

海南茶区茶角盲蝽形态发育与生物学特性研究

李文惠^{1,2}, 廖永林³, 杨太慧⁴, 吉训聪^{1,2*}, 姚 其^{2*}

1. 海南大学热带农林学院, 海南儋州 571737; 2. 海南省农业科学院植物保护研究所/海南省农业科学院农产品质量安全与标准研究中心/海南省植物病虫害防控重点实验室, 海南海口 571100; 3. 广东省农业科学院植物保护研究所, 广东广州 510640; 4. 云南农业大学热带作物学院, 云南普洱 665099

摘 要: 茶角盲蝽 (*Helopeltis theivora* Waterhouse) 属于半翅目 (Hemiptera) 盲蝽科 (Miridae) 角盲蝽属 (*Helopeltis*), 是海南热区茶园最重要的吸汁类害虫之一。茶角盲蝽主要以若虫和成虫刺吸茶梢幼嫩组织为害, 形成黑斑坏死, 导致茶叶产量降低、品质下降。针对海南茶区茶角盲蝽的研究报道尚不多见, 本研究描述了茶角盲蝽的外部形态, 重点记录卵孵化、若虫蜕皮、成虫羽化以及取食、交尾、产卵等生物学特征。结果表明: 茶角盲蝽卵呈长椭圆形, 顶端具两根长短不一的呼吸突, 卵初产白色, 后逐渐变橙色, 临孵化为橙红色; 若虫分为 5 龄, 初孵若虫橘红色, 后渐变为淡绿色至绿色; 成虫头部较小, 复眼为黑色, 触角呈丝状, 分为柄节、梗节、鞭节 I 和鞭节 II, 触角长度约为体长的 2 倍, 背板以淡黄色或黑色为主, 腹部呈绿色或蓝绿色。茶角盲蝽孵化过程的时长为 (53.25±9.00)min, 在室内条件下, 卵孵化率仅为 69.9%。茶角盲蝽若虫的蜕皮和成虫的羽化主要在叶片的背面, 呈倒挂状态, 时长分别为 (6.20±0.97)min 和 (8.40±1.33)min; 其中, 临近蜕皮和羽化时, 取食频率明显变少、活动变弱。茶角盲蝽喜欢吸取茶梢嫩叶和嫩茎的汁液, 取食时间主要集中在晚上; 成虫交尾则集中在 9:00—10:00 和 17:00—18:00, 每次交尾持续时间为 (117.75±18.70)min, 此外, 当雌虫拒绝雄虫求偶要求时, 一般会将腹部向身体内侧卷起。茶角盲蝽孕卵期较短, 交尾完成 24 h 后即可产卵。雌虫产卵时, 腹部拱起, 头朝下, 整个身体呈弯弓状态; 卵主要产在嫩茎表皮内, 少部分在叶柄和叶脉, 卵期为 6~8 d。本研究结果为海南茶区茶角盲蝽的形态鉴定与行为生态学相关研究提供基础理论依据。

关键词: 茶角盲蝽; 茶树; 形态发育; 生物学; 行为习性

中图分类号: S435.711 文献标志码: A

Morphological Development and Biological Characteristics of *Helopeltis theivora* Waterhouse in Hainan Tea Region

LI Wenhui^{1,2}, LIAO Yonglin³, YANG Taihui⁴, JI Xuncong^{1,2*}, YAO Qi^{2*}

1. School of Tropical Agriculture and Forestry, Hainan University, Danzhou, Hainan 571737, China; 2. Institute of Plant Protection, Hainan Academy of Agricultural Sciences / Research Center for Quality, Safety and Standards of Agricultural Products, Hainan Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Plant Disease and Pest Control, Haikou, Hainan 571100, China; 3. Institute of Plant Protection, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China; 4. College of Tropical Crops, Yunnan Agricultural University, Pu'er, Yunnan 665099, China

Abstract: *Helopeltis theivora* Waterhouse belongs to the genus *Helopeltis* of the family Miridae of the order Hemiptera, and is one of the most important sap-sucking pests in the tropical tea plantations in Hainan, China. The nymphs and adults of *H. theivora* mainly damage by piercing and sucking in the young tissues of tea shoots, which causes the black brown spots that necrosis on the leaf and results in the reduction of tea yield and quality. The research on the *H. theivora* in Hainan tea region is still rare. In this paper, we first investigated the external morphological characteristics of *H. theivora*, then, the growth and development characteristics such as egg hatching, nymph molting, and adult emergence,

收稿日期 2024-11-12; 接受日期 2024-12-06

基金项目 海南省重点研发项目 (No. ZDYF2024XDNY245); 海南省农业科学院院本级科研项目 (No. HNZBS202401); 海南省植物病虫害防控重点实验室开放课题 (No. KFS2024HN02)。

作者简介 李文惠 (2001—), 女, 硕士研究生, 研究方向: 茶树害虫化学生态学。*通信作者 (Corresponding author): 吉训聪 (JI Xuncong), E-mail: Jixuncong1008@163.com; 姚 其 (YAO Qi), E-mail: 269yao103@163.com。

as well as the behavioral characteristics including feeding, mating and oviposition were recorded and analyzed, respectively. The results showed that the egg of *H. theivora* was in a sausage shape, with two respiratory processes on the egg operculum at different length. The color of the freshly laid egg was white. It was then gradually transformed to the orange and ultimately exhibited the orange-red as it approached incubation. The nymphal stage was divided into 5 instars, the color of the freshly hatched nymph was orange-red, and then gradually turned to pale green and green. The adult *H. theivora* possessed a small head, an elongated beak, and two black compound eyes. The antennae presented filamentous, and the length was twice more than the body. The color of adult *H. theivora* was brown or yellowish brown. The duration of incubation of *H. theivora* was (53.25 ± 9.00) min. The hatchability was very low while the rate of egg-hatching was only 69.9% under the laboratory conditions. The moulting of nymphs and the emergence of adults happened mainly on the back of leaves, hanging upside down, and the duration was (6.20 ± 0.97) min and (8.40 ± 1.33) min, respectively. Particularly, as approached to the molting and eclosion, the feeding frequency became significantly less and the activity became weaker. The *H. theivora* preferred to sucking the saps of the young leaves and stems of tea shoots, and the feeding time was mainly concentrated in the evening. The mating behavior of adults *H. theivora* mainly happened between 9: 00 and 10: 00 and between 17: 00 and 18: 00, and the duration of each mating was (117.75 ± 18.70) min. In addition, when a female decided to refuse a male's request for courtship, it generally rolled her abdomen inwards. The stage of the fertilized egg of *H. theivora* was short. During the oviposition, the female arched its abdomen, its head was downward, and the whole body was in a curvedly arched state. The oviposition site was mainly in the epidermis of the tender stems, while a small part of eggs was laid in the petiole and leaf vein. The egg stage was 6–8 days. The results of this study would provide a theoretical basis for the further study on the morphological identification and behavioral ecology of *H. theivora* in Hainan tea region.

