

光温条件影响稻种对褐稻虱抗性的研究

张良佑 吴荣宗 陈 璧

(植保系) (中心实验室)

提 要

在24~30℃温度范围内,品种抗性在不同光照时数和光强度的影响下存有极显著的差异。弱、短光照会使品种的抗性减弱甚至丧失。

光温对抗虫机制的影响,首先表现在品种的非嗜好性方面,其中光照时数对非嗜好性有极显著影响,温度和光强度也有显著的影响。30℃比24℃表现的非嗜好性较强。光照时数和光强度对非嗜好性有显著的交互作用。

关键词 褐稻虱;光照时数;光强度;温度;非嗜好性

引 言

抗虫性是寄主作物与害虫在一定环境条件下相互作用的表现。作物品种的抗性在不同环境条件下常产生不同的表现。研究环境对抗性的影响,可以确定一个能使抗性表现最优的环境条件,为抗源的筛选方法和抗虫品种的高产栽培技术提供科学的依据;并可估计品种抗性的稳定程度,这对指导抗虫育种具有实际的意义。Tingey与Singh(1980)已对环境条件影响抗虫性的表现作过综述^[1]。据报道:降温能使苜蓿对苜蓿斑点蚜和豌豆蚜^[2]、高粱对麦二叉蚜的抗性丧失^[10]。在高温条件下,小麦对黑森麦瘿蚊的抗性减弱^[3]。弱光照使小麦对麦茎蜂的抗性^[4]和甜菜对桃蚜的抗性下降^[7]。在遮光条件下,马铃薯对马铃薯甲虫的抗性受到明显的削弱^[8]。褐稻虱是我国和亚洲的重要水稻害虫,利用抗虫品种已成为防治该虫的重要措施。除肥料因素外,光温对水稻品种抗褐稻虱的影响,迄今尚缺乏系统的报道。本文就此问题的研究结果进行了整理,以供参考。

材料和方法

供试稻种由国际稻作研究所和华南农业大学农学系提供,供试虫源为广州石牌用稻种TN,饲养多年的褐稻虱生物型1。

本研究系国家自然科学基金资助的项目。

研究生汪茂卿协助部分试验工作。在数理统计上得到华南农业大学尹汝湛教授的热情帮助,谨此致谢。

1989年7月24日收稿。

(一) 不同自然光温对品种抗性的影响

利用不同季节气温和日照时数的不同, 分别在1980年1、5、7月测试品种对褐稻虱的抗性反应。方法采用苗期群体筛选法^[1]。当秧龄为3.5~4.5片叶时, 平均每苗接入褐稻虱2~3龄若虫5~6头, 共设3个重复。评级采用国际稻作研究所制订的统一评分标准(0~9级)^[5]。于感虫对照种TN₁全部死亡时, 评定各品种的受害级别。

(二) 不同光温组合对品种抗性的影响

1. 光温组合的设计: 共设温度、光照时数和光强度三向因素。温度为24℃和30℃2个水平; 光照时数分为8、10、12、14和16小时5个水平; 光强度为5000和7000Lux2个水平。采用L₂₀(5¹×2⁵)正交试验表, 组成20个光温组合。

2. 试验是在人工气候箱(日本产, LH—100—RDCT型)内进行, 并设附加光照。用西德产照度计(Gossen Panlux Electronic)测定光强度。抗性测定采用苗期群体筛选法。共设3个重复。供试品种: IR26和ASD7(抗虫品种)、TN₁(感虫品种)、包选2和辐包78—2—1(中抗品种)。当秧龄为3~3.5片叶时, 平均每苗接入飞虱2~3龄若虫5~6头。接虫后24小时, 分别检查每重复10株秧苗的虫数, 以表示品种的非嗜好性(nonpreference)的强弱。采用方差分析法处理试验数据^[2]。

