

螺旋粉虱成虫触角的感器*

郑丽霞¹ 吴伟坚^{1**} 符悦冠^{1,2}

(1. 华南农业大学昆虫生态研究室 广州 510642; 2. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所 儋州 571737)

Sensilla on antenna of adult spiralling whitefly *Aleurodicus dispersus*. ZHENG Li-Xia¹, WU Wei-Jian^{1**}, FU Yue-Guan^{1,2} (1. Laboratory of Insect Ecology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou 571737, China)

Abstract The structure and number distribution of sensilla on antenna of both female and male adult spiralling whitefly *Aleurodicus dispersus* Russell were observed with environmental scanning electron microscope (ESEM). Five types of sensilla were found, i. e. sensilla trichodea, sensilla placodea, sensilla coeloclnica, sensilla chaetica and sensilla basiconica. Sensilla coeloclnica was only found on the antenna of females. The total number of sensilla placodea and sensilla basiconica were not significantly different between sexes. We tried to identify the function of the sensilla on antenna of adult in order to understand the olfactory basis of its host-finding behavior of this whitefly.

Key words *Aleurodicus dispersus*, antenna sensillum, ultra-structure, environmental scanning electron microscope

摘 要 应用环境扫描电镜(ESEM)对螺旋粉虱 *Aleurodicus dispersus* Russell 雌雄成虫触角感器的外部形态结构数量和分布进行观察。结果表明螺旋粉虱成虫触角存在着以下5种感器,即毛形感器、板状感器、腔锥感器、刚毛形感器和锥形感器。腔锥感器仅在雌成虫触角中发现。雌、雄虫的板状感器和锥形感器数量差异不显著。本文试图确定螺旋粉虱成虫触角感器的功能,以了解该粉虱寄主选择行为的嗅觉基础。

关键词 螺旋粉虱, 触角感器, 超微结构, 环境扫描电镜

在昆虫的生态系统中,通过食物链形成了昆虫之间的能量流动,通过视觉、声音、化学信息等形式交流形成了昆虫之间的信息流动。而在昆虫的信息流中,化学信息占有举足轻重的位置,它能将相关群落的各级营养水平联系起来,甚至将没有营养关系的生物结合起来^[1]。触角是昆虫的重要感觉器官,着生有许多不同种类的感器。昆虫感受器是特化的表皮部分,是昆虫感受器官的最基本结构单元和昆虫机体感知外部环境、进行化学通讯的信息接收装置^[2]。目前,随着应用合成昆虫信息素控制昆虫研究的逐步深入,有关昆虫触角形态学、组织学及超微结构方面的报道不断增多^[3]。

螺旋粉虱 *Aleurodicus dispersus* Russell 属同翅目,粉虱科 Aleyrodidae 复孔粉虱属

Aleurodicus^[4],原产于中美洲和加勒比地区,此后分别在古巴、巴西、厄瓜多尔、秘鲁,非洲西北角的加纳利群岛和太平洋地区等地陆续被发现^[5],2006年发现入侵我国海南^[6],对多种植物造成严重危害^[7]。粉虱是重要的农林业害虫,目前国内外学者仅对蜡粉虱属 *Trialeurodes* 的温室白粉虱 *T. vaporariorum*^[8]、粉虱属 *Aleyrodes* 的欧洲甘蓝粉虱 *A. proletella*^[9] 和小粉虱属 *Bemisia* 的烟粉虱 *B. tabaci*^[8,9] 研究较多,对复孔粉虱属的触角感器的研究则未见报道。本文采用环境扫描电镜对螺旋粉虱触角感器种

* 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(200803023-02)。

** 通讯作者, E-mail: weijwu@scau.edu.cn

收稿日期:2009-04-23,修回日期:2009-08-17

类、形态和分布进行研究,探讨其作用及功能,为进一步研究其种内和种间的化学信息联系奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

螺旋粉虱 2008 年 12 月采集于海南,分别取雌雄成虫若干头供试。

1.2 标本制备及观察

试虫用 2.5% 的戊二醛固定 4 h 后,再用缓冲溶液(PBS)漂洗 3~4 次,每次 10 min;然后在通风橱内以 1% 的四氯化锍后固定 1~2 h,再用缓冲液(PBS)漂洗 3 次,每次 10 min。依次用 50%、75% (可长期放置)、80%、90% 的乙醇各脱水 10 min,然后在 100% 的乙醇脱水 2 次,每次 10 min,再用醋酸异戊酯置换 2 次,每次 15~20 min,并以二氧化碳临界点干燥 2 h,最后用导电胶将触角按背面、腹面和 2 个侧面 4 个角度贴于样品台上喷金镀膜。XL-30ESEM 环境扫描电镜下对触角上的各种感器观察并拍照。

