

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.06.3

不同水稻品种对白背飞虱取食和产卵选择性的影响

程正新^{1,3}, 黄所生^{1,2}, 吴碧球^{1,2}, 黄凤宽^{1,2*}, 韦素美¹(1. 广西农业科学院植物保护研究所, 南宁 530007; 2. 广西作物病虫害生物学重点实验室, 南宁 530007;
3. 江西省农业科学院, 南昌 330200)

摘要: 为进一步了解抗虫品种对白背飞虱的抗性机制, 运用标准苗期群体鉴定法、蜜露测定法等方法, 研究了8个不同抗性水平水稻品种对白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horváth) 取食和产卵选择性的影响。结果表明, 水稻品种 IR54751-2-34-10-6-2、MR1532、Rathu Heenati 表现为高抗; IR54742-1-18-12-11-2、IR71604-4-1-4-10-8-5-3-1 表现中抗; IR72 表现为中感; BG367-7、TN1 表现为高感。白背飞虱对 MR1532、IR54751-2-34-10-6-2 和 Rathu Heenati 上的取食趋性较弱, 这几个品种对白背飞虱取食量的影响最大; MR1532、Rathu Heenati 和 IR54751-2-34-10-6-2 上的卵量显著少于产在对照品种 TN1 的卵量, IR54742-1-18-12-11-2、IR71604-4-1-4-10-8-5-3-1、IR72 上的卵量与产在对照品种 TN1 上的卵量差异不显著。白背飞虱在抗虫品种上并非完全不取食, 只是抗性越强取食量越少; 抗性表现为抗的品种对白背飞虱成虫产卵选择性有明显影响。

关键词: 白背飞虱; 抗虫品种; 取食; 产卵选择性; 抗性机制

中图分类号: Q968.1; S433

文献标志码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 06-1084-06

Effects of different rice varieties on feeding and oviposition preference of white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Horváth)

CHENG Zheng-Xin^{1,3}, HUANG Suo-Sheng^{1,2}, WU Bi-Qiu^{1,2}, HUANG Feng-Kuan^{1,2*}, WEI Su-Mei¹
(1. Institute of Plant Protection, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China;
2. Guangxi Key Laboratory for Biology of Crop Diseases and Insect Pests, Nanning 530007, China;
3. Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China)

Abstract: In order to further understand the resistance mechanisms of rice variety to white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Horváth) (WBPH), population group detection and honeydew quantity detection methods were used to study the effects of eight rice varieties on feeding and oviposition preference of WBPH. The results showed that MR1532, IR54751-2-34-10-6-2 and Rathu Heenati were resistant to WBPH, these resistant rice varieties affected the feeding of WBPH strongly. The egg number on MR1532, or on Rathu Heenati and IR54751-2-34-10-6-2 was significantly less than that on TN1. The egg number on IR54742-1-18-12-11-2, or on IR71604-4-1-4-10-8-5-3-1 and IR72 was not significant difference from that on TN1. WBPH did not never suck on resistant rice varieties, but the stronger the resistance of rice varieties are, the less feeding amount the WBPH takes. The resistant rice varieties significantly affect the oviposition preference of WBPH.

Key words: *Sogatella furcifera* (Horváth); resistant rice variety; feeding; oviposition preference; resistance mechanism

基金项目: 广西科学研究与技术开发计划项目 (桂科合 14125007-2-4); “十二五”国家科技支撑计划项目 (2012BAD19B03); 广西自然科学基金项目 (2015GXNSFAA139055, 2015GXNSFAA139054); 广西农业科学院基本科研业务专项项目 (桂农科 2016YM51)

作者简介: 程正新, 男, 1973 年生, 江西省武宁县人, 助理研究员, 硕士研究生, 主要从事水稻抗虫性研究工作, E-mail: chengzxbeetle@163.com

