

## 光照因素对水稻品种苗期褐稻虱抗性的影响

汪茂卿<sup>1)</sup> 吴荣宗 张良佑

(华南农业大学,广州 510642; <sup>1)</sup> 现在地址: 湖南省郴州地区科学技术协会,湖南郴州 423000)

### Influence of Light Duration and Intensity on the Resistance in Rice Seedling to the Brown Planthopper

WANG Maoqing<sup>1)</sup>, WU Rongzong (WU Jung Tsung), ZHANG Liangyou

(South China Agricultural University, Guangzhou 510642; <sup>1)</sup> Present address: Science and Technology Association of Chenzhou Region in Hunan Province, Chenzhou, Hunan Province, 423000)

**Abstract:** As the rice seedlings were grown into the 3-leaf stage under unsuitable light condition, the moderately resistant varieties lost the resistance and the resistant varieties exhibited a decline in resistance. This decrease in resistance might be induced by these factors: (1) The growth vigour and compensatory ability of plants became weaken; (2) The tolerance in moderately resistant varieties lost; (3) The nonpreference in resistant varieties disappeared. The light condition did not affect the antibiosis, as demonstrated by the fact that the amount of honeydew excreted, survival and development of BPH nymphs fed on the resistant varieties showed the same level between the light treatments. However, before or after infestation when the seedlings were grown under a suitable light condition, the decrease in resistance could be prevented. When the plants were grown under weak light, resistance at the 4-leaf stage was higher than at the 2-leaf stage.

**Key words:** Light duration; Light intensity; Seedling stage; Pest resistance; *Nilaparvata lugens*.

**摘要:** 在人工气候箱及温室自然条件下研究了光照对品种抗性、植株生势及耐害性和褐稻虱生存、发育的影响。光照不足造成品种苗期抗性减弱甚至丧失,其原因可能是由于植株的生势减弱导致受飞虱为害后的补偿能力下降、中抗品种耐害性丧失和抗级品种的拒虫性减弱。在短光照生长条件下和长光照条件下,飞虱取食高抗品种的植株,其吸食量、若虫生存率和发育进度,均无显著差异,表明高抗品种的抗生性在短光照条件下仍能保持。短光照条件下,如果接虫前或后予以充足的光照条件,或将接虫秧龄提高到4片叶,品种的抗性水平则可保持。

**关键词:** 光照长度; 光照强度; 秧苗期; 抗性; 褐稻虱

苗期抗性筛选和鉴定,是抗褐稻虱(*Nilaparvata lugens* (Stål))研究及应用的基础。据报道,短(弱)光照条件引起品种苗期对褐稻虱的抗性减弱甚至丧失,并使高抗品种的拒虫性(antixenosis or nonpreference)减弱<sup>(2)</sup>。我国大部分稻区

位于温带和亚热带,气候复杂多样,对抗虫资源的筛选和鉴定必须考虑光照因素的影响。

1990年12月11日收到。Received Dec.11,1990.

注:本研究系国家自然科学基金资助项目内容之一。

响。为此,作者于1988~1990年进行了该方面的研究,着重于探讨短(弱)光照导致抗性下降的原因。

## 材料与方 法

供试水稻品种: ASD7 (高抗、抗性)、IR26 (高抗、抗性)、包选2号 (中抗、耐害性兼抗性)、辐包78-2-1 (中抗、耐害性)和TN1 (感虫对照)。供试虫源: 室内经多年饲养的褐稻虱生物型I。

### (一) 光照对品种抗性表现的影响

试验于人工气候箱内进行,温度30℃。将供试品种播于育苗箱,每行15株,每行为1重复,共3重复,随机排列。置于不同光照条件下。抗性评定采用苗期群体筛选法,评级标准0~9级<sup>[3]</sup>。接虫时秧龄3片叶,每株接2、3龄若虫4~5头,接虫后第2天检查各品种上的虫口密度,作为评价品种拒虫性的指标。

### (二) 光照强度对植株生势和耐害性的影响

试验于温室(24~35℃)利用自然光进行。光照强度设二个水平: 不遮光和五层纱网遮光(经测定光强较不遮光的减弱75%)。秧苗3片叶时,进行下列试验:

