

# 我国桑树五种常见粉虱的超微结构\*

宋早芹<sup>1</sup> 季小雨<sup>1</sup> 杜予州<sup>1\*\*</sup> 任顺祥<sup>2\*\*</sup>

(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-Qin<sup>1</sup> JI Xiao-Yu<sup>2</sup> DU Yu-Zhou<sup>2\*\*</sup> Ren Shun-Xiang<sup>2\*\*</sup>

(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)。

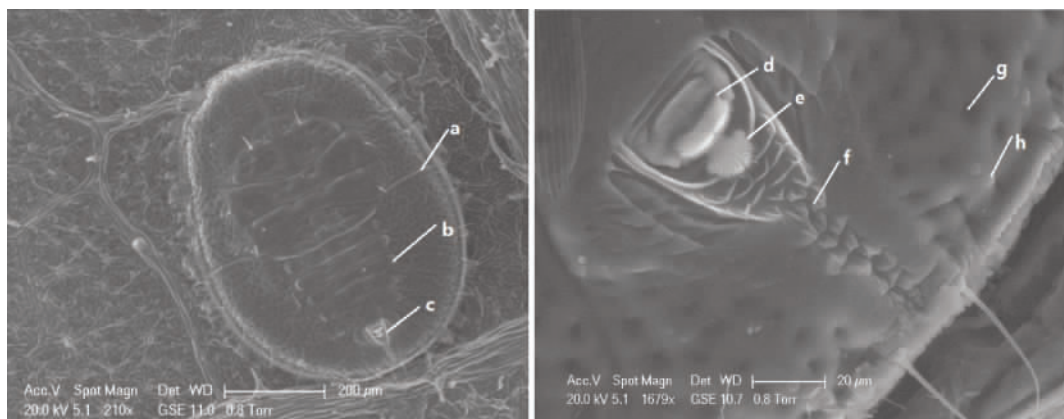


图 1 桑粉虱 *Pealius mori* (Takahashi) 的蛹壳及管状孔区域特征

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)。

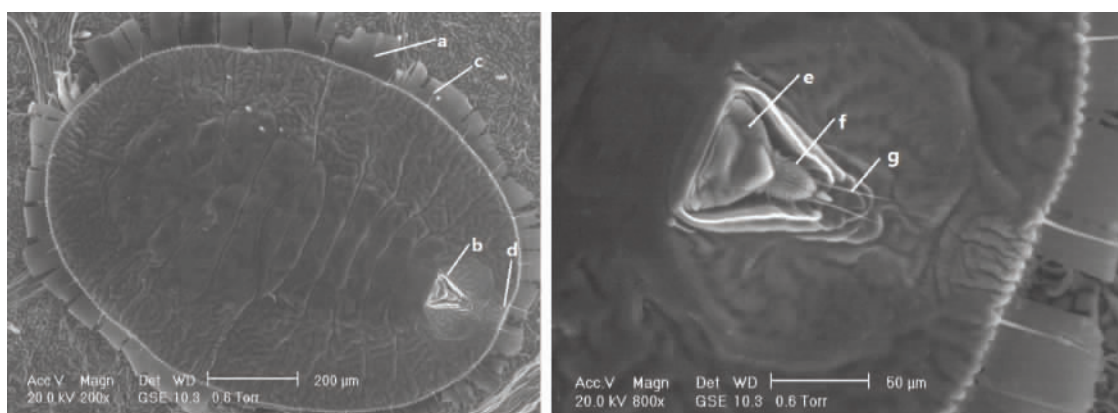


图2 杨梅粉虱 *Parabemisia myricae* Kuwana 的蛹壳及管状孔区域特征

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)。

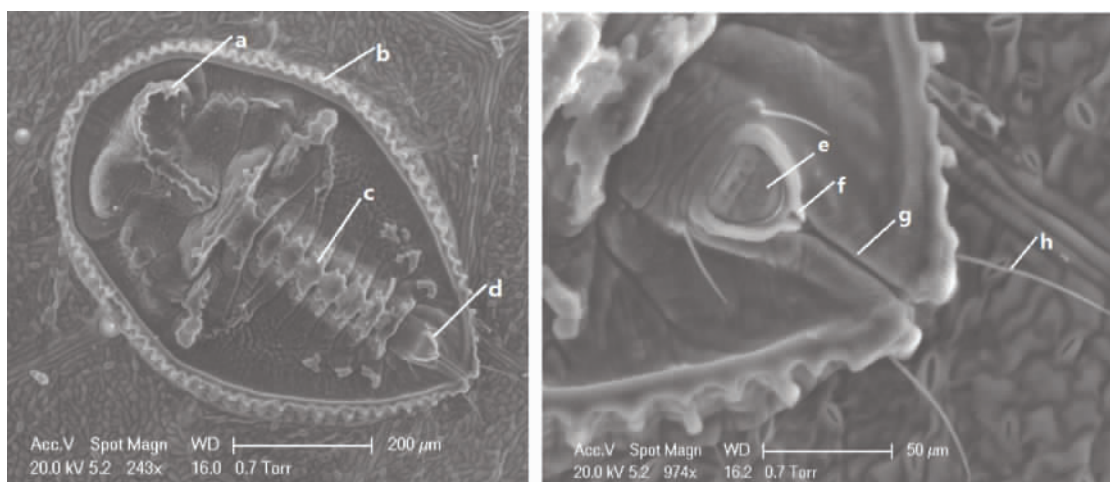


图3 珊瑚瘤粉虱 *Aleuroclava aucubae* Kuwana 的蛹壳及管状孔区域特征

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)。

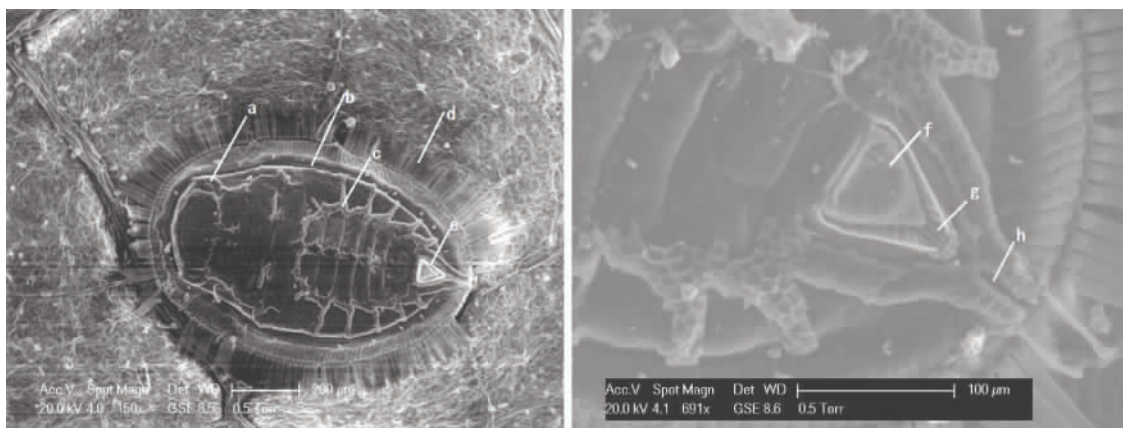


图4 马氏粉虱 *Aleurdolobus marlatti* (Quaintance) 的蛹壳及管状孔区域特征

