

文章编号: 0454-6296 (2000) 增刊-0126-05

蚜虫性信息素对桃园蚜虫的引诱作用

向余劲攻*, 耿文军, 张 峰, 张广学, 张钟宁**

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘要: 将从荆芥 *Nepeta cataria* L. 中提取的纯度为 96% 的荆芥内酯和通过二异丁基铝还原提取的荆芥内酯得到的纯度为 67% 荆芥醇, 配成浓度为 5% 的不同比例的己烷溶液, 于 1995 年 10 月 19 ~ 28 日在北京大兴县南郊农场的桃园进行了引诱蚜虫的试验。各种比例的性信息素诱捕器均能引诱到桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 雄蚜、桃粉大尾蚜 *Hyaloptera amygdali* Blanchard 雄蚜以及少量的桃蚜产雌性母; 荆芥醇和荆芥内酯的比例为 1:1 时引诱桃蚜雄蚜的效果最好; 单一组分的荆芥醇引诱桃粉大尾蚜雄蚜的效果最好。

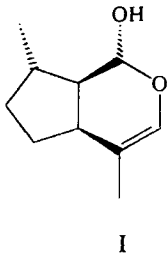
关键词: 性信息素; 桃园; 引诱; 桃蚜; 桃粉大尾蚜

中图分类号: Q968.1

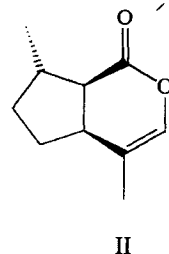
文献标识码: A

农林经济植物上大都有蚜虫的为害, 常造成植物变形, 生长缓慢或停滞, 严重时造成落叶枯死, 影响产量^[1]。蚜虫春、夏季在夏寄主上营孤雌生殖, 秋季产生雌、雄两性蚜, 飞回越冬寄主, 雌性蚜释放性信息素以吸引雄蚜前来交配。雌性蚜交配后产卵、以卵越冬。

目前已知结构的大多数蚜虫的性信息素均由 (-)-(1R, 4aS, 7S, 7aR)-荆芥醇 (图 1: I) 和 (+)-(4aS, 7S, 7aR)-荆芥内酯 (图 1: II) 两种成分组成, 只是比例不同^[2], 因此, 有可能导致种间交配行为。室内行为实验结果表明, 一种蚜虫的雄蚜能被多种蚜虫的雌性



(-)-(1R, 4aS, 7S, 7aR)-荆芥醇
(-)-(1R, 4aS, 7S, 7aR)-nepetalactol



(+)-(4aS, 7S, 7aR)-荆芥内酯
(+)-(4aS, 7S, 7aR)-nepetalactone

图 1 蚜虫性信息素两个主要组分

Fig. 1 Structure of aphid sex pheromone components

基金项目: 国家自然科学基金 (39570166) 和北京市自然科学基金 (6942008) 资助项目

* 现为中国科学院昆明动物研究所细胞与分子开放研究实验室博士后

** 通讯联系作者

收稿日期: 1999-10-10; 修订日期: 2000-02-24

蚜释放的性信息素所吸引^[3,4]。田间的情况是否与实验室的一样尚不清楚。

北京地区以桃树为冬寄主的蚜虫有桃蚜 *Myzus persicae* (Sulzer)、桃粉大尾蚜 *Hyaloptera amygdali* Blanchard、桃瘤头蚜 *Tuberocephalus momonis* (Matsumura)、禾谷缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* (L.)、红腹缢管蚜 *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki)、莲缢管蚜 *Rhopalosiphum nymphaeae* (L.) 等^[1]。桃蚜的性信息素由比例为 1:1 的荆芥醇和荆芥内酯组成^[3,6,7]，禾谷缢管蚜的性信息素由单一的荆芥醇组成^[8]。我们利用蚜虫性信息素在北京地区的桃园进行引诱蚜虫的试验，观察田间性信息素对蚜虫雄蚜的引诱作用。