Keywords: *Helopeltis theivora* Waterhouse; tea tree; morphological development; biology; behavioral habit

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2025.04.020

茶角盲蝽 (*Helopeltis theivora* Waterhouse) 属于半翅目 (Hemiptera) 盲蝽科 (Miridae) 角盲蝽属 (*Helopeltis*)^[1], 是海南茶区主要害虫之一。该虫以成虫、若虫刺吸茶梢幼嫩组织汁液为害, 造成嫩芽黑斑坏死, 导致茶叶减产, 品质和风味下降。已有研究表明, 茶角盲蝽可为害多种经济作物, 如黑胡椒 (*Piper nigrum*)、腰果 (*Anacardium occidentale*)、金鸡纳 (*Cinchona* spp.)、可可 (*Theobroma cocoa*) 等^[2]。但是, 相比较而言, 茶树是茶角盲蝽的首选和主要寄主^[3]。茶角盲蝽在我国主要分布在海南、广东、广西和云南等热带地区^[4-5], 在国外则主要分布于印度、孟加拉国、肯尼亚和澳大利亚等国家^[6-7]。半翅目盲蝽科昆虫的危害特点在于种群繁殖速度较快, 世代重叠现象严重^[8]。在茶园中, 吸汁类害虫是破坏力最强、危害性最大的害虫之一^[9]。前人研究显示, 茶角盲蝽的 5 龄若虫取食量最大, 被称为最贪婪的取食者^[10], 每头成虫 1 d 可取食约 150 个斑点^[11]。据报道, 茶角盲蝽在印度至少可造成 25%~50% 的经济损失^[12], 而在我国海南, 受害严重的茶园几乎绝收^[13]。

目前, 国内外针对茶角盲蝽的研究主要集中于形态发育特征和防治策略等方面。如贺蓓等^[14]

通过调查揭阳生态防治茶园显示, 茶角盲蝽在 6—7 月开始进入大面积爆发期, 生态防治茶园比化学防治茶园物种多样性更加丰富。朱茜^[15]探讨了可可园茶角盲蝽的发育历期和生物学特性, 并应用浸豆法进行了室内毒力测定, 发现高效氯氰菊酯对茶角盲蝽成虫的毒力最强。王政等^[16]通过室内选择性试验研究茶角盲蝽对可可种质果实的取食偏好性, 发现品种 STS-17 对该虫具有抗性; 同时利用“Y”型嗅觉仪测定了茶角盲蝽对一些挥发物的行为反应, 表明挥发物成分在茶角盲蝽寄主选择行为过程中具有导向作用。张中润等^[17]研究比较了 5 个不同腰果品系对茶角盲蝽的抗虫性, 发现品系 HL2-21 的抗性最强。潘贤丽等^[18]对腰果园中茶角盲蝽的田间分布和防治策略进行了研究, 结果显示每年 11 月至次年 1 月是茶角盲蝽种群为害扩展的临界期, 也是该虫化学防治最有利的时机。此外, 在对茶角盲蝽发生与环境的关系以及田间分布型调查中发现, 该虫发生数量和危害程度与温湿度、阴蔽度、风雨强度、地形、种植密度有密切关系, 在田间以负二项分布和 N-核心分布型为主^[19]。

在国外的研究中, 1865 年, 在印度阿萨姆邦首次发现茶角盲蝽为害, 最初被认为是一种真菌

病害^[20]。目前,在印度共记录了 3 种茶角盲蝽,即 *H. antonii* Signoret、*H. bradyi* Waterhouse 和 *H. theivora* Waterhouse^[6, 21]。MADHU 等^[22]通过采用可可的豆荚和嫩枝饲养茶角盲蝽来比较生物学参数,发现茶角盲蝽在豆荚上的存活率和孵化率最高,此外在 2 组饲养中雌虫的寿命均大于雄虫。DAS 等^[23]采集了印度东部茶园茶角盲蝽的 10 个种群进行杀虫剂抗药性测定,发现所有种群对啮硫磷均无抗性。MANASA 等^[24]分别选取 2 株球孢白僵菌菌株 BKN20 和 BKN1/14 对茶角盲蝽进行杀虫活性测定,结果表明 BKN20 分离物可以作为茶角盲蝽的一种替代微生物杀虫剂。MANASA 等^[25]也采用白僵菌剂对番石榴茶角盲蝽进行了防治试验,结果表明在番石榴坐果期每周喷洒白僵菌剂 3~4 次能有效控制茶角盲蝽。

综上所述,国内外针对茶角盲蝽已有较为广泛的研究基础。然而,目前国内茶角盲蝽的研究主要集中在可可和腰果,对茶园茶角盲蝽的研究仍较为少见。因此,本研究采用录像技术与超景深三维显微技术相结合,观察比较海南茶区茶角盲蝽的外部形态特征,然后分别对该虫孵化、蜕皮、羽化等生长发育特征以及取食、交尾、产卵等行为学特征进行记录分析,以期对海南茶角盲蝽种群鉴定及其绿色防控技术研究提供基础理论。

1 材料与方法

1.1 材料

茶角盲蝽采自海南省海口市琼山区大坡镇东昌茶园(20°00'N, 110°21'E),种植品种为海南大叶种。虫源带回实验室后用茶梢饲养,饲养室环境条件:温度为(26±10)℃,相对湿度为(70±10)%,光周期为 12 L:12 D。

1.2 方法

1.2.1 茶角盲蝽外表形态观察 (1) 卵。茶角盲蝽主要将卵产于茶梢嫩茎表皮内,2 根白色呼吸突伸出表皮外,肉眼清晰可见。雌虫当天产卵后,取出带卵茶梢单独培育,用标签标注产卵日期。选用产后 1~2 d 的卵,在体式显微镜(Nikon SMZ745)下用解剖刀纵向解刨茶梢,然后用镊子清除周围组织后将卵取出,置于超景深三维显微系统(VHX-7000)中观察卵的形状和颜色,并测量卵的长度以及 2 根呼吸突的长度,重复 4 次。

