

苹果蠹蛾性信息素缓释剂的控害效果*

涂洪涛^{1,2} 张金勇¹ 罗进仓³ 王春良⁴ 宝山⁵ 刘延杰⁶ 陈汉杰^{1**}

(1. 中国农业科学院郑州果树研究所 郑州 450009; 2. 中国农业大学昆虫系 北京 100193;
3. 甘肃省农业科学院植物保护研究所 兰州 730070; 4. 宁夏农林科学院种质资源研究所 银川 750002;
5. 宁夏森林病虫害防治检疫站 银川 750002; 6. 黑龙江省农业科学院牡丹江分院 牡丹江 157041)

摘要 2010年在甘肃、宁夏、黑龙江3地对苹果蠹蛾 *Cydia pomonella* (L.) 性信息素缓释剂(购自澳大利亚 Bioglobal 公司;性信息素含量为 0.16 g/根)对苹果蠹蛾的迷向防治效果进行了试验;观察了不同生态区设置不同缓释剂密度的防治效果和持效期。结果表明,在低虫口密度下,在不同生态区每公顷悬挂 660、990 和 1320 根性信息素迷向丝,均能取得较好的防治效果;在越冬代活动前处理,基本上可以控制整个生长期苹果蠹蛾对果实的为害。在新侵入的低密度果园,通过诱蛾监测、调查蛀果和树干绑诱虫带等验证方法,初步证明使用该性信息素缓释剂处理 1 年可以达到铲除的效果。依据本研究结果,结合防治成本,在苹果蠹蛾发生地区,采用 660 根/hm² 的悬挂密度使用进口性信息素缓释剂处理果园可以达到良好的防治效果。

关键词 苹果蠹蛾, 进口性信息素迷向丝, 性信息素缓释剂, 迷向防治

Comparison of the effectiveness of different densities of sex pheromone in disrupting mating in the codling moth (*Cydia pomonella*)

TU Hong-Tao^{1,2} ZHANG Jin-Yong¹ LUO Jin-Cang³ WANG Chun-Liang⁴
BAO Shan⁵ LIU Yan-Jie⁶ CHEN Han-Jie^{1**}

(1. Zhengzhou Institute of Pomology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450009, China; 2. Department of Entomology, Chinese Agricultural University, Beijing 100193, China; 3. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China; 4. Institute of Germplasm Resources, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China; 5. Ningxia Forestry Pest Control and Quarantine Station, Yinchuan 750002, China; 6. Research Institute of Mudanjiang, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang 157041, China)

Abstract In 2010 a test of mating disruption as a means of controlling the codling moth *Cydia pomonella* (L.) was carried out in Gansu, Ningxia and Heilongjiang Provinces using a 0.16 g/strip dispenser. Densities of 660 strip/hm², 990 strip/hm², 1320 strip/hm², all achieved good control results in different districts. Codling moths could be kept at very low levels over the entire growing season by hanging dispensers on the tops of trees before in the appearance of the overwintering generation. In newly invaded orchards, small populations of codling moth could be eliminated by using dispensers for 1~2 years. A dispenser density of 660strip/hm² would be most cost-effective.

Key words *Cydia pomonella*, imported dispenser, sustained release agent of insect sex pheromone, mating disruption

苹果蠹蛾 *Cydia pomonella* (L.), 俗称苹果小卷蛾, 属鳞翅目 (Lepidoptera), 小卷蛾科 (Olethreutidae), 主要危害仁果类水果, 寄主包括苹果、梨、杏、桃、山楂和板栗等, 可严重降低果实品质并造成大量落果(蔡青年等, 2005)。苹果蠹蛾起源于欧亚大陆中南部地区, 在世界上广泛分

布于除东亚(包括中国东部、日本和朝鲜半岛)外几乎所有的苹果和梨产地(全国苹果蠹蛾研究协作组, 1994; 林伟等, 1996)。张学祖于 1953 年首次在我国新疆发现该虫, 并于 1957 年在国内做了首次报道, 其为新疆自治区内最严重的一种果树害虫(张学祖, 1957)。19 世纪 80 年代后苹果蠹蛾

* 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(200903042)、现代苹果产业技术体系(CARS-28)。

