 b	—	10.60±0.93 b	—

注：表中数据为单个诱捕器对苹果小卷叶蛾成虫诱集量的平均值±标准误。枝条受害率同列数据后小写字母不同或同行数据后大写字母不同均表示差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Data in the table are the number of catches that were mean±SE. Means of the damage rate in the same column with different lowercase letters or that in the same line with different uppercase letters indicates significant difference ($P<0.05$).

表 3 性诱剂和糖醋液诱杀对苹果小卷叶蛾第 3 代幼虫的防治效果 (%)

Table 3 The control effects of sex attractant and sugar-vinegar on the third generation larvae of *A. orana* (%)

处理 Treatments	临猗 Linyi		万荣 Wanrong		襄汾 Xiangfen	
	枝条受害率	防治效果	枝条受害率	防治效果	枝条受害率	防治效果
	Damage rate of branch	Control effect	Damage rate of branch	Control effect	Damage rate of branch	Control effect
性诱剂 Sex pheromone	4.20±0.66 aA	55.32	3.00±0.55 aA	61.54	3.60±1.21 aA	58.14
糖醋液 Sugar-vinegar liquid	5.40±0.75 aA	42.55	4.20±0.80 aA	46.15	4.80±0.58 aA	44.19
对照 Control	9.40±0.75 b	—	7.80±1.53 b	—	8.60±1.21 b	—

注：表中数据为单个诱捕器对苹果小卷叶蛾成虫诱集量的平均值±标准误。枝条受害率同列数据后小写字母不同或同行数据后大写字母不同均表示差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Data in the table are the number of catches that were mean±SE. Means of the damage rate in the same column with different lowercase letters or that in the same line with different uppercase letters indicates significant difference ($P<0.05$).

3 讨论

准确掌握苹果小卷叶蛾发生规律，并抓住成虫产卵高峰期至幼虫孵化高峰期（尚未形成卷叶）^[19]，有利于实际生产中提高药剂防治效果。本研究结果显示，性诱剂和糖醋液两种不同方法用于监测苹果小卷叶蛾成虫发生动态时，一致反映出该虫在不同苹果园中的 4 次成虫高峰期，表明二者都可以用来预测苹果小卷叶蛾成虫的发生期，并可为下一步预测卵和幼虫的发生提供依据。其中，性诱剂法对苹果小卷叶蛾的诱集数量要显著高于糖醋液法，特别是在混植苹果园中这种差异更大，并且糖醋液法会出现高峰不明显的现象。这与胡雅辉等^[5]在桃园中的研究结果相反，其原因可能与所选用的性诱剂剂量、诱捕器类型、糖醋液配比、田间蛾量以及气象条件等因素有关^[11]。因此，在混植苹果园中，建议优先选用性诱剂诱捕法进行苹果小卷叶蛾成虫消长规律测报工作，以利于更准确地指导当地果园害虫防治。

除虫情监测外，性诱剂和糖醋液两种不同方法对苹果小卷叶蛾的大量诱杀效果也有所不同。其中，性诱剂诱捕器的防治效果略高于糖醋液诱捕器，这与张顶武等^[18]对桃园苹果小卷叶蛾的研究结果一致。同时，两种方法对苹果小卷叶蛾第 3 代幼虫的防治效果均高于第 1 代幼虫的防治效果，表明连续采用性诱剂诱捕器和糖醋液诱捕器进行大量诱杀，能够使防治效果逐步提高。这与其他理化诱杀技术作用特点一样^[20]。但是，性诱剂诱捕器对苹果小卷叶蛾防治效果最高仅为 61.54%，表明该方法虽能有效地诱杀成虫，但对其后代幼虫的防控效果尚不理想。这可能与性诱剂诱捕器只能诱捕雄虫，而部分残存雄虫又有可能通过多次交配使种群得以繁衍以及诱捕器设置密度等因素有关^[21]。相反，糖醋液诱捕器却具有雌、雄虫通杀的作用特点。利用性诱剂和糖醋液这两种方法的互补性，张顶武等^[18]研究发现性诱剂和糖醋液联合使用对桃园苹果小卷叶蛾的诱杀效果比单独使用性诱剂和单独使用糖醋液的效果要好。因此，如何结合使用性诱剂和糖醋液或者协调使用其他防治技术，弥补单一诱捕技术的不足，以进一步提高苹果园苹果小卷叶蛾的控制效果还需进一步研究。

此外，苹果小卷叶蛾寄主多样，且世代重叠现象严重，这也可能是造成性诱剂和糖醋液两种方法控害效果不理想的原因之一。因而，在苹果小卷叶蛾的防治过程中，建议相邻苹果园联合起来，统一进行防治，并做好果园周围其他树种的全面防治，从而保证理想的防治效果。

参 考 文 献

[1] 谌有光, 梁耀琦, 孙秀芹. 无公害绿色有机苹果、梨病虫害防治[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2011, 193-197.

