应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2011,48(1):109—112

小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片提取液的 GC-MS 分析*

吕燕青 何余容** 陈科伟

(华南农业大学昆虫学系 广州 510642)

摘 要 来源于小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.)卵表和雌蛾腹部鳞片的挥发性化学物质影响着卷蛾分索赤眼蜂 *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja、拟澳洲赤眼蜂 *Trichogramma confusum* Viggiani、短管赤眼蜂 *Trichogramma pretiosum* Riley 和玉米螟赤眼蜂 *Trichogramma ostriniae* Pang *et* Chen 的搜索行为,为明确这些挥发性化学物质的主要成分,本文利用气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)对小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片正己烷提取液的化学成分进行分析。结果总共分离到 48 种挥发性化学物质,其中卵表中 16 种,雌蛾腹部鳞片中 32 种。经 NIST 数据库检索,并与标准图谱比较,应用色谱峰面积归一法测定各成分的相对含量,结果表明,鉴定出卵表中有 11 种化学物质,占其总挥发性组分总量的 93.95%;雌蛾腹部鳞片中有 17 种化学物质,占其总挥发性组分总量的 88.47%。结果表明,小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片中的主要成分为 12~36 碳的直链和支链饱和烷烃及一些脂肪酸衍生物。

关键词 小菜蛾,GC-MS,卵表,鳞片,分析

Analysis of chemical components from eggs surface and female abdominal scales of *Plutella xylostella*

LV Yan-Qing HE Yu-Rong** CHEN Ke-Wei

(Department of Entomology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract Volatile chemicals emanating from the eggs and adult abdominal scales of the Diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* (L.), influence the host-seeking behavior of *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja, *Trichogramma confusum* Viggiani, *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogramma ostriniae* Pang *et* Chen. In order to identify the main component of the volatile chemicals emitted by DBM eggs and adults, the hydrocarbon profile of hexane extracts collected from the surface of DBM eggs and female abdominal scales were analyzed using Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC-MS). Forty-eight chemical components were isolated, 16 components from the eggs' surface and 32 from female abdominal scales. The contents of these chemicals was determined by the area normalizing method after searching the NIST database and comparison with standard mass spectra. Eleven chemical components from the eggs' surface were identified with a total mass fraction of 93.95%. Seventeen chemical components from female abdominal scales were identified with total mass fraction of 88.47%. The principal components of hexane extracts from the surface of DBM eggs and female abdominal scales were straight and branched-chain saturated hydrocarbons ranging from C-12 to C-36 with some aliphatic acid ramification.

Key words *Plutella xylotella*, GC-MS, egg surface, abdominal scales, analysis

小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.)属鳞翅目菜蛾科,是一种重要的世界性害虫,在东南亚及中国南部地区发生为害尤为严重(Talekar and Shelton,1993)。据估计,全世界每年由于小菜蛾为害造成的经济损失达 10 亿美元(Anang,1996)。广谱性杀虫剂的广泛使用,导致大量天敌被杀伤,害虫抗药性急剧增强,环境污染越来越严重,一系列的问题使得国内外越来越多的学

* 资助项目:国家自然科学基金(30871677)、农业公益性行业专项(2008030001)。

**通讯作者,E-mail: yrhe@scau.edu.cn

收稿日期:2010-02-02,接受日期:2010-08-13

者去寻求有效的非化学防治的新途径。利用天敌昆虫对小菜蛾的控制作用是小菜蛾综合治理策略的重要组成部分，目前文献报道的小菜蛾寄生蜂多达 90 多种（Talekar and Shelton，1993；Verkerk and Wright，1996）。

研究表明，来自寄主昆虫本身的化学信息物质如利它素和性激素等在赤眼蜂的近距离寄主寻找活动中起主要的作用，它存在于寄主昆虫的不同发育时期和不同部位，主要有寄主卵、鳞片、性外激素、性附腺、排泄物等（Gueldner *et al.*，1984；Renou *et al.*，1992；Agelopoulos *et al.*，1995；王振营等，1996；白树雄等，2004）。寄主卵和鳞片是赤眼蜂的重要利他素源之一，它产生的挥发性信息化合物能显著提高赤眼蜂的搜寻能力及增强其寄生率（Renou *et al.*，1992；Wang and Zeng，1991）。

