

光照强度和氮肥对水稻品种抗褐稻虱的影响

刘春茂** 吴荣宗

(植保系)

摘要 本文对12个水稻品种的抗虫性质及其受环境条件的影响进行了研究。结果表明,9个抗级品种有较强的抗生性和非嗜好性,表现于飞虱栖息数量少、生存率低、发育缓慢、分泌蜜露量少和刺探频率高。中抗品种辐包矮21和包选2虽然耐害性很强,但前者的抗生性较后者的稍强,且对取食存有非嗜好性。不同品种的非嗜好性受光照强度的影响程度有显著差异。光照强度减弱和偏施氮肥都会加速水稻植株的死亡,引起抗性减弱甚至消失。但光照强度和施肥水平对不同品种的抗性表现及植株死亡速度的影响程度并不完全一样,存在着互作效应。

关键词 光照强度; 氮肥; 抗性; 褐稻虱

褐稻虱 [*Nilaparvata lugens* (Stål)] 自70年代初期以来,随着水稻栽培技术的改良,肥水条件的改变,特别是高产水稻品种的推广,其为害日趋严重^[1],目前已成为亚洲的主要水稻害虫。为了有效地控制该虫的为害,国内外就抗虫品种的利用进行了大量的研究,已取得了可喜的成就。一些学者注意到光、温、肥、水乃至栽培等环境因素对品种抗虫性的影响。例如,施用氮肥对水稻品种对褐稻虱的抗性具有影响^[2];短(弱)光照会使品种抗性减弱甚至丧失^[2]。然而施氮和光照对抗性的综合作用尚缺乏研究。本文在测定水稻品种抗虫性质的基础上,在接近大自然的条件下,着重研究品种抗性与光照强度和施肥之间的互作效应,目的是为品种抗性鉴定的准确性和农业防治提供依据。

1 材料与方法

供试的12个水稻品种及其来源见表1,其中包选2和辐包矮21为中抗品种^[4],“TN₁”为感虫对照种,“Mudgo”为抗虫对照种,其余8个均为抗级品种。供试昆虫为褐稻虱生物型1。试验在温室内进行。

1.1 水稻品种抗虫性质的测定

1.1.1 生存率和发育进度试验 采用水培液试管法^[1],每品种设5个重复,接虫后10天计数褐稻虱的生存率及发育进度。

1.1.2 蜜露量和食痕数的测定 蜜露测定法^[1]设5个重复,每重复5头长翅型雌虫。当测定蜜露的滤纸取出后,将秧苗茎杆剪下,浸于0.1%的玫瑰精(Rhodamine)水溶液中染色15 min。飞虱口针刺入叶鞘表面后留下一凹状的椭圆点,称为食痕(feeding mark)。食痕处经染色后呈桃红色,用双目镜计数其食痕数。

1.2 光照强度和氮肥对水稻品种抗性的影响

光照强度设3个水平:不遮光、两层纱网遮光和四层纱网遮光。上述的光强度分别为自然光强度的69%,40%和21%。氮肥因素设不施肥和亩施25 kg尿素(含氮量46%)两

* 本文为国家自然科学基金资助项目研究内容之一。

** 现在江西省人民政府农村工作办公室工作。

1990—09—21 收稿

个水平。水稻土含有效氮为 104.2 ppm。将种子播在 60 cm×45 cm×15 cm 的育苗箱内，随机区组设计，重复 3 次，每小区 10 株稻苗，行距 5 cm。当秧苗 5 片叶时，每苗接入 2~3 龄若虫 5~6 头。24 h 后计数每苗的虫数。受害评级采用 0~9 级^[3]。

2 结果与分析

2.1 水稻品种抗虫性质的测定

2.1.1 品种抗性对生存率和发育进度的影响 水稻品种的抗生性越强，取食的褐稻虱的生存率越低，发育进度越缓慢。表 1 结果表明，感虫对照种“TN₁”上的飞虱生存率最高，发育最快。两个中抗品种包选 2 和辐包矮 21 分别与“TN₁”比较，前者的生存率没有差异，但发育稍慢，显示出弱抗生性；后者生存率差异明显，发育也较慢，说明其抗生性较前者强。其余供试的 9 个抗级品种均表现出较强的抗生性，特别是“BG 367-4”和“IR 25586-108-1-2-2-2”的抗生性比“Mudgo”的更强。

