

夜蛾黑卵蜂雌蜂触角感器的扫描电镜观察

陈丽, 陈科伟, 梁广文

(华南农业大学 资源环境学院, 广东 广州 510642)

摘要:夜蛾黑卵蜂 *Telenomus remus* Nixon 是鳞翅目夜蛾科害虫卵期的重要寄生性天敌. 通过扫描电镜对夜蛾黑卵蜂雌蜂触角感器进行观察, 共发现 9 种类型的感器, 分别为锥形感器、毛形感器、栓锥感器、钟形感器、毛状弯曲形感器、具沟端弯感器、端孔坛形感器、芽孢形感器和刺形感器. 其中锥形感器具有 3 种形态, 锥形感器 I 分布于柄节与头部及梗节连接处, 锥形感器 II 常见于端孔坛形感器周围, 锥形感器 III 分布于鞭节, 数量较少. 毛形感器数量较多, 在柄节、梗节及鞭节均有分布. 其他 7 种类型的感器则主要集中于触角的第 8~11 节.

关键词:夜蛾黑卵蜂; 触角感器; 扫描电镜
中图分类号:Q968.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2013)01-0072-04

Antennal Sensilla of Female *Telenomus remus* Observed with Scanning Electron Microscopy

CHEN Li, CHEN Kewei, LIANG Guangwen

(College of Natural Resources and Environment Resources, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) is an egg parasitoid of Noctuidae insects. The antennal sensory sensilla of female parasitoid were observed with scanning electron microscopy. Nine distinct types of sense receptors were observed, including sensillum basiconica, sensillum trichodea, sensillum trichodea curvata, sensillum styloconicum, sensillum campaniformium, fluted bent-tipped sensillum, pore-tipped ampullaceous sensillum, sensillum gemmiformium and sensillum chaeticum. Three forms of sensillum basiconica (SB) were found. SB I were distributed at the end parts of scape that link the head and pedicel; SB III were only found at the flagellum, and SB II were always accompanied with the pore-tipped ampullaceous sensillum. Sensillum trichodea were distributed widely on the antenna with larger amount. However, the other seven sensilla were mainly distributed at the eighth to the eleventh fragments of antenna.

Key words: *Telenomus remus*; antennal sensilla; scanning electron microscopy

触角是昆虫重要的感觉器官,昆虫往往通过触角上着生的不同类型的感器接受、传递外部刺激,担负嗅觉、触觉及感受气流、CO₂、温度、湿度等功能. 触角在昆虫觅食、求偶、产卵、功能栖息、防御等活动中均起着重要作用^[1-2].

夜蛾黑卵蜂 *Telenomus remus* Nixon, 属于膜翅目 Hymenoptera 缘腹细蜂科 Scelionidae, 是许多鳞翅目夜蛾科害虫卵期的主要寄生性天敌^[3-4]. 国内有关黑卵蜂触角感器的研究报道仅见于茶毛虫黑卵蜂 *Telenomus euproctidis* Wilcox 和野蚕黑卵蜂 *Telenomous*

theophilae Wu et Chen^[5-6]. 但不同种类寄生蜂的触角传感器在类型、数量及分布上并不相同^[7]. 本文利用扫描电镜观察了夜蛾黑卵蜂雌蜂触角传感器的超微结构, 为更深入了解该蜂触角传感器与行为之间的关系提供基础.

1 材料与方法

1.1 供试蜂源

夜蛾黑卵蜂, 采集于广州市郊大葱田被寄生的甜菜夜蛾卵块, 羽化后在室温(26 ± 1) °C、相对湿度70%条件下以甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 卵作为寄主进行继代繁育.

1.2 观察方法

取羽化12 h内的夜蛾黑卵蜂雌蜂若干头, 用 φ 为75%的乙醇冲洗3次后, 切下触角. 将其背、腹、侧面用导电胶粘于铜制样品台上, 放入真空镀膜仪内镀金膜后, 用ESEM XL-30型扫描电镜观察、摄影并统计结果. 观察时加速电压为20 kV.

