描电镜观察. 昆虫知识,1992,29(5):292~294.

麻疯树柄细蛾触角及其感器的扫描电镜观察*

江 南[1] 李 庆[1**] 周建华[2] 肖银波[2]

(1. 四川农业大学农学院 雅安 625014; 2. 四川省林科院森保所 成都)

Observation of antennal sensilla of *Stomphastis thraustica* with scanning electron microscope. JIANG Nan[1], LI Qing[1**], ZHOU Jian-Hua[2], XIAO Yin-Bo[2] (1. *College of Agronomy*, *Sichuan Agricultural University*, Ya'an 625014, China; 2. *Institute of Forest Protection*, *Sichuan Academy of Forestry*, Chengdu 610066, China)

Abstract Scanning electron microscopy was used to observe antennae and sensilla of *Stomphastis thraustica* Meyrick. Five types of sensilla were found on antennae: sensilla trichodea, sensilla chaetica, sensilla coeloclnica, sensilla basiconca and sensilla squamiformia. The morphological characteristics of these sensilla were described. The number of sensilla trichodea was the highest in all sensilla. Sensilla trichodea consisted of longer and shorter sensilla trichodea. Sensilla chaetica also consisted of longer and shorter sensilla chaetica.

Key words *Stomphastis thraustica*, antenna, sensilla, scanning electron microscopy

摘 要 应用扫描电镜对麻疯树柄细蛾 *Stomphastis thraustica* Meyrick 成虫触角的外部形态结构及其感器进行了观察和研究。结果表明,麻疯树柄细蛾成虫触角上存在着 5 种感器即毛形感器、刺形感器、腔椎形感器、锥形感器和鳞形感器。对各种感器的形态特点进行描述,其中毛形感器数量最多,并分为长毛形和短毛形 2 种。刺形感器也分为长刺形和短刺形 2 种。

关键词 麻疯树柄细蛾,触角,感器,扫描电镜

昆虫的触角上嗅觉感器分布集中,它是接受外来化学信号的主要器官。嗅觉感器是昆虫对周围环境和内部各种气味刺激产生反应的重要结构,它和神经系统一起控制和调节昆虫的行为,是昆虫机体感知内外环境,进行化学通讯的信息接收装置。触角上着生的感器,按其形态差异,大致可分为十多个种类[1,2]。随着昆虫信息素研究的逐步深入,有关昆虫触角形态学、组织学及超微结构方面的报道日渐增多,特别是对鳞翅目昆虫触角感器表面细微结构研究较详细[3~7]。但在鳞翅目昆虫触角感器研究中,大多限于大型蛾类,如夜蛾科、螟蛾科的昆虫。

麻疯树(*Jatropha curcas* L.)为大戟科性能优良的生物柴油原料树种,是国际上公认的重要能源植物,有很高经济价值。麻疯树柄细蛾 *Stomphastis thraustica* Meyrick 是一种小型蛾类,属鳞翅目,细蛾科,是我国西南地区麻疯树上的重要害虫,严重影响麻疯树的生长和发育。该蛾分布于印度、马来西亚、中非共和国、刚果、加纳、马达加斯加、尼日尼亚、南非和津巴布韦,主要危害麻疯树、棉叶麻疯树(*Jatropha gossypifolia* L.)、蓖麻(*Ricinus communis* L.)、卵叶白绒草(*Leucas mollissima* Wall.)和茶等。对该虫的研究仅限于形态分类和有关生物学特性方面[8]。未见有关细蛾科昆虫触角感器的研究报道,本文观察研究了麻疯树柄细蛾触角超微形态结构,描述了触角感器的形态、结构和分布,旨在为揭示其行为反应、化学识别机制及其可能的行为防治提供参考。

