



一种快速鉴别扁刺蛾 *Thosea sinensis* 蛹及成虫雌雄的简易方法*

傅 淑^{1, 2**} 胡桂萍³ 杨槟煌^{1, 2} 曹红妹³ 谢小群³
贺望兴³ 薛芳森⁴ 蒋国芳^{1, 2} 张灵玲⁵ 刘昭霞^{1, 2***}

(1. 泉州师范学院海洋与食品学院, 泉州 362000; 2. 近海资源生物技术福建省高校重点实验室, 泉州 362000;
3. 江西省经济作物研究所, 南昌 330046; 4. 江西农业大学昆虫研究所, 南昌 330045;
5. 福建农林大学生命科学学院, 福州 350002)

摘 要 【目的】扁刺蛾 *Thosea sinensis* 是茶叶重要害虫, 本研究拟建立一种快速鉴别扁刺蛾蛹和成虫性别的简易方法, 可为该虫的野外种群监测及预测预报提供更精准的数据。【方法】利用体视显微镜观察、拍照记录扁刺蛾不同虫态形态特征, 比较分析蛹、成虫雌雄的体征差异, 通过成虫外生殖器特征验证性别鉴定结果。【结果】扁刺蛾雌蛹生殖孔位于第8腹节, 产卵孔位于第9腹节, 生殖孔和产卵孔周围平坦无突起; 但是雄蛹生殖孔位于第9腹节, 呈现纵裂缝状, 且两侧各有一半圆形瘤状突起。雌成虫触角丝状, 腹部末端圆筒状, 轻轻按压腹部, 即可发现其生殖器官产卵瓣为扁椭圆形; 但是雄成虫触角栉齿状, 且触角长度显著短于雌成虫触角, 腹部末端较细, 生殖器官抱握器呈钳状。该方法能快速鉴别扁刺蛾蛹及成虫的性别, 其准确率为100%。【结论】通过确定扁刺蛾蛹生殖孔位置及其形态, 可以准确区分雌、雄蛹, 通过辨识其成虫触角, 或轻压腹部观察其生殖器结构可准确区分成虫性别。

关键词 扁刺蛾; 形态特征; 蛹; 成虫; 性别鉴定

A method for rapidly determining the sex of adult and pupae of *Thosea sinensis* (Lepidoptera: Limacodidae)

FU Shu^{1, 2**} HU Gui-Ping³ YANG Bin-Huang^{1, 2} CAO Hong-Mei³
XIE Xiao-Qun³ HE Wang-Xing³ XUE Fang-Sen⁴ JIANG Guo-Fang^{1, 2}
ZHANG Ling-Ling⁵ LIU Zhao-Xia^{1, 2***}

(1. College of Oceanology and Food Science, Quanzhou Normal University, Quanzhou 362000, China; 2. Key Laboratory of Inshore Resources Biotechnology, Fujian Province University, Quanzhou 362000, China; 3. Jiangxi Cash Crops Research Institute, Nanchang 330046, China; 4. Institute of Entomology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 5. College of Life Sciences, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract [Aim] *Thosea sinensis* is an important pest of tea. A simple quick and accurate method was developed to sex pupae and adults of *T. sinensis* to provide more accurate data for field population monitoring and prediction of this insect. [Methods] The morphological characteristics of pupae and adult of *T. sinensis* were observed and compared. Adult genital types were used to validate the results of sexing. [Results] The reproductive pore in female pupae is located on the 8th ventral segment and the oviposition hole is on the 9th ventral segment. The surroundings of these two holes are flat with no protrusions. The

*资助项目 Supported projects: 福建省中青年教育科研项目 (JAT220266); 福建省自然科学基金青年创新项目 (2022J05229); 江西省重点研发项目 (20201BBF61006); 泉州师范学院引进人才科研启动费 (H22005)

**第一作者 First author, E-mail: fushu881219@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: zhuben1990@126.com

收稿日期 Received: 2023-08-04; 接受日期 Accepted: 2023-09-17

reproductive pore is on the 9th ventral segment and is characterized by a longitudinal crack shape. In male pupae there are semi-circular tumor-like protrusions on both sides of the reproductive pore. In female adults, the antennae are filamentous, and the end of the abdomen is cylindrical. Pressing the abdomen gently reveals that the oviposition valve is flat and oval. The antennae of male adults are comb-toothed, and the length of antennae is significantly shorter than that of adult females. In adult males, the end of the abdomen is thinner, and their reproductive organs feature a pincer-shaped grasper. The method can quickly identify the sex of adult and pupae of *T. sinensis* with 100% accuracy. **[Conclusion]** Male and female *T. sinensis* pupae can be accurately distinguished by determining the position and shape of the reproductive pore. The sex of the adults can be accurately distinguished by observing the antennae or the genital structure by lightly pressing the abdomen.

