

DOI: CNKI: 64-1390/S. 20110711. 1725. 022 网络出版时间: 2011-07-11 17: 25: 00
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20110711.1725.022.html>

3 种蜡蝉雄性生殖系统形态比较 (半翅目: 蜡蝉总科)*

林 江, 张雅林, 王应伦

(西北农林科技大学 植保资源与病虫害治理教育部重点实验室, 昆虫博物馆, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 【目的】研究蜡蝉雄性生殖系统的整体结构, 以发现更多的分类特征, 为其所属类群乃至蜡蝉总科的分类及系统发育研究提供依据。【方法】在 Leica MZ125 解剖镜下, 对缘蛾蜡蝉(*Salurnis marginella* (Guérin-Meneville))、八点广翅蜡蝉(*Ricania speculum* (Walker)) 及斑衣蜡蝉(*Lycorma delicatula* (White)) 3 种蜡蝉的雄性生殖系统进行解剖观察, 应用 QImaging Retica 2000R CCD 数码相机进行照相, 并对 3 种蜡蝉的雄性内生殖器官进行比较研究。【结果】3 种蜡蝉的雄性生殖系统的形态结构基本一致, 射精管端部膨大, 生殖附腺发达, 但每侧精巢内精巢小管的数目因种类不同而具明显差异, 八点广翅蜡蝉 12 根, 缘蛾蜡蝉和斑衣蜡蝉均为 6 根; 八点广翅蜡蝉和斑衣蜡蝉的贮精囊外周被以薄膜, 而缘蛾蜡蝉的贮精囊则无薄膜包被。【结论】缘蛾蜡蝉与八点广翅蜡蝉的雄性生殖系统结构较为相似, 其 2 个精巢相互分开, 而斑衣蜡蝉的 2 个精巢相向包被在同一薄膜之中, 这表明雄性生殖系统在蜡蝉总科系统学研究中具有重要的应用价值。

[关键词] 半翅目; 蜡蝉总科; 缘蛾蜡蝉; 八点广翅蜡蝉; 斑衣蜡蝉; 雄性生殖系统

[中图分类号] Q969.36⁺ 5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2011)08-0125-06

Study on comparative morphology of male reproductive system of three planthoppers (Hemiptera: Fulgoroidea)

LIN Jiang, ZHANG Ya-lin, WANG Ying-lun

(Key Laboratory of Plant Protection Resource and Pest Management, Ministry of Education, Entomological Museum, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】The male internal reproductive system of planthoppers is studied and illustrated in this research, aiming at providing more useful information for taxonomy and phylogeny of Fulgoroidea. 【Method】The male internal reproductive organs of three planthoppers (*Salurnis marginella* (Guérin-Meneville) of the Flatidae, *Ricania speculum* (Walker) of the Ricanidae and *Lycorma delicatula* (White) of the Fulgoridae) are dissected by the stereomicroscope of Leica MZ125 and photographed by the QImaging Retica 2000R CCD. Then they are compared and researched. 【Result】The results show that the form and structure of male reproductive system of these three planthoppers are similar to each other, the ejaculatory duct is distinctly inflated near terminal and the accessory gland is well-developed, and the number of follicles distinctly varies in different species, *R. speculum* has 12 follicles, both *S. marginella* and *L. delicatula* have 6 follicles. In addition, the seminal vesicle of *R. speculum* and *L. delicatula* are sheathed by membrane, but *S. marginella* is not. 【Conclusion】Generally, the testis of *S. marginella* and *R. speculum* are

* [收稿日期] 2011-04-14

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30870325, 30970388)

[作者简介] 林 江(1984-), 男, 甘肃兰州人, 硕士, 主要从事蜡蝉分类研究。

[通信作者] 王应伦(1952-), 男, 陕西西县人, 教授, 博士, 主要从事昆虫分类研究。E-mail: yinglunw@nwsuaf.edu.cn

clearly separated from each other, but that of *L. delicatula* are enclosed by the same membrane sheath. It shows male reproductive system of planthopper provides meaningful information in the systematic research of Fulgoroidea.

