

- Pharmacology, vol. 3. Oxford: Pergamon Press, 1985, 401~451.
- 26 Brelélin M., Zachary D. In: Brelélin M. (ed.), Immunity in Invertebrates. Berlin: Springer Verlag, 1986. 36~48.
- 27 Willott E., Trenczek T., Thrower L.W., Kanost M. R. *Eur. J. Cell Biol.*, 1994, **65**(2): 417~423.
- 28 Gardiner E.M. M., Strand M. R. *J. Insect Physiol.*, 1999, **45**(2): 113~126.
- 29 Lebesky T., Chang T., Hartenstein V., Banerjee U. *Science*, 2000, **288**(5 463): 146~149.
- 30 Sass M., Kiss A., Locke M. *J. Insect Physiol.*, 1994, **40**(5): 407~421.
- 31 de Silva C., Dunphy G. B., Rau M. E. *Dev. Comp. Immunol.*, 2000, **24**(4): 367~379.
- 32 Wago H. *Dev. Comp. Immunol.*, 1983, **7**(2): 199~208.
- 33 周志军, 王世贵. 见: 成卓敏主编, 农业生物灾害预防与控制研究. 北京: 中国农业科学技术出版社. 2005. 552~554.

黑胸大蠊下颚须和下唇须上感器 扫描电镜观察*

吴 婧 王 佳 董 鹏 王进军**

(西南大学植物保护学院 重庆市昆虫学及害虫控制工程重点实验室 重庆 400716)

Observation on the maxillary palpus and labial palpus sensilla of *Periplaneta fuliginosa* with scanning electron microscope. WU Jing, WANG Jia, DONG Peng, WANG Jirr Jun** (Key Laboratory of Entomology and Pest Control Engineering, College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract The external morphology of sensilla on maxillary and labial palpus of *Periplaneta fuliginosa* (Serville) was observed with scanning electron microscope. The results showed that there were a sensillar fields on the apex of both maxillary and labial palpus, and especially on the inner apex of the former, there was a narrow sulcus with lots of grooved basiconic sensillum inside. Over five types of sensilla were observed in these sensillar fields, including grooved basiconic sensillum, trichoid sensillum, chaetic sensillum, campaniform sensillum, pectinate scales, and spine sensillum, moreover, some of them have subtypes. Sensillar diversity of maxillary palpus is similar to the labial palpus except for grooved basiconic sensilla, and that the number of sensillum is different.

Key words *Periplaneta fuliginosa*, maxillary palpus, labial palpus, sensillas

摘 要 利用扫描电子显微镜观察了黑胸大蠊 *Periplaneta fuliginosa* (Serville) 成虫下颚须和下唇须上的感器形态。结果发现,在黑胸大蠊下颚须和下唇须末节顶端何感器密集区,尤其是下颚须第5节内侧顶端,有一狭长沟壑,内有大量的带槽锥形感器。通过重点观察感器密集区,发现主要有5~6种类型感器,分别为带槽锥形、毛形、刺形、钟形、齿状、针形感器,其中有些感器又可分为几种亚类型。比较研究发现下颚须和下唇须上感器类型除了带槽锥形感器以外基本相似,只是数量上有区别。

关键词 黑胸大蠊, 下颚须, 下唇须, 感器

黑胸大蠊 *Periplaneta fuliginosa* (Serville) 一种国内分布广泛,危害严重的卫生和仓储害虫,尤其在长江流域及华南地区,黑胸大蠊是优势种群,是我国常见的室内三大蜚蠊目害虫之一。它不仅咬损物品、摄取食物,而且传播结核、痢疾、霍乱等人类重要的流行性疾病^[1,2]。

蜚蠊具有发达的感觉器官,上面分布有很

多感器,这些感器具有发现食物、感受外界环境温度湿度变化、逃避天敌、寻找配偶等重要生理功能^[3]。下颚须和下唇须是蜚蠊头部除触角以外

* 教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-04-0854),重庆市科技创新能力建设计划(CSTC, 2005CA1002)资助项目。

