

我国桑树五种常见粉虱的超微结构^{*}

宋早芹¹ 季小雨¹ 杜予州^{1**} 任顺祥^{2**}

(1. 扬州大学应用昆虫研究所 扬州 225009; 2. 华南农业大学资源与环境学院 广州 510642)

摘 要 应用环境扫描电镜(ESEM)对我国桑树5种主要粉虱害虫桑粉虱 *Pealius mori* (Takahashi)、杨梅粉虱 *Parabemisia myricae* Kuwana、珊瑚瘤粉虱 *Aleuroclava aucubae* Kuwana、马氏粉虱 *Aleurdolobus marlatti* (Quaintance) 和非洲伯粉虱 *Bemisia afer* (Priesner & Hosny) 伪蛹的超微形态结构特征进行了系统观察和描述;并对这5种粉虱的主要形态特征进行了比较研究。

关键词 粉虱, 桑树, 超微结构, ESEM, 中国

The ultrastructure of five mulberry whiteflies from China

SONG Zao-Qin¹ JI Xiao-Yu² DU Yu-Zhou^{2**} Ren Shun-Xiang^{2**}

(1. Institute of Applied Entomology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;

2. College of Natural Resources and Environments, South China Agricultural University/Engineering Research

Centre of Biological Control, Ministry of Education, Guangzhou 510642, China)

Abstract The ultrastructure of five mulberry whiteflies, *Pealius mori* (Takahashi), *Parabemisia myricae* Kuwana, *Aleuroclava aucubae* Kuwana, *Bemisia afer* (Priesner & Hosny) and *Aleurdolobus marlatti* (Quaintance), were observed and described using an environmental scanning electron microscope (ESEM). The main morphological characteristics of these five species are described and compared.

Key words whitefly, mulberry, ultrastructure, ESEM, China

粉虱隶属同翅目、粉虱科(Aleyrodidae),是一类体型微小的刺吸式昆虫,全部为植食性,多分布于热带及亚热带地区。粉虱成虫身体及翅上覆盖有白色蜡粉,此为其科名的由来。粉虱以若虫聚集在桑叶背面刺吸桑叶汁液,特别在密集和生长旺盛的桑园,桑叶背面一片雪白,碰动桑树会产生“白粉雾”,被害叶片因失水出现许多黑色小斑点,以后逐渐卷缩枯萎,造成被害桑树枝梢无健叶。由于被害桑树叶质差,造成家蚕生长发育不良,诱发蚕病发生,虫害叶还易使桑蚕形成交差感染,特别给秋蚕饲养带来严重影响。此外,粉虱若虫分泌的蜜露落在下部叶上,诱发烟煤病发生,从而影响桑叶质量(唐建国,2003;杨爱卿等,2007)。据唐以巡(1989)、浦冠勤等(2009)报道,桑树粉虱种类有十余种之多,但在我国桑植区常见的重要粉虱害虫有5种,它们是桑粉虱 *Pealius mori*

(Takahashi)、杨梅粉虱 *Parabemisia myricae* Kuwana、珊瑚瘤粉虱 *Aleuroclava aucubae* Kuwana、马氏粉虱 *Aleurdolobus marlatti* (Quaintance) 以及非洲伯粉虱 *Bemisia afer* (Priesner & Hosny)。

粉虱的分类主要依据第四龄若虫即“伪蛹”特征,这是粉虱分类的特殊性(闫凤鸣,1990),因为蛹壳特征分化显著,而成虫的形态分化不明显。粉虱分类上常用的蛹壳特征为:形状(一般为椭圆形),大小(最大约2 mm),颜色(以黑色、褐色、黄色、浅黄色、苍白色等居多),背面特征(是否分亚缘区和背盘区、是否隆起、隆起的程度和部位及显著程度等),边缘的齿和刚毛特征,背刚毛和刺毛特征,胸部和腹部的气管褶、孔、冠、裂等特征,管状孔的特点等,其中管状孔的特征是粉虱分类最重要的依据。袁莉民等(2003)利用环境扫描电镜对不同烟粉虱生物型的超微结构做过研究报道;

^{*} 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(200803005)、无锡市科技计划项目(CLE00803)。