2 结果与分析

2.1 夜蛾黑卵蜂雌蜂触角的基本结构

夜蛾黑卵蜂雌蜂触角呈膝状, 共11节, 长约375 μm . 柄节最长, 约140 μm , 3倍于梗节. 鞭节由小到大, 3~6节较为短小, 7~10节逐渐膨大, 似圆柱体, 第11节端部呈锥形, 似圆锥体. 触角传感器的种类和数量从第1~11节逐步增加, 主要集中于第8~11节(图1a).

2.2 夜蛾黑卵蜂雌蜂触角传感器的类型、特征及分布

扫描电镜观察发现夜蛾黑卵蜂雌蜂的触角具有9类传感器(表1、表2), 分别为锥形传感器(Sensilla basiconica, SB)、毛形传感器(Sensilla trichodea, ST)、栓锥传感器(Sensillum styloconicum, SCS)、钟形传感器(Sensillum campaniformium, CS)、毛状弯曲形传感器(Sensillum trichodea curvata, STC)、具沟端弯感器(Fluted bent-tipped sensillum, FBS)、端孔坛形传感器(Pore-tipped ampullaceous sensillum, PAS)、芽孢形传感器(Sensillum gemmiformium, SG)及刺形传感器(Sensillum chaeticum, SC).

①锥形传感器: 末端钝圆, 依据其形状差异分为3种, 即锥形传感器I、锥形传感器II和锥形传感器III.

锥形传感器I, 着生于触角柄节与头部之间的节间膜上, 柄节与梗节连接处也有分布. 此传感器短小,

呈锥形, 着生于白窝里, 与触角表面呈 $75^\circ \sim 90^\circ$ 角(图1b).

锥形传感器II, 主要分布于端孔坛形传感器周围, 数量多. 基部较大, 往上逐渐变细. 基部垂直于触角表面, 于1/4处向平行于触角方向弯曲. 该传感器形似“,”(图1c).

锥形传感器III, 分布于触角鞭节, 数量较少. 基部较大, 往上逐渐变细, 端部稍钝. 基部垂直于触角表面, 于1/3处向平行于触角方向弯曲(图1d).

②毛形传感器: 毛状, 着生于隆起的窝中, 细小, 长度变化较大, 具1条纵沟, 弯曲伸向前方, 前倾呈 $20^\circ \sim 45^\circ$ 角, 末端尖. 为夜蛾黑卵蜂雌蜂触角上分布最多的一种毛状传感器, 分布于触角各节上, 从触角基部到端部逐渐增多(图1e).

③栓锥传感器: 呈拇指形, 着生于略凹陷的表皮中, 近基部内隘呈弧形, 端部具细沟, 前倾, 分布于触角第4、6、11节外侧近腹面(图1f).

④钟形传感器: 中心处有一突起, 似纽扣, 着生在直径为0.60~0.89 μm 的盘形穴中, 触角第4、10节腹面有分布(图1f).

