

曹正,谢春芹,陈慧敏,等.性信息素迷向剂控制桃园梨小食心虫危害的试验[J].江苏农业科学,2016,44(7):161-164.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.044

性信息素迷向剂控制桃园梨小食心虫危害的试验

曹正,谢春芹,陈慧敏,鲍荣静

(江苏农林职业技术学院,江苏句容 212400)

摘要:梨小食心虫是桃园的一种主要害虫,为了克服现有防治技术的不足,本试验采用在田间使用迷向膏剂释放性信息素迷向干扰成虫正常交尾,致使后代种群数量减少;同时调查折梢率和蛀果率,评价经济效益。结果表明,迷向膏使用量 $1\ 800\ \text{g}/\text{hm}^2$,田间诱捕器的最佳设置高度为 $1.5\ \text{m}$,效果最佳,诱捕到的成虫中有 $70\% \sim 80\%$ 的是雄虫。在第3代幼虫危害最严重期内试验园的蛀果率为 2.3% ,对照园蛀果率为 10.8% ,试验园区的防治效果是对照园区的5倍多,折梢率的防效均在 90% 以上。江苏农博园区和句容边城集镇试验园区分别增收 $22\ 440$ 、 $33\ 780\ \text{元}/\text{hm}^2$ 。

关键词:性信息素;迷向剂;桃园;梨小食心虫;危害

中图分类号: S436.612.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0161-04

梨小食心虫 (*Grapholitha molesta* Busck) 别称梨小蛀果蛾、梨姬食心虫、桃折梢虫,简称“梨小”,属于鳞翅目卷蛾科小食心虫属,是一种世界性害虫,主要危害梨、苹果、桃、山楂、杏、樱桃等果树。在国内分布广泛,尤其以华北、西北、东北、华东地区各桃、梨果产区发生最为普遍,幼虫危害果实和嫩梢。长期以来,桃树病虫害都以化学防治为主,虽能有效控制病虫害,但也存在一些缺点。性信息素属于生物防治范畴,具有对昆虫刺激的专一效果、污染较少、不伤益虫的优点,但在田间梨小食心虫发生量较大时,不能达到防治目的,只能作为监测预报当年昆虫的发生严重程度。昆虫性信息素别称性诱剂、性外激素、迷向剂、干扰交配剂,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(包括觅偶、定向求偶、交配等)的微量化学物质^[1],能够保证昆虫在种内雌雄个体之间的联系及种群的繁衍^[2]。多数昆虫种类是由雌虫释放这种化学物质,以引诱雄虫,但也有些

种类由雄虫释放以引诱雌虫,雌虫交配受精后一般不再产生性信息素。目前,全世界已鉴定和合成的昆虫性信息素或类似物达 $2\ 000$ 多种^[3],我国研制生产的重要害虫性信息素也有数十种^[4]。昆虫激素包括内激素和外激素两大类^[5],内激素包括脑激素、蜕皮激素和保幼激素,而外激素包括种间信息素(立即素、利它素和协同素)和种内信息素(聚集信息素、跟踪信息素、告警信息素、疏散信息素和性信息素)。内激素是由昆虫产生于体内,控制自身变态和发育的超微量物质;外激素是由昆虫分泌到体外,能够引起同种昆虫、同种异性昆虫或其他生物产生特殊生理效应和特定行为反应的超微量物质^[6],这是人们使用的各种昆虫性信息素。在我国,从1981年开始就有使用性信息素防治梨小食心虫的研究和应用^[7-9],对梨小食心虫成虫的生物学特性和诱捕器的应用进行评价^[10-13]和田间试验^[14-15];在河北省成虫集中诱捕的时间分别在6月、7月下旬和8月中旬,三角式和船式诱捕器的诱捕效果显著优于水盆式和干式诱捕器,白色、绿色诱捕器效果明显好于黄色,树冠外围诱捕成虫的数量明显高于内膛^[16]。对性信息素与化学药剂防治梨小食心虫效果进行比较,在剂量为 $125\ \text{mL}/\text{hm}^2$ (含有效成分 $37.1\ \text{g}/\text{hm}^2$) 时,可使梨小食心虫迷向率达 96% 以上^[4]。梨小食心虫性信息素于1965年从梨小食心虫雌蛾的腹部分离得到^[17],鉴定其结构为(*Z*)-8-十二碳烯-1-醇醋酸酯(*I*)、(*E*)-8-十二碳

收稿日期:2016-03-11

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(13)3064]。

作者简介:曹正(1967—),男,江苏靖江人,硕士,副教授,从事农牧资源开发与生态利用教学与研究。E-mail: 963243057@qq.com。
通信作者:谢春芹,硕士,副教授,从事食药药用真菌品种选育与病虫害防治教学与研究。E-mail: 1106667996@qq.com。

host preference indicates segregation of a new species, *Magnaporthe oryzae*, from *M. grisea* [J]. Mycologia, 2010, 94(4): 683-693.