** 通讯作者, E-mail: chenhanjie@caas.net.cn

收稿日期:2011-12-05, 接受日期:2011-12-23

随游客携带的果品首先传入了甘肃省敦煌市(秦晓辉等,2006),疫区面积迅速扩大,截止到2009年,已有新疆、甘肃、黑龙江、内蒙古和宁夏5省区局部发生苹果蠹蛾疫情32.96万 hm^2 (王春林和王福祥,2009)。目前随着各种贸易活动、果品调运、苗木种子调运、旅游等活动的增加,极大增加了苹果蠹蛾传入苹果优势产区的风险,严重威胁我国水果生产及贸易安全(史惠玲等,2008)。应用昆虫信息素防治害虫是近年来发展起来的一种新技术,它具有高效无毒、不伤害天敌、不污染环境等优点,因而深受人们的欢迎,国内外对这一新技术的研究和应用都很重视(翟小伟等,2009)。Roelofs等(1971)首先通过气象色谱和触角电位试验鉴定出苹果蠹蛾雌性信息素主要成分为E8, E10-十二碳二稀-1-醇,目前利用信息素防治苹果蠹蛾主要通过监测(翟小伟等,2010a;阿地力·沙塔尔等,2011;张涛等,2011;张新平等,2011)、诱捕(翟小伟等,2010b)、诱杀(Losel *et al.*, 2000; Ebbinghaus *et al.*, 2001; Charmillot *et al.*, 2002)和干扰交配(迷向)(McDonough *et al.*, 1992; Pfeiffer *et al.*, 1993; Judd *et al.*, 1997; Witzgall *et al.*, 2008; 魏玉红,2010)这4种方式。本研究引进澳大利亚环球生物科技有限公司(BioGlobal Limited)生产的0.16 g/根信息素缓释剂防治苹果蠹蛾,分别在甘肃、宁夏、黑龙江设置试验,观察了不同密度缓释剂处理对苹果蠹蛾的防治效果和持效期,为不同生态区合理应用信息素缓释剂迷向法防治该虫提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

苹果蠹蛾信息素缓释剂(迷向丝,有效成分含量为0.16 g/根)由澳大利亚Bioglobal公司生产。

1.2 试验设计

甘肃省设置2个试验区,均为苹果蠹蛾多年发生区域。1号试验区延续2009年试验(魏玉红等,2010),地点位于甘肃省兰州市城关区,果园面积约8 hm^2 ,每 hm^2 悬挂迷向丝990根(折合每66根/667 m^2);2号试验区开展不同密度信息素缓释剂迷向防治试验,地点位于甘肃省民勤县三雷乡民勤园艺场,果园面积约7.3 hm^2 ,共分为660、990、1320根/ hm^2 (分别折合44、66、88根/

667 m^2)3个密度处理。处理时间在苹果开花初期,为2010年4月20日—2010年4月21日。对照区面积1.33 hm^2 ,与2号处理区相距1.2 km左右,中间没有其他果园;对照果园内苹果、梨、桃混种,以苹果为主,品种主要为元帅和金冠。

宁夏设置2个试验区,1号试验区是宁夏青铜峡市甘城子乡的一处苹果园,为2010年新侵入点,仅在单一诱捕器诱到苹果蠹蛾;以监测到苹果蠹蛾的地点为中心,周围100~150 m内所有苹果蠹蛾寄主果园全部处理,处理面积约6 hm^2 ,处理密度为990根/ hm^2 ,处理时间为2010年5月21日。2号试验区是中卫市中科院沙坡头沙漠研究试验站苹果园,面积约4 hm^2 ,共分为660、990、1320根/ hm^2 3个密度处理;试验区外围种植有核桃和梨等树种约2 hm^2 ,一并处理;处理时间为2010年4月21日—2010年4月23日。在距离2号试验区2 km左右处设置对照果园,园中主栽为富士和红星苹果。

黑龙江设置1个试验区,为苹果蠹蛾多年发生区域,位于牡丹江市东宁县,试验区面积约8 hm^2 ,共分为660、990、1320根/ hm^2 3个密度处理;处理时间为2010年5月21日。

试验期间试验园和对照园用药情况保持一致。

1.3 防治效果评价方法

1.3.1 诱蛾量调查 每个处理在中心区悬挂2个三角式诱捕器监测田间的蛾量,每隔7 d检查1次诱蛾量,每月更换1次诱芯。诱芯由Bioglobal Ltd.提供,其中性信息素含量为10 mg。

使用以下公式计算诱蛾下降率:

$$\text{诱蛾下降率}(\%) = \frac{(\text{对照区平均器诱蛾数} - \text{处理区平均诱蛾数})}{\text{对照区平均诱蛾数}} \times 100。$$