* 通讯作者: Author for correspondence, E-mail: huangfengkuan@gxaas.net

收稿日期 Received: 2016-10-22; **接受日期** Accepted: 2016-11-13

白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horvath) 是水稻生产上的重要害虫, 其发生具有迁飞性、毁灭性和暴发性, 严重威胁着水稻生产。抗虫品种利用是控制该虫经济有效的途径。研究抗虫品种抗对白背飞虱的影响, 有利于更有效地利用抗虫品种。害虫取食量和产卵量是衡量水稻抗虫性的重要指标。早在上世纪 80 年代便有学者对水稻品种对白背飞虱取食和产卵行为等方面的影响进行研究, 相关报道与白背飞虱取食行为的研究结果比较一致, 认为水稻抗性品种对白背飞虱取食有抑制作用 (Khan *et al.*, 1984, 1985; 胡国文等, 1988, 1989; 唐健等, 1991, 1992)。但关于水稻品种对白背飞虱的产卵行为是否有影响却存在不同的观点。有些学者认为抗虫品种对白背飞虱产卵没影响。Khan 和 Saxena (1984) 认为白背飞虱在感虫和抗虫品种上的产卵数基本一致; Pablo (1997) 报道白背飞虱在 25 个感性品种和 20 个抗性品种上的产卵数相似。而多数学者认为抗虫品种对白背飞虱产卵有影响。Heinrichs 等 (1985) 认为抗性品种可抑制白背飞虱产卵; 胡国文等 (1988) 研究认为白背飞虱的产卵量有随着品种抗性增加而降低的趋势; 俞晓平等 (1990) 亦报道成虫在各品种上的栖息量与自由选择产卵量之间呈极显著相关。还有许多学者研究认为白背飞虱在不同抗性水平的水稻品种上产卵量确实存在差异 (刘少华等, 1986; 唐健等, 1991; 刘芳等, 1998)。以上学者研究白背飞虱当时并无生物型的分化。马巨法等 (1989) 证明白背飞虱暂时无生物型的分化。但随后有学者室内实验证明白背飞虱的致害性是可变化的 (陈建明, 2003; 沈君辉等, 2003)。目前, 田间白背飞虱的性质已发生改变。2007 - 2010 年广西田间白背飞虱种群已经出现生物型分化, 以 I 型所占的比例较多, II 型比例有所上升 (黄所生等, 2011)。白背飞虱出现生物型分化之后, 水稻抗虫品种对白背飞虱取食和产卵行为等方面的影响是否也会发生变化目前尚未见报道。因此, 本文研究不同抗性水平水稻品种对目前田间白背飞虱取食和产卵的影响, 进一步了解抗虫品种对白背飞虱的抗性机制, 这对指导抗虫品种选育以及害虫防治工作都有现实意义。

1 材料与方法

1.1 供试虫源和水稻品种

供试虫源: 从南宁田间采集回白背飞虱怀卵成虫, 用 TN1 饲养、繁殖, 备用。

水稻品种 (材料): BG367-7、MR1532、IR54751-2-34-10-6-2、IR72、IR54742-1-18-12-11-2、IR71604-4-1-4-10-8-5-3-1、Rathu Heenati 和 TN1 等 8 个品种, 以上水稻品种 (材料) 均来自国际水稻研究所 (IRRI)。各待测水稻品种 (材料) 种植在防虫网室备用。

1.2 方法

1.2.1 不同水稻品种对白背飞虱的抗性鉴定

采用标准苗期群体鉴定法 (李青等, 1992; 黄所生等, 2011) 测定待测水稻品种对白背飞虱的抗性。

1.2.2 不同水稻品种对白背飞虱取食量的影响

参照吴荣宗等 (1981) 的蜜露测定法并略有改动。在装有泥巴的小塑料杯上盖上一个较大的塑料杯, 大塑料杯底中央预先开个小孔, 刚好够稻株穿过并移栽到小塑料杯中。大杯顶部垫上一张用 0.2% 溴甲酚绿无水乙醇浸渍过的干燥滤纸, 在滤纸与大杯底小孔对应出剪个缝, 刚好使稻株穿过, 并在接触处用 Parafilm 膜包裹好稻株。然后再用一个底部开有接虫孔的大塑料杯 (杯壁刺细孔透气) 扣在上面, 稻株从接虫孔伸出。每一装置接入 2 头白背飞虱长翅型雌成虫 (饥饿 5 h), 并用棉花堵住接虫孔。每个待测水稻品种设 3 个重复。24 h 后取出滤纸, 用标准计算纸测量试虫的蜜露色斑面积。

