

白背飞虱成虫不同翅型的形态测量学比较

杨梅, 梁士可, 何静怡, 林佳, 王方海* (中山大学有害生物控制与资源利用国家重点实验室/昆虫学研究所, 广东广州 510275)

摘要 [目的]了解水稻重要害虫白背飞虱成虫长翅型个体和短翅型个体在形态测量学方面的具体差异。[方法]利用 Nikon 体视显微镜操作系统(nikon digital sight DS-QiMC)对白背飞虱长、短翅型成虫前翅和后翅进行详细观察和测量。[结果]短翅型雌虫的后翅与前翅的比率为 0.29 ± 0.03 , 与长翅型雌、雄成虫相应的比值(分别为 0.83 ± 0.01 , 0.84 ± 0.02) 差异显著;长翅型雌虫前翅与短翅型雌虫前翅的比率为 2.11 ± 0.04 , 后翅的比率为 6.21 ± 0.05 , 两者差异达显著水平。此外,还发现短翅型白背飞虱雌成虫前翅中的横脉至翅尾长度与前翅长度的比值只有 $0.231 + 0.024$, 明显小于白背飞虱长翅型雄成虫和长翅型雌成虫的比值($0.387 + 0.012$, $0.388 + 0.012$), 差异达显著水平。[结论]短翅型雌成虫的前、后翅并未按同等比例缩小,且短翅型雌成虫前翅中的横脉更靠近翅尾。该研究结果将有助于进一步了解稻飞虱翅二型现象的本质。

关键词 白背飞虱;长翅型;短翅型;形态测量学

中图分类号 Q964 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)12-0132-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.12.036



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Comparison on Morphometry of White-backed Planthopper Adults with Different Wing Types

YANG Mei, LIANG Shi-ke, HE Jing-yi et al (State Key Laboratory for Biocontrol/Institute of Entomology, Sun Yat-sen University, Guangzhou, Guangdong 510275)

Abstract [Objective] To understand the morphometric differences between long-winged and short-winged adults of white back planthopper. [Method] Nikon digital sight DS-QiMC was used for the detailed observation and measurement of the forewings and hindwings of the long and short-winged adults of the white back planthopper. [Result] It was found that the ratio of hindwings to forewings of short-winged females was 0.29 ± 0.03 , which was significantly different from that of long-winged females and males (0.83 ± 0.01 , 0.84 ± 0.02 , respectively). The ratio of forewings of long-winged females to short-winged females was 2.11 ± 0.04 , while the ratio of hindwings was 6.21 ± 0.05 , which reached a significant level. In addition, the ratio of transverse veins- wing tail length to forewing length of female short-winged planthopper was only $0.231 + 0.024$, significantly lower than that of male long-winged planthopper and female long-winged planthopper ($0.387 + 0.012$, $0.388 + 0.012$, respectively), and the difference reached a significant level. [Conclusion] The forewings and hindwings of the short-winged female adult were not reduced in the same proportion, and the transverse veins of the forewings of the short-winged female adult were closer to the wing tail. These results will help to understand the nature of the dimorphism of rice planthopper wings further.

Key words White-backed planthopper; Long wing; Short wing; Morphometry

稻飞虱为重要的水稻害虫,主要包括褐飞虱 *Nilaparvata lugens*、白背飞虱 *Sogatella furcifera* 及灰飞虱 *Laodelphax striatellus*, 属半翅目飞虱科。主要分布在南亚、东南亚、太平洋岛屿及日本、朝鲜和澳大利亚,几乎遍及我国所有水稻种植区。稻飞虱成虫具有长翅和短翅二型现象。长翅型成虫能够在不良环境条件下进行长距离飞行迁移,从而成功躲避恶劣的环境;短翅型成虫前翅较短,不超过腹部末端,发育速度快,繁殖力强,能够充分利用当地食物资源快速扩大种群数量。其长、短翅型比率发生动态是该类害虫数量预测中的一个重要参数,如能充分了解翅型转化的机制,将可及时准确地预测预报该虫的暴发、分析虫源性质并及时有效地控制其为害,因此对稻飞虱长、短翅型分化的机制进行研究则显得非常重要,长期以来一直是昆虫学中的主要研究热点之一^[1-2]。

