



枣食芽象甲触角传感器的扫描电镜观察

张 锋,洪 波,王远征,任 平,李英梅,陈志杰

(陕西生物农业研究所,西安 710043)

摘 要 利用扫描电镜对枣食芽象甲(*Scythropus yasumatsui* Kono et Morimoto)(鞘翅目:象甲科)雌、雄成虫触角的传感器进行观察,比较它们的形态及分布。结果表明,枣食芽象甲雌、雄成虫触角均呈膝焰状,由柄节、梗节和鞭节(含7个鞭亚节)构成,共有7类8种传感器,分别为鳞形传感器、2种端指形传感器、毛形传感器、刺形传感器、锥形传感器、栓锥形传感器和芽孢形传感器。其中,端指形传感器和毛形传感器数量较多。各种传感器的数量分布以鞭节上最多,柄节次之,梗节最少;触角传感器类型及其分布在雌、雄成虫间差异不大,仅雄虫触角平均长度较雌虫长。

关键词 枣食芽象甲;扫描电镜;触角;传感器

中图分类号 Q968.1

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2019)08-1373-07

枣食芽象甲(*Scythropus yasumatsui* Kono et Morimoto)属鞘翅目,象甲科,又名枣飞象、灰象鼻虫、枣月象、太谷月象等,是枣树上的一种重要害虫^[1]。主要分布于陕西、山西、河南等地红枣主产区^[2-4],它不仅危害枣树,还危害苹果、梨、核桃、杨树、泡桐等多种树木。该虫近年在陕西的黄河沿岸延川、清涧、佳县等地连续暴发成灾^[5],成虫春季主要取食枣树的嫩芽,严重时可将嫩芽全部吃光,导致尖端光秃。枣树二次萌芽后造成枣吊发育及开花结果延迟,严重降低枣果的品质和产量^[3]。

研究发现6种枣树品种枣叶挥发物对枣食芽象甲成虫的引诱作用不明显,但是‘赞皇枣’‘壶瓶枣’和‘骏枣’等几个品种的枣芽挥发物对枣食芽象甲的引诱作用比较明显,说明枣芽的挥发性气味能够对枣食芽象甲的寄主选择发挥重要作用^[6]。昆虫的嗅觉作用通过一个复杂的辨认识别过程,能够对寄主植物气味的“化学指纹图谱”进行综合识别^[7-8]。因此,只有通过植食性昆虫嗅觉感受器的形态与结构进行深入研究,才能进一步阐明其对寄主的嗅觉行为和识别机制^[9]。

近年来,国内外学者广泛关注昆虫触角传感器的研究,特别对鞘翅目昆虫的触角传感器进行深入

研究。仅在象甲科昆虫研究领域,目前至少已有20种昆虫的触角传感器的形态、结构、数量及分布特点被报道^[10],但国内外尚未见关于枣食芽象甲触角传感器研究的文献。本试验对枣食芽象甲成虫触角的传感器类型、形态和分布特点,利用扫描电镜首次进行观察和报道,为深入研究枣树挥发性物质与枣食芽象甲之间的互作机理奠定基础。枣芽在生长过程中,一些信息化学物质被释放出来,能够对枣食芽象甲成虫的定向活动产生直接影响,因此,探明触角传感器的形态、结构和分布,也将进一步揭示触角传感器在枣食芽象甲寻找寄主的过程中所起的重要作用。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

2015年4月中旬,在佳县小会坪村未喷施杀虫剂的山地枣园内采集刚羽化的枣食芽象甲成虫,通过象甲的形态特征将雌虫和雄虫区分开,分别放置于培养皿中,每个培养皿中饲养50头(性别相同),用新鲜的枣树嫩芽进行饲喂。

1.2 观察方法

在解剖镜下剪取雌、雄成虫的头部各10只,并用镊子摘取单个触角,浸入体积分数为700

收稿日期:2018-09-19 修回日期:2019-04-15

基金项目:陕西省科技统筹创新工程项目(2013KTZB-03-01);陕西省科学院科技计划(2019K-05,2013K-02)。

第一作者:张 锋,男,副研究员,主要从事枣树病虫害综合防治技术研究。E-mail:545141529@qq.com

通信作者:洪 波,男,副研究员,主要从事植保信息技术研究。E-mail:hb54829@163.com

mL/L 的乙醇溶液中,用超声波清洗仪清洗 1 min 以除去表面杂质,分别用体积分数为 80%、90%、95% 和 100% 酒精进行梯度脱水,触角样品自然干燥好后,在扫描电镜样品台上用双面胶带按照以下 4 个角度粘好:背面、腹面和两个侧面,用中科科仪 SBC-12 离子溅射仪喷金,通过 Phenom pro 台式扫描电子显微镜对触角和感器观察和拍照。电镜工作电压为 5 kV,样品放大 80~13 000 倍。采用 Phenom ProSuite 控制软件对触角及其感器进行测量,各节长度和感器的长度及数量为 10 个重复样的平均值,感器的数量为各节中部 ($100\text{ }\mu\text{m}\times 100\text{ }\mu\text{m}=10\text{ }000\text{ }\mu\text{m}^2$) 面积的数量。