1.2.3 不同水稻品种对白背飞虱若虫取食选择性的影响

试验按 1.2.1 方法进行。每个待测品种设 3 个重复, 接虫后 24、48、72 和 96 h, 观察、记录各待测品种上若虫的数量。

1.2.4 不同水稻品种对白背飞虱成虫产卵选择性的影响

将一个待测水稻品种和感虫对照品种 TN1 均匀移栽到装有泥巴的瓦盆中, 每个品种 2 株 20 d 龄秧苗, 罩上防虫罩。一盘即为一个处理, 每个处理设 3 个重复。移栽 10 d 后接入 10 头初怀卵的短翅型雌成虫, 8 d 后检查各个品种上的卵量。

2 结果与分析

2.1 不同水稻品种对白背飞虱的抗性

不同水稻品种对白背飞虱的抗性级别不同 (图 1)。Rathu Heenati、IR54751-2-34-10-6-2 和

MR1532 的抗性级别介于 2.0 – 3.9, 表现为高抗水平; IR71604-4-1-4-10-8-5-3-1、IR54742-1-18-12-11-2 的抗性级别介于 4.0 – 5.9, 表现中抗水平; IR72 的抗性级别介于 6.0 – 7.9, 表现为中感水平; BG367-7、TN1 的抗性级别介于 8.0 – 9.0, 表现为高感水平。

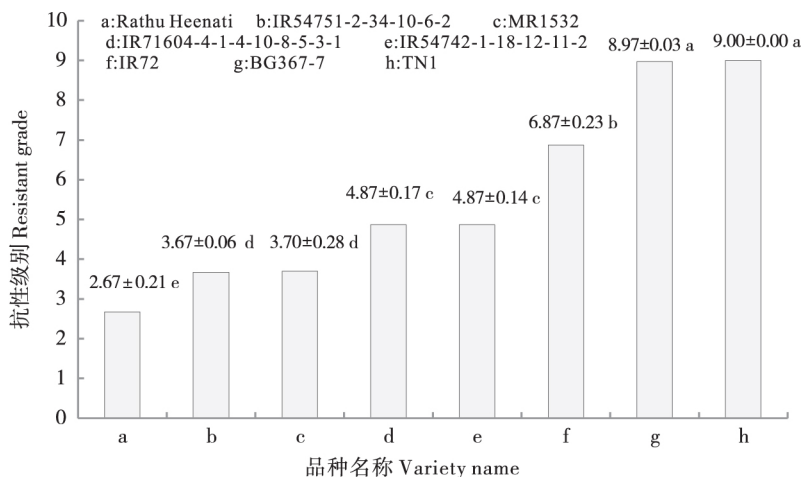


图 1 不同水稻品种对白背飞虱的抗性

Fig. 1 Resistance of different rice varieties to WBPH

注: 图中数字后字母相同者表示经 DMRT 检验在 0.05 水平上差异不显著。图 2 和图 3 同。Note: Means followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$, Duncan's multiple range test). Same to fig. 2 and fig. 3

2.2 不同水稻品种对白背飞虱取食量的影响

不同抗性水平水稻品种对白背飞虱取食量的影响不同 (图 2)。白背飞虱在抗性表现为高抗的品种 Rathu Heenati、IR54751-2-34-10-6-2 和 MR1532 上的蜜露量显著少于其他品种, 其中以 Rathu Heenati 上的蜜露量最少; 在抗性表现为中抗的品种 IR71604-4-1-4-10-8-5-3-1 和 IR54742-1-