(2) 若虫和成虫。分别随机选取健康、有活

力的 1~5 龄若虫、雌雄成虫,每个龄期和虫态各取 15 头。为方便观察,在试验前先将供试茶角盲蝽若虫和成虫分别置于透明的果蝇管中,然后置于-20℃冰箱中使其冻晕,若虫约需 1~2 min,成虫约需 2~3 min。待虫子冻晕后,用镊子取出,先在体式显微镜下观察不同龄期若虫的体色、翅芽与雌雄虫的体色、斑纹以及其他形态特征,然后利用超景深三维显微系统(VHX-7000)分别测量不同龄期若虫和雌雄成虫的体长。

1.2.2 茶角盲蝽生长发育观察 (1) 孵化过程。据前人报道,茶角盲蝽卵期为 5~13 d^[26]。将带卵的茶梢置于泡水的花泥上单独培育,每天早、中、晚用体式显微镜(Nikon SMZ745)各观察 1 次。当发现卵逐渐突出嫩茎表皮、卵壳变黑且有液体出现时,即代表准备开始孵化。随即将茶梢置于超景深三维显微系统(VHX-7000)中,观察记录完整的孵化过程,并统计孵化时间,重复 4 次。此外,利用体式显微镜(Nikon SMZ745)观察记录成功孵化的若虫数量,直至所有若虫孵化完毕,计算茶角盲蝽的卵孵化率。每天早、中、晚各 1 次,每批调查 15 粒卵,重复 4 次。

(2) 蜕皮过程。室内以茶角盲蝽 3 龄若虫作为调查对象。将供试茶角盲蝽置于茶梢上饲养,以花泥保水且每天及时更换新鲜茶梢。为便于捕捉到蜕皮过程,共设置 2 组茶梢,每组茶梢放 3 头试虫,白天不间断观察,晚上则采用摄像头辅助观察。待蜕皮发生时,采用照相机(佳能 EOS6D)记录完整的蜕皮过程,统计每次蜕皮的持续时间,重复 5 次。

(3) 羽化过程。室内以茶角盲蝽 5 龄若虫作为调查对象。将供试茶角盲蝽置于茶梢上,饲养方法同 1.2.2-(2)。为防止羽化后的成虫飞走,将带有 5 龄若虫和茶梢的花泥置于透明玻璃圆管(直径 28 cm,高 30 cm)内,在圆管顶端套上纱网通风透气。为便于捕捉到羽化过程,共设置 2 组茶梢,每组茶梢放 3 头 5 龄若虫,白天不间断观察,晚上采用摄像头辅助观察。羽化过程中采用照相机(佳能 EOS6D)记录完整羽化过程,统计羽化的持续时间,重复 5 次。

1.2.3 茶角盲蝽行为学观察 (1) 取食行为。室内分别将供试茶角盲蝽若虫和成虫置于新鲜茶梢上,利用照相机(佳能 EOS6D)跟踪记录茶角盲蝽的取食过程。其中,取食时长以每斑点为准,即从试虫口针刺入叶片表皮开始,至口针拔出为

止。统计取食形成每个斑点的时间，若虫与成虫各重复5次。

(2) 交尾行为。室内选择较强活力、已性成熟但未进行过交配的雌、雄虫各3头，置于透明的果蝇管中自由求偶。待有交尾行为发生时，利用照相机（佳能 EOS6D）观察记录交尾过程，统计每次交尾从开始至结束的时间，重复8次。

(3) 产卵行为。将成功交尾的雌虫单独置于装有新鲜茶梢的养虫笼中饲养，待开始产卵时，使用照相机（佳能 EOS6D）跟踪记录完整的产卵过程，统计每次产卵的时间、产卵位置及产卵粒数，重复6次。此外，调查茶角盲蝽卵期。每次雌虫产卵结束后，取出带卵茶梢单独培育，并标注日期，最初每隔1 d 观察1次，临孵化时早、晚各观察1次，统计从卵产下至若虫孵出的天数，重复20次。

1.3 数据处理

首先用 Excel 2019 软件对试验数据进行统计整理，然后用 IBM SPSS Statistics 26.0 软件进行显著性检验和方差分析。其中茶角盲蝽不同龄期体长采用单因素方差分析（One-way ANOVA），以图基法（Tukey）进行事后检验。

2 结果与分析

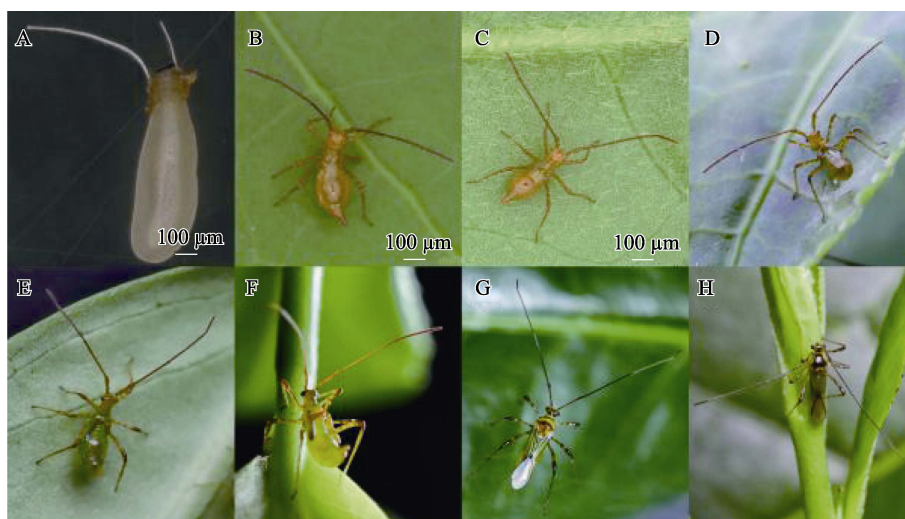
2.1 海南茶区茶角盲蝽形态特征

2.1.1 卵 长椭圆形，卵壳质地坚硬，卵顶端分布2根呼吸突，长短不一，一般长的在上面，短的在下面（图1A）。卵的长度为 $(997.93 \pm 12.50) \mu\text{m}$ ，

2根呼吸突长的为 $(640.63 \pm 23.40) \mu\text{m}$ ，短的为 $(310.00 \pm 12.50) \mu\text{m}$ 。卵初产时为白色，后逐渐变为橙色，临孵化时则变为橙红色。卵的外表分布着白色硬壳，临近孵化时硬壳由白色变为黑色。

