康氏粉蚧蜡泌物的扫描电镜观察*

张艳峰 薛皎亮 谢映平**
(山西大学生命科学学院 太原 030006)

摘 要 采用制作玻片标本和扫描电镜技术研究了康氏粉蚧 *Pseudococcus comstocki* (Kuwana)在不同发育阶段的显微形态特征及蜡泌物的超微形态。结果表明:三格腺是康氏粉蚧最主要的腺体,随着虫体的发育,数量增多,分布变广,每个腺孔分泌一根蜡丝,覆盖体表;管腺只在特定的时期分泌长的空心蜡管构成卵囊;多格腺分泌多棱形卷曲的小蜡丝粘附在卵粒上,防止其相互粘连。

关键词 蚧虫,粉蚧,蜡泌物,超微结构

Scanning electron microscope observations of wax secretion in *Pseudococcus comstocki*

ZHANG Yan-Feng XUE Jiao-Liang XIE Ying-Ping**
(College of Life Science, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract The microscopic characteristics and ultrastructure of wax secretion by different life stages of the mealybug *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) were observed under a light microscope and a scanning electron microscope. This revealed that the main pores of *P. comstocki* are trilocular pores, which increase in number and become more widespread with development. Furthermore, each wax filament is secreted from individual locular pores distributed over the dorsum of body. Tubular ducts produce long, hollow filaments that serve as a framework for the ovisac structures at a distinct time during development. The egg surface clings to a thin layer of small curled and multi-ridged wax filaments produced by multilocular pores, which prevents them sticking to each other.

Key words scale insect, mealybug, wax secretion, ultrastructure

蚧虫属于昆虫纲 Insecta 半翅目 Hemiptera,全世界记录 7 355 种,分属于 25 科(Ben-Dov *et al.*, 2008)。粉蚧科 Pseudococcidae 是第二大科,近 2 000种,有不少种类是农林,果树,观赏植物的重要害虫(汤祊德, 1992)。蚧虫的最大特点是虫体具有多种腺体,能分泌蜡质,使蚧虫能够抵御不良天气变化的影响和天敌的侵袭,还可以阻止杀虫剂的伤害,使常规的化学防治难以奏效,起到保护作用(Ben-Dov and Hodgson, 1997)。据统计蚧虫表面超微结构和蜡泌物的电子显微镜观察全世界研究报道涉及 18 科 49 属 66 种,其中以虫体表面超微结构为主(Xie *et al.*, 2006)。而其中对于粉蚧的研究报道很少,只有 Kumar 等(1997)对危害桑树的一种粉蚧 *Maconellicoccus hirsutus* (Green)的腺体以及蜡质的分泌做了研究。

本实验虫种康氏粉蚧 *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) 属粉蚧科 Pseudococcidae 粉蚧属 *Pseudococcus* Westwood。该蚧虫是世界著名蚧害,很多国家都将其列为检疫对象(林业部野生动物和森林植物保护司, 1996)。康氏粉蚧常有群集危害习性,使树体衰弱,霉污严重(图 1:A)。康氏粉蚧在虫体发育的各个龄期,体表覆盖着不同类型的蜡质,对虫体起保护作用。成虫体表被较厚的白色蜡粉(wax),体缘长蜡丝(wax filaments, wf)明显,最后 1 对特长(图 1:B)。通过对虫体体表蜡腺和分泌的蜡质超微结构的研究,希望对防治工作提供基础依据。

* 资助项目:国家自然科学基金(31070584);山西省自然科学基金(2010011042-1)。
**通讯作者,E-mail: xieyingping@eyou.com
收稿日期:2011-07-07,接受日期:2011-09-29