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)。

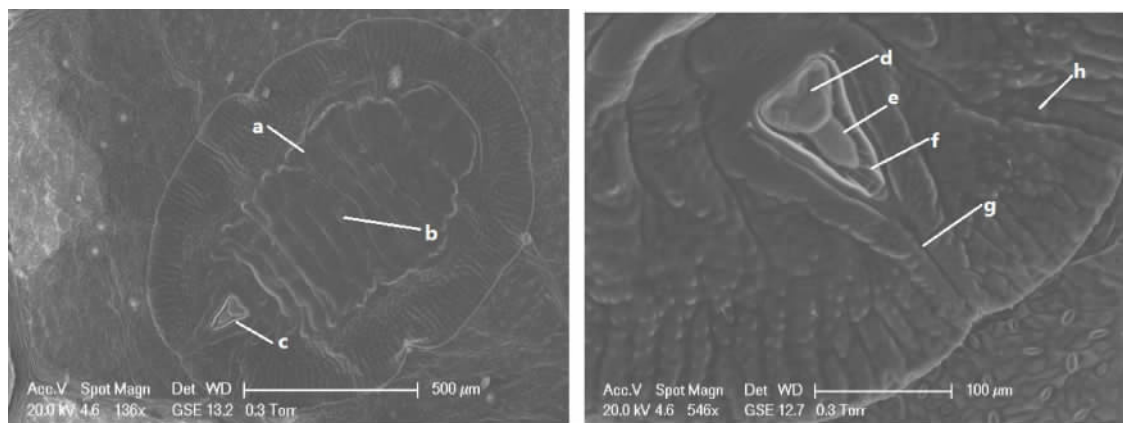


图5 非洲伯粉虱 *Bemisia afer* (Priesner & Hosny) 的蛹壳及管状孔区域特征

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<br>Species              | 蛹壳颜色<br>Color of pupal case | 管状孔<br>Vasiform orifice    | 盖瓣<br>Operculum                  | 舌状突<br>Lingula                                  | 尾沟<br>Caudal furrow                                                        |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 桑粉虱<br><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<br><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<br><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<br><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<br><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. *Lipaleyrodes 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.