

乌桕新害虫——中华卡扁蜡蝉的形态及分子鉴定

丁永顺^{1,2}, 常志敏^{2,3}, 杨琳^{1,2}, 陈祥盛^{1,2,3*}

(1. 贵州大学昆虫研究所, 贵州 贵阳 550025; 2. 昆虫资源开发利用省级特色重点实验室, 贵州 贵阳 550025;
3. 贵州大学动物科学学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要: [目的] 介绍发生在贵州省龙里县乌桕上的一种新害虫——中华卡扁蜡蝉的形态及分子鉴定的方法。 [方法] 对中华卡扁蜡蝉卵、若虫(5龄)及成虫3个虫态的形态特征进行了详细描述;同时通过PCR扩增,获取了中华卡扁蜡蝉的线粒体COI基因序列。利用MEGA 6.0软件对其序列组成及遗传距离进行分析,以竹蓊扁蜡蝉、红线蓊扁蜡蝉、勐仑蓊扁蜡蝉为外群,采用邻接法(NJ)构建系统发育树。 [结果] 系统发育树显示中华卡扁蜡蝉10个样品的COI基因序列能较好地聚为一枝;中华卡扁蜡蝉的种内遗传距离为0.000~0.065,4种扁蜡蝉科昆虫种间遗传距离为0.142~0.202,种内遗传距离与种间遗传距离不存在重叠现象。 [结论] COI基因序列可作为DNA条形码片段,实现中华卡扁蜡蝉快速、准确的物种鉴定。初步调查了中华卡扁蜡蝉的发生规律及危害状况。

关键词: 乌桕; 中华卡扁蜡蝉; 形态特征; 分子鉴定; 危害状况; 发生规律

中图分类号: S763.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-1498(2018)06-0069-07

Morphological and Molecular Identification of *Kallitaxila sinica* (Walker, 1851), A New Pest of Chinese Tallow Tree

DING Yong-shun^{1,2}, CHANG Zhi-min^{2,3}, YANG Lin^{1,2}, CHEN Xiang-sheng^{1,2,3}

(1. Institute of Entomology, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China;

2. Special Key Laboratory for Development and Insect Resources, Guiyang 550025, Guizhou, China;

3. College of Animal Sciences, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China)

Abstract: [Objective] To identify the *Kallitaxila sinica* (Walker, 1851) (Hemiptera: Fulgoroidea: Tropiduchidae), a new insect pest of Chinese tallow tree (*Sapium sebiferum*) in Longli County, Guizhou, China, based on morphological and molecular data. [Method] The morphological characteristics of adult, egg and fifth instar nymph of *K. sinica* were described and illustrated respectively. The COI sequences of *K. sinica* were obtained by PCR, the sequence composition and genetic distances were analyzed and the phylogenetic tree of four tropiduchid species based on neighbor-joining methods were constructed by MEGA 6.0 software, *Tambinia bambusana*, *T. rubrolineate* and *T. menglunensis* were chosen as outgroups. [Result] The results show that COI sequences of ten sample of *K. sinica* are independent evolutionary branches. Intraspecific genetic distances of *K. sinica* is 0.000~0.065, and interspecific genetic distances of four tropiduchid species is 0.142~0.202; there is no overlapping in genetic distances between intraspecific and interspecific. [Conclusion] COI gene fragment as DNA barcode, can be used to molecular identification of *K. sinica*. Damage symptoms and occurrence regularity of *K. sinica* were also introduced

收稿日期: 2017-11-30 修回日期: 2018-03-22

基金项目: 本研究由贵州省高层次创新型人才(“百”层次)项目(黔科合人才20154021)、贵州省科技创新人才团队建设项目(黔科合人才团队[2014]4001号)、贵州省教育厅自然科学研究项目(黔教合KY字(2013)105)、贵州大学引进人才科研基金[2016(74)]、贵州省教育厅青年科技人才成长项目(黔教合KY字[2017]103)资助。

作者简介: 丁永顺(1991—), 农业昆虫与害虫防治专业硕士研究生, 研究方向: 节肢动物系统学与分子生物学。E-mail: 751262705@qq.com

* 通讯作者: 陈祥盛(1971—), 教授, 博士生导师。E-mail: chenxs3218@163.com

in this paper.

