

水稻质核互作雄性不育系 异交结实率的初步研究

邱振国^{1,2} 陈雄辉^{2*} 王 鹏² 彭海峰³ 万邦惠²

(1. 仲恺农业工程学院 计算机科学与工程学院, 广东 广州 510225; 2. 华南农业大学 农学院, 广东 广州 510642;
3. 华南农业大学 生命科学学院, 广东 广州 510642)

摘要: 为了研究水稻质核互作雄性不育系异交结实率与父母本的关系, 以花粳 A(野败胞质)、华农 A(野败胞质)、华农 A(夜公胞质)、华农 A(饶平野稻胞质) 共 4 个水稻质核互作雄性不育系为母本, 以抗草种、T180、G72、金华占 2 号、华航 1 号、粤香占、HN5413、丰穗占、M22 和 M31 共 10 个恢复系进行配组, 结果表明: 不同质核互作雄性不育系异交结实率存在显著的差异; 不同恢复系间的异交结实率也存在显著差异; 不育系和恢复系互作效应对异交结实率的影响不明显; 同质异核不育系的异交结实率的差异达到显著水平, 而同核异质不育系的异交结实率的差异不显著。这说明水稻质核互作雄性不育系异交结实率的差异主要受核内遗传物质的影响, 细胞质对异交结实率的影响不明显。进而提出了在选育水稻质核互作雄性不育系时, 不仅要注意优良异交开花习性, 而且还要注意核内遗传物质对异交结实率的影响。

关键词: 水稻; 质核互作雄性不育系; 异交结实率

中图分类号: S511 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)01-0005-05

Preliminary Studies on Outcrossing Rate in Rice CMS Lines

QIU Zhen-guo^{1,2}, CHEN Xiong-hui^{2*}, WANG Peng²,
PENG Hai-feng³, WAN Bang-hui²

(1. School of Computer Science and Engineering, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China; 2. College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 3. College of Life Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Four CMS lines as female parents and ten restorer lines were crossed for studying the outcrossing rate. The results of variance analysis suggested that, significant difference of the outcrossing rate was found among CMS lines in rice; the same result was also found among different restorer lines; however, interaction between CMS lines and restorer lines was not obvious. Compared with the outcrossing rate of the isocyttoplasm-allonuclear CMS lines and that of the isonucleus-alloctoplasmic CMS lines, the results showed that the outcrossing rate was majorly determined by genetical matter of nuclear, not that of the cytoplasm. The results of the outcrossing rate of CMS lines in rice showed that choosing excellent blooming trains was important, moreover, the genetical matter's effects on the outcrossing rate should be cared in rice breeding.

Key words: rice; CMS lines; outcrossing rate

收稿日期: 2011-10-16 修回日期: 2011-12-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31171612)和广东省自然科学基金资助项目(010280)

作者简介: 邱振国(1979-), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事作物杂种优势理论与应用研究, E-mail: 464236783@qq.com; * 通讯作者: 陈雄辉, 副研究员, E-mail: chen3252@scau.edu.cn.

两系杂交稻目前已推向大面积生产应用并取得了巨大的经济效益^[1-2],而制种的难易程度一直是杂交水稻推广应用的前提,因为它直接关系到制种单位的经济效益,从而影响到品种的推广。故育种家在选择不育系以及制种单位在杂交水稻制种时常常关注异交结实率这一性状。前人研究^[3-5]普遍认为,不育系的开花习性是影响异交结实的主要因素,具有良好异交开花习性的不育系其异交结实率较高,制种产量也高。因此,育种家在选择不育系时均将开花习性良好的作为一个重要的选育标准。陈雄辉等^[6-7]研究发现有些水稻光温敏核不育系的异交结实率不仅受到开花习性的影响,还受到其遗传和环境因素的影响,且水稻光温敏核不育系存在不同程度的遗传异交结实障碍和环境异交结实障碍。但是对于水稻质核互作雄性不育系异交结实是否也受到遗传方面的影响,至今未见报道。本文以大面积推广的野败胞质以及广东晚粳农家品种夜公和饶平野稻两种新质源不育胞质的不育系花粳 A、华农 A 与十个恢复系配组,对水稻质核互作雄性不育系的异交结实性状进行了初步探讨。

1 材料与方法

1.1 供试材料

以花粳 A(野败胞质)、华农 A(野败胞质)、华农 A(夜公胞质)、华农(饶平野稻胞质)共 4 个水稻质核互作雄性不育系为母本,以抗草种、T180、G72、金华占 2 号、华航 1 号、粤香占、HN5413、丰穗占、M22、M31 共 10 个恢复系为父本。

