

枣镰翅小卷蛾性信息素通讯系统*

韩桂彪^① 马瑞燕^②

杜家纬

(山西农业大学^①林学系, ^②植保系, 太谷 080301) (中国科学院上海昆虫研究所, 上海 200025)

胡萃

李连昌

(浙江农业大学植保系, 杭州 310029) (山西省农业科学研究所, 太原 030031)

摘要 采用单个雌蛾性信息素腺体分析技术对枣镰翅小卷蛾 *Ancylis sativa* Liu 雌蛾性信息素的组分和组分间的精确比例进行了测定, 结果表明, 枣镰翅小卷蛾雌蛾的性信息素系统由二个顺反异构体组分组成, 即反-9-十二碳烯醋酸酯 (E9-12:Ac) 和顺-9-十二碳烯醋酸酯 (Z9-12:Ac) 组成, E9-12:Ac 与 Z9-12:Ac 的比例为 6.5:3.5; 雌蛾产生和释放性信息素具有时辰节律性, 在光周期 14L:10D、温度为 21℃ 时, 性信息素产生的高峰期为进入黑暗期 6.5 h; 不同日龄雌蛾产生的性信息素有差异, 1 日龄最低, 2 日龄最高, 3~5 日龄居中, 不同日龄雌蛾产生的性信息素组分间的比例无显著差异; 对 3 个世代雌蛾产生的性信息素的量及组分间的比例的研究表明, 越冬代含量最高, 为 (10.1±7.0) ng/头, 第 2 代为 (9.5±4.6) ng/头, 第 1 代仅为 (1.4±1.0) ng/头, 3 个世代性信息素组分间的比例无显著差异, 在 63.1%~64.3% (E) 范围内。

关键词 枣镰翅小卷蛾, 性信息素, 化学通讯系统

枣镰翅小卷蛾 *Ancylis sativa* Liu (俗称枣粘虫) 是我国红枣产区枣树的主要害虫, 不仅分布广, 虫口密度高, 年发生代数多, 而且具有吐丝卷叶和贴果钻蛀为害的习性, 一旦防治失时, 防效甚微。自从林国强^[1]从枣镰翅小卷蛾雌蛾尾端提取到性信息素, 鉴定其化学结构为 E9-12:Ac 和 Z9-12:Ac 以来, 性信息素在枣镰翅小卷蛾的预测预报和防治等方面得到广泛应用。但由于当时的实验手段限制, 对枣镰翅小卷蛾性信息素化学通讯缺乏全面深入的了解。如果对枣镰翅小卷蛾性信息素的含量和精确比例、释放的时辰节律、不同世代性信息素量和组分间的比例等进行全面的研究, 将为枣镰翅小卷蛾性信息素更有效的应用提供可靠的依据。Baker 等 (1981)^[2]首次报道了单个雌蛾性信息素腺体的分析技术, Haynes 等 (1983, 1984)^[3,4]曾作了改进。

本研究在前两者的基础上, 应用单个雌蛾性信息素腺体的超微量定量分析技术, 对枣镰翅小卷蛾雌蛾性信息素释放的时辰节律、不同日龄、不同世代性信息素组分的量和组分间的比例等进行了细致的研究。

1 材料与方法

* 山西省青年基金资助项目, 在中国科学院上海昆虫研究所完成

1997-06-13 收稿, 1998-04-30 收修改稿

1.1 虫源

枣镰翅小卷蛾系采自山西省太谷县枣树上的老熟幼虫, 实验室水培枣树枝叶饲养, 化蛹后按雌雄分离, 将雌蛹置于具纱网的羽化箱中, 在光周期为 14L:10D 下自然羽化。

1.2 单个雌蛾性信息素腺体的毛细管色谱分析技术

一般情况下, 鳞翅目雌蛾在求偶期间产生较多量的性信息素。因此, 单个雌蛾性信息素的测定以求偶雌蛾为最适。

摘取性信息素腺体的操作方法: 取出求偶雌蛾, 用手指轻轻挤压腹部, 使产卵器外伸, 可见位于第 8 和第 9 腹节节间膜处外翻的性信息素腺体, 仔细用眼科虹膜剪沿第 8 腹节剪下带性信息素腺体的产卵器, 置于滤纸上, 压挤去除体液, 并用解剖刀切除非性信息素腺体部分, 然后将性信息素腺体置于自制微型尖底指管中, 用 $10\ \mu\text{L}$ 正己烷室温下静止抽提 1 h, 置冰箱内保存备用。再用 $10\ \mu\text{L}$ 微量注射器吸取全部抽提液注入带无分流进样器的毛细管色谱仪中进行分析。