在基本弄清影响稻飞虱长、短翅型发生比率的主要生态因子后^[3-5],许多学者从神经内分泌的角度探讨稻飞虱长、短翅型的调控机理^[6-7]。已发现昆虫体内保幼激素与稻飞虱翅二型现象有关,普遍认为各种生态因子对稻飞虱长、短翅型分化产生影响主要是通过调控虫体内的保幼激素含量来实现,当保幼激素超过一定域值时,发育为短翅型,若低于一定域值时,则发育为长翅型^[6]。也有许多文献从分子或其他角

度对白背飞虱翅二型现象进行了研究^[7-13],其中一个非常重要的成果,就是发现胰岛素受体在长、短翅分化中起着关键性的作用^[14-15]。目前认为参与稻飞虱翅二型分化的调控信号通路主要有保幼激素信号通路、胰岛素信号通路和 Jun-N-terminal 激酶信号通路等^[5]。

然而有关稻飞虱不同翅型的形态测量学方面的研究很少,为了弄清稻飞虱不同翅型间除大小不同外有没有其他差异,以及短翅型个体的前后翅是不是长翅型个体的前后翅按比例缩小而来等问题。笔者借助 Nikon 体视显微镜操作系统(nikon digital sight DS-QiMC)对白背飞虱长、短翅型成虫的前翅和后翅进行观察和测量,将有助于进一步了解稻飞虱翅二型现象的本质。

1 材料与方法

1.1 材料 从华南农业大学水稻种植田中采集白背飞虱长翅型雄虫、长翅型雌虫和短翅型雌虫各 30 头(白背飞虱短翅雄虫很少见),放入 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱冷冻处理 10 min 待用。

1.2 方法 将冷冻处理好的虫子在体视显微镜(nikon digital sight DS-QiMC)下观察,取下前翅与后翅,并测量体长、翅长及横脉至翅尾长度。①用刻度尺对体视显微镜(nikon digital sight DS-QiMC)不同放大倍数的标尺进行校对;②将处理好的虫子在体视显微镜摆好位置后拍照;③用镊子和解剖针小心取下前翅和后翅并拍照;④测量去翅体长、前翅长和后翅长,及横脉至翅尾长度。

基金项目 广东省自然科学基金项目(2019A1515010091)。

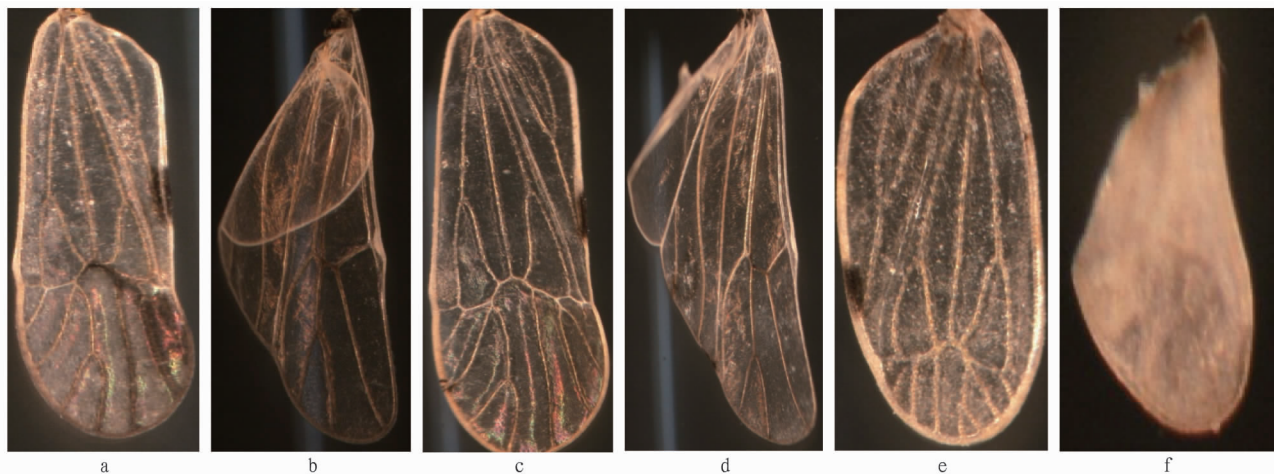
作者简介 杨梅(1997—),女,安徽定远人,硕士研究生,研究方向:农业昆虫学。* 通信作者,教授,博士,从事农业昆虫学研究。

