

籼型三系杂交水稻稻曲病抗性遗传研究

李友荣,唐善军,高杜娟,陈友德

(国家水稻改良中心长沙分中心/湖南省水稻研究所,长沙 410125)

摘要:用抗稻曲病不育系 45A 为母本与 R998 等 14 个感病恢复系及 R288 选等 16 个抗病恢复系配组,在病圃中以自然诱发和辅助人工接种的方法,研究杂交水稻抗稻曲病不育系的胞质效应和恢复系稻曲病抗性遗传。结果表明,抗稻曲病不育系 45A 无胞质效应,与 14 个感病恢复系所配组合的杂种 F_1 均表现感病;45A 与 16 个抗病恢复系配组的杂种 F_1 稻曲病抗性遗传表达特征有抗性显性(RRR)、抗性不完全显性(RRMR)和抗性隐性(RRS)3 种类型,显性和不完全显性的频率为 81.25%。杂种 F_1 稻曲病病穗率、病情指数、平均每穗病粒数和病穗上最高病粒数与恢复系相对应的稻曲病病情指标极显著正相关。筛选出 HA188、HA197、HA198 等 6 个抗稻曲病杂交稻恢复系新种质。

关键词:杂交水稻;稻曲病;抗性遗传

Genetic Research of Three-line *Indica* Hybrid Rice Resistance to False Smut

LI You-rong, TANG Shan-jun, GAO Du-juan, CHEN You-de

(National Center for Rice Improvement Changsha Sub-center/Hunan Rice Research Institute, Changsha 410125)

Abstract: In order to explore the male sterile (MS) lines' cytoplasmic effects and the restorer lines' resistant inheritance of rice false smut, with anti-false smut MS 45A as the female parent, crossed with 14 susceptible restorer lines (R988 etc.) and 16 resistant restorer lines (R288 selection etc.), the study carried out at a disease nursery with natural induce and auxiliary artificial inoculation. The results showed that no cytoplasmic effects existed in anti-false smut MS 45A, and F_1 of 45A crossed with 14 susceptible restorer lines exhibited susceptible to rice false smut. When 45A crossed with 16 resistant restorer lines, F_1 showed three patterns of resistance inheritance including dominant, incompletely dominant and recessive. Dominant and incompletely dominant frequency accounted for 81.25%. There was highly significant positive correlation between F_1 disease indicators and corresponding restorer lines indicators which included disease spike rate, disease index, average diseased grains per panicle, and highest disease grains. HA188, HA197, and HA198 etc. new germplasm of anti-false smut hybrid rice restorer lines were screened. And hybrid rice breeding for false smut resistance was discussed.

Key words: hybrid rice; false smut; resistance inheritance

水稻稻曲病主要分布在亚洲稻区,欧洲、美洲和非洲等近 40 个国家亦有发生^[1],该病已成为我国长江流域及北方稻区的主要水稻病害之一,尤其是一些大穗、着粒密度高的高产品种危害更严重^[2-3]。同时,稻曲病菌的毒素对人、稻米及其副产品、畜、禽等造成危害^[4-6]。在杂交水稻稻曲病

抗性研究方面,目前主要是评价已育成和即将推广新组合的抗病性^[7-9],杂交水稻稻曲病抗性遗传研究尚未见报道。2010 年起,笔者对籼型三系杂交水稻稻曲病抗性遗传进行研究,旨在明确其稻曲病抗性遗传特征,为杂交水稻抗稻曲病育种提供依据和方法。

收稿日期:2013-01-17 修回日期:2013-02-09 网络出版日期:2013-08-09

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20130809.1354.014.html>

基金项目:湖南省农业科学院科技创新项目(2011 hnnkycx26)

第一作者研究方向为水稻抗病性和抗病虫育种。E-mail: yourongl@163.com

1 材料与方法

1.1 供试材料及配组

2011年,用经多年鉴定、表现抗稻曲病的粳型三系不育系(品系)45A作母本,与R998、R227、HA370等14个感病恢复系以及筛选出的R288选、R80选、桂99选、R9113、HA188等16个抗病恢复系(品系)作父本,配制30个杂交晚粳测交组合。当年秋季收获30个测交组合种子及其父本种子。