[3] 张亚玲,靳学慧. 2002年黑龙江省部分稻区稻瘟病菌生理小种鉴定[J]. 植物保护, 2006, 32(2): 31-34.

[4] 吕军,靳学慧,张亚玲. 2004年黑龙江省部分稻区稻瘟病菌生理小种的测定[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2007, 19(1): 14-17.

[5] 全国稻瘟病菌生理小种联合试验组资料. 我国稻瘟病菌生理小种研究[J]. 植物病理学报, 1980, 10(2): 71-82.

[6] 雷财林,凌忠专,王久林,等. 北方稻区稻瘟病菌生理小种变化与抗病育种策略[J]. 作物杂志, 2000(3): 14-16.

[7] 潘汝敏,康必鉴,黄建民,等. 水稻稻瘟病菌致病性分化研究[J]. 华南农业大学学报, 1999, 20(3): 15-18.

[8] 何月秋,黄瑞荣,彭志平,等. 生物间遗传学在水稻品种与稻瘟病菌相互作用研究中的应用[J]. 植物病理学报, 1988, 15(1): 51-55.

[9] 林代福. 应用离体接种技术鉴定稻瘟病菌生理小种[J]. 植物保护, 1998, 20(4): 29-30.

[10] 周益军,范永坚,吴淑华,等. 稻瘟病菌生理小种离体接种鉴定和致病性人工诱变研究[J]. 江苏农业研究, 1999, 20(1): 34-38.

[11] 马辉刚,曹九龙,胡水秀,等. 水稻品种对稻瘟病的抗性分析及利用评价[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(2): 213-216.

[12] Hayashi N, Kobayashi N, Cruz C M V, et al. Protocols for the sampling of the diseases specimens and evaluation of blast disease in rice [C]. JIRCAS Working Report, 2009(63): 17-33.

烯-1-醇醋酸酯(Ⅱ)和(Z)-8-十二碳烯-1-醇(Ⅲ)的混合物^[18-19],三者比例为100:7:30^[4],各个组分比例在地理种群间存在差异^[20]。使用的主要剂型有微囊悬浮剂(CS)、熏蒸剂(VP)、管剂(Tube)和手工安置的迷向释放装置等,其作用机制有干扰交配(别称“迷向法”)^[3,8,21-24]和诱捕。目前,梨小食心虫性信息素主要用于害虫的预测预报,以指导大田防治;同时,也可采用诱捕法和干扰交配法直接进行害虫的防治,以及区分昆虫的近缘种和对害虫进行检疫等^[4]。在桃树上,除了梨小食心虫以外,还有桃蚜(*Myzus persicae* Sulzer)、桃小食心虫(*Carpocapsa niponensis* Walsingham)、桃蛀螟[*Dichocrocis punctiferalis* (Guenée)]、桃潜叶蛾(*Lyonetia clerella* L.)、苹小卷叶虫(*Adoxophyes orana* Fisher von Roslerstamm)、山楂红蜘蛛(*Tetranychus viennensis* Zacher)等和桃炭疽病(*Gloeosporium laeticolor* Berk.)、桃轮纹病(*Botryosphaeria berengeriana* de Not.)、桃疮痂病(*Cladosporium carpophilum* Thumen)等,这些都是桃果生长期的主要防治对象。近年来,随着桃树面积的不断扩大大以及昆虫抗药性的提高等多种因素的影响,梨小食心虫在桃树上的危害日趋严重,1~2代幼虫蛀梢,第3代危害果实;在中晚熟品种的桃园里,第3代幼虫蛀果率高达29%,成为生产过程中的主要害虫。在大多数桃产区,对该害虫的防治目前仍以化学防治为主,如果要降低该昆虫的危害及生产成本,准确预测预报成虫的发生期是防治的理论基础,这正是昆虫性信息素预测成虫初发期的特长和优势,所以本研究利用梨小食心虫性信息素预测成虫发生时间,并对防治试验研究进行总结,为该昆虫的防治提供理论和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