收稿日期 2019-12-05

1.3 数据处理 试验数据采用 SPSS 12.0 进行统计及方差分析。

2 结果与分析

2.1 白背飞虱成虫翅的形态 白背飞虱长翅型雄虫与雌虫



注:a.白背飞虱长翅雄虫前翅;b.白背飞虱长翅雄虫后翅;c.白背飞虱长翅雌虫前翅;d.白背飞虱长翅雌虫后翅;e.白背飞虱短翅雌虫前翅;f.白背飞虱短翅雌虫后翅

Note:a.Forewing of white back planthopper long-winged male;b.Hind wing of white back planthopper long-winged male;c.Forewing of white back planthopper long-winged female;d.Hind wing of white back planthopper long-winged female;e.Forewing of white back planthopper short-winged female;f.Hind wing of white back planthopper short-winged female

图 1 白背飞虱成虫翅的形态

Fig.1 Wing morphology of adult planthopper with white back

2.2 白背飞虱不同翅型成虫翅的大小 白背飞虱不同翅型雌、雄成虫的前翅和后翅长度见表 1。由表 1 可知,长翅型雌成虫的体长、前翅长和后翅长均大于长翅型雄成虫;长翅型雌成虫的体长小于短翅型雌成虫的体长。长翅型雄成虫的后翅与前翅的比率为 0.84 ± 0.02 ,长翅型雌虫的后翅与前翅的比率为 0.83 ± 0.01 ,短翅型雌虫的后翅与前翅的比率为 0.29 ± 0.03 ,与长翅型雌雄成虫相应的比值差异显著;长翅型雌虫的前翅与短翅型雌虫的前翅的比率为 2.11 ± 0.04 ,后翅的比率为 6.21 ± 0.05 ,两者差异达显著水平,而长翅型雄虫与长翅型雌虫前翅与前翅的比率为 0.86 ,后翅与后翅的比率为 0.87 ,差异不显著。

表 1 白背飞虱不同翅型雌、雄成虫的前翅和后翅长度

Table 1 Forewing and hindwing lengths of different wing types of female and male adults of white-backed planthopper mm

类型 Type	去翅体长 Wingless body length	前翅长 Forewing length	后翅长 Underwing length
长翅雄成虫 Male long-winged adults	2.71 ± 0.16	3.33 ± 0.11	2.82 ± 0.07
长翅雌成虫 Female long-winged adults	3.55 ± 0.26	3.87 ± 0.09	3.23 ± 0.12
短翅雌成虫 Female short-winged adults	3.72 ± 0.31	1.83 ± 0.08	0.52 ± 0.05

的前翅呈黄褐色半透明状,横脉向翅根处有一凸弧,后翅透明薄膜状,无横脉;白背飞虱短翅雌虫的前翅呈长椭圆状,黄褐色半透明,横脉向翅根处有凸弧,后翅扇形,乳白色,半透明(图 1)。

2.3 白背飞虱前翅中的横脉至翅尾长度与前翅长度的比值 白背飞虱前翅中的横脉至翅尾长度与前翅长度的比值见图 2。由图 2 可知,白背飞虱长翅型雄成虫和长翅型雌成虫的比值分别为 0.387 ± 0.012 、 0.388 ± 0.012 ,差异不显著,而白背飞虱短翅型雌成虫的比值只有 0.231 ± 0.024 ,与前二者差异显著。

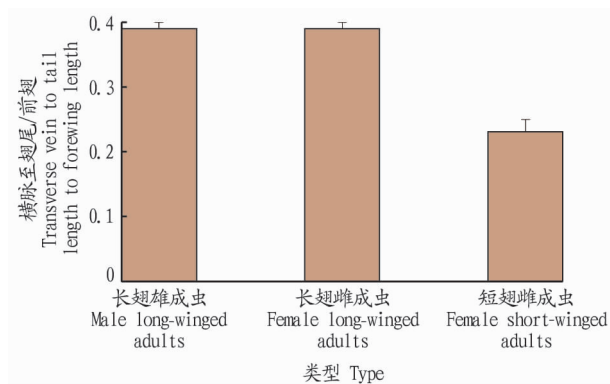


图 2 白背飞虱前翅中的横脉至翅尾长度与前翅长度比值

Fig.2 Ratio of transverse vein to tail length to forewing length in forewing of white-backed planthopper