^{**} 通讯作者, E-mail: yzdu@yzu.edu.cn; rensxcn@yahoo.com.cn

收稿日期:2011-01-05,接受日期:2011-01-07

Chen 和 Ko (2006) 应用环境扫描电镜对紫背草唇粉虱 *Lipaleyrodes emiliae* 进行过详细的描述。本文应用环境扫描电镜对桑树上常见的 5 种粉虱害虫的超微结构进行观察研究,旨在寻找快速、准确的鉴别方法,为种类鉴定提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

采自我国植桑区的桑树上,具体采集信息见表 1。

表 1 粉虱样本来源

Table 1 The source of whiteflies samples

名 称 Species	采集地 Sampling locations	虫态 Stage	采集时间 Collection date
桑粉虱 <i>Pealius mori</i> (Takahashi)	山东省山东农大蚕桑基地	伪蛹	2009. 10. 18
杨梅粉虱 <i>Parabemisia myricae</i> Kuwana	江苏省如皋蚕桑观察圃	伪蛹	2009. 8. 6
珊瑚瘤粉虱 <i>Aleuroclava aucubae</i> Kuwana	江苏省镇江中国蚕业研究所	伪蛹	2010. 5. 4
马氏粉虱 <i>Aleurdolobus marlatti</i> (Quaintance)	安徽省农科院	伪蛹	2010. 9. 23
非洲伯粉虱 <i>Bemisia afer</i> (Priesner & Hosny)	黑龙江省农科院	伪蛹	2010. 8. 23

1.2 方法

将粘附有蛹的新鲜桑叶剪成小方块,用黑色碳导电胶粘贴于样品台上。选取合适的工作参数,置于 PhilipsXL302ESEM 环境扫描电子显微镜下直接观察并拍照。

2 结果与分析

不同种类的粉虱,其伪蛹的形态特征,特别是管状孔的形态结构明显不同(图 1~4),5 种桑树粉虱的伪蛹主要形态描述如下。

2.1 桑粉虱 *Pealius mori* (Takahashi)

桑粉虱伪蛹体色淡黄色,蜡质分泌物不明显,背面散生许多微孔和乳突。头胸腹节明显可见,纵、横羽化缝皆到体缘,体缘圆锯齿状,腹部第 I 到 VI 节中央各有 1 对亚中区凹陷。管状孔半椭圆形,宽长于长,盖瓣四边形,两侧圆,后缘微锯齿状,占管状孔面积一半;舌状突起棒槌状,端部膨大,球状,布满细毛;尾沟瓦楞状,由上而下渐窄(图 1)。

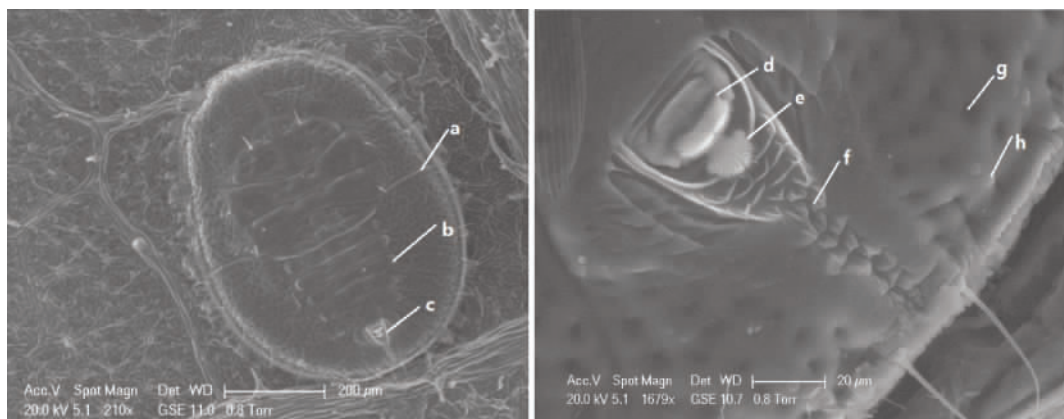


图 1 桑粉虱 *Pealius mori* (Takahashi) 的蛹壳及管状孔区域特征

Fig. 1 The characteristics of the pupal case and the vasiform orifice area of *Pealius mori* (Takahashi)

a: 横羽化缝 Transverse moulting suture; b: 乳突 Papillae; c: 管状孔 Vasiform orifice; d: 盖瓣 Operculum; e: 舌状突起 Lingula; f: 尾沟 Caudal furrow; g: 微孔 Microporous; h: 散生乳突 Scattered papillae