Key words: Hemiptera; Fulgoroidea; *Salurnis marginella* (Gu rir-Meneville); *Ricania speculum* (Walker); *Lycorma delicatula* (White); male reproductive system

在蜡蝉总科分类研究中, 雄性外生殖器形态特征被认为是非常有效和重要的分类依据, 因此, 蜡蝉雄性外生殖器形态特征一直备受研究者关注, 对其形态结构的研究也相对较为深入^[1-8]。近年来随着研究工作的不断深入, 在蜡蝉总科昆虫的分类与系统发育研究中, 雄性生殖系统内部器官的特征引起了分类学者的重视^[9-15], 并开展了相关的研究工作, 如在瓢蜡蝉科分类中, 根据精巢小管数目将原亚种 *Zopherisca tendinosa skaloula* 提升为种级分类单元 *Zopherisca skaloula*^[16-17], 但在一些研究中, 由于受到研究所用标本新鲜程度的限制, 对于雄性生殖系统内部各器官的定位 (特别是精巢及贮精囊的位置)、输精管的长度及生殖附腺的形态等方面一直存在较大的争议。

为了明确蜡蝉雄性生殖系统的整体结构, 本文以新鲜标本为研究材料, 对缘蛾蜡蝉 (*Salurnis marginella* (Gu rir-Meneville))、八点广翅蜡蝉 (*Ricania speculum* (Walker)) 和斑衣蜡蝉 (*Lycorma delicatula* (White)) 的雄性生殖系统进行了研究, 描述了雄性生殖系统内部各主要器官的形态及其结构特征, 并在此基础上对 3 种蜡蝉的雄性生殖系统的特征异同进行比较, 以期发现更多的分类特征, 为其所属类群乃至蜡蝉总科分类及系统发育研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

研究标本均于 2009 和 2010 年夏季 (06-08) 采自西北农林科技大学校园 (陕西杨凌)。

1.2 方法

选取强壮且生命力旺盛的新鲜样本固定于体积分数 75% 酒精 10 min, 在 10 min 内撕去成虫胸、腹部的体壁, 用滤纸将体积分数 75% 酒精吸干后, 放入表面皿内, 滴入清水, 使水面没过虫体, 然后置于 Leica MZ125 解剖镜下解剖观察, 所解剖出的雄性内生殖系统用清水冲洗干净, 保存于甘油中, 置于 QImaging Retica 2000R CCD 数码相机下照相。

2 3 种蜡蝉雄性生殖系统内部器官的形态结构

2.1 缘蛾蜡蝉 *Salurnis marginella* (Gu rir-Meneville) 1829 (图 1A、图 2A、图 3A)

Ricania marginella Gu rir-Meneville, 1829.

Plates from Iconographie du Rgne Animal 1829: Pl. 58, Fig. 6

Poeciloptera fimbriolata Stål, 1854. *Öf. v. Svenska Vet. Akad. Förh.* 11: 247

Salurnis kershawi Kirkaldy, 1913. *Bull. Hawaiian Sugar Planter's Assoc. Div. Ent.* 12: 21

Salurnis formosanus Jacobi, 1915. *Deutsche Ent. Zeit.* 1915: 171

Salurnis marginella Metcalf, 1957. *General Catalogue Homoptera* Part 13: 196

缘蛾蜡蝉雄性生殖系统主要分为精巢、输精管、贮精囊、射精管、生殖附腺 5 部分 (图 2A)。精巢 1 对, 分别呈“彩椒形”, 左右对称, 外周被以淡黄色围膜; 每侧精巢有 6 根管状精巢小管, 精巢小管基部连接在一起, 进而与输精管相连, 基部至端部逐渐变细变尖, 整体排列呈“芭蕉”状。输精管 2 根, 较细, 两端分别连接着精巢与贮精囊。贮精囊淡黄色, 位于输精管下端, 以“左螺旋”方式盘绕, 形成淡黄色螺旋结构, 前端与精巢连接的部分相对较细, 而后端与射精管连接的部分较粗 (图 3A)。射精管较粗, 管壁明显加厚, 呈乳白色, 较长, 其端部与阳茎的连接处膨大, 形成囊状结构, 呈“茄”形 (图 3A), 基部连接有发达的生殖附腺。生殖附腺 2 根, 基部与射精管连接, 左右对称, 极为发达, 基部、中部粗壮膨大, 至端部明显变细, 在体腔内通常呈曲线形折叠在一起。