表 1 水稻品种上褐稻虱的生存率及发育进度

水稻品种	种子来源	生存率 (%)	各虫态所占比例 (%)			
			3 龄	4 龄	5 龄	成虫
TN ₁ (感虫对照)	国际稻作研究所	96 a*	0	0	70.8	29.2
包选 2	华南农业大学农学系	92 a	0	47.8	43.5	8.7
辐包矮 21	华南农业大学农学系	82 b	0	69.3	26.8	4.9
铁六选	华南农业大学农学系	64 c	0	83.4	12.5	3.1
三桂占 1	广东省农科院水稻所	60 cd	0	56.7	40.0	3.3
三叶占 1	广东省农科院水稻所	54 cde	0	51.9	44.4	3.7
Suweon 294	国际稻作研究所	50 def	0	28.0	64.0	8.0
三黄占 2	广东省农科院水稻所	48 efg	0	58.3	41.7	0
Mudgo (抗虫对照)	国际稻作研究所	40 fg	5.0	90.0	5.0	0
国眉占	华南农业大学农学系	38 g	5.2	79.0	15.8	0
IR25586-108-1-2-2-2	国际稻作研究所	24 h	25.0	75.0	0	0
BG 367-4	湖南农科院	22 h	27.3	72.7	0	0

* 表内英文字母相同者表示经邓肯氏检验 (DMRT) 在 0.05 水平上差异不显著，以后各表均同。

2.1.2 品种抗性对褐稻虱取食的影响 褐稻虱分泌的蜜露量与其取食量成正比^[4]。蜜露面积越小，表明该品种对褐稻虱的抗生性越强。测定结果（表 2）表明，飞虱在“三叶占 1”、铁六选、“Suweon 294”、“三黄占 2”、“IR 25586-108-1-2-2-2”、“国眉占”和“BG 367-4”等 7 个品种上分泌的蜜露量和在“Mudgo”上的没有显著差异，说明上述品种的抗生性很强。飞虱取食“三桂占 1”和“辐包矮 21”分泌的蜜露量介于 Mudgo 和 TN₁ 之间，说明这两个品种具有一定的抗生性。而“包选 2”上的蜜露量与“TN₁”上的差异不明显，说明该品种对褐稻虱的取食没有不良影响。

叶鞘上的食痕数越多，该品种对飞虱取食的非嗜好性越强^[1]。表 2 的结果表明，“包选 2”的食痕数与“TN₁”的差异不明显；“辐包矮 21”的明显比“TN₁”的高，说明“包选 2”对飞虱的取食不具有非嗜好性，而“辐包矮 21”对飞虱的取食有不良影响。“BG 367-4”上的食痕数明显比“Mudgo”上的高，显示出很强的非嗜好性。其余 8 个抗级品种上的食痕数均为“TN₁”上的 2 倍以上，表现出较强的非嗜好性。

表2 褐稻虱取食不同水稻品种分泌的蜜露量和留下的食痕数

水稻品种	平均蜜露面积 (mm ² /5头雌虫)		平均食痕数 (个/5头雌虫)	
TN ₁	126.2	a	74.8	a
包选2	121.6	a	87.8	a
辐包矮21	61.0	b	119.0	b
三桂占1	48.0	bc	156.2	c
三叶占1	36.6	bcd	179.8	d
铁六选	29.2	bcd	185.4	de
Suweon 294	22.2	bcd	184.6	de
三黄占2	16.8	cd	182.4	d
Mudgo	5.4	d	181.2	d
IR25586-108-1-2-2-2	5.0	d	198.2	de
国眉占	4.6	d	181.6	d
BG 367-4	3.6	d	201.6	e

2.2 光照强度和氮肥对水稻品种抗性的影响

2.2.1 对品种抗性级别的影响 表3的结果表明, 偏施氮肥使品种“三黄占2”、“三叶占1”、“铁六选”、“Suweon 294”以及“国眉占”的抗性明显下降, 而对品种“Mudgo”、“IR 25586-108-1-2-2-2”和“BG 367-4”的抗性影响很小。同样, 光照强度对品种间的抗性影响程度也不尽相同, 例如, 品种“BG 367-4”、“IR 25586-108-1-2-2-2”等的抗性受光照强度的影响很小, 而“辐包矮21”、“包选2”、“三黄占2”、“三叶占1”、“铁六选”和“Suweon 294”等品种随着光照强度的减弱, 特别是在四层纱网遮光的情况下, 抗性明显下降。