Keywords: *Sapium sebiferum*; *Kallitaxila sinica*; morphological characteristic; molecular identification; damage symptoms; occurrence regularity

乌桕(*Sapium sebiferum* (Linn.) Roxb.) 为大戟科(Euphorbiaceae) 乌桕属植物,是我国亚热带原生树种,在我国分布较广^[1-2]。乌桕具较高经济价值,其根皮、茎皮、种子和叶均可入药,主要用于治疗血吸虫病、肝硬化腹水、毒蛇咬伤等病症^[3];此外乌桕是重要的工业油料树种,其种子含有丰富的油脂,是生产肥皂、油漆、生物柴油的原料^[4]。2016年8月作者在贵州省龙里县龙架山森林公园调查时,发现一种危害乌桕的蜡蝉,经鉴定为中华卡扁蜡蝉(*Kallitaxila sinica*),隶属于半翅目(Hemiptera) 蜡蝉总科(Fulgoroidea) 扁蜡蝉科(Tripoduchidae) 卡扁蜡蝉属(*Kallitaxila* Kirkaldy)。中华卡扁蜡蝉(*Kallitaxila sinica*)由Walker根据采集中国香港标本鉴定,当时放在*Monopsis*属,之后杨仲图将其移到*Kallitaxila*属^[5],并指出该种与娇弱扁蜡蝉(*Tambinia debilis*)易混淆,同时记录该种在中国(大陆、台湾岛)及日本均有分布。门秋雷在对扁蜡蝉属(*Tambinia*)进行修订时,描记的娇弱扁蜡蝉(*T. debilis* Stål)标本与*K. sinica*形态特征及生殖器特征均极为相

似^[6]。而针对中华卡扁蜡蝉(*K. sinica*)的分子生物学方面的研究,仅限于在蜡蝉总科高级阶元研究时涉及过,并未对其与近似种进行比较^[7]。综上所述,目前对中华卡扁蜡蝉形态描述还存在一定分歧,尤其在分子鉴定、危害特征及发生规律等方面尚未见报道。为此,本研究对该害虫的卵、若虫、成虫的形态特征进行了详细描述,并对其线粒体*COI*基因序列进行了测定与分析,同时初步观察了中华卡扁蜡蝉其在乌桕上的危害特征及发生规律,旨在为该害虫的分类鉴定及防控提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

用于形态学研究的材料来自于贵州大学馆藏干制标本以及研究期间所获标本,分子研究材料均来自研究期间所获标本(包括作为外群的竹扁蜡蝉(*Tambinia bambusana*)标本),采集信息见表1,样品保存于贵州大学昆虫研究所(IEGU)。

表1 供试昆虫的采集信息

Table 1 Insect collecting information for this study

| 序号 No. | 种类 Species | 测试虫态 Stage | 采集地 Locality | 采集日期 Date | GenBank 登陆号 GenBank accession |
|--------|--------------------------|------------|--------------|-------------|-------------------------------|
| 1 | 中华卡扁蜡蝉 <i>K. sinica</i> | 成虫 | 贵州龙里 | 16-Aug-2016 | MG099954 |
| 2 | 中华卡扁蜡蝉 <i>K. sinica</i> | 成虫 | 贵州龙里 | 16-Aug-2016 | MG437502 |
| 3 | 中华卡扁蜡蝉 <i>K. sinica</i> | 若虫 | 贵州龙里 | 05-Jun-2017 | MG099957 |
| 4 | 中华卡扁蜡蝉 <i>K. sinica</i> | 若虫 | 贵州龙里 | 05-Jun-2017 | MG099958 |
| 5 | 中华卡扁蜡蝉 <i>K. sinica</i> | 成虫 | 海南吊罗山 | 05-Apr-2017 | MG099955 |
| 6 | 中华卡扁蜡蝉 <i>K. sinica</i> | 成虫 | 海南吊罗山 | 05-Apr-2017 | MG099956 |
| 7 | 竹扁蜡蝉 <i>T. bambusana</i> | 成虫 | 贵州黎平 | 13-Aug-2015 | MG189541 |
| 8 | 竹扁蜡蝉 <i>T. bambusana</i> | 成虫 | 云南金平 | 10-Aug-2016 | MG437503 |

注:贵州龙里(106°94' N, 26°46' E);海南吊罗山(109°91' N, 18°66' E);贵州黎平(109°32' N, 26°17' E);云南金平(103°22' N, 22°96' E)。

1.2 实验方法

1.2.1 形态特征观察 成虫、若虫及卵外部形态特征通过Leica MZ 12.5体视显微镜进行观察,并在测微尺下进行测量。各虫态整体及部分形态特征图像通过KEYENCE VHX-1000C数码成像系统获得。雌雄外生殖器及若虫放入10% NaOH溶液中煮沸至透明,用清水洗净,置于Leica MZ 12.5体视显微镜下观察并绘制草图,利用硫酸纸对所绘草图进行覆墨后于CanoScan LiDE100扫描仪进行扫描,利用