1.3 感器数量的点算

板状感器均匀分布在触角鞭节周围,其数量为触角腹面或背面数量的 2 倍加上两侧面的数量之和;腔锥感器只分布在雌成虫触角鞭节第 2 节的外侧面,数量在电镜下直接观察;梗节上的锥形感器的数量为触角各个面的数量之和;鞭节第 1 节上的锥形感器也只分布在触角的一个面上,数量在电镜下直接点算。

1.4 数据分析

两性触角感器的差异在 SPSS 10.0 中的“Independent-Sample T Test”中进行。

2 结果与分析

2.1 成虫触角的一般形态

螺旋粉虱雌、雄成虫触角均为丝状,由柄节、梗节和 1~5 个鞭节组成(图 1A)。柄节和梗节都比较粗,柄节更短更粗,鞭节具环横纹折皱。各节触角都密布感觉毛,梗节上具 2 根长刚毛;鞭节可见明显的板形感器条纹,鞭节终端具 1 根长刚毛,向外突出,鞭节上的毛形感器和

板形感器都生长在环横纹的突起部分。其绝大部分触角感器分布在触角背面、腹面和外侧面。

2.1.1 毛形感器(sensilla trichodca) 毛形感器是螺旋粉虱触角上分布数量最多、分布最广的感器,各节均有分布。所有毛形感器均着生在隆起的窝中,与触角呈 45~60°角,近端部 1/3 处向内侧弯曲。其柄节上只分布有毛形感器,且数量较多(图 1B)。

2.1.2 板状感器(sensilla placodea) 除了柄节和梗节,该粉虱成虫的各鞭节都有板状感器的分布,且大小相差不大。该感器稍高于触角表面,呈脊状隆起,顺着触角方向着生于鞭节的环横纹折皱上,纵贯每节鞭节。每个感器具板形外壁,宽度一致,两端圆滑,中间弯曲(图 1B),四周的表皮密布网纹折皱突起(图 1D)。板形感器在鞭节周围均匀分布,越往鞭节端部,数量越少。雌成虫板状感器数量稍多于雄虫,长度 10.3~22.9 μm ,其数量、长度在雌、雄间的差异均不显著(表 1,2)。

表 1 螺旋粉虱成虫触角板状感器的数量与分布

触角鞭节	数量($m \pm SE, n = 10$)	
	♀	♂
第 1 节	21.1 $\pm$ 1.370a	20.3 $\pm$ 1.265a
第 2 节	36.2 $\pm$ 2.356a	32.7 $\pm$ 1.334a
第 3 节	14.4 $\pm$ 1.087a	12.3 $\pm$ 1.116a
第 4 节	14.2 $\pm$ 1.001a	14.2 $\pm$ 0.998a
第 5 节	5.5 $\pm$ 0.428a	5.5 $\pm$ 0.563a
总计(1~5 节)	91.4 $\pm$ 3.876a	85.0 $\pm$ 2.700a

注:同行具相同字母者差异不显著(2 个独立样本 t -检验, $P > 0.05$)。(下表同)

表 2 螺旋粉虱成虫触角板状感器的长度

触角鞭节	长度($\mu\text{m}, m \pm SE, n = 10$)	
	♀	♂
第 1 节	17.3 $\pm$ 0.360a	16.5 $\pm$ 0.568a
第 2 节	17.0 $\pm$ 0.255a	17.4 $\pm$ 0.368a
第 3 节	16.4 $\pm$ 0.567a	16.1 $\pm$ 0.597a
第 4 节	18.1 $\pm$ 0.389a	17.0 $\pm$ 0.624a
第 5 节	16.3 $\pm$ 0.708a	16.1 $\pm$ 0.929a

2.1.3 腔锥感器(sensilla coeloconica) 腔锥

感器仅在雌成虫触角鞭节第2节外侧面有分布,数量很少,只有3~5个(表3)。其腔锥感器具缘毛,形状类似菊花,由表皮凹陷而成的1个浅圆腔,腔中央有一直立的感觉锥(sense cone),腔的四周生着14~16根缘毛,缘毛呈弓形向中心弯曲,其端部互相交叉在一起(图1E)。该感器只在雌成虫触角上。

2.1.4 刚毛形感器(sensilla chaetica) 雌雄

螺旋粉虱成虫触节的梗节上具2根刚毛形感器,在触角的背面顺着触角方向排成1列,与触角成锐角,基部较大,比其它感器明显较粗较长(图1C);在鞭节终端部也发现1根长的刚毛形感器,向触角前方伸出(图1F)。