1.对植株生势的影响: 将供试健株连根拔出,洗净,测量植株高度,再于130℃烘箱烘至恒重,称重。各处理设25个重复。并计算植株干重和徒长率。另设接虫处理,进行受害评级。

2.对耐害性的影响: 选择长势一致的植株,盖以透明塑料罩,分别接入0头和10头初孵若虫,设5个重复。当TN1受害达7级时,将各品种植株烘至恒重,并称重。计算植株损害系数(FPLI)<sup>[5]</sup>:

$$FPLI = \left[ 1 - \frac{\text{接虫株干重}}{\text{不接虫株干重}} \times \left( 1 - \frac{\text{受害级别}}{9} \right) \right] \times 100$$

### (三) 光照对褐稻虱取食量的影响

品种置于不同光照条件的人工气候箱内生长。秧龄3片叶时,采用溴甲酚绿滤纸色斑法测定飞虱取食24h排泄蜜露的相对量<sup>[1]</sup>。设5个重复,每重复接入经饥饿5h的刚羽化的长翅型雌成虫5头。

### (四) 光照对若虫生存和发育的影响

各品种植株于不同光照条件的人工气候箱(30℃)内生长,至3片叶时单株移于内装水稻营养液(含N20ppm)的试管。各处理设5个重复,每重复接初孵若虫10头。置于相应的光照条件。接虫后第13d检记活虫数及各虫龄(态)虫数。

## 结果与分析

### (一) 光照对品种抗性表现的影响

#### 1.不同光照条件下品种的抗性表现

在短光照4h/d的条件下,无论光强为10000lux还是15000lux,中抗品种的抗性丧失;高抗品种的受害程度增加,且其拒虫性减弱,表现在虫口密度与TN1的无显著差异。而在上述两种光强度、光照8h/d,品种的抗性均能正常表现(表1)。

#### 2.接虫前或后短(弱)光对抗性的影响

结果(表2)表明:(1)从播种到评级结束,植株处于前后一致的光照条件,除7000lux,16h/d和5000lux,16h/d能使高抗品种IR26和ASD7的抗性正常表现外,其余三组供试的短(弱)光照条件均使所有品种的抗性减弱甚至丧失;(2)接虫前植株于短(弱)光照条件下生长,接虫后予以7000lux、16h/d的条件便能保持各品种的抗性水平,或使抗性较之短(弱)光照的有所提高;(3)接虫前植株处于能使抗性正常表现的光照条件(7000lux、16h/d),接虫后给以短(弱)光照,除15000lux、4h/d使品种抗性减弱外,其余两组短光照对抗性影响不显著。因此,抗性鉴定采用苗期群体筛选法时,如

表 1 不同光照条件下水稻品种的抗性评级

Table 1. Damage rating of rice varieties grown under different light conditions

品种 Variety	受害级别 <sup>1)</sup> Damage rating <sup>1)</sup>			接虫后 24 h 虫口密度(头/株) <sup>2)</sup> Numbers of insects per plant at 24h after infestation <sup>2)</sup>		
	10 000 lux, 4 h/day	15 000 lux, 4 h/day	10 000 lux, 8 h/day	10 000 lux, 4 h/day	15 000 lux, 4 h/day	10 000 lux, 8 h/day
TN1(S) <sup>3)</sup>	9.0 a	9.0 a	9.0 a	3.07 a	2.73 ab	3.80 a
包选 2 号 Baoxuan2(MR)	9.0 a	7.6 a	3.6 b	3.00 a	3.56 b	3.67 a
辐包 78-2-1 Fubao 78-2-1(MR)	9.0 a	9.0 a	3.0 b	2.20 a	2.60 b	3.67 a
IR 26(HR)	5.0 a	6.3 a	1.0 b	2.20 a	2.56 b	1.93 b
ASD7 (HR)	5.0 a	3.6 ab	1.6 b	2.33 a	1.93 b	2.90 b

1)横行内跟有相同字母者表示差异不显著(DMRT,P>0.05).