18-12-11-2 上的蜜露量显著少于中感或高感的品种 IR72、BG367-7 和 TN1 上的蜜露量, 但却显著多于抗性表现为高抗的品种上的蜜露量; 高感的品种 BG367-7 和 TN1 上的蜜露量显著多于其他品种。以上结果表明, 水稻品种对白背飞虱取食量的影响与其品种的抗性水平成反比, 抗性越强, 白背飞虱取食量越少。

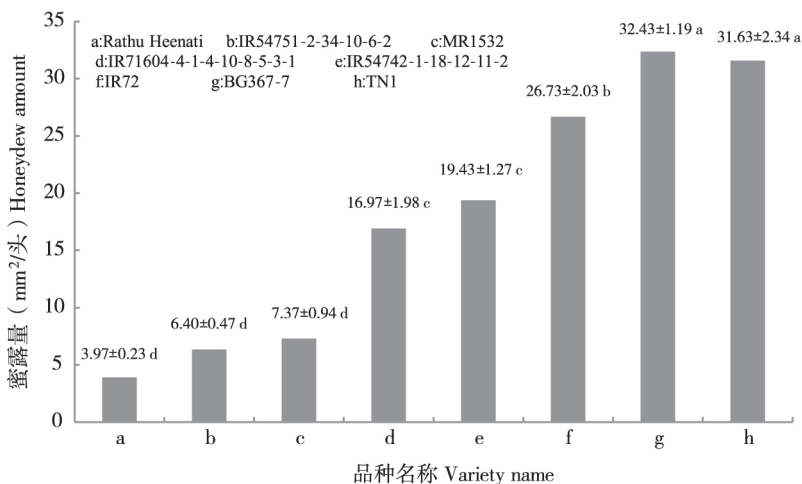


图 2 不同水稻品种对白背飞虱取食量的影响

Fig. 2 Effects of different rice varieties on feeding amounts of WBPH

2.3 不同水稻品种对白背飞虱若虫取食选择性的影响

不同水稻品种对白背飞虱若虫取食选择性有不同的影响 (图 3)。接虫 96 h 后, 抗性表现为中感或高感品种 BG367-7 和 TN1 上白背飞虱若虫比例的平均值处在图中最上部位置, 白背飞虱若虫对其取食趋性最强; 中抗品种 IR71604-4-1-4-10-8-5-3-1、IR54742-1-18-12-11-2 和 IR72 的处在图中最中部位置, 白背飞虱若虫对其取食趋性较强; 抗性表现为高抗的品种 Rathu Heenati、IR54751-2-34-10-6-2 和 MR1532 的则处在图中最下部位置, 白背飞虱若虫对其取食趋性较弱。接虫后 48、72 和 96 h, 各品种上白背飞虱若虫比例在图中的位置基本与平均值的相一致。以上结果表明, 水稻品种对白背飞虱取食选择性的影响与品种的抗性表现成反比。水稻品种抗性程度越高, 白背飞虱若虫的取食趋性越弱; 反之, 则越强。而接虫后 24 h, 各品种上白背飞虱若虫比例在图中的位置基本与平均值的不一致, 可能与接虫后 24 h 内白背飞虱若虫对各品种的取食趋性还没稳定有关。

