应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2018, 55(3): 489–496. DOI: 10.7679/j.issn.2095–1353.2018.062

不同剂量信息素缓释迷向剂防治苹小卷叶蛾的比较*

涂洪涛** 张金勇 张 蒙 陈汉杰***

（中国农业科学院郑州果树研究所，郑州 450009）

摘 要 【目的】 明确信息素缓释迷向剂在不同果园防治苹小卷叶蛾 *Adoxophyes orana beijingensis* Zhou *et* Fu 的持效期及合理使用密度。**【方法】** 本研究采用信息素迷向法，分别于 2013、2014 年在河南省郑州市应用 0.3 g/根苹小卷叶蛾信息素缓释迷向剂防治苹果园和桃园苹小卷叶蛾进行了试验，试验设置 600、500、400 根/hm^2 3 个密度梯度。**【结果】** 桃园中在苹小卷叶蛾越冬代活动前以 600、500、400 根/hm^2 处理，处理后 124 d 的防治效果分别为 85.86%、91.98%和 70.12%，8 月份以后防效显著降低。苹果园中 3 种密度处理后 5 个月对苹小卷叶蛾的防效均为 100%。**【结论】** 结合防治成本，建议桃园中早熟品种可使用信息素缓释迷向剂 400 根/hm^2 密度进行处理防治苹小卷叶蛾，晚熟品种使用信息素缓释迷向剂 500 根/hm^2 以上密度处理，持效性可达 4 个月，苹果园可使用信息素缓释迷向剂 400 根/hm^2 密度进行处理防治苹小卷叶蛾，持效期可达 5 个月。

关键词 苹小卷叶蛾，性信息素，迷向法

Comparison of different dosages of sex pheromone for disrupting the mating of *Adoxophyes orana*

TU Hong-Tao** ZHANG Jin-Yong ZHANG Meng CHEN Han-Jie***

(Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Science, Zhengzhou 450009, China)

Abstract [Objectives] To determine the efficacy, duration and most cost-effective dosage of sex pheromones for controlling *Adoxophyes orana beijingensis* Zhou *et* Fu in different orchards. **[Methods]** Sex pheromone dispensers containing 0.3 g pheremone/unit were hung on apple and peach trees at a density of 600, 500 and 400 per hectare to disrupt the mating of *A. orana* in Zhengzhou from 2013 to 2014. **[Results]** The control efficacies of 600, 500 and 400 per hectare in peach orchards over 124 days were 85.86%, 91.98% and 70.12%, respectively before overwintering adult emergence, but declined rapidly after August. However, control efficacies of all three densities were 100% in apple orchards over a 5 month period. **[Conclusion]** A pheromone unit density of 400 per hectare appearssufficient to control *A.orana* in mid-early ripening peach orchards but a density of 500 per hectare or higher was required in late-mature orchards. The duration of control was 4 months. A density of 400 units per hacouldbe enough to keep *Adoxophyesorana* at low density in apple orchards for 4 months.

Key words *Sogatella furcifera*, migration dynamics, mesoscale source areas, trajectory analysis

苹小卷叶蛾 *Adoxophyes orana beijingensis* Zhou *et* Fu 又称小黄卷叶蛾、远东卷叶蛾、苹褐带卷蛾，周建中等（1997）认为苹果上发生的苹小卷叶蛾与为害棉花的棉褐带卷蛾属于同种不同亚种，将苹小卷叶蛾和棉褐带卷蛾分别被定名为 *Adoxophyes orana beijingenisis* Zhou *et* Fu 和 *Adoxophyes orasao rana* Fischer von Roslerstamm. 主要危害苹果、梨、桃、樱桃、杏、李、山楂等

*资助项目 Supported projects：国家重点研发专项 2016YFD0201100 和现代苹果产业技术体系（CARS-28）

**第一作者 First author，E-mail：tuhongtao@caas.cn

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

收稿日期 Received：2017-08-21，接受日期 Accepted：2018-01-29

多种果树，在国内外广泛分布。幼虫常吐丝缀连叶片，潜居缀叶中取食为害，造成卷叶；此外，还能潜伏于叶与果或果与果相接的地方，舐食果面，甚至能啃食套塑膜袋的果实，严重影响果品的产量和品质，且幼虫有转果为害习性，一头幼虫可转果为害 6-8 果（王建斌，2005；段喜涵，2014）。近年来，该虫在我国北方果区发生为害逐渐加重，为害面积也不断扩大（胡雅辉等，2009；吕兴等，2013）。卷叶类害虫由于一般潜居缀叶中，施药后很难直接与药剂接触，化学防治比较困难。