Means in a row followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT(Duncan's multiple range test).

2)纵行内跟有相同字母者表示差异不显著(DMRT,P>0.05).

Means in a column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

3)S=感虫(Susceptible); MR=中抗(Moderately resistant); HR=抗(Highly resistant).

表 2 接虫前(后)短(弱)光对抗性的影响

Table 2. The expression of resistance affected by short/weak light conditions before or after infestation

光照条件 Light condition <sup>1)</sup>		受害级别 Damage rating <sup>2)</sup>				
接虫前 Before infestation	接虫后 After infestation	TN 1	包选 2 号 Baoxuan 2	辐包 78-2-1 Fubao 78-2-1	IR26	ASD7
前后一致						
15000×4	15000×4	9.0 a	7.6 a	9.0 a	6.3 a	3.6 a
5000×8	5000×8	9.0 a	7.6 a	8.3 a	5.6 a	3.0 a
7000×8	7000×8	9.0 a	7.0 a	6.3 bc	3.6 b	3.0 a
5000×16	5000×16	9.0 a	7.6 a	7.0 ab	1.6 bc	1.6 b
7000×16	7000×16	9.0 a	3.0 c	4.3 c	1.0 c	1.0 b
接虫前不同						
15000×4	7000×16	9.0 a	4.3 b	6.3 bc	3.0 b	3.0 a
5000×8	7000×16	9.0 a	5.6 ab	4.3 c	3.0 b	3.0 a
7000×8	7000×16	9.0 a	5.0 b	4.3 c	3.0 b	3.0 a
5000×16	7000×16	9.0 a	3.6 bc	3.6 c	3.0 b	1.6 b
接虫后不同						
7000×16	15000×4	9.0 a	5.6 b	7.0 a	3.6 b	2.3 ab
7000×16	5000×8	9.0 a	3.0 c	3.0 c	1.0 c	1.0 b
7000×16	7000×8	9.0 a	3.0 c	3.0 c	1.0 c	1.0 b
7000×16	5000×16	9.0 a	3.0 c	3.0 c	1.0 c	1.0 b

1)光照强度(lux)×光照时数。Light intensities (lux)×Hours of light duration per day;

2)纵行内跟有相同字母者表示差异不显著(DMRT,P>0.05).

Means in a column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

表3 光照对不同秧龄植株抗性的影响

Table 3. Effect of light condition on the resistance of plants in different seedling stages

植株生长光照条件 Light condition of planting	接虫叶龄 Leaf age of tested seedling	受害级别 <sup>1)</sup> Damage rating				
		TN1	包选2号 Baouxuan 2	辐包78-2-1 Fubao78-2-1	IR26	ASD7
		7000 lux, 8 h / day	2	9.0 a	7.0 a	7.0 a
	4	9.0 a	3.6 b	5.0 b	1.6 b	1.6 b
7000 lux, 10 h / day	2	9.0 a	8.3 a	7.6 a	3.0 a	1.0 b
	4	9.0 a	3.0 b	3.0 b	1.0 b	1.0 b
15000 lux, 10 h / day	2	9.0 a	6.3 a	6.3 a	3.0 a	1.0 b
	4	9.0 a	3.0 b	3.6 b	1.0 b	1.0 b

1) 纵行内跟有相同字母者表示差异不显著(DMRT, P > 0.05).

Means in a column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

表4 不同光照强度的抗性表现与水稻植株生势的关系

Table 4. Relationship between resistance and plant growth vigor in different light intensities