(三) 接虫前不同光照组合对品种非嗜好性的影响

将供试品种播种在育苗箱内, 分别移到30℃, 不同光照水平的人工气候箱内。当秧龄为3~4片叶时, 将各品种不同光照处理的稻株分别按等距离插在一圆盘的四周, 圆盘下垫有贮存水稻营养液^[11]的瓷盆, 与稻根接触。然后在圆盘中央接入预先饥饿5小时的褐稻虱3~4龄若虫100头, 让其自由选择稻株栖息。接虫后移到约30℃、7000Lux、12小时光照的室内。于接虫后不同时间, 记录每稻株上的虫数。

结果分析

(一) 不同自然光温对品种抗性的影响

表1 不同自然光温对品种抗性的影响 (广州1980)

品 种	抗性基因	平均 受 害 级 别*		
		13.7℃** 日照3.4小时/日	26.2℃** 日照5.1小时/日	30.0℃** 日照7.6小时/日
IR26	Bph1	5.7	5	1
ASD7	bph2	6.3	7	1
Babawee	bph4	5.7	5.7	1
Ptb33	bph 2 和 Bph 3	5.7	5.7	0
Sudu Hondarawala	未鉴定的显性和隐性 基因各一寸	5	5	0
TN ₁	无	9	9	9

* 为3个重复的平均值

** 分别为1、5、7月试验期间每天的平均气温和日照时数

从表1结果看出:在自然条件下,不同光温对品种的受害级别有明显的影响。短日照和低温导致品种的抗性减弱或丧失,即使是高抗品种也会表现为中抗或感虫。试验结果表明:每天日照短于5小时,有可能使稻种对褐稻虱的抗性减弱甚至丧失。

(二) 不同光温组合对品种抗性的影响

表2~4的结果表明:

1. 品种抗性在不同光照时数和光强度的影响下存有极显著的差异($F>0.01$)。8~16小时光照范围内,抗虫品种的抗性水平基本上随光照时数的增长而提高。8小时光照下,所有组合的品种抗性均减弱或丧失。无论是24℃或30℃,光强度为7000Lux时,光照10小时是品种抗性表现的临界时数:当光强度为5000Lux时,抗性的临界光照时数增至14小时。

2. 温度24与30℃,两者对稻种受害级别的影响无显著的差异。

3. 品种的“非嗜好性”在不同光照时数的作用下,具有极显著的差异($F>0.01$)。在8~14小时光照范围内,抗虫品种上的虫口密度随光照时数增长而减少,其中以14小时的虫口最低,显示品种的非嗜好性最强;8小时则相反。但16小时的虫口比14小时的虫口又有所回升,达到12小时的水平,这可能是长光16小时对飞虱栖息行为有影响。结果表

表2 不同光温组合对品种抗性的影响

试验号	光照时数 (小时/日)	温度 (℃)	光强度 (Lux)	平均受害级别					综合评级
				TN1	IR26	ASD7	包选2	辐包78-2-1	
1	8	24	5000	9a*	7b	9a	9a	8.3a	42.3
2	8	24	7000	9a	5b	7a	8.3a	9a	38.3
3	8	30	5000	9a	8.3a	9a	9a	9a	44.3
4	8	30	7000	9a	7.7ab	6.3b	9a	7a	39.0
5	10	24	5000	9a	6.3b	9a	9a	9a	42.3
6	10	24	7000	9a	1c	1c	3b	3.7b	17.7
7	10	30	5000	9a	1c	1c	3.7b	5b	19.7
8	10	30	7000	9a	1c	1c	3.7b	3.7b	18.4
9	12	24	5000	9a	7a	7a	8.3a	7.7a	39.0
10	12	24	7000	9a	1c	1c	3.7b	5b	19.7
11	12	30	5000	9a	5b	5b	8.3a	9a	36.3
12	12	30	7000	9a	1.7b	3b	7a	7a	27.7
13	14	24	5000	9a	3bc	1.7c	4.2b	4.3b	22.3
14	14	24	7000	9a	2.3b	2.3b	4.2b	4.3b	22.2
15	14	30	5000	9a	1.7c	4.3bc	7ab	7.7ab	29.7
16	14	30	7000	9a	0.3b	0.3b	6.3a	6.3a	22.2
17	16	24	5000	9a	1c	1c	5b	7ab	23.0
18	16	24	7000	9a	1c	1c	3.7bc	5.7b	20.4
19	16	30	5000	9a	1.7b	1.7b	7.7a	7a	27.1
20	16	30	7000	9a	1d	1d	3c	4.3b	18.3