1　材料与方法

1.1　材料

本研究实验用虫康氏粉蚧 *Pseudococcus comstocki*（Kuwana）采自山西省太原市街道两旁的白蜡树,包括各龄期若虫和雌成虫各 20 只。

1.2　方法

虫体显微形态的观察:将采集的标本材料在实验室制成玻片标本,用 OLYMPUS 显微镜观察比较不同龄期虫体的显微特征。

扫描电镜材料的处理和超微结构观察:虫体表面蜡质观察,将带蜡的虫体在实验室自然干燥,在解剖镜下挑选虫体表面蜡被完整的标本粘于样品台上,真空条件下喷金 5 ~ 7 min。虫体泌蜡腺体特征的观察是将虫体表面的蜡质用小刀刮去,用戊二醛(4%)固定,再用氯仿将残留蜡质溶解,漂洗干净后干燥喷金。扫描电镜观察并拍摄。扫描电镜型号:JEO. JSM-35C 型。加速电压 25 V。

2　结果与分析

康氏粉蚧 1 年发生 3 代,雌雄异型,雌虫从卵期开始发育,经若虫期(3 龄)发育为成虫;雄虫从卵期经若虫期(2 龄)发育到预蛹、蛹、再羽化为成虫。成虫交尾后,雄虫即死去,而雌成虫则孕卵,产卵完毕后也死去,完成一个时代。

2.1　1 龄若虫蜡腺和蜡泌物的特征

体长约 0.4 mm,椭圆形。固定取食不久就由三格腺开始分泌蜡质,体面布满刺毛,刺孔群只有最末 1 对,也是由三格腺组成。虫体背面沿体缘和中区散布着蜡丝(wf),尤其是腹部末端蜡质较多,它与刺孔群对应,由三格腺分泌产生(图 1:C)。

2.2　2 龄若虫蜡腺和蜡泌物的特征

体长约 0.7 mm,椭圆形。体缘出现蜡刺。刺孔群 17 对,每个刺孔群由 2 根粗锥刺和 2 ~ 3 个三格腺组成,沿体缘分布。体表覆白色蜡粉,比 1 龄泌蜡量明显增大,几乎覆盖了整个背面(图 1:D)。放大观可知体表蜡粉实际是由三格腺分泌的直径约 1 μm 的细蜡丝堆积而成(图 1:E)。除去表面蜡质可以观察到,每个三格腺(trilocular pore, tp)直径 2.5 μm,是由 3 个狭长的腺孔成三角形排列形成的,每个腺孔直径约 1 μm,一边平整,另一边有 2 个凸起,象字母 B。由此可知,每个腺孔分泌一根蜡丝。此外还有管腺(tubular duct, td)少量分布,但此期还不分泌蜡质(图 1:F)。

2.3　3 龄若虫蜡腺和蜡泌物的特征

体长约 1.5 mm,椭圆形。体缘 17 对刺孔群,通常由 2 根锥刺和几个三格腺组成。末对刺孔群(cerarii)位于椭圆形的硬化片上,由 2 根粗锥刺(conical setae, cs),5 ~ 8 根毛状刺(hair-like setae, hs)和多个三格腺(tp)组成(图 1:G)。背部泌蜡增多,均为卷曲的蜡丝,呈旋转式排列,是由体背表面散布着的三格腺分泌的。三格腺直径为 3.3 μm,每个腺孔分泌一根直径为 1.3 μm 的蜡丝。腺孔的 B 形状使得分泌出来的蜡丝内表面光滑,外表面边缘增厚(图 1:H)。蕈状腺(mushroom-like pore, mp)分布在全体背,直径接近 8 μm,管口硬化环发达,成半球形,一侧基部可见 1 个伴孔(incidental hole, ih)(图 1:I)。大多数刺孔群内侧各有 1 个蕈状腺,另外还有 2 亚中纵列,贯穿头、胸、腹背,在腹部还有亚缘纵列。管腺(td)在体表开口,直径为 3 μm,并无蜡质产生(图 1:J)。