* 资助项目:科技部麻疯树生态系统健康影响与维持技术研究与示范项目(课题编号:2007BA50B03-3)。

** 通讯作者,E-mail:liqing633@yahoo.com.cn

收稿日期:2009-04-01,修回日期:2009-08-25

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1 材料与方法

1.1 供试虫源

四川省林科院森林保护研究所提供麻疯树柄细蛾虫蛹，以盆栽麻疯树幼树作为寄主进行饲养并建立种群。在室内繁殖 3 代，将发育健全的麻疯树柄细蛾的成虫作为供试昆虫。

1.2 扫描电镜样品制备

取雌雄成虫各 5 头，分别剪取成虫触角（连同头部），放入盛有 pH7.2，2.5% 戊二醛溶液中，置于 4℃ 冰箱中固定 2～3 h；固定后于生理盐水中超声波清洗 3 次，每次 10 min。接着乙醇系列脱水，系列浓度为：30%，50%，70%，90% 和 100%，其中在 30% ～90% 的浓度中只脱水 1 次，时间为 20 min，在 100% 的浓度中脱水 2 次，第 1 次 20 min，第 2 次 25 min；脱水后用醋酸异戊二脂于 4℃ 冰箱中置换 15 min 以上；置换后取出样品放入滤纸折成的小干燥盒内，再将小干燥盒放入临界点干燥器中进行干燥。

1.3 观察方法

取干燥后的雌、雄成虫触角各 10 根，以不同的侧面粘于表面贴有双面胶带的样品台上，用离子溅射仪喷金，之后用 KYKY－1000B 型扫描电镜观察、摄影。观察时，加速电压为 20 kV。

1.4 感器的鉴定与命名

感器鉴定、命名、描述术语主要参考文献[1,7,9]等标准进行。

2 结果与分析

2.1 麻疯树柄细蛾触角的一般形态

麻疯树柄细蛾雌雄成虫触角细长，均呈丝状（Filiform），端部略弯，灰褐色，由柄节（Scape，S）、梗节（Pedicel，P）和鞭节（Flagellum，F）组成，其长度在个体间略有差异，其中柄节较长，长约 176 μm，基部着生于触角窝内。梗节较柄节短小，长度仅为柄节的一半，约 85 μm。鞭节长 3 000～4 000 μm，由 49～54 个亚节组成，同一个体的各鞭亚节（Subflagellum）略有差异，其中第 1～10 鞭亚节 F（1～10）和末 10～1 鞭亚节 F（末 10～末 1）较短小。F（1～10），长度为 52 ～ 75 μm，宽度为 67～51 μm。F（末 10～末 1），长度为 75～33 μm，宽度为 51～25 μm，中间的 29～34 个鞭亚节，其长宽差异不大，长约 75 μm，宽约 51 μm。整个触角包被有鳞片。柄节与梗节的鳞片较粗短，散乱且无规律。鞭节上的鳞片较细长，排列整齐有规律。感器着生在鳞片之间，且主要集中在鞭节，柄节和梗节相对较少（图 1a，b）。

2.2 麻疯树柄细蛾触角感器类型及其特征

麻疯树柄细蛾雌、雄成虫触角的扫描电镜观察发现，其触角上分布的感器共有 5 种，分述如下：

2.2.1 毛形感器（sensilla trichodea，Str） 毛形感器又称表皮领（cuticular collar），其基部无臼状窝，着生在表皮凹陷形成的感器窝里，向顶端逐渐尖细。毛形感器主要分为长短 2 种类型，二者在形态上也各有不同。

长毛形感器（Str1）较细长，匍匐于触角表面或前倾 35～45°，排列规则，近端部弯曲，成弧形，有些端部成明显钩状。长度为 17.9～33 μm，基部宽度 0.9～1.5 μm（图 2a，b）。

短毛形感器（Str2）基部粗短，端部尖，略弯成弧状。与长毛形感器最显著的区别在长度上，短毛形感器长度为 7.7～12 μm，基部宽度 1.1～1.5 μm（图 2c，d）。

毛形感器为麻疯树柄细蛾触角上数量最多的感器，几乎每个鞭节亚节上都有分布。雌雄成虫触角上的 2 种毛形感器，形态和数量差异不大。

2.2.2 刺形感器（sensilla chaetica，Sch） 刺形感器在触角上前倾 40～60°生长，刚直如刺，顶端钝圆，基部有 1 向上突起的臼状窝，这是它与毛形感器的明显区别之处，亦分为长刺形和短刺形 2 种类型。