2.1.2 若虫 茶角盲蝽若虫活动灵敏、善于爬行。若虫一共分为5龄，其中，1龄若虫体色为橘红色，无盾片、无翅芽，体表分布有密密麻麻的刚毛（图1B）；2龄若虫体色同为橘红色，无盾片和翅芽，体表的刚毛消失（图1C）；3龄若虫体色由橘红色逐渐转变为绿色，开始出现翅芽和盾片（图1D）；4龄若虫体色为绿色，翅芽约占体长的1/3，盾片突起（图1E）；5龄若虫体色为绿色，翅芽约占体长的1/2，盾片突起（图1F）。茶角盲蝽若虫体长随着龄期的增长逐渐变长，其中，1~5龄若虫的体长分别为 (1251 ± 97.49) 、 (1943.99 ± 139.97) 、 (2959.98 ± 179.20) 、 (3548.03 ± 242.43) 、 $(4014.86 \pm 133.69) \mu\text{m}$ ，存在显著性差异。

2.1.3 成虫 茶角盲蝽成虫头部较小、喙细长，复眼呈黑色，并向两侧突出。触角呈丝状，分为柄节、梗节、鞭节I和鞭节II共4节，长度约为体长的两倍。胸部分布有三对足和一对翅，足上分布着刚毛和黑色的斑点，翅前端革质，后端膜质。在胸和腹部的中间着生小盾片，盾片底端1/3处为黑色，其余为淡黄色，顶端呈圆形凸起，类似棒槌。雌虫体型较雄虫大，背板颜色以淡黄色为主，产卵管位于腹沟内侧，腹部颜色为绿色，性成熟时腹部尾端的1/3处为灰绿色（图1G）。



A: 卵; B: 1龄若虫; C: 2龄若虫; D: 3龄若虫; E: 4龄若虫; F: 5龄若虫; G: 雌虫; H: 雄虫。

A: Egg; B: 1st-instar nymph; C: 2nd-instar nymph; D: 3rd-instar nymph; E: 4th-instar nymph; F: 5th-instar nymph; G: Female; H: Male.

图1 茶角盲蝽外部形态特征

Fig. 1 External morphological characteristics of *H. theivora* Waterhouse

雄虫体型较小, 背板颜色以黑色为主, 腹部颜色为蓝绿色(图 1H)。雌、雄虫体长分别为 (4489.65 ± 110.70) 、 $(3961.79 \pm 52.09) \mu\text{m}$, 无显著性差异。

2.2 茶角盲蝽生长发育特征

2.2.1 孵化过程 茶角盲蝽雌虫成功产卵后, 随着天数的增加, 卵逐渐向茎表皮外突出, 呈透

明状。在临孵化时, 整个卵体开始变色, 初为黄色, 后转变为橘红色, 最后初孵若虫头部顶破卵壳, 身体挣扎而出, 同时触角从腹部伸出(图 2)。茶角盲蝽完成 1 次孵化过程的时间为 $(53.25 \pm 9.00) \text{min}$ 。此外, 在实验室条件下茶角盲蝽卵孵化率仅为 69.9%。

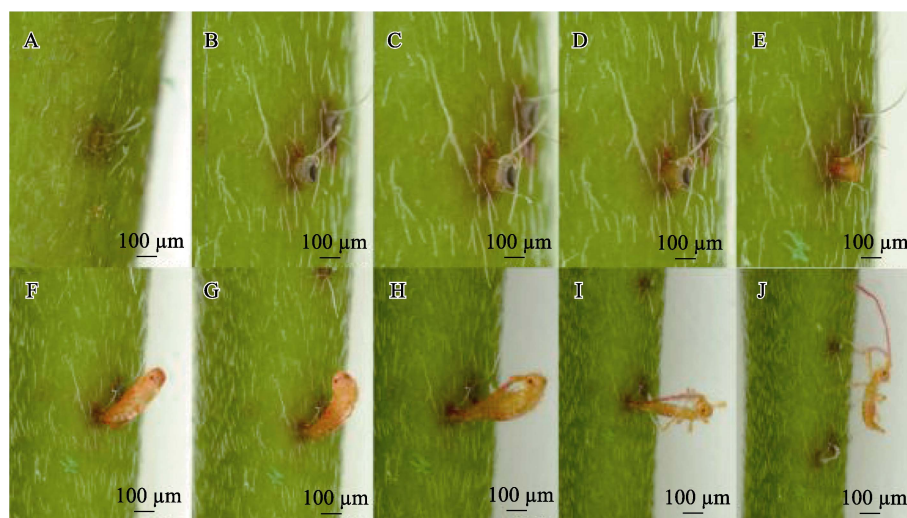


图 2 茶角盲蝽孵化过程

Fig. 2 Hatching process of *H. theivora* Waterhouse

2.2.2 蜕皮过程 茶角盲蝽蜕皮主要集中在茶梢叶片背面。若虫在临蜕皮前, 取食频率明显变少、活动变弱。蜕皮时, 虫体在叶背倒挂, 胸部先裂开, 新的虫体逐渐钻出来, 同时触角从腹部挣扎抽离(图 3)。茶角盲蝽若虫完成 1 次蜕皮的时长约为 $(6.20 \pm 0.97) \text{min}$ 。刚蜕完皮的若虫, 体色呈淡黄色, 体表较为柔软。

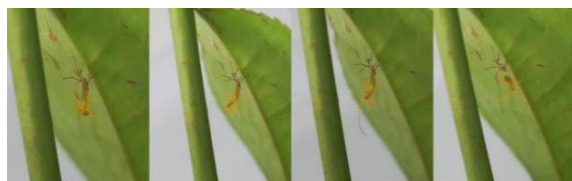


图 3 茶角盲蝽蜕皮过程

Fig. 3 Molting process of *H. theivora* Waterhouse

2.2.3 羽化过程 茶角盲蝽羽化也主要集中在茶梢叶片的背面(图 4)。羽化前, 5 龄若虫提前找到合适的位置, 然后保持静止不动。羽化过程和蜕皮过程较为相似但时间略长, 完成 1 次羽化的平均时长约为 $(8.40 \pm 1.33) \text{min}$ 。刚羽化出来的成虫体色呈淡黄色, 复眼呈红色。成虫羽化后 1~3 h 即可开始取食。