2.2 杨梅粉虱 *Parabemisia myricae* Kuwana

杨梅粉虱伪蛹体色淡黄,体缘有蜡质分泌。背盘具有细、尖锐刚毛沿着体缘环列,伸出体缘。管状孔三角形,两侧平行至后端稍微内凹。盖瓣

充塞管状孔一半区域。舌状突起突出,顶端具一对刚毛,远伸出管状孔区域。无尾沟,腹末有褶皱(图 2)。

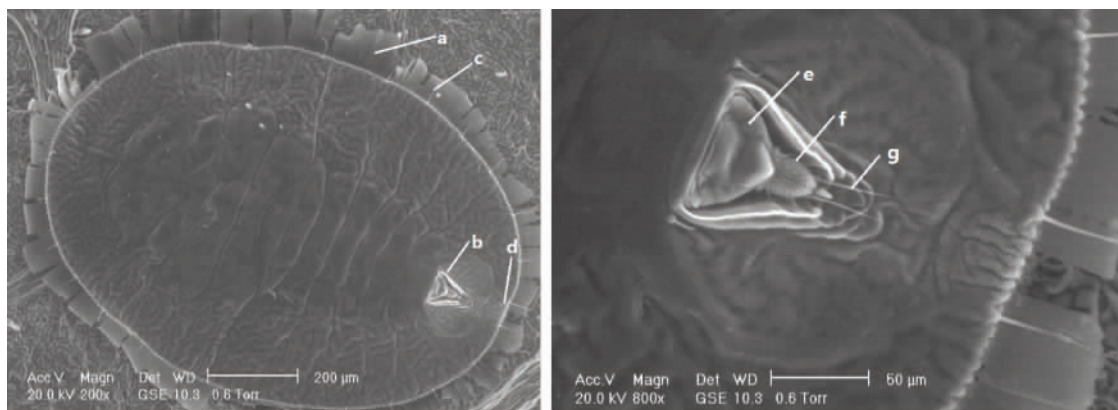


图2 杨梅粉虱 *Parabemisia myricae* Kuwana 的蛹壳及管状孔区域特征

Fig. 2 The characteristics of the pupal case and the vasiform orifice area of *Parabemisia myricae* Kuwana

a: 体缘蜡质 Translucent membranous; b: 管状孔 Vasiform orifice; c: 体缘环列刚毛 Margin setae; d: 腹末褶皱 End of abdominal fold; e: 盖瓣 Operculum; f: 舌状突起 Lingula; g: 刚毛 Seta

2.3 珊瑚瘤粉虱 *Aleuroclava aucubae* Kuwana

珊瑚瘤粉虱伪蛹黑色,极少有白色蜡缘。蛹壳质地较硬,由于头、胸部边缘曲线较平直,因而使整个蛹壳的外观略呈六角形。身体亚缘区狭窄,隆起甚高,向外倾斜;在头、胸部背面的中央有一“γ”形突起,在背中线的中部还有一“x”形突起,紧接“x”形突起的后面还有一条粗糙而明显的

腹节隆脊;上述突起及隆脊上,白色蜡质分泌物均明显可见;此外,还有两条不规则、弯曲的隆脊蜿蜒于胸、腹部背面的两侧。管状孔略带三角形,孔壁的尖端有一裂缺,盖瓣发达充塞整个管状孔;舌状突起隐藏;尾沟直达尾端,但其基部不与管状孔相通,在靠近尾沟开口两侧有一对细长刚毛(图3)。

