

# 曲纹紫灰蝶触角感受器的扫描电镜研究

简美玲, 张来丽, 毛润乾

(广东省昆虫研究所, 广东 广州 510260)

**摘要:**利用扫描电镜观察曲纹紫灰蝶 *Chilades pandava* Horsfeid 雌、雄成虫触角感受器, 结果表明: 曲纹紫灰蝶成虫触角上共分布有 5 种感受器, 它们分别是星形感受器、毛形感受器、刺形感受器、锥形感受器和 Böhm 氏鬃毛; 雌、雄成虫触角感受器只在数量上存在差异, 类型、形态和分布都没有明显差异。

**关键词:**曲纹紫灰蝶; 触角感受器; 扫描电镜

中图分类号: Q964

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2011)02-0052-03

## Studies on the Antennal Sensilla of *Chilades pandava* by Scanning Electron Microscopy

JIAN Mei-ling, ZHANG Lai-li, MAO Run-qian

(Guangdong Entomological Institute, Guangzhou 510260, China)

**Abstract:** The antennal sensilla of adult *Chilades pandava* Horsfeid was studied by scanning electron microscopy (SEM). It was revealed that five kinds of sensilla, sensilla stellate, sensilla trichodea, sensilla chaetica, sensilla basiconca and Böhm bristles were on antennae. The amount of sensilla was different between female and male adults, but the category, shape and distribution were the same between them.

**Key words:** *Chilades pandava*; antennal sensillum; scanning electron microscopy

曲纹紫灰蝶 *Chilades pandava* Horsfeid 属鳞翅目 Lepidoptera 灰蝶科 Lycaenidae 紫灰蝶属 *Chilades*。是以幼虫为害苏铁嫩梢的一种检疫性害虫, 在曲纹紫灰蝶发生盛期, 苏铁被害率可达 100%, 严重影响了苏铁的生长和观赏价值<sup>[1]</sup>。该害虫分布广泛, 国外现分布于缅甸、泰国、马来西亚、印度尼西亚、印度、斯里兰卡, 国内分布于广西、广东、香港、福建、上海、海南和台湾等地<sup>[2]</sup>。

利用昆虫信息素调控害虫行为是一种无公害的害虫控制技术, 昆虫在求偶、觅食、聚集等活动中常常借助化学气味物质传递信息, 而感受这些信息的主要器官是分布在触角上的化学感受器。触角上着生了很多不同类型的感受器, 是昆虫感受器官最基本的结构单元, 是昆虫机体感知内外环境, 进行化学通讯的接受体。触角上的感受器大致有毛形感受器、刺形感受器、锥形感受器、腔锥感受器、坛形感受器、板形感受器、鳞形感受器、钟形感受器和剑稍感受器

等<sup>[3-4]</sup>。本文通过对曲纹紫灰蝶触角表面形态的扫描电镜观察, 阐明了曲纹紫灰蝶触角感受器的类型、数量、分布及表面结构, 为研究其化学通讯系统提供组织学和形态学依据, 并为进一步研制曲纹紫灰蝶引诱剂或行为干扰剂奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试昆虫

曲纹紫灰蝶采自广东省昆虫研究所内的苏铁 *Cycas revolute* Tbunb, 试验采用羽化后 3 d 的成虫。

### 1.2 样品制作

将羽化后 3 d 的雌、雄蝶触角和头部在解剖镜下一起剪下, 然后放入  $\varphi = 2\%$  的戊二醛中过夜, 进行前固定处理。用磷酸缓冲液漂洗 3 次, 每次 10 min, 再分别用体积分数为 50%、70%、80%、90%、100% 的乙醇进行梯度脱水 (其中  $\varphi = 100\%$  的乙醇脱水 2 次)。用醋酸正戊酯处理 45 min, 进行后固定处理, 再

收稿日期: 2009-10-13

作者简介: 简美玲 (1982—), 女, 助理研究员, 硕士; 通信作者: 毛润乾 (1968—), 男, 研究员, 博士, E-mail: maorun@gdei.gd.cn

基金项目: 广东省科技计划项目 (2006B20601001)

用磷酸缓冲液漂洗 3 次,每次 10 min. 经 CO<sub>2</sub> 临界点干燥,真空喷金.