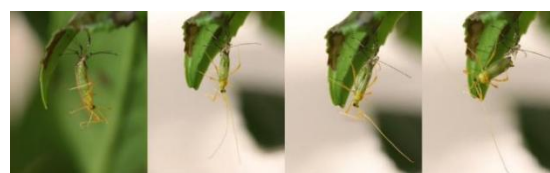


图 4 茶角盲蝽羽化过程

Fig. 4 Emergence process of *H. theivora* Waterhouse

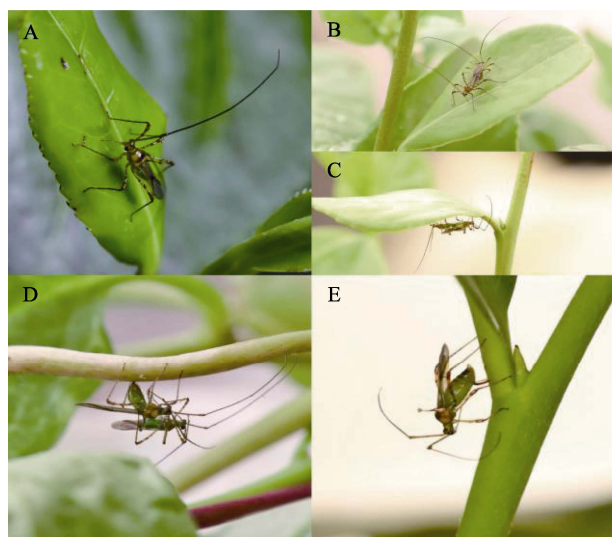
2.3 茶角盲蝽行为学特征

2.3.1 取食行为 茶角盲蝽喜欢吸取茶梢嫩叶和嫩茎的汁液, 食量大、频率高。叶片被取食后, 叶面呈现近圆形水渍透明状斑点, 随着时间推移, 边缘开始变为褐色, 最后形成黑褐色的斑点, 导致叶片干枯脱落(图 5A)。茶角盲蝽成虫和若虫白天不间断取食, 但是取食高峰期主要集中在晚上。从低龄若虫到高龄若虫, 再到成虫, 取食斑点由小变大, 由紧密变为稀疏, 颜色由浅变深。若虫取食 1 个斑点的时间约为 $(4.00 \pm 0.64) \text{min}$, 成虫约为 $(2.33 \pm 0.20) \text{min}$, 当取食结束, 口针拔出后约 $(4.80 \pm 0.63) \text{min}$ 即可见黑褐色的斑点。

2.3.2 交尾行为 茶角盲蝽性成熟后, 雄虫一般比较活跃, 来回爬行寻找适合交尾的雌虫。交尾开始前, 雄虫首先爬上雌虫背部, 用足抱握雌虫

的胸部，调整合适位置，随即将交配器插入雌虫腹部（图 5B、图 5C）。交尾过程中，雌雄虫一般在叶面静止不动，当受到外界干扰时，由雌虫牵引雄虫爬行逃离。此外，当雌虫拒绝雄虫求偶交配，会将腹部向身体内侧卷起（图 5D）。茶角盲蝽交尾时间多集中在 9:00—10:00 和 17:00—18:00，完成 1 次交尾的时间为 (117.75 ± 18.70) min。

2.3.3 产卵行为 茶角盲蝽孕卵期较短，雌虫交尾成功后不久即可产卵，产卵位置多数集中在茶梢的嫩茎上，少部分在叶柄和叶脉。在产卵前，雌虫首先在嫩梢上来回爬动，寻找合适的产卵位点。雌虫产卵时，头朝下，腹部拱起，整个身体呈弯弓状态（图 5E），然后将产卵器刺入嫩茎的表皮内，产下卵粒。茶角盲蝽产卵方式有 2 种：一种是直接将产卵器刺入茶梢幼茎表皮内完成产卵；前人在樟颈曼盲蝽的研究中发现了另一种产卵方式，即雌虫先用刺吸式口器在茎上钻出 1 个小孔，随后将产卵器插入孔内进行产卵^[27]。茶角盲蝽完成 1 次产卵的时长为 (2.04 ± 0.22) min，每头雌虫每次平均产卵 1~6 粒不等，且每产 1 粒卵后，中间需要休息 1~2 min 才能进行下一次产卵。此外，茶角盲蝽卵期为 6~8 d，平均为 (6.75 ± 0.14) d。



A: 取食行为; B: 交尾行为 (正面); C: 交尾行为 (侧面); D: 雌虫拒绝雄虫求偶行为; E: 产卵行为。

A: Feeding behavior; B: Mating behavior (positive); C: Mating behavior (lateral); D: Female refuses male's request for mating; E: Oviposition behavior.

图 5 茶角盲蝽行为习性

Fig. 5 Behavior and habits of *H. theivora* Waterhouse

3 讨论

过去 10 a，茶角盲蝽频繁爆发，已对我国热

带地区茶叶生产构成重大威胁^[28]。然而，关于该虫的研究报道仍然较少，可供借鉴的资料不多。因此，本研究系统描述了海南茶园茶角盲蝽不同虫态的外部形态特征，并且记录分析卵孵化、若虫蜕皮与成虫羽化等生长发育过程，以及成虫取食、交尾、产卵等行为学特征。半翅目盲蝽科害虫可为害多种作物，如条赤须盲蝽为害禾本科作物^[29]；樟颈曼盲蝽为害樟树^[30]；薇甘菊颈盲蝽为害薇甘菊^[31]；红色拉盲蝽为害桉树^[32]；烟盲蝽^[33]为害烤烟；棉盲蝽^[34]、绿盲蝽^[35]和牧草盲蝽^[36]为害棉花等。但是，不同种类之间，生物学习性不一，为害特征各异，只有准确掌握海南茶园茶角盲蝽的形态特征、生长发育特征以及行为学特征，才能进行准确地鉴定和识别，并进行科学防控^[37]。

在形态特征方面，茶角盲蝽卵壳顶端分布 2 根长短不一的呼吸突，LAI 等^[38]将呼吸突切除之后，发现卵不能正常孵化，表明呼吸突在卵发育过程中发挥着不可或缺的作用。茶角盲蝽若虫分为 5 龄，不同龄期之间可从体型的大小、体色的差异以及有无翅芽进行划分。雌虫和雄虫的外部形态各异，一是体型大小，雌虫明显比雄虫大；二是前胸背板颜色，雌虫以淡黄色为主，雄虫则以黑色为主；三是腹部颜色，雌虫为绿色，雄虫则是蓝绿色。在生长发育特征方面，本研究室内调查茶角盲蝽卵的孵化率仅为 69.9%，王纪文^[13]统计茶园茶角盲蝽卵的孵化率为 56.0%，朱茜^[15]统计腰果园茶角盲蝽的孵化率则为 71.6%，表明茶角盲蝽孵化率普遍较低。茶角盲蝽的蜕皮与羽化过程相似，位置大多集中在茶梢叶片的背面，呈倒立状况，可能有利于触角的抽离伸出。

