

水稻品种在贮藏期间对玉米象抗性的研究

吴洪基 吴荣宗 汪立*
(植保系)

摘要 对53份水稻品种进行了抗玉米象的筛选,根据敏感系数的差异,鉴定出抗级品种39份,中抗品种3份和敏感品种11份,并证实了应用自由选择和非自由选择的筛选方法,其趋势基本一致。敏感系数与谷粒的裂颖率呈极显著正相关,与米粒的粗蛋白、总淀粉、支链淀粉和直链淀粉含量及糊化温度无明显的相关性。

关键词 水稻;玉米象;抗性;抗性机制

玉米象 (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) 是主要的仓库害虫之一,分布广而为害严重。人们为了避免其造成严重的损失,采用了化学防治、缺氧防治和低温防治等方法。化学防治如使用不当,会造成对环境和粮食的污染,危及人体健康,使害虫产生了抗药性,并且增加了粮食的保管费用;缺氧防治成本较高,并使粮食产生异味^[4];低温防治需要很高的技术和设备,花费大。自从 Fernando (1959) 研究了稻种在储存期间对麦蛾的抗性之后,世界上不少国家已陆续开展了稻种对仓库害虫的抗性研究工作,试图探索利用抗虫品种的途径,特别是近10年来发展较快^[2]。由于目前国内对此研究比较薄弱,我们曾对稻种抗玉米象的筛选和抗性机制进行了研究。结果整理如下,以供参考。

1 材料与方法

1.1 稻种处理

所有供试稻种均置于 -20°C 的低温处理半月,以便杀死污染的昆虫和螨类。试验前将稻种放在盛有饱和食盐水控制相对湿度为75%的干燥器内20天以上,调整稻种的含水量至13%左右。

1.2 玉米象的饲养

饲养瓶口径9 cm,高10 cm,以中央有透气铜纱网的塑料盖封盖。饲料为经 -20°C 低温杀虫的玉米粒,在 $27^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的温度和以饱和食盐水控制湿度的环境中饲养玉米象。在稻种接虫试验前的14天,取出瓶中所有旧成虫,经7天后,收集新羽化出来的成虫,继续饲养7天,作接虫试验。

1.3 筛选方法

1.3.1 非自由选择法 供试稻种各称取5g,分别置于具透气塑料盖和容积为35 ml的玻璃瓶中,每瓶接入羽化1~2周的玉米象成虫5对(雌虫喙细长,刻点疏而浅;雄虫喙粗短,刻点密而深)。置于盛有饱和食盐水的干燥器内,在 $27^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的培养箱内饲养,每隔1~2天打开干燥器盖换气1次,10天后除去所接成虫。待新成虫开始羽化,逐天计算子代的羽化成虫数。至45天称各稻种的重量,且各稻种设有不接虫的作对照,以校正损失率。各处理设

* 现在四川省万县市农校工作
1992-08-20收稿

4次重复。

1.3.2 自由选择法 在盛有饱和食盐水的干燥器的瓷板上放1块与干燥器内径相等的圆形海绵块。在海绵块的同一圆周上打直径为4.25 cm的圆孔, 每孔相隔1 cm。每圆孔放置一个外径为4.25 cm的塑料皿, 使皿口与海绵相平。每供试品种取5g, 随机排列放于塑料皿内, 然后按每品种接4对成虫计算, 于海绵的圆心处放置羽化9~16天的玉米象成虫, 让其自由选择稻种栖息和产卵。加盖后置于27℃±0.5℃的培养箱内饲养, 每隔1~2天换气一次, 8天后清除亲代成虫, 并记录每皿的虫数。再把供试稻种分别装于容积为35 ml的玻璃瓶中, 加透气塑料盖, 在同样的条件下继续饲养, 待新成虫开始羽化后, 逐日计算子代成虫数。每处理设3个重复。

自由选择与非自由选择处理的敏感系数^[7,10]和损失率采用下列方法计算:

$$\text{敏感系数} = \frac{\ln F}{D} \times 100$$

F——平均子代数

D——平均发育历期

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

U——未受害时稻谷总重量

U'——受害后稻谷总重量

1.4 稻种的裂颖率和化学成份的测定

1.4.1 裂颖率 用5倍手镜放大镜观察, 凡稻谷内颖边缘外露不为外颖所盖者称为裂颖粒。每品种随意观察500粒, 然后计算各品种的裂颖率。比较不同品种的裂颖率与各抗性指标的关系。另选取3个品种, 在同一品种内人为选择不同裂颖率, 以比较其抗性差异与裂颖率的关系。设3次重复。

1.4.2 化学成份 糊化温度测定主要根据 Little 等^[8]的方法, 粗蛋白、总淀粉、直链淀粉和支链淀粉的含量测定根据中国农业科学院品种资源研究所^[1]的方法稍改进。