品种 Variety	光照处理 Light treatment	受害级别 <sup>1)</sup> Damage rating	植株高度 Plant height (cm)	植株干重 Plant dry weight(mg)	徒长率 <sup>3)</sup> Overgrowth rate	叶片数(片) No. leaves
TN1	遮光 Shaded <sup>2)</sup>	9.0 a	19.68 ± 0.22	17.40 ± 0.31	1.14 ± 0.02	2.1
	不遮光 Unshaded	9.0 a	30.36 ± 0.37	39.36 ± 0.86	0.78 ± 0.01	3.1
包选2号 Baouxuan 2	遮光 Shaded	6.3 a	23.28 ± 0.41	16.18 ± 0.43	1.46 ± 0.04	2.1
	不遮光 Unshaded	3.6 b	32.84 ± 0.51	33.80 ± 1.01	0.99 ± 0.002	3.1
辐包78-2-1 Fubao78-2-1	遮光 Shaded	9.0 a	22.24 ± 0.26	14.93 ± 0.40	1.51 ± 0.04	2.1
	不遮光 Unshaded	3.0 b	32.47 ± 0.39	35.08 ± 0.90	0.94 ± 0.02	3.1
ASD 7	遮光 Shaded	4.3 a	32.27 ± 0.44	23.60 ± 1.02	1.33 ± 0.03	2.1
	不遮光 Unshaded	1.0 b	41.48 ± 0.77	54.29 ± 1.44	0.77 ± 0.001	2.1

1) 其后跟有相同字母者表示同一品种不同光照间差异不显著(DMRT, P > 0.05).

Means in a column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT between two light treatments in the same variety;

(2) 遮光处理指以纱网遮盖使自然光减弱 75%.

Shaded by nylon screen causing the light intensity reduction of 75% as compared to natural light condition;

(3) 徒长率 = 植株高度(厘米) / 植株干重(毫克).

Overgrowth rate = Plant height(cm) / Plant dry weight(mg).

果遇到光照不足的天气, 只要保证接虫前(后)有充足的人工光照, 或于接虫前将植株置于温室外日照较充足的地方(温室外光照强度大于温室内), 也能较准确地评价品种的抗性。

### 3. 光照对不同秧龄植株抗性的影响

不论在何种光照条件下, 2片叶时接虫, 中抗品种的抗性均丧失, IR 26 受害达

3级; 相反, 4片叶时接虫, 即使光照不足(如 7 000 lux、8 h / d), 品种的抗性均能保持(表3)。

## (二) 光照对植株生势和耐受性的影响

### 1. 对植株生势的影响

结果(表4)表明, (1) 遮光减弱光照强度, 使植株生长缓慢。表现于株矮且出叶速度减慢; (2) 遮光使植株单位时间内干

物质积累量减少; (3) 光照不足使植株徒长显著。上述结果证实, 植株在遮光情况下生势明显减弱, 导致品种受害后补偿能力差, 是抗性下降的重要原因之一。

### 2. 对品种耐害性的影响

植株损害系数是评定抗虫品种耐害性的重要指标之一<sup>(5)</sup>。表5结果表明: 在光照充足(不遮光)的情况下, TN1的损害系数最高, 高抗品种ASD7的最低, 中抗品种

种的居中。而在光照不足(遮光)时, 中抗品种的损害系数与TN1的差异不显著。同一品种不同光照间的比较, 两个中抗品种遮光的损害系数均显著高于不遮光的。说明光照不足导致耐害性的丧失是中抗品种抗性下降的重要原因。

### (三) 光照对褐稻虱取食量的影响

飞虱排泄的蜜露量与其吸食量呈显著的正相关<sup>(4)</sup>。本试验证实褐稻虱取食不同光

表5 光照条件对品种耐害性的影响

Table 5. Effect of light condition on the tolerance of varieties

品种 Variety	光照处理 Light treatment	受害级别 <sup>2)</sup> Damage rating	植株损害系数 <sup>2)</sup> Functional plant loss index	回归直线方程式 <sup>3)</sup> The linear regression equation
TN1	遮光 Shaded <sup>1)</sup>	7.0 a	85.65 a A	$Y = -5.83 + 1.25X$
	不遮光 Unshaded	7.4 a	89.54 a A	$Y = -3.35 + 0.73X$
包选2号 Baouxuan 2	遮光 Shaded	7.0 a	86.41 a A	$Y = -8.33 + 1.50X$
	不遮光 Unshaded	3.4 b	55.70 b B	$Y = -0.97 + 0.32X$
辐包78-2-1 Fubao78-2-1	遮光 Shaded	7.0 a	83.79 a A	$Y = -7.00 + 1.37X$
	不遮光 Unshaded	3.8 b	60.11 b B	$Y = -1.64 + 0.38X$
ASD7	遮光 Shaded	1.4 a	34.05 a B	$Y = 0.33 + 0.10X$
	不遮光 Unshaded	1.0 a	38.82 a C	$Y = 1$

1)遮光处理指以纱网遮盖使自然光减弱75%。

Shaded by nylon screen causing the light intensity reduction of 75% as compared to natural light condition.