2 结果与分析

2.1 触角的形态特征

枣食芽象甲的触角呈膝焰状,着生在喙管前端两侧;从基部开始分为柄节、梗节和鞭节,鞭节分 7 个亚节。其中,第 1 鞭亚节在形态上与梗节相似,第 2~6 鞭亚节形态相近,第 7 鞭亚节膨大呈蜡烛火焰状。枣食芽象甲触角的各节的平均长度见图 1,鞭节最长,柄节次之,梗节最短。雌虫触角长约 $(1\text{ }445.78\pm 96.88)\text{ }\mu\text{m}$,雄虫触角长约 $(1\text{ }477.47\pm 132.21)\text{ }\mu\text{m}$,雄虫触角比雌虫触角长度略长。

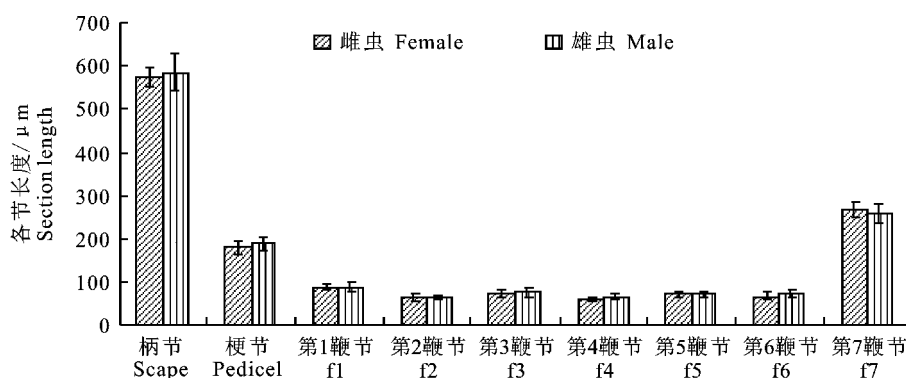


图 1 枣食芽象甲雌、雄成虫触角各节长度

Fig. 1 Length of antennal segments of *Scythropus yasumatsui*

2.2 触角感器的类型和结构

枣食芽象甲触角上有 7 类感器,分别为鳞形感器、端指形感器、毛形感器、刺形感器、锥形感器、栓锥形感器和芽孢形感器。在这些感器中,端指形感器和毛形感器的数量较多。表皮上有少量表皮孔。总的来看,从柄节至第 7 鞭亚节,以第 7 鞭亚节上的感器类型最多,有 5 种类型,其分布最密,数量最多,说明此鞭亚节在其触角所有部位中的感受能力最强(图 2-a,2-b)。

2.2.1 鳞形感器(Sensilla squamiformia, SS)

鳞形感器呈鳞片状,像鱼鳞单层覆盖在触角表面,表面具有纵脊,端部有短小突起,长约 $(37.79\pm 2.75)\text{ }\mu\text{m}$,宽约 $(10.01\pm 1.46)\text{ }\mu\text{m}$,分布在柄节、梗节及第 1 至第 3 鞭亚节(图 2-c)。

2.2.2 端指形感器(Finger-like sensillum, FS)

触角表面有一些圆形或椭圆形的凹窝,端指形感器着生其中,它分为长端指形感器和短端指形感器两种,长端指形感器长约 $(72.29\pm 9.15)\text{ }\mu\text{m}$,直径约 $(4.79\pm 1.09)\text{ }\mu\text{m}$,短端指形感器长约 $(36.70\pm 3.07)\text{ }\mu\text{m}$,直径约 $(3.61\pm 0.71)\text{ }\mu\text{m}$,纵

长形,表面纵贯脊或沟槽,形状像微管束,端部分叉,形似手指,倾斜于触角表面,与触角表面角度约 $30\sim 45^\circ$ 。该类感器大小、端部的分指长度和数量略有差别,分布于雌成虫和雄成虫触角的每 1 节,是枣食芽象甲触角上分布最广、数量较多的 1 种感器(图 2-d,2-e),鞭节的第 7 亚节主要分布在下端。