2 结果与分析

2.1 非自由选择试验

对53份稻种进行了筛选, 供试稻种的抗性表现有很大差异(表1)。从结果看, 平均发育历期最短的仅为23天, 如桂110, 最长的为41天, 如Kau 1727; 子代虫数最多的为新惠占1, 平均为23.5头。而国眉占等25份品种至试验结束时, 均无后代产生。

根据敏感系数的大小将抗性级别分为3类: 敏感系数小于3者为抗级, 在3~4的范围为中抗, 大于4的为感虫品种。据此定为抗级的品种有39份, 中抗的有3份和感虫的有11份。在抗级的稻种中有些是兼抗其他害虫的。如CI12273兼抗麦蛾、谷蠹、杂拟谷盗^[6]和褐稻虱^[5]; 晚华矮1、多龙、国眉占、越南香米、佛专82-44-4、Mudgo、ASD7、Kau1727、Suweon294、JAR80047、IR7149-5-2-1-1、IR13539-100-2-2-3等兼抗褐稻虱^[5]; 桂梅2、红阳矮403兼抗麦蛾^[3]。

表1还可看出, 三黄占2在早季种植和晚季种植抗性表现不一。早季种植的敏感系数为9.90, 属感虫范畴, 而晚季种植的敏感系数仅为0, 表现为抗虫。该品种在早、晚季种植其裂颖率有很大的差异, 分别为54.2%和8.2%, 这说明该品种的裂颖率受环境条件的影响, 因此同一品种在早季和晚季种植, 抗性表现会有不同。

表1 非自由选择抗性试验

品 种	裂颖率 (%)	平均子代 虫数(头)	平均发育 历期(天)	敏 感 系 数	损失率 (%)	抗性·
新惠占1	58.6	23.50	28	11.28	5.75	S
三桂占1	43.8	22.25	29	10.70	6.05	S
三黄占2(早季)	54.2	19.50	30	9.90	8.10	S
华阳矮1	40.6	13.75	29	9.04	4.46	S
七桂早25	37.4	10.00	30	7.68	3.11	S
汕优56	14.7	7.00	31	6.28	2.75	S
汕优36	13.5	6.00	31	5.78	2.40	S
红阳矮303	24.8	6.75	31	6.16	1.98	S
华小132	25.4	5.00	31	5.19	2.31	S
朝阳早18	31.4	4.25	31	4.68	1.24	S
BG 367-4	30.0	4.75	34	4.58	1.93	S
红阳矮化朝 F ₁	22.0	3.25	31	3.80	1.10	MR
IR 13427-40-2 -3-3	21.0	3.00	34	3.23	1.43	MR
桂铁	7.4	2.25	27	3.00	1.26	MR
佛专 82-44-4	16.8	1.75	33	1.70	1.16	R
红建 6	13.4	1.50	31	1.31	0.90	R
特青×红阳矮4	6.4	1.25	27	0.83	0.35	R
三黄占2(晚季)	8.2	1.00	30	0	0.37	R
民谷占 (双菲1×双梅)	18.0	0.75	29	0	0.40	R
×中桂300	7.2	0.50	30	0	0.85	R
桂梅2	17.4	0.50	26	0	0.45	R
特青×新华1	18.0	0.50	28	0	0.25	R
Kau 1727	2.5	0.25	41	0	0.62	R
紫红	12.2	0.25	32	0	0.56	R
华新2	6.6	0.25	25	0	0.40	R
特青×71梅	2.8	0.25	25	0	0.35	R
特青×红阳矮4	3.6	0.25	31	0	0.35	R
桂110	0.6	0.25	23	0	0.05	R
国眉占	8.1	0	—	0	1.13	R
JAR 80047	0.9	0	—	0	0.95	R
Mudgo	2.0	0	—	0	0.83	R
Suween 294	2.2	0	—	0	0.73	R
越南香米	1.3	0	—	0	0.70	R
IR 13539-100-2 -2-3	13.0	0	—	0	0.65	R
CI 12273	0.8	0	—	0	0.65	R
华夏10	1.6	0	—	0	0.64	R
IR7149-5-2 -1-1	8.7	0	—	0	0.60	R
ASD 7	0	0	—	0	0.54	R
梅菲	1.05	0	—	0	0.53	R
三叶占1	4.8	0	—	0	0.44	R
梅桂矮	0.6	0	—	0	0.38	R
特青	7.8	0	—	0	0.35	R
多龙	10.2	0	—	0	0.29	R
马木占1	11.6	0	—	0	0.28	R
矮朝	8.6	0	—	0	0.26	R
广陆矮4	7.8	0	—	0	0.25	R
菲36	5.2	0	—	0	0.15	R
红双	5.2	0	—	0	0.10	R
马木占2	14.0	0	—	0	0.08	R
马新占1	13.4	0	—	0	0.05	R
晚华矮1	6.0	0	—	0	0.05	R
五七占	3.4	0	—	0	0	R
香糯	1.0	0	—	0	0	R