有关苹小卷叶蛾的研究报道，国内外多集中在生物学特性观察、寄主植物对其发育和繁殖的影响、发生规律调查、自然天敌控制、防治药剂筛选和综合防治措施等方面（冯明祥，1991；周玉书，2004；吕兴等，2013；孙丽娜，2014；孙丽娜，2015a，2015b），以及应用性信息素监测与预警及诱杀方面（郭线茹，2004；郭芳，2007；廉慧草，2007）。应用昆虫信息素迷向技术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（McDonough *et al.*，1992；Cardéand Minks，1995；韦卫等，2006；翟小伟等，2009）。国内外对果树害虫的信息素迷向防治研究主要集中在梨小食心虫 *Grapholithamolesta*（Busck）和苹果蠹蛾 *Cydiapomonella*（L.）等害虫上（Pfeiffer *et al.*，1993；Judd *et al.*，1997；Vickers *et al.*，1998；Il'ichev*et al.*，2004；Witzgall *et al.*，2008；周红旭等，2011；涂洪涛等，2012a，2012b；刘中芳等，2016），对苹小卷叶蛾研究较少。本研究引进日本信越化学株式会社生产的苹小卷叶蛾信息素缓释迷向剂分别在桃园和苹果园设置试验，连续两年观察了不同密度信息素缓释迷向剂处理对苹小卷叶蛾的防治效果和持效期，通过迷向率和梢为害率对防治效果进行综合评价，为合理应用信息素缓释迷向剂防治技术该虫提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地情况

2013 年桃园迷向试验设置在河南省郑州市管城区南曹乡张华楼村桃园，品种为中油 4 号和北京 2 号，整个果园面积 13.5 hm^2，选择其中靠近东边栽植整齐的 4 hm^2 安排试验，树龄 9 年生，株行距 2 m×4 m，树高 2 m 左右，沙质土壤，果园管理较差，树势中庸，周边主要轮作小麦、玉米等大田作物。2014 年桃园迷向试验安排在河南省郑州市中牟县郑庵镇砚台寺村桃园，品种为春蜜，整个果园面积 5 hm^2，选择其中靠近南边栽植整齐的 4 hm^2 安排处理试验，相距约 200 m 的北边 1 hm^2 作为对照区，树龄 8 年生，株行距 2 m×1 m，树高 2 m 左右，沙质土壤，果园管理中等，树势中庸，周边主要轮作小麦、玉米等大田作物，无苹小卷叶蛾寄主果园。苹果园迷向试验两年均设置在河南省郑州市管城区郑州果树所苹果园，品种为华美，果园面积 3.5 hm^2，树龄 5 年生，株行距 2 m×4 m，树高 2.5 m 左右，沙质土壤，果园管理较差，树势中庸，周边有葡萄园，无苹小卷叶蛾寄主果园，对照果园选择在隔离的另一处苹果园，面积 1.3 hm^2，管理措施一致。

1.2 试验材料

供试药剂 300 mg/根苹小卷叶蛾缓释迷向剂（有效成分：11-十四烯乙酯和 9-十四烯乙酯）由日本信越化学工业株式会社提供。

1.3 试验设计

由于该项防治技术要求进行大面积处理才能保证防治效果，处理面积小容易受外来虫源干扰效果，因此，试验采用大区处理，分别将迷向处理区划分为 3 个处理区，每处理区面积大于 1 hm^2，两年不同果园迷向试验均分别按照 400、500、600 根/hm^2 进行处理，折合有效成分剂量分别为 120、150、180 g/hm^2。2013 年桃园和苹果园的处理时间分别为 5 月 3 日和 5 月 5 日，2014 年桃园和苹果园的处理时间分别为 4 月 3 日和 4

月 10 日，试验期间只放置 1 次苹小卷叶蛾信息素缓释迷向剂，试验期间同种果树试验区和对照区的各项农事管理措施一致，生长期使用化学药剂品种、剂量相同。

1.4　试验方法

将苹小卷叶蛾信息素缓释迷向剂拧在果树树冠上部 2/3 范围的枝条上，约拧 2-4 周以固定，邻行错位悬挂，保证缓释散发器分布均匀。田间释放苹小卷叶蛾信息素缓释迷向剂后从 3 个方面考察防治效果：(1) 利用性诱剂诱捕器监测成虫数量，每个处理在中心区悬挂 2 个 3 角式诱捕器监测田间的蛾量，悬挂高度为距离地面 1.5 m，自迷向处理后，2013 年每 3 d 调查 1 次，2014 年每 7 d 调查 1 次，根据调查结果，计算诱蛾下降率和迷向率。每月换 1 次诱芯，性诱芯由日本信越化学株式会社提供。(2) 在苹小卷叶蛾每代为害高峰期过后，调查处理区和对照区虫梢数量，在各处理区中部 5 行靠中心区域设置 4 个调查点，每点标记 5 株树作为调查树，每株树调查所有新梢，记录苹小卷叶蛾虫梢数，然后将整株受害新梢剪除，对照同样方法调查，每生长季共调查 3 次。(3) 在果实采收前调查苹小卷叶蛾对果实的为害情况，选择同一品种果树，每处理分别调查 400 个果实，计算虫果率。

1.5　药效计算方法及数据分析

(1) 诱蛾下降率：

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

(2) 树梢为害率防治效果：

$$\text{防治效果(\%)}=\frac{(\text{对照区虫梢率}-\text{处理区虫梢率})}{(\text{对照区虫梢率})}\times 100$$

