

文章编号: 0529-6579 (2000) S2-0067-05

水稻抗性品种对褐飞虱和白背飞虱 羧酸酯酶活力影响的比较研究*

朱 麟¹, 古德祥¹, 张古忍¹, 张文庆¹, 游金平²

(1. 生物防治国家重点实验室/中山大学昆虫学研究所, 广州 510275;

2. 贵州省林科院森保所, 贵阳 550011)

摘 要: 比较了 ASD7、IR36、JX89、Mudgo 四个抗褐飞虱水稻品种及感性品种 TN1 对褐飞虱和白背飞虱羧酸酯酶活力的影响。两种稻飞虱在各供试的抗性水稻品种上的羧酸酯酶活力均低于在感性品种 TN1 上的羧酸酯酶活力。在抗性水稻品种上, 白背飞虱的羧酸酯酶活力只在 Mudgo 上低于褐飞虱, 而在其余 3 个抗性品种上均较褐飞虱高。结果表明, 抗褐飞虱水稻品种对褐飞虱和白背飞虱的羧酸酯酶活力均有不同程度的抑制作用, 但对褐飞虱的抑制作用显然要大于对白背飞虱的抑制作用。供试水稻品种的这种低抑制作用, 可能会导致白背飞虱持续取食抗褐飞虱的水稻品种, 从而致使其在这类品种种植区种群数量上升。

关键词: 褐飞虱; 白背飞虱; 抗褐飞虱水稻品种; 羧酸酯酶活力

中图分类号: Q55 **文献标识码:** A

褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) (BPH) 和白背飞虱 *Sogatella furcifera* Horváth (WBPH) 是危害水稻的主要害虫, 主要取食水稻韧皮部汁液^[1], 使水稻失去营养, 致使水稻长势减弱, 造成秕谷甚至植株枯萎, 严重时颗粒无收。

羧酸酯酶是影响昆虫食物利用的重要酶类, 对于充分利用植物中水溶性营养物质的昆虫来说尤为重要。褐飞虱和白背飞虱是典型的刺吸式口器昆虫, 只能利用水稻韧皮部汁液中的水溶性成分, 因此, 羧酸酯酶活力对其利用食物的能力有很大的影响。不同的水稻品种因其抗性程度有别, 对稻飞虱取食的影响存在较大的差异。同一水稻品种对两种稻飞虱羧酸酯酶活力的比较研究, 目前尚未见报道。而近 10 多年来白背飞虱种群数量上升, 对这一问题的研究显得更为迫切, 本文试对此作些探讨。

1 材料与方 法

褐飞虱于 1996 年采自广东省四会市大沙镇田间, 前期在室内感性品种七袋占上饲养, 后期在中稻 S₁₁上饲养。白背飞虱先后于 1996 年采自广东省四会市大沙镇田间和 1998 年采

* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39770514); 广东省自然科学基金资助项目 (980297)

收稿日期: 2000-06-21; 作者简介: 朱麟 (1963~), 男, 博士, 现在华中师范大学农药化学研究所工作。

自华中农业大学和湖北省农科院植保所试验田. 测定羧酸酯酶活力之前先让两种稻飞虱在各供试的水稻品种上取食并繁殖两代.

供试水稻品种有: TN1、ASD7、IR36 (湖北省农科院植保所提供)、Mudgo (广东省农科院植保所提供) 和梗粳 89 (JX89), 其中 TN1 为感性品种, JX89、ASD7 和 IR36 为抗褐飞虱品种, Mudgo 为兼抗两种稻飞虱的品种. 所有供试品种于播种后 30 d 供试.

酶源的制备: 称取一定量的试虫, 按 50 mg/mL 加入匀浆液 (0.04 mol/L PBS, pH 7.0, 内含 triton-X100, $\rho = 1\%$). 冰浴匀浆 (4 °C), 14 000 r/min 离心 3 min, 取上清液作为酶源.