2.2 八点广翅蜡蝉 *Ricania speculum* (Walker) 1851 (图 1B、图 2B、图 3B)

Faltoides terebrous Walker, 1851. *List of Homopterous Insects.* 2: 406

Faltoides perforatus Walker, 1851. *List of Homopterous Insects.* 2: 407

Ricania Malaya Stål, 1854. *Öf. v. Svenska Vet.*

Akad. F^Lrh. 11: 247

Ricania speculum Atkinson, 1886. *Jour. Asi-*

Flatoides speculum Stål, 1862. *Öfv. Svenska*

atic Soc. Bengal. 55: 54

Vet. Akad. F^Lrh. 19: 489

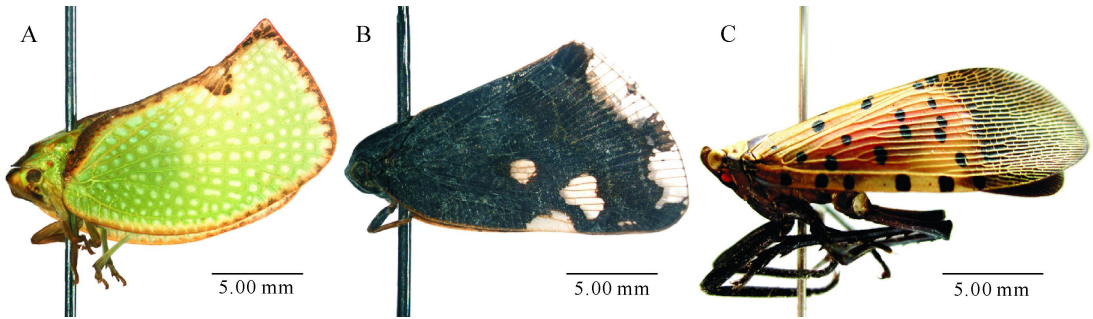


图 1 3 种蜡蝉雄性成虫侧面观

A. 缘蛾蜡蝉; B. 八点广翅蜡蝉; C. 斑衣蜡蝉

Fig. 1 Male adult of three planthopper, lateral view

A. *S. marginella*; B. *R. speculum*; C. *L. delicatula*

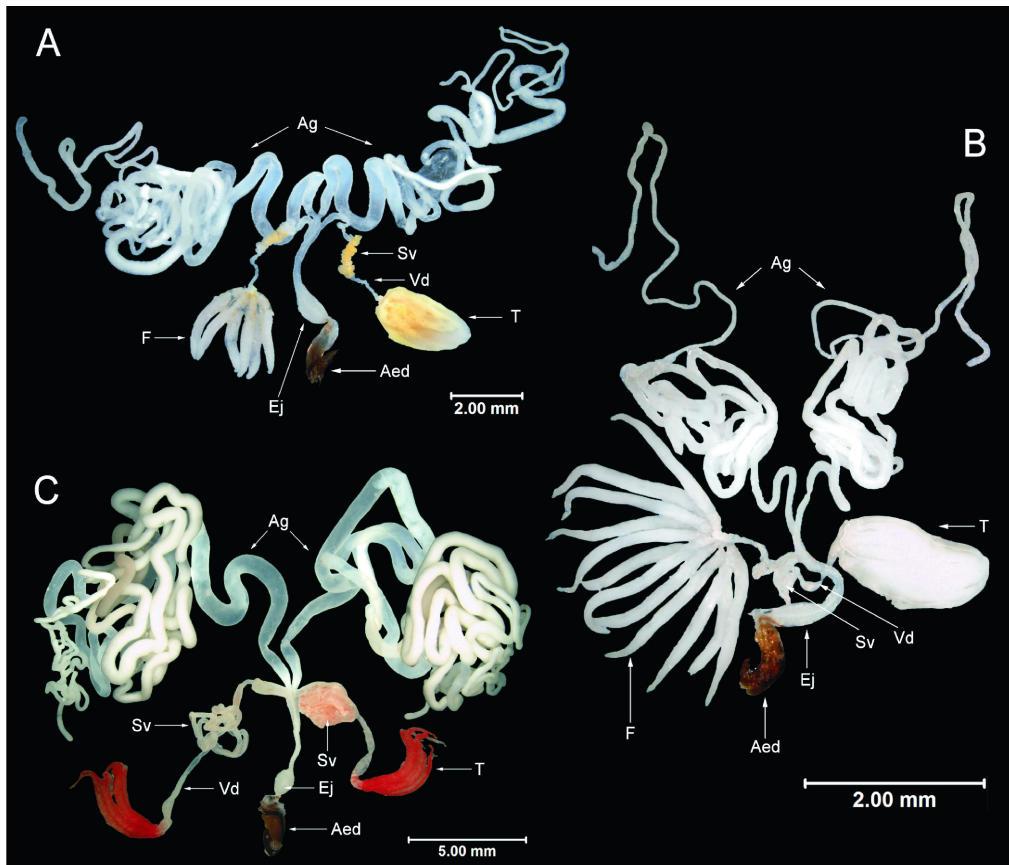


图 2 3 种蜡蝉雄性生殖系统的构造

