悬铃木方翅网蝽触角感器扫描电镜观察*

陆佳伟 苏 鹏 常 虹 郝德君**

(南京林业大学 江苏省有害生物入侵预防与控制重点实验室 南京 210037)

摘 要 利用扫描电镜对悬铃木方翅网蝽 *Corythucha ciliata* (Say)雌、雄成虫触角背面和腹面进行观察。结果表明:悬铃木方翅网蝽触角为棒状,共4节,分为柄节、梗节和鞭节。触角上共有4种感器,分别为刺型感器、锥形感器、毛型感器和芽型感器;这些感器不存在性二型现象。其中,刺型感器分为大刺型感器和小刺型感器2种类型;芽型感器首次在异翅亚目昆虫触角上发现。雄成虫触角感器数量明显多于雌成虫,不同类型的感器在触角各节上的数量与分布各不相同。

关键词 悬铃木方翅网蝽,触角,感器,扫描电镜

Observations on the antennal sensilla of *Corythucha ciliata* under scanning electron microscopy

LU Jia-Wei SU Peng CHANG Hong HAO De-Jun**

(Jiangsu Key Laboratory for Pest Prevention and Management of Invasive Specie, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract The antennal morphology and sensilla of *Corythucha ciliata* (Say) were studied using scanning electron microscopy. The results show that the clavate antenna of both adult males and females consisted of scape, pedicel and two flagellomeres. Four types of sensillum were observed on the antenna of adult males and females, including the first observation of sensillum gemmiformia in a heteropteran insect. These were sensilla chaetica, sensilla basiconca, sensilla trichodea and sensilla gemmiformia. No sexual dimorphism in adult sensilla was apparent. The sensilla chaetica could be divided into big and small types. Females had significantly more sensilla than males. The quantity and distribution of each kind of sensillum differed in different segments of the antenna.

Key words *Corythucha ciliata*, antenna, sensillum, scanning electron microscope

触角是昆虫的重要感觉器官,具有嗅觉、味觉、触觉、听觉及感受气流、二氧化碳、湿度和温度等功能,在昆虫择食、取食、觅偶、交配、繁殖、栖息、防御、迁移等行为中起重要的作用(马瑞燕和杜家纬,2000;那杰等,2008)。昆虫触角上着生不同类型的感器,是昆虫感受器官最基本的结构单元,也是昆虫感知内外环境,进行化学通讯的媒介。研究昆虫感器,有助于深入了解昆虫的化学感受系统;探究其类型、数量、分布和功能,可为揭示昆虫触角感器与行为反应之间的关系奠定基础。

悬铃木方翅网蝽 *Corythucha ciliata* (Say)属于半翅目(Hemiptera)网蝽科(Tingidae),方翅网蝽属(*Corythucha*)。原分布于北美中东部(李传仁等,2007),随后相继传入了欧洲、亚洲(Cheol and Kwang, 2000; Tokihiro *et al.*, 2003; Oszi *et al.*, 2005),主要危害悬铃木属(*Platanus* sp.)植物。2006年在武汉发现悬铃木方翅网蝽入侵我国后,国家林业局随即将其增列入我国林业危险性有害生物名单。2007年3月份又被国家林业局外来有害生物管理办公室公布为中度危险性林业有害生物。目前已入侵上海、杭州、南京、重庆、武汉、宜昌、十堰、襄樊、荆门、荆州、贵阳、郑州等地,在长江流域形成了暴发态势(王福莲等,2008)。关于半翅目异翅亚目昆虫触角感器的研究已有报道(Chinta *et al.*, 1997; 陆宴辉等, 2007; 鲁冲等,

* 资助项目:上海市科技兴农重点攻关项目(2009-D9-1)。

** 通讯作者,E-mail:dejunhao@163.com

收稿日期:2011-06-25,接受日期:2011-08-19

2009)，但是网蝽科昆虫的感器鲜见报道。本研究拟通过对悬铃木方翅网蝽成虫触角感器的扫描电镜观察，了解其化学感受系统，为深入研究其行为特性、化学生态学以及电生理学奠定理论基础。

1　材料与方法

1.1　虫源

悬铃木方翅网蝽幼虫于 2011 年 5 月采于南京林业大学校园二球悬铃木上，带回实验室后在(30 ± 1)℃，80% ± 5% RH，L∶D = 16∶8条件下用新鲜二球悬铃木叶饲养。待其发育至成虫后进行观察研究。

