

水稻中抗品种抗褐稻虱机制的研究*

李冠雄** 吴荣宗 陈升枢
(植保系) (生物系)

摘要 褐稻虱在中抗水稻品种上的刺探频率低于抗级品种。虽然褐稻虱在中抗品种上能正常取食,但同化利用率较低。中抗品种受害后,无论是植株损害系数、光合作用强度降低程度或产量损失率均显著较感虫品种的少,说明了受害后较之感虫品种具有较强的补偿能力。另外,水稻品种受害后呼吸强度均较健株的明显降低。

关键词 褐稻虱;抗性机制;中抗;光合作用;呼吸作用

褐稻虱[*Nilaparvata lugens* (Stål)]是我国和亚洲稻区主要的水稻害虫之一,利用抗虫品种是有效的防治措施,但如果大面积连续种植抗性基因单一的抗虫品种,较易引起褐稻虱新生物型的产生,使原来的抗虫品种失去抗性^[1]。由于中抗品种能相对延缓害虫新生物型的产生,一些学者提出要重视对具水平抗性品种的选育^[4,5,7],而现有的中抗品种多具水平抗性,其抗性由微效基因所控制。本文的研究目的是要弄清中抗品种的抗性机制,为中抗品种的选育和利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种为 TN₁(感虫)、Mudgo(高抗)和中抗品种中山红、包选₂及辐包₇₈₋₂₋₁(为辐包₂₋₁的株系)。供试褐稻虱属生物型₁。

1.2 方法

1.2.1 褐稻虱在不同品种上的食痕数 参照 Sogawa 和 Pathak(1970)的方法^[8],将被取食过的叶鞘连同茎秆剪下,浸于 0.1% 玫瑰精 B(Rhodamine)水溶液中染色 10~15 min,食痕经染色后呈桃红色。

1.2.2 褐稻虱在不同品种上的吸食量和同化食物量 按 Heinrichs 等(1985)采用的蜡膜小袋(parafilm sachets)法^[4],并计算各项数值。蜜露的 pH 值用 pH 精密试纸测定。各处理分别设 30 个重复,每重复为 1 头长翅型雌成虫。

1.2.3 水稻品种对褐稻虱发育进度的影响 30 d 秧龄接入 2 龄若虫,每株接虫量为 25,50 和 100 头共 3 个处理,各处理设 5 个重复。接虫后第 8 d 分别计算各虫龄。

1.2.4 褐稻虱为害引起的产量损失评价 参照 Heinrichs 等(1985)的方法^[4],于播种后

* 本文为国家自然科学基金资助项目。

** 现在拱北动植物检疫所工作。

1990-01-09 收稿

第 60 d 每丛接入 5 对雌雄成虫,各处理设 3 个重复,每重复种植面积为 1 m²。移植后罩上纱网。

1.2.5 不同品种的植株损害系数 每株水稻分别于 30,45 和 60 d 3 个秧龄期接入不同数量的 2~3 龄若虫,各处理设 5 个重复。植株损害系数的计算按 Panda 与 Heinrichs (1983)的方法^[7]。

1.2.6 水稻品种受害后光合作用强度和呼吸作用强度的测定 测定方法参照文献^[1]。红外线 CO₂ 分析仪为西德产(LEYBOLD-HERAEUS),流经叶室的气流量为 50 L/h,叶室温度为 30±3℃。测定光合作用强度时通入空气并进行 10 000 Lx 的光照 测定呼吸作用强度保持黑暗,并通入不含 CO₂ 的空气流。所有测定均为开放式。供试秧龄为 60 d,每株接入 4~5 龄若虫 100 头,另设不接虫的作为对照。接虫后第 1~6 d,每天分别测定各品种的光合作用和呼吸作用强度。各处理均设 5 个重复。

2 结果与分析

2.1 褐稻虱在不同品种上的食痕数 根据试验结果(表 1),在抗级品种上褐稻虱造成的食痕数最多,表明刺探频率最高,它们不适宜于褐稻虱吸食。中抗品种上的食痕数低于抗虫品种,可分为两类型:1. 以中山红等为代表,这些品种以耐害性为主^[3],其食痕数与感虫品种的无差异。2. 以 Kencana 等为代表,除耐害性外它们还兼有一定的抗生性^[7],其食痕数显著高于感虫品种而又低于抗虫品种。