色谱分析采用 HP-5890A 型带无分流进样器和氢气焰离子检测器的毛细管色谱分析仪, 并配有四级终端微处理机。石英毛细管柱: HP-17 ($25\ \text{m}\times 0.2\ \text{mm}$), 仪器操作条件: $100\sim 200\text{ }^\circ\text{C}$ 程序升温, 升温速率 $10\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 。

性信息素腺体中顺、反异构体 (E9-12:Ac 和 Z9-12:Ac) 的含量和比例采用外标法, 计算机处理和计算。数据统计中的变异系数 (CV) 采用百分率反正旋变换式。以 Duncan's test 检验性信息素顺、反异构体比例的差异性。

1.3 性信息素的产生和雌蛾日龄的关系

在 $(21\pm 0.5)\text{ }^\circ\text{C}$, 相对湿度 $(90\pm 10)\%$, 光照周期 14L:10D, 光照强度 $750\sim 1\ 000\ \text{lx}$ 下, 对越冬代黑暗期 6.5 h 的同一组处女雌蛾用单个性信息素腺体的分析技术抽提日龄分别为 1、2、4、5 的求偶高峰期的雌蛾 10 只作定量分析。

1.4 1 日内雌蛾产生性信息素的时辰节律

在与 1.3 相同的条件下, 采用相同的分析技术抽提越冬代黑暗 2.5 h, 4.5 h, 6.5 h, 8.5 h, 光照期 1.5 h, 2 日龄的处女雌蛾各 10 只作定量分析。

1.5 不同世代性信息素含量和组分间的比例

取枣镰翅小卷蛾第 1 代、第 2 代、第 3 代 (越冬代) 2 日龄黑暗期 6.5~8.5 h 处女雌蛾各 20 只作定量分析。

2 结果与分析

2.1 单个雌蛾性信息素腺体提取液的毛细管色谱分析

采用单个活雌蛾性信息素腺体抽提物的毛细管色谱分析技术, 测定了 20 头枣镰翅小卷蛾雌蛾性信息素腺体抽提物的组分, 色谱分析发现抽提物中存在两个组分 (图 1), 峰 1 的保留时间为 15.71 min, 峰 2 的保留的时间为 15.79 min, 与合成标准样品的保留时间核对, 峰 1

和峰 2 的保留时间分别与标样反-9-十二碳烯醋酸酯 (E9-12:Ac) 和顺-9-十二碳烯醋酸酯 (Z9-12:Ac) 的保留时间完全一致, 证明枣镰翅小卷蛾雌蛾性信息素通讯系统由 E9-12:Ac 和 Z9-12:Ac 两个组分构成。

2.2 雌蛾日龄与性信息素含量和二组分间比例的关系

从表 1 可以看出, 1 日龄雌蛾释放的性信息素量最低, 2 日龄雌蛾释放的性信息素量最高, 3 日龄、5 日龄雌蛾释放的性信息素量居中。这一结果与田间观察到的雌蛾一周内多次交配的行为和新羽化的雌蛾不能诱到雄蛾的现象是一致的。但不同日龄的雌蛾产生的性信息素顺反异构体比例基本没有变化, 经 Duncan 检验均无显著差异, 不同日龄雌蛾性信息素二组分间比例的变异系数均小于 10%, 说明不同日龄枣镰翅小卷蛾雌蛾性信息素组分间的比例控制在较窄的范围内, 这一结果表明枣镰翅小卷蛾性信息素通讯系统的特异性是由 E9-12:Ac 和 Z9-12:Ac 的精确比例来决定的。

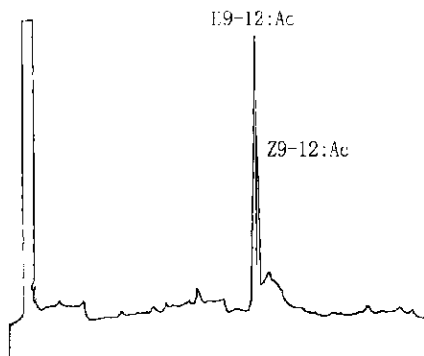


图 1 单个枣镰翅小卷蛾雌蛾性信息素腺体提取液的色谱图

Fig. 1 GC analysis of the extract of single sex pheromone gland from female *A. sativa*

