

杂交稻在贮藏期对麦蛾感虫性的研究¹

李熯萍** 王合英*** 吴荣宗

(华南农业大学植保系, 510642, 广州)

摘要 杂交稻在贮藏期受麦蛾为害常表现为感虫,其感虫比例明显高于常规稻。杂交稻感虫的原因主要由于谷粒的裂颖率高,有利于初孵幼虫的入侵。裂颖率与成虫羽化率、稻谷损失率呈极显著的正相关($P < 0.001$),而与敏感度系数呈很显著的正相关($P < 0.01$)。换言之,裂颖率越高,感虫性越大;反之,抗性增强。不育系的感虫性可能是造成杂交稻感虫的主要原因。发展新的抗虫不育系和选用具有显性抗虫基因的恢复系作为抗源,可能会提高杂交稻的抗性。

关键词 杂交稻; 感虫性; 麦蛾

中图分类号 S433.1

自从70年代以来,不少国家和地区开展了稻种对仓库害虫的抗性研究。对抗虫品种的筛选、品种的多抗性、抗虫机制、环境对抗性的影响、抗性遗传和仓虫的生物型等方面进行了研究(吴荣宗, 1985),证明了利用抗虫品种可以大大减轻仓虫的为害。例如稻谷被麦蛾为害,利用抗虫品种,损失率可减少50%(Russell, 1976)。谷蠹为害抗虫稻种,其损失率较感虫品种减轻4~9倍(邓政炎等, 1993)。据吴荣宗报导:杂交稻一般较常规稻感虫,其感虫比例很高,但感虫原因不明(吴荣宗, 1990)。我国是种植杂交稻面积最大的国家,1988年统计种植面积超过 $8.0 \times 10^6 \text{hm}^2$,比常规稻增产20%~30%(Yuan et al. 1988)。因此研究杂交稻的感虫机理,探讨克服对策,将会对杂交稻抗性的提高提供科学依据。现将有关此方面的研究结果整理,以供参考。

1 材料与方 法

1.1 抗性鉴定

供试的杂交稻由广东省农业厅种子处和华南农业大学农学系提供。常规稻种以本省生产上应用推广的或中试品种为主。

麦蛾在室内以小麦作饲料繁殖。卵的收集采用如下的方法:将初羽化的麦蛾雌雄成虫收集于具塑料纱盖的养虫盅(高15 cm,口径10 cm)内。然后将养虫盅连同纱盖倒置在黑色纸片上。利用麦蛾产卵器伸进纱网产卵在纸上的习性,每日收集纸上的新鲜卵,供接虫

1993-05-05收稿

* 本文主要部份为李熯萍、王合英的植保专业毕业论文。

** 现在广东珠海市拱北动植物检疫局工作。

*** 现在广东东莞市农业局工作。

用。

将测试的稻谷放在-20℃冷藏14天,以杀死潜伏的仓虫和螨类。以后调节稻谷含水量至13%。每杂交组合设4个重复,每重复称稻谷5g,接入麦蛾卵100粒,然后将谷物放在以饱和食盐水控制相对湿度75%的干燥器内,在恒温27℃,5天后计算孵化卵粒数,然后观察和评定各项抗性指标:逐日登记子代成虫羽化数,计算由卵至成虫羽化所需的发育历期,敏感度系数和稻谷损失率。当敏感度系数大时,说明杂交组合的抗性弱或感虫;反之则抗性高。成虫羽化率、敏感度系数和稻谷损失率的计算方法如下:

$$\text{成虫羽化率}(\%) = (\text{羽化成虫数} / \text{孵化卵数}) \times 100$$

$$\text{敏感度系数} = (\ln \text{子代数} / \text{平均发育历期}) \times 100$$

$$\text{损失率}(\%) = [(\text{接虫前稻谷重量} - \text{受害后稻谷重量}) / \text{接虫前稻谷重量}] \times 100$$

根据 Heinrichs 等(1990)对麦蛾抗性的评级标准:成虫羽化率少于10%的为抗级,10%~20%的为中抗,超过20%的感虫。并参考敏感度系数和损失率进行抗性评级。