2.1.5 锥形感器(sensilla basiconica) 锥形感器较毛形感器短,而且数量少,其与毛形感器明显的区别是短而刚直。该类感器散生于触角

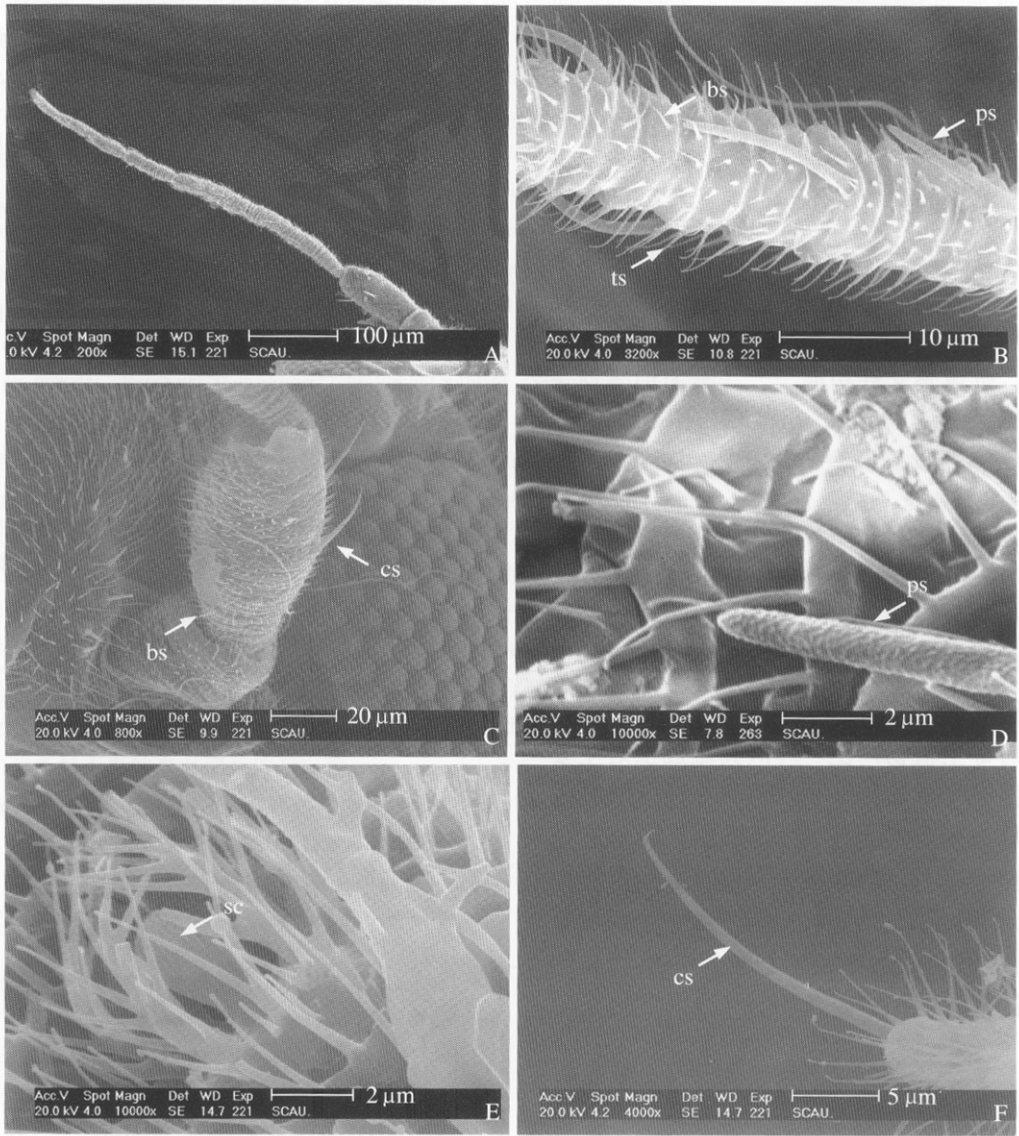


图1 扫描电镜下螺旋粉虱雌成虫的触角和触角感器

A. 雌虫触角 B. 鞭节 C. 梗节 D. 板状感器 E. 腔锥感器 F. 鞭节端部
bs: 锥形感器 ps: 板状感器 ts: 毛形感器 cs: 刚毛形感器 sc: 感觉锥

的梗节(图1C)和鞭节第1节(图1B),沿着触轴微弯曲,有臼状窝,端部较钝。梗节上有该类感器6~10个,而鞭节第1节上只有2~4个。雌雄间数量差异不显著(表3)。

表3 螺旋粉虱成虫触角圆锥感器和锥形感器数量与分布($m \pm SE, n = 10$)