梨小食心虫迷向膏剂由南京中绿生物科技有限公司提供,迷向膏剂的有效成分为5%。

1.2 试验地点

分别于2013年4月14—15日和6月中旬在江苏农博园(32°0'48"N、119°14'44"E,海拔40 m)的桃园里释放迷向膏剂,示范面积6.67 hm²,桃树品种为瑞光27号(油桃)和华玉(毛桃),选择6.67 hm²不使用性诱剂防治的桃园作为对照。

2013年4月上旬和5月下旬在江苏省句容市边城集镇(32°1'29"N、119°15'27"E,海拔30 m),示范区约6.67 hm²,地处山地丘陵,沙石山土壤,主栽品种有上海水蜜桃、仓方早生桃、莱山蜜桃等不同时期成熟的桃树品种。试验树生长势基本一致,株行距为4 m×5 m,495株/hm²,树龄10~20年。对照调查区选择在试验园区邻近的且生境相近的另一桃园,面积6.67 hm²。

1.3 试验方法

在越冬代成虫第1次羽化前1周内使用,迷向膏剂标准使用量1 800 g/hm²,在离树顶1/3处按每个点1~2 g,使用配套的木条按照使用要求将迷向膏剂抹于树杈之间,迷向膏剂在2~3 h后固化。中晚熟品种在50 d后再使用1次,共使用2次,使用时须避开雨天。

1.4 调查统计

1.4.1 使用方法 试验区以对角线划分监测点,每个监测点放置性诱剂水盆诱捕器5个,悬挂在树冠外围距地面1.5 m

处,相邻诱捕器间距40~50 m。诱捕盆内加入含0.10%洗衣粉或0.10%洗涤剂的液体,诱芯悬挂于距水面1 cm左右处。每天检查盆内雄蛾并计数,如诱盆内的水位过低,需加水不足,同时也要定期更换诱芯。

1.4.2 折梢率的统计 根据性诱测报的结果,在梨小食心虫的各代幼虫高峰期出现3 d以后,在园内随机抽查5~10株树,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,并将被折新梢剪掉;每3 d调查1次,共3次。按下列公式计算新梢受害率:新梢受害率=受害新梢数/调查新梢总数×100%;防治效果=(对照区新梢受害率-防治区新梢受害率)/对照区新梢受害率×100%。

1.4.3 蛀果率的统计 结合果实采收,在试验园东南西北中各方位各选1~2株树(共计5~10株),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500~1 000个果实,调查记载梨小食心虫危害的虫果数。果实受害率=果实受害数/调查果实总数×100%;防治效果=(对照区虫果率-防治区虫果率)/对照区虫果率×100%。

1.4.4 数据统计 迷向率=(1-迷向区诱蛾总量/对照区诱蛾总量)×100%;统计虫梢率、蛀果率。

2 结果与分析

对于梨小食心虫的防治,首先要了解该昆虫的生物学特性和发生规律,同时借助每年当地气象预报,才能准确判断成虫羽化期,开展迷向膏剂的诱蛾防治。经过长期室内和田间笼罩证明,雄虫一生最多可交尾5次。在雌雄比为10:3时,繁殖系数为1:13.5;在雌雄比10:10时,繁殖系数为1:16.1。如果在田间诱捕70%~80%的雄虫,可有效降低下一代梨小食心虫种群数量。在桃树树冠内,梨小食心虫性信息素最佳设置高度为1.5 m,诱集效果最佳。

2.1 梨小食心虫发生动态

2个迷向膏剂监测点的结果表明,试验区诱捕到的梨小食心虫成虫数量很少,后期幼虫危害轻,而对照区则相反(图1)。

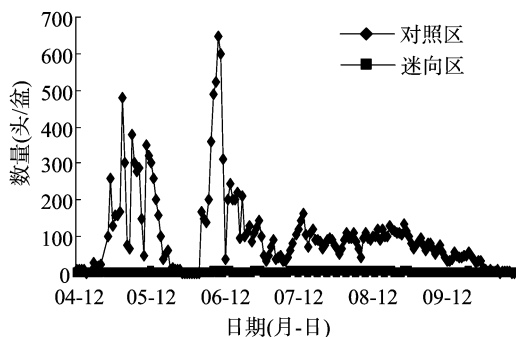


图1 梨小食心虫迷向示范成虫发生动态比较

2.2 折梢调查

2013年7—9月对农博园区试验区的梨小食心虫折梢进行调查,迷向膏剂试验区折梢率在0.32%~0.52%之间,对照园区的折梢率为1.52%~3.25%,对照园区折梢数是迷向园区折梢数的5倍(图2)。