A. 缘蛾蜡蝉; B. 八点广翅蜡蝉; C. 斑衣蜡蝉; Aed. 阳茎; Ag. 雄性生殖附腺; Ej. 射精管; F. 精巢小管; Sv. 贮精囊; T. 精巢; Vd. 输精管

Fig. 2 Male reproductive system structure of three planthoppers

A. *S. marginella*; B. *R. speculum*; C. *L. delicatula*; Aed. Aedeagus;

Ag. Accessory gland; Ej. Ejaculatory duct; F. Testicular follicle; Sv. Seminal vesicle; T. Testes; Vd. Vas deferens

八点广翅蜡蝉雄性生殖系统基本同缘蛾蜡蝉

巢、输精管、贮精囊、射精管、生殖附腺 5 部分 (图

Salurnis marginella (Gu rin-Meneville), 分为精

2B)。精巢 1 对, 很发达, 呈“蚕豆”状, 左右对称, 外

周被以围膜,每侧精巢有 12 根管状精巢小管;精巢小管基部较粗,至端部逐渐变细变尖,较直,“线辣椒”形,于基部相互连接在一起,与输精管相连,整体排列成“扇形”。输精管 2 根,较短且细,但两端与精巢和贮精囊相连接处相对较粗。贮精囊与射精管基部相连,外周包被有围膜,在膜内弯曲折叠(图

3B)。射精管管壁较厚,其上端较细,连接有发达的生殖附腺,下端与阴茎连接处明显加粗,形成 1 个膨大的囊状结构(图 3B)。生殖附腺 2 根,左右对称,非常发达,基部与射精管连接,中部粗壮膨大,中部至端部渐纤细修长,通常在体内盘旋弯曲。