长刺形感器（Sch1）比毛形感器略粗，且为感器中最长的一类，约 30～40 μm，在扫描电镜下可明显看出感器表面的环纹或螺旋纹（图 2d）。

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

短刺形感器(Sch2)明显比长刺形感器短,长度仅 5 ~ 10 μm,端部刚直不弯曲,其基部臼状窝直径约 3 μm(图 2b)。

刺形感器的数量在麻疯树柄细蛾触角上,仅少于毛形感器,且长刺形感器的数量大于短刺形。该感器散生于鳞片间,主要分布于鞭节的中部和端部,雌雄无显著差异。

2.2.3　腔椎形感器(sensilla coeloclnica,Sco) 腔椎形感器是一类感觉锥位于表皮凹陷中的感受器。腔椎形感器呈圆锥形,形似五指并拢的小锥体,稍高出表皮,基部粗大,逐渐向端部收拢,感器壁有多条突起的棱,与触角表面垂直着生,此点可与其他感器类型明显区别。腔椎形感器基部直径 1.23 ~ 2.0 μm,高为 1.98 ~ 2.5 μm。由于此类感器较小,着生在鳞片覆盖之下,只有在去掉鳞片之后才易于观察,它零散分布于雌雄个体触角的鞭节上,柄节和梗节上未发现此类感器,数量较少。相比之下,腔锥形感器在雄虫触角上的分布多于雌虫触角(图 2c,d)。

2.2.4　锥形感器(sensilla basiconca,Sba) 锥形感器又称 Böhm 氏鬃毛(Böhm bristles),形似 1 根短刺,直立于表皮,白灰色,较毛形感器明显短,基部粗,端部细,感器表面光滑。长 2.3 ~ 7 μm,基部宽约 0.9 ~ 1.3 μm。此类感器在雌雄个体柄节和梗节基部呈聚集分布,鞭节上无分布。据观察,雄虫触角上分布的数量较雌虫多(图 2e)。

2.2.5　鳞形感器(sensilla squamiformia,Ssq) 鳞形感器表面结构与触角上覆盖的普通鳞片相似,但形状稍有不同,普通鳞片细长,而鳞形感器长圆形,且不如普通鳞片排列规则。感器长 15.22 ~ 19.57 μm,宽 6.52 ~ 7.83 μm。此类感器数量较少,仅在雌雄触角末节鞭亚节上发现(图 2f)。

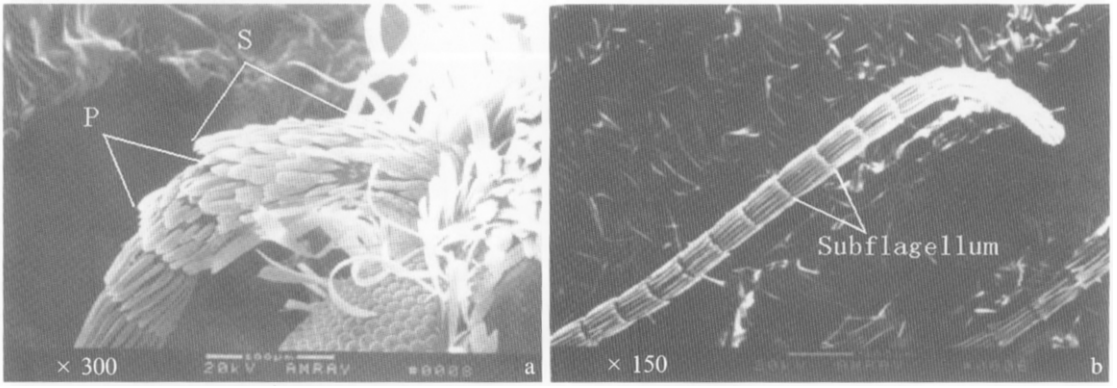

图 1　麻疯树柄细蛾雌蛾触角的形态特征

a. 柄节(P)和梗节(S)　b. 鞭节

3　讨论

昆虫触角上的各种感器调节着昆虫行为与化学、物理等各种环境刺激因子的关系[10]。昆虫在寻求配偶、食物或生殖场所的过程中,主要通过嗅觉感器感知性外激素或寄主植物的挥发性物质来完成[11]。很多鳞翅目成虫如蛀褐夜蛾 *Busseola fusca*[12]、小菜蛾 *Plutella xylostella*[13]、巢蛾 *Yponomeuta cagnagellus*[14] 等触角感器能精确和灵敏地利用寄主植物挥发性物质来完成寄主定向与识别。因此,研究其嗅觉感器的形态与结构是探索昆虫嗅觉行为和识别机制的必要前提,也为生物防治提供了重要的科学依据。