作者研究了卷蛾分索赤眼蜂 *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja、拟澳洲赤眼蜂 *Trichogramma confusum* Viggiani、短管赤眼蜂 *Trichogramma pretiosum* Riley 和玉米螟赤眼蜂 *Trichogramma ostriniae* Pang *et* Chen 对小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片的嗅觉反应，结果表明，小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片存在着吸引这些赤眼蜂的利它素（另文发表），为明确小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片吸引赤眼蜂的具体物质，本文利用 GC-MS 对存在于小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片中对赤眼蜂有吸引作用的活性成分进行鉴定，为进一步深入研究植物－小菜蛾－赤眼蜂三者之间的化学关系以及增强赤眼蜂对小菜蛾的防效奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片信息化合物的提取

卵表信息化合物的提取：用扎有小孔的保鲜膜包住卷心菜，放入育有小菜蛾成虫（约 100 头）的养虫笼内引诱小菜蛾在保鲜膜上产卵，12 h 后取下保鲜膜，用小毛刷轻轻将小菜蛾卵扫下。用 10 mL 正己烷将约 800 粒新鲜小菜蛾卵浸提 2 h，取上清液放入冰箱备用。

雌蛾腹部鳞片信息化合物的提取：取羽化后 72 h 内并充分交配的小菜雌蛾 300 只，喂以 30% 蜜糖水，放入冰箱冷冻层冷冻 30 min 后取出，用毛笔将其腹部鳞片轻轻扫下，用 10 mL 正己烷浸提 24 h 后取上清夜存入冰箱备用。

1.2 分析方法

采用气相色谱－质谱联用仪（GC－MS）鉴定小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片信息化合物的组分。设备为 Finnigam，Trace，进样量为 0.5 μL，色谱柱 DB－1（30 m×0.25 mm），柱温 70 ℃保持 1 min，然后 5 ℃/min 升温至 160 ℃保持 1 min，然后以 10 ℃/min升温至 220 ℃保持 10 min，然后 10 ℃/min 升温至 250 ℃。进样口 220 ℃，分流比 20∶1。He 流速为 1mL/min，EI 源为 70 eV，350 V，扫描质量范围 35～334 amu。

2 结果与分析

2.1 气相色谱－质谱联用分析总离子流色谱图

对卵表及雌蛾腹部鳞片正己烷提取液进行 GC/MS 分析，获得了卵表及雌蛾腹部鳞片的总离

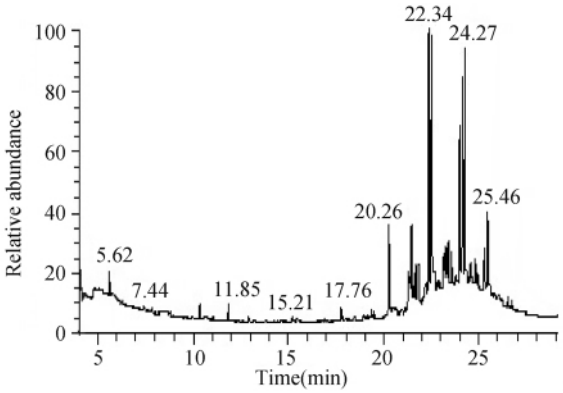

图 1 小菜蛾卵表正己烷提取液的总离子流图

Fig. 1 The total ion chromatogram of hexane extracts from *P. xylostella* eggs surface

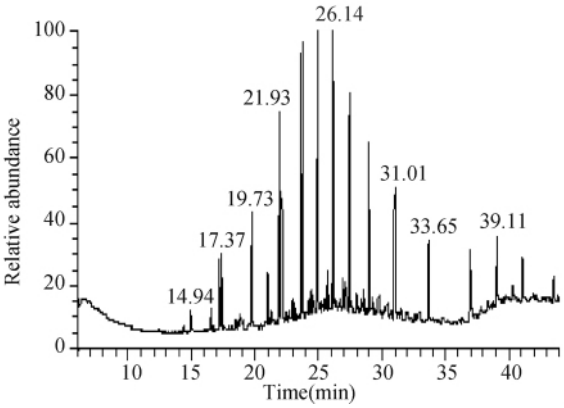

图 2 小菜蛾雌蛾腹部鳞片提取液的总离子流图

Fig. 2 The total ion chromatogram of hexane extracts from female abdominal scales