2.4　雌成虫蜡腺和蜡泌物的特征

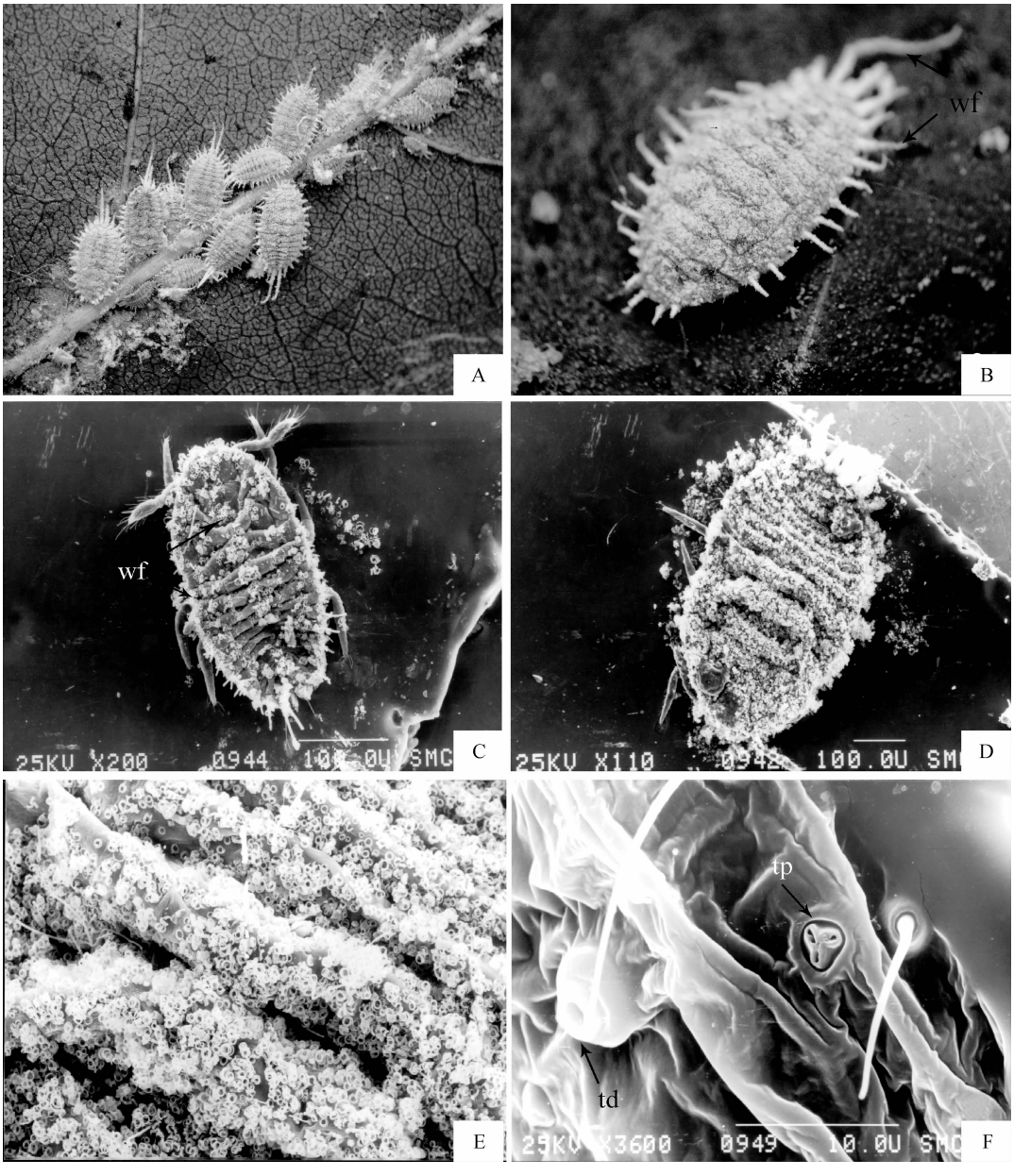
长 5 mm 左右,椭圆形。体表被较厚的白色蜡粉,各体节分界处薄,使分节仍明显。体缘蜡丝 17 对,蜡丝基部粗而端部细;体前端蜡丝较短,向后渐长,最后 1 对特长,约为体长的 1/2 ~ 2/3。体背缘区具 17 对刺孔群,这是虫体边缘 17 对蜡丝的分泌部位。除头胸部的刺孔群 3 ~ 5 根锥刺外,其余均为 2 根,另有附毛和 1 群三格腺。体背的厚蜡粉是由三格腺分泌的蜡丝堆积而成(图 1:K)。腹面的蜡粉薄,体面具稀疏的短毛。腹面三格腺多而散布,蕈状腺在胸部和前 2 腹节,数量少;多格腺在腹部各节多,成横带,胸部和头部少。在产卵时先由管腺分泌蜡丝构成卵囊,为空心管状,直径为 1.8 μm 左右,表面为棱形结构(图 1:L)。接下来将椭圆形的卵(egg, e)产于白色絮状卵囊(ovisac, o)内,多格腺分泌的蜡丝(wf)粘附在卵粒上,防止相互之间的粘连,起到保护卵粒的作用(图 1:M)。放大后可知蜡丝卷曲,短小,表面为多棱形,直径 1.0 μm(图 1:N)。