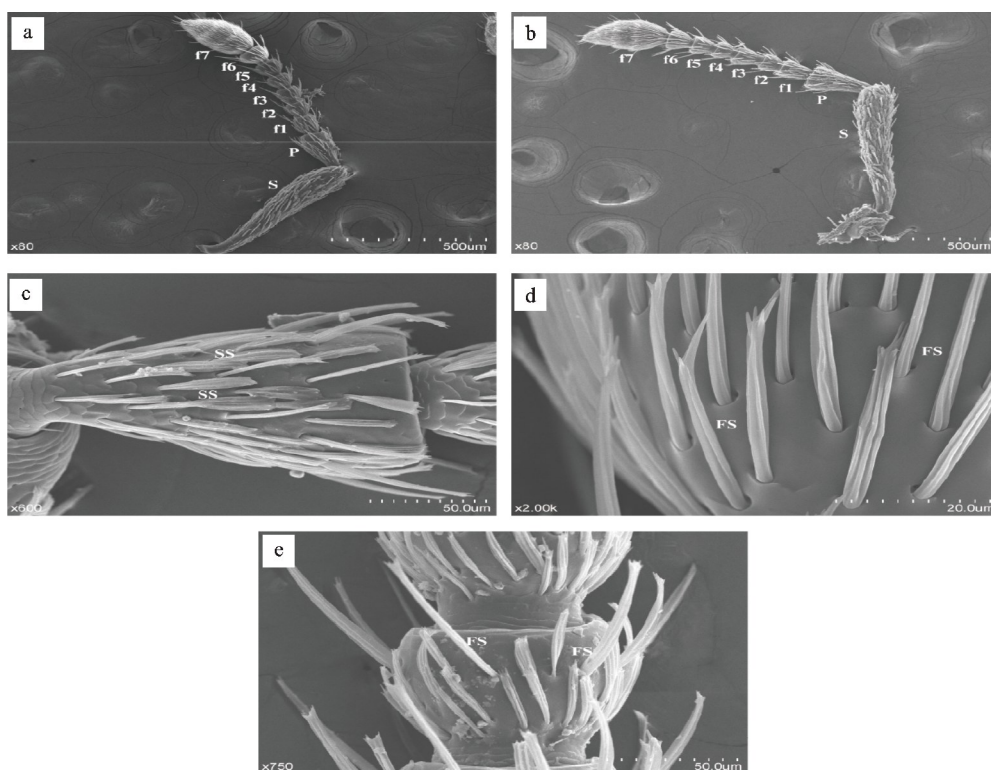
2.2.3 毛形感器(Sensilla trichoid, ST) 毛形感器呈毛发状,表面具有纵沟,顶端较细,在靠近端部时略微弯曲,呈现弧形,长约 $(33.0\pm 2.58)\text{ }\mu\text{m}$,在触角表面倾斜夹角约 45° 。第 5~7 鞭亚节有分布,以第 7 鞭亚节数量最多(图 3-a,3-d)。

2.2.4 刺形感器(Sensilla chaetica, SC) 刺形感器与毛形感器相似,直径较粗,基部的关节窝较宽,有特别分化向上突起的臼状窝,基部挺立,顶端较圆钝,向触角顶端弯曲,与触角表面约 $45^\circ\sim 60^\circ$,表面具有纵沟、无孔,长约 $(48.54\pm 3.84)\text{ }\mu\text{m}$,分布在第 7 鞭亚节(图 3-a,3-b)。

2.2.5 锥形感器(Sensilla basiconic, SB) 锥形感器较短小,顶部钝圆,基部无关节窝,向触角端

部倾斜,与触角呈 60° 夹角,长约 $(14.4 \pm 1.31) \mu\text{m}$,直径约 $(1.58 \pm 0.12) \mu\text{m}$ 内,数量较少,零散

或成簇分布。仅分布在触角 7 鞭节。传感器的表面孔较多,壁很薄,内部神经细胞较丰富(图 3-c)。



S. 柄节 Scape(Sc);P. 梗节 Pedicel (Pe);f1. 第 1 鞭节 Flagellum 1;f2. 第 2 鞭节 Flagellum 2;f3. 第 3 鞭节 Flagellum 3;f4. 第 4 鞭节 Flagellum 4;f5. 第 5 鞭节 Flagellum 5;f6. 第 6 鞭节 Flagellum 6;f7. 第 7 鞭节 Flagellum 7;a. 雌成虫的触角(80 $\times$) Antennal of adult female(80 $\times$);b. 雄成虫的触角(80 $\times$) Antennal of adult male(80 $\times$);c. 雌虫梗节上的鳞型感器 SS(600 $\times$) Sensilla squamiformia of pedicel on antennae of adult female(600 $\times$);d. 雄虫第 7 鞭亚节的短端指形感器 FS(2000 $\times$) Finger-like sensillum of flagellum 7 on antennae of adult male(2000 $\times$);e. 雌虫第 2 鞭亚节的长端指形感器 FS(750 $\times$) Finger-like sensillum of flagellum 7 on antennae of adult female(750 $\times$)

图 2 枣食芽象甲触角传感器扫描电镜照片(I)

Fig. 2 Morphology of antennal sensilla of *Scythropus yasumatsui* (I)

2.2.6 栓锥状感器(Sensilla styloconica, SST)

栓锥状感器底座为圆环形,小锥呈圆柱形,末端钝圆,表面具有纵沟,直立,实心。底座直径 $(3.40 \pm 0.18) \mu\text{m}$,高 $(8.27 \pm 0.59) \mu\text{m}$,感器直径 $(1.22 \pm 0.12) \mu\text{m}$ 。顶端有孔,能够感觉湿度、味觉和嗅觉,只在成虫触角第 7 鞭亚节中上部分布(图 3-e)。