Key words *Thosea sinensis*; morphological character; pupa; adult; sex identification

扁刺蛾 *Thosea sinensis* 属鳞翅目 Lepidoptera 刺蛾科 Limacodidae 昆虫, 英文名为“Slug caterpillars”, 俗称“痒辣子”“火辣子”或“刺毛虫”(武春生, 2010; Zaspel *et al.*, 2016; Lin *et al.*, 2019), 主要发生在中国, 在东南亚地区的日本、韩国、印度、越南和印度尼西亚等国也有少量报道 (Leech, 1899; 魏忠民和武春生, 2008)。该虫在我国的分布范围极广, 已在黑龙江、吉林、辽宁、北京、河北、天津、山东、山西、陕西、甘肃、河南、湖北、江苏、上海、浙江、安徽、湖南、江西、福建、四川、贵州、重庆、西藏、云南、广西、广东、海南、香港和台湾发现该虫为害, 因此也称该虫为“中国扁刺蛾”(章士美和胡梅操, 1986; 聂彩花, 2014; Solovyev, 2017)。扁刺蛾为多食性昆虫, 寄主植物种类多达 37 科 71 种, 主要有茶树、核桃、梨、柿、枣、柑橘、石榴、桑树、樟树、樱花等林木和果树 (汪广和章士美, 1953; 武春生, 2010; 郑圣寿等, 2010)。据报道, 该虫在我国北方地区一年仅发生 1 代, 在中、南部地区可发生 2-3 代, 幼虫共 8 龄, 低龄幼虫仅取食叶肉部分, 4 龄后则将叶片取食成缺刻和孔洞, 6 龄后食量大增, 可将全叶食尽, 对植物生长造成严重影响 (汪广和章士美, 1953; 潘爱芳等, 2017)。扁刺蛾除直接取食寄主植物造成植株长势减弱外, 还会对人畜造成危害, 有报道表明动物皮肤被幼虫毒刺触及后会引起皮疹、皮炎等症状, 部分人体还会出现周身不适、烦躁和腋下淋巴结肿大等症状 (韩方岸等, 2005; 赵侠等, 2009; 阮菁如等, 2017)。

准确识别扁刺蛾不同虫态的形态特征, 尤其是研究明确其蛹和成虫雌雄个体的快速、准确识

别方法, 对开展科学的预测预报和应急防控意义重大。有关扁刺蛾形态特征描述、幼虫龄期识别已有报道, 但均以文字描述为主, 缺乏直观性和指导性 (汪广和章士美, 1953; 魏忠民和武春生, 2008; 郑圣寿等, 2010)。扁刺蛾蛹和成虫雌雄个体的快速、准确鉴别特征更是未见报道。本研究通过室外采集扁刺蛾, 对其不同虫态进行全面细致观察, 并借助体视显微镜直观且定量观测记录了蛹和成虫雌雄个体的鉴别特征和方法, 为基层测报人员和广大科技工作者快速准确识别扁刺蛾不同虫态, 尤其是鉴别雌雄个体提供了科学依据和理论方法。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

扁刺蛾老熟幼虫采自江西省南昌市 (江西省蚕桑茶叶研究所) 茶园, 将老熟幼虫单头转入盛有 2-3 cm 土壤厚度的培养瓶 (底直径 6 cm, 高 10 cm) 内, 每日添加新茶叶并挑除旧茶叶, 直至老熟幼虫入土结茧。本研究扁刺蛾处理环境均为室外自然条件。

1.2 观察和测量方法

1.2.1 雌雄蛹特征观察 将扁刺蛾茧单头转移至 12 孔细胞培养板的孔洞内, 并在茧上开一小孔用于观察茧内幼虫化蛹情况, 在培养板孔洞邻近隔间孔内添加清水, 并在培养板盖与孔板间加垫一层卫生纸以保持孔洞内湿度, 待茧内幼虫化蛹后, 小心剥出扁刺蛾蛹, 采用 SDPTOP 体视显微镜 (微视界, 型号 SZMN) 观察拍照, 发现

蛹外部特征有明显区别可将蛹分为两类,并在孔板盖表面做好标记。

1.2.2 雌雄成虫特征观察 待 12 孔板内的蛹羽化为成虫后,利用体视显微镜观察拍照成虫的外部特征,发现成虫触角类型可分为丝状和锯齿状两类,继续在孔板盖表面做好标记后采用艾瑞泽百分之一毫米游标卡尺(型号 CJW888)对触角长度进行测量。

1.2.3 雌雄成虫验证 通过以下两种方式验证扁刺蛾雌雄鉴定的准确性。分别从以上已区分的两类成虫中各挑选 5 头放入培养皿内配对,待成虫交配后,以产卵成虫视为雌虫个体;此外,对其余未选入培养皿内配对的成虫,则用毛笔轻轻挤压其腹部,使之生殖器官露出体外,据此鉴定成虫雌雄。

1.3 数据分析

采用 SPSS 19.0 软件的独立样本 *T* 检验方法比较两类成虫触角长度的显著性差异($P=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同虫态特征描述