### 1.3 样品观察

将制好的样品用导电胶粘在铜制的样品台上,使用荷兰 FEI XL-30 ESEM 环境扫描电镜进行观察和拍照,加速电压为 20 kV.

关于感受器的分类,本文主要沿用 Schneider<sup>[3]</sup>和 Zacharuk<sup>[5]</sup>的感受器形态特征命名法,并略作改进.

## 2 结果与分析

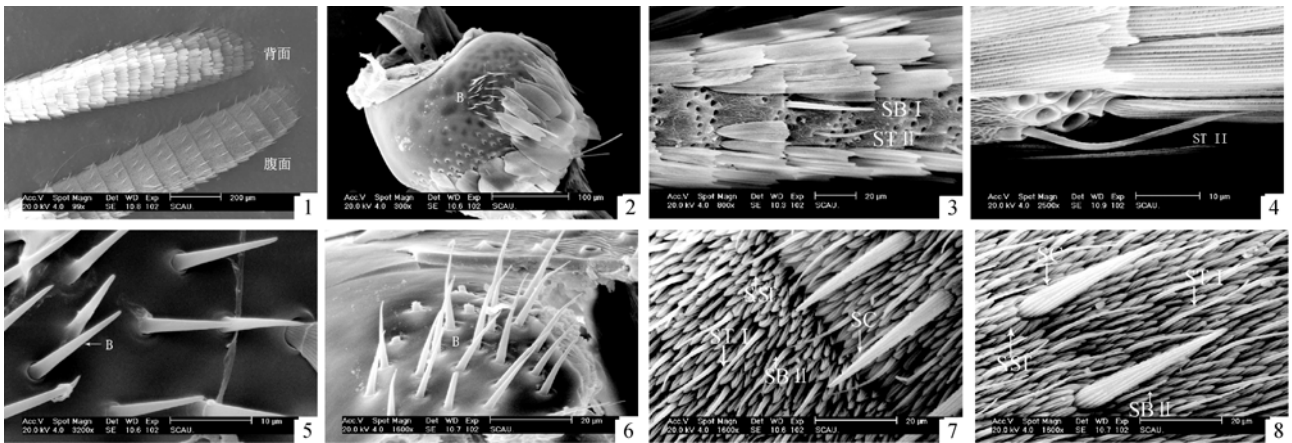
### 2.1 触角的一般形态特征

曲纹紫灰蝶触角长 6.5 ~ 7.0 mm,黑色锤状,端

部橘黄色,由柄节、梗节和鞭节组成;鞭节雄性 18 节,雌性 17 节,各节基部有白环;除端节腹面没有覆盖鳞片外,触角其他表面覆盖鳞片,鳞片层层相叠,排列规则,无明显的雌雄二型现象;感受器主要集中在鞭节,柄节和梗节很少.

### 2.2 感受器的类型和分布

电镜下可见曲纹紫灰蝶触角上有 5 种感受器(图 1),根据感受器的外形和分布位置,将成虫触角上的感受器分为:星形感受器 1 种、毛形感受器 2 种、刺形感受器 1 种、锥形感受器 2 种和 Böhm 氏鬃毛. 各种感受器的形态、数量、着生部位以及可能具有的功能描述如下:



雄性:1. 触角端节背面和腹面;6. Böhm 氏鬃毛;8. S, ST:星形感受器;ST I:毛形感受器 I 型;SC:刺形感受器;SB II:锥形感受器 II 型.

雌性:2. Böhm 氏鬃毛;3. SB I:锥形感受器 I 型;ST II:毛形感受器 II 型;4. ST II:毛形感受器 II 型;5. Böhm 氏鬃毛;7. S, ST:星形感受器,ST I:毛形感受器 I 型,SC:刺形感受器,SB II:锥形感受器 II 型.