	♀	♂
圆锥感器	$3.6 \pm 0.221a$	$0.0 \pm 0.00b$
梗节锥形感器	$8.0 \pm 0.422a$	$7.2 \pm 0.442a$
鞭节锥形感器	$2.8 \pm 0.200a$	$2.6 \pm 0.267a$

3 结论与讨论

螺旋粉虱成虫触角感器类型较少,只有毛形、板状、圆锥、刚毛形和锥形5种,其中圆锥感器仅在雌虫触角中发现。林克剑等^[1]曾报道过B型烟粉虱触角上的感器有微毛感器、锥形感器、刚毛感器、钟形感器,与螺旋粉虱有明显的差异。螺旋粉虱成虫触角上的毛形感器与板状感器较多,毛形感器已被发现具有触觉、嗅觉、味觉、机械感受等功能^[10,11],刚毛形感器主要具有机械感觉功能^[10]。螺旋粉虱成虫触角上的板状感器没有孔只有皱折,这与多孔板状感器(multiporous plate sensilla)^[12]不同,可能暗示其并不具嗅觉功能。锥形感器和圆锥感器均为嗅觉感器,利用单感器记录技术(single sensillum recording, SSR)对家蚕*Bombyx mori*触角的圆锥感器研究表明,这种感器仅可感受植物的气味而不能感受温湿度的变化^[13]。螺旋粉虱的寄主植物广泛^[14],但其雌成虫对主要寄主植物印度紫檀(*Pterocarpus indicus*)及其挥发物有较强烈的嗅觉反应,而雄虫则无显著反应(据笔者未发表资料),鉴于圆锥感器只存在于雌虫触角而雌雄间锥形感器数量差异不显著,圆锥感器是否为螺旋粉虱感受植物气味的主要感器有待进一步研究。

致谢 感谢华南农业大学实验中心电镜室陈新芳老师和周静韵老师提供帮助!

参 考 文 献

- 1 闫凤鸣编. 化学生态学. 北京: 科学出版社, 2003. 23 ~ 271.
- 2 尹娇, 曹雅忠, 罗礼智, 等. 草地螟触角化学感受器的电镜观察. 昆虫知识, 2004, 41(1): 56 ~ 59.
- 3 马瑞燕, 杜家纬. 昆虫的触角感器. 昆虫知识, 2000, 37(3): 179.
- 4 Russell L. M. A new species of *Aleurodicus* Douglas and two close relatives (Homoptera: Aleyrodidae). *Fla. Entomol.*, 1965, 48(1): 47 ~ 55.
- 5 Neuenschwander P. Spiralling whitefly *Aleurodicus dispersus*, a recent invader and new cassava pest in Africa. *Afr. Crop Sci. J.*, 1994, 2(4): 419 ~ 421.
- 6 虞国跃, 张国良, 彭正强, 等. 螺旋粉虱入侵我国海南. 昆虫知识, 2007, 44(3): 824.
- 7 沈文君, 万方浩. 入侵害虫螺旋粉虱及其在我国的适生区预测. 昆虫知识, 2007, 44(3): 367 ~ 371.
- 8 Helen E. M., Anderson M. Antennal sensilla of whiteflies: *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), the glasshouse whitefly, *Aleyrodes proleptella* (Linnaeus), the cabbage whitefly, and *Bemisia tabaci* (Gennadius), the tobacco whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). Part 1: External morphology. *Int. J. Insect Morphol. Embryol.*, 1995, 24(2): 133 ~ 143.
- 9 林克剑, 吴孔明, 张永军, 等. B型烟粉虱触角感受器的超微结构及对寄主植物气味的嗅觉行为反应. 植物保护学报, 2007, 34(4): 380 ~ 384.
- 10 Alaams T. J., Mustaparta H. *Heliothis virescens*: response characteristics of receptor neurons in sensilla trichodea type 1 and type 2. *J. Chem. Ecol.*, 1991, 17(5): 953 ~ 972.
- 11 陈湖海, 康乐. 蝗虫触角感受器及其生态学意义. 动物学杂志, 1998, 33(3): 46 ~ 49.
- 12 张桂筠, 肖蔼祥. 蝇蛹小蜂, 丽蝇蛹集金小蜂触角感器的扫描电镜观察. 昆虫学报, 1992, 35(2): 154 ~ 159.
- 13 Blanka P. Olfactory responses recorded from sensilla colonic of the silkworm *Bombyx mori*. *Physiol. Entomol.*, 1997, 22: 239 ~ 248.
- 14 韩东银, 刘奎, 陈伟, 等. 螺旋粉虱在海南的分布与寄主植物种类调查. 昆虫知识, 2008, 45(6): 766 ~ 770.