3 结论与讨论

多种昆虫种类存在多型现象,如翅多型、种群内个体的分工多型以及生殖多型等。这种现象在社会性昆虫中尤为典型,如蜜蜂种群中有蜂王、工蜂和雄蜂;蚂蚁则更为复杂,包括蚁后、雄蚁、工蚁和兵蚁等。在蚂蚁的社会等级分化现象中,胰岛素途径与保幼激素和卵黄蛋白共同调控了此过

程,保幼激素将环境因素转化为胰岛素信号而产生影响,且卵中的卵黄蛋白含量也对等级分化起重要作用^[16]。

白背飞虱成虫有长翅型和短翅型2种翅型,已知的影响白背飞虱翅型分化的外界因素包括温度、光周期、虫口密度和水稻的营养条件等^[3-5],其中水稻的营养条件恶化会造成生境中白背飞虱若虫在发育过程中向长翅型转化,并迁飞扩散。该研究从形态测量学角度测量白背飞虱不同翅型成虫的前翅长度与后翅长度,通过数据比对,发现长翅型雄成虫后翅与前翅的比值和长翅型雌成虫后翅与前翅的比值无显著差异;但长翅型雌成虫前翅与短翅型雌成虫前翅的比值明显小于长翅型雌成虫的后翅与短翅型雌成虫后翅的比值,且短翅型雌成虫的前翅与后翅的比值显著大于长翅型雌成虫的前翅与后翅的比值。这表明短翅型雌成虫的后翅相对于前翅变小得更为明显。此外还发现短翅型白背飞虱雌成虫前翅中的横脉至翅尾长度与前翅长度的比值只有0.231+0.024,明显小于白背飞虱长翅型雄成虫和长翅型雌成虫的比值(分别为0.387+0.012、0.388+0.012),差异达显著水平。这说明与长翅型雌雄成虫相比,白背飞虱短翅型雌成虫前翅中的横脉更靠近翅尾。目前已经证实胰岛素受体在稻飞虱长、短翅型分化中起着关键性的作用,当受体2含量低时,胰岛素信号转导通路就会开启,稻飞虱能生成长翅型,而当受体2含量高时,转导信号就会关闭,稻飞虱就能生成短翅型^[14-15]。然而有关白背飞虱短翅型雌成虫的后翅与前翅相比变小幅度更大、更明显的分子机理尚未见报道,同样白背飞虱短翅型雌成虫前翅中的横脉更靠近翅尾的分子机制也不清楚,这些还有待进一步研究。

参考文献

- [1] HU C X, FU X W, WU K M. Seasonal migration of white-backed planthopper *Sogatella furcifera* Horváth (Hemiptera: Delphacidae) over the Bohai Sea in northern China [J]. *J Asia-Pac Entomol*, 2017, 20(4): 1358-1363.
- [2] MA M Y, WU Y, PENG Z P, et al. Migration analysis of *Sogatella furcifera*

(Hemiptera: Delphacidae) in the northeastern Hunan province in June [J]. *Population ecology*, 2017, 46(4): 757-765.

