

淹水胁迫对褐飞虱不同生物型取食量的影响

吴碧球¹ 黄所生¹ 黄凤宽¹ 陈燕² 凌炎¹ 龙丽萍³

1. 广西农业科学院植物保护研究所/广西作物病虫害生物学重点实验室, 南宁 530007;

2. 广西亚热带作物研究所, 南宁 530001; 3. 广西农业科学院水稻研究所, 南宁 530007

摘要 为探讨淹水胁迫对褐飞虱(*Nilaparvata lugens*)生物型 II 和孟加拉型在抗该生物型水稻品种取食量的影响, 采用蜜露量测定法测定经不同淹水胁迫处理后, 水稻植株上褐飞虱不同生物型雌成虫个体分泌的蜜露量。结果表明: 淹水胁迫对褐飞虱不同生物型在抗该型品种上取食量的影响程度不同, 以褐飞虱生物型 II 雌成虫在 ASD7 上的取食量受淹水胁迫影响最大; 褐飞虱生物型 II 在 IR36、IR42 上的取食量及孟加拉型在 IR56、RNR3070、OM997-6 和 ARC5833 上的取食量受淹水胁迫影响较大; 褐飞虱生物型 II 在 OM997-6 上的取食量及褐飞虱 2 种生物型在 RP1976-18-6-4-2 和 ARC5984 上的取食量受淹水胁迫影响较小; 褐飞虱生物型 II 在桂引 901 及褐飞虱 2 种生物型在高抗品种 RHT、Ptb33 和 570011 上的取食量均不受淹水胁迫影响。

关键词 褐飞虱; 生物型; 取食量; 水稻抗虫品种; 淹水胁迫

中图分类号 S 435.112⁺.3; S 474⁺.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2014)03-0042-04

褐飞虱(*Nilaparvata lugens*)是水稻上一种远距离迁飞性害虫, 主要以刺吸稻秆汁液、产卵和传播病毒病三种途径为害水稻, 严重影响水稻生产^[1-4]。大面积种植高产优质抗虫品种是防治褐飞虱的根本措施。水稻品种对褐飞虱的抗性是一定环境条件下水稻与褐飞虱相互作用的表现。受各种非生物因素和生物因素胁迫的影响, 环境条件可通过直接影响褐飞虱的行为、生长发育和繁殖, 亦可通过影响水稻碳水化合物、游离氨基酸、水分含量、微量元素和盐分、维生素、固醇类及次生代谢物含量而间接影响该虫的发生, 因此, 温度、光照强度、昼长、相对湿度、土壤肥力、苗龄等环境因素可以干扰作物抗性的表达^[5-6]。影响抗虫水稻品种对褐飞虱的适口性, 具体表现为褐飞虱取食量的增减。近年来, 全球气候变化异常, 受各种季风和台风的影响, 降雨和洪灾渐多, 稻田淹水情况时有发生, 国内外有关光照强度、苗龄、温度、施氮量等环境因子对水稻品种抗褐飞虱影响的报道较多^[7-11], 但淹水胁迫对褐飞虱不同生物型在抗该型水稻品种取食量的影响则未见报道。笔者以在中国田间占优势种群的褐飞虱生物型 II 和致害力与适应力更强的孟加拉型为研究对象, 观察

淹水胁迫对 2 种褐飞虱生物型在已知抗虫基因水稻品种和部分未知抗虫基因水稻品种上取食量的影响, 旨在为利用水稻抗虫品种控制褐飞虱提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 供试水稻

供试水稻品种共 14 个, 均来自国际水稻研究所和广西水稻种植区, 其中苗期群体鉴定抗褐飞虱生物型 II 的水稻品种为 IR36、IR42、ASD7、Rathu Heenati (RHT)、Ptb33、桂引 901、RP1976-18-6-4-2、OM997-6、ARC5984 和 570011, 抗褐飞虱孟加拉型的水稻品种为 IR56、Rathu Heenati (RHT)、Ptb33、RP1976-18-6-4-2、RNR3070、OM997-6、ARC5833、ARC5984 和 570011, 以 TN1 为感虫对照品种。