(3) 虫果率防治效果：

$$\text{防治效果(\%)}=\frac{(\text{对照区平均虫果率}-\text{处理区平均虫果率})}{(\text{对照区平均虫果率})}\times 100$$

试验结果采用 SPSS20.0 进行处理，使用 LSD 多重比较法测验不同处理间的差异显著性。

2　结果与分析

2.1　信息素缓释迷向剂处理后苹小卷叶蛾诱蛾量

2013 年和 2014 年连续两年的调查显示苹小卷叶蛾在郑州地区桃园一年发生 4 代，第 1 代成虫高峰期在 4 月下旬到 5 月上旬，发生量相对较小，第 2、3、4 代的成虫高峰期分别在 6 月、7 月和 8 月下旬，发生数量显著增多，发生期不整齐，有世代重叠现象。由于试验材料收到较晚，2013 年在第一代发生高峰期时进行处理，通过桃园田间迷向试验，利用性诱剂诱捕器诱蛾监测苹小卷叶蛾成虫数量变化，由图 1 可以看出，在处理后 4 个月内，供试药剂 3 个剂量处理区仅诱到 1 头雄蛾，整个试验期间迷向剂表现出很好的迷向效果。2014 年在第一代成虫发生前进行处理，在处理后 5 个月内，仅在 400 根/hm^2 和 500 根/hm^2 处理中诱捕到 1 头成虫，整个观测期间迷向剂表现出很好的迷向效果。

由图 2 可以看出，苹小卷叶蛾在郑州地区苹果园表现出和桃园同样的发生规律，通过苹果园田间迷向试验，利用性诱剂诱捕器诱蛾监测苹小卷叶蛾成虫数量变化，两年的试验在处理后 4 个月内，供试药剂 3 个剂量处理区均没有诱到雄蛾，整个试验期间迷向剂表现出很好的迷向效果。

2.2　信息素缓释迷向剂处理后苹小卷叶蛾蛀梢情况调查

2013 年在桃园迷向处理后 38、85、137 d 分别对桃梢为害情况进行了 3 次调查，结果见表 1。结果显示，处理后 36 d 3 个密度的处理区均未发现为害虫梢，防治效果均为 100%。到处理后 85 d 调查，600、500、400 根/hm^2 的防效分别为 71.09%、67.06%和 62.07%，防治效果明显下降，3 个处理间防效无显著差异（P>0.05）。到处理后 137 d 再次调查，600、500、400 根/hm^2 的防效分别为 47.22%、44.37%和 37.58%，随着处理时间的延长，控制效果逐渐下降，3 个处理间防效无显著差异（P>0.05）。