- [3] 程遐年, 吴进才, 马飞. 褐飞虱研究与防治 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [4] 安志芳, 于居龙, 彭娟, 等. 稻飞虱翅型纯系后代个体的翅型分化对光周期变化不敏感 [J]. *昆虫学报*, 2014, 57(11): 1306-1314.
- [5] LIN X D, LAVINE L C. Endocrine regulation of a dispersal polymorphism in winged insects: A short review [J]. *Curr Opin Insect Sci*, 2018, 25: 20-24.
- [6] ZERA A J. Juvenile hormone and the endocrine regulation of wing polymorphism in insects: New insights from circadian and functional-genomic studies in *Gryllus* crickets [J]. *Physiol Entomol*, 2016, 41(4): 313-326.
- [7] ZHAO J, ZHOU Y L, LI X, et al. Silencing of juvenile hormone epoxide hydrolase gene (*Nljeh*) enhances short wing formation in a macropterous strain of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* [J]. *J Insect Physiol*, 2017, 102: 18-26.
- [8] YU J L, AN Z F, LIU X D. Wingless gene cloning and its role in manipulating the wing dimorphism in the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* [J]. *BMC Mol Biol*, 2014, 15: 1-9.
- [9] LI K Y, HU D B, LIU F Z, et al. Wing patterning genes of *Nilaparvata lugens* identification by transcriptome analysis, and their differential expression profile in wing pads between brachypterous and macropterous morphs [J]. *J Integr Agr*, 2015, 14(9): 1796-1807.
- [10] LIU F Z, LI K Y, LI J, et al. *Apterous A* modulates wing size, bristle formation and patterning in *Nilaparvata lugens* [J]. *Sci Rep*, 2015, 5: 1-12.
- [11] LIN X D, YAO Y, WANG B, et al. JNK signaling mediates wing form polymorphism in brown planthoppers (*Nilaparvata lugens*) [J]. *Insect Biochem Molec*, 2016, 73: 55-61.
- [12] XU J J, WAN G J, HU D B, et al. Molecular characterization, tissue and developmental expression profiles of *cryptochrome* genes in wing dimorphic brown planthoppers, *Nilaparvata lugens* [J]. *Insect Sci*, 2016, 23(6): 805-818.
- [13] ZHOU J C, LEI C, SHI J K, et al. *Tra-2* mediates cross-talk between sex determination and wing polyphenism in female *Nilaparvata lugens* [J]. *Genetics*, 2017, 207(3): 1067-1078.
- [14] XU H J, YUE J, LU B, et al. Two insulin receptors determine alternative wing morphs in planthoppers [J]. *Nature*, 2015, 519: 464-467.
- [15] XU H J, ZHANG C X. Insulin receptors and wing dimorphism in rice planthoppers [J]. *Philos T R Soc B*, 2017, 372: 1-6.
- [16] LIBBRECHT R, CORONA M, WENDE F, et al. Interplay between insulin signaling, juvenile hormone, and vitellogenin regulates maternal effects on polyphenism in ants [J]. *Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America*, 2013, 110: 11050-11055.

(上接第120页)

不破坏自然和文化生态的前提下,营造和谐美好的乡村旅游环境,打造农旅和文旅相结合的民族乡村旅游发展新模式。在保护生态环境和民族传统文化的前提下,合理开发利用旅游资源,注重社区的权益^[12],促进民族地区乡村旅游的可持续发展,实现经济、社会、文化、生态利益最大化。

参考文献

- [1] 中共中央国务院印发《关于加大改革创新力度加快农业现代化建设的若干意见》[N]. 人民日报, 2015-02-02(001).
- [2] 宋明轩, 谢春山. 国内外乡村旅游发展理念、历程和模式比较分析 [J]. *沈阳农业大学学报(社会科学版)*, 2019, 21(4): 385-391.
- [3] 肖佑兴, 明庆忠, 李松志. 论乡村旅游的概念和类型 [J]. *旅游科学*, 2001(3): 8-10.

- [4] 杨旭. 开发“乡村旅游”势在必行 [J]. *旅游学刊*, 1992, 7(2): 38-41, 61.
- [5] 张莹. 乡村振兴战略下民族地区农旅融合提升发展研究 [J]. *农业经济*, 2019(4): 44-46.
- [6] 李俊杰, 李云超. 关于民族地区民宿产业高质量发展的思考 [J]. *云南民族大学学报(哲学社会科学版)*, 2019, 36(3): 70-75.
- [7] 胡鹏辉, 高继波. 新乡贤: 内涵、作用与偏误规避 [J]. *南京农业大学学报(社会科学版)*, 2017, 17(1): 20-29.
- [8] 王云才, 许春霞, 郭焕成. 论中国乡村旅游发展的新趋势 [J]. *干旱区地理*, 2005, 28(6): 862-868.
- [9] 尹振华. 开发我国乡村旅游的新思路 [J]. *旅游学刊*, 2004, 19(5): 40-44.
- [10] 卢世菊. 少数民族地区发展乡村旅游的思考 [J]. *理论月刊*, 2005(8): 70-72.
- [11] 尤海涛. 基于城乡统筹视角的乡村旅游可持续发展研究 [D]. 青岛: 青岛大学, 2015.
- [12] 曹端波. 西南民族地区乡村旅游发展模式研究 [J]. *保山师专学报*, 2008, 27(4): 74-78.