表 1 雌蛾日龄与性信息素含量和组分间比例的关系

Table 1 Relation between female age and titre and ratio of the two components of the sex pheromone

日龄 Age	E9-12:Ac (ng)	Z9-12:Ac (ng)	X* SD (ng)	E9-12:Ac/X*	变异系数 CV (%)
1	1.5 1.4	0.8 0.7	2.3 2.1	0.658a	1.9
2	12.3 4.9	6.9 3.1	19.2 8.0	0.642a	3.6
3	6.4 3.5	3.5 2.1	9.9 5.6	0.651a	3.7
5	6.1 3.8	3.2 1.8	9.3 5.6	0.657a	3.2

注: X* = (E9-12:Ac + Z9-12:Ac), 表 2、表 3 同此

2.3 1 日内雌蛾产生性信息素的时辰节律

从表 2 可以看出, 枣镰翅小卷蛾雌蛾性信息素的产生在 1 日内具有明显的时辰节律性, 腺体内性信息素的量在暗期开始后 2.5 h 很低, 从暗期 4.5 h 开始增加, 6.5 h 到最高峰, 随后逐渐减少, 在光照后 1.5 h, 又有一个回升高峰, 随后在光照期性信息素的产生逐渐停止, 这一结果与田间诱捕试验结果一致。但 1 日内不同时间性信息素二组分间的比例基本保持一致, 无显著差异。1 日内不同时间性信息素二组分间比例的变异系数均小于 10%, 说明 1 日内不同时间枣镰翅小卷蛾性信息素二组分间的比例控制在较窄的变异范围内。

2.4 不同世代雌蛾性信息素含量与二组分的比例

从表 3 分析结果表明, 来自枣园中各世代枣镰翅小卷蛾性信息素的含量, 以越冬代雌蛾性信息素单雌平均含量最高, 为 (10.1 ± 7.0) ng/头, 第 2 代次之, 为 (9.5 ± 4.6) ng/头,

表 2 1 日内不同时间雌蛾产生性信息素的量和两组分的比例

Table 2 The sex pheromone titres and ratios of its two components at different time in a day

时间 (h) Time	E9-12:Ac (ng)	Z9-12:Ac (ng)	X* SD (ng)	E9-12:Ac/X*	变异系数 CV (%)
D: 2.5	0.8 0.7	0.5 0.4	1.3 1.1	0.621a	4.5
D: 4.5	6.3 3.6	3.8 2.1	10.1 5.7	0.624a	4.1
D: 6.5	12.3 5.0	6.9 3.1	19.2 8.1	0.642a	3.6
D: 8.5	5.2 4.1	2.8 1.9	8.0 6.0	0.649a	3.8
L: 1.5	7.7 3.3	5.1 2.2	12.8 5.5	0.618a	4.3

第 1 代最低, 仅为 (1.4 ± 1.0) ng/头, 约为越冬代和第 2 代的 1/7。但不论哪个世代的枣镰翅小卷蛾, 性信息素中两种组分的比例始终是稳定的。不同世代二组分间比例的变异系数均小于 10%, 说明不同世代枣镰翅小卷蛾性信息素组分间的比例控制在较窄的变异范围内。

表 3 三个世代枣镰翅小卷蛾雌蛾性信息素含量及两种组分的比例

Table 3 Sex pheromone titres and ratios of its two components in different generations

代别 Generation	E9-12:Ac (ng)	Z9-12:Ac (ng)	X* SD (ng)	E9-12:A/X*	变异系数 CV (%)
第 1 代 1st generation	0.9 0.6	0.5 0.4	1.4 1.0	0.636a	2.8
第 2 代 2nd generation	6.0 2.9	3.5 1.7	9.5 4.6	0.631a	3.4
越冬代 overwintering generation	6.5 4.5	3.6 2.5	10.1 7.0	0.643a	3.8

3 讨论

本研究采用单个雌蛾性信息素腺体分析技术, 利用高效毛细管色谱测定了枣镰翅小卷蛾雌蛾 1 日内不同时间性信息素含量和组分间比例的变化规律, 不同日龄雌蛾性信息素的变化规律, 不同世代雌蛾性信息素含量和组分间的比例, 结果表明: 枣镰翅小卷蛾雌蛾在 1 日内性信息素的产生具有一定的时辰节律, 不同时间产生性信息素的量有明显的差异, 而二组分间的比例维持恒定; 不同日龄雌蛾产生性信息素的量有明显的差异, 而组分间的比例相同; 不同世代枣镰翅小卷蛾雌蛾产生的性信息量有明显的差异, 而组分间的比例无甚变化。换句话说, 不管雌蛾产生的性信息素量如何变化, 性信息素通讯信道的质维持恒定。因此, 枣镰翅小卷蛾雌蛾似乎不但能够精确调控二元组分间的比例, 而且各代间雌蛾仍能产生相对稳定比例的性信息素。