酶的活力测定: 参照陈巧云等^[2]的方法, 略修改. 按表 1 加入反应所需的各种试剂, 于 37 °C 下反应 30 min, 加显色剂阻断, 静置 30 min 后用 721 型分光光度计于 600 nm 处测定吸光度. 每一处理重复 3 次.

标准曲线绘制: 按表 2 加入有关试剂, 反应条件同活力测定.

蛋白质测定: 采用 Folin-酚法^[3].

表 1 羧酸酯酶活力测定用试剂¹⁾

试剂	各号试管试剂加入体积/mL			
	0	1	2	3
α -萘酚	5	5	5	5
PBS	1	0.9	0.9	0.9
酶液	0	0.1	0.1	0.1
溴酚蓝	1	1	1	1

1) 0.3 mmol/L α -萘酚, 0.04 mol/L PBS

表 2 绘制标准曲线用试剂¹⁾

试剂	各号试管试剂加入体积/mL					
	0	1	2	3	4	5
α -萘酚	0	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20
PBS	6	5.96	5.92	5.88	5.84	5.80
溴酚蓝	1	1	1	1	1	1

1) 1 mmol/L α -萘酚, 0.04 mol/L PBS

2 结果与分析

两种稻飞虱在不同水稻品种上的羧酸酯酶活力测定结果详见表 3. 其中褐飞虱在各抗性水稻品种上的羧酸酯酶活力以取食 JX89、IR36 的最低, 分别为 5.66 和 7.47 mmol $\cdot$ L⁻¹ $\cdot$ mg⁻¹, 在 ASD7 和 Mudgo 上较高, 但与取食感性品种 TN1 相比, 仍然低很多. 白背飞虱在各品种上的羧酸酯酶活力以取食 Mudgo 的最低, 仅为 4.06 mmol $\cdot$ L⁻¹ $\cdot$ mg⁻¹, 以取食 JX89 的较高, 为 43.75 mmol $\cdot$ L⁻¹ $\cdot$ mg⁻¹, 而在 IR36 和 ASD7 上的活力差异不大, 但均低于在 TN1 上的活力. 上述结果表明, 抗褐飞虱水稻品种对褐飞虱和白背飞虱的羧酸酯酶活力均有不同程度的抑制作用.

在同种抗性水稻品种上, 两种稻飞虱除在 ASD7 上的羧酸酯酶活力没有显著差异外, 在 IR36、JX89 和 Mudgo 上的羧酸酯酶活力均存在显著差异 (表 4), 表明两种稻飞虱对各供试水稻品种的利用效率存在很大的差异, 尤其是对 JX89. 该品种对褐飞虱具有很强的抗性, 但对白背飞虱而言, 对该品种的有效利用似乎并不受很大影响. 白背飞虱对这几个抗性品种有较强的利用能力.

两种稻飞虱在不同水稻品种上饲养两代以后, 羧酸酯酶活力的方差分析如表 5. 羧酸酯酶活力的变化是由多种因素造成的. 在稻飞虱间, 水稻品种间以及稻飞虱与水稻品种的交互间均存在极显著的差异.

表 3 两种稻飞虱在不同水稻品种上的羧酸酯酶活力¹⁾

稻飞虱 种类	水稻 品种	酶活力 (mmol·L ⁻¹ ·mg ⁻¹)	稻飞虱 种类	水稻 品种	酶活力 (mmol·L ⁻¹ ·mg ⁻¹)
BPH	ASD7	18.67b	WBPH	ASD7	20.59b
	IR36	7.47d		IR36	21.88b
	JX89	5.66d		JX89	43.75a
	Mudgo	12.72c		Mudgo	4.06c
	TN1	73.09a		TN1	50.75a

1) 同一列相同字母者无显著性差异 ($\alpha=0.05$, 邓肯氏新复极差法, 钟伯雄、俊良, 1992).