图 1 曲纹紫灰蝶触觉感受器

Fig. 1 Antennal sensilla of adult *Chilades pandava*

**2.2.1 星形感受器** 星形感受器(Sensilla stellate, S, ST)整体侧观呈宝塔状,顶观呈星形,是曲纹紫灰蝶触角上数量最多的感受器,只着生在端节,感受器密集分布在端节腹面上.星形感受器四周具深沟槽,整体向触角端部倾斜,与触角成 45° ~ 60°;长 8.1 ~ 9.5 μm,雄虫有 13 390 ~ 13 650 个,雌虫 14 420 ~ 14 700 个.

**2.2.2 毛形感受器** 毛形感受器(Sensilla trichodea, ST)为毛状结构,是曲纹紫灰蝶触角上数量较多的感受器,在梗节和鞭节上均有分布.根据其外形特征又可进一步区分为 I 型和 II 型. I 型一般较直,仅在远端略向内弯曲,顶端尖细,长 26 ~ 30 μm,基部直径 3.4 ~ 4.5 μm, I 型毛形感受器均匀分布在端节星形感受器之间,与触角成 30° ~ 40°;雄虫的毛形感受器数量比雌虫多,雌虫每节 1 350 ~ 1 450 个,雄虫每节 1 800 ~ 1 850 个.而 II 型一般从基部就开始弯曲,整个呈弧形,毛体几乎与触角表面平行,感受器壁有纵向刻纹,长 30 ~ 40 μm,基部直径 3.0 ~

3.6 μm,着生在各列鳞片之间,数量不多,雌、雄虫没有明显差别,每节 5 ~ 7 个.

**2.2.3 刺形感受器** 刺形感受器(Sensilla chaetica, SC)外形如刺,比其他几种感受器高出很多;感受器壁有纵向刻纹,端部钝圆,基部由星形感受器整齐围绕,星形感受器里面为一直径 5.4 ~ 6.8 μm 的臼状窝,感受器长 39 ~ 43 μm;刺形感受器只着生在端节腹面,整体近乎垂直触角腹面,略有前倾,与触角成 70° ~ 80°;数量不多,雄虫 65 ~ 78 个,雌虫 70 ~ 84 个.

**2.2.4 锥形感受器** 锥形感受器(Sensilla basiconica, SB)为锥状结构,根据其外形特征可分为 I 型和 II 型. I 型形态修长,端部圆尖,整体差不多与触角平行,长 37 ~ 44 μm,基部直径 3.7 ~ 4 μm;着生在除端节外的各节鞭节,雌、雄虫数量差别不明显,每节 1 ~ 2 个. II 型较粗短,端部稍膨大,端部钝圆,长 9.8 ~ 15.5 μm,基部直径 1.7 ~ 1.9 μm;只着生在端节,感受器与触角成 30° ~ 40°;II 型感受器数量明显比 I 型多得多,雄虫数量为 280 ~ 340 个,雌虫为 300 ~ 365 个.

2.2.5 Böhm 氏鬃毛 Böhm 氏鬃毛 (Böhm bristles) 外形似短刺,与毛形感受器相比,短而刚直,表面光滑,垂直于触角表面,成簇着生在柄节基部,梗节和鞭节都无此感受器;Böhm 氏鬃毛在雌、雄虫的长度和数量都有差别,雌虫长 9.8 ~ 14.4  $\mu\text{m}$ ,基部直径 2.2 ~ 2.5  $\mu\text{m}$ ,数量大约 20 个,雄虫长 18 ~ 25  $\mu\text{m}$ ,基部直径 2.0 ~ 2.6  $\mu\text{m}$ ,数量大约 25 个。