2)数据后跟有小写字母相同者,表示同一品种光照处理间比较,大写字母相同者,表示同一光照处理品种间比较,差异不显著(DMRT,  $P > 0.05$ ). Means in a column followed by a common small letter are not significantly different at 5% level by DMRT between two light treatments in each variety, and means in a column followed by a common capital letter are not significantly different between tested varieties in the same light treatment.

3)Y-受害级别 Damage rating; X-处理天数 Test days( $>6$ ).

表6 光照对飞虱排泄蜜露量的影响

Table 6. Effect of light condition on the amount of honeydew excreted by the brown planthopper

植株生长光照条件 Light condition of planting	滤纸色斑面积(毫米 <sup>2</sup> /5雌) <sup>1)</sup> Area of honeydew excreted(mm <sup>2</sup> /5 females)				
	TN1	包选2号 Baouxuan 2	辐包78-2-1 Fubao78-2-1	IR26	ASD7
5000 lux, 8 h/day	116.4 a A	31.3 bc A	65.8 b A	16.5 c A	5.3 c A
5000 lux, 16 h/day	135.2 a A	68.8 b A	46.6 bc A	8.8 c A	12.6 c A
7000 lux, 8 h/day	102.5 a A	25.0 bc A	74.8 b A	18.8 c A	15.6 c A
7000 lux, 16 h/day	100.0 a A	30.4 bc A	60.6 ab A	12.0 c A	7.2 c A

1)数据后跟有小写字母相同者,表示横行品种间比较,大写字母相同者,表示纵行光照间比较差异不显著(DMRT,  $P > 0.05$ ).

In a row (small letter) and a column (capital letter), means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

表7 褐稻虱取食不同光照下生长植株时的生存和发育

Table 7. The survival and development of brown planthopper fed on the plants grown under different light conditions

品种 Variety	植株生长光照条件 Light condition of planting	若虫生存率(%) <sup>1)</sup> Nymph survival (%)	各虫龄(态)比率(%) Percentage of insects(%)			
			三龄 3-instar	四龄 4-instar	五龄 5-instar	成虫 Adult
TN1	5000×8	94 a A	0.0	8.0	55.3	36.6
	5000×16	98 a A	0.0	16.0	22.3	55.7
	7000×8	100 a A	0.0	2.0	65.0	32.0
	7000×16	96 a A	0.0	0.0	16.7	83.3
包选2号	5000×8	80 ab A	0.0	7.5	44.5	48.0
Baoxuan2	5000×16	30 b A	0.0	7.3	48.5	44.2
	7000×8	82 b A	0.0	17.9	55.4	26.7
	7000×16	84 ab A	0.0	2.5	40.2	57.3
IR26	5000×8	78 b A	2.8	57.7	27.1	12.4
	5000×16	70 b A	0.0	53.4	29.2	17.4
	7000×8	82 b A	4.7	36.3	39.1	19.9
	7000×16	74 b A	0.0	41.5	38.5	20.0
ASD7	5000×8	74 b A	2.5	42.3	44.4	10.7
	5000×16	72 b A	5.0	72.9	13.2	7.8
	7000×8	80 b A	17.2	53.4	16.9	12.5
	7000×16	78 b A	0.0	41.8	47.3	10.9

1)数据后跟有小写字母相同者,表示同一光照品种间比较,大写字母相同者,表示同一品种光照处理间比较差异不显著(DMRT,P>0.05).

In a column means followed by a common small letter are not significantly different at 5% level by DMRT between varieties in the same light condition, and means in a column followed by a common capital letter are not significantly different between light conditions in the same variety.