3　讨论

蚧虫一生中绝大部分时间都是在寄主植物的

表面固着生活,靠刺吸汁液生活,当遇到外界侵扰时不能主动逃避敌害,因此蜡泌物形成的蜡壳或蜡被对它的生存具有特别重要的保护作用。除此之外,不同的类群之间和不同的发育阶段,蚧虫的蜡泌物并不相同,具有形态结构的多样性,这说明蚧虫分泌蜡质不仅仅是一种次生代谢产物,更是蚧虫遗传进化的产物,是其生命代谢的重要组成部分。因此,在掌握了蜡泌物对虫体的保护性功能的基础上,研究蚧虫泌蜡腺体和蜡泌物超微结构的变化规律,有助于了解其它的生物功能。

三格腺是粉蚧科和蚧科的特征腺体,刺孔群是粉蚧特有的泌蜡机构,主要由多个三格腺和锥状刺构成,三格腺均分泌丝状蜡,康氏粉蚧三格腺的腺孔在不同发育阶段没有变化,均为 B 形,一边平整,一边有两个凸起,所分泌的蜡丝外表面边缘增厚,内表面光滑。与此不同的是绵粉蚧属的白蜡绵粉蚧不同龄期的三格腺的腺孔构造不一样,由此导致的蜡丝形态也有所差别。1 龄三格腺腺孔为不规则的结构分泌细蜡丝,2 龄发育为扁长形腺孔分泌外表面光滑的蜡丝,到了 3 龄腺孔为 8 字形,分泌的蜡丝中间有一道压痕(Zhang *et al.*, 2009)。而蚧科的日本龟蜡蚧虫体表面的三格腺在形式和分泌蜡质的结构上都有所不同。日本龟蜡蚧的三格腺的泌蜡孔成“品”字形排列和“川”