2.2.7 芽孢形感器(Sensilla gemmiformium, SG) 芽孢形感器外形和植物芽孢相似,基部粗大,短小,顶端尖,呈锯齿状排列,主要分布在第 1 至第 3 梗节之间的节间表面(图 3-f)。

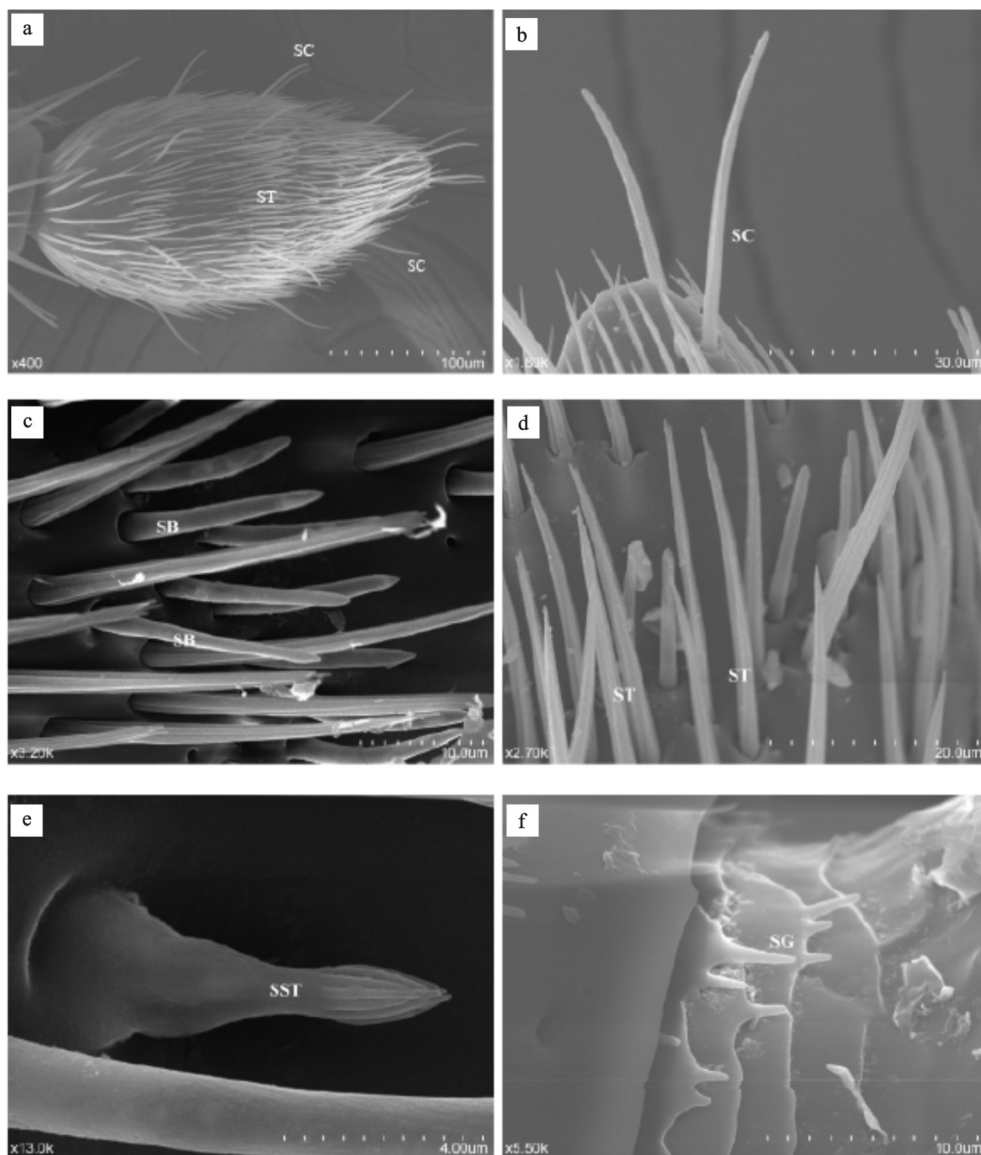
2.2.8 表皮孔(cuticular pore, CP) 表皮孔存在于触角各节均,呈圆形或椭圆形,向表皮内凹陷,其在各节上的分布位置、数量各不相同,成虫个体间、雌虫和雄虫之间也存在差异。