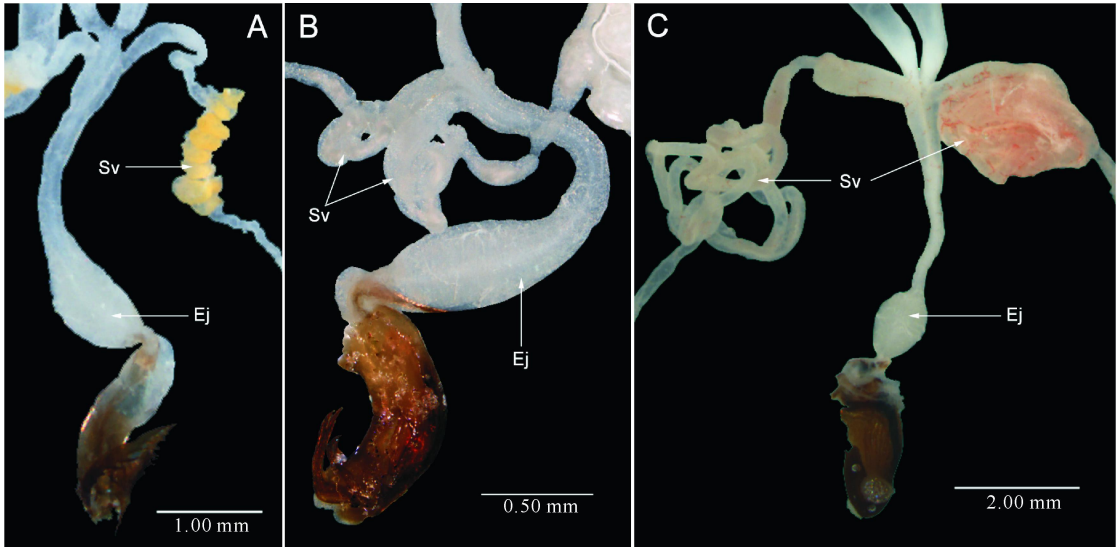


图 3 3 种蜡蝉雄虫的贮精囊与射精管

A. 缘蛾蜡蝉; B. 八点广翅蜡蝉; C. 斑衣蜡蝉; Ej. 射精管; Sv. 贮精囊

Fig. 3 Seminal vesicle and ejaculatory duct of three planthopper

A. *S. marginella*; B. *R. speculum*; C. *L. delicatula*; Ej. Ejaculatory duct; Sv. Seminal vesicle

2.3 斑衣蜡蝉 *Lycorma delicatula* (White) 1845 (图 1C、图 2C、图 3C)

斑衣蜡蝉雄性生殖系统与 2.1 和 2.2 中报道的前 2 种蜡蝉基本相同(图 2C)。精巢 1 对,左右对称,外周被以围膜,在体内 2 个精巢通常被膜包裹在一起,近囊状,囊的背面拱起,腹面凹入,呈“半月”形;每侧精巢有 6 根管状小管,精巢小管呈深红色,管状,基部至端部逐渐变细变尖,中部弧形弯曲,呈“香蕉状”,基部连接在一起,并与输精管相连。输精管 2 根,与前 2 种蜡蝉相比明显较长,基部与精巢连接处膨大,与贮精囊连接处相对较细。贮精囊位于输精管的下部,非常发达,为缠绕盘旋的管状构造,其外覆被淡橘红色围膜,前端与输精管相接处较细,而与射精管连接部分明显较粗(图 3C)。射精管管壁较厚,基部 1/3 较粗,中部变细,在端部与阴茎连接处急剧膨大,形成一个“球”形的囊状结构(图 3C)。生殖附腺位于射精管的基部,左右对称;2 根生殖附腺非常发达,基部与射精管连接处相对较细,中部膨大变粗,但其端部纤细。

3 讨论

近年来,蜡蝉总科昆虫生殖系统研究受到分类学者的高度重视,并将内部各器官的形态特征用于蜡蝉总科昆虫分类与系统发育研究中。尽管相继开展了一系列的研究工作,但对于雄性生殖系统一些器官的定位仍存在较大的争议。在本研究中,缘蛾蜡蝉 *S. marginella* (Gu rin & Meneville)、八点广翅蜡蝉 *R. speculum* (Walker)、斑衣蜡蝉 *L. delicatula* (White) 的雄性生殖系统的构造基本一致,这与瓢蜡蝉科^[16-17]、阁蜡蝉科^[12]以及飞虱科^[11]雄性生殖系统中主要生殖器官的部位、连接方式、整体形态都无明显变化。因此推测,蜡蝉总科昆虫拥有相对较一致的雄性生殖系统模式:精巢内部包裹有精巢小管,外周被以围膜;输精管上端连接着精巢,下端与贮精囊相连;2 根发达的生殖附腺着生在射精管基部,并与贮精囊及射精管相愈合,呈现“叉状”结构。一方面,这与 Marya ska-Nadachowska 等^[16]对瓢蜡蝉科雄性生殖系统的描述基本相同,但与有关文献报道的缘纹广蜡蝉 *Ricania marginalis* (广蜡蝉科,