表 4 两种稻飞虱在同一水稻品种上的羧酸酯酶活力比较¹⁾

水稻 品种	稻飞虱 种类	酶活力 mmol·L ⁻¹ ·mg ⁻¹	水稻 品种	稻飞虱 种类	酶活力 mmol·L ⁻¹ ·mg ⁻¹
ASD7	BPH	18.67a	JX89	WBPH	43.75a
	WBPH	20.59a	Mudgo	BPH	12.72a
IR36	BPH	7.47b		WBPH	4.06b
	WBPH	21.88a	TN1	BPH	73.09a
JX89	BPH	5.66b		WBPH	50.75b

1) 同一列相同字母者无显著性差异 ($\alpha=0.05$, 邓肯氏新复极差法, 钟伯雄、徐俊良, 1992).

表 5 两种稻飞虱羧酸酯酶活力方差分析

变异来源	df	SS	MS	F	F _{0.01}	F _{0.05}
稻飞虱种类间	1	164.64	164.64	29.35**	8.10	4.35
水稻品种间	4	10 627.04	2 656.76	473.58**	4.43	2.87
稻飞虱 × 水稻品种	4	3 190.02	797.51	142.16**	4.43	2.87
误差	20	112.28	5.61			
总变异	29	14 093.98				

** 差异极显著.

3 讨 论

酶的作用大致有两个方面, 其一是控制代谢活动, 包括对营养物质的合成与分解代谢, 这一作用主要影响昆虫对植物中营养物质的利用; 另一个作用就昆虫而言, 涉及对植物中次生性物质的解毒作用. 酶活性低, 表明昆虫在这两个方面均受到影响. 在昆虫中, 目前研究较为详细的有七大酶系在昆虫的解毒体系中发挥作用^[4].

两种稻飞虱在各抗性水稻品种上饲养两代以后, 羧酸酯酶活力呈显著下降趋势, 表明在水稻营养物质的利用和对水稻中次生性物质的解毒两个方面均受到了影响. 一些研究结果表明^[5-7], 褐飞虱在不同的抗性水稻品种上取食后, 羧酸酯酶活力明显下降, 并认为水稻抗性品种对褐飞虱羧酸酯酶活力的抑制作用是抗性水稻品种之所以具有抗性的主要原因. 本研究获得了与这些研究相似的结果, 不同的是白背飞虱羧酸酯酶活力虽同样受到抑制, 但在部分抗性品种上的羧酸酯酶活力明显大于褐飞虱的羧酸酯酶活力, 其原因尚不清楚, 有待于进一步研究.

另一个与此相矛盾的结果是吕仲贤等^[8]从褐飞虱对水稻抗性品种的适应性方面进行的

研究. 该研究结果表明, 褐飞虱在抗性水稻品种上生活若干世代后, 体内羧酸酯酶活力将呈上升趋势. 并且认为正是这种羧酸酯酶活力的上升, 导致褐飞虱对抗性水稻品种利用率提高, 并最终导致对抗性水稻品种适应性的增加. 在其它昆虫, 特别是咀嚼式口器的昆虫中, 取食寄主植物后, 由于植物中次生性化合物的存在而导致解毒酶活力的上升是一种普遍现象, 尤其是对多食性昆虫^[9]. 在刺吸式口器昆虫中, 对蚜虫的研究表明^[10], 寄主植物对蚜虫体内羧酸酯酶活力有明显的影响, 表明寄主植物中次生性物质对刺吸式口器昆虫体内羧酸酯酶活力存在诱导现象. 由于羧酸酯酶主要水解水溶性物质, 因此, 在寄主植物维管束中存在影响刺吸式口器昆虫取食的次生性物质是一个不容忽视的事实, 正是这些物质对羧酸酯酶活力产生了诱导作用. 在稻飞虱的研究中, 羧酸酯酶活力出现这两个相反结果的原因有待进一步研究.