### 3 讨论

曲纹紫灰蝶触角的表面结构,感受器类型与已报道的鳞翅目蛾类<sup>[6-14]</sup>相比较差异明显。曲纹紫灰蝶的感受器类型比蛾类的少,只有 5 种,而蛾类的一般均在 5 种以上,像腔锥感受器和耳型感受器这 2 种蛾类常有的感受器,曲纹紫灰蝶上未发现;蛾类上的毛型感受器通常是数量最多的感受器,在曲纹紫灰蝶上数量最多的感受器则是星型感受器。

关于蝶类触角感受器研究报道不多,与金斑喙凤蝶 *Teinopalpus aureus* Mell 相比<sup>[15]</sup>,在类型上曲纹紫灰蝶比金斑喙凤蝶多 3 种感受器,分别是刺型感受器、锥形感受器和 Böhm 氏鬃毛,而金斑喙凤蝶的鳞型感受器又是曲纹紫灰蝶所不具有的。与虎斑蝶 *Danaus gilippus berenice* (Cramer) 相比<sup>[16]</sup>,虎斑蝶具腔锥感受器和鳞型感受器,在曲纹紫灰蝶中未发现。这 3 种蝴蝶均具有星型感受器和毛型感受器,除 II 型毛型感受器外,其他感受器形态、数量和分布上也有些差异。曲纹紫灰蝶的感受器较小,如 I 型毛形感受器平均长 28  $\mu\text{m}$ ,金斑喙凤蝶毛型感受器平均长 50  $\mu\text{m}$ ;曲纹紫灰蝶的星型感受器数量没有金斑喙凤蝶多,只是满布触角端节,而金斑喙凤蝶满布整条触角。

曲纹紫灰蝶的雌、雄虫触角感受器的种类和形状相同,但数量存在差异。星形感受器、毛形感受器 II 型、刺形感受器、锥形感受器 I 型和 II 型的数量雌虫比雄虫多,毛形感受器 I 型和 Böhm 氏鬃毛的数量雄虫比雌虫多。

Schneider<sup>[17]</sup>证明雄虫触角上的长型毛形感受器是性信息素感受器。Cornford 等<sup>[18]</sup>和马瑞燕等<sup>[4]</sup>认为性信息素感受器的典型特征是毛长、劲直挺立、尖端弯曲,在雄虫触角上的数目超过雌虫。曲纹紫灰蝶的毛形感受器 I 型具有这些特征,因此可能是性信息素感受器。吴才宏<sup>[19]</sup>和杨立军等<sup>[6]</sup>认为毛形感受器是昆虫感受性外激素的主要器官,能够对性信息素进行检测。刺形感受器近乎直立于触角表面,并且比其他感受器明显高出许多。刺形感受器的这一形态特点,适于首先接触物品,因而具有感受机械刺激的功能<sup>[3]</sup>。此外刺形感受器对温、湿度敏感<sup>[20]</sup>,也有选择行为环境功能,如求偶微环境及适宜位置<sup>[4]</sup>。据

马瑞燕等<sup>[4]</sup>报道,锥形感受器具有识别气味的能力,为一种嗅觉感受器,对植物气味刺激有感受作用。Schneider<sup>[3]</sup>认为 Böhm 氏鬃毛是一种感受重力的机械感受器,当遇到机械刺激时,能够缓冲重力的作用力,从而控制差距位置下降的速度。今后需要用组织化学和电生理学方法来进一步分析曲纹紫灰蝶触角感受器的具体功能和雌、雄虫触角感受器的功能差别。

苏铁是最原始的种子植物之一,国家一级保护树种,近年来,曲纹紫灰蝶对苏铁的危害很严重,国内对曲纹紫灰蝶的研究主要集中在生物学特性和化学防治上,对该虫的感受器、求偶、交配行为等方面缺乏相关的报道<sup>[2]</sup>,本文对曲纹紫灰蝶的触角感受器进行扫描电镜观察,为研究其化学通讯系统提供组织学和形态学依据,并为进一步研制曲纹紫灰蝶引诱剂或行为干扰剂奠定基础。