1.2　样品的制备与观察

取新羽化的雌、雄成虫各 5 头，在解剖镜下，用镊子和解剖刀取下头部，单头浸入 70% 乙醇溶液中，再放入超声波清洗仪中，清洗 15 s，以除去触角表面粘附的杂质。然后用 2.5% 的戊二醛固定 24 h，之后用 75% 乙醇溶液冲洗，接着用 80%、85%、90%、95% 和 100% 的乙醇溶液依次梯度脱水，各浓度脱水 10 min。最后进行二氧化碳临界点干燥。

将干燥好的触角样品用导电银胶粘在样品台上，真空喷涂仪喷金。镀金后的样品在 Quanta200 环境扫描电镜下依次观察触角柄节、梗节及鞭节，同时照相，其加速电压为 15 kV。

2　结果与分析

2.1　触角的一般形态

悬铃木方翅网蝽雌、雄成虫的触角均呈棒状(clavata)，由柄节(scape，SC)、梗节(pedicel，PE)和鞭节(flagellum，FL)3 部分构成，其中鞭节又分为 2 个亚节，即第 1 鞭节和第 2 鞭节(FL Ⅰ，FL Ⅱ)(图 1∶A)。雌成虫触角(图 1∶G)长度为(1 590.57 ± 58.11) μm，柄节长度为(162.18 ± 12.36) μm，基部直径为(18.28 ± 2.68) μm；梗节长度为(92.79 ± 14.25) μm，基部直径为(18.28 ± 2.68) μm；第 1 鞭节长(1011.46 ± 20.14) μm，基部直径为(22.72 ± 4.39) μm；第 2 鞭节长(321.14 ± 11.43) μm，基部直径为(16.67 ± 3.66) μm。雄成虫触角(图 1∶H)长度为(1 667.46 ± 66.89) μm，柄节长度为(229.39 ± 21.18) μm，基部直径为(20.73 ± 3.51) μm；梗节长度为(118.36 ± 15.72) μm，基部直径为(26.80 ± 2.86) μm；第 1 鞭节长(992.18 ± 29.35) μm，基部直径为(17.88 ± 4.27) μm；第 2 鞭节长(327.53 ± 18.31) μm，基部直径为(15.27 ± 2.64) μm。

2.2　触角感器的类型

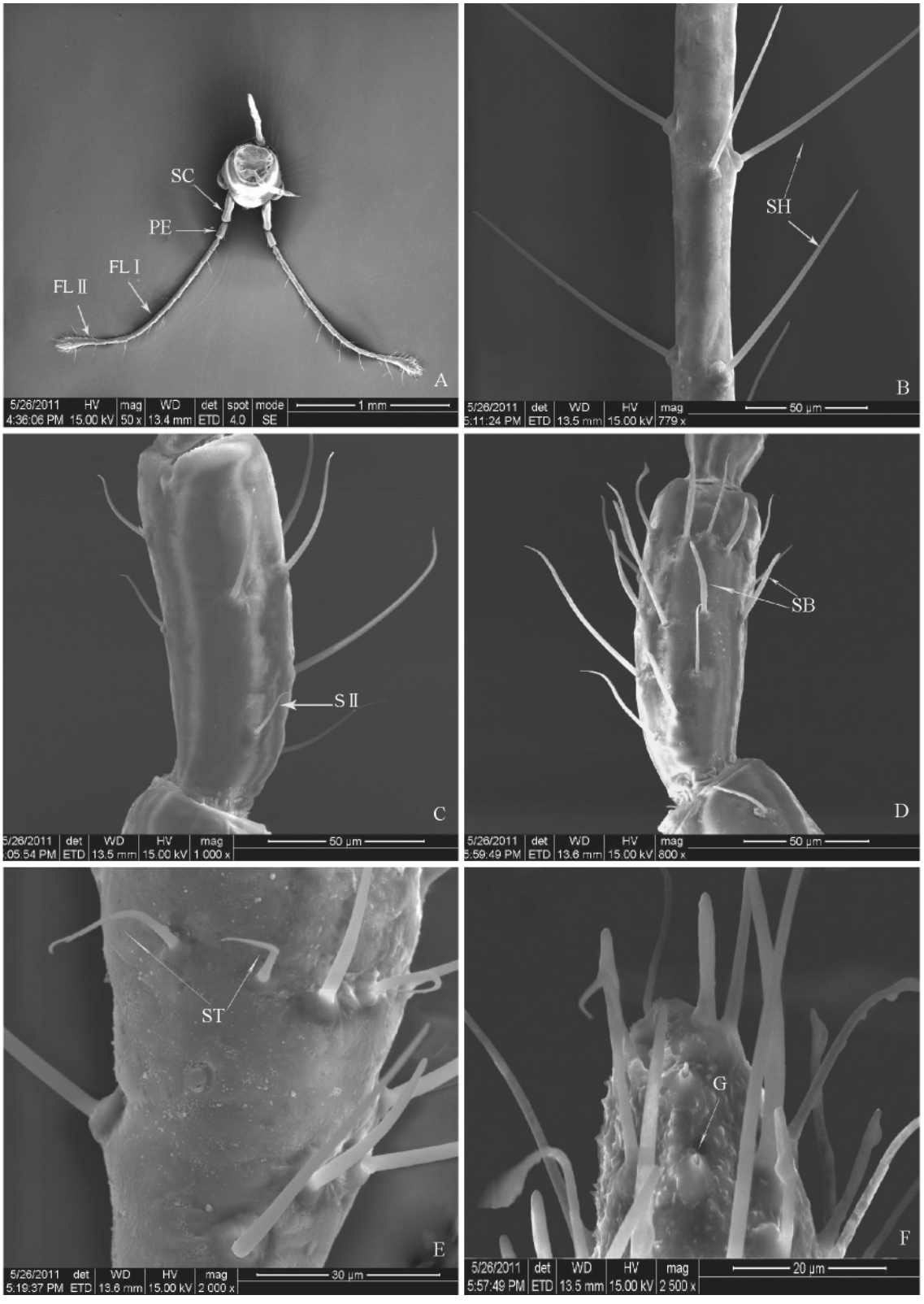
在电镜下观察触角感器类型，结果显示悬铃木方翅网蝽成虫的触角有 4 种感器类型，分别为刺型感器(sensilla chaetica，SH)、锥形感器(sensilla basiconca，SB)、毛型感器(sensilla trichodea，ST)和芽型感器(sensilla gemmiformia，G)。