2014 年在桃园迷向处理后 77、124、163 d 对分别对桃梢为害情况进行了 3 次调查，结果见

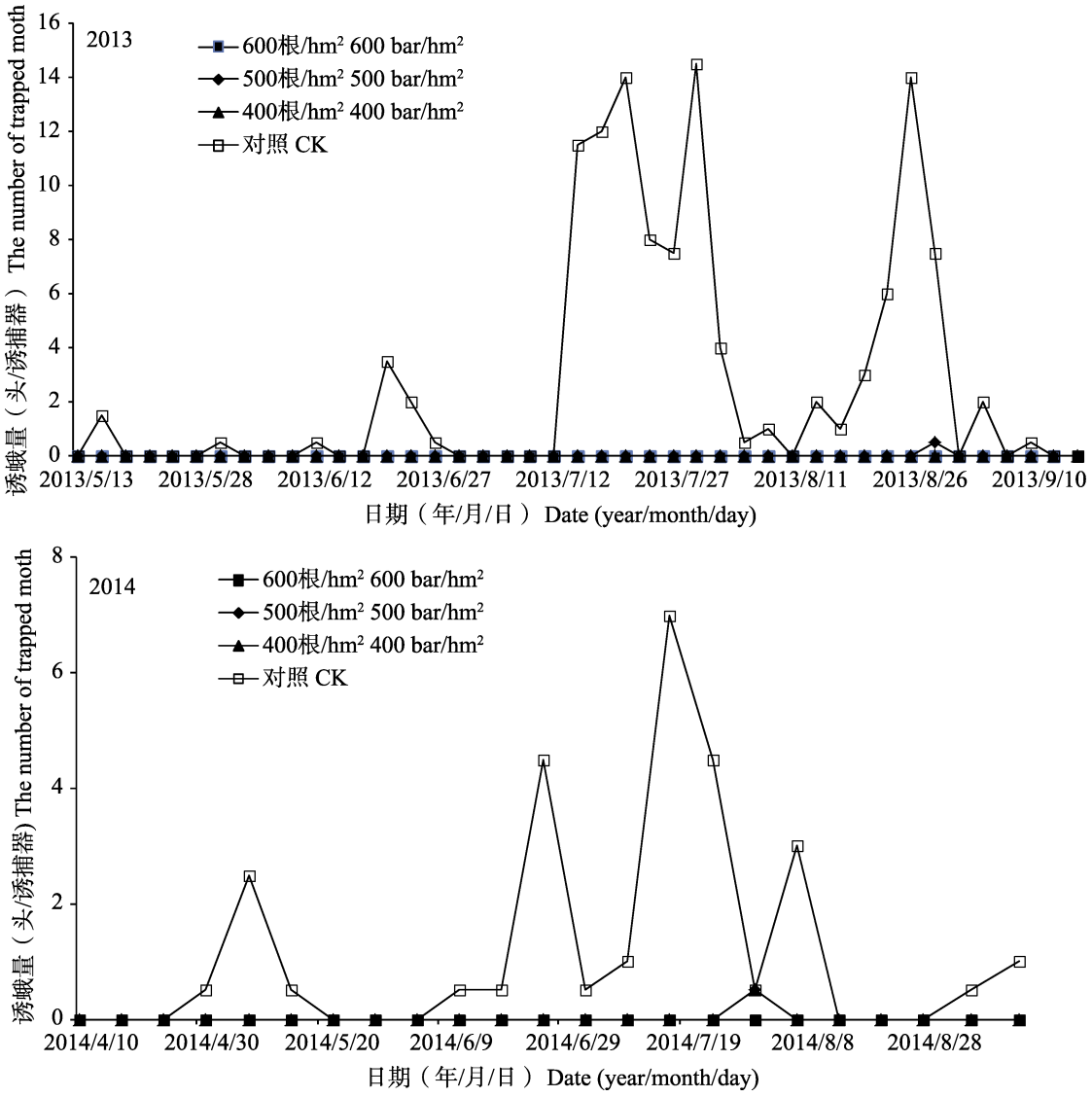

图 1　苹小卷叶蛾在桃园的发生动态数量比较

Fig. 1　Comparison of *Adoxophyes orana* dynamics in peach orchards

表 2。结果显示，处理后 75 d 3 个密度的处理区均未发现为害虫梢，防治效果均为 100%。处理后 124 d，600、500、400 根/hm^2 处理区的防治效果分别为 85.86%、91.98%和 70.12%，高密度处理表现出较好的防效，600 根/hm^2 和 500 根/hm^2 处理区的防治效果显著高于 400 根/hm^2 处理区的防治效果（P<0.05），对照区蛀梢率达到了 85.75%，不同密度迷向剂处理区对苹小卷叶蛾均有较好的控制效果。处理后 163 d 调查显示 600、500、400 根/hm^2 处理区的防治效果分别为 51.52%、60.42%和 49.41%，防治效果明显下降，3 个处理间防效无显著差异（P>0.05）。

2013 年在苹果园迷向处理后 36、95、141 d 分别对苹果梢为害情况进行了 3 次调查，结果见表 3。结果显示，处理 36、95、141 后 3 个密度的处理区均未发现为害虫梢，防治效果均为 100%，说明各个迷向剂处理区都有很好的控制效果。处理 95 d 后对照区的虫梢率仅为 0.88%±0.48%，处理 141 d 后对照区虫梢率也仅为 2.0%，整个苹果园苹小卷叶蛾发生量较小。

2013 年在苹果园迷向处理后 71、118、157 d 分别对苹果梢为害情况进行了 3 次调查，结果见表 4。结果显示，处理 71、118、157 d 后 3 个密度的处理区均未发现为害虫梢，防治效果均为

