

水稻品种贮藏期对谷蠹抗性的研究

邓政炎 吴荣宗 杜德平* 彭壮飞**

(植保系)

摘要 本研究测定了 42 份水稻品种在贮藏期间对谷蠹的抗性, 结果得出具有抗性的稻种共有 15 份, 中抗品种共有 16 份。抗性机制研究结果表明: 谷粒的裂颖率与敏感度系数、稻谷受害损失率关系密切, 呈极显著的正相关。而抗性与谷粒化学成份中的粗蛋白、总淀粉、支链淀粉、直链淀粉的含量和糊化温度皆无明显的相关关系。

关键词 谷蠹; 水稻品种; 抗性; 抗性机制

谷蠹 *Rhizopertha dominica* (Fabricius) 是一种分布广泛的钻蛀性仓库害虫, 它食性很杂, 主要为害贮藏期间的稻谷、小麦、玉米、高粱等粮食和种子, 往往造成严重的损失。它与麦蛾、玉米象被列为贮粮的三大害虫。

国内进行稻谷对谷蠹的抗性研究方面尚缺乏系统的工作, 近 10 多年来对谷蠹发生和为害虽有调查研究的报道, 但所采用的措施多属化学防治, 药剂防治仓库害虫收效快, 然而常因使用不当对贮粮造成污染, 影响人体健康, 且诱致谷蠹对农药抗性日益加强。因此, 近年来在国内外开展综合防治仓库害虫措施中, 特别重视粮食品种抗虫性的研究和利用, 研究工作也取得了一定成果^[2,3]。在对谷蠹的综合治理中, 抗虫品种的利用将会为此开辟一条新的途径。

本文针对谷蠹对粮食危害的严重性, 开展稻种在贮藏期间对谷蠹的抗性研究, 并探索稻种的抗性机制, 其目的为抗虫育种工作筛选出一批抗源, 并提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试虫源的饲养 供试谷蠹来自室内饲养的群体。饲养谷蠹的工具为口径 5 cm, 高 20 cm 的玻璃瓶。饲料稻谷先放入 -20℃ 低温冰箱处理 7 天, 以杀死潜伏饲料中的仓虫和螨类。每饲养瓶装入 100 g 饲料稻谷, 同时接入新羽化 20 天的谷蠹成虫 50 对, 瓶口盖上塑料纱网, 用橡胶圈扎紧, 然后将饲养瓶放于装有饱和食盐水的干燥器内, 保持相对湿度 75%。再将干燥器移置于 30±0.5℃ 的恒温箱中进行饲养繁殖, 让谷蠹产卵 15 天后即移走旧成虫, 待新成虫羽化后, 继续饲养 20 天, 作为供试虫源。

供试稻种的处理 将供试新惠占、包选 2 号、七山占、民谷占、IR₂₈ 等 42 份品种分别放入恒温箱中, 经恒温 45℃ 处理 48 h 后, 再移到 -20℃ 低温冰箱中处理 7 天, 以灭除供试稻种中的仓虫和螨类。随后将处理过和稻谷置于装有饱和食盐水的干燥器中经 14 天, 使稻

* 杜德平现在广州市新塘农工商联合公司。

** 彭壮飞现在广州市药材公司。

1992-08-30 收稿

谷含水量达到13%,符合贮藏粮食含水量标准。

1.2 方法

1.2.1 抗性筛选方法 用标准托盘天平准确称取经上述处理的参试所有品种稻谷各5g,分别装入容积为50 ml的小玻璃瓶中,每瓶接入供试的谷蠹雌雄成虫10对,盖上有通气孔的塑料瓶盖。每份供试品种均设4个重复。将已接虫的玻璃瓶放入盛有饱和食盐水的干燥器内,保持相对湿度75%,再将干燥器置于恒温箱中,使供试温度保持 $30 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。谷蠹成虫在瓶内产卵20天,然后将成虫检出。待卵孵化为幼虫,侵害供试稻谷,再羽化出新成虫后,逐日检查并记录子代成虫出现数量,并计算其发育历期和存活率,再称重计算各种稻谷的损失率。

将所得数据按以下公式计算敏感度系数(Index of Susceptibility)^[6]和稻谷损失率^[3]。

$$\text{敏感度系数} = \frac{\log_e \text{子代数}}{\text{平均发育历期}} \times 100$$

$$\text{损失率}(\%) = \frac{U - U'}{U} \times 100\%$$

式中:U——未受害稻谷总重量

U'——受害后稻谷总重量

1.2.2 抗虫机制的研究

(1) 稻谷化学成份 分析各稻种的粗蛋白、总淀粉、直链淀粉和支链淀粉的含量,是根据中国农业科学院品种资源研究所的测定方法^[1];而糊化温度的测定则根据 Little 等^[7]的方法。