2.2.1　刺型感器(sensilla chaetica，SH)　刺型感器呈刚毛状，明显长于其他类型感器，基部有一向上突起的臼状窝(图 1∶B，C)。刺型感器在雌雄成虫触角各节上均有分布，是数量最多的感器类型。可以分为大刺型感器(SH Ⅰ)(图 1∶B)和小刺型感器(SH Ⅱ)(图 1∶C)2 种类型。大刺型感器主要分布在第 1 鞭节和第 2 鞭节上，柄节和梗节上较少；而小刺型感器在触角各节上均有分布，在柄节和梗节上的数量多于大刺型感器。雄成虫触角上的大刺型感器长度为(91.78 ± 6.19) μm，基部直径为(5.34 ± 1.29) μm；小刺型感器长度为(48.89 ± 8.15) μm，基部直径为(3.78 ± 0.77) μm。雌成虫触角上的大刺型感器长度为为(88.61 ± 9.13) μm，基部直径为(5.23 ± 1.34) μm；小刺型感器长度为(47.45 ± 7.61) μm，基部直径为(3.41 ± 0.82) μm。

2.2.2　锥形感器(sensilla basiconca，SB)　锥形感器外形直立，基部无突起臼状窝，端部较钝，如指状，有一定的前倾角度(图 1∶D)，在雌、雄成虫触角各节上均有分布。雄成虫触角上的锥形感器长度为(28.19 ± 6.91) μm，基部直径为(2.84 ± 1.15) μm；雌成虫触角上的锥形感器长度为为(27.44 ± 7.43) μm，基部直径为(2.62 ± 1.23) μm。

2.2.3　毛型感器(sensilla trichodea，ST)　毛型感器细长，基部无基窝，端部弯钩状，集中分布于第 2 鞭节上(图 1∶E)。经测量，雄成虫触角上的毛型感器长度为(26.79 ± 5.91) μm，基部直径为(2.18 ± 0.67) μm；雌成虫触角上的锥形感器长度为为(26.22 ± 6.14) μm，基部直径为(1.95 ± 0.58) μm。

2.2.4　芽型感器(sensilla gemmiformia，G)　芽型感器短小，感器壁光滑，基部有基窝，长约 2.33


SC
PE
FL I
FL II
A
5/26/2011 HV mag WD det spot mode 1 mm
4:36:06 PM 15.00 kV 50 x 13.4 mm ETD 4.0 SE
SH
B
5/26/2011 det WD HV mag 50 μm
5:11:24 PM ETD 13.5 mm 15.00 kV 779 x
S II
C
det WD HV mag 50 μm
ETD 13.5 mm 15.00 kV 1 000 x
SB
D
5/26/2011 det WD HV mag 50 μm
5:59:49 PM ETD 13.6 mm 15.00 kV 800 x
ST
E
5/26/2011 det WD HV mag 30 μm
5:19:37 PM ETD 13.6 mm 15.00 kV 2 000 x
G
F
5/26/2011 det WD HV mag 20 μm
5:57:49 PM ETD 13.5 mm 15.00 kV 2 500 x