1 材料和方法

荆芥内酯从荆芥 *Nepeta cataria* L. 中提取，荆芥醇由荆芥内酯通过二异丁基铝还原得到^[9]。荆芥醇是 (1R, 4aS, 7S, 7aR)-、(1S, 4aS, 7S, 7aR)-、(1R, 4aS, 7S, 7aS)-和 (1S, 4aS, 7S, 7aS)-荆芥醇 4 种异构体的混合物，纯度为 67%。荆芥内酯是 (4aS, 7S, 7aR) 和 (4aS, 7S, 7aS) 2 种异构体的混合物，纯度为 96%^[6]。

将荆芥内酯和荆芥醇配成浓度为 5% 的不同配比的己烷溶液。荆芥醇和荆芥内酯的比例分别是 1:0 (B), 0:1 (C), 1:1 (D), 1:2 (E), 2:1 (F)，对照为己烷 (A)。以棕色塑料瓶作为载体，瓶盖中央开一个直径约 0.5 mm 的小孔，每个载体内装 400 μ L 溶液。诱捕器为 20 cm $\times$ 12 cm $\times$ 4 cm 白色吹塑盒，盒中盛约 3/4 水，塑料瓶置于诱捕器中央，距水面约 1 cm。

试验在北京大兴县南郊农场的一片桃园内进行。试验 A~F 样品各设 3 组重复，用对比法的顺序排列法来放置，以消除环境的影响。诱捕器之间间隔 2 m，距地面高约 1 m。每天将所有诱捕器中的蚜虫取走、记数并带回实验室鉴定种类。

2 结果与讨论

2.1 不同配比的荆芥醇和荆芥内酯对桃蚜蚜虫的引诱作用

试验结果 (表 1) 表明，各种配比的荆芥醇和荆芥内酯均能引诱到桃蚜雄蚜及桃粉大尾蚜雄蚜，证实一种蚜虫的雄蚜确实能被其它种雌性蚜释放的性信息素所吸引。

表 1 不同配比的荆芥醇和荆芥内酯在桃园引诱蚜虫的结果
(1995.10.19~28, 北京大兴县南郊农场)

Table 1 Total numbers of male and female aphids attracted by nepetalactol and nepetalactone in different ratios in peach orchard (Oct. 19-28, 1995. Nanjiao Farm, Daxing, Beijing)			
荆芥醇:荆芥内酯 Nepetalactol:Nepetalactone	桃蚜产雌性母数 ^① <i>M. persicae</i> gynoparae	桃蚜雄蚜数 <i>M. persicae</i> males	桃粉大尾蚜雄蚜数 <i>H. amygdali</i> males
A (己烷)	4 d	65 d ^②	11 c
B (1:0)	22 bc	176 bc	129 a
C (0:1)	13 c	133 cd	3 c
D (1:1)	63 a	577 a	96 a
E (1:2)	47 ab	322 abc	39 b
F (2:1)	73 a	477 ab	74 ab

①指 3 个诱捕器引诱到的蚜虫总数 (Total number of aphids caught in three traps);
②符号不相同者，在 5% 水平上差异显著 (*t*-检验) (The letter following the number indicates statistical significance with $P<0.05$ based on Student's *t* test)

我们秋季的田间调查发现,桃树上的蚜虫主要是桃蚜与桃粉大尾蚜,极少见到禾谷缢管蚜等其它蚜虫。说明桃树不是禾谷缢管蚜等其它蚜虫主要的越冬寄主。蚜虫性信息素只在短距离内起作用^[10],在试验的桃园附近没有禾谷缢管蚜等其它蚜虫的夏寄主,因此,在桃园中用性信息素引诱不到禾谷缢管蚜等其它蚜虫。

各种配比的荆芥醇和荆芥内酯均能引诱到桃蚜雄蚜及桃粉大尾蚜雄蚜,但荆芥醇与荆芥内酯之比为 1:1 时引诱桃蚜雄蚜的效果最好,单一的荆芥醇引诱桃粉大尾蚜雄蚜的效果最好,说明雄蚜主要还是被同种的雌性蚜释放的性信息素所吸引。此外,雄蚜还有可能根据大小和颜色来辨别同、异种雌性蚜^[4]。而且,性信息素的释放与时辰节律有关,雌性蚜只在白天而不在夜晚释放性信息素^[3,11,12]。一些蚜虫,例如鼬瓣花隐瘤蚜 *Cryptomyzus galeopsidis* (Kaltenbach) 和莫达隐瘤蚜 *Cryptomyzus maudamanti* Guldemonnd 的雄蚜对性信息素反应的节律与同种雌性蚜释放性信息素的节律同步^[12],这两种蚜虫性信息素的组成及比例都相同^[13],但在自然界很难看到杂交的情况^[14]。对隐瘤蚜属 *Cryptomyzus* 的室内研究结果表明,虽然不同种间有交配行为,但亲缘关系较远的种,没有授精行为产生;亲缘关系较近的种,种间授精的成功率远远小于种内的成功率^[15]。