(2) 稻谷裂颖率的测定 在供试稻种中分别随机取样,每品种取稻谷200粒,用10倍双目解剖显微镜观察谷粒颖壳,凡内外颖之间覆盖不紧,内外颖之间有缝隙的稻谷列为裂颖谷粒,设4次重复,分别计算各稻种裂颖率。

2 结果与分析

2.1 稻谷品种对谷蠹的抗性评级

稻谷对谷蠹的抗性评级是根据敏感度系数,并参考谷蠹子代平均虫数和供试稻谷受害后损失率而确定的。若敏感度系数在0~3之间为抗级;系数3~5为中抗;大于5为感虫。试验结果,将供试的42份品种的抗性分为下列3种类型(见表1)。

2.1.1 抗级品种 共筛选出15份,占总数的比率为35.71%。这些品种敏感度系数都在0~2.461之间,稻谷平均损失率为0.02~2.16%。其中稻种抗性表现最强的有BG 367-2, ASD₇, 三叶占1号, 华农大22, KAv1727和Mudgo等6份,敏感度系数均为0,稻谷平均损失率在0.97%以下;其次为汕优6号、梅江早3号、Suweon 294和CI 12273等4份,敏感度系数均不超过1,稻谷平均损失率在1.98%以下。以上10份稻种可视为高抗品种,可作为杂交育种的抗源,以及用作筛选抗虫品种时的抗虫对照品种。

2.1.2 中抗品种 共筛选16份,占总数的比率为38.1%,这些中抗品种敏感度系数为3.021~4.377之间,稻谷平均损失率为1.35%~3.57%。

2.1.3 感虫品种 共筛选出11份,占总数的比率为26.19%,其敏感度系数皆在5.051~9.110之间,稻谷平均损失率8.31%~19.95%。这些感虫品种可作抗性筛选时的对照感虫品种。

表1 不同稻谷品种对谷蠹的抗性评级

品种	新成虫 存活率(%)	子代平均 虫数(头)	平均发育 历期(天)	敏感度 系数	稻谷平均 损失率(%)	抗性 评级*
新嘉占1号	94.20	60.30	45.0	9.110	17.00	S
七桂早25号	96.40	56.30	45.0	8.957	18.00	S
包选2号	72.50	25.80	45.0	7.223	11.23	S
Vista	68.40	25.50	45.5	7.118	10.37	S
梅菲36	50.00	28.30	47.0	7.112	10.65	S
姬粒	48.75	24.50	45.0	7.108	19.35	S
多龙	45.10	15.60	48.0	5.722	8.31	S
马木占2号	42.50	14.10	47.0	5.630	19.95	S
三桂占一号	36.80	12.50	48.0	5.261	8.85	S
朝阳早18号	38.30	12.00	48.5	5.123	8.40	S
桂铁	38.33	12.00	49.2	5.051	8.4	S
桂梅2号	34.42	7.30	46.0	4.322	3.18	MR
红阳矮403	34.60	8.00	47.5	4.377	3.20	MR
IR26	31.10	6.50	48.1	3.892	3.57	MR
36菲	30.15	6.30	48.5	3.794	1.60	MR
七山占	38.50	6.50	49.0	3.820	1.70	MR
马新1号	31.25	6.30	49.6	3.711	1.91	MR
香糯	22.50	6.00	50.0	3.583	1.71	MR
JAR80047	25.00	6.00	50.0	3.583	1.80	R
民谷占	31.80	5.75	48.6	3.599	1.95	MR
三黄占2号	28.50	5.30	48.1	3.467	1.85	MR
马木占1号	34.60	5.30	50.0	3.335	1.75	MR
IR13539-100-2-2-3	26.60	4.80	49.5	3.168	1.48	MR
CR94-13	25.80	4.80	50.1	3.131	1.35	MR
紫红	20.30	4.50	49.6	3.032	1.48	MR
红双	16.00	4.30	48.0	3.038	1.78	MR
汕优2号	14.50	4.20	47.5	3.021	1.35	MR
IR13240-108-2-2-3	15.50	3.30	48.5	2.461	1.34	R
越南香米	5.00	2.80	49.0	2.101	1.34	R
矮霸	4.00	2.30	48.2	1.728	2.16	R
IR13427-40-2-3-3	2.00	2.30	49.0	1.699	1.25	R
TN1	2.50	1.80	49.5	1.187	1.32	R
CI12273	3.50	1.55	40.0	0.876	1.98	R
Suweon294	3.30	1.50	48.5	0.836	0.33	R
梅江早3号	0.00	1.30	49.5	0.530	0.50	R
汕优6号	0.00	1.10	49.1	0.194	0.60	R
Mudgo	0.00	0.00	0.00	0.000	0.97	R
Kaul1727	0.00	0.00	0.00	0.000	0.95	R
华农大22	0.00	0.00	0.00	0.000	0.55	R
三叶占1号	0.00	0.00	0.00	0.000	0.21	R
ASD7	0.00	0.00	0.00	0.000	0.19	R
BG367-2	0.00	0.00	0.00	0.000	0.01	R