1.2 稻谷裂颖率的测定

在40倍双目镜检查供试稻谷的裂颖率,每杂交组合检查种子20g,凡稻谷内颖边缘外露不为外颖所盖(称为自然裂颖),或谷壳其他地方有裂缝的统称为裂颖谷;上述两种情况以前者居多,占裂颖粒98%以上。裂颖率计算方法如下:

$$\text{裂颖率}(\%) = [(\text{颖间有缝粒数} + \text{谷壳有裂缝数}) / \text{检查总粒数}] \times 100$$

2 结果分析

2.1 杂交稻和常规稻对麦蛾抗性的比较

从抗性筛选的结果(表1)看,杂交稻的感虫比率高于常规稻,为后者的3倍。无论是中抗或抗级的比率,常规稻均高于杂交稻,依次为杂交稻的1.7和18.7倍。

表1 杂交稻和常规稻对麦蛾的抗性筛选(1990~1992年)

名称	测定总数	中 抗		抗 级		感 虫	
		数目	%	数目	%	数目	%
杂交稻	44	8	18.2	1	2.3	35	79.5
常规稻	112	35	31.3	48	42.9	17	25.8

比较不同抗级杂交稻和常规稻的各抗性指标的平均值(表2),在同一抗级中,杂交稻和常规稻两者的抗性是差异不大的。但由于杂交稻的感虫比率高于常规稻,故从累计平均值来看,各抗性指标均以杂交稻的显著高于常规稻,说明杂交稻受害严重的原因,主要是由于感虫比率高所引起。

表2 杂交稻和常规稻各抗性指标的比较¹⁾ (1990—1992年)

名称	成虫羽化/%				敏感度系数				损失率 ²⁾ /%			
	感虫	中抗	抗	累计平均值 ²⁾	感虫	中抗	抗	累计平均值	感虫	中抗	抗	累计平均值
杂交稻	35.6a	16.5a	7.5a	31.0a	11.09a	8.14a	5.21a	10.32a	11.4a	4.6a	1.6a	9.83a
常规稻	31.0a	14.2a	5.1a	14.7b	10.52a	7.86a	4.11a	6.94b	10.1a	5.0a	1.8a	4.94b

1) 测定杂交稻和常规稻的总数与表1的相同。2) 累计平均值=抗性指标的累加总数值/品种(组合)数。3) 仅经一个世代的为害, 5g 谷接麦蛾卵100粒。

表内直行英文字母相同者表示经t测定检验差异不显著($P>0.05$)。

2. 2 杂交稻的裂颖率与抗性的关系

2. 2. 1 不同抗级杂交稻裂颖率的比较 对21个杂交稻进行抗性测定(表3)。抗级的仅有青优4, 中抗的有5个, 其余15个杂交稻均为感虫。各杂交稻中以抗级青优4的裂颖率

表3 杂交稻的裂颖率与抗性的测定 (1991年) %

杂交稻	裂颖率	评级	成虫羽化率	发育历期/d	敏感度系数	稻谷损失率
青优四	16.86	R	6.5	29.8	6.10	1.7
汕优56	21.36	MR	11.0	28.6	8.40	3.4
汕优23	28.87	MR	14.5	34.0	7.70	4.01
汕优36	35.66	MR	15.3	37.8	7.11	4.28
汕优2	37.84	S	39.3	26.0	14.12	9.10
汕优T54	40.00	S	28.21	34.96	9.53	10.10
汕优6	41.42	MR	18.8	35.2	8.18	3.20
四桂矮化红阳矮	44.42	MR	18.8	39.1	7.53	4.65
科优T54	45.19	S	32.60	35.85	9.71	9.93
Ⅰ优T54	51.43	S	32.64	33.69	10.33	10.59
威优64	52.59	S	34.5	34.3	10.32	12.54
威优35	55.87	S	20.5	34.7	8.68	7.48
汕优尖恢4	58.39	S	24.5	33.5	9.48	9.9
国际油占化双竹占	61.03	S	44.5	31.7	11.96	12.0
早新四化 双竹占	71.87	S	55.3	32.4	12.39	12.96
滇协2号	74.08	S	71.01	28.74	14.66	21.75
威优98	75.86	S	40.5	33.2	10.95	13.28
博优T54	78.24	S	65.65	31.64	13.21	20.35
六优2	84.43	S	38.0	31.5	11.55	15.08
青优24	87.78	S	31.0	38.4	8.93	11.2
梅优T54	92.66	S	55.64	33.55	11.98	24.47

最低; 中抗的裂颖率范围和平均值分别为21.36%~44.42%和34.35±4.19%; 感虫的裂颖率最高, 分别为37.84%~92.66%和64.48±4.54%。和常规稻比较, 杂交稻不同抗级的