表 1 褐稻虱在不同品种上的食痕数*

品 种	抗 级	食痕数/24h
Mudgo	R	41.1±4.4a
ASD ₇	R	46.8±3.2a
Kencana	MR	31.0±3.5b
Utri Rajapan	MR	30.3±3.3b
Triveni	MR	29.6±2.9b
辐包	MR	23.3±2.6bc
中山红	MR	17.4±2.4cd
包选 ₂	MR	15.1±1.9cd
双菲 ₁	S	14.8±2.2cd
TN ₁	S	11.8±1.5d

* 接虫时为 45 d 秧龄,表内英文字母相同者表示经邓肯氏检验(DMRT)差异不显著(P>0.05)。

R:抗;MR:中抗;S:感虫

2.2 褐稻虱在不同品种上的吸食量与同化食物量 从表 2 看,抗级品种 Mudgo 由于具有强抗生作用,引起了褐稻虱的吸食量和同化食物量显著减少,导致排泄蜜露量、体重增加率及同化比值等都较其它品种明显降低。中抗品种对褐稻虱的影响可分为两种类型:(1)褐稻虱在中山红上的吸食量、同化食物量和排泄蜜露量均不会低于感虫品种,所以体重不会明显下降。(2)包选₂和辐包₇₈₋₂₋₁的抗性机制以耐害性为主,兼有

表 2 褐稻虱长翅型雌成虫在不同品种上的吸食量与同化利用*

品 种	抗 级	体 重 增 加		吸 食 量... (mg/♀)	同 化 食 物 量... (mg/♀)	排 泄 粪 量 (mg)	同 化 比 值... (%)	蜜 露 PH 值
		增加量(mg)	增加率(%)					
IN ₁	S	0.60±0.08 a	27.63±3.70 a	24.99±1.89 b	1.16±0.07 a	23.81±1.86 b	7.69±0.96 a	8.1±0.1 a
	MIR	0.57±0.09 a	25.44±4.25 a	35.23±4.35 a	1.14±0.09 a	34.07±4.30 a	5.45±1.05 b	8.1±0.1 a
中山红	MIR	0.27±0.08 b	12.84±3.59 b	26.99±3.51 b	0.82±0.08 b	26.15±3.47 ab	4.52±0.79 b	8.0±0.0 a
	MIR	0.16±0.08 b	9.50±3.64 b	19.36±2.16 c	0.73±0.07 b	18.62±2.13 bc	3.95±0.49 b	8.1±0.1 a
Mudgo	R	-0.10±0.07 c	-3.58±3.17 c	12.30±1.98c	0.44±0.07 c	11.82±1.95 c	3.51±0.36 b	8.0±0.0 a

* 接虫时为 60d 雌龄。表内竖行英文字母相同者表示邓肯氏检验(DMRT)差异不显著($P>0.05$)。

** 同化比值:同化食物量/吸入食物量

*** 指平均每天的数值。

S:感虫;MR:中抗;R:抗

不同程度的抗性^[3],褐稻虱在这些品种上的排泄蜜露量均与感虫品种差异不明显,但其同化食物量和体重增加率等均显著低于感虫品种。

值得注意的是,在中抗品种上褐稻虱的同化比值均显著低于感虫品种 TN₁,而接近于抗级品种 Mudgo,说明了飞虱在中抗品种上虽能正常吸食,但对营养物质进行同化、吸收的能力却较差。此外,根据褐稻虱取食后排泄的蜜露呈弱碱性,可认为其主要的取食部位是在维管束中的韧皮部,这一点与前人的研究结果是一致的^[6,9]。

2.3 水稻品种对褐稻虱发育进度的影响 表3的试验结果表明,在感虫和中抗品种上当虫量增大时,褐稻虱的发育进度明显减缓,表现于若虫的比例增大,而成虫比例减少;但上述情况在抗级品种上表现不明显。与感虫品种比较,抗虫品种延缓了飞虱的发育,而中抗品种的影响并不明显。

2.4 褐稻虱为害引起的产量损失评价 从表4看,抗级品种 Mudgo 由于抗性作用的影响,导致飞虱虫口密度显著减少,因而产量损失率和结实减退率均最低。中抗品种尽管虫口密度与感虫品种 TN₁ 的差异不大,但产量损失率和结实减退率却明显低于感虫品种,证明中抗品种具有较强的耐害能力。