表3 水稻品种在不同光照强度和氮肥水平下对褐稻虱的反应*

品种	不遮光		二层纱网遮光		四层纱网遮光		6个处理 总平均
	未施氮	施氮	未施氮	施氮	未施氮	施氮	
TN ₁	9.0 a	9.0 a	9.0 a	9.0 a	9.0 a	9.0 a	9.0 a
辐包矮21	3.0 b	4.3 b	3.0 b	5.0 b	8.3 a	8.3 ab	5.3 b
包选2	3.0 b	4.3 b	2.3 bc	3.7 bc	8.3 a	7.0 abc	4.8 bc
三黄占2	1.7 c	4.3 b	1.7 cd	5.0 b	6.3 b	8.3 ab	4.6 c
三叶占1	1.0 c	3.7 b	1.0 d	3.0 bc	3.0 c	4.3 def	2.7 d
铁六选	1.0 c	1.7 c	1.0 d	2.3 cd	2.3 cd	6.3 bcd	2.4 d
Suweon 294	1.0 c	1.0 c	1.7 cd	3.0 bc	3.0 c	5.0 cde	2.4 d
三桂占1	2.3 bc	1.7 c	1.0 d	1.0 d	1.7 cd	3.0 efgh	1.8 e
国眉占	1.0 c	1.7 c	1.0 d	2.3 cd	1.0 d	3.7 efg	1.8 e
Mudgo	1.0 c	1.7 c	1.0 d	1.7 cd	1.7 cd	2.3 fgh	1.6 ef
BG 367-4	1.0 c	1.7 c	1.0 d	1.0 d	1.0 d	1.7 gh	1.2 ef
IR25586-108-1-2-2-2	1.0 c	1.0 c	1.0 d	1.0 d	1.0 d	1.0 h	1.0 f

* 0级=高抗; 9级=高感。

方差分析结果(表4)证明, 施氮和光照强度对品种的抗性影响很显著, 而且两者与品

种之间均存在明显的互作效应。

表4 光照强度和氮肥对水稻品种抗性影响的方差分析结果

变 因	自由度	F 值		
		抗性级别	植株死亡速度	非嗜好性
区组	2	1.18	<1	1.02
处理:	71			
A (品种)	11	101.32**	76.29**	104.25**
B (氮肥)	1	58.34**	59.05**	1.55
C (光照)	2	85.32**	186.43**	1.41
A×B	11	3.59**	2.33*	1.81
A×C	22	6.80**	11.62**	4.22**
B×C	2	<1	<1	<1
A×B×C	22	1.47	1.95*	2.31**
误差	142			
总和	215			

* 为 0.05 水准上差异显著;

** 为 0.01 水准上差异显著。

2.2.2 对植株死亡速度的影响 以受害时间为自变量, 受害级别为依变量, 求算出各品种在不同处理组合下的直线回归斜率 b 值, 以表示不同品种植株受害后的死亡速度。 b 值越大, 表示植株的死亡速度越快; $b=0$ 则说明植株的受害程度不依时间而变化。实际观察中, 尽管某些品种的最终评定级别相同, 但死亡速度在不同处理间存在差异。例如品种“TN₁”, 在不施氮肥四层纱网遮光的情况下, 接虫后七天植株全部死亡, 而在不施氮肥不遮光的情况下, 接虫后 24 天植株才全部死亡。

表5的结果表明, 施氮对植株的死亡速度因品种而异。例如, 对“TN₁”、“辐包矮 21”、“包选 2”、“三黄占 2”、“铁六选”、“三桂占 1”和“Suweon 294”等品种的影响很明显, 而对“BG 367-4”和“IR 25586-108-1-2-2-2”的影响就很小。同样, 光照强度对植株死亡速度的影响也因品种而异。例如, “IR 25586-108-1-2-2-2”和“BG 367-4”的植株死亡速度几乎不受光照强度的影响, 而“TN₁”、“辐包矮 21”、“包选 2”、“三黄占 2”、“Suweon 294”、“三桂占 1”等品种在遮光的情况下, 特别是用四层纱网遮光的, 植株死亡速度明显加快。