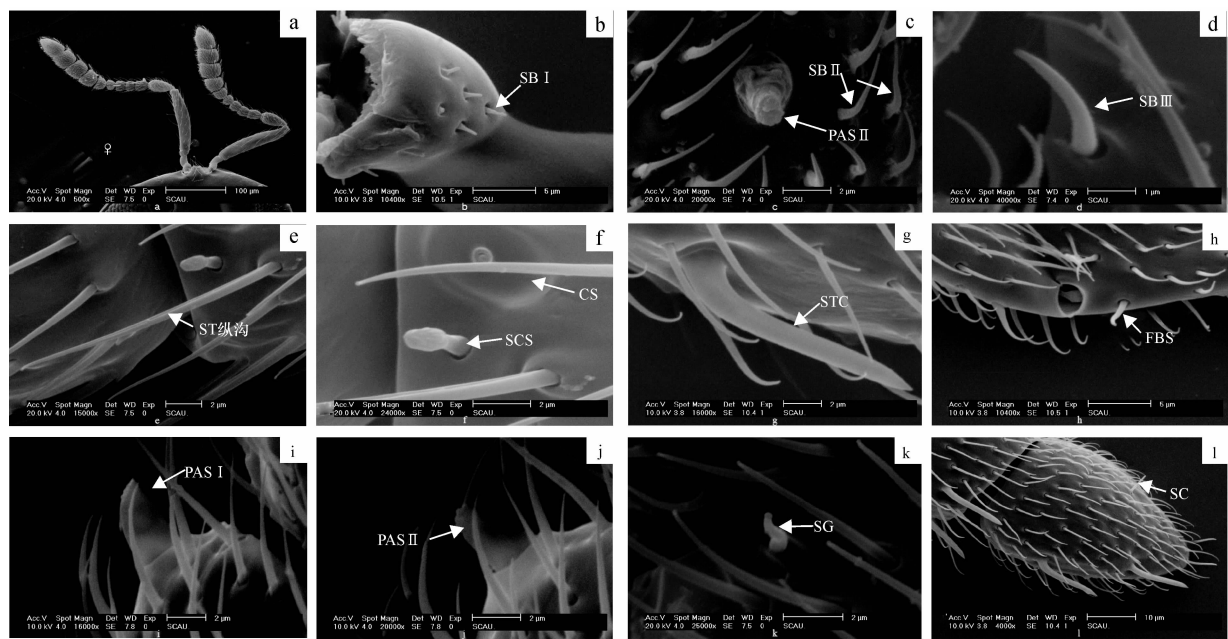
⑤毛状弯曲形传感器: 亦称多侧孔传感器(Lateral multiporous sensillum, LMPS). 粗长, 从基部上方弯曲指向前方, 基部稍膨大, 着生于圆形的凹窝内, 端部尖锐, 稍上翘, 类似于镰刀形, 侧面呈圆柱形. 长14.51~17.97 μm , 最粗处直径1.98~2.55 μm , 分布于触角第3、5节以及第7~11节的背面和背侧面(图1g).

⑥具沟端弯感器: 端部钝圆弯曲, 呈弯钩状, 侧面平滑, 近 90° 直立于触角表面, 分布于触角第8~11节(图1h).

⑦端孔坛形传感器: 亦称锥形传感器. 呈锥形, 着生于坛形穴中, 端部具微突, 锥形高度差异较大, 1.65~5.76 μm , 与触角表面呈 $70^\circ \sim 90^\circ$ 角. 每只触角上有6个端孔坛形传感器, 其中第8和11节上各有1个, 第9、10节上各有2个. 根据端部差异将其分为2种类型, 端孔坛形传感器I: 端部向后斜切, 边缘平滑. 端孔坛形传感器II: 端部没有斜切, 端部为分布均匀的指状微突(图1i、图1j).

⑧芽孢形传感器: 基部粗大, 顶端钝圆, 且微弯曲; 形似植物芽孢, 近垂直着生于触角表面, 分布于触角第8~11节(图1k).

⑨刺形传感器: 较毛形传感器粗而直, 似刺, 垂直于触角表面, 第6~11节均有分布(图1l).



a:触角;b~d:锥形感器 SB I、SB II、SB III;e:毛形感器 ST;f:栓锥感器 SCS、钟形感器 CS;g:毛状弯曲形感器 STC;h:具沟端弯感器 FBS;i、j:端孔坛形感器 PAS I、PAS II;k:芽孢形感器 SG;l:刺形感器 SC.

图1 夜蛾黑卵蜂雌蜂感器扫描电镜图

Fig.1 Antennal sensilla of female *Telenomus remus* observed with scanning electron microscopy

表1 夜蛾黑卵蜂雌蜂触角感器种类及特征

Tab.1 Types and morphological characters of antennal sensilla of female *Telenomus remus*

感器种类	特征	长度/ μm	宽度/ μm	角度/ $(^{\circ})$ ¹⁾
锥形感器 I	锥形,着生于节间膜上	1.90~2.24	0.42~0.68	75~90
锥形感器 II	似逗号	3.58~6.83	0.56~0.74	40~65
锥形感器 III	末端钝圆,1/3~1/2/处弯曲	2.76~5.15	0.68~1.28	40~60
毛形感器	长,细,具一纵沟	6.61~29.60	0.54~0.78	20~45
栓锥感器	栓状,端半部具细沟	2.33~3.88	0.81~0.93	55~70
钟形感器	盘形,中有一突起	0.60~0.89	4.05~4.78	90
毛状弯曲感器	似毛状,较大	14.51~17.97	1.98~2.55	15~30
具沟端弯感器	端钝,呈弯钩状	2.37~2.43	0.61~0.77	65~110
端孔坛形感器	具端孔或突起,锥形	1.65~5.76	2.34~4.97	70~90
芽孢形感器	似植物芽孢	1.56~2.56	0.66~0.80	75~90
刺形感器	似刺,垂直于触角表面	4.56~7.05	0.52~0.76	85~90

1) 角度为触角感器与触角表面所形成的角.