**致谢:** 本试验得到华南农业大学田明义教授、高磊博士研究生和陈开轩硕士的悉心帮助,特此致谢!

#### 参考文献:

- [1] 韦启元. 曲纹紫灰蝶指名亚种的生物学特性及防治 [J]. 昆虫知识, 2006, 43(6): 870-872.
- [2] 刘小山, 毛润乾, 张润杰. 曲纹紫灰蝶防治研究进展 [C] // 广东省昆虫学会. 中国昆虫学会 2006 年学术年会论文摘要集. 广州: 广东省昆虫学会, 2006: 86-87.
- [3] SCHNEIDER D. Insect antennae [J]. Annual Review of Entomology, 1964, 9: 103-122.
- [4] 马瑞燕, 杜家纬. 昆虫的触角感受器 [J]. 昆虫知识, 2000, 37(3): 179-183.
- [5] ZACHARUK R Y. Antennae and sensilla [M] // KERKUT G A, GILBERT L I. Comparative insect physiology, biochemistry and pharmacology. Oxford: Pergamon Press, 1985: 1-69.
- [6] 杨立军, 李新岗. 松果梢斑螟触角感受器的扫描电镜观察 [J]. 西北林学院学报, 2007, 22(3): 127-130.
- [7] 李朝达, 杨大荣, 杨跃雄, 等. 虫草蝠蛾触角感觉器的扫描电镜观察 [J]. 昆虫学报, 1994, 37(1): 59-63.
- [8] 杨广, 黄桂诚, 尤民生. 小菜蛾触角的显微结构及其作用 [J]. 福建农业大学学报, 2001, 30(1): 75-79.
- [9] 莫圣书, 赵冬香. 芒果横线尾夜蛾触角感觉器扫描电镜观察 [J]. 华东昆虫学报, 2006, 15(2): 96-98.
- [10] 沈杰, 楼兵干, 沈幼莲, 等. 蔗扁蛾触角扫描电镜观察 [J]. 浙江林业科技, 2008, 25(6): 27-30.
- [11] CUPERUSA P L. Distribution of antennal sense organs in male and female ermine moth, *Yponomeuta vigintipunctatus* (Retzius) (Lepidoptera: Yponomeutidae) [J]. International Journal of Insect Morphology and Embryology, 1983, 12(1): 59-66.

(下转第 56 页)

肩灰褐色;前翅底色灰褐色或暗灰褐色,基部前缘褶宽大、不及中点,内含白色鳞片,前翅自顶角至中部具4对淡褐色楔状纹,翅的顶端有一暗褐色斜带,臀区淡灰色,基部1/3处具亮灰色三角斑纹,其顶部达翅中央,顶部附近的鳞片微微隆起,翅的端部灰褐色夹带黑褐色,内具2~3条黑褐色细线,臀角处具一暗褐色小三角斑纹;后翅灰褐色,缘毛与翅面同色。

雄性外生殖器(图2):背兜宽大;爪形突两分叉,基部远离,末端尖,牛角状;尾突短小,被长毛;抱器瓣窄而长,基半部抱器背与抱器腹近平行,近端部1/3处缢缩,抱器端膨大,背部被长毛,腹面向下弯曲形成指状突起,末端具一尖刺;阳茎基环大,管状;阳茎短,弯曲;阳茎端膜具数枚可脱落的针状角状器。雌虫:未见。