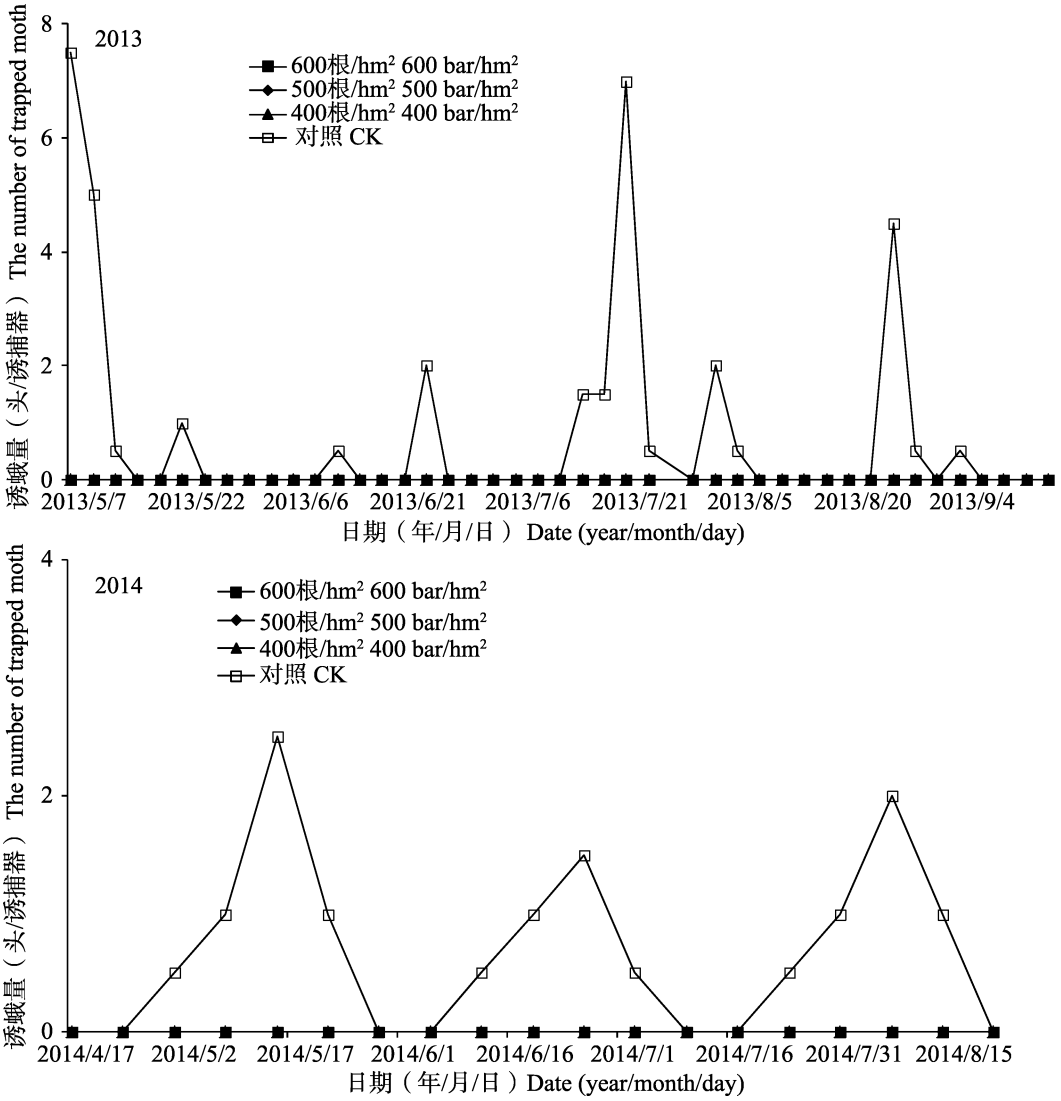

图 2　苹小卷叶蛾在苹果园的发生动态数量比较

Fig. 2　Comparison of *Adoxophyes orana* dynamics in apple orchards

表 1　不同密度性信息素迷向防治桃园苹小卷叶蛾的新梢被害率调查结果（2013）

Table 1　The effects of feeding shoot by *Adoxophyes orana* in different sex pheromone treatments in peach orchards (2013)

性信息素条密度（根/hm²）The densities of sex pheromones treatment (bars/hm²)	6 月 10 日 10 June		7 月 27 日 July 27		9 月 17 日 17 Sep.	
	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)
400	0	100 a	4.88±1.11	64.29±11.73 a	23.38±2.32	37.70±5.85 a
500	0	100 a	4.25±0.65	69.04±9.34 a	21.25±1.89	44.37±7.14 a
600	0	100 a	4.13±1.11	71.09±4.67 a	20.25±2.18	47.22±4.75 a
对照区 CK	1.13±0.48	—	14.63±4.71	—	38.38±2.36	—

表中数据为平均数±标准差。同列数据后标有不同小写字母表示经多重比较（ANOVA : LSD）检验差异显著（P<0.05）。下表同。

Data are mean ± SD, and followed by different letters in the same column indicate significant difference by ANOVA : LSD test (P<0.05). The same below.

表 2 不同密度性信息素迷向防治桃园苹小卷叶蛾的新梢被害率调查结果（2014）

Table 2 The effects of feeding shoot by *Adoxophyes orana* in different sex pheromone treatments in peach orchards (2014)

性信息素条密度（根/hm^2）The densities of sex pheromones treatment (bars/hm^2)	6 月 19 日 19 June		8 月 5 日 5 Aug.		9 月 13 日 13 Sep.	
	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)
400	0	100 a	25.63±8.53	69.98±10.47 b	27.00±11.97	50.28±5.85 a
500	0	100 a	6.88±2.66	92.05±2.75 a	21.13±12.76	61.29±11.43 a
600	0	100 a	12.13±4.87	86.09±4.58 a	25.88±13.36	52.67±8.62 a
对照区 CK	0.13±0.25	—	85.75±6.08	—	53.88±20.02	—

表 3 不同密度性信息素迷向防治苹果园苹小卷叶蛾的新梢被害率调查结果（**2013**）

Table 3 The effects of feeding shoot by *Adoxophyes orana* in different sex pheromone treatments in apple orchards (2013)