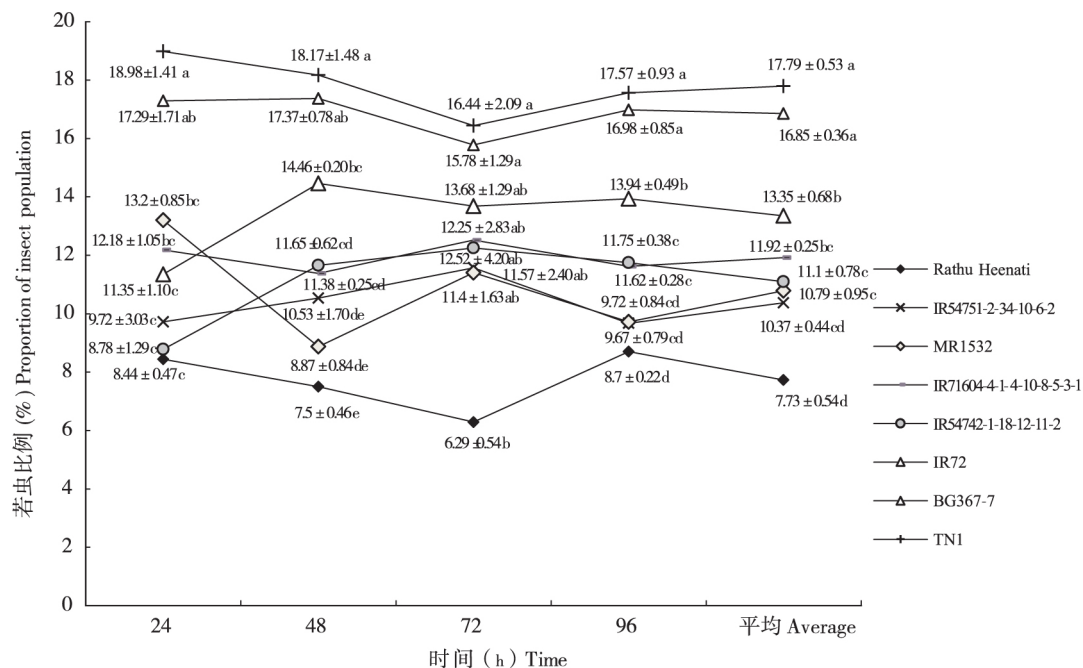


图 3 不同时间若虫在各品种上所占的比例 (%)

Fig. 3 Proportions of the insect population in different rice varieties at different times

2.4 水稻品种对白背飞虱成虫产卵选择性的影响

不同水稻品种对白背飞虱成虫产卵选择性影响不同 (图 4)。对照品种 TN1 的卵量显著多于抗性表现为高抗的品种 Rathu Heenati、IR54751-2-34-10-6-2 和 MR1532 上的卵量; 中抗或中感或高感的品种 IR54742-1-18-12-11-2、IR71604-4-1-4-10-8-5-3-1 和 IR72 上的卵量与对照品种 TN1 上的卵量差异不显著; 高感品种 BG367-7 上的卵量显著多于对照品种 TN1 上的卵量。说明抗性表现为高抗的品种明显影响白背飞虱成虫的产卵, 而中抗或中感或高感的品种对白背飞虱产卵影响不明显。

10-6-2 和 MR1532 的则处在图中最下部位置, 白背飞虱若虫对其取食趋性较弱。接虫后 48、72 和 96 h, 各品种上白背飞虱若虫比例在图中的位置基本与平均值的相一致。以上结果表明, 水稻品种对白背飞虱取食选择性的影响与品种的抗性表现成反比。水稻品种抗性程度越高, 白背飞虱若虫的取食趋性越弱; 反之, 则越强。而接虫后 24 h, 各品种上白背飞虱若虫比例在图中的位置基本与平均值的不一致, 可能与接虫后 24 h 内白背飞虱若虫对各品种的取食趋性还没稳定有关。

3 结论与讨论

前人关于水稻品种对白背飞虱取食行为的研究结果比较一致, 认为抗性品种对白背飞虱取食有抑制作用 (Khan *et al.*, 1984, 1985; 胡国文等, 1988, 1989; 唐健等, 1991, 1992)。本研究结果表明水稻品种抗性越强, 白背飞虱取食量越少, 取食趋性越弱, 支持了前人的观点。同时这也表明白背飞虱的性质变化后, 抗虫品种抗对白背飞虱取食行为的影响没发生变化。本研究还发现, 接虫后 24 h, 白背飞虱若虫取食选择性与品种抗性表现非完全一致, 这是否与接虫后 24 h 内白背飞