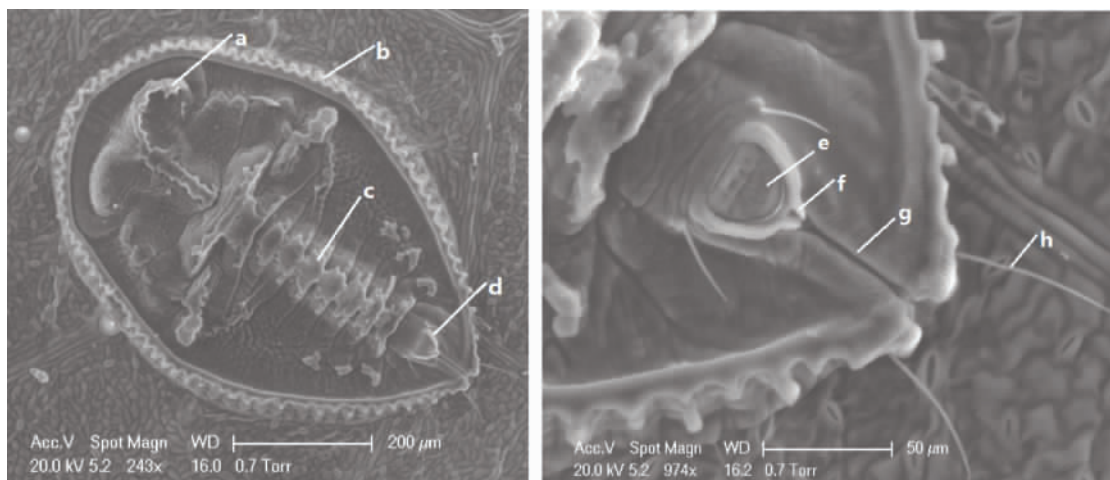


图3 珊瑚瘤粉虱 *Aleuroclava aucubae* Kuwana 的蛹壳及管状孔区域特征

Fig. 3 The characteristics of the pupal case and the vasiform orifice area of *Aleuroclava aucubae* Kuwana

a: “γ”形突起 “γ” shap protrusion; b: 体缘 Margin; c: 腹节隆脊 Rhachis; d: 管状孔 Vasiform orifice; e: 盖瓣 Operculum; f: 裂缺 Split; g: 尾沟 Caudal furrow; h: 尾刚毛 Caudal seta

2.4 马氏粉虱 *Aleurdolobus marlatti* (Quaintance)

马氏粉虱伪蛹漆黑色,有光泽,广椭圆形,周缘有玻璃状透明的蜡丝,整齐地围绕蛹壳的边缘。

蛹壳头部略窄,亚缘区略向外倾斜,上有整齐的横刻痕。亚缘区与背盘区分界明显,中有一凹沟。腹部有6、7条隆脊,上覆有白色蜡质分泌物。在头、胸部亦有一呈横椭圆形的脊状突起,后方似有

不甚明显而且不甚规则的梯状隆起,隆起上白色蜡质分泌物亦明显可见。头、胸部靠近前段亚缘区,隆起稍高。在靠近前段亚缘区的内侧有一对明显的眼点。管状孔呈等腰三角形,为凸字形区

所包围,盖瓣三角形,舌状突端部不外露,尾沟与管状孔相通,沟壁发达,近末端有一对较长刚毛(图4)。

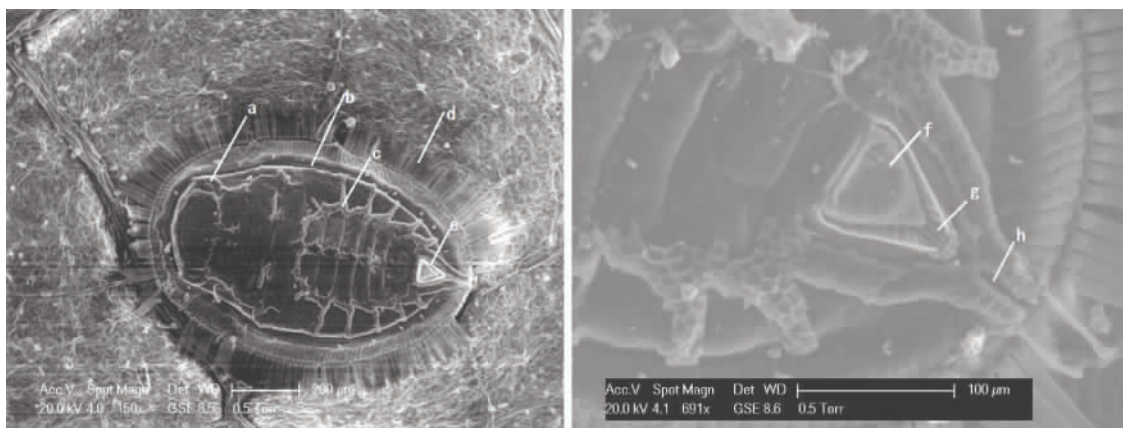


图4 马氏粉虱 *Aleurdolobus marlatti* (Quaintance) 的蛹壳及管状孔区域特征

Fig.4 The characteristics of the pupal case and the vasiform orifice area of *Aleurdolobus marlatti* (Quaintance)