Adobe Photoshop 8.0软件进行排版。

1.2.2 基因组DNA提取、PCR扩增及测序 取75%酒精浸泡的冷藏(-20℃)标本成虫、若虫在解剖镜下用解剖针去掉腹部,放入甘油中保存,剩余虫体均取头胸部用动物基因组DNA提取试剂盒(通用型)(昆明硕擎生物科技有限公司)提取基因组DNA。线粒体*COI*基因PCR扩增引物序列为:(5'-GG-TCAACAAATCATAAAGATATTG-3')(F);(5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAAT-3')(R)^[8]。

PCR 反应总体积为 30 μL , 上下游引物各 1 μL , DNA 模板 3 μL , Taq PCR Master Mix 25 μL ; 程序为 94 $^{\circ}\text{C}$ 预变性 5 min, 94 $^{\circ}\text{C}$ 变性 1 min, 50 $^{\circ}\text{C}$ 退火 1 min, 72 $^{\circ}\text{C}$ 延伸 1 min, 35 个循环; 72 $^{\circ}\text{C}$ 延伸 10 min。PCR 样品经检测合格后送上海生工生物科技有限公司进行双向测序。

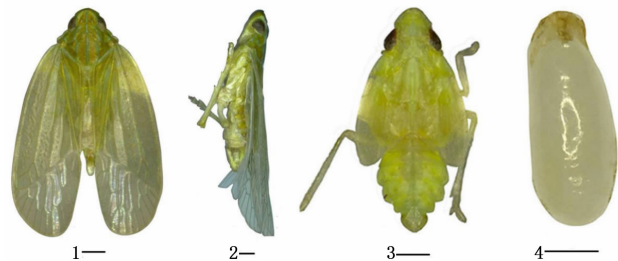
1.2.3 COI 基因序列处理, 遗传距离的计算及系统发育树的构建 运用 DNA Star 5.0 对所测序列拼接和校对^[9], 使用 MEGA 6.0 软件计算 Kimura 2-parameter 遗传距离, 并运用邻接法 (Neighbor Joining, NJ) 构建系统发育树^[10]。

1.2.4 发生规律及危害状况的观察 2016 年 8 月至 2017 年 10 月在贵州省龙里县龙架山森林公园对危害乌柏的中华卡扁蜡蝉 (*K. sinica*) 发生规律及危害状况进行观察研究。观察以晴天或阴天为宜, 周期为每 10 天 1 次, 通过目测和扫网的方式进行, 分别记录卵、若虫及成虫的发生时间及各虫态的危害状况, 并对各虫态危害状进行拍照。

2 结果与分析

2.1 形态学特征

2.1.1 成虫 (图 1~2, 5~18) 体长 (头顶前端至前翅末端): δ 6.12~6.78 mm ($N=9$), ♀ 6.13~6.69 mm ($N=7$)。



1. 整体图 (Male, dorsal view); 2. 整体侧面观 (Same, lateral view); 3. 五龄若虫 (Fifth instar nymph, dorsal view); 4. 卵 (Egg). 比例尺 Scale bars = 0.5 mm. (Fig. 1~3), 0.25 mm (Fig. 4).

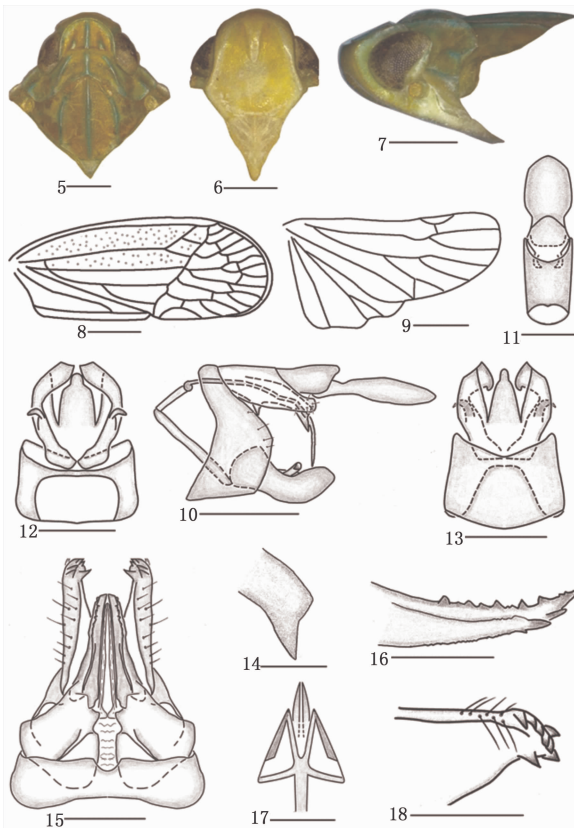
图 1~4 中华卡扁蜡蝉

Fig. 1~4 *Kallitaxila sinica* (Walker, 1851)