•数据后面英文字母相同者表示不同品种间在0.05水平差异不显著(DMRT)

明, 当温度24~30℃和光强7000Lux时, 10小时是品种非嗜好性的临界光照时数; 当光强为5000Lux时, 非嗜好性的临界光照时数为14小时。

表3 不同光温组合对品种非嗜好性的影响

试验号	光照时数 (小时/日)	温度 (℃)	光强度 (Lux)	接虫后24小时的虫口密度(头/株)·					综合虫口
				TN1	IR26	ASD7	包选2	辐包78-2-1	
1	8	24	5000	7.63ab	6.96b	6.93a	8.33a	7.90ab	37.78
2	8	24	7000	7.63a	5.73a	5.53a	7.59a	6.96a	33.44
3	8	30	5000	7.63a	6.93a	7.37a	7.17a	7.23a	36.33
4	8	30	7000	7.63a	6.03a	6.70bc	6.97ab	6.50bc	33.83
5	10	24	5000	7.63a	6.53a	6.83a	7.20a	7.57a	35.73
6	10	24	7000	7.63a	3.23b	3.89a	5.16ab	6.53a	26.74
7	10	30	5000	7.63a	4.89b	6.46ab	6.86ab	6.23ab	32.07
8	10	30	7000	7.63a	3.50b	3.73c	6.53a	5.06b	26.25
9	12	24	5000	7.63a	6.70a	7.67a	7.13a	7.33a	36.86
10	12	24	7000	7.63a	2.80b	3.53b	5.37ab	5.51ab	24.84
11	12	30	5000	7.63a	7.23a	7.73a	6.13a	6.93a	36.45
12	12	30	7000	7.63a	2.93b	4.10b	5.43ab	4.83ab	25.05
13	14	24	5000	7.63a	4.73b	4.93ab	5.99ab	5.56ab	28.84
14	14	24	7000	7.63a	4.89c	4.89c	6.30a	5.46bc	29.17
15	14	30	5000	7.63a	0.76d	2.26cd	4.30bc	4.86a	19.01
16	14	30	7000	7.63a	1.53cd	0.93d	5.79ab	4.23bc	20.11
17	16	24	5000	7.63a	5.83a	6.45a	6.03a	7.26a	33.21
18	16	24	7000	7.63ab	5.79b	6.19ab	8.59a	7.39ab	35.59
19	16	30	5000	7.63a	0.97b	2.27b	6.97a	6.10a	23.94
20	16	30	7000	7.63a	4.13b	4.19b	6.96a	7.03a	30.51

·根据“接虫量与虫口密度呈正相关”以及“每一个数据减(加)去同一个数平方和仍不变”的原则, 处理原观察值, 使感虫对照种(TN1)上的虫数处于同一水平, 以便比较抗虫品种上的虫口变化。

4. 品种的非嗜好性在不同温度和光强度的影响下均存有显著的差异($F>0.05$)。

24℃的虫口密度明显较30℃的高。表明在30℃条件下有利于品种非嗜好性的表现。

光强度明显地影响褐稻虱对水稻品种的选择性。光强度为5000Lux的虫口密度显著较7000Lux的高($F>0.05$)。

5. 供测试的三个因素中, 除光照时数与光强度两者之间对虫口的影响有显著的交互作用外, 其余均无明显的交互作用(表4)。表明强光(如7000Lux)与短光照(如8小时), 或弱光(如5000Lux)与长光照(如14小时)对虫口密度的影响存在互补作用。