裂颖率均高于常规稻(表4)。其中梅优 T54的裂颖率竟高达92.7%，六优2和青优24的亦超过80% (表3)。如此高的裂颖率在我们检查30个常规稻中未有发现；在供试的常规稻中，以姬糯的裂颖率最高，达60.8%；次为山科₂和新惠占1，裂颖率分别为52.5%和52.3%。因为麦蛾初孵幼虫只能为害健粒，并且绝大多数从谷粒裂缝蛀入米粒，故高裂颖率的杂交稻一旦受麦蛾连续的为害，其损失率会大于常规稻。表2的抗性指标是在麦蛾仅经过1个世代为害后测定的结果，不足以说明在整个贮藏期间的危害性。

表4 杂交稻和常规稻裂颖率的比较 (1991年)

名称	测定总数	平均裂颖率/%		
		感虫	中抗	抗
杂交稻	21	64.5a	34.4a	16.9a
常规稻	30	47.6b	23.2b	9.8b

表内直行英文字母相同者表示经t检验差异不显著($P>0.05$)

2.2.2 裂颖率与抗性的相关性 将裂颖率与各抗性指标进行相关性检验，证实裂颖率与成虫羽化率和稻谷损失率呈极显著的正相关($P<0.001$)，而与敏感度系数呈很显著的正相关($P<0.01$) (图1)；即裂颖率越高的杂交稻，其感虫性越高；反之亦然。因此根据裂颖率的高低，可以大致估测抗性的强弱程度。

此外，分析表明：裂颖率与发育历期相关性不显著 ($r=-0.3111, P>0.05$)。

2.2.3 裂颖率高的杂交稻受害重的原因 裂颖率高受害严重的原因与麦蛾幼虫入蛀稻谷的习性有关。根据观察，初孵幼虫只有极少数是从谷粒的小穗梗断层，通过维管束蛀入米粒；但绝大多数是从颖壳的裂缝侵入。不能蛀入米粒的幼虫一般经2天后大部分死亡。检查19个杂交稻被麦蛾为害的虫蛀粒，发现裂颖粒占检查总粒数的比率为87.2%~100%，平均为98.5%；而完整粒受害的比率很低(0%~12.8%)，平均为1.5%。上述结果证实裂颖粒较之完整粒容易受害，裂颖率高的杂交稻其幼虫入侵率高，故受害严重。

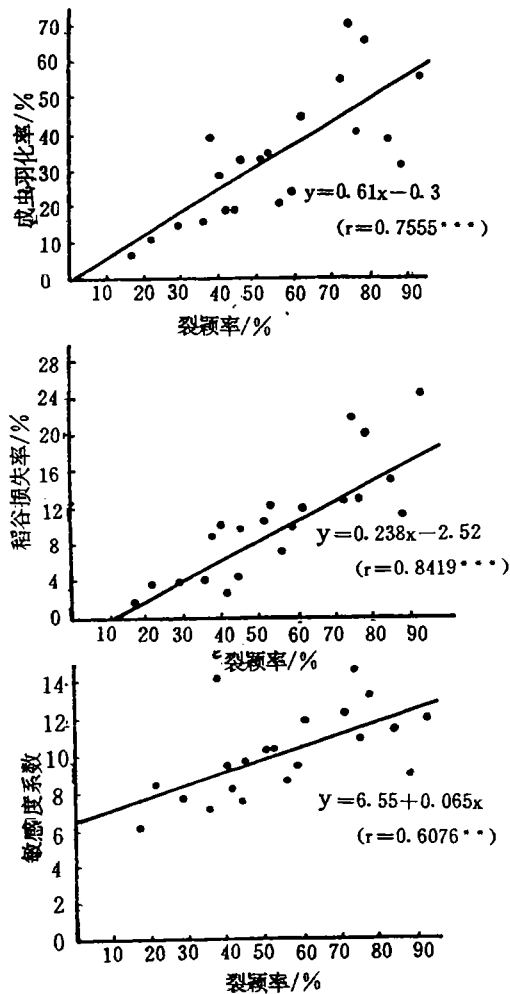


图1 稻谷裂颖率与各抗性指标的相关性

表5 杂交稻组合与亲本对麦蛾抗性的测定(1991年)

