

水稻品种南京 14 号对褐飞虱定位和繁殖的影响*

李国清¹ 王荫长¹ 韩召军¹ 顾正远² 高家骅²

(¹南京农业大学昆虫研究所, 南京 210095; ²江苏省农业科学院)

摘要 应用稻苗生物测定法,比较了水稻抗虫品种南京 14 号、IR28,感虫品种南京 11 号、TN1 和汕优 63,非寄主植物稗草对褐飞虱定向和繁殖的影响。结果表明当用多聚乙烯膜包被以阻断寄主挥发物时,褐飞虱栖息率在稗草上增加,在感虫品种南京 11 号、TN1 和汕优 63 上减少,在抗虫品种南京 14 号和 IR28 上无变化,推断稗草上有挥发性驱避物质,三个感虫品种上有挥发性引诱物质,而两抗虫品种上缺少引诱褐飞虱栖息的挥发物;南京 14 号显著影响了褐飞虱的产卵行为和卵孵率,这是由于叶鞘内营养因子对成虫不适所致。

关键词 褐飞虱; 水稻品种; 抗性; 定位; 产卵

中图分类号 S511.103.4;S435.112.3

THE INFLUENCE OF RESISTANT RICE VARIETY NJ 14 ON ORIENTATION AND MULTIPLICATION OF BROWN PLANTHOPPER (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål)

Li Guoqing¹, Wang Yinchang¹, Han Zhaojun¹, Gu Zhengyuan² and Gao Jiahua²

(¹Institute of Agricultural Entomology, Nanjing Agric Univ, Nanjing 210095;

²Jiangsu Academy of Agricultural Science)

ABSTRACT Factors influencing brown planthopper (BPH) orientation and multiplication in NJ 14 were studied by the comparative bioassay with 4 other rice varieties of different resistant levels and the barnyard grass. It was found that when the host plants were wrapped with parafilm M to confine something volatile, the number of BPH settling down on the barnyard grass, an unsuitable host, increased, and the number decreased on NJ 11, TN1 and SY 63, susceptible rice hosts, but remained unchanged on NJ 14 and IR 28, resistant rice varieties. This indicated that the barnyard grass might have some volatile repellents, and susceptible rice hosts might have some attractants, but resistant rice varieties, NJ 14 and IR 28, might have nothing volatile to influence BPH orientation. The fact that BPH laid fewer eggs in NJ 14 and IR 28 implied that there must be some factors hindering BPH oviposition on these resistant rice varieties. The eggs could develop to nymphs within the normal egg duration on resistant rice varieties, but the egg hatchability rate was lower because of their poor nutrition, resulting from their parents feeding on resistant rice.

Key words brown planthopper; rice variety; resistance; orientation; oviposition; hatchability

影响褐飞虱定位行为的研究颇多。Obata 等^[1,2]从水稻上分离到甲基棕榈酸、甲基亚油

* 国家自然科学基金资助项目

收稿日期:1994-09-16

酸、乙基亚油酸等 30 多种化合物,这些化合物单独存在时对褐飞虱的吸引力很弱,但当它们按一定的比例混合后就会产生强烈的吸引作用。Saxena 等^[3,4]用水稻植株蒸馏提取的挥发性化合物进行了褐飞虱生物学行为试验,结果表明,与喷有抗虫品种 PTB33 的提取液的感虫植株相比,褐飞虱雌虫更喜停留并取食喷有感虫品种 TN1 本身的提取液或丙酮的植株。单独饲以抗虫品种提取液所引起褐飞虱雌虫的死亡率,明显高于饲以感虫品种 TN1 提取液的。Khan 等^[5]也证明,李氏禾上或是水稻上的某些挥发性物质不仅影响褐飞虱的行为,而且影响其生存。IR46 组织表面的烃类和含羰化学成分使飞虱口针插入、刺吸和定居减少。IR36 具有相似作用,野生稻 WR221 这种作用更强^[6]。许绍朴等^[7]研究表明,稗草使褐飞虱成虫卵量明显减少。Saxena 等^[3,4]证明,存在于稗草中的反乌头酸显著影响稗草中褐飞虱的卵孵率。笔者利用中国育成的水稻抗褐飞虱品种南京 14 号和感虫品种南京 11 号,同时适当采用抗虫品种 IR28、感虫品种汕优 63、TN1 和稗草作参比,以明确其对褐飞虱的定位、产卵和卵孵的影响,为深入研究抗飞虱品种中的它感化合物及确定抗感品种的生化指标提供依据。

1 材料与方 法

1.1 供试植物

感虫稻为南京 11 号(NJ11)、TN1 和汕优 63(SY 63),抗虫稻为南京 14 号(NJ14)、IR28 和稗草(*Echinochloa crusgalli*, EC)。

