

研究简报

Research Notes

灰茶尺蠖触角感器的扫描电镜观察

马涛, 黄志嘉, 朱映, 温秀军*

(华南农业大学林学与风景园林学院, 广东省森林植物种质创新与利用重点实验室, 广州 510642)

摘要 使用扫描电子显微镜对灰茶尺蠖 *Ectropis grisescens* 成虫触角感器的种类、形态和分布进行了观察。结果表明:灰茶尺蠖触角上主要存在3种感器,分别为毛形感器(sensilla trichodea, ST)、刺形感器(sensilla chaetica, SC)和栓锥形感器(sensilla styloconica, SS)。感器的种类和分布在雌雄成虫触角上没有差异。

关键词 灰茶尺蠖; 触角感器; 扫描电子显微镜

中图分类号: S 435.711 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018451

Observation of the ultrastructure of antenna sensilla of *Ectropis grisescens* (Lepidoptera: Geometridae)

MA Tao, HUANG Zhijia, ZHU Ying, WEN Xiujun

(Guangdong Key Laboratory for Innovative Development and Utilization of Forest Plant Germplasm, College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract Antenna sensilla of *Ectropis grisescens* were observed using scanning electron microscope (SEM). Three types of sensilla including sensilla trichodea (ST), sensilla chaetica (SC) and sensilla styloconica (SS) were discovered and identified. Type and distribution of all identified sensilla were not different between male and female.

Key words *Ectropis grisescens*; antenna sensilla; scanning electron microscope

灰茶尺蠖 *Ectropis grisescens* 隶属鳞翅目 Lepidoptera 尺蠖科 Geometridae, 其幼虫以茶树叶片为食, 是我国国内一种重要的茶叶害虫, 分布于多个产茶省份, 对茶叶产业构成重要威胁^[1-2]。灰茶尺蠖与同属的茶尺蠖 *E. obliqua* 在外形上特别相似, 两种尺蠖在国内的分布区域也有重叠, 因此曾经被错认为是同一物种, 直到2014年学者才将其确定为两个不同物种^[3]。

触角作为昆虫重要的感觉器官, 可接受环境中的化学信号和物理信号。在昆虫觅食、求偶、生殖中发挥着不可替代的作用。触角感器则是昆虫分辨环境信号的关键, 昆虫触角上遍布多种感器, 常见的感器多可归类为毛形感器、刺形感器、叉形感器、鳞形感器、柱形感器、栓锥形感器、Böhm氏鬃毛、耳形感器。在不同种类的昆虫中或者同一种类不同性别的昆虫中触角上的感器分布多存在类型、数量上的差异^[4]。

扫描电子显微镜在昆虫学领域的应用多是观察

昆虫表面的各种感官结构, 本试验通过扫描电子显微镜观察灰茶尺蠖成虫触角上的感器分布, 以期为灰茶尺蠖的化学感受机制提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料

灰茶尺蠖蛹由中国农业科学院茶叶研究所提供, 在华南农业大学林学与风景园林学院的人工智能培养箱内培养, 温度为(26±1)℃, 光暗周期 L//D=14 h//10 h, 光期 06:00—20:00, 相对湿度 75%~80%, 成虫于8月羽化, 羽化后单独装入不同培养皿中以10%的蜂蜜水饲养。

1.2 仪器

扫描仪器为日本 Hitachi 公司生产的 S-4800 冷场发射扫描电子显微镜(scanning electron microscope), 喷金使用的仪器为 Hitachi 公司生产的 E-1010 离子喷射机(ion sputter)。

收稿日期: 2018-10-22 修订日期: 2019-01-10

基金项目: 华南农业大学校级农业科技成果转化孵化项目(CGZHT2018002); 国家自然科学基金(31600516)

* 通信作者 E-mail: wenxiujun@scau.edu.cn

1.3 触角处理

将雌雄成虫的触角剪下,各准备 4 根触角,依次在 60%、70%、80%、90%、100%浓度的乙醇中脱水 5 min。在自然状态下风干 24 h,将风干样品固定于贴在观察台上的导电胶带上,然后置于离子喷射机中对其表面喷金,喷金时间为 20 s。将喷金后样品放入扫描电子显微镜中观察。