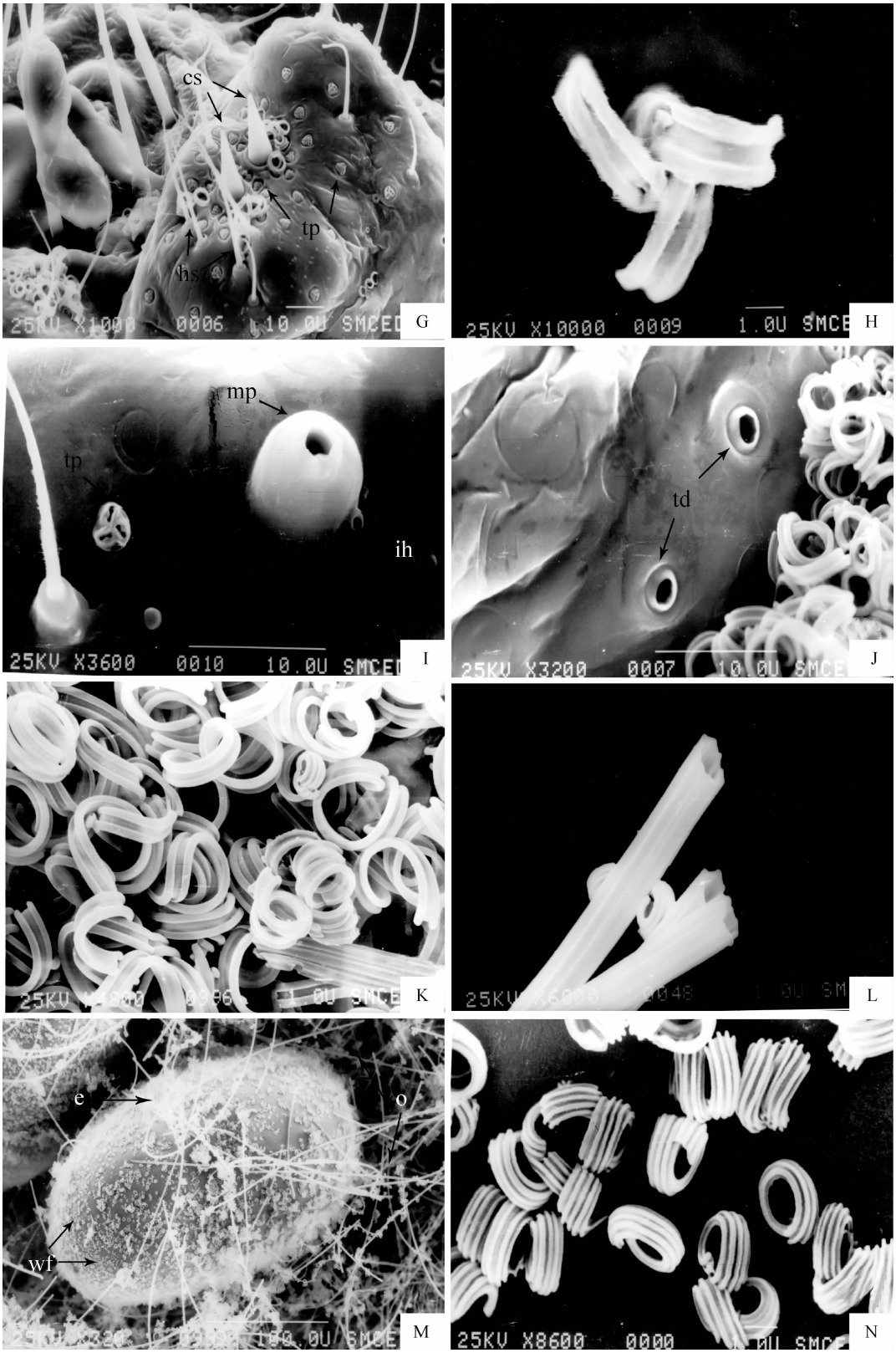


图 1　康氏粉蚧形态和扫描电镜图

Fig. 1　Morphological and scanning electron microscope observations of *Pseudococcus comstocki*

A. 雌成虫沿叶脉危害,体表覆盖白色蜡粉 female adult settled along the leave veins of the host plant and with waxy powder on

the surface; B. 雌成虫体缘蜡丝及腹末长蜡丝 wax filaments (wf) of female adult in margin of body, showing long wax filaments in the end of abdomen; C. 1 龄若虫背面观,示背面中央和体缘分布的蜡 dorsal view of first instar nymph, showing wax filaments in central dorsum and margin of body (×200); D. 2 龄若虫背面观,示整个背面分布的蜡 dorsal view of second instar nymph, showing wax in whole dorsum (×110); E. 2 龄若虫背面放大观,示蜡质为蜡丝,均匀堆积在各体节 magnified dorsal view of second instar nymph, wax filaments distributed equably in the segments (×450); F. 2 龄若虫背面放大观,示三格腺和管腺 magnified dorsal view of second instar nymph, showing trilocular pore (tp) and tubular duct gland (td) (×3 600); G. 腹部末端的刺孔群,由 2 根粗锥刺,5 ~ 8 根附毛和成簇的三格腺组成 anal lobe cerarii consisted of 2 thick conical setae (cs), 5-8 lanceolate setae and accompanied by many trilocular pores in cluster (×1 000); H. 三格腺放大观,示每个腺孔分泌一根蜡丝 magnified view of trilocular pore, each wax filament was secreted from one locular pore (×10 000); I. 蕈状腺放大观,示半球形及伴孔 magnified view of mushroom-like pore (mp), showing half ball and a concomitant pore (×3 600); J. 3 龄若虫背面管腺放大观,示开口并无蜡质 magnified dorsal view of tubular duct gland (td) of third instar nymph, showing no wax substances in the open of tubular duct gland (×3 200); K. 雌成虫体背蜡丝放大观,示卷曲结构 magnified view of the wax filaments in the dorsum of adult female, showing curled wax filaments (×4 800); L. 构成卵囊的空心管状结构的蜡丝 hollow wax tubes secreted by tubular ducts that constituted the ovisac (×6 000); M. 卵囊内的卵粒放大观,示表面的蜡质 magnified view of the egg (e) in the ovisac (o), showing wax filaments (wf) on the surface (×320); N. 卵粒表面的蜡质放大观,示卷曲的小蜡圈结构 magnified view of the wax on the surface of egg, showing curled wax circle structure (×8 600).