* : R—抗虫; MR—中抗; S—感虫

2.2 自由选择试验

试验结果表明(表2),感虫品种新惠占1、红阳矮403、朝阳早18和三桂占1等,检出的亲代成虫数量较多,说明这些品种对玉米象具有较强的引诱力。按照敏感系数的评级标准,将自由选择试验与非自由选择试验(表1)的结果比较,可以看出各品种的抗性评级基本是一致的。但从羽化子代数 and 敏感系数看,自由选择试验的均比非自由选择试验的数值明显低。原因是在自由选择试验中所接的玉米象成虫集中在敏感品种上取食,从而影响其产卵及幼虫的成活。

表2 自由选择抗性试验

品 种	裂颖率 (%)	检出亲代 虫数(头)	平均子代 虫数(头)	平均发育 历期(天)	敏 感 系 数	损失率 (%)	抗 级
新惠占1	58.6	23	4.00	27	5.13	2.27	S
三桂占1	43.8	18	8.67	33	6.55	2.90	S
朝阳早18	31.4	14	5.00	34	4.73	2.90	S
红阳矮403	24.8	17	4.33	34	4.31	2.30	S
紫红	12.2	7	1.67	33	1.55	2.30	R
三黄占2(晚季)	8.2	10	0.67	31	0	0.14	R
桂梅2	17.4	7	0	—	0	0.60	R
三叶占2	4.8	5	0	—	0	0.03	R

2.3 品种的裂颖率和化学成份与抗性的关系

2.3.1 稻种裂颖率与抗性的关系 稻种的裂颖率与其敏感系数成正相关,裂颖率越高的品种敏感系数越大,反之亦然(图1)。两者的相关系数 $r=0.9425$, 差异非常显著, 直线回归方程为 $Y=0.2088X-0.9490$ 。

同一稻种经人为选择不同裂颖率,其抗性表现也不一样(表3)。三黄占2(晚季)、包选2和多龙3个稻种原是抗虫,但在100%裂颖率的处理中,子代虫数和稻谷的损失率均明显增加,敏感系数分别为13.90、16.74和16.50,三黄占2当裂颖率为54.2%时,敏感

系数也达到9.65。供试各品种的对照和裂颖率为零的处理均无子代产生,或敏感系数为零。证明了稻谷的裂颖率是影响抗玉米象的主要因素。这与 Nwana^[10]的研究结果是一致的。

2.3.2 品种的化学成份与抗性的关系 表4表明稻种的粗蛋白、总淀粉、直链淀粉、支链淀粉的含量及糊化温度的测定结果。计算上述指标与敏感系数的相关系数,其相关性均不显著。这与 Russell^[12]报导谷物的支链淀粉含量与稻种对麦蛾的抗性不存在直接关系相一致,而与 Morallo-Rejesus 等^[9]测定抗玉米象的水稻品种含有低的直链淀粉及具有低的糊化温度的结果不一致。

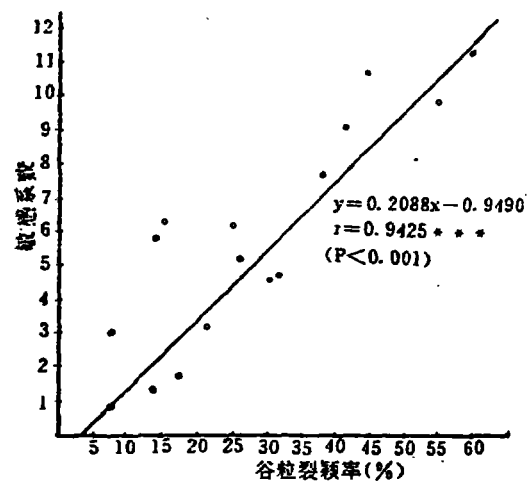


图1 稻种的裂颖率与敏感系数的关系

表3 同品种人为选择不同裂颖率对抗性的影响

品种	裂颖率 (%)	平均子代虫数 (头)	平均发育历期 (天)	敏感系数	损失率 (%)	抗级
包选2	100.0	77.7	26	16.74	36.5	S
	5.2*	0	—	0	0.24	R
	0	0	—	0	0	R
三黄占2 (晚季)	100.0	49.0	28	13.90	15.76	S
	54.2	18.1	30	9.65	7.60	S
	8.2*	0	—	0	0.60	R
	0	0	—	0	0.02	R
多龙	100.0	73.0	26	16.50	39.08	S
	10.2*	1	28	0	0.44	R
	0	0	—	0	0.12	R