在行为学特征方面，本研究通过调查发现茶角盲蝽若虫和成虫均喜食茶梢嫩叶，同样，ROY 等^[39]报道印度阿萨姆茶区茶角盲蝽 3~4 龄若虫和成虫最喜欢取食茶梢第 2 片叶，而 1~2 龄若虫则更喜欢在第 1 片叶取食。因此，茶梢嫩度相关内含物可能在该虫取食定位过程中发挥重要作用。盲蝽类害虫在求偶过程中，性成熟的雄虫一般能够通过感受雌虫释放的性信息素进行定位^[40]，如 SACHIN 等^[41]发现茶角盲蝽雌虫胸部散发的性信息素对雄虫最有吸引力。在交尾过程中，雌、雄虫一般在叶面保持不动，如受到外界干扰，则由雌虫牵引雄虫迅速躲至叶片背面或顺着茎秆向下逃走。有趣的是，当雌虫拒绝雄虫发出的求偶信号时，通常会将腹部向内侧卷起。一方面可能该

雌虫已经进行过交尾, 交尾后雌虫体内诱导产生了某种驱避信息素, 使其无法再进行正常交尾^[42-43], 或者先前交尾时雄虫向雌虫体内传递了某种抑性欲素^[44]或分泌性信息素拮抗剂^[45]等, 最终导致雌虫拒绝交配; 另一方面可能雌虫未进行过交尾, 但拒绝接受该雄虫传递的求偶信号, 表明茶角盲蝽雌虫对雄虫求偶具有选择性识别能力。茶角盲蝽雌虫喜欢将卵产在嫩茎表皮内, 而非叶片, 这与 ZHANG 等^[45]和 SANGITA 等^[46]的研究结果一致。但是, 另一种红色拉盲蝽的产卵习性与此不同, 该虫主要将卵粒产在植物表皮外面^[32]。

除此之外, 茶角盲蝽具有避光性, 当外界施加强光干扰刺激时, 若虫将迅速转到叶片的背面躲避, 或者顺着茎秆直接自然掉落。RAHMAH 等^[47]通过调查发现, 茶角盲蝽更倾向于在茶树阴凉处活动。WAGIMAN 等^[48]则研究证实茶园茶角盲蝽的种群密度主要以若虫为主, 傍晚密度最大, 中午密度较小, 表明茶角盲蝽更喜欢避光的环境。因此, 在本研究明确海南茶园茶角盲蝽的外部形态特征、生长发育特征以及行为学特征的基础上, 下一步可通过深入研究茶园光照对茶角盲蝽行为活动的影响, 以期开发和应用更具针对性、更为科学合理的茶角盲蝽绿色防控策略。

参考文献

- [1] 胡奇, 郑乐怡. 中国大陆摩盲蝽亚族种类记述(半翅目: 盲蝽科: 单室盲蝽亚科)[J]. 动物分类学报, 2001(4): 414-430.
- [2] HU Q, ZHENG L Y. The Monalonina from Chinese mainland (Hemiptera: Myridae: Bryocorinae)[J]. Zoological Systematics, 2001, 26(4): 414-430. (in Chinese)
- [3] STONERDAHL G M, MALIPATI M B, HOUSTON W. A new mind (Heteroptera) pest of cashew in northern Australia[J]. Bulletin of Entomological Research, 1995, 85(2): 275-278.
- [4] ROY S, MURALEEDHARAN N, MUKHAPADHYAY A, HANDIQUE G. The tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* Waterhouse (Heteroptera: Miridae): its status, biology, ecology and management in tea plantations[J]. International Journal of Pest Management, 2015, 61(3): 179-197.
- [5] 王纪文. 茶角盲蝽生活习性的初步观察[J]. 中国茶叶, 1983(2): 31-32.
- [6] WANG J W. Preliminary observation on the living habits of the tea mosquito bug[J]. China Tea, 1983(2): 31-32. (in Chinese)
- [7] 汪云刚. 茶树病虫害防治应注意的问题[J]. 云南农业科技, 2002(增刊 1): 218-219.
- [8] WANG Y G. Issues to be noted in the prevention and control of tea plant diseases and pests[J]. Yunnan Agricultural Science and Technology, 2002(Suppl. 1): 218-219. (in Chinese)
- [9] STONERDAHL G M. The Oriental species of *Helopeltis* (Heteroptera: Miridae): a review of economic literature and guide to identification[J]. Bulletin of Entomological Research, 1991, 81(4): 465-490.
- [10] SAROJ P L, BHAT P S, SRIKUMAR K K. Tea mosquito bug (*Helopeltis* spp.)—a devastating pest of cashew plantations in India: a review[J]. The Indian Journal of Agricultural Sciences, 2016, 86(2): 151-62.
- [11] 赵圆飞. 通辽市天然草地盲蝽科昆虫多样性及发生分布研究[D]. 通辽: 内蒙古民族大学, 2023.
- [12] ZHAO Y F. Study on the diversity, occurrence and distribution of Miridae in the natural grasslands of Tongliao city[D]. Tongliao: Inner Mongolia University for Nationalities, 2023. (in Chinese)
- [13] YE G Y, XIAO Q, CHEN M, CHEN X X, YUAN Z J, STANLEY D W, HU C. Tea: biological control of insect and mite pests in China[J]. Biological Control, 2014, 68: 73-91.
- [14] BHUYAN M, BHATTACHARYA P R. Feeding and oviposition preference of *Helopeltis theivora* (Hemiptera: Miridae) on tea in northeast India[J]. Insect Science, 2006, 13(6): 485-488.
- [15] HAINSWORTH E, DENNIS R W G. Tea pests and diseases and their control with special reference to north east India[J]. Kew Bulletin, 1953, 8(2): 249.
- [16] ROY S, GURUSUBRAMANIAN G, MUKHOPADHYAY A. Neem-based integrated approaches for the management of tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* Waterhouse (Miridae: Heteroptera) in tea[J]. Journal of Pest Science, 2010, 83(2): 143-148.
- [17] 王纪文. 台湾刺盲蝽在茶树上的生物学特性与防治的研究[J]. 海南大学学报(自然科学版), 1985(1): 23-31.
- [18] WANG J W. A study of the biology character and prevent and elimination of *Helopeltis fascitaticollis* Poppius in the tea trees[J]. Journal of Hainan University (Natural Science), 1985(1): 23-31. (in Chinese)
- [19] 贺蓓, 梁成额, 农红艳, 邹俊红, 林金财, 陈义勇. 揭阳茶园茶角盲蝽调查报告[J]. 广东茶业, 2023(增刊 1): 34-38.
- [20] HE B, LIANG C E, NONG H Y, ZHOU J H, LIN J C, CHEN Y Y. Investigation report on tea mosquito bug in Jieyang tea garden[J]. Guangdong Tea Industry, 2023 (Suppl. 1): 34-38. (in Chinese)
- [21] 朱茜. 茶角盲蝽生物学特性及杀虫剂对其毒力测定[D]. 海口: 海南大学, 2021.
- [22] ZHU Q. Biological characteristics and toxicity determination