(三) 接虫前不同光照组合对非嗜好性的影响

从试验结果(表5)看出: 接虫后4小时, 飞虱对品种的选择性表现不明显。但到24小时在所有的组合中, 抗虫品种上的虫口密度均显著低于感虫品种; 而同一品种在不同光照组合间的虫口密度均无显著的差异。表明品种的非嗜好性不因接虫前光照条件的不同而

改变。对比前述的试验结果(表2~4),说明弱短光光照条件对品种的非嗜好性虽有明显减弱的作用,倘若接虫后延长光照时间和增加光强度至一定的程度,则品种的非嗜好性仍能保持。因而在品种抗性筛选时,注意保证接虫后的光照条件尤为重要。

表4 光照时数、温度、光强度三向因素的方差分析表

变异来源	自由度 (df)	受 害 级 别			虫 口 密 度			F 值 (临界值)	
		平方和 (SS)	均方 (MS)	F值 (观察值)	平方和 (SS)	均方 (MS)	F值 (观察值)	0.05	0.01
光照时数(A)	4	188.17	47.04	6.23**	47.86	11.97	5.07**	2.48	3.56
温度(B)	1	0.20	0.20	0.03	14.31	14.31	6.06*	3.96	6.96
光强度(C)	1	67.40	67.40	8.93**	12.58	12.58	5.33*	3.96	6.96
A×B	4	28.48	7.12	0.94	13.23	3.31	1.40	2.48	3.56
B×C	1	3.66	3.66	0.48	0.95	0.95	0.40	3.96	6.96
A×C	4	18.77	4.69	0.62	32.20	8.05	3.41*	2.84	3.56
A×B×C	4	34.00	8.50	1.13	0.63	0.16	0.07	2.84	3.56
误差(E)	80	603.81	7.55		188.84	2.36			
总	99	944.29			310.60				

*表示差异显著, **表示差异极显著

表5 接虫前不同光照组合的品种非嗜好性测定

光照组合*		接虫后4小时的虫口密度(头/株)**			接虫后24小时的虫口密度(头/株)**		
光照时数 (小时/日)	光强度 (Lux)	TN1	IR26	ASD7	TN1	IR26	ASD7
16	7000	7.4a(A)	3.8a(A)	6.0a(A)	14.2a(A)	3.0b(A)	3.0b(A)
16	5000	7.8a(A)	2.6ab(A)	1.2b(A)	8.2a(A)	2.4b(A)	1.2b(A)
8	7000	6.6a(A)	4.8a(A)	2.4a(A)	8.4a(A)	3.2b(A)	3.8b(A)
8	5000	5.0a(A)	3.6a(A)	6.6a(A)	8.0a(A)	4.4b(A)	3.6b(A)

*测定时的光温条件为:光照12小时,7000Lux、30℃;**为五个重复的平均数;***数据后面英文字母相同者,表示在0.05水平差异不显著(DMRT),小写字母表示同组内不同品种间比较;括号内大写字母表示品种内不同光照组合间比较

结论与讨论

水稻品种对褐稻虱的抗性只有在一定的光温条件下才能显示出来。本研究结果表明:采用苗期群体筛选法鉴定品种对褐稻虱的抗性时,光照时数和光强度对稻种的抗性均有极显著的影响作用。在温度24~30℃、光强5000~7000Lux,每日光照8~16小时范围内,稻种的抗性有随光照时数的长短而增减的趋势:短于8小时的光照将导致品种抗性减弱或丧失。当光强为7000Lux时,10小时的光照就能正常表现品种的抗性;当光强为5000Lux,光照需增至14小时,品种的抗性才能正常表现。阴雨天日照短的自然条件下,品