不同种类的昆虫在长期适应环境变化和生存压力的进化过程中,感器的种类、数量、分布及形态特征等向趋同和趋异两个方向发展,进而表现出形形色色的行为特性[14]。

随昆虫化学生态学的发展,有关鳞翅目昆

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

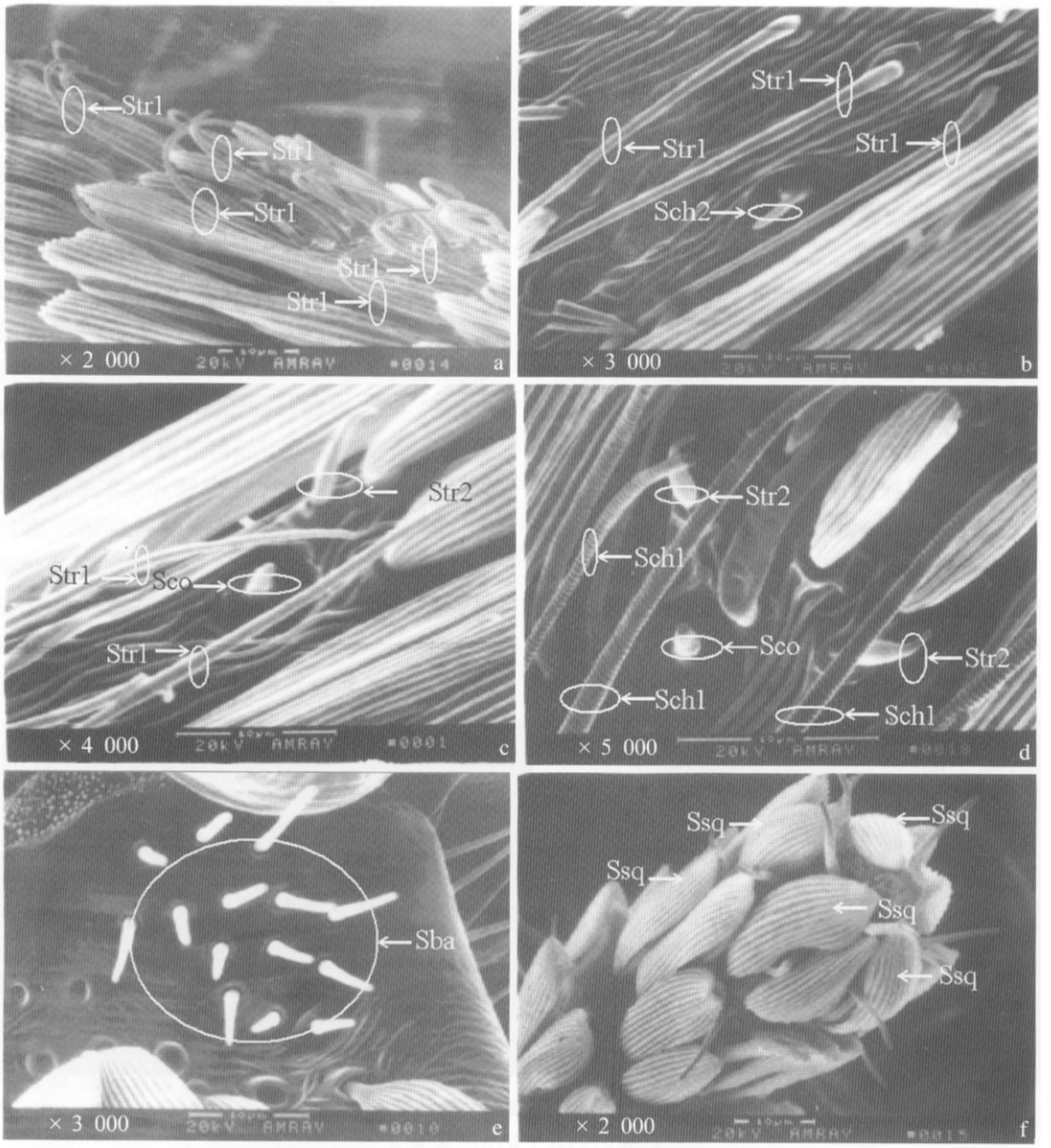

图 2 麻疯树柄细蛾触角感器的种类和形态特征

a. 雄蛾的长毛形感器(Str1) b. 雌蛾的长毛形感器(Str1)、短刺形感器(Sch2) c. 雌蛾的腔椎形感器(Sco)、长毛形感器(Str1)、短毛形感器(Str2) d. 雄蛾的长刺形感器(Sch1)、短毛形感器(Str2)、腔椎形感器(Sco) e. 雄蛾的锥形感器(Sba) f. 雄蛾的鳞形感器(Ssq)