体色: 体淡绿色或浅黄绿色 (陈旧标本黄色)。复眼红褐色或黑色, 单眼浅绿色。前胸背板及中胸背板中脊和侧脊绿色, 小盾片浅绿色。前翅透明, 翅脉黄绿色。后足刺末端均为黑色。

头胸部: 头顶 (图 5) 前缘凸出呈拱形, 后缘近平直, 头顶宽大于长, 长宽之比为 1.0: 2.1, 顶具 3 脊, 中脊达到端部, 两侧脊达到中脊的 1/2 处, 脊粗大明

显。额 (图 6) 最宽处位于触角微下方, 额长宽相等, 具 1 中脊, 中脊基部较宽, 向端部渐窄; 唇基三角形, 具 1 中脊。前胸背板 (图 5) 前缘平直, 后缘以钝角凹入, 中脊与侧脊明显突出, 复眼与肩板之间具 1 外侧脊, 长大于宽, 长宽之比为 6.0: 1.0。中胸背板 (图 5) 具 3 条脊, 侧脊与中脊在端部汇合, 宽大于长, 长宽之比 1.0: 1.50。前翅 (图 8) 长条形, 翅面具有颗粒状, 前后缘近平行, 外缘圆弧形, Sc + R 脉在翅端部近 1/3 处 2 分叉, M 脉直达结线处, Cu1 脉在翅基部近 1/3 处分叉, A1 与 A2 脉在臀区端部 1/3 处合并, 臀区占翅长的 1/2, 结线外域翅面较薄弱, 具 6 个亚端室与 15 个端室。后翅 (图 9) 透明, 翅脉简单。后足胫节具 2 侧刺, 刺式: 5-5-2。



5. 头胸部背面观 (Head and thorax, dorsal view); 6. 头胸部侧面观 (Head and thorax, lateral view); 7. 头部腹面观 (Head, ventral view); 8. 前翅 (Forewing); 9. 后翅 (Hind wing); 10. 雄性生殖器侧面观 (Male genitalia, lateral view); 11. 肛节背面观 (Anal segment, dorsal view); 12. 尾节和生殖刺突背面观 (Pygofer and genital styles, dorsal view); 13. 尾节和生殖刺突腹面观 (Pygofer and genital styles, ventral view); 14. 阳茎基部侧面观 (Apex of phallobase, lateral view); 15. 雌性生殖器腹面观 (Female genitalia, ventral view); 16. 第 1 产卵瓣侧面观 (First valvula, lateral view); 17. 第 2 产卵瓣腹面观 (Second valvula, ventral view); 18. 第 3 产卵瓣腹面观 (Third valvula, ventral view). 比例尺 Scale bars = 0.5 mm.

图 5~18 中华卡扁蜡蝉

Fig. 5~18 *Kallitaxila sinica*

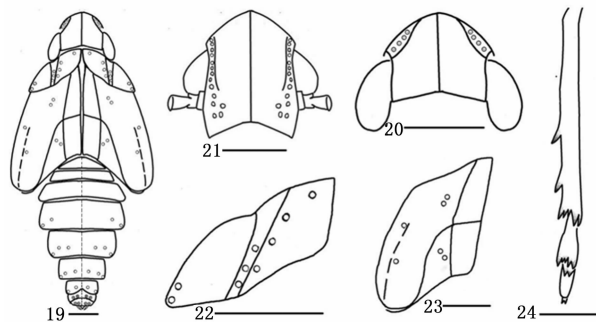
雄性外生殖器:尾节(图10)侧面观近四方形,背缘窄,腹缘宽,背后缘向腹后缘倾斜,两侧缘近平行。肛节(图11)中等,两侧缘平行,肛刺突发达,远远超过肛节末端,背面观肛刺突呈叶状。生殖刺突(图12~13)左右对称,侧面观呈船状,中间凹陷,具有一角状的突起,指向外缘;腹面观,生殖刺突中间具呈奶瓶状突起,突起基部宽,端部变窄,长短接近生殖刺突末端。阴茎(图10)长,呈细管状,弯曲,中部被阴茎基包裹。阴茎基(图10,14)管状,基部较宽,端部较窄,腹缘弯曲,腹缘端部呈角状。连索(图10)细长,杆状。

雌性外生殖器:第一产卵瓣(图16)锯形,骨化程度强,背缘具5~6枚明显3枚不明显的齿状突起,腹缘具3枚明显的齿状;第二产卵瓣(图17)退化,呈三角形;第三产卵瓣(图18)膜状,近端部具有8个明显的齿状,其中内侧1枚。腹面观第一产卵瓣基部的内生殖瓣向中线方向呈膜状。第7生殖板(图15)在后缘中间具有1个半圆形凹陷,占后缘长度的1/7。