1.2 试验方法

父母本均于 2009 年 7 月在华南农业大学农场播种于大田。母本分别在 7 月 23 日、7 月 26 日、7 月 30 日共分 3 期播种;父本分别在 7 月 13 日、7 月 26 日分两期播种。父母本抽穗后,于 10 月 15 日、16 日进行人工杂交。每次杂交于 08:00 左右进行。每个不育系各选 5 株,每株选 2 个抽出约 1/2 且当天处于盛花期较大的穗,用剪刀剪去颖化上部 1/3,使柱头露出,并将预期当天不能开花的颖花全部剪除。剪后将穗用纸袋套袋隔离,防止串粉。当父本盛花时,为保证有充足的花粉量,父本用 2 穗对 1 穗母本受粉。受粉后封好隔离袋,25 d 后调查结实率。

1.3 数据处理分析

对各异交结实率调查值作反正弦转换后进行方差分析或新复极差法多重比较。

2 结果与分析

2.1 不育系与恢复系对异交结实率影响的分析

通过不育系与恢复系对异交结实率影响的显著性分析可知:不育系($F = 2.83$, $F_{0.05} = 2.73$)、恢复系($F = 2.32$, $F_{0.05} = 2.00$)对异交结实率的影响均能达到显著水平,而不育系与恢复系互作效应对异交结实率影响不显著。即不同不育系的异交结实率有显著差异;不同恢复系的异交结实率有显著差异;而不育系与恢复系互作对异交结实率影响不明显。

2.2 同质异核不育系的异交结实率比较

花粳 A(野败胞质)、华农 A(野败胞质)2 个同质异核的不育系与 10 个恢复系杂交的异交结实率分析(见表 2)可知:华农 A(野败胞质)的异交结实率可高达 84.69%,较花粳 A(野败胞质)高 7.5%,方差分析表明 2 个同质异核不育系间异交结实率的差异达到极显著水平,这说明质核互作雄性不育系的核遗传对异交结实率有显著影响。

2.3 同核异质不育系的异交结实率的比较

花粳 A(野败胞质)、华农 A(野败胞质)、华农(饶平野稻胞质)3 个同核异质不育系与 10 个恢复系杂交的异交结实率分析(表 3)可知:3 个不育系与不同恢复系的异交结实率平均值均高达 84% 左右,SSR 比较表明 3 个同核异质不育系的异交结实率差异不显著,说明胞质遗传物质对异交结实率没有明显影响。

表 1 同质异核不育系的异交结实率

Tab. 1 Outcrossing rate of isocyttoplasm-allonuclear CMS lines

恢复系 Restorer lines	质核互作不育系异交结实率/% Outcrossing rate of CMS lines	
	花粳 A(野败胞质)	华农 A(野败胞质)
	Huashan A(cytoplasm of Yegong)	Huanong A (cytoplasm of abortive wild rice)
抗草种 Kangcaozhong	56.80	79.55
T180	79.73	78.39
G72	75.33	86.44
金华占 2 号 Jinhuzan2	83.26	87.10
华航 1 号 Huahang1	88.87	84.88
粤香占 Yexiangzan	73.50	86.08
HN5413	74.24	91.89
丰穗占 Fengsuizan	77.18	89.50
M22	81.61	90.04
M31	80.62	73.17
平均值	77.11	84.69

表 2 同核异质不育系的异交结实率

Tab. 2 Outcrossing rate of isonucleus-alloctoplasmic CMS lines

恢复系 Restorer lines	质核互作不育系异交结实率/% Outcrossing rate of CMS lines		
	华农 A(夜公胞质)	华农 A(野败胞质)	华农 A(饶平野稻胞质)
	Huanong A (cytoplasm of Yegong)	Huanong A(cytoplasm of abortive wild rice)	Huanong A (cytoplasm of raoping wild rice)
抗草种 Kangcaozhong	79.55	85.87	76.53
T180	78.39	80.54	80.02
G72	86.44	81.50	90.03
金华占 2 号 Jinhuzan2	87.10	91.40	89.51
华航 1 号 Huahang1	84.88	88.18	81.90
粤香占 Yexiangzan	86.08	84.47	91.68
HN5413	91.89	74.96	83.99
丰穗占 Fengsuizan	89.50	82.02	70.86
M22	90.04	81.18	91.88
M31	73.17	86.00	91.88
平均值	84.69 a	83.68 a	83.56 a

平均值同行不同小写字母表示差异达到显著水平。

Different letters denote significant difference.