照条件下生长的植株,以高抗品种上的排泄蜜露量最少,感虫品种上的最多,中抗品种上的居中。同一品种不同光照处理间比较均无显著差异,表明不同光照条件生长的植株对飞虱的取食量影响不显著(表6)。

#### (四) 光照对若虫生存和发育的影响

飞虱初孵若虫取食不同光照条件下生长的植株,其生存和发育结果(表7)表明:短光照(8 h/d)并不减弱高抗品种的抗性,表现于若虫生存率显著较TN1的低,且发育进度缓慢。同一品种不同的光照生长条件,对若虫的生存率不存在显著的影响。在长光照下,取食感虫品种和中抗品种的若虫发育较快,但上述发育差异不存在于高抗品种。

## 讨 论

综合上述试验的结果,可以看出光照条件对品种的苗期抗性有着显著的影响,短(弱)光照条件使品种对褐稻虱的抗性减弱或丧失。中抗品种的抗性较之高抗品种受光照的影响更为敏感,其抗性在不良光照条件下容易丧失。

接虫秧龄不同会导致同一品种的抗性产生差异,采用国际的标准苗期群体筛选法,7 d秧龄(约相当于2片叶)接虫,某些抗虫品种会表现为感虫<sup>(6)</sup>。此结果与本文的相一致。吴荣宗等<sup>(1)</sup>提出在秧龄3.5~4片叶时接虫,对于准确区分中抗品种与感虫品种是必要的。本试验证实2片叶秧龄接

虫, 其抗性受光照影响最敏感。尤其是在冬春季或阴雨天的温室条件, 光照不足常使品种抗性下降甚至丧失。4片叶时接虫才能有效地减少短(弱)光照对抗性表现的不良影响。

本研究结果表明, 短(弱)光照条件下, 高抗品种上的褐稻虱取食量和生存率均显著低于TN 1上的, 且若虫发育缓慢, 说明其抗生性并未减弱。初步认为短(弱)光照条件使抗性下降的原因有如下三个方面:

①短(弱)光使高抗品种的拒虫性减弱。褐稻虱在高抗品种上栖息的密度与感虫品种TN 1的比较无明显差异; ②使植株生势减弱, 植株出现徒长且干物质积累量减少, 故受害后补偿能力差而加速死亡; ③使中抗品种的耐害性丧失。至于光照对抗性有关的次生化学物质的产生和品种的成年抗性(adult resistance)的影响如何, 尚有待研究。

### 参考文献

- (1) 吴荣宗, 张良佑, 邱细广. 水稻品种抗褐稻虱筛选方法的研究. 植物保护学报, 1984, 11 (3): 145~153.
- (2) 张良佑, 吴荣宗, 陈璧. 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): 64~76.
- (3) IRRI. Standard Evaluation System For Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 1980.
- (4) Pagua P, MD Patlak and EA Heinrichs. Honeydew excretion measurement techniques for determining differential feeding of biotypes *Nilaparvata lugens* on rice varieties. *Jour Econ Ent*, 1980, 73: 35~40.
- (5) Panda N and E A Heinrichs. Levels of tolerance and antibiosis in rice varieties having moderate resistance to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) (Homoptera: Delphacidae). *Environ Entomol*. 1983, 12 (4): 1204~1214.
- (6) Zhang Z T, E A Heinrichs and F G Medrano. Seedbox screening tests to determine resistance to brown planthopper. *JRRN*, 1986, 11 (2): 10~11.

### · 新书介绍 ·

## 2000年稻作展望

《2000年稻作展望》是一本由1989年10月在杭州举行的中国水稻研究所落成典礼暨稻作科学讨论会的主要文献汇编而成的纪念性文集。全书共两部分, 第一部分为中国水稻研究所落成典礼上的致词, 包括中国水稻研究所建设进展的介绍; 第二部分为稻作科学讨论会的论文选编, 包括“70亿人民的温饱问题”、“展望2000年对科技的需要”和“加强国家稻作研究体系”等三个专题的内容。

此书为大32开本, 精装, 内文493页。由浙江科技出版社出版。需要者, 请向310006杭州市体育场路171号中国水稻研究所科技情报系订购(每册定价12.00元, 另加邮费寄2.00元)。