** 通讯作者, E-mail: jjwang7008@yahoo.com

收稿日期: 2006-09-11, 修回日期: 2006-10-24

的主要附肢,与蜚蠊的取食活动有重要的关系。此外还可以利用蜚蠊十分灵敏的嗅觉和味觉器官,特别是下颚须等制作生物传感材料^[4]。在我国常见的蜚蠊中,美洲大蠊 *Periplaneta americana* (L.) 和德国小蠊 *Blattella germanica* (L.) 的感器国内外研究较为深入^[4~9],而对黑胸大蠊的研究相对较少。研究蜚蠊口部感器的外部形态,对深入了解其内部的结构特征及整个神经系统的连接走向具有一定的指导意义^[3]。据此本研究对黑胸大蠊成虫下颚须和下唇须上分布的感器进行了扫描电镜观察,以期了解感器的结构和类别,为研究各种感器的生理功能及蜚蠊的防治提供基础材料。

1 材料与方法

1.1 虫源

黑胸大蠊成虫于 2005 年 6 月在重庆市北碚区居室中用瓶口涂有凡士林的广口瓶装上碎面包屑,置于蜚蠊经常出没处诱集获得。

1.2 电镜观察标本的制备

(1) 虫体的选取和清洗:随机选取在养虫瓶内的黑胸大蠊成虫雌雄各 3 头,用镊子取下下颚须和下唇须,即下颚须和下唇须各 6 根;分别用双蒸水、75% 乙醇反复清洗,然后置于摇床上 100 r/min 继续用 75% 乙醇清洗 2 h。

(2) 标本的制备:将清洗完的标本用 2.5% 戊二醛固定 2 h 后,用磷酸缓冲液冲洗 4 次,每次 10 min;再用 1% 钨酸固定 1 h,双蒸水清洗 4 次,每次 15 min;接着用 2% 单宁酸处理 2 h(可过夜),双蒸水清洗 4 次,每次 15 min;然后从 30% 乙醇开始,依次经 50%、70%(可过夜)、80%、90% 和 100% 乙醇脱水,每次 15 min;脱水后,用叔丁醇-一乙腈干燥法干燥;最后用导电双面胶将下颚须和下唇须贴于样品台上。

(3) 镀膜和观察:将贴好台的样品用日立 E-1010 离子溅射仪进行镀膜,然后置于日立 S-3000N 扫描电镜下对下颚须和下唇须上的感器观察并拍照,加速电压 15 kV。

2 结果与分析

2.1 下颚须和下唇须的外部形态

黑胸大蠊体长 23~ 30 mm,黑褐色,具光泽;头部黑褐色,有较强的光泽,单眼黄色,唇基赤褐色;前胸背板黑褐色或黑色,略呈梯形,前缘近乎平直,后缘缓弧形,中部稍隆起,表面平整、光滑且有光泽。雌雄虫翅均较发达,前后翅均超过腹部末端,前翅黑褐色或黑色,具光泽,后翅色淡。雌虫腹部明显宽于雄虫,雄虫在肛上板基部两侧有尾须 1 对。

下颚须长 5.1~ 5.5 mm,分为 5 节,基部第 1 节宽短,长 0.36~ 0.38 mm;第 2 节稍长,0.52~ 0.54 mm;第 3、4 节分别为 1.64 mm、1.35 mm 左右(图版 I:1)。第 3 节端部与第 4 节基部内侧有 1 圆形凹陷区,内有乳突状突起(图版 I:2)。第 5 节状似“兔耳”,内侧缘凹陷处是感器密集区,位于底部的感器排列整齐,位于两侧壁的感器排列不规则(图版 I:3)。每一节均有感器分布,但第 5 节端部内侧是感器密集区,该感器密集区域,雌虫稍比雄虫大。雌虫和雄虫的下颚须形态相似,只是第 5 节内侧的感器数量,雌虫比雄虫多(表 1)。

下唇须长 2.1~ 2.2 mm,分为 3 节,基部第 1 节宽短,长 0.51~ 0.53 mm;第 2 节稍长,0.71~ 0.73 mm;第 3 节最长,为 1.08~ 1.10 mm,顶端是感器密集区(图版 II:1,2)。在顶端,雌虫和雄虫的感器类型相似,差别也只在于数量(表 1)。