对各类酶尚有许多工作需要进一步研究, 如水稻品种中羧酸酯酶活力与稻飞虱羧酸酯酶活力的对应关系; 稻飞虱及水稻品种种群中酶活力的个体变异; 水稻品种与稻飞虱体内其它酶类的作用以及不同酶类在稻飞虱与水稻抗性品种关系中的调控机理等. 如果在这方面取得了很好的进展, 将会对水稻抗性品种的选育、推广以及对稻飞虱的防治均会起到积极的作用.

参考文献:

- [1] SOGAWA K. The rice brown planthopper: feeding physiology and host plant interactions. *Ann Rev Entomol*, 1982, 27: 49 ~ 73.
- [2] 陈巧云, 姜家良, 林浩, 等. 黑尾叶蝉对有机磷杀虫剂的抗性及其增效机制的研究. *昆虫学报*, 1978, 21(4): 360 ~ 367.
- [3] BRADFORD M M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Anal Biochem*, 1976, 22: 248 ~ 254.
- [4] LINDROTH R L. Differential Toxicity of plant allelochemicals to insects: roles of enzymatic detoxication systems. In: BERNAYS E A ed. *Insect—plant Interactions*. CRC Press, Boca Raton, Fla, 1991, 3: 1 ~ 33.
- [5] 吴中孚, 陈德利, 赵士熙. 水稻不同抗性品种对褐稻虱生理代谢影响的研究 I. 酯酶同工酶. *福建农学院学报*, 1992, 21(4): 386 ~ 390.
- [6] 吴刚, 吴中孚, 赵士熙, 等. 水稻品种抗性对白背稻虱羧酸酯酶和磷酸酯酶活力的影响[J]. *植物保护学报*, 1993, 20(2): 139 ~ 142.
- [7] 赵士熙, 吴中孚, 吴刚, 等. 水稻品种抗性对虫体酯酶的影响. *植物保护学报*, 1993, 20(3): 193 ~ 198.
- [8] 吕仲贤, 俞晓平, 郑许松, 等. 褐飞虱致害性变异过程及其体内酶的变化. *昆虫学报*, 1997, 40(增刊): 122 ~ 127.
- [9] AHMAD S. Mixed-function oxidase activities in a generalist herbivore in relation to its biology, food plants, and feeding history. *Ecology*, 1983, 64: 235 ~ 243.
- [10] 高希武. 寄主植物对棉蚜羧酸酯酶活性的影响. *昆虫学报* 1992, 35(3): 267 ~ 272.

Carboxylesterase Activities of the Brown and the Whitebacked Planthoppers Feeding on Resistant Rice Varieties

ZHU Lin^{*}, GU De-xiang, ZHANG Gu-ren, ZHANG Wen-qing, YOU Jin-ping

Abstract: Four rice varieties against the brown planthopper (BPH) (*Nilaparvata lugens*), ASD7, IR36, Jianxian 89(JX89), Mudgo, and a susceptible one, TN1, were used to feed the brown planthopper and the whitebacked planthopper(WBPH) (*Sogatella furcifera*). The carboxylesterase activities feeding on resistant varieties were lower than that on susceptible one. When feeding on resistant rice varieties, only on Mudgo does WBPH have the lowest carboxylesterase activities which were significantly lower than that of BPH. When feeding on ASD7, IR36, and JX89, the carboxylesterase activities of WBPH were significantly higher. The results indicated that the BPH-resistant rice varieties suppressed the carboxylesterase activities of both BPH and WBPH, but less effect on WBPH. This lower effect of BPH-resistant rice varieties on WBPH may infer that WBPH potentially feeds and develops on BPH-resistant rice varieties, and may result in an increase of WBPH population if the BPH-resistant rice varieties are planted for a long time in large areas.

Keywords: *Nilaparvata lugens*; *Sogatella furcifera*; BPH-resistant rice varieties; carboxylesterase activities

* State Key Lab for Biological Control & Institute of Entomology, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China