2.1.2 卵(图4) 卵长约0.99 mm,宽约0.38 mm;长椭圆形,半透明,米白色或淡黄色。

2.1.3 五龄若虫(图3,19~24)长度测量:体长:3.71 mm;头长0.51 mm,头宽0.47 mm,头(包括复眼)宽0.94 mm,翅芽长1.46 mm,额长0.89 mm,额宽0.58 mm。

体色:体绿色或黄绿色,干标本淡绿色或淡黄色。



19. 五龄若虫(Fifth instar nymph); 20. 头部背面观(Head, dorsal view); 21. 额腹面观(Frons, ventral view); 22. 前胸背板背面观(Pronotum, dorsal view); 23. 翅芽背面观(Wing pad, dorsal view); 24. 后足(Hind leg). 比例尺 Scale bars = 0.5 mm.

图19~24 五龄若虫

Fig. 19~24 Fifth instar nymph of *Kallitaxila sinica*

头部:头顶(图20)前缘突出,后缘近平直,长宽近相等,具中脊线明显且完整。额(图21)最宽处位

于触角下方,长宽之比为1.5:1.0,中脊明显,亚中脊不达唇基缝处;唇基三角形,喙长,分三节,超过前足转节。触角短,第一节宽大于长,第二节延长,基部窄,端部膨大。颊(图20)背面观两侧各具4个感觉陷,额(图21)每侧具14个感觉陷,其中12个感觉陷排列在一条线上。

胸部:前胸背板(图22)侧脊不达后缘,每侧具有9个感觉陷,其中中脊外侧1个,侧脊内侧3个,侧脊外侧3个,侧缘中后方2个。后中胸背板(图23)侧脊各具2个感觉陷;前翅翅芽短于后翅翅芽,每侧具4个感觉陷,后翅翅芽达到第三腹节后缘。后足(图24)胫节具2侧刺,刺式5-5-2。

腹部:腹节背板(图19)中脊明显,第4~7节具2,3,3(1+2),2(1+1)个感觉陷;第九腹节侧面观近三角形,背板宽于腹板,每侧2个感觉陷,其中1个位于腹面;肛节粗壮;蜡腺结构复杂,第7和第8腹节每侧具2个蜡腺。

检查标本:8♂♂6♀♀,山东省青岛市崂山,2011-VIII-17,常志敏、龙见坤、郑维斌采;2♂♂4♀♀,海南尖峰岭,2011-I-10~11,张培、常志敏采;3♂♂3♀♀,贵州茂兰自然保护区,2011-VII-16~18,常志敏、龙见坤采;1♂,贵州玉屏县,2008-VIII-10,陈祥盛采;3♂♂2♀♀,贵州省独山县都柳江源,2012-VII-11~12,宋琼章采;1♂,贵州从江县月亮湾,2006-VII-20,唐毅采;1♀,湖南武功云山,2007-VIII-11,陈祥盛采;2♂♂1♀,海南霸王岭,2011-I-10~11,常志敏、龙见坤、张培采;2♀♀,海南东寨沧,2007-VII-8,张斌采;1♀,海南吊罗山,2007-VII-17,邢济春采;3♀♀,贵州黔西坡,1997-VIII-12,采集人 不详;1♀,贵州省梵净山,2011-IX-23,常志敏采;1♀,贵州茂兰洞庭,1998-V-25,汪廉敏采;1♀,华南植物园,2006-VI-22,陈祥盛采;2♀♀,贵州册亨县者楼,2012-VIII-25,郑维斌采;1♂,海南霸王岭,2007-IV-17~20,候晓晖采;8♂♂9♀♀,海南吊罗山,2017-IV-5,丁永顺采;9♂♂7♀♀,贵州龙里,2016-VIII-16,丁永顺、陈祥盛采;11♂♂12♀♀,贵州龙里,2017-VIII-5,丁永顺采。

寄主:乌桕,竹子,杂草。

分布:中国(山东、海南、贵州、湖南、广东、台湾、香港、安徽、江西、福建);日本;法属波利尼西亚。

2.2 COI 序列分析结果

2.2.1 碱基组成分析 利用 MEGA 6.0 软件对本研究所获 COI 基因序列(NCBI 登陆号见表1)及

NCBI 中下载的序列(JQ410449,JQ410448),共 10 条 *COI* 基因序列的碱基组成进行分析,结果显示该 *COI* 基因序列长度为 602 bp,其中,A、T、G、C 的平均含量分别为 36.0%、31.0%、14.2%、18.8%,A + T 的平均含量为 67.0%,G + C 的平均含量为 33.0%;共检测到保守位点 435 个,变异位点 167 个,简约信息点 112 个,自裔位点 55 个,变异位点约占总序列的 27.7%。A + T 约为 C + G 的两倍,表现出明显的 A + T 碱基偏嗜,且 A 与 T 含量大致相当,碱基组成符合昆虫线粒体 *COI* 基因的特征^[11]。