2.2 下颚须感器的种类、形态和分布

黑胸大蠊成虫下颚须的感器主要有:带槽锥形、毛形、刺形、齿状和钟形感器。

(1) 带槽锥形感器 (grooved basiconic sensillum, G):呈锥状,钝顶,表面有深浅不一的纵槽,着生于隆起的底座之上(图版 I:4);分布于第 5 节内侧缘凹陷处的底部,排列整齐,在该区域内占 93%~ 97%;该感器长约 9 μm,基部直径 2.0~ 2.5 μm。分布于雄虫的带槽锥形感器数量较雌虫少。

(2) 毛形感器(trichoid sensillum, T):长约 11 μm,基部直径 2.6~ 3.0 μm,该感器向端部弯曲,毛壁有纵槽,顶部有孔,只在第 5 节凹陷处有分布,与带槽锥形感器混杂在一起。根据这

种传感器的形状,可分为2种类型,即毛形感器I型和毛形感器II型。

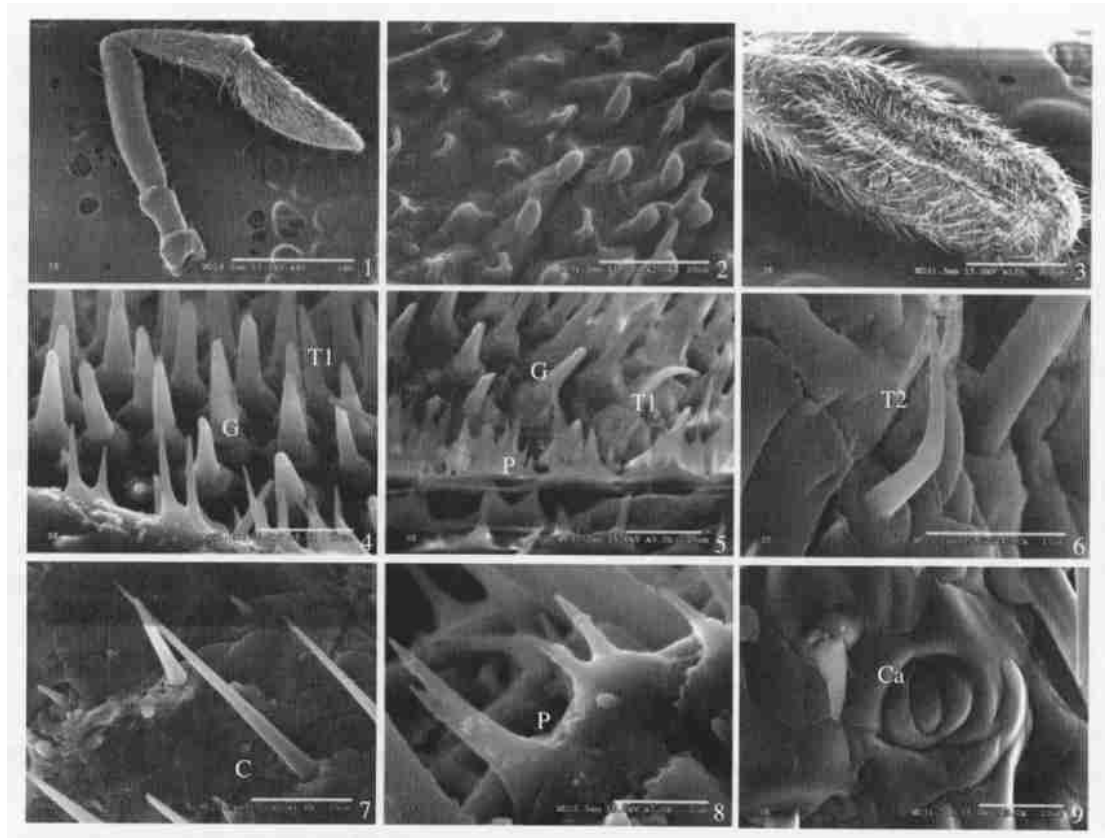
I型毛形感器,从基部垂直着生,向端部逐渐变细,仅在近端部1/5~1/3处开始弯曲成弧形(图版I:5);II型毛形感器基本上从基部开始弯曲,呈弓形,向端部逐渐尖细(图版I:6)。