2.3 雌、雄触角感器数量及分布的差异

枣食芽象甲雌、雄成虫触角各节感器的分布及数量如图 4 所示。雌、雄成虫间触角感器类型及分布基本一致,但雄虫触角总长比雌虫略长。在雌、雄虫触角柄节、梗节和第 1~3 鞭节分布两类感器,鳞型感器和端指形感器;在第 4 鞭节仅分布一类感器,端指形感器;在第 5~6 鞭节分布两类感器,端指形感器和毛型感器;在枣食芽象甲触角第 7 鞭亚节上各种感器分布类型和数量最多,共有 5 类感器,分别为锥形感器、毛型感器、刺形感器、端指形感器及栓锥状感器,这种分布结构可能与第 7 鞭亚节最先感受外界刺激相适应,并有利于枣食芽象甲的生存繁衍。栓锥状感器仅在雌虫触角第 7 鞭亚节上分布,而且数量极少。锥形感器分布在触角第 7 鞭亚节,形成 3 个几乎平行的环状带,其分布情况和数量在雌虫和雄虫触角

上没有明显差异。从数量上来看,毛形感器最多,为 123.3 个/ $10\ 000\mu\text{m}^2$,其次是端指形感器,平均数量为 25.1 个/ $10\ 000\mu\text{m}^2$,鳞形感器的平均

数量为 20.1 个/ $10\ 000\mu\text{m}^2$,锥形感器、刺形感器和栓锥形感器数量较少,分别为 11.7、5.9 和 3.9 个/ $10\ 000\mu\text{m}^2$ 。



a. 雌虫第 7 鞭亚节的毛型感器 ST 和刺形感器 SC(1000 $\times$) Sensilla trichoid and sensilla chaetica of flagellum 7 on antennae of adult female(1000 $\times$); b. 雄虫第 7 鞭亚节的刺形感器 SC(1800 $\times$) Sensilla chaetica of flagellum 7 on antennae of adult male(1800 $\times$); c. 雌虫第 7 鞭亚节的锥形感器 SB(3200 $\times$) Sensilla basiconic of flagellum 7 on antennae of adult female(3200 $\times$); d. 雄虫第 7 鞭亚节的毛形感器 ST(2700 $\times$) Sensilla trichoid of flagellum 7 on antennae of adult male(2700 $\times$); e. 雌虫第 7 鞭亚节的栓锥形感器 SST(13000 $\times$) Sensilla styloconica of flagellum 7 on antennae of adult female(13000 $\times$); f. 雌虫第 2~3 鞭节芽孢感器 SG(5500 $\times$) Sensilla gemmiformium of flagellum 2-3 on antennae of adult female(5500 $\times$)

图 3 枣食芽象甲触角感器扫描电镜照片(Ⅱ)

Fig. 3 Orphology of antennal sensilla of *Scythropus yasumatsui* (Ⅱ)

3 结论与讨论

研究表明,枣食芽象甲雌成虫和雄成虫的触角感器类型和触角形状都相似。触角上着生

有 7 类 8 种感器,分别为 2 种端指形感器、1 种毛形感器、1 种鳞形感器、1 种刺形感器、1 种锥形感器、1 种栓锥形感器和 1 种芽孢形感器。在这些感器中,毛形感器和端指形感器的数量较多。感