种对褐稻虱的抗性会明显下降。因此，在南方阴雨季节测定品种苗期抗性时，应该保证光照条件，才能获得可靠的结果。

光照条件对品种抗虫机制的影响，首先表现在非嗜好性方面较为显著。其中光照时数对品种的非嗜好性有极显著的影响。在上述供试的光温条件范围下，14小时光照的品种非嗜好性最强，光照少于3小时，非嗜好性明显减弱。温度和光强度对非嗜好性均有显著的影响。温度30℃比24℃更有利于品种非嗜好性的表现。光强为5000Lux的虫口密度明显高于7000Lux的。有趣的是，当光强7000和5000Lux时，10和14小时均分别相同为品种抗性表现和非嗜好性的临界光照时数。根据相关性的统计分析，品种受害级别和虫口密度呈极显著的正相关($r=0.579^{**}$)说明光照对抗性的影响和非嗜好性有密切的关系。至于光照对品种的抗生性和耐害性的影响如何，尚有待进一步的研究。

引用文献

- [1] 吴荣宗等. 植物保护学报, 1981; 8(4): 217—226
- [2] 范福仁. 田间试验技术. 南京: 江苏人民出版社, 1962; 103—145
- [3] Cartwright, W. B., R. M. Caldwell, and L. E. Compton. J. Am. Soc. Agron. 1946; 38:259-263
- [4] Holmes, N. D., and L. K. Peterson. Can. Entomol. 1957; 89:363-265
- [5] IRRI. Standard Evaluation System for Rice. Los Banos, Philippine. 1980; 44pp
- [6] Isaak, A., E. L. Sorensen, and E. E. Ortmen. J. Econ. Entomol. 1963; 56:53-57
- [7] Lowe, H. J. B. Z. Angew. Entomol. 1974; 76:311-321
- [8] Pierzchalski, T., and E. Werner. Part. 1. Hodowla. Rosl. Aklim. Nasienn. 1958; 2: 157-180
- [9] Tingey, W. M., and S. R. Singh. In Breeding Plants Resistant to Insects. Edited by F. G. Maxwell, and P. R. Jennings. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1980:87-114
- [10] Wood, E. A., Jr. and K. J. Starks. Environ. Entomol. 1972; 1:230-234
- [11] Yoshida S., D. A. Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. IRRI. Los Banos. Philippines. 1976:61-62

INFLUENCE OF TEMPERATURE AND LIGHT ON EXPRESSION OF
RESISTANCE IN RICE TO THE BROWN PLANTHOPPER,

Nilaparvata lugens (Homoptera:Delphacidae)

Zhang Liangyou

Wu Jung-Tsung

Chen Bi

(Department of Plant Protection)

(Central Laboratory)

ABSTRACT

The seedling bulk screening test was used in greenhouse for evaluating resistance in rice varieties to the brown planthopper. An orthogonal layout of $L_{20}(5^1 \times 2^4)$ was designed with different environmental conditions including temperature, light duration and light intensity at 2, 5 and 2 levels respectively. All tests were conducted in the phytotron. The results are as follows:

1. Under natural conditions, day-length shorter than 5 hours caused the level of resistance in rice to decrease.
2. Highly significant differences of resistance in rice were recorded under the conditions of different light durations and light intensities. Light was a major factor conditioning the expression of resistance, as demonstrated by the fact that decreasing light duration or light intensity caused resistance reduction or loss.
3. Temperature and light markedly influenced nonpreference. There were highly significant differences of nonpreference among the plants of the same variety grown for different light durations, under different light intensities, and at different temperatures. The level of nonpreference decreased with the decrease of temperature, light duration, or light intensity. A mutual cross-reaction relationship between duration and intensity of light for nonpreference was demonstrated.
4. At the temperatures of 24-30°C, the critical value of both resistance and nonpreference was 10 and 14 hours respectively for 7000 and 5000 Lux of light intensity.

Key words: *Nilaparvata lugens*; Resistance; Light duration; Light intensity; Temperature;
Nonpreference