1.2 表面物质拒食作用的测定

稻苗用多聚乙烯膜(Parafilm M)包被和裸茎两种方法处理,南京 14 号和 TN1 更用单层和双层包被,研究多聚乙烯膜隔断物质挥发对褐飞虱产生的影响。各处理重复 5 次,每个重复接 3 龄若虫 20 头,用硬质塑料笼罩上,置 25℃,RH>90%条件下饲养,观察统计飞虱栖息率和存活率。

1.3 成虫产卵和卵孵的观察

取初羽化雌虫 1 头,雄虫 2 头,接到养虫笼中指定苗上,每 6 d 转移至另一苗上(若雄虫死亡,则从对应苗上继续取雄虫补上)。苗在移去褐飞虱后,25℃下放置 10 d,镜检统计产卵量和卵孵率。每品种重复 10 次,长短翅雌虫各占 50%。

2 结果与分析

2.1 表面物质的作用

2.1.1 多聚乙烯膜对褐飞虱的影响 先用多聚乙烯膜裹稻,观察膜本身对褐飞虱栖息率和存活率的影响。从表 1 中可以看出,在茎上包有单层和双层膜的 TN1 和南京 11 号上,飞虱的栖息率无显著差别;然而在单膜包裹的水稻上的褐飞虱存活率都显著大于双膜包裹的,两者之间的差异随接虫时间延长而增大。

2.1.2 寄主对褐飞虱栖息和存活的影响 将褐飞虱置于用多聚乙烯膜包被的和裸露的稗草茎秆上,其栖息率前者大于后者,接虫后 72 h 分别为 60%和 27%,两者相差 1 倍以上。这表明多聚乙烯膜阻隔了稗草表面的拒避褐飞虱的物质,使褐飞虱的栖息率明显地得到提高。

褐飞虱在裸茎和被膜稗草上的存活率前者小于后者,两者在接虫后第 5 d 达显著水平。

说明稗草上存在影响褐飞虱的定位和取食行为的拒避性化合物,这些物质进而影响褐飞虱的生存。

表1 被膜水稻对褐飞虱栖息率和存活率的影响

Table 1 The influence of wrapped *O. sativa* with parafilm M on BPH's settling and survival rate (1992.8)

测定项目 Item	品种 Variety	时间 t/h	单层 Single	双层 Double	U 值 U value
栖息率 Settling rate	TN1	2	42.86	40.00	0.3433
		48	93.94	85.25	1.6152
		72	87.88	81.48	0.9771
	NJ14	2	44.00	33.00	1.3000
		48	44.86	35.14	0.8843
		72	33.33	21.43	1.0503
存活率 Survival rate	TN1	24	98.57	95.71	0.9081
		48	94.29	87.14	1.4563
		72	92.86	72.86	3.1434**
	NJ14	24	88.00	81.67	1.0224
		48	62.67	61.67	0.1187
		72	28.00	13.33	2.0550*

表2 裸茎和被膜的稗草和水稻对褐飞虱的栖息率的影响

Table 2 The influence of bare and wrapped *E. crusgalli* and *O. sativa* with parafilm M on BPH's settling rate (1992.8)

品种 Variety	时间 t/h	栖息率 Settling rate(%)		U 值 U value
		裸茎秆 Bare	被膜茎秆 Wrapped	
EC	2	60.00	65.57	-0.6572
	48	40.00	51.35	-1.0000
	72	27.59	60.00	-2.4016*
TN1	2	91.30	50.00	5.1736**
	48	97.10	93.85	0.9587
	72	97.06	90.77	1.5026
NJ11	2	72.72	50.00	2.7977**
	48	87.50	95.16	-1.5449
	72	97.14	91.94	1.3681
SY63	2	80.88	40.85	5.5607**
	48	92.42	90.91	0.3200
	72	92.19	84.13	1.3975
NJ14	2	54.88	44.00	1.3619
	48	93.59	56.86	5.0077**
	72	91.78	52.50	4.8100**
IR28	2	54.67	48.64	0.7372
	48	91.80	75.00	2.5112*
	72	85.45	55.56	3.4047**

用同法检测飞虱对不同水稻品种的反应,在裸露叶鞘的抗虫品种上褐飞虱的栖息率明显低于感虫品种,在南京14号等2个品种上栖息率仅54%,而在南京11号等3个品种上高达72%~91%(表2);用膜包被以后,感品种吸引定位的作用下降到50%左右。将飞虱接在抗虫品种南京14号和IR28上2h,裸露的或包膜的飞虱定位率都较低,两者无明显差异;经48h飞虱取食以后,裸茎稻苗上的栖息数量才明显上升。由此可见,这两个品种虽无稗草表面那样的拒避作用,但也无南京11号等感虫品种那样的引诱作用。