1.2 稻曲病抗性评价

30个杂种 F_1 组合及其父本种子于2012年6月18日播种,水育秧。秧龄期25d时插入稻曲病病圃(湖南省水稻研究所安仁基点)。田间按杂种一代、对应父本排列,每个组合及父本插单本3行,共30株,株行距20 cm × 20 cm;病圃四周和抗性评价材料旁边种植高感稻曲病诱发品种。按高产栽培技术进行肥水管理,氮肥总量和施用时间不同于大田生产,水稻全生育期不使用除草剂和杀菌剂防治虫害。在病圃菌源足、自然诱发效果好的基础上,水稻适宜生育期内,用稻曲病分生孢子+菌丝片段菌液喷雾接种2次,遇晴天用电动喷雾器进行人工喷雾保湿。水稻成熟期,当感病对照品种发病达到9级(高感)时,调查稻曲病病穗率、平均每穗病粒数和病穗上最高病粒数,按唐春生等^[10]稻曲病分级标准调查病情,0级:未发病;1级:每穗1粒病粒;2级:每穗2粒病粒;3级:每穗3~5粒病粒;4级:每穗6~9粒病粒;5级:每穗病粒10粒以上。病情指数计算公式:病情指数 = $100 \times \sum(\text{各级病穗数} \times \text{各级代表值}) / (\text{调查总穗数} \times \text{最高级代表值})$ 。以病穗率作为抗性评价指标,高抗(HR):病穗率为0;抗(R):病穗率 < 2.5%;中抗(MR):病穗率 2.6% ~ 5.0%;中感(MS):病穗率 5.1% ~ 12.5%;感(S):病穗率 12.6% ~ 25.0%;高感(HS):病穗率 > 25%。

1.3 数据处理

用Excel软件进行数据处理,分析杂种一代稻曲病病穗率、病情指数、平均每穗病粒数和病穗上最高病粒数4项病情指标与恢复系相对应的4项病情指标的相关系数。

2 结果与分析

2.1 不育系抗稻曲病的胞质效应

表1是45A与R998等14个感稻曲病恢复系配组 F_1 及其父本的稻曲病抗性评价结果。不育系

45A的稻曲病抗性无胞质效应,没有出现抗病组合,与14个感病恢复系配组的杂种 F_1 均表现其父本的感稻曲病性状,而且大部分中感恢复系配组的 F_1 亦表现中感(占75%),感、高感恢复系配组的杂种 F_1 均表现感或高感。抗稻曲病不育系45A无胞质效应,一是表明粳型三系杂交水稻稻曲病抗性主要受核基因控制,恢复系的抗性水平和抗性基因遗传表达方式影响其杂种 F_1 的抗性;其次该不育系的稻曲病抗性基因是否为隐性基因还有待进一步研究。

表1 抗稻曲病不育系45A的胞质效应

Table 1 Cytoplasmic effect of anti-false smut of MS 45A

恢复系 Restor- er lines	病穗率(%)		抗性 Resistance	组合 F_1 Combinations	病穗率(%)		抗性 Resistance
	Diseased panicle rate				Diseased panicle rate		
R998	5.76		MS	45A/R998	13.91		S
HA303	6.41		MS	45A/HA303	14.66		S
HA182	5.25		MS	45A/HA182	6.53		MS
R227	5.45		MS	45A/R227	5.19		MS
HA368	6.38		MS	45A/HA368	7.31		MS
HA369	8.48		MS	45A/HA369	6.16		MS
HA205	6.20		MS	45A/HA205	8.74		MS
HA370	7.45		MS	45A/HA370	11.07		MS
HA206	14.03		S	45A/HA206	16.29		S
HA209	18.56		S	45A/HA209	26.63		HS
HA219	24.97		S	45A/HA219	30.61		HS
HA371	25.63		HS	45A/HA371	18.59		S
HA207	27.23		HS	45A/HA207	25.34		HS
HA208	25.96		HS	45A/HA208	26.87		HS