字形排列 2 种类型,它们分泌的蜡质含有内蜜露,为湿蜡,蜡质堆积虫体表面形成固定形状的龟背状蜡壳。

研究发现管腺只在特定的时期分泌蜡质,构成具有保护作用的外壳。康氏粉蚧产卵时分泌空心管状蜡丝构成卵囊。白蜡绵粉蚧也是由管腺分泌粗蜡丝形成越冬蜡茧和卵囊。在虫体发育的其它时期,虽然有管腺的分布但发现它并不分泌蜡质。我们以往的研究发现管腺是一个空心柱状结构,由内管和外管组成。这种内外管的套叠结构导致其分泌空心蜡管构成蜡茧和卵囊(Zhang *et al.*, 2009)。

从材料力学的角度看,相同直径的空心构造比实心的承载能力相对要强一些,物质消耗最少。各科的管腺以及毡蚧的锥刺分泌的蜡均为空心蜡丝,具有高效的泌蜡特点,这种泌蜡特征是蚧虫在长期进化过程中形成的。空心丝状蜡质在鞘翅目瓢虫的幼虫也已发现,这种现象似乎蕴涵在生物的物质与能量转化基本规律之中。

前人对蚧虫蜡泌物的扫描电镜观察多为雌成虫一个虫态(Foldi,1981),对低龄期若虫阶段的泌蜡和不同龄期间泌蜡腺体和蜡泌物的变化未见报道。不足以全面理解泌蜡在蚧虫生命活动中的生物学意义。本次康氏粉蚧研究其不同发育阶段的差异性,揭示蚧虫泌蜡过程中,泌蜡腺体形态和着生部位的变化及多样性,蜡泌物形态构造的多样性以及它们与蜡泌物功能之间的联系。

参考文献(References)

Ben-Dov Y, Hodgson CJ, 1997. Soft Scale Insects: Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. 7A. Elsevier, Amsterdam & New York. 452.

Ben-Dov YD, Miller DR, Gibson AC, 2008. ScaleNet: http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm.

Foldi I, 1981. Ultrastructure of the wax-gland system in subterranean scale insects (Homoptera: Coccoidea, Margarodidae). *J. Morph.*, 168(2):159 – 170.

Kumar V, Tewari SK, Datta RK, 1997. Dermal pores and wax secretion in mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera, Pseudococcidae): A pest of mulberry. *Ital. J. Zool.*, 64(4):307 – 311.

Xie YP, Xue JL, Zheng LY, 2006. The Ultratructure and Chemical Composition of Wax Secretion of Soft Insects. China Forestry Publ. House, Beijing. 237.

Zhang YF, Xie YP, Xue JL, Liu WM, 2009. Developmental variation in the dermal glands and wax secretions of the mealybug, *Phenacoccus fraxinus* (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae). *J. Entomol. Sci.*, 44(1):59 – 68.

林业部野生动物和森林植物保护司, 1996. 中国森林植物检疫对象. 北京:中国林业出版社. 1 – 220.

汤祊德, 1992. 中国粉蚧科. 北京:中国农业科技出版社. 1 – 478.