1.3.2 蛀果率调查 在果实成熟期调查蛀果率,每处理调查果实不少于1000个,计算防效。

1.3.3 诱虫带调查 在苹果蠹蛾越冬之前(8月中旬之前)在各处理中心区域随机选择20棵苹果树,并在其主干上捆绑15 cm宽的瓦楞纸诱集带以诱集越冬幼虫。

1.3.4 显著性分析 利用SPSS 17.0,使用邓肯氏新复极差法,以蛀果率和防效为指标,测验3个

防控区域在 0.05 水平上有无显著性差异。

2 结果与分析

2.1 诱蛾量调查

如表 1 所示,在使用信息素迷向丝处理后,甘肃民勤和宁夏青铜峡试验区各个处理在整个生长季均未诱到苹果蠹蛾,诱蛾下降率达到了 100%;甘肃兰州处理区在整个生长季平均每诱捕器的诱

蛾量低于 1 头,诱蛾下降率为 97% ~ 98.14%;宁夏中卫试验区仅在 990 根/hm² 处理诱到 1 头/诱捕器,660、1 320 根/hm² 均未诱到蛾,取得了显著的迷向效果;而在黑龙江东宁试验区 3 个处理的诱蛾下降率为 46.67% ~ 83.38%,诱蛾最大量达到 17 头/诱捕器,迷向效果显著低于其他几个试验区。

表 1 不同密度信息素缓释剂迷向处理后诱捕器诱捕的雄蛾数量(头/诱捕器)(2010)

Table 1 Catches of male *Cydia pomonellain* by traps in different sex pheromone treatment (catching number per trap)(2010)

性信息素条 密度(根/hm ²) The densities of sex pheromone dispensers (bars/hm ²)	甘肃兰州 Lanzhou, Gansu		甘肃民勤 Minqin, Gansu		宁夏青铜峡 Qingtongxia, Ningxia		宁夏中卫 Zhongwei, Ningxia		黑龙江东宁 Dongning, Heilongjiang	
	越冬代 Over wintering	1-2 代 1 st -2 nd	越冬代 Over wintering	1-2 代 1 st -2 nd	越冬代 Over wintering	1-2 代 1 st -2 nd	越冬代 Over wintering	1-2 代 1 st -2 nd	越冬代 Over wintering	1-2 代 1 st -2 nd
	660	—	—	0	0	—	—	0	0	0
990	0.5	0.33	0	0	0	0	0	1	6	11
1 320	—	—	0	0	—	—	0	0	0	16
0	16.67	17.33	3.5	10	2	0	17	6	13	30

2.2 蛀果率调查

宁夏青铜峡和甘肃民勤试验区分别为新侵入区和发生密度较低区,各个处理区和对照区均未发现蛀果;甘肃兰州和宁夏中卫试验区各个处理

均未发现蛀果,防效达到了 100%;黑龙江东宁试验区 3 个处理的防效也达到了 90% 以上,其中以中间密度 990 根/hm² 处理区的防效最低,为 90.91%,3 个处理间防效无显著差异(表 2)。

表 2 不同密度信息素缓释剂迷向处理后的蛀果率及防治效果(2010)

Table 2 The damaged rates of fruits and control effects in different sex pheromone treatments(2010)

性信息素条 密度(根/hm ²) The densities of sex pheromone dispensers (bars/hm ²)	甘肃兰州 Gansu, Lanzhou		甘肃民勤 Gansu, Minqin		宁夏青铜峡 Ningxia, Qingtongxia		宁夏中卫 Ningxia, Zhongwei		黑龙江东宁 Heilongjiang, Dongning	
	蛀果率 Damaged rate of fruit (%)	防效 Control effect (%)	蛀果率 Damaged rate of fruit (%)	防效 Control effect (%)	蛀果率 Damaged rate of fruit (%)	防效 Control effect (%)	蛀果率 Damaged rate of fruit (%)	防效 Control effect (%)	蛀果率 Damaged rate of fruit (%)	防效 Control effect (%)
	660	—	—	0	—	—	—	0	100	0.075
990	0	100	0	—	0	—	0	100	0.1	90.91a
1320	—	—	0	—	—	—	0	100	0.05	95.45a
0	1.39	—	0	—	0	—	0.1	—	1.1	—

注:同列数据后标有相同小写字母表示使用邓肯氏新复极差法测验在 0.05 水平上无显著差异。

The data followed by the same letters in the same column indicate no significant difference at 0.05 level by Duncan's new multiple range test.