性信息素条密度（根/hm^2）The densities of sex pheromones treatment (bars/hm^2)	6 月 10 日 10 June		8 月 8 日 8 Aug		9 月 23 日 23 Sep.	
	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)
400	0	100 a	0	100 a	0	100 a
500	0	100 a	0	100 a	0	100 a
600	0	100 a	0	100 a	0	100 a
对照区 CK	0.38±0.25	—	0.88±0.48	—	2.00±1.08	—

表 4 不同密度性信息素迷向防治苹果园苹小卷叶蛾的新梢被害率调查结果（**2014**）

Table 4 The effects of feeding shoot by *Adoxophyes orana* in different sex pheromone treatments in apple orchards (2014)

性信息素条密度（根/hm^2）The densities of sex pheromones treatment (bars/hm^2)	6 月 20 日 20 June		8 月 6 日 6 Aug.		9 月 14 日 14 Sep.	
	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)	虫梢率（%）Rate of feeding shoot (%)	防效（%）Control effect (%)
400	0	100 a	0	100 a	0	100 a
500	0	100 a	0	100 a	0	100 a
600	0	100 a	0	100 a	0	100 a
对照区 CK	0.38±0.48	—	0.63±0.48	—	0.88±0.48	—

100%，说明各个迷向剂处理区都有很好的控制效果。处理 118 d 后对照区的虫梢率仅为 0.63%±0.48%，处理 157 d 后对照区虫梢率也仅为 0.88%±0.48%，整个苹果园苹小卷叶蛾发生量较小。

2.3 信息素缓释迷向剂处理后苹小卷叶蛾果实被害情况调查

2013 年、2014 年在苹果园和桃园迷向防治处理防治苹小卷叶蛾均进行了蛀果调查，结果显示仅在 2013 年 6 月 10 日桃园试验区的 500 根/hm^2、400 根/hm^2 处理区和对照区各发现 1 个苹小卷叶蛾为害果，2014 年的桃园试验和 2013 年、2014 年苹果园试验均未发现苹小卷叶蛾蛀果，说明苹小卷叶蛾在郑州地区种群更偏好蛀梢，无法通过蛀果调查评价苹小卷叶蛾迷向防治效果。

3 讨论

苹小卷叶蛾为害后造成卷叶，施用化学农药很难直接起到触杀作用，且其有世代重叠现象，

导致施药适期很难确定，给防治带来了困难，因此适合使用迷向法防治。本研究结果表明在苹果园和桃园中使用 400-600 根/hm^2 密度的苹小卷叶蛾信息素缓释迷向剂对其有良好的迷向效果，利用性诱剂诱捕器监测成虫数量，整个试验期间处理区诱蛾量显著下降，通过调查蛀梢评价防治效果，越冬代活动前进行处理，4 个月内保持了较好的防治效果，且处理密度大的区域防治效果更好。苹小卷叶蛾信息素缓释迷向剂表现出了效果好、持效期长、简单易操作等特点，对减轻环境污染，增强天敌的控制作用都有重要意义。

对苹果园中苹小卷叶蛾的调查发现其在苹果园中发生量较小，可能与临近苹果园有桃园有关，孙丽娜等（2015a）研究发现相对苹果来说苹小卷叶蛾在桃上产卵更多，净增殖率、内禀增长率也较高，种群加倍时间较短，说明相对苹果来说桃是苹小卷叶蛾的更适宜寄主。

2014 年桃园，可以看出 500 根/hm^2 的防治效果要好于 600 根/hm^2、400 根/hm^2 处理区的防治效果，分析原因可能由于 500 根/hm^2 处于整个处理区的中间位置，受外界虫源干扰情况更少，因此表现出了更好防治效果。另外通过田间试验看出在桃园中 3 个密度的处理区在苹小卷叶蛾第 3 代发生后调查防效均明显下降。对比诱捕器监测成虫数量和桃梢为害率调查结果，两者反映的效果存在一定差异。分析原因，认为试验区周围有大面积果园，已经交尾的苹小卷叶蛾雌蛾可以从较远的外部果园飞入处理区产卵，造成桃梢为害。因此，田间应用迷向防治苹小卷叶蛾时，果园应相对隔离或者将大面积连片的果树都进行迷向剂处理，减少外部虫源的影响。

信息素价格昂贵一直是制约迷向法防治害虫大范围推广的主要原因之一，美国北卡罗来纳州采用迷向法防治梨小食心虫时通过在苹果落花期喷施化学药剂防治越冬代成虫，推迟迷向处理时间，减少信息素用量同样起到良好的防治效果，显著降低了迷向法的成本（Kovanci*et al*., 2005）。本研究 2013 年在第 1 代幼虫发生后进行迷向处理，比 2014 年处理晚约 1 个月，同样有较好的防治效果，但是否能在推迟使用迷向剂的情况下减少迷向剂使用量还需要进一步试验。桃园中往往苹小卷叶蛾与桃蛀螟 *Conogethespunctiferalis*（Guenée）、梨小食心虫等害虫同时发生，苹果园中苹小卷叶蛾和桃小食心虫、金纹细蛾等害虫同时发生，而苹小卷叶蛾信息素缓释迷向剂只能防治一种害虫，本实验室对苹小卷叶蛾和梨小食心虫信息素缓释复合迷向剂同时防治两种害虫（另文发表）也有较好的防治效果，但其他多种害虫信息素复合迷向防治是否存在干扰现象，还需要进一步研究。