2.2.2 遗传距离 利用 MEGA 6.0 计算扁蜡蝉科昆虫 4 种 6 个地理种群基于 *COI* 基因的遗传距离。结果表明(表 2)中华卡扁蜡蝉种内遗传距离为 0.000~0.065,种内平均遗传距离为 0.035,竹蛄扁蜡蝉的种内遗传距离为 0.036;4 种扁蜡蝉科昆虫的种间的遗传距离在 0.142(中华卡扁蜡蝉与红线蛄扁蜡蝉)至 0.202(中华卡扁蜡蝉与勐仑蛄扁蜡蝉),种间平均遗传距离为 0.172。从表 2 的遗传距离矩阵可以看出,种内最大遗传距离小于种间最小遗传距离。

表 2 4 种扁蜡蝉科昆虫 *COI* 基因序列的遗传距离

Table 2 Genetic distances of *COI* gene of four tropiduchid species

| 种名 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 <i>K. sinica</i> | | | | | | | | | |
| 2 <i>K. sinica</i> | 0.005 | | | | | | | | |
| 3 <i>K. sinica</i> | 0.000 | 0.005 | | | | | | | |
| 4 <i>K. sinica</i> | 0.005 | 0.010 | 0.005 | | | | | | |
| 5 <i>K. sinica</i> | 0.059 | 0.065 | 0.059 | 0.065 | | | | | |
| 6 <i>K. sinica</i> | 0.059 | 0.065 | 0.059 | 0.065 | 0.000 | | | | |
| 7 <i>T. bambusana</i> | 0.171 | 0.176 | 0.171 | 0.165 | 0.174 | 0.174 | | | |
| 8 <i>T. bambusana</i> | 0.161 | 0.165 | 0.161 | 0.159 | 0.161 | 0.161 | 0.036 | | |
| 9 <i>T. rubrolineate</i> | 0.145 | 0.149 | 0.145 | 0.142 | 0.151 | 0.151 | 0.176 | 0.185 | |
| 10 <i>T. menglunensis</i> | 0.197 | 0.202 | 0.197 | 0.195 | 0.197 | 0.197 | 0.187 | 0.185 | 0.181 |

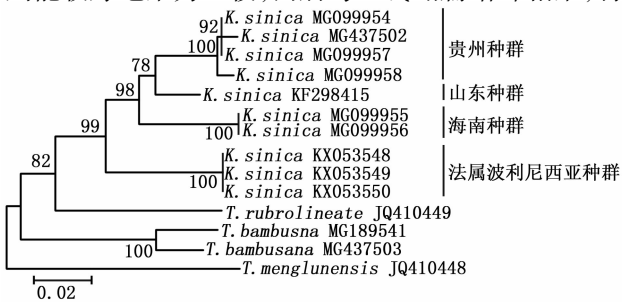
2.2.3 系统发育分析 根据测序结果及 NCBI 中下载 *K. sinica* *COI* 序列(KX053548-KX053550, KF298415),以竹蛄扁蜡蝉 *T. bambusana*、红线蛄扁蜡蝉 *T. rubrolineate*、勐仑蛄扁蜡蝉 *T. menglunensis* 为外群,基于 Kimura 2-parameter 模型运用邻接法(NJ)构建分子系统发育树(图 25)。从图 25 可以看出中华卡扁蜡蝉 4 个地理种群 10 个样品的 *COI* 序列能较好地聚为一枝,而后与红线蛄扁蜡蝉相聚,竹

蛄扁蜡蝉 2 个样品 *COI* 基因序列聚为一支后与红线蛄扁蜡蝉相聚,勐仑蛄扁蜡蝉位于树的基部。中华卡扁蜡蝉同一地理种群样品的 *COI* 基因序列差异较小,但不同地理种群样品间的 *COI* 基因序列差异明显,且地理距离越远差异越显著。从系统发育树中可以看出,虽然中华卡扁蜡蝉不同地理种群样品的 *COI* 基因序列具有明显差异,但仍可以较好地与其他种类区分开。

2.3 危害状况及发生规律

据笔者 2016—2017 年在贵州省龙里县龙架山森林公园的初步观察,在乌桕开花及坐果期间,中华卡扁蜡蝉主要以成虫及若虫在植物叶片处刺吸植物汁液(图 26A),掠夺植物营养,影响乌桕籽的产量。雌虫在植物较细的枝条处划破韧皮部及木质部产卵,卵深埋于枝条内(图 26C),产卵所在的枝条均被有白色蜡丝(图 26B,D),产卵造成的机械损伤阻断了枝条内水分及营养物质的运输,致使产卵处枝条及叶片枯死。

中华卡扁蜡蝉在贵州省龙里县 1 年仅发生 1 代,无世代重叠现象(表 3)。以卵埋藏在植物较细的枝条内越冬,每个产卵枝条约有卵 34 粒,5 月底 6 月初若虫陆续孵化,若虫脱皮 4 次共 5 龄,7 月中旬



注:图中分支上数值为 1 000 次自展检验置信度;标尺示遗传距离。The number on the branch indicates bootstrap values for 1 000 replicates. Scale bar represents the genetic distance.