子流色谱图(图 1,2)。GC/MS 分析共分离到 48 种化学成分,其中卵表提取液中分离到 16 种,雌蛾腹部鳞片提取液分离到 32 种。

2.2　小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片提取液的成分分析

小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片的 GC/MS 分析结果见表 1。经过 NIST 谱库系统检索,与标准图谱比较共鉴定出 28 种,其中卵表提取液共鉴定出 11 种化合物,鳞片提取液共鉴定出 17 种化合物。用峰面积归一化法通过化学工作站数据库处理,得出各化学成分的百分含量。这些化合物的名称、分子式、保留时间、相对含量及相似度见表 1,从表 1 中可看出,小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片提取液的成分主要为一些直链和支链的饱和烷烃,此外,卵表的成分还包括一些脂肪酸衍生物,而雌蛾腹部鳞片中的成分则含有酚类物质。雌蛾腹部鳞片提取液中的成分比卵表中的多,且卵表大部分的烷烃在其雌蛾腹部鳞片中都存在。

由表 1 可知,卵表提取液中化合物 2,6,10,14 - 四甲基十五烷相对含量最高,为 20.61%,其次

表 1　小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片提取液的化学成分鉴定结果

Table 1　The chemical composition appraisal result of hexane extracts from *P. xylostella* eggs surface and female abdominal scales

化合物 Compounds	分子式 Molecular formula	卵表提取物 Hexane extracts from eggs surface			腹部鳞片提取物 Hexane extracts from abdominal scales		
		保留时间 Retention time(min)	相对含量 Relative content(%)	相似度 Similarity (SI)	保留时间 Retention time(min)	相对含量 Relative content(%)	相似度 Similarity (SI)
正十二烷 Dodecane	C12H26	10.37	0.64	819	–	–	–
正十五烷 Pentadecane	C15H32	20.26	5.74	889	17.37	3.26	859
正十六烷 Hexadecane	C16H34	–	–	–	19.73	4.76	874
正十七烷 Heptadecane	C17H36	–	–	–	21.93	6.39	903
正十九烷 Nonadecane	C19H40	22.34	14.63	869	24.95	8.06	889
正二十一烷 Heneicosane	C21H44	–	–	–	23.59	6.78	879
正二十二烷 Docosane	C22H46	–	–	–	29.00	6.55	871
正二十五烷 Pentacosane	C25H52	–	–	–	26.14	6.8	857
正二十七烷 Heptacosane	C27H56	–	–	–	36.94	4.66	871
正二十八烷 Octacosane	C28H58	–	–	–	27.42	6.22	865
正三十烷 Triacontane	C30H62	23.95	7.76	870	–	–	–
正三十五烷 Pentatriacontane	C35H72	–	–	–	33.65	5.2	855
正三十六烷 Hexatriacontane	C36H74	–	–	–	31.01	6.22	872
3-甲基十五烷 3-methyl pentadecane	C16H34	21.67	1.84	826	–	–	–
2,6,10-三甲基十四烷 2,6,10-trimethyl tetradecanoic	C17H36	25.28	2.98	800	16.51	0.87	825
2,6,10-三甲基十五烷 2,6,10-trimethyl Pentadecane	C18H38	21.43	7.75	873	20.96	2.46	831
2,6,10,14-四甲基十五烷 2,6,10,14-tetramethyl pentadecane	C19H40	22.52	20.61	906	22.11	4.85	856
2,6,10,14-四甲基十六烷 2,6,10,14-tetramethyl hexadecane	C20H42	24.14	16.19	865	23.78	8.73	898
苯二酸二甲丙酯 Terephthalic acid dimethyl propyl	C16H22O4	24.27	11.69	887	–	–	–
1,2-邻苯二甲酸丁酯二异辛酯) 1,2-Benzenedicarboxylic acid,butyl 2-ethylhexyl ester	C20H30O4	25.46	4.12	834	–	–	–
2,6-双(1,1 二甲基乙基)-4-甲基-苯 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol	$C_{15}H_{24}O$	–	–	–	17.12	3.2	889
正四十四烷 Hentetracontane	C44H90	–	–	–	39.11	3.46	806

注:表中“ – ”代表空白。“ – ”in the table indiactes blank.