表2 夜蛾黑卵蜂雌蜂触角感器数量与分布¹⁾

Tab.2 Distribution of each kind of antennal sensilla and their quantities of *Telenomus remus*

触角节数	毛状弯曲形感器	栓锥感器	钟形感器	具沟端弯感器	端孔坛形感器	芽孢形感器	刺形感器
1~2	—	—	—	—	—	—	—
3	1	—	—	—	—	—	—
4	—	1	1	—	—	—	—
5	2	—	—	—	—	—	—
6	—	1	—	—	—	—	—
7	2	—	—	—	—	—	1
8	2	—	—	1	1	1	1~2
9	3	—	—	1	2	1	1~2
10	3	—	1	1	2	1	3~4
11	4	1	—	3~4	1	1	3~4

1) 触角节数从触角基部算起,第1节为柄节,第2节为梗节,第3~11节为鞭节;—示未观察到.

3 讨论与结论

寄生蜂的触角传感器在寄主搜寻、定位、检查、识别、接受外界信号以及产卵等行为中起着主导作用,其类型一般都较为丰富^[1],常见的传感器有毛形传感器、刺形传感器、锥形传感器、腔锥形传感器(*Sensilla coeloconica*)、栓锥形传感器、Bohm氏鬃毛(Bohm bristles)、鳞形传感器(*Sensilla auquamiformia*)、耳形传感器(*Sensilla auricillica*)、钟形传感器、板形传感器(*Sensilla placodea*)、瓶形传感器(*Sensilla ampullacea*)、剑梢传感器(*Sensilla scolopophora*)等^[2, 8]。但具不同生活习性(如卵寄生蜂与幼虫寄生蜂)、不同类群(如赤眼蜂 *Trichogramma* 与黑卵蜂 *Telenomus*)或不同性别的寄生蜂在触角传感器类型、数量与分布上均有所差异^[5-6, 9-12]。

扫描电镜观察结果表明夜蛾黑卵蜂雌蜂触角有9种传感器,分别为锥形传感器、毛形传感器、栓锥传感器、钟形传感器、毛状弯曲形传感器、具沟端弯传感器、端孔坛形传感器、芽孢形传感器和刺形传感器。毛形传感器是昆虫触角上分布最广、数量最多的感受器,一些学者又根据形态特征及功能的差异将毛形传感器细分为3类:即毛形传感器Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ,其中,毛形传感器Ⅰ是一种机械感受器;毛形传感器Ⅱ具有嗅觉功能;毛形传感器Ⅲ兼具机械和味觉功能^[13-14]。锥形传感器数量少,散生于触角,是一种嗅觉传感器,能感受来自植物、寄主的信息化合物^[8]。钟形传感器与坛形传感器同为嗅觉传感器,对信息化合物、CO₂和温湿度敏感^[2, 15]。刺形传感器是一种典型的机械传感器,能感知触角自身的位置(本位感受器)^[2]。毛状弯曲形传感器具有嗅觉功能,对寄主植物次代谢挥发物有反应,在寄生蜂寻找寄主环境、寄主搜寻中起着重要作用^[16]。端孔坛形传感器为接触化学传感器,其数量的多少直接影响着寄生蜂对寄主卵的识别、接受能力^[17-18]。具沟端弯传感器能够感受卵形状等物理信息^[17, 19]。