在南京14号和IR28上,褐飞虱3龄若虫的存活率裸茎水稻大于被膜水稻,南京14号接虫24h后达显著差异,且这种差异随饲养时间延长而增大,第5d的存活率前者是后者的2.7倍;在IR28上趋势相同,至第5d,两者差异显著。这表明南京14号和IR28缺少挥发性物质并不是抗褐飞虱的主要机制。

表3 裸茎和被膜的稗草和水稻对褐飞虱存活率的影响

Table 3 The influence of bare and wrapped *E. crusgalli* and *O. sativa* with parafilm M on BPH's survival rate (1992. 8)

品种 Variety	时间 t/d	存活率 Survival rate(%)		U 值 U Value
		裸茎秆 Bare	被膜茎秆 Wrapped	
EC	1	72.86	75.41	-0.332 4
	2	57.14	60.66	-0.411 9
	5	5.71	16.39	-1.966 9*
TN1	1	100.00	98.57	0.847 2
	2	100.00	94.20	1.741 0
	5	98.55	94.20	1.172 5
NJ11	1	93.51	94.29	-0.814 3
	2	93.51	88.57	1.055 8
	5	88.31	87.14	0.209 8
SY63	1	97.06	97.18	-0.041 4
	2	97.06	92.96	1.012 3
	5	89.71	87.32	0.432 3
NJ14	1	96.34	83.67	2.722 0**
	2	95.12	68.00	4.413 5**
	5	79.27	29.33	6.259 0**
IR28	1	85.33	93.24	-1.540 5
	2	81.33	86.49	-0.859 5
	5	66.67	44.59	2.721 8*

2.2 寄主对褐飞虱产卵量和卵孵率的影响

在南京11号上生活的雌性褐飞虱于产卵盛期分别移至南京11号、IR28和南京14号无卵苗上,接虫当日,后两者的卵块极显著地小于前者(表4)。这表明南京14号和IR28抑制了褐飞虱的产卵量。

褐飞虱的卵历期在3个测试品种上无差异(表5)。这表明南京14号和IR28上无直接影响卵历期的因子。

自若虫至成虫整个虫期均生活于南京14号上的褐飞虱所产的卵孵化率为74%,显著小于整个虫期均生活于IR28和南京11号上的卵孵率(表6,组1)。可见,在南京14号上生活的褐飞虱,其胚胎发育或孵化受到影响。

将自若虫至成虫期均生活于南京11号上的雌性成虫移至南京14号上,当日所产卵的

孵化率与移至 IR28 和南京 11 号上的无差异(表 6,组 2)。可见,抗虫品种南京 14 号和 IR28 不直接影响卵的发育和孵化。

表 4 不同品种上褐飞虱的产卵量
Table 4 The number of eggs per cluster after BPH settled for 24h (1992. 8)

水稻品种 Variety	每块卵的粒数 eggs/cluster									均值 Mean	差异 Difference		
NJ11	14	32	9	21	17	15	16	7	10	12	15.3±15.4	a	A
IR28	6	2	5	4	3	2	2	11	8	8	5.1±6.7	b	B
NJ14	6	7	3	3	5	4	10	3	4	3	4.9±4.8	b	B

表 5 不同品种上褐飞虱的卵历期
Table 5 The BPH's egg duration in various varieties (1992. 8)

品种 Variety	不同历期内的卵孵数 No. of hatching eggs at following interval days				历期均值 Mean
	8	9	10	11	
NJ11	67	195	89	18	9.16
IR28	82	175	126	18	9.20
NJ14	73	170	58	15	9.05

表 6 不同寄主对褐飞虱卵孵化率的影响
Table 6 The influence of host on BPH's hatchability (1992. 6)

组号 Group	若虫寄主 Nymph's host	成虫寄主 Adult's host	产卵寄主 Oviposition host	卵孵率 Hatchability
1	NJ11	NJ11	NJ11	98.81±1.03a
	IR28	IR28	IR28	96.77±2.35a
	NJ14	NJ14	NJ14	74.16±4.36b
2	NJ11	NJ11	NJ11	97.80±3.35a
			IR28	98.00±6.13a
			NJ14	97.36±4.27a
3	NJ11	NJ11	NJ11	98.82±1.03a
		IR28	IR28	95.21±3.24b
		NJ14	NJ14	95.00±4.27b
4	NJ11	NJ11	NJ11	98.82±1.03a
	IR28			96.76±2.36a
	NJ14			98.43±2.16a
5	NJ11	NJ14	NJ14	95.00±4.27A
	IR28			82.78±5.05B
	NJ14			74.16±4.36C