1.4 感器鉴定

感器的鉴定通过相关文献对各种感器形状的定义和特征描述来完成^[5-8]。

2 结果与分析

灰茶尺蠖的雌、雄成虫触角均呈线状,观察发现雌雄虫触角背面遍布鳞片,所以只能观察触角侧面及部分腹面上的感器分布。在此次扫描电镜观察的灰茶尺蠖触角结构中,共鉴定了 3 种感器,分别为毛形感器(sensilla trichodea, ST)、刺形感器(sensilla chaetica, SC)、栓锥形感器(sensilla styloconica, SS)。3 种感器在雌雄触角中均有分布。

2.1 毛形感器

毛形感器分布于触角鞭节除末端亚节以外的各

亚节的侧面和腹面,感器沿触角轴线向触角尖端倾斜,与触角平面所成的角度为 $30^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。由感器基部向顶部渐细,感器尖端向触角一侧弯曲,总长度 $70\sim 100\ \mu\text{m}$,基部直径约 $5\ \mu\text{m}$ 。感器基部与触角相连接处没有基窝(图 1a, 1b)。

2.2 刺形感器

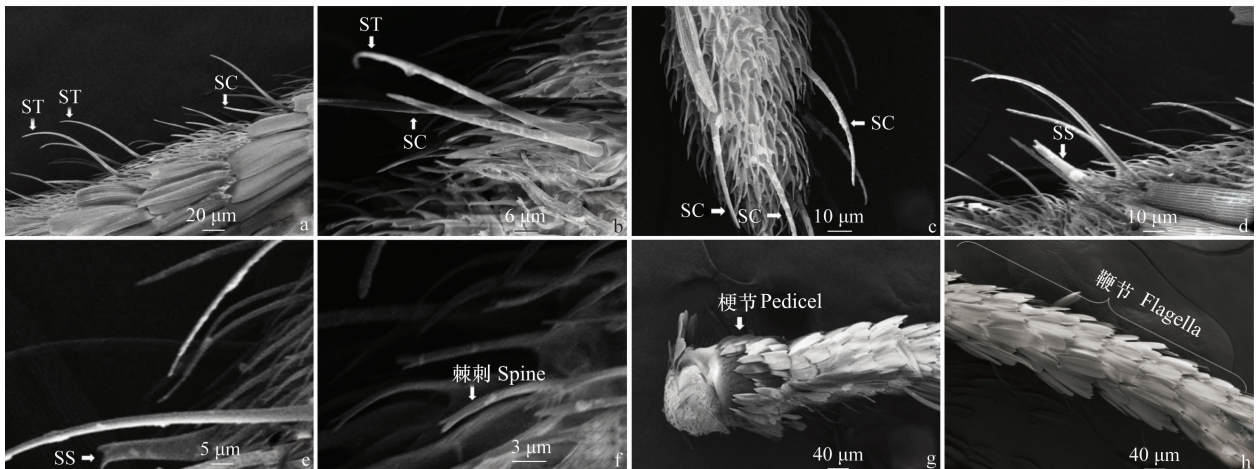
刺形感器分布于触角鞭节所有亚节,位于触角腹面及侧面,长度 $50\sim 60\ \mu\text{m}$,基部直径约 $3\ \mu\text{m}$ 。感器沿触角轴线向触角顶端倾斜约 40° ,感器尖端与毛形感器相比较为圆钝。感器尖端较少弯曲,与毛形感器相比较为通直,感器基部与触角连接部分有白状窝(图 1b, 1c)。

2.3 栓锥形感器

栓锥形感器数量稀少,只分布于触角的腹面上,难以观察,感器长约 $40\ \mu\text{m}$,基部直径约 $7\ \mu\text{m}$,外形似圆锥体,感器顶部有 2 个乳状突起,顶部不平(图 1d, 1e)。