表3 褐稻虱在不同品种上的发育进度*

品 种	抗 级	接虫量 (头/株)	虫态百分比(%)			成 虫
			若 虫			
			3 龄	4 龄	5 龄	
TN ₁	S	25	0.00	6.24	69.59	24.17
		50	0.00	15.11	72.64	12.25
		100	0.00	30.28	66.96	2.76
		平均	0.00	17.21	69.73	13.06
中山红	MR	25	0.00	11.48	70.97	17.55
		50	0.00	21.19	69.35	9.47
		100	0.00	26.82	68.18	5.00
		平均	0.00	19.83	69.56	10.67
辐包 ₇₈₋₂₋₁	MR	25	0.00	19.65	59.19	21.16
		50	0.00	24.06	68.58	7.35
		100	0.00	33.03	56.58	10.38
		平均	0.00	25.58	61.45	12.96
包选 ₂	MR	25	0.00	24.62	49.76	25.62
		50	9.48	28.58	54.53	7.41
		100	8.73	22.50	60.05	8.72
		平均	6.07	25.23	54.78	13.92
Mudgo	R	25	0.00	26.94	68.06	5.00
		50	3.33	34.36	58.90	3.41
		100	16.55	29.46	50.83	3.16
		平均	6.63	30.25	59.26	3.86

*接虫时为2龄若虫,为害时间为8d。

S:感虫;MR:中抗;R:抗

表 4 不同品种受褐稻虱为害后的产量比较*

品 种	实际产量(g)**		产量损失率 (%)	结实率(%)		结实减退率 (%)	虫口密度*** (头/丛)	
	不接虫	接虫		不接虫	接虫			
TN ₁	S	78.44±11.48 b	5.90±2.94 c	92.49±3.75 a	75.45±2.12 a	19.42±2.94 c	74.26±7.78 a	115.8±17.6 a
中山红	MR	145.23±12.84 ab	79.10±27.08 b	45.54±18.65 b	82.22±2.33 a	59.11±8.29 ab	28.11±10.08 bc	96.5±6.1 a
包选 ₁	MR	114.32±2.08 ab	46.95±2.86 bc	58.93±2.50 b	76.34±2.50 a	48.78±8.63 b	36.10±11.30 b	104.5±6.4 a
Muddgo	R	175.45±44.86 a	173.57±12.20 a	7.10±3.48 c	76.67±1.53 a	74.00±0.58 a	3.48±0.75 c	16.33±2.2 b

* 播种后 60 d 接虫,接虫量为 5 对成虫/丛。

** 实际产量按每 m² 面积计算,于 1987 年 10 月下旬收获。

*** 接虫后第 40 d 检查的虫口密度

表内竖行英文字母相同者表示经邓肯氏检验(DMRT)差异不显著(P>0.05)。

S:感虫;MR:中抗;R:抗

表5 水稻品种在不同虫口密度下的植株损害系数(FPLI)*

积龄 (d)	品种	抗级	植株损害系数(%)				平均
			25头/株	50头/株	100头/株	150头/株	
30	TN ₁	S	26.77±6.26 a(C)	74.18±6.27 a(B)	100.00±0.00 a(A)	—	66.99±8.56 a
	辐包 ₇₈₋₂₋₁	MR	22.68±6.79 a(B)	44.83±10.77 b(AB)	62.09±8.44 b(A)	—	43.20±6.39 b
	中山红	MR	30.29±7.07 a(B)	19.58±2.90 c(B)	68.85±9.12 b(A)	—	39.57±6.74 bc
	包选 ₂	MR	28.55±4.77 a(B)	45.01±8.05 b(B)	69.09±6.44 b(A)	—	47.55±5.66 b
	Mudgo	R	32.14±11.37 a(A)	9.48±2.87 c(A)	28.75±5.36 c(A)	—	23.46±4.79 c
45	TN ₁	S	—	64.95±6.17 a(B)	88.60±2.42 a(A)	100.00±0.00 a(A)	84.52±4.40 a
	辐包 ₇₈₋₂₋₁	MR	—	58.80±5.10 a(B)	92.93±3.59 a(A)	98.00±2.00 a(A)	83.24±5.07 a
	中山红	MR	—	39.91±5.86 bc(B)	78.85±4.71 b(A)	88.19±3.88 b(A)	68.98±6.17 b
	包选 ₂	MR	—	52.87±4.44 ab(C)	72.08±2.38 b(B)	84.08±4.02 b(A)	69.68±3.97 b
	Mudgo	R	—	34.08±5.09 c(B)	48.77±2.11 c(A)	51.01±3.60 c(A)	44.62±2.86 c
60	TN ₁	S	—	52.57±13.60 a(B)	77.48±8.22 a(AB)	96.08±3.92 a(A)	75.38±6.94 a
	辐包 ₇₈₋₂₋₁	MR	—	42.12±5.30 a(C)	63.88±5.08 a(B)	81.79±3.27 b(A)	62.59±4.99 a
	中山红	MR	—	52.41±1.04 a(B)	64.36±5.39 a(A)	75.08±2.91 b(A)	63.95±3.13 a
	包选 ₂	MR	—	42.95±7.09 a(B)	69.52±2.74 a(A)	71.77±5.84 b(A)	61.41±4.58 a
	Mudgo	R	—	28.40±4.65 a(B)	37.69±5.66 b(AB)	51.89±3.50 c(A)	39.33±3.60 b