表4分析结果表明, 施氮和品种间、光照强度和品种间, 以及品种、施氮、光照强度三者间均存在互作效应。施氮和光照对植株死亡速度作用显著。

表5 不同光照强度和施氮水平下水稻品种植株的死亡速度

品种	不遮光		二层纱网遮光		四层纱网遮光		6个处理 总平均
	未施氮	施氮	未施氮	施氮	未施氮	施氮	
TN ₁	0.38 a	1.07 a	0.69 a	0.83 a	1.47 a	1.52 a	0.99 a
辐包矮 21	0.12 b	0.30 c	0.22 b	0.43 c	1.05 c	1.29 b	0.57 b
包选 2	0.09 c	0.34 b	0.14 c	0.30 d	1.21 b	1.01 d	0.52 c
三黄占 2	0.01 e	0.30 c	0.05 d	0.46 b	0.92 d	1.12 c	0.48 d
Suweon 294	0.00 f	0.07 de	0.04 e	0.21 e	0.36 e	0.58 f	0.21 e
三桂占 1	0.00 f	0.28 c	0.00 f	0.22 e	0.30 f	0.46 g	0.21 e
铁六选	0.00 f	0.08 d	0.00 f	0.11 f	0.18 g	0.73 e	0.18 f
三叶占 1	0.05 d	0.07 de	0.00 f	0.00 h	0.10 h	0.20 i	0.08 g
国眉占	0.00 f	0.05 e	0.00 f	0.09 g	0.00 i	0.36 h	0.08 g
Mudgo	0.00 f	0.05 e	0.00 f	0.08 g	0.12 h	0.22 i	0.08 g
BG 367-4	0.00 f	0.02 f	0.00 f	0.00 h	0.00 i	0.08 j	0.02 h
IR25586-108- 1-2-2-2	0.00 f	0.00 f	0.00 f	0.00 h	0.00 i	0.00 j	0.00 h

2.2.3 对品种非嗜好性的影响 表6的结果表明, 非嗜好性受光照强度影响的程度在各品种间存在差异: 中抗品种包选 2 和辐包矮 21 在各处理中均不表现非嗜好性; 抗级品种“BG 367-4”、“IR 25586-108-1-2-2-2”、和国眉占的非嗜好性强而较稳定, 受光照强度和氮肥因素的影响很小; 而抗级品种“三黄占 2”、“铁六选”、“三叶占 1”及“三桂占 1”的非嗜好性因光照强度不同而在不同组合中差异较大。

表6 水稻品种对褐稻虱的非嗜好性

品种	不遮光		二层纱网遮光		四层纱网遮光		6个处理 总平均
	未施氮	施氮	未施氮	施氮	未施氮	施氮	
TN ₁	6.9 b	7.7 ab	8.5 a	9.2 a	8.0 ab	8.3 a	8.1 a
包选 2	7.6 a	7.7 ab	9.0 a	9.1 a	9.1 a	7.3 a	8.3 a
辐包矮 21	8.7 a	9.1 a	9.0 a	9.8 a	8.2 ab	7.2 a	8.7 a
三黄占 2	5.7 bc	6.8 bc	6.6 b	7.4 b	7.9 b	7.2 a	6.9 b
Suweon 294	4.5 cd	6.1 cd	5.8 b	5.6 c	6.1 c	4.7 bc	5.5 c
铁六选	5.7 bc	6.1 cd	3.8 c	5.8 c	4.9 d	4.9 bc	5.4 c
三叶占 1	5.4 c	5.3 de	4.2 c	6.1 c	5.9 c	4.9 bc	5.3 c
三桂占 1	5.8 bc	7.3 bc	4.4 c	3.9 d	4.6 d	5.1 bc	5.2 c
国眉占	3.8 de	5.0 de	4.4 c	3.2 de	3.4 e	3.9 c	4.0 d
Mudgo	2.6 e	4.0 def	2.7 d	3.5 de	3.1 e	6.0 b	3.8 d
IR25586-108- 1-2-2-2	3.7 de	3.5 ef	2.4 d	2.7 de	1.6 f	2.4 d	2.7 e
BG 367-4	2.7 e	3.2 ef	2.7 d	2.2 e	2.6 ef	2.4 d	2.6 e