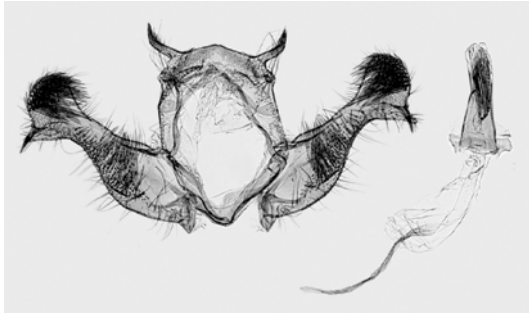


图2 圣桉小卷蛾雄性外生殖器

Fig. 2 Male genitalia of *Strepsicrate semicanella* Walker

观察标本:2雄,广东汕头上华镇,2010-X-3采集饲养,2010-X-15羽化,范晓凌、王敏、邓小华、阮赞誉采。

分布:中国(广东),日本<sup>[8]</sup>,澳大利亚<sup>[9]</sup>。

寄主:桃金娘科 Myrtaceae:桉属 *Eucalyptus*、红胶木属 *Lophostemon*、莲雾 *Syzygium samarangense*。

#### 参考文献:

- [1] 肖春芬. 优质热带水果:莲雾[J]. 中国南方果树,2003,28(1):30.
- [2] BROWN J W. World Catalogue of Insects: Vol. 5: Tortricidae (Lepidoptera) [M]. Stenstrup: Apollo Books, 2005: 572-574.
- [3] 刘友樵,李广武. 中国动物志:昆虫纲:第27卷:鳞翅目:卷蛾科[M]. 北京:科学出版社,2002:368-369.
- [4] HEPPNER J B, INOUE H. Lepidoptera of Taiwan: Vol. 1: Part 2: Checklist Gainesville [M]. USA: Scientific Publishers Inc, 1992: 108.
- [5] WALKER F. List of the Specimens of Lepidopterous Insects in the Collection of the British Museum [M]. London: British Museum, 1866: 1741.
- [6] TURNER A J. Contributions to our knowledge of the Australian Tortricidae (Lepidoptera): Part 2 [J]. Transactions of the Royal Society of South Australia, 1946, 70: 189-220.
- [7] LOWER O B. New Australian tortricina [J]. Transactions and Proceedings and Report of the Royal Society of South Australia (Incorporated), 1908, 32: 323.
- [8] NASU Y, ARITA Y, KIMURA M, et al. Some lepidopterous pests of eucalyptus trees from Japan [J]. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology, 2004, 48 (2): 123-133.
- [9] HORAK M. Monographs on Australian Lepidoptera: Vol. 10: Olethreutine Moths of Australia (Lepidoptera, Tortricidae) [M]. Australia: CSIRO Publishing, 2006: 355-362.

【责任编辑 周志红】

(上接第54页)

- [12] CHEON Hae-jung, JAE Woo-park, KYUNG Saeng-boo. Types of antennal sensilla of the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée) [J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 1999, 2(1): 51-60.
- [13] ANDERSON P, HALLBERG E, SUBCHEV M. Morphology of antennal sensilla auricillica and their detection of plant volatiles in the Herald moth, *Scoliopteryx libatrix* L. (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. Arthropod Structure and Development, 2000, 29: 33-41.
- [14] YANG Hui, YAN Shan-chun, LIU Dan. Ultrastructural observations on antennal sensilla of *Coleophora obducta* (Meyrick) (Lepidoptera: Coleophoridae) [J]. Micron, 2009, 40: 231-238.
- [15] 蒋国芳,何达崇,颜增光. 金斑喙凤蝶雄虫触角感觉器的扫描电镜观察[J]. 广西科学, 2000, 7(2): 144-146, 149.
- [16] MYERS J. The structure of the antennae of the Florida queen butterfly, *Danaus gilippus berenice* (Cramer) [J]. Journal of Morphology, 1968, 125: 31-328.
- [17] SCHNEIDER D C. The sex-attractant receptor of moths [J]. Scientific of America, 1974, 231(1): 28-35.
- [18] CORNFORD M E, ROWLEY W A, KLUN A. Scanning electron microscopy of antennal sensilla of the European corn borer *Ostrinia nubilalis* [J]. Ann Ent Soc Amer, 1973, 66(5): 1079-1088.
- [19] 吴才宏. 棉铃虫雄蛾触角的毛形感受器对其性信息素组分及类似物的反应[J]. 昆虫学报, 1993, 36(4): 385-388.
- [20] 杜芝兰. 中华蜜蜂工蜂触角感受器的扫描电镜观察[J]. 昆虫学报, 1989, 32(2): 166-169.

【责任编辑 周志红】