与同属其他种类的黑卵蜂相比,夜蛾黑卵蜂的触角传感器种类明显多于茶毛虫黑卵蜂的4种,即刚毛形传感器(包括毛形传感器、刺形传感器2类)、毛状弯曲形传感器、锥形传感器及多孔沟状传感器,而与野蚕黑卵蜂的9种触角传感器类型相接近^[5-6]。进一步比较发现,夜蛾黑卵蜂雌蜂触角上具有的端孔坛形传感器与欧晓明等^[6]报道的锥形传感器相似,通过比较,应为同一种传感器。而夜蛾黑卵蜂雌蜂触角上具有的毛状弯曲形传感器与高其康等^[5]报道的野蚕黑卵蜂雌蜂触角传感器——多侧孔传感器形状相似,通过比较,也应为同一种传感器。

参考文献:

[1] CONSOLI F L, PARRA J R, ZUCCHI R A, et al. Prog

Biol Control: Vol 9 [M]. Netherland: Springer, 2010: 57-94.

- [2] ZACHARUK R Y. Ultrastructure and function of insect chemosensilla [J]. Annu Rev Entomol, 1980, 25: 27-47.
- [3] WOJCIK B, WHITCOMB W H, HABECK D H. Host range testing of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) [J]. Fla Entomol, 1976, 59 (2): 195-198.
- [4] CAVE R D. Biology, ecology and use in pest management of *Telenomus remus* [J]. Biocontrol News Info, 2000, 21 (1): 21-26.
- [5] 高其康, 胡萃. 野蚕黑卵蜂触角传感器的超微结构研究 [J]. 浙江农业大学学报, 1993, 19(4): 399-404.
- [6] 欧晓明, 江汉华, 陈常铭. 茶毛虫黑卵蜂触角传感器的扫描电镜观察 [J]. 湖南农业大学学报, 1997, 23(3): 245-249.
- [7] 李竹, 陈力. 触角传感器特征应用于昆虫分类的研究进展 [J]. 昆虫分类学报, 2010, 32(增刊): 113-118.
- [8] 马瑞燕, 杜家纬. 昆虫的触角传感器 [J]. 昆虫知识, 2000, 37 (3): 179-183.
- [9] 戴玲美. 松毛虫赤眼蜂 (*Trichogramma dendrolimi*) 和玉米螟赤眼蜂 (*T. ostrinae*) 雌性触角的扫描电镜观察 [J]. 山东大学学报, 1986, 21 (1): 109-116.
- [10] 董文霞, 张钟宁. 中红侧沟茧蜂触角感受器的扫描电镜观察 [J]. 昆虫学报, 2006, 49(6): 1054-1059.
- [11] 王树香, 李继泉, 黄大庄, 等. 两种桑天牛卵寄生蜂触角传感器超微结构的比较 [J]. 蚕业科学, 2007, 33 (3): 367-373.
- [12] 李晶津, 钱海涛, 董辉, 等. 麦蛾茧蜂触角传感器的扫描电镜观察 [J]. 昆虫知识, 2008, 45 (1): 61-64.
- [13] McIVER S B. Structure of cuticular mechanoreceptors of arthropods [J]. Annu Rev Entomol, 1975, 20: 381-397.
- [14] ALTNER H, PRILLINGER L. Ultrastructure of invertebrate chemo-, thermo-, and hygroreceptors and its functional significance [M]. London: Academic Press, 1980: 69-139.
- [15] 那杰, 于维熙, 李玉萍, 等. 昆虫触角传感器的种类及生理生态学意义 [J]. 沈阳师范大学学报: 自然科学版, 2008, 26 (2): 213-216.
- [16] 高其康, 胡萃. 野蚕黑卵蜂成虫触角化学传感器的超微结构和功能 [J]. 电子显微学报, 1995(4): 261-266.
- [17] NORTON W N, VINSON S B. A comparative ultrastructural and behavioral study of the antennal sensory sensilla of the parasitoid *Cardiochiles nigriceps* (Hymenoptera: Braconidae) [J]. J Morphol, 1974, 142(3): 329-349.
- [18] CALLAHAN P S. Insect antennae with special reference to the mechanisms of scent detection and the evolution of sensilla [J]. Int J Insect Morphol, 1975, 4(5): 381-430.
- [19] 何丽芳. 螟卵啮小蜂触角传感器的研究 [J]. 昆虫学研究集刊, 1984(4): 71-75.

【责任编辑 周志红, 霍 欢】