* 原种对照, 未经人为选择。

表4 稻种的化学成份与抗性的关系

稻种	敏感系数	粗蛋白 (%)	总淀粉 含量 (%)	直链淀粉 含量 (%)	支链淀粉 含量 (%)	糊化温度 (级)
新惠占1	11.28	10.48	78.94	27.3	55.99	7.0
三桂占1	10.72	10.01	80.14	27.2	57.20	7.0
三黄占2	9.90	10.52	78.41	27.6	54.98	7.0
红阳矮403	6.16	9.36	80.43	29.4	55.87	6.0
朝阳早18	4.68	9.50	77.76	27.1	56.77	6.0
紫红	0	9.21	80.23	28.6	54.93	6.9
Mudgo	0	10.12	77.98	28.0	56.94	5.0
包选2	0	9.31	79.15	26.7	58.57	8.7
各指标与敏感系数的相关性检验		0.6671 ^{NS}	0.0809 ^{NS}	-0.1552 ^{NS}	-0.2828 ^{NS}	0.5039 ^{NS}

NS: 示相关系数相关性不显著 ($P > 0.05$)

3 结论

由于稻谷裂颖有利于玉米象产卵及为害, 因此谷粒颖壳紧闭程度是影响抗性的一个重要因素。品种的裂颖率与抗性成极显著的负相关。故可以利用品种的裂颖率估测稻种的抗性程度, 其方程为 $Y = 0.2088X - 0.9490$ ($Y =$ 敏感系数, $X =$ 裂颖率)。并可以在储粮管理中, 对裂颖率高的品种安排先碾米出售, 裂颖率低的品种安排于后, 以减少玉米象对储粮所造成的损失。

三黄占2在早季种植时, 其裂颖率为54.2%, 敏感系数为9.90, 属感虫; 而在晚季种植时, 裂颖率是8.2%, 敏感系数为零, 属抗虫。这说明环境条件对抗性的影响可能是通过裂颖率的改变而起作用。至于其他品种的裂颖率是否因栽植时间而有变异, 有待研究。

在抗玉米象的品种中, 有不少兼抗其他仓库害虫和田间害虫—褐稻虱, 说明了利用多抗性品种对害虫防治是有巨大潜力的, 今后应进行抗性遗传方式的研究, 以加速抗虫品种的

选育, 为仓库害虫的防治开辟一条新的途径。

参 考 文 献

- 1 中国农业科学院作物品种资源研究所. 作物品种资源研究方法. 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 杨磊等. 低温贮粮保鲜技术. 西安: 陕西科学技术出版社, 1985, 19~22
- 5 张良佑等. 水稻品种对褐稻虱抗性的筛选及其抗虫性的研究. 植保学报, 1992, 19 (2): 132~137
- 6 Cogburn R R, Bollich C N, Johnston T H, McIlrath W O. Environmental influences on resistance to *Sitotroga cerealella* in varieties of rough rice. Environ. Entomol, 1980, 9 (5): 689~93
- 7 Dobie P. The laboratory assesment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera, Curculionidae). J Stored Prod Res, 1974, 10: 183~97
- 8 Little R R et al. Diferential effect of dilute alkali on 25 variete of milled white rice. Cereal Chem, 1958, 35: 111~126
- 9 Morallo-Rejesus B, P A Javier & B O Juliano. Properties of brown rice and varietal resistance to storage insect. The Philippine Entomologist, 1982, 5 (2): 227~38
- 10 Nwana I E & D T Akibo-Betts. The resistance of some rice varieties to damage by *Sitophilus zeamais* Motschulsky during storage. Trop Stored Prod Inf, 1982, 43: 10~15
- 11 Russell M P. Influence of rice variety on oviposition and develoment of the rice weevil, *Sitophilus oryzae*, and the maize weevil, *S. zeamais*. Ann. Entomol. Soc Am, 1968, 61: 1335~36
- 12 Russell M P & R R Cogburn. World collection rice varieties: resistance to seed penetration by *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae.). J Stored Prod Res, 1977, 13: 103~108

STUDIES ON RICE VARIETIES FOR RESISTANCE TO THE MAIZE WEEVIL, *SITOPHILUS ZEAM AIS* MOTSCHULSKY IN STORED GRAIN

Wu Hongji Wu Jungtsung Wang Li
(Plant Protection Department)

Abstract This paper deals with the resistance of rice variety to the maize weevil. Of the 53 rice varieties tested, 39 exhibited resistant and three moderately resistant. The resistance that was evaluated on the basis of no-choice screening test had the same trend as that based on free choice screening test. Highly significant positive correlation ($P < 0.001$) existed between susceptibility index and percentage Of gaping glumes. No corrlation ($P > 0.05$) between protein, starch, amylopectin, amylose content, gelatinization temperature and susceptibility index was demonstrated.

Key words Rice; *Sitophilus zeamais* Motschulsky; Resistance; Resistant mechanism