由此可见,影响蚜虫交配的因素是多方面的、复杂的,并不仅仅依赖于性信息素的组成及比例。

2.2 不同配比的荆芥醇和荆芥内酯对桃粉大尾蚜雄蚜的引诱作用

从表 1 可看出,除 C (0:1) 之外,含有荆芥醇的诱捕器 B (1:0)、D (1:1)、E (1:2) 及 F (2:1) 均引诱到了具有统计意义的桃粉大尾蚜雄蚜。其中,以诱捕器 B (1:0) 引诱到的最多。随着荆芥内酯相对含量的增加 ($E > F > D > B$),引诱到桃粉大尾蚜雄蚜的数量逐渐减少 ($E < F < D < B$),而且含有荆芥内酯单一组分的诱捕器比对照引诱到的桃粉大尾蚜雄蚜还少,说明荆芥内酯的存在降低了荆芥醇对桃粉大尾蚜雄蚜的引诱作用。因此,桃粉大尾蚜只由单一的荆芥醇组成。禾谷缢管蚜的性信息素由单一的荆芥醇组成,在田间试验时发现荆芥内酯的存在同样降低了荆芥醇对禾谷缢管蚜雄蚜的引诱作用^[8]。

2.3 不同配比的荆芥醇和荆芥内酯对桃蚜产雌性母的引诱作用

从表 1 可看出,各种配比的荆芥醇和荆芥内酯均可引诱到桃蚜产雌性母,且与对照相比有明显差异,说明性信息素对桃蚜产雌性母也有引诱作用。同一诱捕器引诱到的桃蚜产雌性母比桃蚜雄蚜要少,说明性信息素对产雌性母行为的影响比对雄蚜的影响小。

在定居下来之前,即使遇见寄主植物,桃蚜的有翅孤雌蚜也要经过长时间、多次的飞行,在多种植物上产下若干后代^[16,17];产雌性母食性很广,能在桃、李、杏等多种果树上取食。然而干母只有在桃树 *Prunus persicae* Stokes 和山桃 *Prunus davidiana* Franch 上取食才能存活^[18]。因此,准确定位冬寄主就显得很重要。较晚羽化的桃蚜产雌性母利用较早羽化的产雌性母释放的蚜虫性信息素进行寄主定位,也许是减少飞行次数、防止产雌性母在其它寄主上繁殖的一种行为。

蚜虫性信息素能引诱产雌性母,在草莓谷网蚜 *Sitobion fragariae*、禾谷缢管蚜及忽布疣蚜 *Phorodon humuli* 等蚜虫中也有发现^[10]。但本实验的结果还表明,在诱捕器中没有发现桃粉大尾蚜雌性母,造成这种现象的原因还有待于进一步研究。

参 考 文 献 (References)