2.2 恢复系稻曲病抗性遗传特征

45A与R288选等16个抗病恢复系(品系)配制16个杂交组合,其杂种 F_1 和对应的父本稻曲病抗性评价结果列入表2。可以看出,R288选、桂99选、HA188、HA197、HA198和R80选这6个抗病恢复系的稻曲病抗性遗传为显性,与抗病不育系45A杂交配组的杂种 F_1 表现抗稻曲病。R207、R9113、州恢217等7个抗病恢复系稻曲病抗性遗传为不完全显性,与抗病恢复系45A杂交配组的杂种 F_1 表现中抗稻曲病。R277、HA187、HA200这3个抗病恢复系稻曲病抗性遗传为隐性,与抗病不育系45A杂交配组的杂种 F_1 表现感稻曲病。16个抗稻曲病恢复系的抗性遗传特征有显性、不完全显性和隐性3种类型,其中,抗病性为显性和不完全显性的频率为81.25%。

表 2 16 个恢复系稻曲病抗性遗传表现

Table 2 Genetic expression of false smut resistance of 16 restorer lines

恢复系 Restorer lines			F ₁			
名称	病穗率 (%)	抗性	组合	病穗率 (%)	抗性	抗性遗传
Name	Diseased panicle rate	Resistance	Combinations	Diseased panicle rate	Resistance	Resistance inheritance
R288 选	0.30	R	45A/R288 选	0.40	R	显性
桂 99 选	0.40	R	45A/桂 99 选	0.44	R	显性
HA188	0.28	R	45A/HA188	0.31	R	显性
HA197	0.35	R	45A/HA197	0.43	R	显性
HA198	0.34	R	45A/HA198	0.39	R	显性
R80 选	0.23	R	45A/R80 选	0.88	R	显性
R207	0.37	R	45A/R207	4.26	MR	不完全显性
R9113	0.76	R	45A/R9113	4.97	MR	不完全显性
州恢 217	0.25	R	45A/州恢 217	4.17	MR	不完全显性
HA196	0.29	R	45A/HA196	4.05	MR	不完全显性
HA199	0.31	R	45A/HA199	3.02	MR	不完全显性
HA202	0.27	R	45A/HA202	4.21	MR	不完全显性
明恢 63 选	0.61	R	45A/明恢 63 选	3.97	MR	不完全显性
R277	1.83	R	45A/R277	9.91	MS	隐性
HA187	0.37	R	45A/HA187	6.78	MS	隐性
HA200	0.27	R	45A/HA200	7.44	MS	隐性

2.3 恢复系稻曲病病情指标与杂种 F₁ 病情指标的相关性

对恢复系的稻曲病病穗率 (RX₁)、病情指数 (RX₂)、平均每穗病粒数 (RX₃) 和病穗上最高病粒数 (RX₄) 与杂种 F₁ 的病穗率 (F₁X₁)、病情指数 (F₁X₂)、平均每穗病粒数 (F₁X₃) 和病穗上最高病粒数 (F₁X₄) 进行相关性分析 (表 3)。结果表明, 杂种 F₁ 稻曲病病穗率、病情指数、平均每穗病粒数和病穗上最高病粒数这 4 项病情指标与其恢复系相对应的 4 项稻曲病病情指标极显著正相关, 相关系数 *r* 分别为 0.898**、0.868**、0.901** 和 0.569**。同时, 这 4 项病情指标与恢复系稻曲病其他病情指标之间的相关性亦极显著。杂种 F₁ 与恢复系稻曲病各项病情指标相关性分析结果进一步表明, 籼型三系杂交水稻杂种一代的稻曲病抗性主要受恢复系的抗性水平影响。

表 3 杂种 F₁ 与恢复系的稻曲病病情指标间相关系数Table 3 The correlation coefficient of false smut disease index between the F₁ and the restorer line