(3)刺形感器(*chaetic sensillum*, C):长28~110 μm ,基部有可活动的臼状窝。较短的刺形感器,长28~42 μm ,表面较光滑,纵槽不明显;

较长的刺形感器,长55~110 μm ,表面有纵槽,未观察到顶孔(图版I:7)。

(4)齿状感器(*pectinate scales*, P):长约5 μm ,基部直径约3 μm ,分布在末节凹陷处两侧,由于其形态的特殊,不容易计数(图版I:8)。

(5)钟形感器(*campaniform sensillum*, Ca):为一圆形隆起,中间凹陷,两边呈斜面状突起,在末节感器密集区仅观察到1个(图版I:9)。



图版I 黑胸大蠓成虫下颚须感器形态电镜图

1 下颚须全貌(45 $\times$), bar= 1 mm 2 第3节端部与第4节基部内侧凹陷区内乳状突(2000 $\times$), bar= 20 μm 3 第5节端部凹陷处感器密集区(120 $\times$), bar= 300 μm 4 带槽锥形感器和毛形感器I型(G)(T1)(3500 $\times$), bar= 10 μm 5 齿状感器(P)、带槽锥形感器(G)和毛形感器I型(T1)(3000 $\times$), bar= 10 μm 6 毛形感器II型(T2)(5000 $\times$), bar= 10 μm 7 刺形感器(C)(1800 $\times$), bar= 20 μm 8 齿状感器(P)(7000 $\times$), bar= 5 μm 9 钟形感器(Ca)(3000 $\times$), bar= 10 μm

2.3 下唇须感器的种类、形态和分布

黑胸大蠓成虫下唇须的感器主要有:毛形、锥形、刺形、钟形和针形感器。

(1)毛形感器(*trichoid sensillum*, T):形态与下颚须毛形感器类似,在感器密集区分散分布。

I型毛形感器长13~20 μm ,基部直径约2 μm ,表面有纵槽,端部开始弯曲,未观察到顶孔(图版II:3);II型毛形感器,与锥形感器混杂在一起,长12~18 μm ,基部直径约3 μm ,表面纵槽不明显,感毛伸入基座,结合紧密,从基部开始

弯曲(图版 II: 3)。

(2) 刺形感器(*chaetic sensillum*, C): 长 15~23 μm , 基部直径约 3.5 μm (图版 II: 5), 表面有纵槽, 未见顶孔; 锥形感器多集中分布在第 3 节端部顶端感器密集区, 在该区域周边也有零星分布。

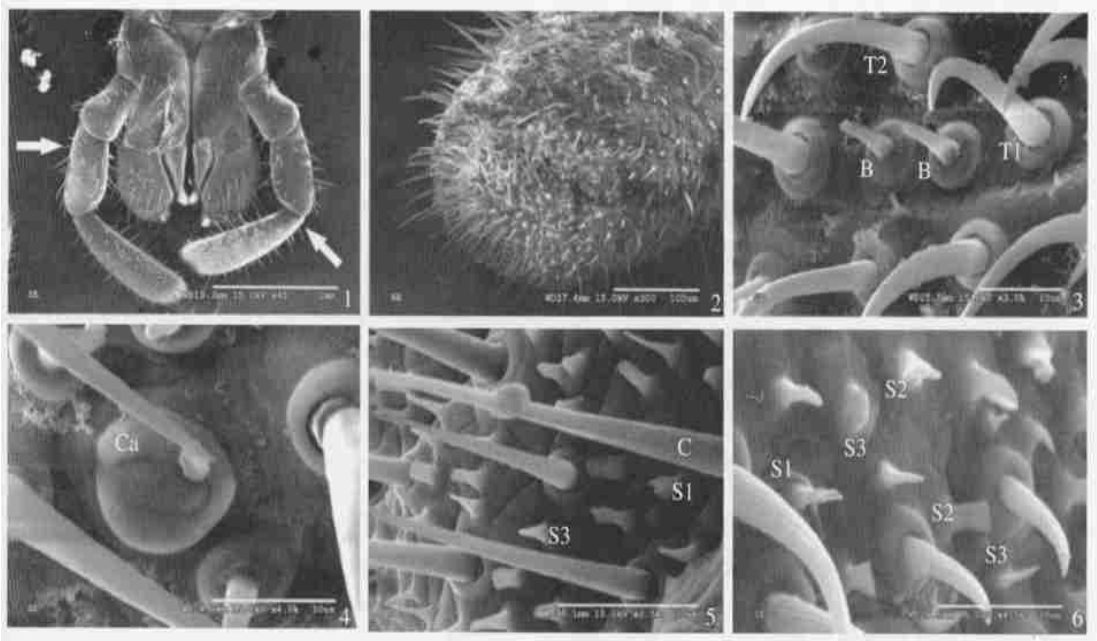
(3) 锥形感器(*basiconic sensillum*, B): 较短, 长 5~7 μm , 基部 2.3~3 μm (图版 II 3)。感毛不弯曲, 表面纵槽不明显, 在感器密集区中部少量分布。