- [1] 张广学, 钟铁森. 中国经济昆虫志 第二十五册 同翅目 蚜虫类 (一). 北京: 科学出版社, 1983. 1~387
- [2] Pickett J A, Wadhams L J, Woodcock C M *et al.* The chemical ecology of aphids. *Annu. Rev. Entomol.*, 1992, 37: 67~90
- [3] Dawson G W, Griffiths D C, Merritt L A *et al.* Aphid semiochemicals—a review, and recent advances on the sex pheromone. *J. Chem. Ecol.*, 1990, 16: 3 019~3 030
- [4] Pettersson J. An aphid sex attractant II. Histological, ethological and comparative studies. *Entomol. Scand.*, 1971, 2: 81~93
- [5] Marsh D. Responses of male aphids to the female sex pheromone in *Megoura viciae* Buckton. *J. Entomol.*, (A), 1975, 50: 43~64
- [6] 耿文军, 向余劲攻, 张钟宁. 蚜虫性信息素的田间引诱蚜虫试验. *昆虫知识*, 1997, 34: 295~297
- [7] Geng W J, Xiang Yu J G, Li X Z *et al.* Field test of aphid attraction by sex pheromone. *Entomologia Sinica*, 1997, 4: 364~368
- [8] Hardie J, Storer J R, Nottingham S F *et al.* The interaction of sex pheromone and plant volatiles for field attraction of male bird-cherry aphid, *Rhopalosiphum padi*. *Brighton Crop Prot. Conf. Pests and Dis.*, 1994, 1 223~1 230
- [9] Dawson G W, Janes N F, Mudd A *et al.* The aphid sex pheromone. *Pure & Appl. Chem.*, 1989, 61: 555~558
- [10] Hardie J, Storer J R, Cook F J *et al.* Sex pheromone and visual trap interactions in mate location strategies and aggregation by host-alternating aphids in the field. *Physiol. Entomol.*, 1996, 21: 97~106
- [11] Eisenbach J, Mittler T E. An aphid circadian rhythm: factors affecting the release of sex pheromone by oviparae of the greenbug, *Schizaphis graminum*. *J. Insect Physiol.*, 1980, 26: 511~515
- [12] Guldemon J A, Tigges W T, De Vrijer P W F. Circadian rhythm of sex pheromone production and male activity of coexisting sibling species of *Cryptomyzus* aphids (Homoptera: Aphididae). *Eur. J. Entomol.*, 1994, 91: 85~89
- [13] Guldemon J A, Dixon A F G, Pickett J A *et al.* Specificity of sex pheromones, the role of host plant odour in the olfactory attraction of males, and mate recognition in the aphid *Cryptomyzus*. *Physiol. Entomol.*, 1993, 18: 137~143
- [14] Guldemon J A, Dixon A F G. Specificity and daily cycle of release of sex pheromones in aphids: A case of reinforcement? *Biol. J. Linn. Soc.*, 1994, 52, 287~303
- [15] Guldemon J A, Dixon A F G, Tigges W T. Mate recognition in *Cryptomyzus* aphids: copulation and insemination. *Entomol. Exp. Appl.*, 1994, 73: 63~75
- [16] Johnson B. Studies on the degeneration of the flight muscles of alate aphids I A comparative study of the occurrence of muscle break-down in relation to reproduction in several species. *J. Insect Physiol.*, 1956, 1: 248~256
- [17] Woodridge A W, Harrison F P. Effects of soil fertility on abundance of green peach aphids on Maryland tobacco. *J. Econ. Entomol.*, 1968, 61: 387~391
- [18] 李显荣, 张广学, 朱弘复. 烟蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 的研究. *植物保护学报*, 1963, 2: 297~308

Aphids attraction of sex pheromons in peach orchard

XIANGYU Jin-gong, GENG Wen-jun, ZHANG Feng, ZHANG Guang-xue, ZHANG Zhong-ning
(Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract: (–)-(1R, 4aS, 7S, 7aR)-nepetalactol and (+)-(4aS, 7S, 7aR)-nepetalactone have been identified in sex pheromones released by a number of aphid species. From 19th to 28th, Oct., 1995, in a peach orchard experiment in Daxing county using white water traps of different ratios of the two compo-

nents, 96 % nepetalactone isolated from *Nepeta cataria* L. and 67 % nepetalactol reduced from nepetalactone with diisobutylaluminium hydride, significantly more male *Myzus persicae* (Sulzer), male *Hyaloptera amygdali* Blanchard and gynoparae of *M. persicae* were caught in pheromone traps than in the control traps. Response of gynoparae was relatively weak than males. Male *M. persicae* were caught in significantly larger number in trap with ratio 1:1 than others, and male *H. amygdali* were caught in significantly larger numbers by nepetalactol alone than by the other combinations.

Key words: sex pheromone; peach orchard; attraction; *Myzus persicae*; *Hyaloptera amygdali*