* S=感虫; MR=中抗; R=抗虫

2.2 稻谷品种抗性机制的研究

2.2.1 稻谷裂颖率与抗性的关系 稻谷壳完整程度对仓库害虫抗性有密切关系,谷壳有缝隙,谷蠹初孵幼虫容易钻入为害。^[2]因而,我们分析了34个品种谷壳的裂颖率与抗性的关系。从表2结果得出:

(1) 稻谷的裂颖率与敏感度系数关系极密切,呈极显著正相关关系,用回归计算建立的回归模式为:

$$\hat{y}_1 = 0.9863 + 0.2040x \quad (r = 8211^{**})$$

式中: $\hat{y}_1$ 代表敏感度系数; x 表示裂颖率

(2) 稻谷的裂颖率与稻谷受害平均损失率关系密切,呈极显著的正相关,它们所建立的

回归模式为:

$$\hat{y}_2 = 0.1897 + 0.3699x \quad (r = 0.7998^{**})$$

式中: $\hat{y}_2$ 代表平均损失率; x 表示裂颖率

上述关系模式表明: 凡谷壳裂颖率高的稻种, 其感虫性高, 敏感度系数和损失率也较大, 而裂颖率低的品种, 则抗性较强, 敏感度系数和损失率均较小。

表2 不同稻种谷壳裂颖率与敏感系数及损失率的关系

品种	裂颖率 (%)	敏感度系数	损失率 (%)	抗性评级*
新惠占 1 号	47.50	9.110	17.00	S
三桂占 1 号	39.00	5.261	8.85	S
七桂早 25 号	28.00	8.957	18.00	S
Vista	23.50	7.118	10.37	S
包选 2 号	17.00	7.223	11.23	S
梅菲 2 号	16.80	7.112	10.65	S
IR13539-100-2-2-3	16.05	3.168	1.48	MR
朝阳早 18 号	16.00	5.123	8.40	S
香糯	15.35	3.583	1.71	MR
IR26	15.00	3.892	3.57	MR
桂梅 2 号	14.00	4.322	3.18	MR
七山占	12.82	3.820	1.70	MR
三黄占 2 号	12.50	3.407	1.85	MR
多龙	10.00	5.722	8.31	S
民谷占	9.81	3.569	1.95	MR
马新 1 号	9.78	3.711	1.91	MR
索红	9.50	3.032	1.48	MR
CR94-13	9.00	3.131	1.35	MR
桂铁	9.00	5.051	8.44	S
JAR80047	8.34	3.583	1.80	MR
CI12273	7.00	0.876	1.98	R
红双	6.68	3.038	1.78	MR
IR13427-40-2-3-3	5.87	1.699	1.25	R
越南香米	5.32	2.101	1.34	R
IR13240-108-2-2-3	5.17	2.461	1.34	R
矮朝	5.00	1.728	2.16	R
TN1	5.00	1.187	1.32	R
Suweon294	4.50	0.836	0.33	R
Kan1727	4.14	0.000	0.95	R
三叶占 1 号	4.00	0.000	1.71	R
华农大 22	1.00	0.000	0.55	R
BG367-2	0.94	0.000	0.02	R
ASD7	0.00	0.000	0.19	R
Mudgo	0.00	0.000	0.97	R
裂颖率与抗性 指标的相关系数		0.8211** $r_{0.01} = 0.4486$	0.7998**	

* S=感虫; MR=中抗; R=抗虫。

2.2.2 稻谷的化学成份与抗性的关系 通过 5 项化学成份的分析, 测定出 8 份不同抗级

品种的化学成份,再计算它们与敏感度系数、损失率的相关性,表明它们之间的相关性不显著(见表3)。说明稻谷的粗蛋白、直链淀粉、支链淀粉、总淀粉含量和糊化温度均与抗性关系不明显。