1.2 供试虫源

褐飞虱采自广西南宁水稻种植区田间混合种群。对采集的褐飞虱样本进行生物型分离, 然后在玻璃养虫室内自然变温条件下, 用水稻品种 Mudgo 饲养生物型 II, 用 IR36 饲养孟加拉型。

收稿日期: 2013-09-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(31160369)、广西特聘专家专项、“十二五”国家科技支撑计划子课题(2012BAD19B03)、广西农业科学院基本科研业务专项(桂农科 2012YZ05)和广西作物病虫害生物学重点实验室基金项目(13-051-47-ST-1)

吴碧球, 博士, 副研究员. 研究方向: 水稻害虫的综合防控和水稻抗性及其机制. E-mail: wubiq@126.com

通信作者: 黄凤宽, 博士, 研究员. 研究方向: 水稻害虫的防控技术和水稻对害虫的抗性. E-mail: huangfengkuan@gxaas.net

1.3 试验方法

试验在自然变温条件下进行。淹水处理设 5 个水平：不淹水(CK)、淹水 1 d、淹水 3 d、淹水 5 d 和淹水 7 d。将供试水稻品种播于直径为 15 cm 的塑料盆中，每盆 8 苗，每个品种每个处理 3 盆。待稻苗长至 45~60 d 时，将稻苗放入直径 60 cm、高 85 cm 的塑料大桶内，加水浸没稻株。然后分别在淹水 1、3、5、7 d 的稻株主茎第一或第二叶鞘的顶部套 1~2 个石蜡薄膜小袋(3.0 cm×3.4 cm)，接入褐飞虱生物型 II、孟加拉型羽化后 1~2 d 的雌成虫 1 头，让其取食 24 h 后取下小袋。用精密分析天平称量记录褐飞虱分泌的蜜露量(mg)，以代表相对取食量。每个品种每个处理重复 40 个。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 和 DPS^[12] 软件处理数据，并用邓肯氏法进行差异显著性比较($\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 淹水对褐飞虱生物型 II 取食量的影响

淹水胁迫对褐飞虱生物型 II 在抗该型水稻品种上的取食量有影响，但不同抗性品种其影响程度不同。褐飞虱生物型 II 在 IR36、IR42 上的取食量在不淹水、淹水 1 d 和 3 d 的处理中均显著低于感虫对

照 TN1，在淹水 5 d 处理中均与对照差异不显著；当淹水达 7 d 时，在 IR42 上的取食量则显著高于对照，但在 IR36 上的取食量与 TN1 仍差异不显著。在 ASD7 上的取食量在不淹水、淹水 1 d 的处理中均显著低于对照；当淹水时间延长至 3 d 以上时，在 ASD7 上的取食量与对照差异均不显著。在 RP1976-18-6-4-2、OM997-6 和 ARC5984 上的取食量在不淹水、淹水 1 d、淹水 3 d 和淹水 5 d 的处理中均显著低于对照；当淹水时间延长至 7 d 时，在这 3 个品种上的取食量与对照差异不显著。在 RHT、Ptb33、桂引 901 和 570011 上的取食量在不淹水、淹水 1 d、淹水 3 d、淹水 5 d 和淹水 7 d 的处理中均显著低于对照 TN1(表 1)。

试验结果表明：褐飞虱生物型 II 雌成虫在 ASD7 上取食量受淹水胁迫的影响最大，ASD7 稻苗淹水达 3 d 以上时取食量增多，且与对照差异不显著；在 IR36、IR42 上取食量受淹水胁迫的影响较大，当稻苗淹水达 5 d 以上时取食量亦增多；在 RP1976-18-6-4-2、OM997-6 和 ARC5984 等 3 个品种上取食量受淹水胁迫的影响较小，仅当淹水时间延长至 7 d 以上时取食量与对照差异不显著，而在 RHT、Ptb33、桂引 901 和 570011 上取食量不受淹水胁迫的影响。

表 1 淹水胁迫对褐飞虱生物型 II 在抗该型水稻品种上取食量的影响¹⁾

Table 1 Effect of flooding stress to the food consumption of BPH biotype II female adults fed on resistant rice varieties mg