2.4 棘刺

棘刺密集分布于触角各亚节,相邻棘刺的基部相连,基部呈鱼鳍状,顶端尖细,尖细部分总长约 $10\sim 15\ \mu\text{m}$,尖端分叉或不分叉。并沿触角轴线向触角尖端一侧弯曲(图 1f)。



a: 毛形感器(ST)和刺形感器(SC)分布; b: 毛形感器(ST)、刺形感器(SC); c: 鞭节末端的刺形感器(SC); d-e: 栓锥形感器(SS); f: 棘刺; g: 梗节; h: 鞭节
a: Distribution sensilla trichodea and sensilla chaetica on antenna surface; b: Sensilla trichodea (ST) and sensilla chaetica (SC); c: Sensilla chaetica (SC) on the end of flagella; d-e: Sensilla styloconica (SS); f: Spine; g: Pedicel; h: Flagella

图 1 灰茶尺蠖触角传感器的超微结构

Fig. 1 Ultrastructure of antenna sensilla of *Ectopis grisescens*

3 结论与讨论

通过扫描电子显微镜对灰茶尺蠖成虫触角进行观察,鉴定出 3 种感器:毛形感器、刺形感器、栓锥形感器,而目前毛形感器和刺形感器的作用被认为是

接受化学信号^[9-12],触角上的栓锥形感器作用则未见报道,但是栓锥形感器被发现分布在一些昆虫的口器中,其中有的已被确定具有味觉感受功能^[13-14]。

国内茶树尺蠖害虫除了灰茶尺蠖外,已描述触角感器的还有茶尺蠖和茶银尺蠖 *Scopula*

subpunctaria^[15-16] (表 1)。其中毛形感器、刺形感器存在于这 3 种茶树尺蠖触角中,推测这两种传感器可能在 3 种尺蠖的化学通讯中发挥着重要作用。茶银尺蠖的触角扫描电镜观察中只发现毛形感器、刺形感器和鳞形感器;而茶尺蠖的触角中共观察到毛形、刺形、栓锥形、鳞形、锥形(Böhm 氏鬃毛)5 种感器^[17];但是,栓锥形感器和大量分布的棘刺结构仅仅存在于灰茶尺蠖和茶尺蠖触角中,而茶银尺蠖触角中未发现这些结构,这从感器结构上可能暗示了灰茶尺蠖和茶尺蠖之间的亲缘性。

表 1 3 种茶树尺蠖害虫的触角感器类型¹⁾

Table 1 Antenna sensilla types of three tea loopers

感器类型 Sensilla type	茶银尺蠖(♂) <i>S. subpunctaria</i>	茶尺蠖 <i>E. obliqua</i>	灰茶尺蠖 <i>E. griseascens</i>
毛形感器 Sensilla trichodea (ST)	+	+	+
刺形感器 Sensilla chaetica (SC)	+	+	+
鳞形感器 Sensilla squamiformia (SSq)	+	+	-
耳形感器 Sensilla auricillica (SA)	-	+	-
Böhm 氏鬃毛 Böhm bristles (BB)	-	+	-
腔锥形感器 Sensilla coeloconica (SCo)	-	+	-
栓锥形感器 Sensilla styloconica (SS)	-	+	+

1) “+”表示有,“-”表示无。

“+” means sensilla existence and “-” the opposite.

灰茶尺蠖触角感器主要鉴定出 3 种:毛形感器、刺形感器、栓锥形感器,而这 3 种感器的主要功能与分子生物学意义,还需从以下方面进行深入探讨:1)对各种感器的超微结构进行进一步观察,确定感器的超微结构是否存在性别差异;2)通过透射电子显微镜(transmission electron microscope, TEM)观察每种感器的横切面和纵切面,了解感器内部结构;3)通过单细胞反应(SCR)技术在细胞层面上探究触角识别信号的机制。