幼虫: 幼虫扁平椭圆形,长可达 25 mm,宽达 13 mm,背部隆起,每体节有 4 个瘤状突起,上着生枝状毒刺丛,其中虫体两侧边缘的 1 对较大,亚背线上的 1 对较小。初龄幼虫体黄色,老熟幼虫体翠绿色,背部有白色线条贯穿全身,部分虫体背中央两侧可见多对红色斑点,幼虫胸部有 3 对较小胸足,腹部无足,以腹部腹面组织呈波浪状进行移动(图 1: A, D)。老熟幼虫入土后吐丝结茧,虫体转为淡黄色,体刺逐渐软化,茧钙质,硬而脆,灰褐色(图 1: B-D)。

蛹: 老熟幼虫在茧内化蛹,被蛹,长椭圆形,化蛹初期乳黄色,长可达 13 mm,蛹在茧内呈蜷缩状,后胸足可达腹部末端,蛹后期逐渐变为黄色、褐色,近羽化时颜色变为灰黑色(图 1: B-F)。

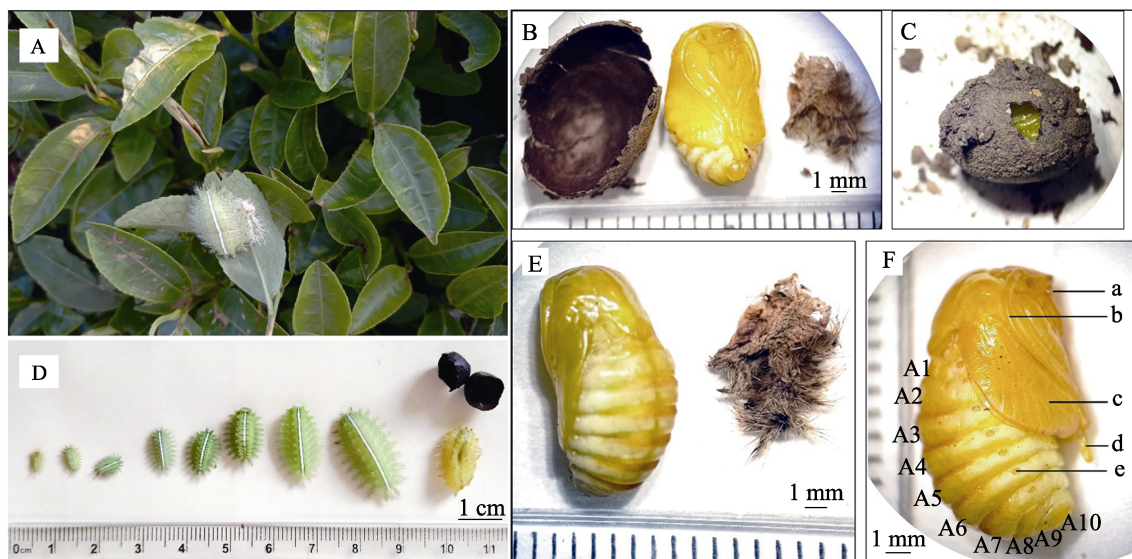


图 1 扁刺蛾幼虫和蛹

Fig. 1 Larvae and pupae of *Thoesia sinensis*

A. 幼虫在茶叶上蜕皮; B. 蛹腹面; C. 茧内蛹; D. 不同发育阶段幼虫形态; E. 蛹背面; F. 蛹侧面, A1-A10 为蛹的第 1-10 腹节; a: 复眼; b: 触角; c: 翅; d: 胸足(后胸足); e: 气门。

A. Larvae molting on tea leaves; B. Ventral view of pupa; C. Pupa in cocoon; D. Morphology of larvae at different developmental stages; E. Back view of pupa; F. Lateral view of pupa. In figure F, "A1-A10", the 1st-10th abdominal segments of the pupa; a: Compound eye; b: Antennae; c: Wing; d: Thoracic foot (posterior thoracic foot); e: Valve.