- of insecticide from *Helopeltis theivora* Waterhouse[D]. Hainan University, 2021. (in Chinese)
- [16] 王政, 孟倩倩, 孙世伟, 李付鹏, 刘爱勤, 高圣风, 苟亚峰. 茶角盲蝽对不同可可种果实及其挥发物的行为反应[J]. 热带作物学报, 2021, 42(2): 512-518.
WANG Z, MENG Q Q, SUN S W, LI F P, LIU A Q, GAO S F, GOU S Y. Behavioral response of *Helopeltis theivora* Waterhouse to cocoa fruits and volatiles derived from different germplasm resources[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2021, 42(2): 512-518. (in Chinese)
- [17] 张中润, 梁李宏, 黄伟坚, 王金辉, 黄海杰. 5个不同腰果品系对茶角盲蝽的抗性[J]. 热带作物学报, 2010, 31(1): 122-125.
ZHANG Z R, LIANG L H, HUANG W J, WANG J H, HUANG H J. Evaluation of the resistance of five cashew clones to the tea mosquito bug (*Helopeltis theivora* Waterhouse)[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2010, 31(1): 122-125. (in Chinese)
- [18] 潘贤丽, 邱健德, 邢福易, 黄永雅. 腰果园茶角盲蝽为害分布型及防治策略的研究[J]. 热带作物学报, 1991, 12(1): 91-97.
PAN X L, QIU J D, XING F Y, HUANG Y Y. Studies on spacial distribution of infestation by *Helopeltis fasciaticollis* in cashew plantations and its controls[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 1991, 12(1): 91-97. (in Chinese)
- [19] 杨业隆, 卓少明, 梁伟光, 杨雄邦. 茶角盲蝽的发生与环境的关系以及田间分布型[J]. 热带作物研究, 1986(2): 68-73.
YANG Y L, ZHUO S M, LIANG W G, YANG X B. The relationship between the occurrence of tea mosquito bug and the environment, as well as its distribution pattern in the field[J]. Tropical Crop Research, 1986(2): 68-73. (in Chinese)
- [20] MUKHOPADHYAY A, SAHA D. Insecticide resistance mechanisms in three sucking insect pests of tea with reference to north-east India: an appraisal[J]. International Journal of Tropical Insect Science, 2013, 33(1): 46-70.
- [21] DE SILVA, MERVUN D. A new species of *Helopeltis* (Hemiptera: Heteroptera, Miridae) found in Ceylon[J]. Bulletin of Entomological Research, 1957, 48(3): 459-461.
- [22] MADHU N T, SANEERA K E, PANDIAN P T R, BHAVISHYA HAITHRA M, SUJITHRA M, APSHARA S E. Laboratory rearing of tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* Waterhouse (Hemiptera: Miridae) on cocoa (*Theobroma cacao* L.)[J]. Phytoparasitica, 2024, 52(4): 64-64.
- [23] DAS R, ROY S, HANDIQUE G, CHAKRABORTI D, NASKAR S, CHAKRABORTY K, BABU A. Decoding defenses: biochemical insights into insecticide resistance in tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* Waterhouse (Hemiptera: Miridae) from tea plantations of eastern India[J]. Crop Protection, 2024, 184: 106802.
- [24] MANASA K, BHAGWAN A, DEKA S, VISALAKSHY P G. *Beauveria bassiana*: as a potential microbial biocontrol agent for tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* Waterhouse (Hemiptera: Miridae) in Dooars and Darjeeling, India[J]. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 2021, 31: 134.
- [25] MANASA K, BHAGWAN A, DEKA S, VISALAKSHY P G. Management of tea mosquito bug, *Helopeltis antonii* Sign. on guava using entomopathogen fungus[J]. Pest Management in Horticultural Ecosystems, 2020, 26(2): 175.
- [26] 孟泽洪, 李帅, 杨文, 周玉峰. 茶园中的“蚊子”——茶角盲蝽[J]. 中国茶叶, 2020, 42(5): 17-20.
MENG Z H, LI S, YANG W, ZHOU Y F. Tea mosquitoes bug *Helopeltis theivora*[J]. China Tea, 2020, 42(5): 17-20. (in Chinese)
- [27] 杨振, 张万娜, 丁英娜, 李成德, 张岳峰, 冯琛, 吴广超, 王焱. 樟颈曼盲蝽的生活史、生物学特性及若虫的形态[J]. 东北林业大学学报, 2013, 41(1): 112-115.
YANG Z, ZHANG W N, DING Y N, LI C D, ZHANG Y F, FENG C, WU G C, WANG Y. Studies on life cycle, biological habits of *Mansoniella cinnamomi* (Zheng et Liu) and morphological characteristics of their nymphs[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2013, 41(1): 112-115. (in Chinese)
- [28] THUBE S H, PANDIAN R T P, BABU M, JOSEPH-RAJUMAR A, MHATRE P H, KUMAR P S, CHAVAN S N. Evaluation of a native isolate of *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin TMBMA1 against tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* infesting cocoa (*Theobroma cacao* L.)[J]. Biological Control, 2022, 170: 104909.
- [29] 张琦, 赵曼, 罗泉, 苗琳琳, 袁星星, 李晗, 李为争, 张利娟, 郭线茹. 条赤须盲蝽形态特征与生物学特性[J]. 昆虫学报, 2022, 65(11): 1512-1523.
ZHANG Q, ZHAO M, LUO Q, MIAO L L, YUAN X X, LI H, LI W Z, ZHANG L J, GUO X R. Morphological and biological characteristics of the *Trigonotylus coelestialium* (Hemiptera: Miridae)[J]. Acta Entomologica Sinica, 2022, 65(11): 1512-1523. (in Chinese)
- [30] 朱志建, 潘国良, 朱炜, 曹云水, 刘金方, 舒金平. 樟颈曼盲蝽生物学特性研究[J]. 浙江林业科技, 2012, 32(5): 42-45.
ZHU Z J, PAN G L, ZHU W, CAO Y S, LIU J F, SHU J P. Biological properties of *Mansoniella cinnamomi*[J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology, 2012, 32(5): 42-45. (in Chinese)
- [31] 泽桑梓, 王海帆, 季梅, 谢世聪. 薇甘菊颈盲蝽基础生物