a: 眼点 Eyespot; b: 亚缘区与背盘区分界的凹沟 Furrow; c: 腹部隆脊 Rhachis; d: 体缘蜡丝 Waxy fringe;
e: 管状孔 Vasiform orifice; f: 盖瓣 Operculum; g: 刚毛 Setae; h: 尾沟 Caudal furrow

2.5 非洲伯粉虱 *Bemisia afer* (Priesner & Hosny)

非洲伯粉虱伪蛹体色苍白,周缘有极少的蜡质分泌物。体缘一般较规则,缘齿细小不规则。横蜕缝和胸中缝不达蛹壳边缘,刚毛数目和长短、瘤突的数目和大小以及它们的位置有很大变异,但一般头部、腹部第一节和管状孔基部的刚

毛存在。椭圆形后端尾气门处稍凹入,从边缘向内部延伸许多条短线。管状孔长椭圆形,末端尖,侧缘稍曲并具侧脊,在末端有横脊存在;盖瓣亚圆形,宽大于长,基部缢缩,盖覆孔的三分之一;舌状突起长,刮勺形,顶部尖,着生一对刚毛;尾沟明显(图5)。

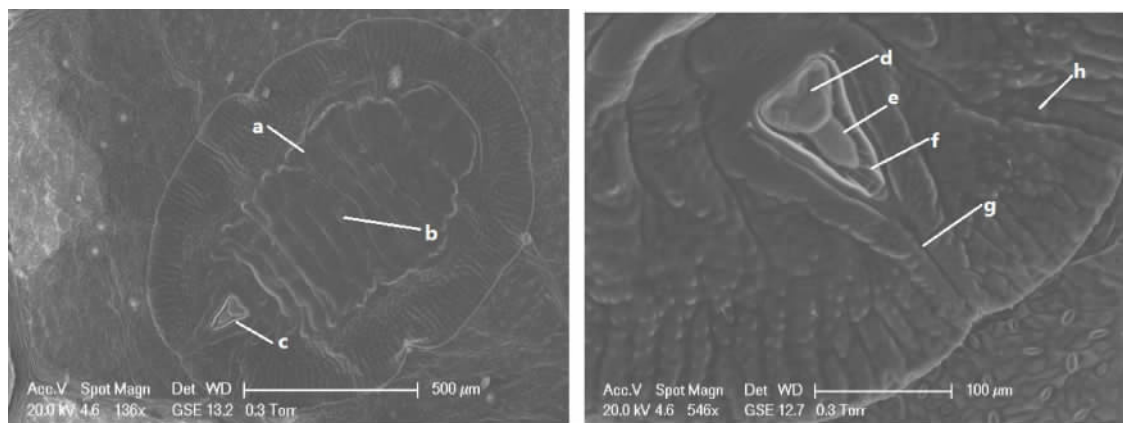


图5 非洲伯粉虱 *Bemisia afer* (Priesner & Hosny) 的蛹壳及管状孔区域特征

Fig.5 The characteristics of the pupal case and the vasiform orifice area of *Bemisia afer* (Priesner & Hosny)

a: 羽化缝 Transverse moulting suture; b: 瘤突 Tubercle; c: 管状孔 Vasiform orifice; d: 盖瓣 Operculum;
e: 舌状突起 Lingula; f: 刚毛 Setae; g: 尾沟 Caudal furrow; h: 边缘内折而成的短线 Margin lines

2.6 桑树5种粉虱主要形态特征比较

桑树上粉虱种类很多,而成虫可用于分类的

特征不多,因此分类鉴定主要依据伪蛹的特征。鉴于桑粉虱、杨梅粉虱、珊瑚瘤粉虱、马氏粉虱以

及非洲伯粉虱常混合发生,形态也很相似,因此将 5 种粉虱的主要形态特征列表比较(表 2),以兹区别。

3 讨论

本研究利用环境扫描电镜(ESEM)对桑树 5 种粉虱的伪蛹进行观察。常规的扫描电镜需要对样本进行多步骤的处理,容易导致样本表面蜡质损伤或表面皱缩及破裂,而环境扫描电子显微镜