图 25 基于 *COI* 基因的 4 种扁蜡蝉科昆虫的 NJ 分子系统发育树

Fig. 25 Phylogenetic tree(NJ) based on mtDNA *COI* gene sequences of four tropiduchid species



图26 中华卡扁蜡蝉危害状

Fig. 26 Damage symptoms of *Kallitaxila sinica* (Walker, 1851)

成虫,若虫期约 45 d,变成成虫后继续取食危害植物,成虫期约 60 d,成虫 9 月中旬交配产卵,产卵后成虫陆续死亡。

表 3 中华卡扁蜡蝉在龙里县的年生活史

Table 3 The life history of *Kallitaxila sinica* in Longli County

| 5 月 May | | | 6 月 June | | | 7 月 July | | | 8 月 August | | | 9 月 September | | | 10 月—翌年 4 月 October—April next year | | |
|------------|----|----|-------------|----|----|-------------|----|----|---------------|----|----|------------------|----|----|--|----|----|
| 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| . | . | . | - | - | - | - | - | - | + | + | + | + | + | + | . | . | . |

注:·,卵;- ,若虫;+ ,成虫。Note:·, egg; -, nymph; +, adult.

3 讨论

扁蜡蝉科昆虫是一类重要的农林害虫,许多种类危害重要的经济作物。例如,Wilson 报道了危害印度水稻的高哈蒂娜扁蜡蝉 (*Numicia gauhati* Wilson) 及危害赞比亚可可的长顶颞扁蜡蝉 (*Tambinia verticalis* Distant) [12-13]; Chang and Chen 曾报道了在我国危害竹子的扁蜡蝉科新种竹颞扁蜡蝉 (*Tambinia bambusana* Chan & Chen) [14]; Carnegie 报道南非绿娜扁蜡蝉 (*Numicia viridis* Muir) 严重危害甘蔗叶片 [15], 同时发现其成虫和若虫均分泌蜡质和蜜露,为细菌和真菌的大量繁殖提供了条件。本研究在中华卡扁蜡蝉 (*K. sinica*) 对乌柏的危害状况调查时发

现,不仅其成虫和若虫均分泌蜡质,且其在产卵的枝条上也被有蜡丝(图 26)。此外,中华卡扁蜡蝉不仅对乌柏进行危害,而且笔者在贵州贵阳及海南鹦哥岭保护区进行标本采集时发现,中华卡扁蜡蝉也在竹子上发生危害,可见其对农林生产的危害性可能更加严重。

另外,结合检视标本,门秋雷描记的娇弱颞扁蜡蝉 (*T. debilis* Stål) 的标本应为 *K. sinica* [6]。从外部形态上看,该标本头顶具亚侧脊,前翅翅面具颗粒状,符合卡扁蜡蝉属特征,为 *K. sinica* 较为合理;从雄性外生殖器特征比较,除了被阳茎基包裹阳茎的长短及生殖刺突中间突起存在一定的区别外,其他均无明显区别,经作者检视标本,阳茎可在阳茎基内

滑动,表现出穿过阳茎基的阳茎较长,实则相同;另外生殖刺突并无明显的区别,存在个体差异。因此,作者认为门秋雷描记娇弱扁蜡蝉(*T. debilis* Stål)应为中华卡扁蜡蝉(*K. sinica*)。

贵州龙里分布的中华卡扁蜡蝉成虫与若虫基于线粒体 *COI* 基因序列的遗传距离在 0.000 ~ 0.010 之间,远小于 4 种扁蜡蝉科昆虫的种间最小遗传距离 0.142,验证了成虫与若虫的对应关系。分子系统发育树显示,中华卡扁蜡蝉 4 个地理种群 10 个样品的 *COI* 序列能较好地聚为一枝,可以较好的与其他种类区分开;DNA 条形码鉴定的基础是种间差异大于种内差异,即种内遗传距离与种间遗传距离不存在重叠现象^[16-17],中华卡扁蜡蝉的种内遗传距离为 0.000 ~ 0.065,4 种扁蜡蝉科昆虫的种间遗传距离为 0.142 ~ 0.202,种间遗传距离大于种内遗传距离,二者无重叠现象。由此可见,线粒体 *COI* 基因片段作为分子标记能够较好的实现中华卡扁蜡蝉的物种鉴定,尤其在若虫阶段,形态鉴定相对困难,分子鉴定则更为准确、快捷。