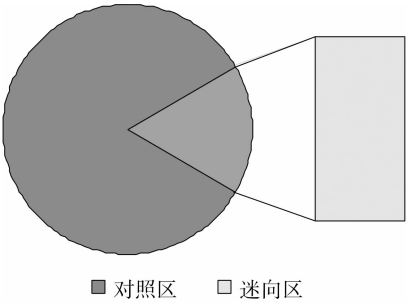


图2 农博园区试验区梨小食心虫的折梢数

表1 边城集镇试验区梨小食心虫第1代至第5代幼虫危害末期的折梢率

调查时间	调查幼虫代数	调查区桃品种	处理	调查新梢数(个)	虫害梢数(个)	梢数率(%)	防治效果(%)
5月22日	第1代	随机取样	迷向区	4 450	11	0.25a	99.23
			对照区	2 550	832	32.43b	—
6月30日	第2代	上海水蜜	迷向区	3 550	4	0.11a	99.68
			对照区	2 800	966	34.65b	—
7月29日	第3代	仓方早生	迷向区	2 515	4	0.18a	99.65
			对照区	3 180	1 650	51.56b	—
8月25日	第4代	莱山蜜桃	迷向区	3 075	7	0.22a	99.49
			对照区	2 710	1 165	43.15b	—
9月28日	第5代	随机取样	迷向区	2 080	6	0.35a	98.49
			对照区	2 000	457	23.18b	—

注:调查时,每区选择4块地,每块调查2株树,查数全部新梢,表中的数据为4块地数据的平均值,用DPS数据分析软件,采用Bonferroni检验方法,检验各处理的差异显著性。

袋对防治梨小食心虫的效果非常显著。华玉桃的迷向区套袋和对照区蛀果率分别为6.3%和19.6%,防治效果为67.9%(表3);在相同品种的迷向区内,套带和不套袋的蛀果率分别为2.68%和47.06%,防效为94.31%(表4);在同一个桃园里的不同品种套袋管理,蛀果率也有差异,如瑞光27号(油桃)为2.68%,而华玉(毛桃)为6.30%(表5)。对边城集镇试验区第2代至第4代幼虫蛀果率的调查显示,防治区的效果均在97%以上,对照区的蛀果率最高达13.38%,中晚熟品种套袋桃果,每年平均可挽回10%以上的桃果实损失(表6)。

表2 2013年8月22日和9月13日试验区梨小食心虫的虫果率

试验区	总果数(个)	虫果数(个)	虫果率(%)
对照区	113	15	13.27
迷向区	112	13	2.62

表3 华玉毛桃迷向区套袋与对照区梨小食心虫的虫果率

处理区	总果数(个)	蛀果数(个)	蛀果率(%)
对照区	209	41	19.6
迷向区	379	24	6.3

表4 相同品种迷向区套袋与不套袋梨小食心虫的虫果率

处理	总果数(个)	蛀果数(个)	蛀果率(%)
不套袋	119	56	47.06
套袋	112	3	2.68

表5 同一桃园不同品种统一套袋梨小食心虫虫果率比较

品种	总果数(个)	蛀果数(个)	蛀果率(%)
华玉(毛桃)	379	24	6.30
瑞光27号(油桃)	112	3	2.68

3 防治成本及增收效果

据农博园区试验区统计,迷向膏剂每次成本为

2013年5—9月对边城集镇试验地区瑞光27号(油桃)的第1代至第5代幼虫危害末期的调查结果证明,第1代幼虫危害最轻,而第3代幼虫危害最重;试验园区的防治效果均在98%以上(表1)。

2.3 梨小食心虫对不同品种及套袋管理桃园蛀果率的调查

分别于2013年8月22日和9月13日对梨小食心虫的蛀果率进行调查,试验园的蛀果率为2.62%,对照园蛀果率为13.27%,对照区是试验区的5倍多,瑞光27号、黄桃和华玉桃迷向区蛀果率均低于对照(表2);其中,瑞光27号油桃防治区和对照区分别为40.76%和67.69%;在迷向区进行套