杂交稻组合	成虫羽化率/%	发育历期/d	敏感度系数	稻谷损失率/%	评级
科优T54	32.60	35.85	9.71	9.93	S
科珍2A ⁽¹⁾	24.05	35.90	8.82	6.99	S
T54 ⁽²⁾	10.30	35.94	6.38	2.85	MR
博优T54	65.65	31.64	13.21	20.35	S
博A	31.91	32.42	10.57	9.69	S
T54	10.30	35.94	6.38	2.85	MR
Ⅱ优T54	32.64	33.69	10.33	15.58	S
Ⅱ-32A	22.60	32.11	9.54	7.92	S
T54	10.30	35.94	6.38	2.85	MR
汕优T54	28.21	34.96	9.53	10.10	S
珍汕97A	55.60	29.49	13.54	15.58	S
T54	10.30	35.94	6.38	2.85	MR
梅优T54	55.84	33.55	11.98	24.41	S
梅青A	62.37	30.27	13.64	16.82	S
T54	10.30	35.94	6.38	2.85	MR
青优四	6.50	29.80	6.10	1.70	R
青四矮A	17.65	33.84	8.48	0.95	MR
红阳矮4	3.50	34.90	3.50	1.00	R
滇协2号	71.01	28.74	14.66	21.75	S
滇协2A	68.15	26.84	15.10	15.35	S
6B	8.66	33.93	5.90	1.60	R
六优2	38.00	31.50	11.55	15.08	S
6964A	70.94	28.49	14.75	18.62	S
IR24-1	24.69	32.30	9.73	5.39	S
汕优36	15.30	37.80	7.11	4.28	MR
珍汕97A	55.60	29.49	13.54	15.58	S
IR36	13.25	35.23	7.29	7.90	MR
汕优2	18.80	35.20	8.18	3.20	MR
珍汕97A	55.60	29.49	13.54	15.58	S
IR26	15.50	36.29	7.52	6.40	MR
汕优2	39.30	26.0	14.12	9.10	S
珍汕97A	55.60	29.49	13.54	15.58	S
IR24-1	24.69	32.30	9.73	5.39	S

(1) 不育系; (2) 恢复系

无论是从小穗梗断层或颖壳裂缝侵入的幼虫均只能为害无虫的健粒。检查249粒有虫粒,每谷粒入蛀的幼虫数以1~2头的居多,两者合计占蛀入谷粒总数的73%;次为3和4头(图2)。但发育为成虫的多仅1头,少数2头。

综观上述各试验结果,可以认为杂交稻感虫原因主要是由于裂颖率高,为麦蛾初孵幼

虫蛀入提供有利的条件所致。因为大多数杂交稻具有裂颖率高的特点。故其感虫比率较常规稻的高。

2.3 杂交稻抗性与亲本抗性的关系

对11个杂交组合的 F_1 代及其亲本不育系和恢复系的抗性进行鉴定。表5的结果表明：不育系除青四矮A属中抗外，其他均属感虫。恢复系中表现抗虫（中抗或抗级）的有T54、红阳矮4、6B、IR36和IR26，感虫的有IR24-1。凡不育系和恢复系均感虫的，其杂交组合也表现感虫，如六优2和汕优2。不育系感虫但恢复系抗虫的，杂交组合抗性表现有两种情况：（1）中抗，如汕优36和汕优6；（2）感虫，如科优T54、博优T54、Ⅱ优T54、汕优T54、梅优T54和滇协2号等。出现上述两种抗感不同表现的原因尚有待从抗性遗传方面进行研究来揭示。有可能因为恢复系

IR36和IR26的抗性属显性，故杂种 F_1 表现为抗虫。而T54和6B的抗性属隐性，故杂交后代感虫。此外，结果表明：不育系和恢复系均抗虫的，其杂交组合也表现抗虫，如青优四。

3 讨论

杂交稻在贮藏期受麦蛾为害，常表现为感虫，主要原因是由于杂交稻裂颖率高的居多，有利于麦蛾初孵幼虫的入侵，故受害严重。此结果与常规稻的感虫原因是一致的（Cogburn et al, 1990）。杂交稻裂颖率高的原因，可能与不育系的开花习性有关。一般来说，不育系的开花的时间较长，如果闭花后内颖与外颖留有裂缝，这样就会造成谷粒的自然裂颖率高；此种特性遗传给杂交种，结果表现为感虫。Yuan和Virmani(1988)认为杂交稻容易感染病虫害的原因与单一的胞质雄性不育系有密切的关系。本文试验结果证明不育系对麦蛾的感虫性可能是导致杂交稻感虫的重要原因之一。因此今后发展新的抗感不育系，可能是提高杂交稻对仓虫抗性的的重要途径。

稻谷的自然裂颖率不仅是储藏期抗麦蛾的主要因素，且具有低裂颖率的稻谷可兼抗谷蠹（邓政炎等，1993）和玉米象（吴洪基等，1993），因此裂颖率可成为稻谷贮藏期对主要仓虫的多抗性指标。选育和利用多抗性的稻种，无疑对防治仓虫具有巨大的潜力。