成虫: 成虫体长可达 15 mm,翅展达 30 mm。头部灰褐色,复眼黑褐色,触角褐色,其中雌成

虫触角为丝状,雄成虫触角为栉齿状(图 2: A-D)。胸部和翅灰褐色,雄成虫颜色较深,前

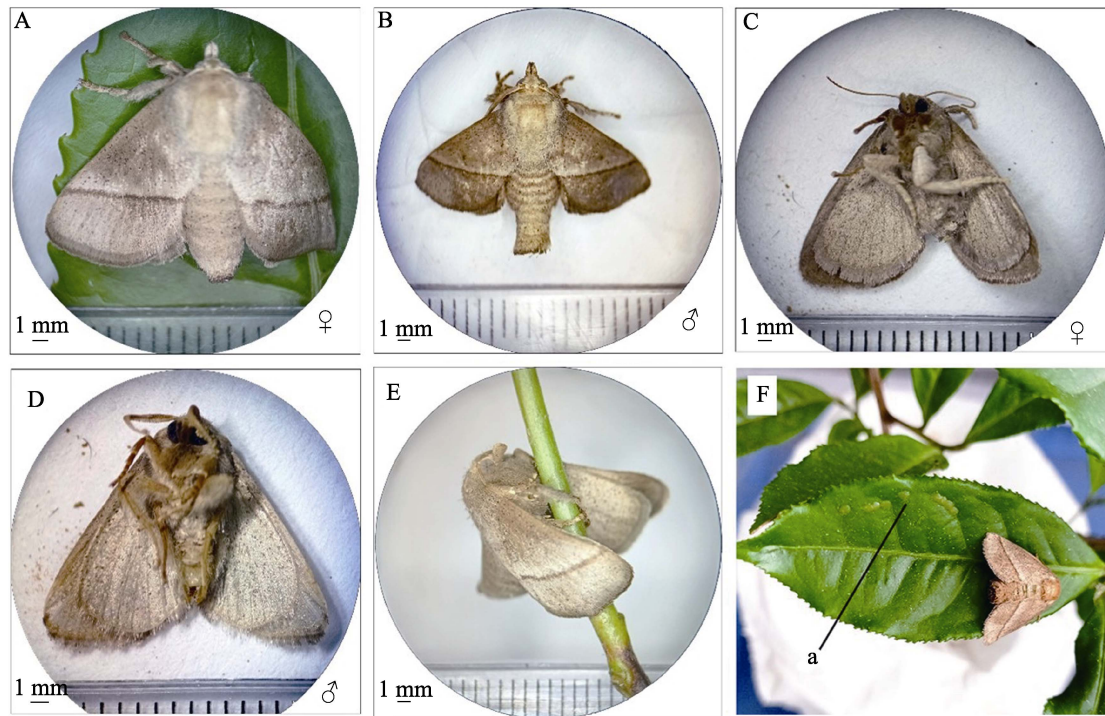


图 2 扁刺蛾成虫和卵

Fig. 2 Adults and eggs of *Thosea sinensis*

A. 雌成虫背面; B. 雄成虫背面; C. 雌成虫腹面; D. 雄成虫腹面; E. 成虫停歇状;
F. 茶叶上的卵, a: 卵。图中标尺为 1 mm。

A. Dorsal view of female adult; B. Back view of male adult; C. Ventral view of female adult; D. Ventral view of male adult; E. The adult resting form; F. Eggs on tea leaves, a: Egg. Scale bar=1 mm.

翅自前缘近中部有 1 条褐色线, 中室上角有一黑点, 前足各关节处具 1 个白斑, 雌成虫腹部圆筒状, 雄成虫腹部末端较细 (图 2: A-E)。成虫停歇时触角常藏于前翅下, 腹部翘起 (图 2: E)。

卵: 卵扁椭圆形, 长约 1-2 mm, 初产时淡黄色, 放大后可见表面有线纹, 卵散产, 一般产于植物叶面, 卵近孵化时转为灰褐色, 透明状, 可观察到明显的躯体结构 (图 2: F)。

2.2 蛹雌雄个体的快速鉴定特征

扁刺蛾雌、雄蛹形态特征差异明显: ①雌蛹腹部末端钝圆, 而雄蛹腹部末端较尖 (图 3: A, B); ②雌蛹第 8 腹节腹面具有孔状结构的生殖孔, 生殖孔四周平坦, 距离肛门较远, 而雄蛹生殖孔位于第 9 腹节腹面, 呈裂缝状, 且裂缝两侧各有一半圆形瘤状突起, 距离肛门较近 (图 3: C, D); ③雌蛹第 9 腹节腹面具有产卵孔, 产卵孔

与生殖孔相近但并未相连 (图 3: C)。根据以上扁刺蛾蛹雌、雄的差异特征, 鉴定蛹性别成功率为 100% (表 1)。

2.3 成虫雌雄个体的快速鉴定特征

扁刺蛾雌、雄成虫形态特征差异明显: ①雌成虫触角丝状, 而雄成虫触角栉齿状, 且雌成虫触角[长 (6.31 ± 0.77) mm, $n=72$]显著长于 ($t=3.993$, $P<0.001$) 雄成虫触角[长 (5.76 ± 0.85) mm, $n=71$] (图 4: A, B); ②雌成虫腹部末端为圆筒状, 而雄成虫较细 (图 4: A, C, D); ③成虫停息时, 未见生殖器结构, 但当成虫感受到性信息素、交配 (产卵时) 或腹部受到挤压时, 雌成虫腹部末端可见产卵瓣或产卵器伸出, 而雄成虫腹部末端较细可见抱握器和 (或) 阳具伸出, 产卵瓣为扁椭圆形, 抱握器呈钳状 (图 4: C, D)。根据以上扁刺蛾成虫雌、雄的差异特征, 鉴定成虫性别成功率为 100% (表 1)。