本研究测定我国山西省的枣镰翅小卷蛾性信息素顺、反异构体的比例 (E9-12:Ac 和 Z9-12:Ac) 为 6.5:3.5。目前国内使用的枣镰翅小卷蛾性信息素顺、反异构体的比例 (E:Z=8:2)

偏离本研究测定的精确比例 14%~20%E, 这可能会导致田间雄蛾产生不同的行为反应。

Lambert 和 Levey (1979)^[5]发现同种昆虫个体间的化学通讯信号和接受体具有狭窄的变异(变异系数为 10%)。红带卷叶蛾 *Argyrotaenia velutinana* (Walker) 性信息素化学通讯系统的研究表明, 种群中个体间顺、反异构体比例是控制在狭窄的变异范围内的(变异系数为 9.7%)^[6]。本研究中枣镰翅小卷蛾种群中个体产生的信息素顺、反异构体比例的变异系数均在 10% 以内, 说明枣镰翅小卷蛾雌蛾释放的性信息素系统是控制在狭窄的变异范围内。

测定的第 1 代枣镰翅小卷蛾性信息素含量只有其它两代含量的 1/7 左右, 这一结果作者认为是异常的, 分析其原因, 初步认为是由试虫本身的生理状态造成的, 在越冬代成虫期和第 1 代幼虫期正是田间大量喷施化学农药防治时期, 本次实验所用的第 1 代虫源是从喷施农药的田间采集的, 因此推测, 是由化学农药影响性信息素生物合成而导致性信息素量的降低, 这一推测尚待今后进一步研究证实。

参 考 文 献 (References)

- 1 林国强, 郭广忠, 吴元伟等. 昆虫信息素的结构鉴定与合成 (XV) …枣镰翅小卷蛾的复合性信息素. 科学通报, 1984, 29: 306~308
- 2 Baker T C, Meyer W, Roelofs W L. Sex pheromone dosage and blend specificity of response by oriental fruit moth males. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1981, 30: 269~279
- 3 Haynes K L, Gaston L K, Pope M M *et al.* Rate and periodicity of pheromone release from individual female artichoke plum moths. *Environ. Entomology*, 1983, 12: 1 597~1 600
- 4 Haynes K L, Gaston L K, Pope M M *et al.* Potential of evolution of resistance to pheromones: interindividual and interpopulational variation in chemical communication system of pink bollworm moth. *J. Chem. Ecology*, 1984, 10: 1 551~1 565
- 5 Lambert D M, Levey B. The use of discriminant function analysis to investigate the design features of specific male recognition system, *Proc. Zool. S. Afr. Symp. on Animal Communications*. Capetown, February 1979
- 6 Miller J R, Roelofs W L. Individual variation in sex pheromone component ratios in two populations of the redbanded leafroller moth. *Environ. Entomol.*, 1980, 9 (3): 359~363

THE SEX PHEROMONE COMMUNICATION SYSTEM OF ADULT JUJUBE LEAFROLLER *ANCYLIS SATIVA* LIU

Han Guibiao^① Ma Runyan^②

(^①Department of Forestry, ^②Department of Plant Protection, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801)

Du Jiawei

(Shanghai Institute of Entomology, Academia Sinica, Shanghai 200025)

Hu Cui

(Department of Plant Protection, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029)

Li Lianchang

(Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031)

Abstract In this paper, the titre and precise ratio of multi-components of *Ancylis sativa* Liu sex pheromone were determined by using analytical technique of single sex pheromone gland. The results showed that: (1) the female sex pheromone contained two isomers, i. e. E9-12:Ac and Z9-12:Ac, (2) the sex pheromone production of females had a diel periodicity. The female moths began to produce sex pheromone at the onset of the scotophaes and the quantity increased gradually. Pheromone production peak occurred at the 6.5 hour of the second scotophase, (3) the pheromone titres released by females of various generations are different. The pheromone titre released by females of the overwintering generation or the second generation was much higher than that of the first generation, but the ratios of the 2-isomeric components in different generations were the same.

Key words *Ancylis sativa* Liu, sex pheromone, chemical communication system