表3 稻谷化学成份与敏感度系数及损失率的关系

品种	粗蛋白 含量(%)	直链淀粉 含量(%)	支链淀粉 含量(%)	总淀粉 含量(%)	糊化温度 (级)	敏感度 系数	损失率 (%)
红阳矮 403	9.36	29.4	55.87	80.43	6.0	4.377	3.20
紫红	9.21	28.6	54.93	80.23	6.9	3.032	1.48
新惠占 1号	10.48	27.3	55.99	78.94	7.0	9.110	17.00
三桂占 1号	10.01	27.2	57.20	80.10	7.0	5.261	8.85
三黄占 2号	10.52	27.6	54.98	78.41	7.0	3.407	3.85
朝阳早 18号	9.50	27.1	56.77	77.76	6.0	5.123	8.44
包选 2号	9.31	26.7	58.57	79.15	6.7	7.223	11.23
Mudgo	10.12	28.0	56.94	77.98	5.0	0.000	0.99
相关系 r_i	0.0479 ^{ns}	-0.3663 ^{ns}	0.2602 ^{ns}	0.1605 ^{ns}	0.6246 ^{ns}	$r_{s,ss}=0.7067$	
相关系数 r_{i^*}	0.2439 ^{ns}	-0.56697 ^{ns}	0.3735 ^{ns}	0.0882 ^{ns}	0.4745 ^{ns}		

* 表示敏感度系数与稻谷各化学成份的相关系数;

** 表示损失率与稻谷各化学成份的相关系数;

ns——表示相关性不显著 ($P>0.05$)

3 结论与讨论

本研究所筛选的 42 份稻种中,在贮藏期间对谷蠹呈抗级和中抗的品种占总数比率分别为 35.71%和 38.1%,合计占 73.81%,说明具有抗虫性的品种数量不少,故利用抗虫品种作为对仓库害虫的防治具有很大的潜力。另一方面,从稻谷平均损失率来看,抗级品种损失率多在 2%以下,而感虫品种损失率高达 8~19%,两者相差 4~9 倍,证明抗虫品种对贮藏害虫的防治具有很大的经济效益。此外,还值得注意品种的多抗性,我们发现对谷蠹具有抗性的品种中,有许多品种兼抗其他仓库害虫,如桂梅 2 号、红阳矮 403 和 TN_1 兼抗麦蛾^[3];矮朝、Kau 1727、Suweon 294、ASD7、三叶占 1 号、Mudgo 和越南香米等对玉米象均属抗级^[4];有些品种,如三叶占 1 号、越南香米、ASD7、Suweon 294、Kau 1727、Mudgo、BG367-4、IR 13427-40-2-3-3、IR 1324-108-2-2-3 等在田间种植时还兼抗褐稻虱^[5],上述品种可作为多抗性品种选育的抗源。

谷蠹成虫产卵于谷粒表面或粉屑中,初孵幼虫钻入谷壳内为害米粒,由于稻谷壳裂痕有利于初孵幼虫的入侵和成活,因而颖壳的完整程度是影响抗性的一个重要因素。根据裂颖率的高低,可以估测稻种在贮藏期间对谷蠹的抗性程度。本文试验结果表明,裂颖率在 7%以下的品种表现为抗级;裂颖率超过 16%的多属感虫品种(见表 2)。据此,可将入仓的稻谷品种按不同裂颖率划分为抗虫或感虫等级,再分别包装或分仓贮藏,以便采用不同的防治措施,可以节省防治成本。

致谢 赵守歧、韩恒宝、郭俊英等同学参加部分工作,谨此致谢。

参 考 文 献

- 1 中国农科院作物品种资源研究所. 作物品种资源研究法. 北京: 农业出版社, 1985. 247~278
- 2 吴荣宗. 稻谷在贮藏期间对仓库害虫抗性的研究进展. 华南农业大学学报, 1985, 6 (3): 65~76
- 3 吴荣宗. 杂交稻在贮藏期间对麦蛾抗性的研究. 中国水稻科学, 1990, 4 (2): 63~68
- 4 吴洪基, 吴荣宗, 汪立. 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, 1993, 14 (1): 84~89
- 5 张良佑, 吴荣宗. 水稻品种对褐稻虱抗性的筛选及其抗虫性的研究. 植物保护学报, 1992, 19 (2): 133~137
- 6 Dobie p. The laboratory assesment of the inherent susceptibility of maize varieties to postharvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera, Curculionidae). J Stored Prod Res, 1974, 10: 183~197
- 7 Little R R et al. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal chem, 1958, 35: 111~126

STUDIES ON THE RESISTANCE OF STORED RICE GRAINS TO
THE RICE WEEVIL, *RHIZOPERTHA DOMINICA* (FABRICIUS)

Deng Zhengyan Wu Jung-Tsung Du Deping Peng Zhuangfei
(Plant Protection Department)

Abstract This paper deals with the resistance of rice varietal grains to the rice weevil. Of the 42 rice varieties tested, 15 exhibited resistant and 16 moderately resistant. A significantly positive correlation was found between the percentage of gaping glumes and susceptibility index. No correlation between resistance and protein, starch, amylopectin, amylose content, or gelatinization temperature was demonstrated.

Key words *Rhizopertha dominica* (Fabricius); Rice variety; Resistance; Resistant Mechanism