750元/hm²,以每年使用2次计算,成本1500元/hm²,如华玉品种的产量按30000kg/hm²计算,如果防治后的蛀果率由19.6%降为6.3%,减少蛀果损失30000kg/hm²×(19.6% - 6.3%) = 3990kg/hm²,以残次果售价1.0元/kg、正常果平均售价7元/kg计算,销售收入差价 = 3990kg/hm² × (7元/kg - 1元/kg) = 23940元/hm²,减去1500元/hm²性信息素成本,可增加收益22440元/hm²;而在边城集镇的试验园区增收33780元/hm²(表7)。

4 结论与讨论

试验结果证实,性信息素迷向法是目前最佳的单项防控措施,可以有效降低梨小食心虫的虫口密度。在田间诱捕器的最佳设置高度为1.5m、迷向膏使用量为1800g/hm²时的诱捕效果最好;诱捕成虫中有70%~80%的是雄虫;第3代幼虫是防治的重点。试验园的蛀果率为0.29%,对照园蛀果率为10.8%,对照区是试验区的5倍多;折梢率和套袋防效均在97%以上,对中晚熟套袋品种的防效更加明显。

试验结果证明,虽然性信息素能有效引诱成虫,降低虫口密度,但不宜作为防治的主要手段;应形成信息素迷向技术、套袋、生物防治及低毒农药等的综合控制技术^[22]。在众多的天敌昆虫中,丽闭腔茧蜂(*Bassus festivus* Muesebeck)是梨小食心虫的自然优势天敌,松毛虫赤眼蜂(*Trichogramma dendrolimi* Matsumura)则是人工释放的优势天敌,最佳释放密度为益虫:害虫=1:40,每次放蜂量为30万~45万头/hm²;只要掌握该害虫的发生规律,在雄成虫发生期就可以正确释放这2种天敌昆虫,较好控制幼虫危害,可减少30%~50%农药使用量。王凤等比较了性信息素与化学药剂防治桃园梨小食心虫的效果。结果表明,性信息素的防效普遍比化学药剂好一

表 6 边城集镇试验区梨小食心虫第 2 代至第 4 代幼虫危害末期的蛀果率比较

调查时间	调查幼虫 代数	调查区桃 品种	处理区	调查总果数 (个)	蛀果数 (个)	虫果率 (%)	防治效果 (%)
6 月 30 日	第 2 代	上海水蜜	迷向区	3 455	2	0.00a	100.00
			对照区	3 570	108	3.10b	—
7 月 29 日	第 3 代	仓方早生	迷向区	2 435	7	0.29a	97.12
			对照区	2 305	232	10.08b	—
8 月 25 日	第 4 代	莱山蜜桃	迷向区	2 385	7	0.29a	97.83
			对照区	2 005	269	13.38b	—

注:调查时,每区选择 4 块地,每块调查 2 株树,查数全部桃果,表中的数据为 4 块地数据的平均值,用 DPS 数据分析软件,采用 Bonferroni 检验方法,检验各处理的差异显著性。

表 7 边城集镇试验区桃园经济评价

桃园区	投入成本(元/hm ²)									产出			净收入 (元/hm ²)
	人工	果袋	农药(包括 迷向膏剂)	灌溉	土地 费用	肥料	农具 折旧	其他	小计	平均产量 (kg/hm ²)	平均单价 (元/kg)	销售收入 (元/hm ²)	
综合防治示范园	19 500	7 800	6 450	2 250	16 500	13 800	300	750	67 350	48 375	4.0	193 500	126 150
常规生产园	18 000	0	12 750	2 250	16 500	13 800	300	750	64 350	48 975	3.2	156 720	92 370

注:以上成本均含果袋及套袋人工;另外常规防治园多打 3 次药;示范园、常规防治园均按 3.33 hm² 有 1 台太阳能杀虫灯进行布置。

些^[16]。1 hm² 设置性信息素诱捕器 600 头,虫果率为 8.36%,防治效果 83.15%。化学药剂连续防治 3 次,以 1% 甲维盐 1 000 倍液防治的蛀果率为 9.19%,防效为 81.49%。用迷向法防治桃树梨小食心虫的机理是干扰成虫的正常交配和产卵,从而减少下一代幼虫的发生数量,使被害桃折梢率和蛀果率下降。用梨小食心虫性信息素微胶囊制剂,在澳大利亚的桃园和梨园中对梨小食心虫进行大面积的干扰交配试验,效果较佳^[24]。