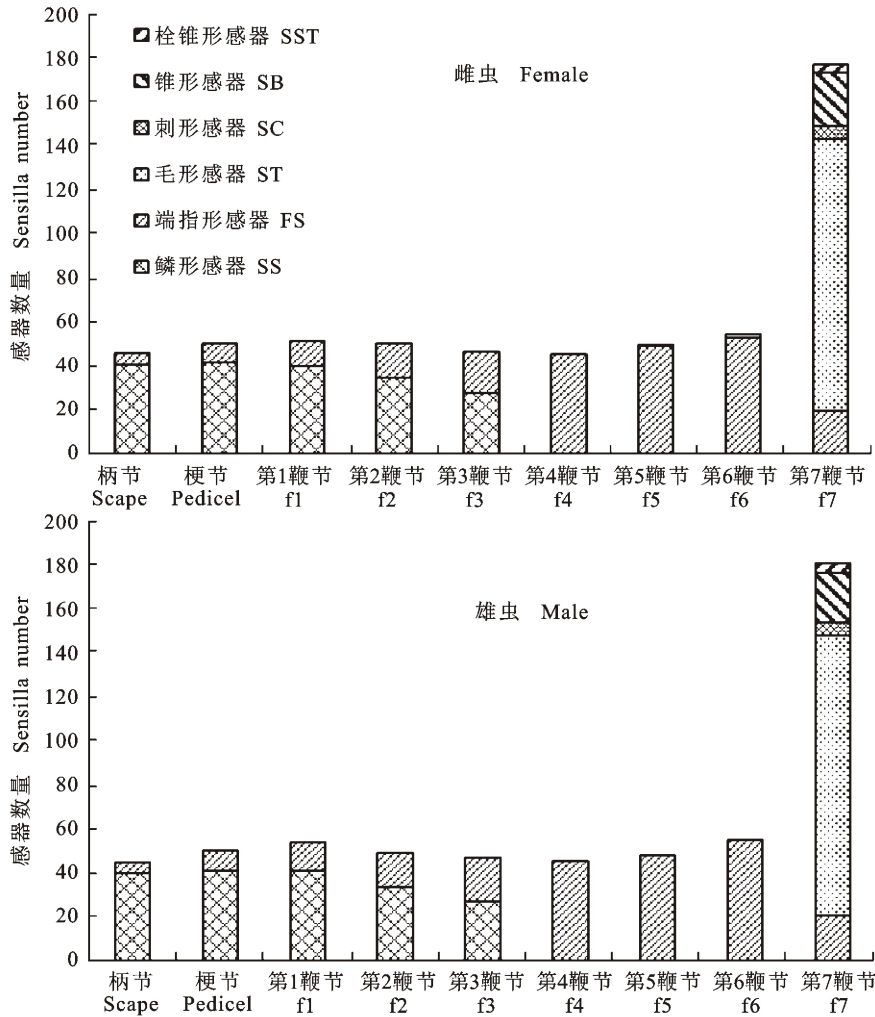


图 4 枣食芽象甲雌、雄成虫触角各节传感器的分布及数量(个/10 000μm²)

Fig. 4 Sensilla distribution and number (sensilla/10 000μm²) of antennal segments of *Scythropus yasumatsui*

器在成虫触角上种类与其寄主、栖境及空间分布型等生活习性有关,枣食芽象甲寄主较为单一、食物充足、栖境简单、在田间为聚集分布^[11],因此其触角感器类型相对较少。

枣食芽象甲触角鳞形感器主要分布于柄节,其形态与一些象甲上的鳞形感器相似:包括茶丽纹象甲^[12]、稻水象甲^[13]以及樟子松球果象甲^[14],另外,其与其他象甲的某类触角感器:如松梢象的棒状感器^[9]、沙蒿大粒象上的板形感器^[15]及长足大竹象上的芽形感器^[16]比较相似,但分布和数量都有显著不同。毛型感器的作用是可较早感受各种信息素,据报道在棕榈象甲触角的毛形感器壁上发现了具有嗅觉功能的微孔,因此推断毛形感器属于嗅觉感器^[17],而在枣食芽象甲的毛形感器上没有观察到微孔,可以推断其不具备嗅觉功能,但从其分布位置和着生方式推断或许具备机械感器的功能。端指形感器在触角上从柄节到鞭节都

有分布,分布较密集的部位处于第7鞭亚节下缘,在雌雄成虫触角上的分布情况和数量差异不大。端指形感器有其自身的独特功能,目前在鞘翅目中鲜有报道^[18]。刺形感器和大多数象甲科昆虫在形态上相似,主要分布在第7鞭亚节上,适于首先接触物品,其功能是感受机械刺激^[19]。栓锥形感器具有味觉、嗅觉及感受湿度的功能,可能与枣食芽象甲的取食过程关系密切。阎雄飞等^[6]报道枣食芽象甲雌虫对枣树的挥发性气味比雄虫更为敏感,可能与栓锥形感器仅在雌虫上分布有关。锥形感器的结构可以选择通透性,属于嗅觉感器的1种,可以识别并感受植物气味的刺激^[20]。芽孢形感器分布于柄节节间部位,当触角受到外界的机械刺激时,芽孢形感器能够起到缓冲重力的功能,因此芽孢形感器或许能够感受重力的一种机械感器^[21]。另外,在枣食芽象甲的触角上发现了少量表皮孔,其在触角各节均有分布,可能具有

分泌润滑剂的功能^[22-23]。

枣树枣食芽象甲雌、雄成虫分布在同一生境,并具有聚集分布特性。羽化后出土,雌雄成虫都需要补充营养,以便雄虫寻找雌虫交配和雌虫寻找寄主及产卵场所^[19]。虽然枣食芽象甲雄成虫体型比雌成虫小,但是雄虫触角长度平均较雌虫长,这与触角较长能够提高雄虫的择偶效率有关,因为雄虫的择偶习性主要是凭借触角定位、接触和识别雌虫来完成的^[24]。雄成虫率先识别寄主植物枣树上的枣芽并进行取食,然后释放出聚集信息素,吸引同性的雄成虫进行取食,以及引诱异性雌虫进行交配。本研究利用扫描电镜观察分析枣食芽象甲成虫触角的传感器类型、形态特征及分布特点,对其触角传感器的功能做了推测,而关于枣食芽象甲各传感器的特定功能有待进一步探究,尤其需明确枣食芽象甲与寄主植物间的化学通讯机理,以确定寄主挥发物及与信息素相关的化学物质,对其综合防治提供理论依据。

参考文献 Reference:

- [1] 王鸿哲,李宽胜. 陕北枣树主要害虫防治对策[J]. 陕西林业科技, 1992(3): 52-55.
WANG H ZH, LI K SH. Control measures for major pests in jujube forests in Northern Shaanxi[J]. *Shaanxi Forests Science and Technology*, 1992(3): 52-55.
- [2] 黄维正,李东成. 枣食芽象甲越冬幼虫空间分布格局的研究[J]. 昆虫知识, 1993, 30(6): 348-350.
HUANG W ZH, LI D CH. Research on temporal-spatial distribution of *Scythropus yasumatsui* larvae for overwintering[J]. *Entomological Knowledge*, 1993, 30(6): 348-350.
- [3] 任登州,齐向英. 陕北地区枣食芽象甲防治初探[J]. 河北农业科学, 2009, 13(6): 40-41.
REN D ZH, QI X Y. Preliminary study on the control of *Scythropus yasumatsui* in northern Shaanxi [J]. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 2009, 13(6): 40-41.
- [4] 唐学亮,赵宏志,张学武. 陕北枣树枣食芽象甲防治技术研究[J]. 陕西林业科技, 2013(4): 131-132.
TANG X L, ZHAO H ZH, ZHANG X W. Techniques for the control of *Scythropus yasumatsui* in the Northern Shaanxi [J]. *Journal of Shaanxi Forest Science and Technology*, 2013(4): 131-132.
- [5] 张 锋,洪 波,张淑莲,等. 枣食芽象甲种群动态及田间分布规律研究[J]. 陕西农业科学, 2017, 63(1): 38-41.
ZHANG F, HONG B, ZHANG SH L, et al. Research on population dynamics and field distribution of *Scythropus yasumatsui* [J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2017, 63(1): 38-41.
- [6] 阎雄飞,李善才. 枣食芽象甲对不同品种枣树挥发物气味行为反应[J]. 中国农学通报, 2012, 28(22): 197-200.
YAN X F, LI SH C. The behavior responses of *Scythropus yasumatsui* to volatiles emanating from different cultivars of jujube trees[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2012, 28(22): 197-200.
- [7] 阎雄飞,李晓娟,骆有庆,等. 光肩星天牛成虫对原寄主枝条挥发物的趋向测定[J]. 北京林业大学学报, 2008, 30(3): 80-84.
YAN X F, LI X J, LUO Y Q, et al. Taxis response of *Anoplophora glabripennis* adults to volatiles emanating from their larval host twigs[J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2008, 30(3): 80-84.
- [8] 张咏洁,张 真,金幼菊. 寄主树木、小蠹与天敌三重营养关系的化学生态学研究进展[J]. 中国农学通报, 2007, 23(2): 141-145.
ZHANG Y J, ZHANG ZH, JIN Y J. Progress in chemical ecology of tritrophic interaction among host-plants, bark beetles and natural enemies[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2007, 23(2): 141-145.
- [9] YAN S C, MENG Z J, PENG L, et al. Antennal sensilla of the pine weevil *Pissodes nitidus* Roel. (Coleoptera: Curculionidae) [J]. *Microscopy Research Technique*, 2011, 74(5): 389-96.
- [10] 张晓军,孙 伟,张 健,等. 鞘翅目昆虫触角传感器研究进展[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(7): 2932-2935.
ZHANG X J, SUN W, ZHANG J, et al. Research progress of coleopteran insect species antennal sensilla[J]. *Anhui Agricultural Science*, 2013, 41(7): 2932-2935.
- [11] 洪 波,张 锋,李英梅,等. 枣食芽象甲成虫在陕北枣园的空间分布格局[J]. 植物保护, 2017, 43(6): 113-117.
HONG B, ZHANG F, LI Y M, et al. Spatial distribution of *Scythropus yasumatsui* Kono et Morimoto adults in jujube orchard of Northern Shaanxi[J]. *Plant Protection*, 2017, 43(6): 113-117.
- [12] 高 宇,陈宗懋,孙晓玲. 茶丽纹象甲触角传感器的扫描电镜观察[J]. 植物保护, 2013, 39(3): 45-50.
GAO Y, CHEN Z M, SUN X L. Antennal sensilla of the tea weevil *Mylokerinus aurolineatus* [J]. *Plant Protection*, 2013, 39(3): 45-50.
- [13] KANG G J, ZHU Z R, CHENG J A, et al. Antennal sensilla of parthenogenetic and bisexual *Lissorhoptrus oryzophilus* (Coleoptera: Curculionidae) [J]. *Florida Entomologist*, 2012, 95(1): 8-15.
- [14] ZHAO H Y, WANG Z Y, GAO Y, et al. Antennal morphology and sensillum distribution in *Pissodes validirostris* (Coleoptera: Curculionidae) [J]. *Indian Journal of Agricultural Research*, 2012, 46(1): 70-74.
- [15] 刘鑫海,骆有庆,王建伟,等. 沙蒿大粒象触角传感器的扫描电镜观察[J]. 昆虫知识, 2010, 47(6): 1174-1178.
LIU X H, LUO Y Q, WANG J W, et al. Observation on the antennal sensilla of *Adosomus* sp. with scanning electron microscope [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2010, 47(6): 1174-1178.
- [16] 杨瑶君,秦 虹,汪淑芳,等. 长足大竹象的触角超微结构和对竹笋挥发物的触角电位反应[J]. 昆虫学报, 2010, 53(10): 1087-1096.
YANG Y J, QIN H, WANG SH F, et al. Antennal ultrastructure and electroantennogram responses of *Cyrtotrachelus buqueti* Guerin-Meneville (Coleoptera: Curculionidae) to volatiles of bamboo shoot[J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2010, 53(10): 1087-1096.
- [17] SAD I, TAYBAN D, RENOUE M, et al. Structure and function of the antennal sensilla of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) [J].