Ricaniidae) 雄性生殖系统的描述在整体结构、部分器官的形态及定位等方面均存在差异^[15], 经分析认为该文献所描述的缘纹广蜡蝉 *R. marginalis* 的雄性生殖附腺应是贮精囊, 输精管则是雄性生殖附腺。另一方面, 这与 Kuznetsova 等^[12] 记述的 *Oeclidius* pr. *Nanus* 雄性生殖系统的整体结构基本一致, 但 *Oeclidius* pr. *Nanus* 射精管明显长, 端部与阳茎相连处不膨大, 而本研究中 3 种蜡蝉的输精管端部膨大, 这可能是由于 *Oeclidius* pr. *Nanus* 标本经固定液固定后, 组织器官发生收缩所致。综上所述, 蜡蝉总科昆虫具有整体结构相似的雄性生殖系统, 但其他种类是否也符合这一规律, 还有待进一步研究证实。

精巢小管的数目对于研究头喙亚目昆虫系统发育的重要性已经被众多学者反复探讨^[10, 16-17], Kirilova^[11] 在飞虱科精巢结构研究中认为, 进化程度较高的亚科雄虫精巢小管有 3 根, 而比较原始的锥飞虱亚科 *Asiracinae* 雄虫精巢小管有 6 根; Emeljanov 等^[9] 提出, 精巢每侧 6 根精巢小管是蜡蝉总科昆虫的祖征。据有关研究报道, 蜡蝉类昆虫雄性精巢内的精巢小管数量与生殖附腺的形状因种类不同也有所不同, 特别是瓢蜡蝉科种类的精巢小管变化较大, 其变化范围最少的仅有 4 根, 最多的达 30 根, 甚至同一种类, 或同一个体的 2 个精巢的精巢小管数量也不相同, 如庵蜡蝉科 *Kinnaridae* 的 *Oeclidius nanus* Van Duzee 精巢小管数目仅有 6 根^[12], 瓢蜡蝉科的 *Palmallorcus punctulatus* (Rambur) 精巢小管数目为 4 根^[16], *Bubastica taurica* (Kusnetzov) 为 10 根^[16], *Zopherisca penelopae* (Dlabola) 为 24 根^[16], *Z. tendinosa* (Spinola) 为 30 根^[16], 恶性席瓢蜡蝉 *Sivaloka damnosus* Chou et Lu 18 根^[18]。本研究中缘蛾蜡蝉 *S. marginella* 与斑衣蜡蝉 *L. delicatula* 等 2 个种类精巢小管数目为 6 根, 而八点广翅蜡蝉 *R. speculum* 为 12 根, 说明在这一特征上前 2 种蜡蝉都表现得较为原始, 将蜡蝉总科 6 根精巢小管这一祖征保留下来; 八点广翅蜡蝉 *R. speculum* 的精巢小管数量与同为广翅蜡蝉属的柿广翅蜡蝉 *Ricania sublimbata*^[19] 均为 12 根, 另外, 与广蜡蝉科疏广蜡蝉属的透明疏广蜡蝉 *Euricania clara* 的精巢小管数目相比也相同, 后者也为 12 根^[19]。因此推测, 广蜡蝉科内雄虫精巢小管数目较稳定, 其模式数目可能为 12 根, 与蜡蝉总科 6 根精巢小管这一祖征相比, 广蜡蝉科表现出相对较为进化的特性。此外, 精巢外周的被膜形式也存在较大差异, 八点广翅