2.3 诱虫带调查

甘肃民勤和宁夏青铜峡试验区使用瓦楞纸诱集带均未能诱到越冬幼虫;甘肃兰州处理区每诱捕带仅诱集到 0.05 头越冬幼虫,诱虫下降率为 90.91%;宁夏中卫 3 个处理区越冬幼虫诱集量为

0.05 ~ 0.15 头/诱捕带,但是对照区未能诱集到越冬幼虫;黑龙江东宁试验区 660 根/ hm^2 处理区未能诱到越冬幼虫,990、1 320 根/ hm^2 越冬幼虫诱集量分别为 0.25、0.5 头/诱捕带,诱虫下降率分别为 95.65% 和 91.3% (表 3)。

表 3 不同密度信息素缓释剂迷向处理后诱集越冬幼虫数(2010)

Table 3 Catching number of overwintering larvae of *Cydia pomonella* by trap-bands in different sex pheromones treatments(2010)

性信息素条密度 (根/ hm^2) The densities of sex pheromone dispensers (bars/ hm^2)	甘肃兰州 Lanzhou, Gansu	甘肃民勤 Minqin, Gansu	宁夏青铜峡 Qingtongxia, Ningxia	宁夏中卫 Zhongwei, Ningxia	黑龙江东宁 Dongning, Heilongjiang
	诱集虫口数 Catching number	诱集虫口数 Catching number	诱集虫口数 Catching number	诱集虫口数 Catching number	诱集虫口数 Catching number
660	—	0	—	0.05	0
990	0.05	0	0	0.15	0.25
1 320	—	0	—	0.1	0.5
0	0.55	0	0	0	5.75

3 结论与讨论

鉴于苹果蠹蛾近年来有扩散速度加快的趋势,在苹果蠹蛾发生区采取有效的防控措施以抑制其为害和阻止其蔓延是当务之急。通过使用澳大利亚环球生物科技有限公司提供的 0.16 g/条信息素缓释剂防治苹果蠹蛾的田间试验看出,不同生态区所有处理均取得了良好的防治效果,在越冬代活动前处理,基本上可以控制整个生长季苹果蠹蛾对果实的为害。结合防治成本,在苹果蠹蛾发生密度较低地区使用 660 根/ hm^2 密度进行处理较为适宜。

宁夏青铜峡试验区为新侵入区,为降低疫情扩散风险,在处理区和试验区同时加大了药剂防治力度,处理区整个生长季诱蛾量、蛀果率、诱虫带诱虫量均为零,我们将进一步对其进行连续试验监测,为建立新侵入区的铲除标准奠定基础。黑龙江东宁试验区管理较粗放,虫口基数大,且试验区周围玉米地中有零星苹果树,隔离效果较差,试验区的蛀果主要集中在边缘地带,影响对信息素迷向防治效果的准确判断。

本试验通过信息素诱捕、蛀果率、诱虫带诱集越冬幼虫等方法,较为客观地评价了该迷向丝的

防治效果,结果与翟小伟等(2010a,2010b)及魏玉红等(2010)使用信息素迷向处理防治苹果蠹蛾的结果基本一致,均表现出了效果好、持效期长、简单易行等特点,对减轻环境污染、增强天敌的控制作用都有很重要的意义。本试验通过使用不同密度信息素缓释剂在不同生态区处理防治苹果蠹蛾,为合理应用信息素缓释剂迷向法防治苹果蠹蛾提供了理论依据。苹果蠹蛾属钻蛀性害虫,在甘肃张掖地区 5 月中旬为越冬代成虫羽化高峰期,5 月中下旬 1 代幼虫开始蛀果为害(周昭旭等,2008),在使用传统的套袋防治食心虫措施之前,更适合使用迷向法防治。由于我国种植模式及使用成本所限,目前迷向防治技术在我国还没有得到广泛应用,国外迷向法产品已经开始在中国进行农药登记且建厂生产,国内厂商也正在积极改进使用剂型等,相信随着国内产品的上市,竞争的加剧,价格应该会有很大下降空间;且目前在果树种植上由政府主导下已有了大面积连片种植,下一步有望进行大力推广。

本研究同时对试验区内其他为害果实害虫发生情况进行了调查,发现除了苹果蠹蛾外,发生较多的是梨小食心虫和桃小食心虫,因此,必须同时考虑 3 种害虫的协调防治。

参考文献 (References)