[2] 吕兴, 李进, 曹克强, 等. 保定地区苹小卷叶蛾越冬虫态调查及成虫发生动态监测[J]. 中国植保导刊, 2013, 33(8): 48-50.

[3] 丁建云, 孟昭萍, 袁志强, 等. 北京郊区苹果小卷叶蛾成虫发生规律研究[J]. 应用昆虫学报, 2003, 40(5): 461-462.

[4] 宫美英, 张凤敏. 苹果小卷叶蛾的发生与防治[J]. 落叶果树, 2004, 36(4): 62.

[5] 胡雅辉, 张夏芳, 张青文, 等. 梨小食心虫和苹小卷叶蛾在桃园的发生规律与防治[J]. 昆虫知识, 2009, 46(5): 727-731.

[6] 陈淑琴. 苹果小卷叶蛾大发生的原因及综合防治技术[J]. 中国农技推广, 2009, 25(12): 38-39.

[7] 仇贵生, 张怀江, 闫文涛, 等. 氯虫苯甲酰胺对苹果树桃小食心虫及金纹细蛾的控制作用[J]. 应用昆虫学报, 2010, 47(1): 134-138.

- [8] 李晓军, 王涛, 元彬, 等. 2%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐微乳剂防止桃树苹果小卷叶蛾和梨小食心虫危害新梢的试验[J]. 落叶果树, 2009, 41(6): 29-30.
- [9] 张帆, 郭晓军, 张君明. 北方果树害虫的发生与防治趋势浅析[J]. 北方园艺, 2011(4): 167-168.
- [10] 冯建国, 于毅, 张安盛, 等. 生态苹果园害虫可持续治理技术[J]. 中国果树, 2005(1): 10-12.
- [11] 焦晓国, 宣维健, 盛承发. 性信息素在害虫测报中的应用研究进展[J]. 植物保护, 2006, 32(6): 9-13.
- [12] 刘英智, 孙亮, 王荣. 性诱剂在苹果害虫预测预报上的应用[J]. 山东农业科学, 2006(4): 57-58.
- [13] 马平平, 杨吉祥. 苹果园主要害虫无害化防控技术的综合应用[J]. 中国果树, 2010(3): 57-59.
- [14] 蔡志平, 张栋海, 彭延, 等. 不同诱捕技术对果园害虫的诱杀效果研究[J]. 落叶果树, 2014, 46(1): 8-11.
- [15] 刘洁, 王学良, 夏风, 等. 安徽省苹果小卷叶蛾发生规律及测报方法[J]. 安徽农学通报, 2006, 12(2): 126-127.
- [16] 何亮, 秦玉川, 朱培祥. 糖醋酒液对梨小食心虫和苹果小卷叶蛾的诱杀作用[J]. 应用昆虫学报, 2009, 46(5): 736-739.
- [17] 杨婧. 山地苹果小卷叶蛾监测与防控措施[J]. 西北园艺, 2011(1): 26-27.
- [18] 张顶武, 李松涛, 董民, 等. 性诱剂和糖醋液防治桃园苹果小卷蛾技术研究[J]. 中国果树, 2007(3): 37-39.
- [19] 郭线茹, 巩中军, 赵特, 等. 利用雌性信息素监测梨小食心虫和苹小卷叶蛾成虫发生动态[J]. 河南农业科学, 2004, 33(1): 31-32.
- [20] 刘中芳, 庾琴, 高越, 等. 梨园梨小食心虫性信息素迷向防治技术[J]. 中国生物防治学报, 2016, 32(2): 155-160.
- [21] 孔维娜, 李颖, 范仁俊, 等. 鳞翅目昆虫多次和延时交配行为研究进展[J]. 山西农业科学, 2013, 41(10): 1153-1156.