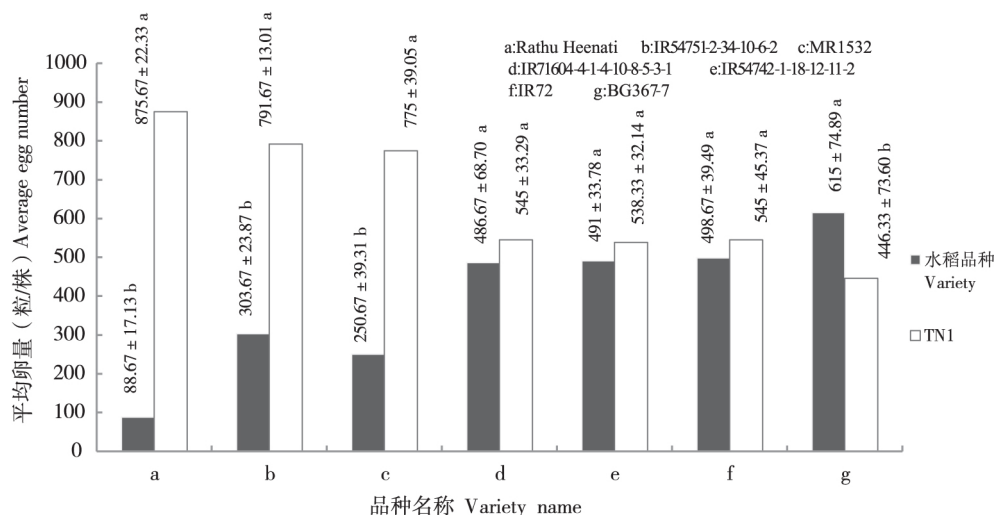


图4 白背飞虱成虫产卵选择性

Fig. 4 Oviposition preference of WBPH adults

注: 图中数字后字母相同者表示经成对数据法的 t 检验, 在 0.05 水平上差异不显著。Note: Means followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$, t -test of one paired data method).

虱若虫对各品种的取食趋性还没稳定有关, 有待进一步研究。

关于在不同水稻品种上白背飞虱的产卵是否存在差异性的问题。少数国外学者认为抗虫品种对白背飞虱产卵没影响 (Khan and Saxena, 1984; Pablo, 1997), 而多数学者认为抗虫品种对白背飞虱产卵有影响 (Heinrichs *et al.*, 1985; 胡国文等, 1988; 俞晓平, 1990; 唐健等, 1991; 刘芳等, 1998)。本研究结果表明, 抗性表现为高抗的品种对白背飞虱成虫产卵明显影响, 而中抗或中感或高感的品种对白背飞虱产卵影响不明显。这一结果支持了多数学者的观点。同时这也表明白背飞虱的性质变化后, 抗虫品种抗对白背飞虱产卵行为的影响没发生变化。

不同抗性水平的水稻品种次生化合物的种类和数量可能存在很大差异, 从而导致水稻品种对白背飞虱的取食和产卵的影响程度不同。胡国文等 (1994) 发现抗虫与感虫稻株上挥发性次生物质影响白背飞虱对寄主的趋性与取食反应。刘光杰等 (1996) 用“丁醇提取法”提取水稻“rathu heenati”的拒食物质, 发现磷酸三丁酯为主要的次生物质与抗白背飞虱有关。目前, 田间白背飞虱的性质已发生改变, 已经出现生物型分化。不同品种对白背飞虱不同生物型的取食和产卵影响以及生理生化机制有待研究。

参考文献 (References)