品种 Varieties	淹水时间/d Drowned time				
	CK	1	3	5	7
TN1(CK)	16.9±2.2 a	21.1±2.4 a	23.5±3.1 a	16.6±2.0 a	9.7±1.6 b
IR36	5.9±1.6 cd	9.2±2.6 c	15.2±2.0 b	15.0±1.9 a	7.3±0.9 bc
IR42	10.5±1.4 b	14.9±2.1 b	14.3±1.8 b	16.0±2.3 a	13.9±2.1 a
ASD7	8.4±1.6 bcd	16.2±2.8 b	20.4±2.4 a	13.3±1.8 ab	8.9±1.1 b
RHT	4.9±0.7 d	5.2±0.7 c	7.4±0.8 cd	5.8±0.4 cd	3.7±0.4 d
Ptb33	5.6±0.8 d	5.4±0.9 c	6.7±1.0 cd	5.7±0.7 cd	3.7±0.4 d
桂引 901 Guiyin 901	9.8±1.1 b	8.7±1.3 c	15.8±1.7 b	6.1±0.9 cd	4.2±0.4 cd
RP1976-18-6-4-2	9.5±1.2 bc	4.2±0.6 c	3.3±0.5 d	6.8±1.0 cd	7.1±1.1 bc
OM997-6	10.0±1.2 b	5.2±0.9 c	8.6±1.3 c	10.1±1.5 bc	6.6±0.7 bcd
ARC5984	10.7±1.2 b	7.0±1.4 c	6.7±1.3 cd	7.4±1.4 cd	6.5±0.8 bcd
570011	5.6±0.9 d	4.9±0.5 c	5.0±0.7 cd	5.1±0.7 d	5.0±0.8 cd

1)表中数字表示蜜露量平均值，同列小写字母相同者表示差异不显著(表 2 同)。The number and same lowercase in the same line indicated that mean number of honeydew and non-significantly in 5% respectively (the same in Table 2).

2.2 淹水对褐飞虱孟加拉型取食量的影响

淹水胁迫对褐飞虱孟加拉型在 IR56、RHT、Ptb33、RNR3070、OM997-6、RP1976-18-6-4-2、ARC5833、ARC5984 和 570011 等 9 个水稻品种上的取食量亦有影响，但影响程度不同。褐飞虱孟加拉型雌成虫在 IR56、RNR3070、OM997-6 和

ARC5833 上的取食量在不淹水、淹水 1 d 和 3 d 处理中显著低于感虫对照 TN1，在淹水 5 d 处理中均与对照差异不显著；当淹水达 7 d 时，在 OM997-6 和 ARC5833 上的取食量则显著高于对照，但在 IR56 和 RNR3070 上的取食量与对照仍差异不显著；在 RP1976-18-6-4-2 和 ARC5984 上的取食量在

不淹水、淹水 1 d、淹水 3 d 和淹水 5 d 处理中均显著低于对照,而当淹水胁迫时间延长至 7 d 时,取食量与 TN1 差异不显著;褐飞虱孟加拉型雌成虫在 RHT、Pt33 和 570011 上的取食量在不淹水、淹水 1 d、淹水 3 d、淹水 5 d 和淹水 7 d 的处理中均显著低于对照 TN1(表 2)。

试验结果表明:褐飞虱孟加拉型雌成虫在 IR56、RNR3070、OM997-6 和 ARC5833 上取食量

受淹水胁迫的影响较大,当稻苗淹水时间达 5 d 以上时取食量增多,其中在 OM997-6 和 ARC5833 上稻苗淹水时间至 7 d 时取食量显著高于对照。

另外,褐飞虱孟加拉型雌成虫在 RP1978-18-6-4-2 和 ARC5984 上取食量受淹水胁迫的影响较小,仅当稻苗淹水时间延长至 7 d 以上时取食量与对照差异不显著,而在 RHT、Pt33 和 570011 上取食量不受淹水胁迫的影响。

表 2 淹水胁迫对褐飞虱孟加拉型在抗该型水稻品种上的影响

Table 2 Effect of flooding stress to the food consumption of BPH biotype Bangladesh female adults fed on resistant rice varieties mg