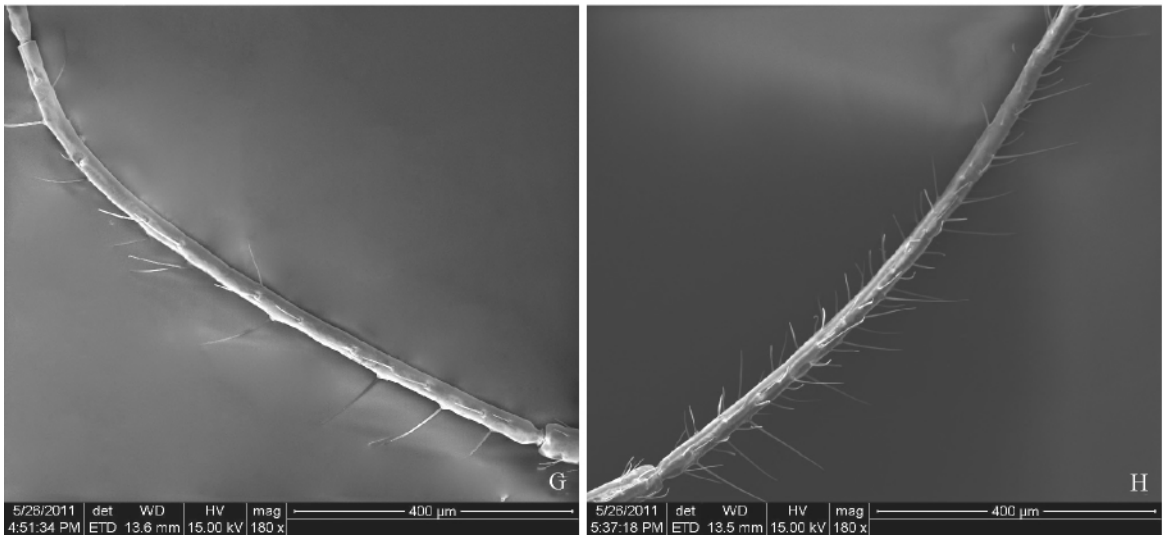


图 1　悬铃木方翅网蝽触角感器扫描电镜观察

Fig. 1　Observations on the antennal sensilla of *Corythucha ciliata* under scanning electron microscopy

A. 触角(柄节、梗节及鞭节的 2 个亚节) antenna(scape, SC; pedicel, PE; flagellum, FL Ⅰ and FL Ⅱ); B. 刺型感器(Ⅰ型) sensilla chaetica(SH Ⅰ); C. 刺型感器(Ⅱ型) sensilla chaetica(SH Ⅱ); D. 锥型感器 sensilla bsiconca, SB; E. 毛型感器 sensilla trichodea, ST; F. 芽型感器 sensilla gemmiformia, G; G. 雌成虫触角 the antenna of female adult; H. 雄成虫触角 the antenna of male adult.

~4.27 μm,宽约 1.25 ~ 1.86 μm(图 1:F)。仅在雄虫触角第 2 鞭节上观察到,且数量少。

3　结论与讨论

本实验发现悬铃木方翅网蝽雌雄成虫触角上共有 4 种感器,分别为刺型感器、锥形感器、毛型感器和芽型感器,刺型感器为数量最多、分布最广的感器,芽型感器仅在雄虫第 2 鞭节分布。感器类型和数量在触角背面和腹面无明显差异,雄成虫触角感器数量明显多于雌成虫,感器的形态在雌雄间无显著差异。

刺型感器直立地着生于触角表面,明显长于其它感器,相比于其他感器更易于接触物品,因而具有感受机械刺激的功能(马瑞燕和杜家纬,2000)。超微结构研究和单感器电生理实验也表明,刺型感器不是化学感器,仅对机械振动有反应(杜永均等, 1995)。此外,还有研究报道刺形感器有选择环境和感受温湿度的功能(杜芝兰,1989; Chinta *et al.*, 1997)。本实验观察结果表明,悬铃木方翅网蝽触角上的刺型感器基部有明显的臼状窝,与已报道的绿盲蝽和美国牧草盲蝽触角上的刺型感器相似,表明这种感器可以活动,具有感受机械刺激的功能(陆宴辉等, 2007)。悬铃木方翅网蝽触角上刺型感器有大刺型和小刺型 2 种类型,这 2 种不同类型的刺型感器可能具有不同的功能,但其功能有待于通过电生理实验确定。