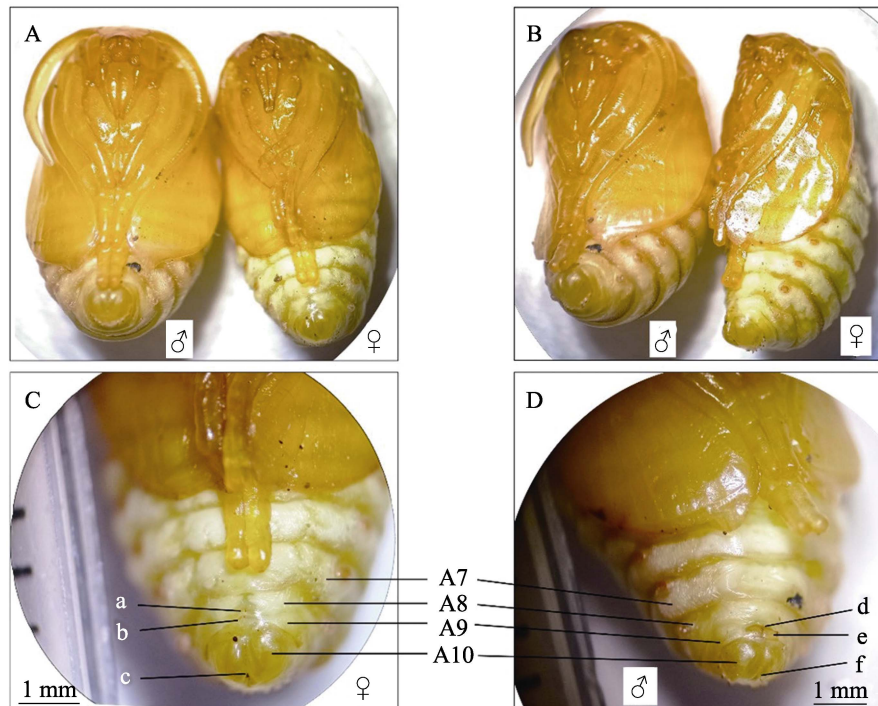


图3 扁刺蛾雌雄个体鉴定特征

Fig. 3 Identification characteristics of male and female pupae of *Thosea sinensis*

A. 雌雄蛹腹面; B. 雌雄蛹侧面; C. 雌蛹腹部末端; D. 雄蛹腹部末端。A7-A10: 蛹腹部第7-10节腹节;

a: 雌蛹生殖孔; b: 产卵孔; c: 雌蛹肛门; d: 雄蛹生殖孔; e: 半圆型瘤状突起; f: 雄蛹肛门。

A. Ventral view of female and male pupae; B. Lateral view of female and male pupae; C. Terminal of female pupal abdomen; D. Terminal of male pupal abdomen. A7-A10: The 7th-10th abdominal segments of the pupa; a: Female reproductive pore; b: Oviposition hole; c: Female anus; d: Male gonopore; e: Semi-circular strumae; f: Male anus.

3 讨论

扁刺蛾不仅在幼虫期取食寄主植物大量叶片,直接影响农林作物的正常生长,更严重的是当人畜皮肤触碰幼虫毒刺后,会引起皮炎等症状,从而干扰农林作物的种植、采收过程。因此了解和掌握扁刺蛾各虫态的形态特征对于野外快速识别及防治具有重要意义。研究结果表明扁刺蛾蛹的雌、雄个体间形态差异明显:如雌蛹第8腹节腹面具生殖孔,第9腹节腹面具产卵孔,生殖孔和产卵孔四周平坦;而雄蛹生殖孔位于第9腹节腹面,呈纵裂缝状,且裂缝两侧各有一半圆形瘤状突起,距离肛门较近,这些扁刺蛾雌、雄个体形态特征差异与近年报道的鳞翅目部分科属的昆虫蛹形态特征一致,如潜叶蛾科柑橘潜叶蛾 *Phyllocnistis citrella* (郭先婷等, 2022)、

螟蛾科草地螟 *Loxostege sticticalis* (胡敏等, 2020)、草螟蛾科亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (张军等, 2013)、卷蛾科苹果蠹蛾 *Cydia pomonella* (冯丽凯等, 2019)、夜蛾科草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (董前进等, 2019)、菜蛾科小菜蛾 *Plutella xylostella* (陈艺欣等, 2011)、斑蛾科重阳木锦斑蛾 *Histia rhodope* (周英, 2012)、蝙蝠蛾科葡氏钩蝠蛾 *Thitarodes pui* (喻浩等, 2016) 和粉蝶科菜粉蝶 *Pieris rapae* (陈增良等, 2010) 等,但与上述昆虫雌蛹形态特征不同的是,扁刺蛾雌蛹的生殖孔和产卵孔未连接成一纵裂缝,而是依旧保持独立的孔状结构。由此可得出疑问:刺蛾科类其他昆虫雌蛹的生殖孔和产卵孔是否也保持独立的孔状结构,除刺蛾科外其他鳞翅目昆虫雌蛹生殖孔和产卵孔是否也连接成一纵裂缝结构? 这些问题还有待于进一步研究。