(ESEM)不需要对样品进行特殊处理便可直接观察,从而避免了对样本表面造成损伤而影响鉴定结果。例如:珊瑚瘤粉虱 *Aleuroclava aucubae* Kuwana 伪蛹体突起及隆脊上,均有白色蜡质分泌物,在 ESEM 下清晰可见,而用传统的制作玻片鉴定方法或者常规电镜则观察不到这些特征。应用环境扫描电镜技术则能避免传统鉴别方法的缺陷,特别是对仅能在新鲜样本中观察到的特征更有意义。

表 2 桑树 5 种粉虱的主要分类特征比较
Table 2 The main morphological comparison of the five mulberry whiteflies

种类 Species	蛹壳颜色 Color of pupal case	管状孔 Vasiform orifice	盖瓣 Operculum	舌状突 Lingula	尾沟 Caudal furrow
桑粉虱 <i>P. mori</i>	淡黄色	倒半椭圆形。宽略大于长	横长方形,两侧缘略呈弧形。宽显著大于长。长度超过皿状孔的 1/2	棒锤形,基部有 2 个小刺突。其端半部膨大呈仙人球状,球状部露在盖瓣外,末端超出管状孔	自管状孔末端通达腹末,并由宽变窄。其宽度基部小于管状孔两侧缘下端的间距,末端小于腹末第 1 对刺状刚毛间距的 1/2。具叠瓦形纹
杨梅粉虱 <i>P. myricae</i>	淡黄色	倒等腰三角形。长显著大于宽	倒半圆形,两侧弧线较平直。宽大于长。长度不及管状孔的 1/2	棒形,末端具 2 根长直刺。其端部 2/5 膨大呈矛状。矛状部露在盖瓣外,末端不达管状孔的后缘	自管状孔下端通达腹末(管状孔的末端略为伸入于腹沟中),其宽度前后相近,基部大于管状孔下端的宽度;末端约与腹末第 1 对刺状刚毛的间距相同。无叠瓦形纹
珊瑚瘤粉虱 <i>A. aucubae</i>	黑色	半圆形,前端扩大,后端具有凹痕	发达,充塞整个皿状孔区域	隐藏	腹沟明显,直达尾端,其基部不与皿状孔相通。无叠瓦形纹
马氏粉虱 <i>A. marlatti</i>	黑色,有光泽	呈等腰三角形,为凸字形区所包围	三角形,发达	舌状突端部不外露	尾沟明显,其末端与管状孔连通。沟壁发达,无叠瓦形纹
非洲伯粉虱 <i>B. afer</i>	苍白色	长椭圆形,末端尖,侧缘稍曲并具侧脊,在末端有横脊存在	亚圆形,宽大于长,基部缢缩,盖覆孔的三分之一	舌状突长,刮勺形,顶部尖,着生一对刚毛	腹沟及尾脊明显,其末端与皿状孔连通。无叠瓦形纹

致谢 感谢扬州大学测试中心电镜室周卫东老师和陈义芳老师提供的帮助!

参考文献 (References)

Chen CH ,Ko CC ,2006. *Lipaleyrodies emiliae* , a new species of whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) from Taiwan and Hong Kong. *Zootaxa* , 1331: 31—54.
浦冠勤,毛建萍,薛贵收,姜德义,王军,谭书生,2009. 中国桑树害虫名录 (VII). 蚕业科学. 35 (1): 126—130.
唐建国,2003. 浅谈桑粉虱的危害与防治. 四川蚕业, (1): 32—33.

唐以巡,1989. 中国桑树害虫名录 (初稿). 蚕学通讯,9 (2): 59—64.
闫凤鸣,1990. 粉虱研究概况. 北京农学院学报,5 (1): 104—108.
杨爱卿,徐俊,徐晓云,2007. 桑粉虱的发生危害及防治对策. 江西植保,30 (1): 33—34.
袁莉民,周福才,杜予州,2003. 环境扫描电镜在烟粉虱生物型分型鉴定上的应用. 电子显微学报,22 (6): 492—493.