昆虫迁移能力、虫口密度、性信息素缓释技术、迷向产品悬挂高度、田间生态条件、环境温湿度、风向、风速等因素都会影响性信息素迷向法防治害虫的效果。越冬代虫口基数和应用迷向法信息素使用量的关系需要进一步明确以确定是否使用药剂压低虫口密度，低剂量多次施用和高剂量一次施用信息素迷向的剂量、成本、防治效果等需要进一步研究。

参考文献 (References)

Cardé RT, Minks AK, 1995. Control of moth pests by mating disruption: successes and constraints. *Annual Review of Entomology*, 40: 559–585.

Duan XH, 2014. The occurrence and control of the summer fruit tortrix moth (*Adoxophyes orana*) in apple orchard. *Northwest Horticulture*, (2): 24–25. [段喜涵, 2014. 苹果园苹小卷叶蛾的发生与防治. 西北园艺, (2): 24–25].

Feng MX, Zhang RC, Wang YM, Zhou YS, Dou LD, Qu YQ, 1991. Biological observation of *Adoxophyes orana*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 28(3): 149–150. [冯明祥, 张慈仁, 王耀明, 周玉书, 窦连灯, 曲玉清, 1991. 棉褐带卷蛾生物学观察. 昆虫知识, 28(3): 149–150.].

Guo F, 2007. Controls the *Adoxophyesorana* FBcher von rosleratamm's engineering research lising the gyplure in the apple orchard. *Friend of Science Amateurs*, 11: 145–147. [郭芳, 2007.利用性诱剂在苹果园控制苹小卷叶蛾的技术研究. 科学之友, 11: 145–147].

Guo XR, Gong ZJ, Zhao T, Zheng XJ, 2004. Using the female pheromone to monitor the growth of the Oriental fruit moth (*Grapholita molesta*) and the summer fruit tortrix moth (*Adoxophyes orana*). *Henan Agricultural Science*, (1): 31–32. [郭线茹, 巩中军, 赵特, 郑晓军, 2004. 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. 河南农业科学, (1): 31–32].

Hu YH, Zhang XF, Zhang QW, Zhao ZW, 2009. The occurrence regulation and control of the summer fruit tortrix moth (*Adoxophyes orana*) and Oriental fruit moth (*Grapholita molesta*)

in peach orchard. *Chinese Bulletin of Entomology*, 46(5): 727–731. [胡雅辉, 张夏芳, 张青文, 赵章武, 2009. 梨小食心虫和苹小卷叶蛾在桃园的发生规律与防治. 昆虫知识, 46(5): 727–731.]

Il'ichev AL, Williams DG, Milner AD, 2004. Mating disruption barriers in pome fruit for improved control of oriental fruit moth *Grapholita molesta* Busck (Lep., Tortricidae) in stone fruit under mating disruption. *Journal of Applied Entomology*, 128(2): 126–132.

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. *Entomology Exprerimentalis Applicata*, 83(2): 137–146.

Kovanci OB, Walgenbach JF, Kennedy GG, Schal C, 2005. Effectsof application rate and interval on the efficacy of sprayablepheromone for mating disruption of the oriental fruit moth *Grapholita molesta*. *Phytoparasitica*, 33(4): 334–342.

Lian HC, Yao JR, Tian J, Hu W, 2007. Investigation on the effect of sex pheromone core of *Lithocolletisringoniella* and *Adoxophyes orana*in Orchard. *Journal Shanxi Agricultural University* (*Natural Science Edition*), 27(4): 412–413. [廉慧草, 姚俊蕊, 田晶, 胡炜, 2007. 金纹细蛾与苹小卷叶蛾性诱剂果园应用效果调查. 山西农业大学学报(自然科学版), 27(4): 412–413.]

Liu ZF, Yu Q, Gao Y, Shi GC, Wang BX, Fan RJ, 2016. Mating disruption control of *Grapholitha molesta* by using sex pheromone in pear orchard. *Chinese Journal of Biological Control*, 32(2): 155–160. [刘中芳, 庾琴, 高越, 史高川, 王冰霞, 范仁俊, 2016. 梨园梨小食心虫性信息素迷向防治技术. 中国生物防治学报, 32(2): 155–160.]

Lv X, Li J, Cao KQ, Wang QY, 2013 Winter worm investigations and adult dynamic monitoring of the summer fruit tortrix moth (*Adoxophyes orana*) in Baoding. *China Plant Protection*, 33(8): 48–50. [吕兴, 李进, 曹克强, 王勤英, 2013. 保定地区苹小卷叶蛾越冬虫态调查及成虫发生动态监测. 中国植保导刊, 33(8): 48–50.]