	RX ₁	RX ₂	RX ₃	RX ₄
F ₁ X ₁	0.898**	0.889**	0.876**	0.561**
F ₁ X ₂	0.876**	0.868**	0.859**	0.552**
F ₁ X ₃	0.905**	0.900**	0.901**	0.503**
F ₁ X ₄	0.677**	0.661**	0.689**	0.569**

** : 1% 的显著水平 ** : significant level of 1%

3 讨论

杂交水稻稻瘟病和白叶枯病抗性遗传研究表明, 杂种一代抗病性主要受核基因控制, 同时还有微效抗病基因作用和受胞质基因的影响^[11-19]。常规水稻品种稻曲病抗性遗传研究表明, 其抗病性由 2 对主基因 + 多基因遗传, 除受主基因控制外还受多基因的影响^[20-22], 杂交水稻稻曲病抗性遗传尚未见报道。

本研究中 16 个抗稻曲病恢复系与抗病不育系 45A 配组的 F₁ 抗性遗传表达特征有显性、不完全显性和隐性 3 种类型, 其中抗性遗传为显性和不完全显性的频率为 81.25%, 表明大多数抗病父本的稻曲病抗性基因能在杂种一代得到遗传表达, 对杂交稻的稻曲病抗性育种有利。在杂交稻的稻曲病抗性育种中, 育种家宜重点改良恢复系的稻曲病抗性水平, 并选择稻曲病抗性遗传为显性的优良恢复系配组。

抗稻曲病不育系 45A 与 14 个不同感病恢复系配组的杂种 F₁ 均表现感病, 对于这一结果, 本研究认为: 杂种一代的稻曲病抗性主要受核基因控制, 恢复系的稻曲病抗性直接影响杂种一代的抗性, 而不育系的稻曲病抗性无胞质效应; 杂种 F₁ 稻曲病病穗率、病情指数、平均每穗病粒数和病穗上最高病粒

数与恢复系相对应的稻曲病病情指标极显著正相关,亦进一步表明杂种一代稻曲病抗性主要受核基因控制,而与不育系的抗病基因类型关系不大。本研究结果与以往杂交水稻对稻瘟病和白叶枯病的抗性主要受核基因控制的研究结果相同,所用不育系 45A 的稻曲病抗性基因是否为隐性基因还有待进一步研究。

实践证明,对水稻品种的抗病虫性状进行遗传改良,选育多抗性品种防治病虫害,是水稻生产实现高产、稳产、优质、低耗、安全和高效的有效途径^[23-24]。本研究筛选出稻曲病抗性遗传为显性的 HA188、HA197、HA198 等 6 个恢复系新种质,为杂交水稻抗稻曲病育种提供了优异抗病新种质。同时,籼型杂交水稻恢复系的稻曲病抗性遗传表达特征的研究结果,对水稻稻曲病抗性评价、抗性遗传改良和抗病育种等具有较好的应用价值。育种家只要加大育种材料对稻曲病抗性选择压力,重点改良恢复系的稻曲病抗性,选用稻曲病抗性遗传为显性的父本配制杂交新组合,并结合对杂种一代稻曲病抗性遗传评价,就能育成抗稻曲病、综合性状优良的杂交水稻新组合。

参考文献

- [1] Ou S H. Rice Disease [M]. Kew, Surry, UK: CAB/CMI, 1985: 307-311
- [2] 邹克琴,胡东维,王为民,等. 水稻稻曲病的研究进展[J]. 浙江农业科学,2012(5):704-706
- [3] 李友荣,唐善军,高杜娟,等. 籼型杂交晚稻新组合穗部性状与稻曲病抗性相关性研究[J]. 中国农学通报,2011,27(21):234-238
- [4] 黄世文,余柳青. 国内稻曲病的研究现状[J]. 江西农业学报,2002,14(2):45-51
- [5] 高山峻. 稻曲病粒对鸡和兔的毒性[J]. 植物保护,1987,13