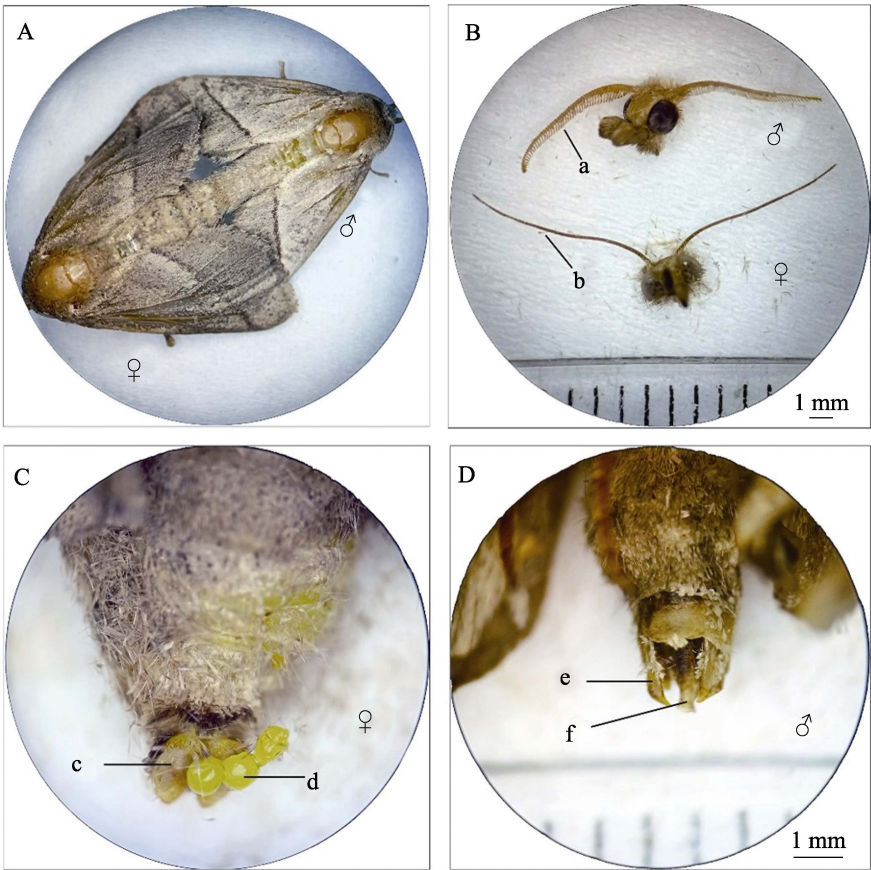


图 4 扁刺蛾成虫雌雄个体鉴定特征

Fig. 4 Identification characteristics of female and male adults of *Thosea sinensis*

A. 成虫交配状; B. 成虫触角; C. 雌成虫腹部末端; D. 雄成虫腹部末端。a: 雄成虫触角;
b: 雌成虫触角; c: 雌成虫产卵瓣; d: 卵; e: 抱握器; f: 阳具。
A. Adult mating status; B. Adult antennae; C. Terminal of female adult abdomen; D. Terminal of male adult abdomen.
a: Male antennae; b: Female antennae; c: Female valvulae; d: Egg; e: Harpagones; f: Phallus.

表 1 扁刺蛾蛹和成虫性别鉴定结果

Table 1 Results of sex identification of pupae and adults in *Thosea sinensis*

性别 Sex	蛹 (头) Pupae (ind.)	羽化成虫数 (头) Number of emerged adults (ind.)	鉴定成虫数 (头) Number of identified adults (ind.)	准确率 (%) Accuracy rate (%)
雌 Female	101	92	92	100
雄 Male	96	85	85	100

扁刺蛾成虫雌、雄个体间形态特征也存在着明显的差异:如雌成虫触角丝状,而雄成虫触角栉齿状,且雌成虫触角显著长于雄成虫;雌成虫腹部末端为圆筒状,而雄成虫较细;雌成虫产卵瓣为扁椭圆形,而雄成虫抱握器呈钳状。鳞翅目昆虫雌成虫腹部含有卵巢等生殖和产卵器官,末端一般具有交配孔或产卵孔结构,而雄成虫腹部末端含有抱握器等结构,因此雌成虫腹部末端一

般较浑圆,呈圆筒状,而雄成虫一般较细,呈钳状,这与已报道的小菜蛾 *P. xylostella*(陈艺欣等, 2011)、苹果蠹蛾 *C. pomonella*(冯丽凯等, 2019)、葡氏钩蛾 *T. pui*(喻浩等, 2016)、微红梢斑螟 *Dioryctria rubella*(王丽平等, 2014)和香梨优斑螟 *Euzophera pyriella*(张蒙等, 2014)等成虫腹部形态结构相一致。本研究结果表明扁刺蛾雌成虫触角丝状,而雄成虫触角栉齿状,这与已报道

的微红梢斑螟 *D. rubella* (王丽平等, 2014) 雌成虫触角丝状, 雄成虫触角栉齿状相一致; 但不同的是微红梢斑螟 *D. rubella* 雌雄成虫触角的形态特征需要借助显微镜观察辨别, 而扁刺蛾雌雄成虫触角的形态差异明显, 研究人员可迅速、准确、直观地用肉眼鉴别雌雄成虫。