锥形感器通常散生于触角上,被认为是一种嗅觉感器,能够感受植物气味的刺激(Ochieng *et al.*, 2000; Bleeker *et al.*, 2004; 金鑫等, 2004)。悬铃木方翅网蝽雌、雄成虫触角各节上均有少量锥形感器分布,可能也是嗅觉感器。毛型感器是昆虫触角上分布最广、数量最多的感器,是目前研究最为广泛的感器之一,一般被认为具有感受机械刺激和化学物质的双重功能(马瑞燕和杜家纬, 2000)。本实验结果表明,毛形感器仅在悬铃木方翅网蝽雌、雄成虫触角第 2 鞭节上有分布,短于刺型和锥型感器,可能是一种重要的嗅觉感器,其功能还有待进一步研究确认。

芽型感器在悬铃木方翅网蝽成虫触角上分布很少,已研究报道的其它半翅目异翅亚目昆虫触角上未曾发现这种感器。曾在云南木蠹象触角上发现芽型感器,分布于梗节基部(杨燕等, 2009)。本实验观察到芽型感器仅分布于雄虫第 2 鞭节的中上端部,而雌虫触角上无分布,可能是一种感受

雌虫信息物质的感器。

本实验仅观察研究了悬铃木方翅网蝽成虫触角感器的特征、类型及其分布特点,关于各种感器的功能和作用尚需进一步研究。

参考文献(References)

Bleeker MAK, Smid HM, van Aelst AC, van Loon JJA, Vet LEM, 2004. Antennal senailla of two parasitoid wasps: a comparative scanning electron microscopy study. *Microsc. Res. Tech.*, 63:266—273.

Cheol S, Kwang YC, 2000. Ecological characteristics and insecticidal susceptibility of sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Hemiptera: Heteroptera: Tingidae). *Korean J. Life Sci.*, 10(2):164—168.

Chinta S, Dickens JC, Baker GT, 1997. Morphology and distribution of antennal sensilla of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera: Miridae). *Int. J. Insect Morphol. Embryol.*, 26:21—26.

Ochieng SA, Park KC, Zhu JW, Baker TC, 2000. Functional morphology of antennal chemoreceptors of the parasitoid *Micrcplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae). *Arthropod Struct. Dev.*, 29:231—240.

Oszi B, Ladányi M, Hufnagel L, 2005. Population dynamics of the sycamore lace bug in Hungary. *Appl. Ecol. Envir. Res.*, 4(1):135—150.

Tokihiro G, Tanaka K, Kondo K, 2003. Occurrence of the sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) in Japan. *Res. Bull. Plant Prot. Serv. Japan*, 39:85—87.

杜兰芝, 1989. 中华蜜蜂工蜂触角感受器的扫描电镜观察. 昆虫学报, 32:166—169.

杜永均, 严福顺, 唐觉, 1995. 大豆蚜触角嗅觉感器结构及其功能. 昆虫学报, 38(1):1—7.

金鑫, 张善干, 张龙, 2004. 东亚飞蝗四种类型的触角感受器超微结构(昆虫纲:直翅目). 农业生物技术学报, 12:300—305.

李传仁, 夏文胜, 王福莲, 2007. 悬铃木方翅网蝽在中国的首次发现. 动物分类学报, 32(4):944—946.

鲁冲, 朱芬, 陈丽珍, 周丽君, 雷朝亮, 2009. 中黑盲蝽触角感器扫描电镜观察. 昆虫知识, 46(6):879—882.

陆宴辉, 仝亚娟, 吴孔明, 2007. 绿盲蝽触角感器的扫描电镜观察. 昆虫学报, 50(8):863—867.

马瑞燕, 杜家纬, 2000. 昆虫的触角感器. 昆虫知识, 37(3):179—182.

那杰, 于维熙, 李玉萍, 董鑫, 焦娇, 2008. 昆虫触角感器的种类及其生理生态学意义. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 26(2):213—216.

王福莲, 李传仁, 刘万学, 万方浩, 2008. 新入侵物种悬铃木方翅网蝽的生物学特性与防治技术研究进展. 林业科学, 44(6):137—138.

杨燕, 杨茂华, 杨再华, 张恒, 黄吉勇, 余金勇, 2009. 云南木蠹象触角感器的扫描电镜观察. 林业科学, 45:72—77.