品种 Varieties	淹水时间/d Drowned time				
	CK	1	3	5	7
TN1(CK)	22.0±1.9 a	30.0±2.6 a	27.0±1.9 a	18.3±2.0 a	14.0±1.9 cd
IR56	15.7±1.3 b	16.8±1.7 b	15.0±2.0 b	19.9±1.7 a	14.3±1.6 cd
RHT	5.3±0.7 e	5.9±0.9 d	8.0±0.9 c	9.9±0.9d e	5.5±1.0 e
Pt33	5.4±0.9 e	8.2±1.3 cd	7.1±0.8 c	9.5±1.1d e	5.8±0.6 e
RP1976-18-6-4-2	10.0±1.2 d	12.8±1.3 bc	16.0±1.5 b	12.7±1.4 bcd	11.3±1.2 d
RNR3070	14.4±1.5 bc	16.4±2.0 b	16.9±2.4 b	19.3±2.3 a	18.1±1.9 abc
OM997-6	11.2±1.1 cd	10.2±1.2 cd	18.2±2.0 b	17.4±2.0 ab	20.1±1.9 ab
ARC5833	10.2±1.2 d	12.8±1.6 bc	16.6±2.3 b	15.8±2.0 abc	20.7±2.0 a
ARC5984	9.2±1.0 d	12.1±1.9 bc	17.5±1.6 b	12.2±1.7 cd	15.8±2.2 bcd
570011	5.3±0.8 e	6.6±1.1 d	6.9±1.0 c	5.8±0.7 e	5.3±0.6 e

3 讨 论

本研究结果表明,淹水胁迫对褐飞虱生物型 II 在 ASD7 上取食量的影响最大,对褐飞虱生物型 II 在 IR36、IR42 上的取食量及孟加拉型在 IR56、RNR3070、OM997-6 和 ARC5833 上取食量的影响次之,对褐飞虱生物型 II 在 OM997-6 上的取食量及褐飞虱 2 种生物型在 RP1976-18-6-4-2 和 ARC5984 上取食量的影响较小,而对褐飞虱生物型 II 在桂引 901 上及褐飞虱 2 种生物型在高抗品种 RHT、Pt33 和 570011 上的取食量则没有影响。

种植抗虫作物是一项经济有效控制害虫的措施,抗虫作物通过排趋性、抗生性和耐害性等抗性机制降低害虫对作物的损害。然而,寄主植物的抗性表现很大程度受温度、光照、土壤水分、空气污染程度等环境因子的影响,在非生物逆境因子的胁迫下,寄主植物自身的防御系统减弱,防御能力下降,从而导致害虫爆发,作物受害严重^[13]。非生物逆境通过影响寄主植物的生长发育、形态、组织结构、颜色、温度、营养质量、化学成分而间接影响寄主植物对害虫的适合性^[14],也影响寄主植物作用于寄生性天敌和捕食性天敌的营养水平而间接影响害虫行为和生理机能^[15],从而决定寄主植物对害虫的抗性。淹水作为非生物逆境因子,同样可直接影响害虫的行为、生

长发育和繁殖,也可通过影响作物营养物质、次生代谢物含量而间接影响害虫的发生。据郑许松等^[16]报道,淹水使稻株内游离氨基酸含量明显下降,而总糖含量明显增加,从而对褐飞虱的生长发育产生不利影响。本研究结果表明,淹水胁迫对褐飞虱生物型 II 和孟加拉型在抗该型水稻品种上的取食量有影响,但不同抗性品种其影响程度不同。淹水胁迫下,不同抗性水稻品种植株内与抗虫性相关的营养物质、次生代谢物质、防御蛋白酶等的变化情况还有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] SOGAWA K, CHENG C H. Economic thresholds, nature of damage, and losses caused by the brown planthopper [J]. Entomol Exp Appl, 1979, 27: 125-142.
- [2] YARASI B, SADUMPATI V, IMMANNI C P, et al. Transgenic rice expressing *Allium sativum* leaf agglutinin (ASAL) exhibits high-level resistance against major sap-sucking pests [J]. BMC Plant Biol, 2008(8): 102.
- [3] KUMARI S, SHEBA J M, MARAPPAN M, et al. Screening of IR50 3 Rathu Heenati F7 RILs and identification of SSR markers linked to brown planthopper *Nilaparvata lugens* resistance in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Mol Biotechnol, 2010, 46: 63-71.
- [4] LATIF M A, MOHD, O Y, et al. Interpopulation crosses, in-