目前, 关于扁刺蛾雌、雄蛹/成虫的鉴定方法未见详细报道, 本研究主要对扁刺蛾雌雄蛹和成虫的外部形态特征进行了观察和描述, 旨在提供一种简单快速鉴定该虫蛹和成虫性别的方法, 研究得出的扁刺蛾蛹及成虫雌雄个体鉴定方法简单易行, 准确率达 100%。本研究通过区分扁刺蛾的性别, 不但可以简易地获得其单性成虫, 简化为了获得未交配成虫而采取单头单管饲养的繁琐操作, 也可以为快速监测扁刺蛾在茶园、果园等农林作物中的性别比例、种群动态及开展准确的预测预报提供有效便捷途径, 还可以为扁刺蛾性信息素及性诱剂等防治措施的研究奠定基础。

参考文献 (References)

- Chen YX, Tian HJ, Wei H, Zhan ZX, Huang YQ, 2011. A simple method for identifying sex of *Plutella xylostella* (Linnaeus) larva, pupa and adult. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 26(4): 611–614. [陈艺欣, 田厚军, 魏辉, 占志雄, 黄玉清, 2011. 小菜蛾幼虫、蛹和成虫的雌雄形态识别. 福建农业学报, 26(4): 611–614.]
- Chen ZL, Yang XL, Zhang ZN, 2010. A method used for distinguishing between the sexes of *Pieris rapae* pupae. *Chinese Bulletin of Entomology*, 47(1): 213–214. [陈增良, 杨新玲, 张钟宁, 2010. 一种鉴别菜粉蝶蛹雌雄的方法. 昆虫知识, 47(1): 213–214.]
- Dong QJ, Zhou JC, Zhu KH, Zhang ZT, Dong H, 2019. A simple method for identifying sexuality of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) pupae and adults. *Plant Protection*, 45(5): 96–98, 105. [董前进, 周金成, 朱凯辉, 张柱亭, 董辉, 2019. 一种快速鉴别草地贪夜蛾蛹及成虫雌雄的简易方法. 植物保护, 45(5): 96–98, 105.]
- Feng LK, Liu Z, Li GF, Chen LS, Lin KJ, 2019. Morphological criteria for sexing different developmental stages of the codling moth, *Cydia pomonella* (L.). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 56(2): 354–360. [冯丽凯, 刘政, 李国富, 陈刘生, 林克剑, 2019. 苹果蠹蛾不同虫态体征及雌雄个体的快速鉴别方法. 应用昆虫学报, 56(2): 354–360.]
- Guo XT, Yao HF, Wang JW, Wu HM, Rao Q, 2022. A method for rapidly determining the sex of pupae and adults of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 59(3): 697–702. [郭先婷, 姚海峰, 王洁威, 吴慧明, 饶琼, 2022. 一种快速鉴别柑橘潜叶蛾蛹及成虫雌雄的简易方法. 应用昆虫学报, 59(3): 697–702.]
- Han FA, Hu Y, Lu RZ, 2005. Study on dermatitis of pathogenicity Lepidoptera Euileidae and its clinic experiment. *Chinese Journal of Public Health*, 2005(2): 39–40. [韩方岸, 胡云, 陆荣柱, 2005. 致病性鳞翅目刺蛾幼虫致皮炎及防治研究. 中国公共卫生, 2005(2): 39–40.]
- Hu M, Cheng YX, Zhang L, Luo LZ, Ji R, Jiang XF, 2020. Methods for identification of the morphological character and sex of *Loxostege sticticalis* larvae and pupae (Lepidoptera: Crambidae). *Plant Protection*, 46(2): 181–185, 192. [胡敏, 程云霞, 张蕾, 罗礼智, 季荣, 江幸福, 2020. 草地螟幼虫和蛹的形态特征及雌雄鉴别方法. 植物保护, 46(2): 181–185, 192.]
- Leech JH, 1899. III. Lepidoptera Heterocera from Northern China, Japan, and Corca. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 47(1): 99–219.
- Lin YC, Lin RJ, Braby MF, Hsu YF, 2019. Evolution and losses of spines in slug caterpillars (Lepidoptera: Limacodidae). *Ecology and Evolution*, 9(17): 9827–9840.
- Nie CH, 2014. Investigation and control of peony diseases and insectpests in Guxian County, Shanxi Province. Master dissertation. Taigu: Shanxi Agricultural University. [聂彩花, 2014. 山西省古县牡丹病虫害种类调查及防治. 硕士学位论文. 太谷: 山西农业大学.]
- Pan AF, He XY, Zeng LQ, Huang SY, Cai SP, Chen W, 2017. Six slug moths (Limacodidae, Lepidoptera) on *Liquidamba formosana* in China. *Fujian Forestry*, 2017(2): 22–26. [潘爱芳, 何学友, 曾丽琼, 黄以平, 蔡守平, 陈伟, 2017. 危害枫香的 6 种刺蛾 (鳞翅目刺蛾科) 记述. 福建林业, 2017(2): 22–26.]
- Ruan JR, Zhong CY, Huang JF, 2017. Epidemiological survey of outbreak of atopic dermatitis caused by *Porthesia scintillans* larva in a middle school in Xiamen. *Disease Surveillance*, 32(6): 528–530. [阮菁如, 钟春燕, 黄佳峰, 2017. 福建省厦门市某中学双线盗毒蛾幼虫致过敏性皮炎暴发的流行病学调查. 疾病监测, 32(6): 528–530.]
- Solovyev AV, 2017. Limacodid moths (Lepidoptera, Limacodidae) of Taiwan, with descriptions of six new species. *Entomological Review*, 97(8): 1140–1148.
- Wang G, Zhang SM, 1953. Study on *Thosea sinensis* WK. *Acta*