- Journal of Insect Physiology*, 2003, 49(9): 857-72.
- [18] 杨 燕, 杨茂发, 杨再华, 等. 云南木蠹象触角传感器的扫描电镜观察[J]. 林业科学, 2009, 45(2): 72-74.
YANG Y, YANG M F, YANG Z H, *et al.* Scanning electron microscopic observations of sensilla on the antennae of *Pissodes yunnanensis* [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2009, 45(2): 72-74.
- [19] 杨贵军, 张大治, 孙晶莹. 沟眶象触角传感器的扫描电镜观察[J]. 昆虫知识, 2008, 45(6): 926-931.
YANG G J, ZHANG D ZH, SUN J Y. Observation on antennal sensilla of *Eucryptorrhynchus chinensis* with scanning electron microscope[J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2008, 45(6): 926-931.
- [20] MERIVEE E, RAHI M, BRESCIANI J, *et al.* Antennal sensilla of the click beetle, *Limoniuss aeruginosus* (Olivier) (Coleoptera: Elateridae) [J]. *Insect Morphol Embryol*, 1998, 27(4): 311-318.
- [21] BARTLET E, ROMANI R, WILLIAMS IH, *et al.* Functional anatomy of sensory structures on the antennae of *Psylliodes chrysocephala* L. (Coleoptera: Chrysomelidae) [J]. *Insect Morphol Embryol*, 1999, 28(4): 291-300.
- [22] 高景林, 尹 炯, 赵冬香, 等. 香蕉假茎象甲触角传感器的扫描电镜观察[J]. 热带作物学报, 2011, 32(3): 471-474.
GAO J L, YIN J, ZHAO D X, *et al.* Scanning electron microscopic observation of banana pseudostem weevil, *Odoiporus longicollis* Olivier (Coleoptera: Curculionidae) antennal sensilla [J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2011, 32(2): 471-474.
- [23] WEIS A, SCHNITZER K, MELZER R R. Exocrine glands in the antennae of the carabid beetle, *Platynus assimilis* (Paykull) 1790 (Coleoptera, Carabidae, Pterostichinae) [J]. *Insect Morphol Embryol*, 1999, 28(28): 331-335.
- [24] SRIVASTAVE S, OMKAR. Scanning electron microscopy of antennae of *Coccinella septempunctat* (Coleoptera: Coccinellidae) [J]. *Insect Science*, 2003, 10(4): 271-279.

Observation of Antennal Sensilla from *Scythropus yasumatsui* (Coleoptera: Curculionidae) with Scanning Electron Microscope

ZHANG Feng, HONG Bo, WANG Yuanzheng, REN Ping, LI Yingmei and CHEN Zhijie

(Shaanxi Bio-Agriculture Institute, Xi'an 710043, China)

Abstract Antennal sensilla from male and female adults of *Scythropus yasumatsui* Kono et Morimoto (Coleoptera: Curculionidae) were observed with scanning electron microscope, and the differences in morphology and distribution of antennal sensilla were analyzed. The results indicated that the antenna of male and female adults had geniculate structure, and it consisted of scape, pedicel and flagella with 7 segments. Seven types and eight kinds were identified, including one kind of sensilla squamiformia, two kinds of finger-like sensillum, one kind of sensilla trichodea, one kind of sensilla chaetica, one kind of sensilla basiconica, one kind of sensilla styloconica and one kind of sensilla gemmiformium. The antenna had more sensillum trichodea and finger-like sensillum than the other types of sensilla. Interestingly, sensillum mainly distributed on flagella and they showed less existence on scape. Although the results presented no clear differences in distribution and morphology of antennal sensilla between male and female adults, but the lengths of antenna from male adults were longer than those from female adults.

Key words *Scythropus yasumatsui*; Scanning electron microscope; Antenna; Sensilla

Received 2018-09-19

Returned 2019-04-15

Foundation item Shaanxi Province's Co-ordination and Innovation Project of Science and Technology (No. 2013 KTZB-03-01); Science and Technology Project of Shaanxi Academy of Sciences (No. 2019K-05, No. 2013K-02).

First author ZHANG Feng, male, associate research fellow. Research area: integrated control technology of jujube diseases. E-mail: 545141529@qq.com

Corresponding author HONG Bo, male, associate research fellow. Research area: plant protection information technology. E-mail: hb54829@163.com

(责任编辑: 郭柏寿 Responsible editor: GUO Baishou)