为 2,6,10,14 - 四甲基十六烷,其相对含量为 16.19%,而正十二烷的相对含量最低为 0.64%。而小菜蛾腹部鳞片中化合物 2,6,10,14 - 四甲基十六烷含量最高,为 8.73%,其次为正十九烷,其相对含量为 8.06%,而 2,6,10 - 三甲基十四烷的相对含量最低,为 0.87%。

3 讨论

Jones 等(1973)通过 GC-MS 鉴定得出玉米穗蛾 *Heliothis zea* Boddie 成虫鳞片的利它素成分为正二十二烷、正二十三烷、正二十四烷和正二十五烷。Ananthakrishnan 等(1991)通过气相色谱分析得出石榴棉铃虫 *Heliothis armigera* Hubner 和米蛾 *Corcyra cephalonica* Stainton 鳞片的利它素成分为正十七烷、正二十二烷、正二十五烷、正三十六烷、正二十九烷和 2,6,10-dodecatrienal-3,7-11-trimethyl。他们的鉴定结果表明存在于寄主昆虫鳞片的能够吸引赤眼蜂的信息化合物主要成分为一些直链或支链的饱和烷烃和一些脂肪酸衍生物。本研究通过 GC-MS 分析结果表明,能够吸引赤眼蜂的信息化合物不仅存在于小菜蛾雌蛾腹部鳞片中,在其卵表中也有,而且存在于雌蛾腹部鳞片中的信息化合物比存在卵表中的多。另外,小菜蛾卵表中有大部烷烃在其雌蛾腹部鳞片都有存在。鉴定得出的这些信息化合物主要为一些直链或支链的饱和烷烃和一些脂肪酸衍生物,与前人的研究结果基本相吻合。只是由于寄主昆虫的不同,分析得到的能够吸引它们的天敌的利它素成分存在一定差异,同时也说明不同的天敌昆虫所利用的利它素不同。

本试验对小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片中的挥发性成分进行了 GC-MS 的定性分析,从中鉴定得出的 28 种化合物,这些化合物的定量分析方法及小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片中信息化合物存在差异的原因有待进一步研究。另外,所鉴定出的化合物中,其中哪些成分为赤眼蜂关键的利他素,作者已进行了研究,研究成果另文发表。对小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片的化学成分进行分析,对探明寄生蜂与小菜蛾之间的信息关系提供了理论基础。

参考文献(References)

Agelopoulos NG, Dicke M, Posthumus MA, 1995. Role of volatile infochemicals emitted by feces of larvae in host-searching behavior of parasitoid *Cotesia rubecula* (Hymenoptera: Braconidae): A behavioral and chemical study. *J. Chem. Ecol.*, 21(11): 1789—1811.

Anang SH, 1996. Foreword//Sivapragasam A, Loke WH, Hussan AK, Lim GS. The Management of Diamondback Moth and Other Crucifer Pests, Proceedings of the Third International Workshop. Asian Vegetable Research Development Center Publication, Kuala Lumpur, Malaysia. 1—349.

Ananthakrishnan TN, Senrayan R, Murugesan S, Annadurai RS, 1991. Kairomones of *Heliothis armigera* and *Corcyra cephalonica* and their influence on the parasitic potential of *Trichogramma chilonis* (Trichogrammatidae: Hymenoptera). *J. Biosci.*, 16(3): 111—119.

白树雄,王振营,何康来,文丽萍,周大荣,2004. 玉米螟赤眼蜂对亚洲玉米螟益它素的嗅觉反应. 昆虫学报,47(1):48—54

Gueldner RC, Nordlund DA, Lewis WJ, Thean JE, Wilson DM, 1984. Kairomones and their use for management of entomophagous insects: XV. Identification of several acids in scales of *Heliothis zea* moths and comments on their possible role as kairomones for *Trichogramma pretiosum*. *J. Chem. Ecol.*, 10(2): 245—251.

Jones RL, Lewis WJ, Beroza M, Bierl BA, Sparks AN, 1973. Host-seeking stimulants (Kairomones) for the egg parasite, *Trichogramma evanescens*. *Environmental Entomology*, 2(4): 593—596.

Renou M, Nagnan P, Berthier A, Durier C, 1992. Identification of compounds from the eggs of *Ostrinia nubilalis* and *Mamestra brassicae* having kairomone activity on *Trichogramma brassicae*. *Entomol. Exp. Appl.*, 63(3): 291—303.

Talekar NS, Shelton AM, 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. *Annu. Rev. Entomol.*, 38:275—301.

Verkerk RHJ, Wright DJ, 1996. A review: Multitrophic interactions and management of the diamondback moth. *Bull. Entomol. Res.*, 86: 205—216.

Wang JJ, Zong LBA, 1991. Study on host-seeking kairomone for *Trichogramma confusum* Viggiani. *Colloques de I' INRA*, 56: 93—96.

王振营,周大荣,Hassan SA,1996. 欧洲玉米螟雌蛾鳞片提取液对玉米螟赤眼蜂寄主搜索行为的影响. 植物保护学报,23:373—374.