虫触角形态学、组织学及超微结构方面的报道日渐增多[3~7],但大多限于大型蛾类,尚未见细蛾科昆虫触角感受器的研究报道。

麻疯树柄细蛾触角感器种类与报道的鳞翅目昆虫较为相似,其中毛形、刺形、锥形和腔椎形感器与大型蛾类烟实夜蛾的触角感器形态接近[6],而鳞形感器的形态则与同为潜叶类群的兴安落叶松鞘蛾[7]相似。麻疯树柄细蛾的毛形、锥形和腔锥形感器的长度与鳞翅目大型蛾类如烟实夜蛾[6]、甜菜夜蛾[9]的触角感器长度相近,而大型蛾类刺形感器的长度则比麻疯树柄细蛾约长 30 ~ 40μm,这种差异或许与刺形

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

感器在不同体型昆虫触角上发挥的功能有关，但其真正原因还有待进一步研究。麻疯树柄细蛾刺形和腔锥形感器的数量与其他鳞翅目昆虫相比相对偏少。若雌雄相比，腔锥形和锥形感器的数量均为雄虫多于雌虫。由此可见，麻疯树柄细蛾触角上感器的种类、形态与其他鳞翅目昆虫相似，其感器的长度、数量却与其他鳞翅目昆虫有所相异，可能与昆虫种类不同有很大关系，或与麻疯树柄细蛾自身的生存环境、生活习性有关。

本文首次报道了麻疯树柄细蛾触角超微形态结构及其感器特征，为深入揭示其行为反应、化学识别机制奠定了基础，同时也为开展麻疯树柄细蛾的生态治理提供了参考。

参　考　文　献

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

2 余海忠. 昆虫触角感受器研究进展. 安徽农业科学，2007，**35**(14):4 238～4 240.

3 Berg B. G.，Galizia C. G.，Brandt R.，*et al*. Digital atlases of the antennal lobe in two species of tobacco budworm moths，the oriental *Helicoverpa assulta* (Male) and the American *Heliothis virescens* (Male and Female). *J. Comp. Neur.*，2002，**446**:123～134.

4 Burguiere L.，Marion-Poll F.，Cork A. Electrophysiological responses of female *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera; Noetuidae) to synthetic host odours. *J. Inesct Physiol.*，2001，**47**:509～514.

5 Bell W. J.，Carde R. T.(黄新培，管致和，译)昆虫化学生态学. 北京:北京农业大学出版，1990.

6 李坤，罗梅浩，赵国强，等. 烟实夜蛾(*Helicoverpa assulta* Guenée)触角感器的超微结构观察. 河南农业大学学报，2006，**40**(3):250～253.

7 杨慧，严善春，彭璐. 兴安落叶松鞘蛾触角及其感器的扫描电镜观察. 昆虫知识，2008，**45**(3):405～417.

8 肖银波，周建华，刘艳，等. 麻疯树柄细蛾形态和生物学特性观察. 昆虫学报，2009，**52**(2):228～233.

9 徐进，李怡萍，成卫宁，等. 甜菜夜蛾触角感器种类与分布的形态学研究. 西北农林科技大学学报(自然科学版)，2008，**36**(1):189～193.

10 那杰，于维熙，李玉萍，等. 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)，2008，**26**(2):213～216.

11 姚永生，原国辉，罗梅浩. 铜绿丽金龟成虫触角感受器的超微结构观察. 华北农学报，2004，**19**(3):96～99.

12 Calatayud P. A.，Chimtawi M.，Tauban D.，*et al*. Sexual dimorphism of antennal，tarsal and ovipositor chemosensilla in the African stemborer，*Busseola fusca* (Fuller) (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Ann. Soc. Entomol. Fr.*，2006，**42**:403～412.

13 魏辉，侯有明，杨广，等. 非嗜食食物次生物质对小菜蛾产卵趋避和拒食作用的研究. 应用生态学报，2004，**15**(3):473～476.

14 Hora K. H.，Roessingh P. Oviposition in *Yponomeuta cagnagellus*: the importance of contact cues for host plant acceptance. *J. Physiol. Entomol.*，1999，**24**:22，109～120.

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net