蜡蝉 *R. speculum* 和缘蛾蜡蝉 *S. marginella* 左右精巢分别被膜形成 2 个相对独立的精巢, 而斑衣蜡蝉 *L. delicatula* 的左右精巢被包裹在同一围膜之中。除精巢结构的差异外, 输精管与贮精囊的形态也存在差异, 斑衣蜡蝉 *L. delicatula* 输精管明显较长, 贮精囊极为发达, 而相比之下, 缘蛾蜡蝉 *S. marginella* 和八点广翅蜡蝉 *R. speculum* 的输精管较短, 贮精囊也较斑衣蜡蝉 *L. delicatula* 的小; 缘蛾蜡蝉 *S. marginella* 的贮精囊呈左螺旋形, 八点广翅蜡蝉 *R. speculum* 的贮精囊通常弯曲折叠。研究结果也进一步表明, 缘蛾蜡蝉 *S. marginella* 和八点广翅蜡蝉 *R. speculum* 在雄性生殖系统的特征上表现的更为相似。

综上所述, 本研究中的缘蛾蜡蝉 *S. marginella*、八点广翅蜡蝉 *R. speculum* 及斑衣蜡蝉 *L. delicatula* 3 个种类的精巢小管数目、精巢被膜形式以及贮精囊的形态等特征明显不同, 这表明相关的特征在不同科级分类单元之间呈现出一定规律性变化, 其之间表现出显著的差异。因此认为, 这些可较好地作为分类特征并用以系统发育研究。有关蜡蝉总科其他类群在以上特征方面是否也存在一定规律性变化, 还有待于进一步研究。

本研究中发现, 缘蛾蜡蝉 *S. marginella*、八点广翅蜡蝉 *R. speculum* 和斑衣蜡蝉 *L. delicatula* 等 3 种蜡蝉的雄性生殖附腺都非常发达, 在体内蜿蜒盘旋于第 6~8 腹节的背侧, 几乎占据了雄性生殖系统总体积的 2/3; 附腺两头较细, 中部膨大, 在中部可以看到半透明的管状附腺中贮存有大量的乳白色黏液, 这与瓢蜡蝉科的恶性席瓢蜡蝉 *S. damnosus* Chou et Lu 几乎相同^[18]; 相比之下叶蝉的雄性附腺就没有如此发达^[20]。这可能与其特定的生殖方式有着密切联系。据野外和室内观察, 八点广翅蜡蝉 *R. speculum* 和缘蛾蜡蝉 *S. marginella* 的成虫羽化后并不立即交配, 而是经过大概 3 周的时间完成该虫态最后的发育; 此时精巢内就已有分裂的精母细胞, 成熟的精子浸浴在大量的附腺分泌液中得到保护, 从而保证了精子能够存活较长时间; 此外, 在广蜡蝉科、瓢蜡蝉科有关种类的昆虫交配机制研究中发现, 雌雄交配过程是雄虫向雌虫体内注射精包来实现的^[19], 大量的腺体分泌液可促进交配过程顺利完成, 提高雌雄虫交配成功率。

志谢: 本文承蒙魏琮教授审稿, 并提出宝贵修改意见, 在此谨表示诚挚地谢忱!

[参考文献]