目前对抗仓虫的遗传机理研究不多（吴荣宗，1985），Cogburn等（1990）将感虫品种Vista作母本，分别与抗虫父本CI 7097和PI 160849杂交，证实其抗性可以遗传给后代，且杂种后代的裂颖率较之感虫母本的明显下降。因此，在发展新抗虫不育系的同时，选用显性抗虫基因的恢复系作杂交稻的抗源，有可能克服杂交稻的感虫性。

据报导，杂交稻及其不育系的寿命短且不耐贮藏的原因与高的自然裂颖率有密切关系（廖世模，1991）。因为高的裂颖率不仅招致仓虫为害严重，而且空气中水份容易从颖壳裂缝透入，加促菌类的繁殖，提高种子的代谢作用。因此选育低裂颖率的抗虫杂交稻，也是克服杂交稻容易丧失发芽能力的有效而经济的途径。因而研究裂颖率的遗传规律，对于加

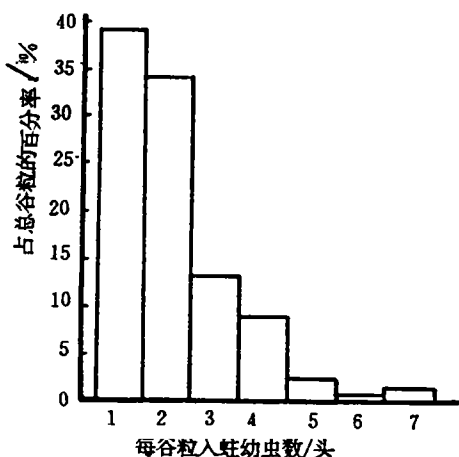


图2 每谷粒入蛀麦蛾初孵幼虫数的分布频率

促抗虫品种(组合)的选育具有重要的意义。

参 考 文 献

- 邓政炎,吴荣宗,杜德平,等. 1993. 稻谷在贮藏期对谷蠹抗性的研究. 华南农业大学学报, 14(2): 24~29
- 吴荣宗. 1985. 稻谷在贮藏期间对仓库害虫抗性研究进展. 华南农业大学学报, 6(3): 65~76
- 吴荣宗. 1990. 杂交稻在贮藏期间对麦蛾抗性的研究. 中国水稻科学, 4(2): 63~68
- 吴洪基,吴荣宗,汪立. 1993. 水稻品种在贮藏期间对玉米象抗性的研究. 华南农业大学学报, 14(1): 84~89
- 廖世模. 1991. 杂交稻种子贮藏技术及寿命预测研究. 华南农业大学学报, 12(1): 28~35
- Cogburn R R, Bollich C N. 1990. Heritability of resistance to stored-product insects in three hybrid population of rice. Environ Entomol, 19(2): 268~273
- Heinrichs E A, Medrano F G, Rapusas H R. 1985. Genetic Evaluation for Insect Resistance in Rice. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. 325~334
- Russell M P. 1976. Resistance of commercial rice varieties to *Stotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae). J Stored Prod Res, 12: 105~109
- Yuan L P, Virmani S S. 1988. Status of hybrid rice research and development. In: Hybrid Rice, International Rice Research Institute, Manila, Philippines, 7~24

STUDIES ON THE SUSCEPTIBILITY OF HYBRID RICE TO THE ANGOUMOIS GRAIN MOTH DURING STORAGE

Li ManPing Wang HeYing Wu Rongzong *

(Dept. of Plant Protection, South China Agr. Univ. 510642, Guangzhou)

Abstract The Angoumois grain moth (AGM), *Sitotroga cerealella* Olivier, severely infested the stored grain of hybrid rice, of which the susceptibility ratio was larger than the regular rice. Because the hybrid rice usually had high percentage of gaping glumes, the newly hatched larvae of AGM easily penetrated into the seeds. Highly significant positive correlation ($P < 0.001$) between the percentage of gaping glumes and the emerging adults, or grain loss was found, and a significant positive correlation ($P < 0.05$) between the gaping glumes and susceptibility index also existed. The percentage of gaping glumes increased with susceptibility increasing and vice versa. The cytoplasmic male sterility (CMS) line susceptible to AGM was the major factor affecting the susceptibility of hybrid rice. Development of the new resistant CMS or restorer line with the resistance controlled by dominant gene could increase the resistance of hybrid rice to stored insects.

Key words Hybrid rice; Susceptibility; *Sitotroga cerealella*

* Wu JungTsung