McDonough LM, Aller WC, Knight AL, 1992. Performance characteristics of a commercial controlled release dispenser of sex pheromone for control of codling moth (*Cydiapo monella*) by mating disruption. *Journal of Chemical Ecology*, 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 Virginiaapple orchards. *Entomologia Experimentaliset Applicata*, 67(1): 57–64.

Sun LN, Qiu GS, Zhang HJ, Yan WT, 2015. Growth, development and reproduction of the summer fruit tortrixmoth, *Adoxophyeso*rana *beijingensis* (Lepidoptera: Tortricidae), on four host plants. *Acta Entomologica Sinica*, 58(1): 53–59. [孙丽娜, 仇贵生, 张怀江, 闫文涛, 2015. 苹小卷叶蛾在四种寄主植物上的生长发育及繁殖. 昆虫学报, 58(1): 53–59.]

Sun LN, Sun RH, Qiu GS, Yan WT, Zhang HJ, 2015. Influence of relative humidity on the *Adoxophyes orana* experimental population. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 25(12): 3587–3592. [孙丽娜, 孙瑞红, 仇贵生, 闫文涛, 张怀江, 2014. 相对湿度对苹小卷叶蛾实验种群的影响. 应用生态学报, 25(12): 3587–3592.]

Sun LN, Yan WT, Zhang HJ, Qiu GS, 2015. Development and reproduction of *Adoxophyes orana*on six apple varieties. *Shandong Agricultural Sciences*, 47(1): 92–95. [孙丽娜, 闫文涛, 张怀江, 仇贵生, 2015. 苹小卷叶蛾在 6 个苹果品种上的发育与繁殖. 山东农业科学, 47(1): 92–95.]

Tu HT, Zhang JY, Chen HJ, Guo XH, 2012a. Experiments on mating disruption control of *Grapholitha molesta* by using sex pheromone in peach orchard. *Journal of Fruit Science*, 29(2): 286–290. [涂洪涛, 张金勇, 陈汉杰, 郭小辉, 2012. 果树学报, 29(2): 286–290.]

Tu HT, Zhang JY, Luo JC, Wang CL, Bao S, Liu YJ, Chen HJ, 2012b. Comparison of the effectiveness of different densities of sex pheromone in disrupting mating in the codling moth (*Cydia pomonella*). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(1): 109–113. [涂洪涛, 张金勇, 罗进仓, 王春良, 宝山, 刘延杰, 陈汉杰, 2012. 苹果蠹蛾性信息素缓释剂的控害效果. 应用昆虫学报, 49(1): 109–113.]

Vickers RA, Thwaite WG, Williams DG, Nicholas AH, 1998. Control of codling moth in small plots by mating disruption: alone and with limited insecticide. *Entomologia Experimentaliset Applicata*, 86(3): 229–239.

Wang JB, Dong YC, Yin WQ, Yao CW, 2005. The harm of covering film bags of apple of the summer fruit tortrix moth (*Adoxophyes orana*) and its prevention and control. *China Fruits*, 5: 45–46. [王建斌, 董应超, 尹文强, 姚成万, 2005. 苹果小卷叶蛾对套塑膜袋苹果的危害及其防治. 中国果树, 5: 45–46.]

Wei W, Zhao LL, Sun JH, 2006. Recent advances on lepidopterous (moths) sex pheromones. *Acta Entomologica Sinica*, 49(5): 850–858. [韦卫, 赵莉蔺, 孙江华, 2006. 蛾类信息素研究进展. 昆虫学报, 49(5): 850–858.]

Witzgall P, Stelinski L, Gut L, Thomson D, 2008. Codling moth management and chemical ecology. *Annual Review of Entomology*, 53: 503–522.

Zhai XW, Liu WX, Zhang GF, Wan FH, Xu HF, Pu CJ, 2009. Advances in the research and application of sex pheromones of the codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). *Acta Entomologica Sinica*, 52(8): 907–916. [翟小伟, 刘万学, 张桂芬, 万方浩, 徐洪富, 蒲崇建, 2009. 昆虫学报, 52(8): 907–916.]

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

Zhou JZ, Qiu HG, Fu WJ, 1997. Summer fruittortrix *Adoxophyes orana* should be classified as two subspecies (Lepidoptera: Tortricoidea: Tortridae). *Entomotaxonomia*, 19(2): 130–134. [周建中, 邱鸿贵, 符文俊, 1997. 棉褐带卷蛾 *Adoxophyes orana* 可分为两个亚种 (鳞翅目: 卷蛾总科: 卷蛾科). 昆虫分类学报, 19(2): 130–134.]

Zhou YS, Piao CS, Qiu GS, Zhang P, 2004. Field trial of 24% runner sc against *Adoxophyes orana* Fischer von roslerstamm. *Chinese Journal of Pesticides*, 43(8): 377–379. [周玉书, 朴春树, 仇贵生, 张平, 2004. 24%甲氧虫酰肼悬浮剂防治苹果园棉褐带卷蛾试验. 农药, 43(8): 377–379.]