* 表内同一株龄英文字母相同者表示经邓肯氏检验(DMRT)差异不显著(P>0.05),小写字母为不同品种间的比较,大写字母为同一品种间的比较。

S:感虫;MR:中抗;R:抗

表 6 不同品种受害后光合作用强度与增减率

试验 时间	接虫 天数	光合作用强度 (mgCO ₂ /dm ²) [*]				光合作用强度增减率 (%) ^{**}			
		TN ₁	中山红	包选 ₂	Mudgo	TN ₁	中山红	包选 ₂	Mudgo
1987, 10	1	20.68 a(B)	23.69 a(A)	21.60 ab(AB)	22.28 a(AB)	-9.61 a(A)	-7.32 a(A)	-6.06 ab(A)	-3.88 a(A)
	2	20.37 a(A)	23.14 ab(A)	22.46 a(A)	21.69 a(A)	-10.90 a(A)	-9.47 ab(A)	-2.32 a(A)	-6.42 a(A)
	3	18.53 ab(C)	23.08 ab(A)	20.75 bc(B)	21.15 a(B)	-19.01 ab(B)	-9.69 ab(A)	-9.75 bc(A)	-8.76 a(A)
	4	16.60 ab(B)	21.37 bc(A)	20.19 bc(A)	21.90 a(A)	-27.46 ab(B)	-16.40 bc(AB)	-12.16 bc(A)	-5.52 a(A)
	5	17.04 ab(B)	22.03 abc(A)	19.52 c(AB)	21.00 a(A)	-25.51 ab(B)	-13.81 abc(AB)	-15.10 c(AB)	-9.39 a(A)
	6	13.91 b(C)	20.92 c(A)	18.01 d(B)	18.85 b(AB)	-39.21 b(B)	-18.16 c(A)	-21.65 d(A)	-18.70 b(A)
平均	17.86 (C)	22.37 (A)	20.42 (B)	21.14 (AB)	-21.85 (B)	-12.48 (A)	-11.17 (A)	-8.78 (A)	
1988, 5	1	22.05 a(B)	22.36 a(B)	25.51 a(A)	19.44 a(B)	-9.11 a(A)	-3.32 a(A)	-2.85 a(A)	-4.06 a(A)
	2	20.96 ab(AB)	21.09 a(AB)	23.74 a(A)	19.38 a(B)	-13.54 ab(A)	-8.86 ab(A)	-9.60 ab(A)	-4.35 a(A)
	3	20.13 ab(AB)	16.51 b(C)	22.26 ab(A)	18.25 a(BC)	-25.66 bc(B)	-8.52 ab(A)	-16.42 ab(AB)	-9.33 a(AB)
	4	19.41 ab(AB)	15.75 b(B)	22.07 ab(A)	17.34 a(B)	-28.32 bc(A)	-12.75 ab(A)	-17.13 ab(A)	-13.88 a(A)
	5	17.61 bc(A)	17.53 b(A)	21.70 ab(A)	18.25 a(A)	-36.30 cd(B)	-19.15 ab(AB)	-15.71 ab(A)	-12.44 a(A)
	6	13.86 c(B)	17.12 b(AB)	19.59 b(A)	18.17 a(A)	-49.81 d(B)	-21.03 b(A)	-24.01 b(A)	-12.80 a(A)
平均	19.00 (B)	18.39 (B)	22.48 (A)	18.47 (B)	-27.12 (B)	-12.27 (A)	-14.29 (A)	-9.48 (A)	