参考文献

[1] MA Tao, XIAO Qiang, YU Yugeng, et al. Analysis of tea geometrid (*Ectropis griseascens*) pheromone gland extracts using GC-EAD and GC×GC/TOFMS[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2016, 64(16): 3161 - 3166.
 [2] WANG Zhibo, MA Tao, MAO Tengfei, et al. Application technology of the sex pheromone of the tea geometrid *Ectropis*

griseascens (Lepidoptera: Geometridae)[J]. International Journal of Pest Management, 2018, 64(4): 372 - 378.
 [3] 姜楠, 刘淑仙, 薛大勇, 等. 我国华东地区两种茶尺蛾的形态和分子鉴定[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(4): 987 - 1002.
 [4] 马涛, 朱雪姣, 张蒙, 等. 库尔勒香梨优斑螟触角感受器超微结构观察[J]. 林业科学研究, 2013, 26(3): 274 - 280.
 [5] ALTNER H, SCHALLER-SELZER L, STETTER H, et al. Poreless sensilla with inflexible sockets; a comparative study of a fundamental type of insect sensilla probably comprising thermo and hygroreceptors [J]. Cell & Tissue Research, 1983, 234(2): 279 - 307.
 [6] HALLBERG E, HANSSON B S, STEINBRECHT R A. Morphological characteristics of antennal sensilla in the European cornborer *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae)[J]. Tissue and Cell, 1994, 26(4): 489 - 502.
 [7] DIONGUE A, YANG J T, LAI P Y. Biomorphometric characteristics of different types of sensilla detected on the antenna of *Helicoverpa armigera* by scanning electron microscopy[J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2013, 16(1): 23 - 28.
 [8] CHANG Xiangqian, ZHANG Shu, LÜ Liang, et al. Insight into the ultrastructure of antennal sensilla of *Mythimna separate* (Lepidoptera: Noctuidae)[J]. Journal of Insect Science, 2015, 15(1): 124.
 [9] 邓顺, 舒金平, 董双林, 等. 笋秀夜蛾触角感器的扫描电镜观察[J]. 林业科学, 2010, 46(12): 101 - 105.
 [10] JIANG Xiaojing, NING Chao, GUO Hao, et al. A gustatory receptor tuned to d-fructose in antennal sensilla chaetica of *Helicoverpa armigera* [J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2015, 60: 39 - 46.
 [11] 贾岩岩. 雌性棉铃虫触角刺形感器和喙管栓锥感器的味觉感受特性[D]. 合肥: 安徽大学, 2016.
 [12] 向玉勇, 张帆, 郑成钢. 扫描电镜下的金银花尺蠖触角感受器[J]. 浙江大学学报(理学版), 2015, 42(6): 749 - 754.
 [13] TANG Deliang, WANG Chenzhu, LUO Lin'er, et al. Comparative study on the responses of maxillary sensilla styloconica of cotton bollworm *Helicoverpa armigera* and Oriental tobacco budworm *H. assulta* larvae to phytochemicals[J]. Science in China Series C: Life Sciences, 2000, 43(6): 606 - 612.
 [14] TANG Qingbo, ZAN Huan, CAO Huan, et al. Central projections of gustatory receptor neurons in the medial and the lateral sensilla styloconica of *Helicoverpa armigera* larvae[J/OL]. PLoS ONE, 2014, 9(4): e95401.
 [15] MA Long, BIAN Lei, LI Zhaoqun, et al. Ultrastructure of chemosensilla on antennae and tarsi of *Ectropis obliqua* (Lepidoptera: Geometridae)[J]. Annals of the Entomological Society of America, 2016, 109(4): 574 - 584.
 [16] 胡文静, 陈文龙, 韦卫, 等. 茶银尺蠖雄蛾触角的扫描电镜观察[J]. 昆虫知识, 2010, 47(5): 938 - 940.
 [17] 洪健, 叶恭银, 胡萃. 茶尺蠖成虫触角感觉器的扫描电镜观察[J]. 浙江农业大学学报, 1993, 19(1): 53 - 56.

(责任编辑: 杨明丽)