- Chen JM, Yu XP, Lu ZX, *et al.* Adaptation of *Sogatella furcifera* to insect-resistant rice variety N₂₂ [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14 (11): 1939–1942. 陈建明, 俞晓平, 吕仲贤, 等. 白背飞虱对水稻抗虫品种 N₂₂ 的适应性研究 [J]. *应用生态学报*, 2003, 14 (11): 1939–1942]
- Huang SS, Huang FK, Wu BQ, *et al.* Identification of white-backed plant hopper biotype in Guangxi [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2011, 42 (1): 46–49. 黄所生, 黄凤宽, 吴碧球, 等. 广西白背飞虱生物型测定 [J]. *南方农业学报*, 2011, 42 (1): 46–49]
- Heinrichs EA, Rapusas HR. Levels of resistance to the whitebacked planthopper, *Sogatella fardfere* (Homoptera: Delphacidae) in rice varieties with the same major resistance genes [J]. *Environmental Entomology*, 1985, 14: 83–86
- Hu GW, Liang TX, Liu GJ, *et al.* The extraction, chemical analysis and bioassays of secondary volatiles from rice varieties susceptible and resistant to the whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* (Homoptera: Delphacidae) [J]. *Chinese J. Rice Sci.*, 1994, 8 (4): 223–230. 胡国文, 梁天锡, 刘光杰, 等. 抗白背飞虱水稻品种挥发性次生物质的提取、组分鉴定与生测 [J]. *中国水稻科学*, 1994, 8 (4): 223–230]
- Hu GW, Ma JF, Tang J, *et al.* Preliminary analysis on antibiosis of fourteen rice varieties from Taiwan to whitebacked planthopper (*Sogatella furcifera*) [J]. *Chinese J. Rice Sci.*, 1989, 3 (3): 138–140. 胡国文, 马巨法, 唐健, 等. Nabeshi 等 14 个台湾品种对白背飞虱的抗性测定初报 [J]. *中国水稻科学*, 1989, 3 (3): 138–140]
- Hu GW, Mao LX, Tang J, *et al.* Preliminary analysis on antixenosis and antibiosis level of rice varieties to whitebacked planthopper