- heritance study, and genetic variability in the brown planthopper complex, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) [J]. *Biochem Genet*, 2010, 48: 266-286.
- [5] RIEMER J, WHITTAKER J B. Air pollution and insect herbivores: observed interactions and possible mechanisms [C]// BERNAYS E. *Insect-plant interactions*. Boca Raton: CRC Press, 1989: 73-105.
- [6] TINGEY W M, SINGH R S. Environmental factors influencing the magnitude and expression of resistance [C]// MAXWELL F G, JENNINGS J R. *Breeding plants resistant to insects*. New York: John Wiley & Sons, 1980: 87-113.
- [7] HEINRICHS E A, MEDRANO F G. Influence of *N. fertilizer* on population development of brown planthopper (BPH) [J]. *IRRI*, 1985, 10(6): 20-21.
- [8] 吴碧球, 黄凤宽, 韦素美, 等. 光照强度和施氮量对水稻品种抗褐飞虱不同生物型的影响 [J]. *西南农业学报*, 2004, 17(6): 733-737.
- [9] 黄凤宽, 吴碧球, 韦素美, 等. 光照和苗龄对水稻品种抗褐飞虱生物型的影响 [J]. *西南农业大学学报: 自然科学版*, 2005, 27(2): 143-162.
- [10] 吴碧球, 黄凤宽, 黄所生, 等. 苗龄和施氮量对水稻品种抗褐飞虱不同生物型的影响 [J]. *西南农业学报*, 2009, 22(2): 315-318.
- [11] 郑许松, 陈桂华, 徐红星, 等. 温度和氮肥对褐飞虱存活、生长发育和繁殖的交互作用 [J]. *应用生态学报*, 2009, 20(5): 1171-1175.
- [12] 唐启义, 冯明光. *DPS 数据处理分析的应用* [M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [13] RHOADES D F. Offensive-defensive interactions between herbivores and plants: their relevance in herbivore population dynamics and ecological theory [J]. *American Nature*, 1985, 125: 205-238.
- [14] ELVIS A, HEINRICHS. The role of stress on plant and insect interactions [C]// HEINRICH S. *Proceedings of the international symposium on biotic stress of barley in arid and semi-arid environments*. Montana: [s. n.], 1990: 57-74.
- [15] PARLEVLIET J E. Stability of stress resistance to biotic and abiotic stress factors [C]// HEINRICH S. *Proceedings of the international symposium on biotic stress of barley in arid and semi-arid environments*. Montana: [s. n.], 1990: 33-58.
- [16] 郑许松, 俞晓平, 吕仲贤, 等. 淹水对褐飞虱生长发育和稻株营养成分的影响 [J]. *中国水稻科学*, 1999, 13(2): 117-119.

Effects of flooding stress on food consumption of different brown planthopper biotypes

WU Bi-qiu¹ HUANG Feng-kuan¹ HUANG Suo-sheng¹

CHEN Yan² LING Yan¹ LONG Li-ping³

1. *Plant Protection Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences / Guangxi Key Laboratory for Biology of Crop Diseases and Insect Pests, Nanning 530007, China;*

2. *Guangxi Subtropical Crop Research Institute, Nanning 530002, China;*

3. *Rice Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China*

Abstract The effect of flooding stress on food consumption of different adult female brown planthoppers (*Nilaparvata lugens*) biotypes adult female fed on resistant rice varieties were studied by measuring their honeydew. The results indicated that the effects incidence of flooding stress on the food consumption of different brown planthopper different biotypes fed on resistant rice varieties were different. The impact of flooding stress on the food consumption of brown planthopper biotype II fed on ASD7 was the greatest, and followed by it's great the impact on food consumption of brown planthopper biotype II fed on IR36, IR42 and brown planthopper biotype bangladesh fed on IR56, RNR3070, OM997-6 and ARC5833. The low-impact on food consumption of brown planthopper biotype II fed on OM997-6 and the two brown planthopper biotypes fed on RP1976-18-6-4-2 and ARC5984 was slim. The food consumption of brown planthopper biotype II fed on Guiyin 901 and two brown planthopper biotypes fed on RHT, Ptb33 and 570011 were not impacted influenced by the flooding stress.

Key words brown planthopper (*Nilaparvata lugens*); biotype; food consumption; resistant rice varieties; flooding stress

(责任编辑:陈红叶)