* 折算每 h 的光合作用强度。

** 光合作用强度增减率 (%) = $\frac{\text{受害株(接虫)光合作用强度} - \text{健康株(对照)光合作用强度}}{\text{健康株(对照)光合作用强度}} \times 100\%$

表内同一试验日期英文字母相同者表示经邓肯氏检验(DMRT)差异不显著(P>0.05),小写字母为同一品种的比较,大写字母为不同品种间的比较。

表7 不同品种受害后呼吸作用强度与增减率

试验 时间	接虫 天数	光合作用强度 (mgCO ₂ /dm ²)*			光合作用强度增减率(%)**		
		TN ₁	中山红	Mudgo	TN ₁	中山红	Mudgo
1987,10	1	2.13 a(A)	1.68 a(A)	1.81 a(A)	11.62 a(A)	-7.58 a(A)	-1.20 a(A)
	2	1.97 abc(A)	1.62 a(B)	1.68 a(AB)	3.52 abc(A)	-10.99 a(A)	-8.09 a(A)
	3	2.01 ab(A)	1.53 a(B)	1.66 a(B)	5.02 ab(A)	-16.15 a(B)	-9.29 a(AB)
	4	1.48 d(A)	1.45 a(A)	1.55 a(A)	-22.30 d(A)	-20.55 a(A)	-15.30 a(A)
	5	1.61 cd(A)	1.64 a(A)	1.49 a(A)	-15.92 cd(A)	-9.89 a(A)	-18.80 a(A)
	6	1.68 bcd(AB)	1.55 a(B)	1.87 a(A)	-12.04 bcd(A)	-14.95 a(A)	2.08 a(A)
平均		1.81 (A)	1.58 (B)	1.68 (AB)	-5.06 (A)	-13.35 (AB)	-8.43 (A)
1988,5	1	1.77 a(A)	1.55 a(B)	1.65 a(B)	7.15 a(A)	-7.86 a(B)	-3.95 ab(B)
	2	1.57 a(A)	1.49 a(A)	1.53 a(A)	-4.97 ab(A)	-11.55 ab(AB)	-10.93 b(AB)
	3	1.63 a(A)	1.28 b(B)	1.54 a(A)	-10.71 b(A)	-12.79 ab(A)	-9.94 b(A)
	4	1.57 a(A)	1.25 b(B)	1.51 a(A)	-14.10 b(A)	-14.97 ab(A)	-11.93 b(A)
	5	1.64 a(A)	1.53 a(A)	1.56 a(A)	-7.76 b(A)	-16.63 ab(A)	-7.93 ab(A)
	6	1.63 a(AB)	1.48 a(B)	1.77 a(A)	-8.54 b(B)	-19.46 b(B)	4.85 a(A)
平均		1.64 (A)	1.43 (B)	1.59 (A)	-6.49 (A)	-13.88 (B)	-6.63 (A)

* 折算每h的呼吸作用强度。

** 呼吸作用强度增减率(%) = $\frac{\text{受害株(接虫)呼吸作用强度} - \text{健康(对照)呼吸作用强度}}{\text{健康(对照)呼吸作用强度}} \times 100\%$

表内同一试验日期英文字母相同者表示经邓肯氏检验(DMRT)差异不显著(P>0.05),小写字母为同一品种的比較,大写字母为不同品种间的比較。

2.5 不同品种的植株损害系数 3个秧龄的试验表明其结果基本一致(表5)。各品种随着接虫量的增大,植株损害系数也增大,说明受害程度加重,但各品种损害系数增大的程度不同。在不同的虫口密度下,抗级品种 Mudgo 的损害系数均最小;而中抗品种超过一定的虫口密度,损害系数显著小于感虫品种 TN₁。

2.6 水稻品种受害后光合作用强度和呼吸作用强度的变化 本试验两次测定结果的趋势均一致,分述如下。

2.6.1 光合作用 从表6看,各品种受害后光合作用强度增减率均为负值,表明光合作用强度总的趋势是下降的,但下降的程度各品种不尽相同。其中感虫品种 TN₁ 在受害第3d开始,光合作用强度降低程度一直高于其它品种,而中抗品种中山红和包选₂ 光合作用强度降低的程度从接虫后第1d直至第6d均与抗级品种 Mudgo 无明显差异。从6d的平均数看,中抗和抗级品种光合作用强度降低程度均明显小于感虫品种, TN₁ 的减退率约为 Mudgo 的3倍,接近于中山红和包选₂ 的2倍。植株光合作用强度的降低程度,从一个侧面反映了其受害程度的差异,说明了中抗品种受害后比感虫品种具有较强的补偿能力。

2.6.2 呼吸作用 结果(表7)说明,供试品种受害后呼吸作用强度总的趋势均下降,但 TN₁ 受害后第1~3d(或第1d)和包选₂ 受害后第6d的呼吸作用强度均高于对照健株。总的趋势表明, Mudgo 呼吸作用强度降低的程度最大,次为中山红、包选₂ 和 TN₁。水稻受褐稻虱为害后造成呼吸作用强度降低的机理尚不清楚。