- Charmillot PJ, Pasquier D, Hofer D, 2002. Control of codling moth *Cydia pomonella* by autosterilisation. *IOBC Wprs. Bull.*, 25(9):1—4.
- Ebbinghaus D, Lösel PM, Romeis J, Cianciulli-Teller MG, Leusch H, Olszak R, Pluciennik Z, Scherkenbeck J, 2001. Appeal: efficacy and mode of action of attract and kill for codling moth control. *IOBC Wprs. Bull.*, 24(2):95—99.
- Judd GJR, Gardiner MGT, Thomson DR, 1997. Control of codling moth in organically-managed apple orchards by combining pheromone-mediated mating disruption, post-harvest fruit removal and treebanding. *Entomol. Exp. Appl.* 83:137—146.
- Losel PM, Penners G, Potting RPJ, Ebbinghaus D, Elbert A, Scherkenbeck J, 2000. Laboratory and field experiments towards the development of an attract and kill strategy for the control of the codling moth, *Cydia pomonella*. *Entomol. Exp. Appl.*, 95(1):39—46.
- McDonough LM, Aller WC, Knight AL, 1992. Performance characteristics of a commercial controlled release dispenser of sex pheromone for control of codling moth (*Cydia pomonella*) by mating disruption. *J. Chem. Ecol.*, 18(12):2177—2189.
- Pfeiffer DG, Kaakeh W, Killian JC, Lachance MW, Kirsch P, 1993. Mating disruption for control of damage by codling moth in Virginia apple orchards. *Entomol. Exp. Appl.*, 67:57—64.
- Roelofs W, Comeau A, Hill A, Milicevic G, 1971. Sex attractant of the codling moth: Characterization with electroantennogram technique. *Science*, 174(4006):297—299.
- Witzgall P, Stelinski LL, Gut LJ, Thomson D, 2008. Codling moth management and chemical ecology. *Annu. Rev. Entomol.*, 53:503—522.
- 阿地力·沙塔尔, 陶万强, 张新平, 岳朝阳, 马四国, 牛天翔, 阿马努拉, 2011. 5种引诱剂田间诱捕苹果蠹蛾效果比较. *西北农业学报*, 20(3):203—206.
- 蔡青年, 张青文. 苹果蠹蛾. 万方浩, 郑小波, 郭建英, 2005. 重要农林外来入侵物种的生物学与控制. 北京: 科学出版社. 363—375.
- 林伟, 林长军, 庞金, 1996. 生态因子在苹果蠹蛾地理分布中的作用. *植物检疫*, 10(1):1—7.
- 秦晓辉, 马德成, 张煜, 李广华, 王培, 2006. 苹果蠹蛾在我国西北发生危害情况. *植物检疫*, 20(2):95—96.
- 全国苹果蠹蛾研究协作组, 1994. 查清我国东部地区无苹果蠹蛾发生. *植物保护学报*, 21(2):169—175.
- 史惠玲, 王培新, 李鹏飞, 任引朝, 2008. 苹果蠹蛾入侵陕西的风险分析. *陕西林业科技*, 4:76—80.
- 王春林, 王福祥, 2009. 苹果蠹蛾疫情防控阻截动态及思考. *植物保护*, 35(2):102—103.
- 魏玉红, 罗进仓, 周昭旭, 刘月英, 2010. 信息素迷向技术防治苹果蠹蛾试验初报. *中国果树*, 3:48—50.
- 翟小伟, 刘万学, 张桂芬, 万方浩, 徐洪富, 2010a. 苹果蠹蛾不同防治方法的控害效应比较. *植物保护学报*, 37(6):547—551.
- 翟小伟, 刘万学, 张桂芬, 万方浩, 徐洪富, 蒲崇建, 2010b. 苹果蠹蛾性信息素诱捕器田间诱捕效应影响因子. *应用生态学报*, 21(3):801—806.
- 翟小伟, 刘万学, 张桂芬, 万方浩, 徐洪富, 蒲崇建, 2009. 苹果蠹蛾性信息素的研究和应用进展. *昆虫学报*, 52(8):907—916.
- 张涛, 赵江华, 冯俊涛, 张兴, 2011. 苹果蠹蛾性信息素田间应用技术研究. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 39(5):167—171.
- 张新平, 岳朝阳, 刘爱华, 杨明禄, 盛承发, 阿里木, 张静文, 2011. 不同诱捕方法对苹果蠹蛾和梨小食心虫的诱捕效果. *新疆农业科学*, 48(2):306—310.
- 张学祖, 1957. 苹果蠹蛾在我国的新发现. *昆虫学报*, 7(4):467—472.
- 周昭旭, 罗进仓, 陈明, 2008. 苹果蠹蛾的生物学特性及消长动态. *植物保护*, 34(4):111—114.