4 结论

本研究对乌桕新害虫——中华卡扁蜡蝉的成虫、5 龄若虫和卵的外部形态特征进行了详细的描述、绘图和拍照,为该害虫的分类鉴定提供了详细的资料;基于线粒体 *COI* 基因的测序与分析结果表明,中华卡扁蜡蝉的种内遗传距离为 0.000 ~ 0.065,小于 4 种扁蜡蝉科昆虫的种间遗传距离(0.142 ~ 0.202),验证了线粒体 *COI* 基因序列作为该种害虫 DNA 条形码片段的有效性;初步的野外观察结果表明,中华卡扁蜡蝉在贵州龙里的发生期为 5—9 月,1 年发生 1 代,产卵在枝条内越冬,无世代重叠现象。

参考文献:

- [1] 李冬林,黄栋,王瑾,等. 乌桕研究综述[J]. 江苏林业科技, 2009, 36(4): 43-47.
- [2] 金久宇,黄晶晶,钱学射. 乌桕的植物文化与经济价值[J]. 北京林业大学学报:社会科学版, 2014, 13(2): 32-36.
- [3] 罗坤水,贺义昌,徐林初,等. 乌桕活性成分及其抑螺研究进展[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2013, 25(5): 538-540.
- [4] 姚波,刘火安. 能源植物乌桕在生物柴油生产中作用的研究进展[J]. 湖南农业科学, 2010(9): 106-109.
- [5] Yang J T, Yang C T, Wilson M R. Tropiciduchidae of Taiwan (Homoptera: Fulgoroidea) [M]. Taiwan Museum Special Publication Series, 1989, 8: 65-152.
- [6] Men Q L, Qin D Z. Revision of the Planthopper Genus *Tambinia* (Hemiptera: Fulgoromorpha: Tropiduchidae) from China, with Description of a New Species [J]. Florida Entomologist, 2012, 95(4): 1095-1110.
- [7] Yeh W B, Yang C T, Hui C F. A Molecular Phylogeny of Planthoppers (Hemiptera: Fulgoroidea) Inferred from Mitochondrial 16S rDNA Sequences [J]. Zoological Studies, 2005, 44(4): 519-535.
- [8] Folmer O, Black M, Hoeh W, et al. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates [J]. Molecular Marine Biology and Biotechnology, 1994, 3(5): 294-299.
- [9] 董梦书,杨琳,陈祥盛,等. 基于线粒体 *COI* 基因部分序列的缅甸安小叶蝉地理种群遗传多样性研究[J]. 四川动物, 2017, 36(3): 277-283.
- [10] Tamura K, Stecher G, Peterson D, et al. MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0 [J]. Molecular Biology and Evolution, 2013, 30(12): 2725-2729.
- [11] Liu H, Beckenbach A T. Evolution of the mitochondrial cytochrome oxidase II gene among 10 orders of insects [J]. Molecular Phylogenetics and Evolution, 1992, 1: 41-52.
- [12] Wilson M R. *Numicia gauhati* sp. n. (Hemiptera, Fulgoromorpha, Tropiduchidae) from rice in India, with taxonomic notes on other Indian *Numicia* species [J]. Bull. Ent. Soc. sth. Afr., 1984, 74: 469-472.
- [13] Wilson M R. An Indian Tropiduchid planthopper *Tambinia verticalis* Distant (Hemiptera: Fulgoriorum) breeding on coconut in Zanzibar [J]. Bulletin of Entomological Research, 1986, 76: 385-388.
- [14] Chang Z M, Chen X S. *Tambinia bambusana* sp. nov., a new bamboo-feeding species of *Tambiniini* (Hemiptera: Fulgoromorpha: Tropiduchidae) from China [J]. Florida Entomologist, 2012, 95(4): 971-978.
- [15] Carnegie A J M. Egg mortality of *Numicia viridis* Muir (Hemiptera: Tropiduchidae) in sugarcane and in indigenous host [J]. J Entomol Soc South Africa, 1980, 43: 215-222.
- [16] 赵广宇,李虎,杨海林,等. DNA 条形码技术在昆虫学中的应用[J]. 植物保护学报, 2014, 41(2): 129-141.
- [17] 陈珊,周琼,李纲. 巨疖扁蛾不同虫态的 *COI* 基因条形码识别[J]. 昆虫学报, 2017, 60(6): 681-690.

(责任编辑:崔 贝)