- (*Sogatella furcifera*) [J]. *Chinese J. Rice Sci.*, 1988, 2 (2): 79–84. 胡国文, 毛立新, 唐健, 等. 水稻品种对白背飞虱 (*Sogatella furcifera*) 的拒性和抗生性研究初报 [J]. *中国水稻科学*, 1988, 2 (2): 79–84]
- Khan ZR, Saxena RC. Behavioral and physiological responses of *Sogatella furcifera* (Homoptera: Delphacidae) to selected resistance and susceptible rice cultivars [J]. *Econ. Entomol.*, 1985, 78: 1280–1286.
- Khan ZR, Saxena RC. Electronically recorded waveforms associated with the feeding behavior of *Sogatella furcifera* (Homoptera: Delphacidae) on susceptible and resistant rice varieties [J]. *Econ. Entomol.*, 1984, 77: 1479–1482.
- Li Q, Luo SY, Wei SM, et al. Resistance identification of resources from International Network of Genetic Evaluation for Rice (INGER) nurseries [J]. *Guangxi Agricultural Sciences*, 1992, 6: 268–271. 李青, 罗善昱, 韦素美, 等. 国际水稻遗传评价试验网材料的抗虫性鉴定 [J]. *广西农业科学*, 1992, 6: 268–271]
- Liu F, Hu GW. Antixenosis, antibiosis and tolerance of different rice cultivars to the white-backed planthopper (*Sogatella furcifera*) [J]. *Chinese J. Rice Sci.*, 1998, 12 (3): 189–192. 刘芳, 胡国文. 不同类型水稻品种对白背飞虱忌避性、抗生性和耐受性的测定 [J]. *中国水稻科学*, 1998, 12 (3): 189–192]
- Liu GJ, He SJ, Ma JF, et al. Improved extraction method for active antifeeding components from resistant rice varieties and antifeeding effect of extracts on whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* [J]. 刘光杰, 贺水济, 马巨法, 等. 稻株拒食活性成分提取方法的改进及提取物对白背飞虱的拒食作用 [J]. *科技通报*, 1996, 12 (2): 114–117]
- Liu SH, Wu GR. Observation on oviposition of whitebacked planthopper (*Sogatella furcifera*) on different rice varieties [J]. *Journal of Agricultural Science*, 1986, 4: 184–186. 刘少华, 巫国瑞. 白背飞虱在不同水稻品种上的产卵差异性观察 [J]. *浙江农业科学*, 1986, 4: 184–186]
- Lu ZX, Yu XP, Xie ZP, et al. The different feeding and oviposition behavior among brown planthopper biotypes [J]. *Journal of Plant Protection*, 1999, 26 (3): 203–207. 吕仲贤, 俞晓平, 谢忠平, 等. 不同生物型褐飞虱的取食和产卵行为 [J]. *植物保护学报*, 1999, 26 (3): 203–207]
- Ma JF, Tang J, Hu GW. Preliminary analysis on the biotype variation of whitebacked planthopper (*Sogatella furcifera*) [J]. *Plant Protection*, 1989, 15 (3): 28. 马巨法, 唐健, 胡国文. 我国白背飞虱生物型分化问题研究初报 [J]. *植物保护*, 1989, 15 (3): 28]
- Pablo SJ. Resistance to White-backed Planthopper, *Sogatella furcifera* (Horváth) in Rice Varieties [J]. New Delhi: IARI, Division of Entomology, 1997.
- Shen JH, Liu GJ, Chen AH, et al. Electronic monitoring feeding and oviposition behavior of the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* [J]. *Chinese J. Rice Sci.*, 2003, 17 (1): 73–76. 沈君辉, 刘光杰, 陈爱辉, 寒川一成. 电子记录白背飞虱的取食和产卵行为 [J]. *中国水稻科学*, 2003, 17 (1): 73–76]
- Shen JH, Wang Y, Sogava K, et al. Monitoring the changes in virulence of different populations of the white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* rearing on resistant rice varieties [J]. *Chinese J. Rice Sci.*, 2003, 17 (Suppl.): 84–88. 沈君辉, 王燕, 寒川一成, 等. 抗虫水稻品种上饲养的白背飞虱种群的致害性变化 [J]. *中国水稻科学*. 2003, 17 (增刊): 84–88]
- Tang J, Hu GW, Ma JF, et al. Application of principal Component analysis to evaluate the antibiosis of rice varieties to white-backed planthopper [J]. *Chinese J. Rice Sci.*, 1991, 5 (3): 142–144. 唐健, 胡国文, 马巨法, 等. 应用主分量分析评价水稻品种对白背飞虱抗性初探 [J]. *中国水稻科学*, 1991, 5 (3): 142–144]
- Tang J, Hu GW, Ma JF, et al. Studies on antixenosis and antibiosis level of rice varieties to white-backed planthopper (*Sogatella furcifera*) [J]. *Entomological Knowledge*, 1992, 29 (5): 260–262. 唐健, 胡国文, 马巨法, 等. 水稻品种对白背飞虱的拒食性和抗生性测定研究 [J]. *昆虫知识*, 1992, 29 (5): 260–262]
- Wu RZ, Zhang LY, Qiu XG, et al. Studies on the biotype of brown planthopper in China [J]. *Journal of Plant Protection*, 1981, 8 (4): 217–226. 吴荣宗, 张良佑, 邱细广, 等. 我国主要稻区褐稻虱生物型的研究 [J]. *植物保护学报*, 1981, 8 (4): 217–226]
- Yu XP, Wu GR, Hu C. Effect of different varieties on oviposition of white-backed planthopper (*Sogatella furcifera*) [J]. *Journal of Zhejiang Agricultural University*, 1990, 16 (1): 61–65. 俞晓平, 巫国瑞, 胡萃. 不同水稻品种对白背飞虱产卵的影响 [J]. *浙江农业大学学报*, 1990, 16 (1): 61–65]