(4) 钟形感器(*campaniform sensillum*, Ca): 形态与下颚须上钟形感器类似, 在下唇须第 3 节

感器密集区观察到一个(图版 II: 4)。

(5) 针形感器(*spine sensillum*, S): 在感器密集区分散分布, 周边也有少量分布, 与其余感器混杂在一起, 没有基座。根据感器形状分为 3 种类型, 即针形感器 I 型, 针形感器 II 型和针形感器 II 型(图版 II: 5, 6)。

I 型针形感器, 长约 3 μm , 无顶孔, 基部平坦, 无臼状窝; 感毛端部分叉, 有的分 2 个叉, 有的分 3 个叉或更多; II 型针形感器, 长 3~6 μm , 端部平削, 在感器密集区分散分布; II 型针形感器, 长 1~3 μm , 纤细, 比 I 型和 II 型短小。



图版 II 黑胸大蠓成虫下唇须感器形态电镜图

1 下唇须全貌(45×), bar= 1 mm 2 第 3 节顶端感器密集区(300×), bar= 100 μm 3 毛形感器 I 型和 II 型(T1)(T2) 以及锥形感器(B)(3 000×), bar= 10 μm 4 钟形感器(Ca)(4 500×), bar= 10 μm 5. 刺形感器(C)和针形感器 I 型、II 型(S1)(S3)(2 500×), bar= 20 μm 6. 针形感器 I 型、II 型和 II 型(S1)(S2)(S3)(2 500×), bar= 10 μm

表 1 黑胸大蠓下颚须和下唇须末端感器数量

黑胸大蠓		感器密集区			感器							
		长(μm)	宽(μm)	带槽锥形	毛形		刺形	钟形	锥形	针形		
					I 型	II 型				I 型	II 型	II 型
下颚须	雄虫	830	220	1 198	32	10	31					
	雌虫	900	250	1 459	28	12	35	1				
下唇须	雄虫	170	110		7	6	140		20	40	192	25
	雌虫	170	120		6	7	145	1	21	45	203	27

3 讨论

与触角相比,下颚须和下唇须表面略为光滑,仅末节感器种类和数量较多,其余节均较少,各种感器形态相似,只是触角上的边缘感器在下颚须和下唇须上没有发现^[10-12],因此下颚须和下唇须感器的功能也应与触角上感器的功能相似。黑胸大蠊在取食时常利用下颚须敲打和探查食物,而下颚须第5节端部内侧凹陷处分布有大量感器,因此蜚蠊在取食时用下颚须敲打食物可能有“品尝”食物味道的作用。

带槽锥形感器,毛形感器在下颚须和下唇须上广泛分布,尤其是末节感器密集区。这类感器感毛基部没有臼状窝,稳固。相关研究表明其具有嗅觉和味觉的功能^[13],在昆虫取食和生境选择中,对化学信息的检测^[14],包括感受蜚蠊本身所产生的性外激素等,都具有重要作用,而且蜚蠊嗅觉在信息素感受方面对于寻找配偶、繁殖后代有重要生理意义^[13]。这些感器在毛壁或顶端有孔,因此有气味的物质可能通过这些孔进入感受器内与某些物质产生化学或物理反应,从而引起内分泌或电生理变化,将信息传入中枢,完成嗅觉功能^[15]。