- [1] 周 尧. 斑衣蜡蝉的研究 [J]. 昆虫与艺术, 1946, 1(2/3/4): 31-54.
Chou I. A study on *Lycormadelicatulata* White [J]. *Entomologia et Ars*, 1946, 1(2/3/4): 31-54. (in Chinese)
- [2] 周 尧, 路进生, 黄 桔, 等. 中国经济昆虫志, 第 36 册: 同翅目蜡蝉总科 [M]. 北京: 科学出版社, 1985: 1-152.
Chou I, Lu J S, Huang J, et al. Economic insect fauna of China, Fasc. 36: Homoptera Fulgoroidea [M]. Beijing: Science Press, 1985: 1-152. (in Chinese)
- [3] Fennah R G. The external male genitalia of Fulgoroidea (Homoptera) [J]. *Proceedings of Entomological Society Washington*, 1945, 47(8): 217-229.
- [4] Muir F. On the classification of the Fulgoroidea (Homoptera) [J]. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 1923, 2(5): 205-247.
- [5] Muir F. On the classification of the Fulgoroidea (Homoptera) [J]. *Annals and Magazine of Natural History*, 1930, 10(6): 461-478.
- [6] Qadri M A. External male genitalia of Fulgoroidea (Homoptera) [J]. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*, 1965, 2(1): 88-103.
- [7] Wang R R, Liang A P, Michael W. A new tropiduchid planthopper genus and species from China with descriptions of in copula genitalia structures (Homoptera: Fulgoromorpha) [J]. *Systematic Entomology*, 2009, 34(3): 434-442.
- [8] Yang C T, Chang T Y. The external male genitalia of Hemiptera (Homoptera-Heteroptera) [M]. Taizhong, Taiwan: Shih Way Publishers, 2000: 1-746.
- [9] Emejlanov A F, Kuznetsova V G. The number of seminal follicles as a phylogenetic and taxonomic feature in the Dictyopharidae (Hemiptera) and other leafhoppers [J]. *Zoologicheskyy Zhurnal*, 1983, 62(10): 1583-1586.
- [10] Kuznetsova V G. Phylogenetic analysis of chromosome variability and karyo systematics of Cicadina of the family Dictyopharidae (Homoptera, Auchenorrhyncha) [J]. *Entomologicheskoe Obozrenie*, 1985, 64(3): 539-553.
- [11] Kirillova V I. The anatomy of the male reproductive system in Hemiptera (Cicadinea, Delphacidae) and the use of its structure in the taxonomy of the family [J]. *Zoologicheskyy Zhurnal*, 1989, 68(9): 143-148.
- [12] Kuznetsova V G, Marya ska-Nadachowska A. The male reproductive organs and karyotype of *Oecleodius* pr. *Nanus* Van Duzee: First record for the family Kinnaridae (Homoptera: Fulgoroidea) [J]. *Russian Entomological Journal*, 2006, 15(3): 281-286.
- [13] Marya ska-Nadachowska A, Kuznetsova V G, Abdul-Nour H. A chromosomal study on a Lebanese spittlebug *Philænus arslani* (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Aphrophoridae) [J]. *European Journal of Entomology*, 2008, 105(2): 205-210.
- [14] Tian R G, Zhang Y L, Yuan F. Karyotypes of nineteen species of Fulgoroidea from China (Insecta: Hemiptera) [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2004, 47(6): 803-808.
- [15] Tian R G, Yuan F, Zhang Y L. Male reproductive system and spermatogenesis in Homoptera (Insecta: Hemiptera) [J]. *Entomotaxonomia*, 2006, 28(4): 241-253.
- [16] Marya ska-Nadachowska A, Kuznetsova V G, Gnezdilov V M. Variability in the karyotypes, testes and ovaries of planthoppers of the families Issidae, Caliscelidae, and Acanaloniidae (Hemiptera: Fulgoroidea) [J]. *European Journal of Entomology*, 2006, 103(3): 505-513.
- [17] Kuznetsova V G, Marya ska-Nadachowska A, Gnezdilov V M. Meiotic karyotypes and testis structure of 14 species of the planthopper tribe Issini (Hemiptera: Fulgoroidea, Issidae) [J]. *European Journal of Entomology*, 2010, 107(4): 465-480.
- [18] 孟 瑞, 车艳丽, 闫家河, 等. 恶性席瓢蜡蝉生殖系统研究 (半翅目: 瓢蜡蝉科) [J]. *昆虫分类学报*, 2011, 33(1): 12-22.
Meng R, Che Y L, Yan J H, et al. Study on the reproductive system of *Sivaloka damnosus* Chou et Lu (Hemiptera: Issidae) [J]. *Entomotaxonomia*, 2011, 33(1): 12-22. (in Chinese)
- [19] 林 江. 柿广翅蜡蝉生物学及其与相近种类的形态学比较研究 [D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2011.
Lin J. Biology of *Ricania sublimata* and its morphology compared with other related species (Hemiptera: Issidae) [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2011. (in Chinese)
- [20] James H T, Joan L P. Morphology of the digestive and reproductive systems of *Dalbulus maidis* and *Graminella nigrifrons* (Homoptera: Cicadellidae) [J]. *Florida Entomologist*, 1996, 79(4): 563-578.