3 结论

综合以上试验结果,我们认为:高抗品种 Mudgo 的抗性机制属拒虫性和抗性;而中抗品种中山红、包选₂ 和辐包₇₃₋₂₋₁ 的抗性机制以耐害性为主,后两者还兼有不同程度的抗性。褐稻虱在中抗品种上虽能正常吸食,但同化利用能力较差,因而不同程度地抑制了飞虱的正常生长发育和繁殖。在相同的虫口密度下中抗品种受害后植株损害系数和产量损失率均显著低于感虫品种,表明中抗品种具有较强的耐害能力。此外,中抗品种受害后的光合作用强度不会明显下降,仍然能维持在较高的水平,以便能够合成较多的有机物质,以补偿飞虱为害造成的损失,故受害后较之感虫品种具有较强的补偿能力。由于中抗品种具有较强的耐害能力,结合其它防治措施,可以更好地发挥害虫天敌的作用,且不易引致害虫新生物型的产生,因而,加强对中抗品种的研究和利用具有重要的实践意义。

参 考 文 献

- 1 上海植物生理学会. 植物生理学实验手册. 上海:科学技术出版社,1985. 644
- 2 吴荣宗. 水稻品种对稻褐飞虱抗性的研究. 植物保护学报,1980,7(3):133~138
- 3 曾玲,吴荣宗. 水稻品种对褐稻虱的抗性. 昆虫学报,1984,27(4):375~383
- 4 Heinrichs E A, et al. Genetic Evaluation for Insect Resistance in Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. 1985. 356

- 5 Ho D T, et al. Tolerance of the rice variety Triveni to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. Environ Entomol, 1982, 11(3): 598~602
- 6 Khan Z R and Saxena R C. Technique for demonstrating phloem or xylem feeding by leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) and planthoppers (Homoptera: Delphacidae) in rice plant. J Econ Entomol, 1984, 77: 550~552
- 7 Panda N and Heinrichs E A. Levels of tolerance and antibiosis in rice varieties having moderate resistance to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Hemiptera: Delphacidae). Environ Entomol, 1983, 12 (4): 1204~1214
- 8 Sogawa K and Pathak M D. Mechanisms of brown planthopper resistance in Mudgo variety of rice (Hemiptera: Delphacidae). Appl Ent Zool, 1970, 5 (3): 145~158
- 9 Sogawa K. The rice brown planthopper: feeding physiology and host plant interactions. Ann Rev Entomol, 1982, 27: 49~73

**STUDIES ON THE RESISTANT MECHANISMS
OF RICE VARIETIES HAVING MODERATE RESISTANCE TO
THE BROWN PLANTHOPPER, *NILAPARVATA LUGENS* (STÅL)**

Li Guanxiong Wu Jung Tsung Chen Shengshu
(Plant Protection Department) (Biology Department)

Abstract Rice varieties having a moderate level of resistance (MR) to the brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens*, were studied to determine the mechanisms of resistance. The resistance in MR rice varieties was due to a combination of strong tolerance and a certain degree of antibiosis, but the resistant varieties generally had a high level of antibiosis and nonpreference. The number of feeding marks produced by the proboscis of BPH on the MR rice varieties was significantly less than that on the resistant varieties, indicating that the feeding frequency of BPH on the MR varieties was lower. The results showed that the BPH caged on the resistant variety ingested less food, consequently the plants suffered slight injury from BPH. The resistant variety Mudgo had the lowest functional plant loss index (FPLI) and percentage of yield loss compared to the MR and susceptible varieties. The MR varieties such as Zhong shanhong and Baoxuan 2 had a stronger compensatory ability in comparison with the susceptible variety TN₁ when they were injured by BPH with the same level of population, as demonstrated by the fact that the MR varieties had lower FPLI, higher level of photosynthetic activity and yield. The BPH fed on the MR varieties had lower value of food metabolic utilization than those on the susceptible variety TN₁, although among them there were no distinct differences in quantity of food ingested and honeydew excreted. In all varieties tested, the respiratory intensity of the injured plants was significantly lower than that of the healthy ones. But the injured plants of the Mudgo variety had a greater decrease of respiratory intensity than those of other varieties.

Key words *Nilaparvata lugens* (Stål); Resistant mechanisms; Moderate resistance; Photosynthesis; Respiration