若虫期生活于南京 11 号上,成虫期分别生活于南京 11 号、IR28 号和南京 14 号上的褐飞虱,卵孵率前者大于后二者,差异显著(表 6,组 3);相反,若虫期分别生活于南京 11 号、IR28 和南京 14 号上,成虫期生活于南京 11 号上的褐飞虱,其卵孵率无差异(表 4,组 4);成虫期生活于南京 14 号上,则卵孵率明显减少。可以看出,成虫期以南京 14 号为营养的褐飞虱,胚胎发育受到影响;而生活在感虫品种南京 11 号上的褐飞虱,其营养合适,可弥补若虫期取食南京 14 号的营养不良,对胚胎发育并无不良影响。

3 讨论

昆虫在异质环境中认可适宜寄主的过程分为定位、鉴别和利用三个阶段。在这个过程中,寄主周围化学环境的差异可明显影响昆虫对寄主的选择,有些促进昆虫对寄主的定位和利用,有些则抑制这些过程发生并刺激产生相反的行为^[8]。用单层和双层多聚乙烯膜包被的水稻对褐飞虱的栖息影响无明显差异,且用多聚乙烯膜包被稗草叶鞘可消除其拒避物质的作用,这表明多聚乙烯膜能完全阻止寄主表面物质的挥发。用同样的方法来检测抗虫品种南京14号,却无这种效应。可以设想它的表面不存在与稗草类似的拒避物质。相反,在南京11号上,用膜包被茎秆以后,初期褐飞虱的分布数量明显下降,表明南京11号等感虫品种上引诱物质的存在,Obata等^[1,2]认为这些引诱物质是多种脂类物质的混合物。由于植物散发的化学物质所形成的活性空间是飞行昆虫定向的基础,因此南京14号和IR28首先由于缺乏引诱物质而影响了飞虱对寄主水稻的定位,从而构成了抗性的一个方面。其次,用被膜消除引诱或拒避作用以后,褐飞虱存活率在抗感品种间仍存在差异,这表明南京14号和IR28叶鞘内存在另一抗性因子。取食以后存活率的差异随着时间的增加而逐渐变得明显,说明最终影响飞虱生存的是水稻植株中的营养物质,这类营养物质包括糖类、氨基酸、维生素和其他次生物质,但何种成分更为重要,至今未有定论,尚需进一步研究。

生活于南京14号和IR28两种抗虫品种上的飞虱,不但产卵量减少,且卵孵率下降,其影响程度与飞虱取食抗虫品种时间呈正相关。其中以若虫至成虫期取食南京14号的褐飞虱卵孵率下降幅度最大。这种影响其实包括两个方面,即水稻叶鞘内是否具有足够的营养及褐飞虱是否受到它感化合物的干扰。它感化合物不仅影响褐飞虱的生存,可能还影响卵黄沉积量和胚胎发育,是否由此构成南京14号抗虫的主要因子,仍无定论,但可以推断这类因素与引起飞虱死亡的因素相同。这可以通过稻株中主要营养物质、飞虱体内和飞虱排泄物的平行分析的逐步深入而阐明。

参 考 文 献

- 1 Obata T, Kim M, Koh H. Planthopper attractant(s) in the rice plant. *Jpn J Appl Entomol Zool*, 1981, 25: 47~51
- 2 Obata T, Koh H, Kim M. Constituents of planthopper (*Nilaparvata lugens*) attractant in rice plant. *Appl Entomol Zool*, 1983, 18(2): 161~169
- 3 Saxena R C. Biochemical Bases of Insect resistance in rice varieties. In: Green M B, Hedin P A eds. *Natural Resistance of Plants to Pests: role of allelochemical*, American Society Symposium series, 1986, 296: 142~159
- 4 Saxena R C, Okech, S H. Role of plant volatiles in resistant of selected rice varieties to brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae). *J Chem Ecol*, 1985, 11: 1601~1616
- 5 Khan Z R, Saxena, R C, Rueda B P. Responses of rice-infesting and grass-infesting population of *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) to rice plants and *Leesia* grass to their steam distillate extracts. *J Econ Entom*, 1988, 81(4): 1080~1088
- 6 Woodhead S, Padgham D E. The effect of plant surface characteristics on resistance of rice to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål). *Entomol Exp Appl*, 1988, 47: 15~22
- 7 许绍朴,许跃. 稗草上褐飞虱卵孵化率的观察. *昆虫知识*, 1984, 21(4): 151~153
- 8 William J B. 昆虫化学生态学. 黄培新,管致和译. 北京:北京农业大学出版社,1990. 100~203

(责任编辑 孙汉富)