刺形感器和钟形感器主要是机械性感受器,其感器壁上无孔且有纵槽,而且刺形感器底部有较大凹陷,这些都是机械性感受器的特点。这些感器的感受机制可能是在下颚须或下唇须活动时引起该感器神经细胞产生一定的动作电位从而传到中枢引起感觉,中枢根据这些信息来调整下颚须或下唇须的活动。

齿状和针形感器,底座没有臼状窝,较稳固,有可能可以感受温度和湿度,但还须进一步证实。

黑胸大蠊下颚须和下唇须感器的种类相似,都有5~6种,感器在雌雄中不存在二型现象,只是数量有差异,下唇须在末节端部感器密集区没有大量的带槽锥形感器,因此感器数量明显少于下颚须,所以下唇须对于食物和周围环境的感受能力没有下颚须敏感,但它对下颚

须感受到的物质能保持选择性响应。

同其他蜚蠊相比较,黑胸大蠊下颚须和下唇须超微结构与美洲大蠊、德国小蠊基本相同,但也存在一定差异。黑胸大蠊与美洲大蠊下颚须第5节内侧只有1个凹陷区,而德国小蠊为大、小2个;德国小蠊下颚须第2节内侧有乳突状突起的椭圆形凹陷区,第4节末端内侧有锥形感器密集区,而黑胸大蠊与美洲大蠊下颚须仅在第3节端部和第4节基部有乳状突;德国小蠊下颚须上没有毛形感器,有孔锥形感器和毛表感器^[5]。这种蜚蠊是我国常见的室内三大蜚蠊目害虫,它们的食性又有所不同,这可能与它们在下颚须和下唇须结构上的不同有某种程度的关联,因此在防治时也应有针对性^[16]。

参 考 文 献

- 1 吴福祯. 昆虫学报, 1982, **25**(4): 416~ 422.
- 2 吴福祯. 昆虫学报, 1987, **30**(4): 430~ 439.
- 3 程才贵, 薛瑞德, 吴厚永. 昆虫知识, 1991, **28**(1): 54~ 56.
- 4 洪丽, 尹屹梅, 郑赛晶, 段亚楠, 林祥钦. 化学学报, 2002, **60**(9): 1 727~ 1 731.
- 5 杨银书, 刘增加, 徐甘东. 中国寄生虫病防治杂志, 1997, **10**(3): 221~ 222.
- 6 程功煌. 厦门大学学报(自然科学版), 1993, **32**(6): 802~ 803.
- 7 Cheng G. H. *Acta Sci. Nat. Univ. Sunyatseni*, 1996, **35**(Sup. 2): 61~ 65.
- 8 Ramaswamy S. B., Gupta A. P. *J. Morphol.*, 1981, **168**(3): 269~ 279.
- 9 Ahner H., Statter H. *Deutsche Zool. Gesellschaft*, 1982, **75**: 247.
- 10 程才贵. 中国媒介生物学及控制杂志, 1991, **2**(3)(增刊): 24~ 28.
- 11 杨银书, 徐甘东. 西北师范大学学报(自然科学版), 1997, **33**(2): 60~ 62.
- 12 Toh Y. J. *Ultrastruct. Res.*, 1997, **60**(3): 373~ 394.
- 13 Prakash S., Mendki M. J., Rao K. M., Singh K., Singh R. N. *Int. J. Insect Morphol. Embryol.*, 1995, **24**(1): 13~ 15.
- 14 Kim J. L., Yamasaki T. *Int. J. Insect Morphol. Embryol.*, 1996, **25**(1~ 2): 153~ 172.
- 15 狄旭东, 刘艳青, 张守刚, 余向阳, 肖杭, 等. 昆虫知识, 2005, **42**(6): 616~ 622.
- 16 孙耘芹, 李梅, 何凤琴, 齐欣. 昆虫知识, 2004, **41**(3): 216~ 222.