表4的分析结果表明，品种和光照强度以及品种、光照强度和氮肥等因素之间的互作效应在0.01水准上差异显著；但施氮与品种间不存在互作效应，说明施氮可能参与光照强度的影响后才使品种表现出不同的非嗜好性。

3 结论与讨论

本试验结果表明，供试的水稻品种中，“BG 367-4”、“IR 25586-18-1-2-2-2”、“国眉占”、“Mudgo”、“三黄占2”、“Suweon 294”、“三叶占1”以及“铁六选”等8个抗级品种表现出很强的抗生性和非嗜好性；抗级品种“三桂占1”的非嗜好性较上述品种稍弱；中抗品种“福包矮21”和“包选2”虽然耐害性很强，但前者较后者的抗生性稍强，且对取食具有非嗜好性，此结果与前人的研究结论是一致的^[4]。

复因子试验结果表明，一般来说，光照强度和施氮水平均直接影响到水稻品种的抗性表现及植株的死亡速度。随着光照强度的减弱，水稻植株的死亡速度加快，品种抗性明显下降；偏施氮肥也会加速受害植株的死亡，引起品种的抗性减弱甚至丧失。但是，上述影响的程度在不同品种间的表现有所差别。例如，品种“BG 367-4”和“IR 25586-108-1-2-2-2”的抗性几乎不受光照强度和施氮的影响，而“福包矮21”、“包选2”、“三黄占2”、“三叶占1”、“Suweon 294”、“铁六选”等品种的抗性在弱光照或偏施氮肥等条件下容易减弱甚至丧失。这一研究的结果告诉我们，在进行苗期抗性鉴定时，必须注意环境条件对品种抗性的影响。抗虫性的鉴定需在光照充足、不偏施氮肥等良好条件下才能获得较可靠的结果。此外，在实施高产栽培时，则应尽量避免偏施氮肥，以免导致抗性下降。

参 考 文 献

- 1 张良佑，吴荣宗，曾玲。杂交稻对褐稻虱和白背飞虱的抗性研究。植物保护学报，1987，14（2），99～106
- 2 张良佑，吴荣宗，曾玲。光温条件影响稻种对褐稻虱抗性的研究。华南农业大学学报，1990，11（3），64～70
- 3 郑清焕。施用氮肥对水稻抗褐飞虱之影响。农业研究，1971，20（3），21～29
- 4 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
- 5 IRRI. Standard Evaluation System for Rice. Los Banos, Philippines. 1980, 1～44
- 6 Paguia P, et al. Honeydew excretion measurement techniques for determining differential feeding activity of biotype of *Nephotettix virescens* on rice varieties. Jour. Econ. Ent. 1980, 73, 35～40
- 7 Sogawa K. The rice brown planthopper: feeding physiology and host plant interaction. Ann. Rev. Entomol. 1982, 27, 49～73

INFLUENCE OF LIGHT INTENSITY AND NITROGEN FERTILIZER
ON RESISTANCE TO THE BROWN PLANTHOPPER IN RICE

Liu Chunmao Wu Jung-Tsung
(Department of Plant Protection)

Abstract The nature of resistance to the brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål) was studied in 12 rice varieties. The results indicated that 9 highly resistant varieties exhibited strong nonpreference and antibiosis, as demonstrated by the fact that the insects caged on the tested varieties had few numbers for shelter, high mortality, slow development, less honeydew excreted, and more feeding marks on the leaf sheath. In two moderately resistant varieties, 'Fubaoai 21' exhibited certain degree of antibiosis and nonpreference, whereas 'Baoxuan 2' had only weak antibiosis.

Some effects of environment conditions on resistance in the 5th leaf-stage rice seedlings were also studied. The results showed that the resistance was influenced by the light intensity and nitrogen fertilizer. Generally, the resistance was reduced and the dead speed of seedlings was accelerated with the decrease of light intensity and the increase of nitrogen fertilizer. A mutual cross-reaction relationship between light intensity and nitrogen fertilizer for resistance was demonstrated. The expression of nonpreference affected by light intensity exhibited different levels in various varieties.

Key words Light intensity; nitrogen fertilizer; resistance; *Nilaparvata lugens* (Stål)