- (3):52-53
- [6] 尚炳荣,许绍朴,王云英,等. 水稻稻曲病对猪的危害试验[J]. 浙江农业科学,1985(1):35-37
- [7] 卢代华,毛建辉,王平,等. 杂交水稻对稻曲病的田间抗性差异[J]. 植物保护学报,2008,35(4):289-294
- [8] 黄瑞荣,李湘民,华菊珍,等. 杂交水稻品种(组合)对稻曲病的抗性研究[J]. 江西农业大学学报,2010,32(4):718-720
- [9] 唐善军,高杜娟,李友荣,等. 长江中下游及湖南省水稻区试新组合(品系)稻曲病抗性研究[J]. 农学报,2012,2(28):28-32
- [10] 唐春生,高家樟,曹国平,等. 稻曲病的分级标准研究及应用[J]. 湖南农业大学学报,2000,26(2):122-125
- [11] 万文举,罗宽. 杂交水稻抗病性遗传研究初报[J]. 遗传,1979(3):19-22
- [12] 万文举. 水稻抗稻瘟病的遗传研究[J]. 湖南农业科学,1982(4):1-2
- [13] 申宗坦,孙漱源,章旺根,等. 几个籼稻品种对稻瘟病抗性的遗传分析[J]. 中国水稻科学,1986,1(1):1-7
- [14] 王国平. 杂交水稻对稻瘟病菌抗谱及亲本抗性的遗传分析[J]. 杂交水稻,1990(3):42-46
- [15] 唐乐尘,张学博,邱红芳. 杂交水稻抗瘟性的遗传系谱分析与优化组合[J]. 福建农业大学学报,1994,23(3):286-292
- [16] 王久林,雷财林,毛世宏,等. 杂交稻抗瘟遗传表达特征的研究[J]. 福建稻麦科技,1995,13(2):12-17
- [17] 章琦. 水稻白叶枯病抗性的遗传及改良[M]. 北京:科学出版社,2007:130
- [18] 张红生,翟虎渠,陆志强,等. 水稻不同抗白叶枯病基因抗谱鉴定及在杂种 F₁ 的表达[J]. 南京农业大学学报,1997,20(3):12-16
- [19] 孔凡明,吕斑,许志刚. 水稻不育系抗白叶枯病的胞质效应[J]. 安徽农业科学,1998,26(1):62-64,71
- [20] 方先文,汤陵华,王艳平,等. 水稻稻曲病抗性遗传机制[J]. 江苏农业学报,2008,24(6):762-765
- [21] 李余生,朱镇,张亚东,等. 水稻稻曲病抗性的主基因+多基因混合模型分析[J]. 作物学报,2008,34(10):1728-1733
- [22] 徐建龙,薛庆中,罗利军,等. 近等基因导入定位水稻稻曲病数量性状位点的研究初报[J]. 浙江农业学报,2002,14(1):14-19
- [23] 李友荣,侯小华,魏子生. 水稻多抗性新种质湘早籼 3 号及 HA79317-4[J]. 植物遗传资源学报,2008,9(1):96-100
- [24] 万建民. 中国水稻遗传育种与品种系谱[M]. 北京:中国农业出版社,2010:224,621-623

欢迎订阅 2014 年《山西农业科学》

《山西农业科学》是山西省农业科学院主办的大农业学术性期刊(中国科技核心期刊),主要栏目有宏观农业、调查研究、生物技术、遗传育种、耕作栽培、生理生化、资源与环境、植物保护、畜牧兽医、水产渔业、贮藏与加工、信息技术、文献综述等。主要读者对象为农业研究机构科研人员、农业院校师生、涉农部门农业技术推广工作者。

月刊,大 16 开本,96 页码。每期定价 8.00 元,全年 96.00 元。国内统一刊号 CN14-1113/S,邮发代号 22-24。

地址:(030006)太原市长风街 2 号

电话:0351-7089783

E-mail:sxnykx@126.com