我国各地桃园的地理位置和气象条件不同,成虫的发生期有差异,须要准确选择性信息素使用时间,形成适合该产区的梨小食心虫综合防控技术体系,利用性信息素控制害虫工作需要长期化,只有在多年连续使用的基础上总结经验,再结合其他综合技术体系才能把该害虫控制在较低为害程度。同时,各地技术体系要以生态安全为基础,减少化学农药使用量。虽然性信息素的应用防治成本略高于常规对照园区,但由于好果率增加,桃果品质高,经济效益仍是很显著的,有利于增加农民收入。

参考文献:

[1] 杜家伟. 昆虫信息素及其应用[M]. 北京:中国林业出版社,1988.

[2] 马 丁. 昆虫性外激素[M]. 北京:科学出版社,1978.

[3] 孟宪佐. 昆虫性信息素的应用[J]. 生物学通报,1997(3):46-47.

[4] 徐 妍,吴国林,吴学民,等. 梨小食心虫性信息素研究及应用进展[J]. 现代农药,2009,8(3):40-44,54.

[5] 浦冠勋. 昆虫性信息素的研究与应[J]. 常熟高专学报,2001,15(4):63-65.

[6] 王亚璐. 梨小食心虫性信息素的合成及活性研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2007.

[7] 孟宪佐,汪宜蕙,叶孟贤. 用性信息素诱捕法大面积防治梨小食心虫的田间试验[J]. 昆虫学报,1985,28(2):142-147.

[8] 冯明祥,姜瑞德,王佩圣,等. 用性外激素迷向法防治桃树梨小食心虫[J]. 落叶果树,2002(5):9-10.

[9] 涂洪涛,张金勇,陈汉杰. 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.

[10] 王飞高,易 为,樊建庭. 性信息素诱杀山地果园梨小食心虫效果比较[J]. 中国森林病虫,2010,29(2):41-43.

[11] 赵志国,高利华,杨慧娟,等. 桃园不同世代梨小食心虫性信息素诱捕器的比较[J]. 北方园艺,2013(6):124-127.

[12] 周洪旭,李丽莉,于 毅. 信息素迷向法规模化防治梨小食心虫[J]. 植物保护学报,2011,38(5):385-389.

[13] 刘金利,崔丽贤,程晓燕,等. 梨小食心虫性信息素诱捕器应用评价[J]. 山西农业科学,2014,42(2):166-168.

[14] 何 超,秦玉川,周天仓,等. 应用性信息素迷向法防治梨小食心虫试验初报[J]. 西北农业学报,2008,17(5):107-109.

[15] 杨兴翠,马 涛,易思雨,等. 性信息素微胶囊迷向防治梨小食心虫田间试验[J]. 中国生物防治学报,2015,31(3):410-415.

[16] 王 凤,朱 烨,蔡丹群,等. 性信息素与化学药剂防治梨小食心虫效果比较[J]. 中国森林病虫,2013,32(4):24-26.

[17] George J A. Sex pheromone of the oriental fruit moth grapholitha molesta[J]. Canadian Entomologist,1965,97(9):1002-1007.

[18] Roelofs W L, Comeau A, Selle R. Sex pheromone of the oriental fruit moth [J]. Nature,1969,224:723-726.

[19] 刘金龙,李庆燕,薛小连,等. 梨小食心虫性信息素主要成分的化学合成与田间活性试验[J]. 中国生物防治学报,2015,31(2):268-272.

[20] 陆鹏飞,黄玲巧,王琛柱. 梨小食心虫化学通信中的信息物质[J]. 昆虫学报,2010,53(12):1390-1403.

[21] 孟宪佐,胡菊华. 梨小食心虫性外激素的一种实用合成方法与田间诱蛾活性[J]. 环境科学,1980,1(1):75-76.

[22] 郝宝锋,张新生,刘 勇,等. 合成梨小性信息素对梨小食心虫迷向作用的研究[J]. 河北果树,2002(4):38.

[23] Tomlin C D S. The Pesticide Manual. [M]. 14th ed. United Kingdom; British Crop Protection Countil, 2006:377-378.

[24] Il'ichev A L, Stelinski L L, Williams D G, 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.