- 学特性[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(12): 64-69.
- ZE S Z, WANG H F, JI M, XIE S C. Basic biological characteristics of *Pachypeltis micranthus* Mu et Liu[J]. Jiangsu Agricultural Science, 2017, 45(12): 64-69. (in Chinese)
- [32] 姜成, 李震, 栗国磊, 罗成学, 陈鹏, 毛晓佩. 桉树害虫红色拉盲蝽生物学特性及发生情况[J]. 中国森林病虫, 2024, 43(2): 8-13.
- JIANG C, LI Z, SU G L, LUO C X, CHEN P, MAO X P. Biological characteristics and occurrence of eucalyptus pest *Ragwelellus rubrinus*[J]. Forest Pest and Disease, 2024, 43(2): 8-13. (in Chinese)
- [33] 陈凤玉, 杨绪纲. 烟盲蝽(*Cyrtopolts tenuis* Reuter)生活史及生活习性的研究[J]. 西南农业大学学报, 1985(4): 88-92.
- CHEN F Y, YANG X G. A study on the life history and habits of *Cyrtopolts tenuis* Reuter[J]. Journal of Southwest University, 1985(4): 88-92. (in Chinese)
- [34] 汤建国, 阳中乐, 曾天喜, 吴浩平. 中国主要棉盲蝽的生活习性研究综述[J]. 江西棉花, 2007(1): 9-12.
- TANG J G, YANG Z L, ZENG T X, WU H P. Research on primary cotton capsid growing behaviour of China[J]. Jiangxi Cotton, 2007(1): 9-12. (in Chinese)
- [35] 王凯涛, 杨龙, 潘云飞, 陆宴辉. 新疆南疆绿盲蝽季节性寄主转移规律[J]. 植物保护, 2024, 50(2): 278-286.
- WANG K T, YANG L, PAN Y F, LU Y H. Seasonal host transfer patterns of *Apolygus lucorum* in the southern Xinjiang agroecosystem[J]. Plant Protection, 2024, 50(2): 278-286. (in Chinese)
- [36] 姚成层, 郑艺翔, 苟长青, 冯宏祖. 短期高温暴露对牧草盲蝽存活及生殖的影响[J]. 中国棉花, 2023, 50(3): 6-12.
- YAO C C, ZHENG Y X, GOU C Q, FENG H Z. Effects of short-term high temperature exposure on the survival and fecundity of *Lygus pratensis*[J]. China Cotton, 2023, 50(3): 6-12. (in Chinese)
- [37] 陆宴辉, 吴孔明. 我国棉花盲蝽生物学特性的研究进展[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(3): 578-584.
- LU Y H, WU K M. Advances in research on cotton mirid bugs in China[J]. Chinese Bulletin of Entomology, 2012, 49(3): 578-584. (in Chinese)
- [38] LAI D T, KHUC H D, VAN NGUYEN L, HONG K J, NGUYEN H N. Potential of using mineral oils for the control of the mosquito bugs *Helopeltis theivora* (Hemiptera: Miridae) in cashew plantations[J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2022, 25(3): 101947.
- [39] ROY S, MUKHOPADHYAY A, GURUSUBRAMANIAN G. Varietal preference and feeding behaviour of tea mosquito bug (*Helopeltis theivora* Waterhouse) on tea plants (*Camellia sinensis*)[J]. Academic Journal of Entomology, 2009, 2(1): 1-9.
- [40] SMITH R F, PIERCE H D, BORDEN J H. Sex pheromone of the mullein bug, *Campylomma verbasci* (Meyer) (Heteroptera: Miridae)[J]. Journal of Chemical Ecology, 1991, 17: 1437-1447.
- [41] SACHIN J P, SELVASUNDARAM R, BABU A, MURAL-EEDHSRSN N. Behavioral and electroantennographic responses of the tea mosquito, *Helopeltis theivora*, to female sex pheromones[J]. Environmental Entomology, 2008, 37(6): 1416-1421.
- [42] FUYAMA Y, UEYAMA M. Ovulation and the suppression of mating in *Drosophila melanogaster* females: behavioral basis[J]. Behavior Genetics, 1997, 27(5): 483-488.
- [43] SCHIESTL F P, AYASSE M. Post-mating odor in females of the solitary bee, *Andrena nigroaenea* (Apoidea, Andrenidae), inhibits male mating behavior[J]. Behavioral Ecology and Sociobiology, 2000, 48(4): 303-307.
- [44] 李彬, 张赛, 王晨蕊, 王桂荣, 刘杨. 盲蝽交配行为研究进展[J]. 中国生物防治学报, 2020, 36(5): 637-645.
- LI B, ZHANG S, WANG C R, WANG G R, LIU Y. Research progress in the mating behavior of mirid bugs[J]. Chinese Journal of Biological Control, 2020, 36(5): 637-645. (in Chinese)
- [45] ZHANG Q H, ALDRICH J R. Male-produced anti-sex pheromone in a plant bug[J]. Naturwissenschaften, 2003, 90(11): 505-508.
- [46] SANGITA BORTHAKUR S B, MANTU BHUYAN M B, BHATTACHARYYA P R, RAO P G. Ultrasound: a potential tool for management of tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* Waterhouse (Miridae: Hemiptera)[J]. Science and Culture, 2011, 77(11/12): 493-495.
- [47] RAHMAH N N, SARTAMI D, KUSUMAH R Y M. Diversity and population dynamics of pest in Sambawa tea plantation, West Java[C]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2023: 1208.
- [48] WAGIMAN F X, SARI N M, WIJONARKO A. The population structure and presence of *Helopeltis bradyi* on the tea plant parts at various times during the day[C]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021: 686.