- Entomologica Sinica*, 3(3): 309–318. [汪广, 章士美, 1953. 扁刺蛾的初步研究. 昆虫学报, 3(3): 309–318.]
- Wang LP, Ji BZ, Liu SW, Zhao ZP, Xu ZX, Cao DD, 2014. Sex identification of *Dioryctria rubella* Hampson. *Forest Pest and Disease*, 33(5): 13–16, 29. [王丽平, 嵇保中, 刘曙雯, 赵正萍, 许忠祥, 曹丹丹, 2014. 微红梢斑螟雌雄形态识别. 中国森林病虫, 33(5): 13–16, 29.]
- Wei ZM, Wu CS, 2008. A taxonomic study on the genus *Thosea* Walker from China (Lepidoptera, Limacodidae). *Acta Zootaxonomica Sinica*, 33(2): 385–390. [魏忠民, 武春生, 2008. 中国扁刺蛾属分类研究(鳞翅目, 刺蛾科). 动物分类学报, 33(2): 385–390.]
- Wu CS, 2010. Analysis on the host plant diversity of slug caterpillar moths in China. *Forest Pest and Disease*, 29(2): 1–4. [武春生, 2010. 中国刺蛾科幼虫的寄主植物多样性分析. 中国森林病虫, 29(2): 1–4.]
- Yu H, Zhang JS, Zhang GR, 2016. A simple method for identifying sexuality of *Thitarodes pui* pupae and adults. *Journal of Environmental Entomology*, 38(1): 43–46. [喻浩, 张剑霜, 张古忍, 2016. 一种鉴别蒲氏钩蝠蛾蛹及成虫雌雄的简易方法. 环境昆虫学报, 38(1): 43–46.]
- Zaspel JM, Weller SJ, Epstein ME, 2016. Origin of the hungry caterpillar: Evolution of fasting in slug moths (Insecta: Lepidoptera: Limacodidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 94(Pt B): 827–832.
- Zhang J, Du Q, Wang ZY, Li QY, Wang YZ, 2013. A method for the rapid sex-determination of pupae of the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(5): 1484–1488. [张军, 杜茜, 王振营, 李启云, 汪洋洲, 2013. 一种快速鉴别亚洲玉米螟蛹雌雄的方法. 应用昆虫学报, 50(5): 1484–1488.]
- Zhang M, Ma T, Zhu XJ, Yang XC, Li YZ, Wen XJ, 2014. Sex identification of pupa and adult in *Euzophera pyriella* Yang. *Plant Protection*, 40(1): 119–121. [张蒙, 马涛, 朱雪姣, 杨兴翠, 李奕震, 温秀军, 2014. 香梨优斑螟蛹和成虫的性别鉴定. 植物保护, 40(1): 119–121.]
- Zhang SM, Hu MC, 1986. Notes on the biology of Limacodids (Lepidoptera). *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 8(S3): 58–72. [章士美, 胡梅操, 1986. 刺蛾科昆虫生物学特性记述. 江西农业大学学报, 8(S3): 58–72.]
- Zhao X, Hua GC, Liu PF, 2009. An investigation report of dermatitis outbreak by *Cnidocampa flavescens* Walker. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 20(1): 66. [赵侠, 华桂春, 刘鹏飞, 2009. 一起黄刺蛾皮炎暴发事件的调查. 中国媒介生物学及控制杂志, 20(1): 66.]
- Zheng SS, Li HW, Ding DS, Zhan M, Lin YJ, 2010. Account of the family Limacodidae in Jiangxi Province. *Jiangxi Forestry Science and Technology*, 38(4): 33–36, 66. [郑圣寿, 李红卫, 丁冬荪, 占明, 林毓鉴, 2010. 江西刺蛾科昆虫种类记述. 江西林业科技, 38(4): 33–36, 66.]
- Zhou Y, 2012. A simple method used for distinguishing the pupa sexes of *Histia rhodope*. *Forest Pest and Disease*, 31(6): 40–41. [周英, 2012. 一种分辨重阳木锦斑蛾雌雄蛹的简易方法. 中国森林病虫, 31(6): 40–41.]