2.4 恢复系间异交结实率的比较

同一不育系与不同恢复系杂交的异交结实率差异的多重比较结果见表 4。根据显著性水平,将它们分为 5 个水平: 金华占 2 号异交结实率最高, M22、粤香占、G72、华航 1 号等其次, 再次为 HN5413, 然后是丰穗占、M31、T180, 抗草种异交结实率最差。它们之间的异交结实率差异明显, 说明异交结实率高低受恢复系遗传物质的影响。各恢复系的异交结实率变异系数均较小, 显示每个恢复系与不同不育系杂交异交结实率的差异较小。相对而言, 抗草种与各不育系杂交异交结实率差异最大, 金华占 2 号、华航 1 号与各不育系杂交异交结实率差异最小。

表 3 不同恢复系杂交的异交结实率
Tab. 3 Outcrossing rate of restorer lines

恢复系 Restorer lines	异交结实率 / % Outcrossing rate	变异范围 Variation range	变异系数 / % Coefficient of variation
金华占 2 号 Jinhuzan2	87.82 a	77.08 ~ 97.00	1.87
M22	86.18 ab	67.21 ~ 95.08	2.54
华航 1 号 Huahang1	85.96 ab	75.21 ~ 94.38	1.69
粤香占 Yexiangzan	83.93 ab	71.93 ~ 95.38	2.41
G72	83.30 ab	67.39 ~ 95.45	2.40
HN5413	81.27b	51.06 ~ 94.40	2.23
丰穗占 Fengsuizan	79.89bc	69.89 ~ 92.22	2.66
M31	79.76bc	60.19 ~ 89.71	2.68
T180	79.67bc	67.82 ~ 90.82	2.01
抗草种 Kangcaozhong	74.69c	42.38 ~ 90.67	5.83

同列不同小写字母表示差异达到显著水平。

Different letters denote significant difference .

3 讨 论

水稻质核互作雄性不育系中,不育胞质除引起雄性不育外,对其它农艺性状也有影响。因此,在杂交水稻三系育种研究中,不育胞质的遗传效应一直是遗传学家和育种家竞相探索的课题^[8]。较多学者^[9-12]认为不育细胞质对杂种一代结实率表现为负效应,而朱英国^[13]和王际凤等^[14]的研究表明不育细胞质对杂种一代结实率影响较小。在杂交水稻种子生产中,由于现在生产上应用的籼型不育系与恢复系的花时特性存在较大差异,要提高不育系异交结实率,其柱头外露率显得异常重要^[15],因此对异交结实率的研究主要集中在柱头外露率相关因素上^[16-17],鲜见遗传因素对异交结实率的影响的报道。

本试验通过研究发现,华农 A(野败胞质)的异交结实率可高达 84.69%,较花粳 A(野败胞质)高 7.5%,这说明同质异核不育系的异交结实率存在显著差异,且这一差异主要是由核内遗传物质控制的,这与陈雄辉等^[7]的研究结果一致。因而,在选育质核互作雄性不育系时,不仅要注意开花习性,还要注意核内遗传物质对异交结实率的影响。华农 A(野败胞质)的异交结实率较花粳 A(野败胞质)高 7.5%,这对杂交水稻制种效益的影响将是十分显著的,因此核内遗传物质对异交结实率的影响应受到广大学者和制种单位的重视,可以通过利用有利于异交结实的品种选育易制种的质核互作不育系。此外,同一不育系与不同恢复系杂交的异交结实率差异的多重比较发现,恢复系间的异交结实率差异明显,这说明异交结实率高低受恢复系遗传物质的影响,故开花习性是影响杂交水稻异交结实率的主要因素的观点并不全面。

大量的研究^[18-19]结果表明,雄性不育细胞质不仅对杂交水稻的育性及育性转换具有重要作用,而且对水稻的产量形成和其它农艺性状也有较大的影响。本文以异交结实率这一重要农艺性状为考察目标,结果表明不育细胞质的负效应在异交结实率这一性状上表现不明显。

陈雄辉等^[6]的研究结果表明,环境对光温敏核不育水稻的异交结实潜力有显著影响。至于质核互作雄性不育系的异交结实是否也受环境影响,还有待进一步研究。此外,核内遗传物质对异交结实率的影响这一现象虽然得以证实,但对于其具体的遗传机理和生理生化基础尚需进一步研究。

参考文献:

- [1] 陆作楣. 我国杂交稻育种研究的亮点及难点[J]. 中国水稻科学, 2011, 25(3): 231-235.
- [2] 王伟平, 武小金. 两系超级杂交稻育种研究进展[J]. 杂交水稻, 2006, 21(2): 5-9.
- [3] 张慧廉, 邓应德. 高异交率优质不育系优 1A 的选育及应用[J]. 杂交水稻, 1996, 11(2): 4-6.
- [4] 曾应和, 董宗和. II-32A 特征特性及其组合制种[J]. 杂交水稻, 1999, 14(4): 13-14.

- [5]朱英国. 水稻雄性不育生物学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2000: 40-43.
- [6]陈雄辉, 万邦惠, 吴长维, 等. 光温敏核不育水稻开花习性的研究[J]. 华南农业大学学报, 1996, 17(2): 1-6.
- [7]陈雄辉, 万邦惠, 彭海峰等. 水稻光温敏核不育系异交结实障碍的影响因素分析[J]. 中国水稻科学, 2003, 17(4): 333-338.
- [8]盛孝邦. 我国杂交水稻雄性不育性遗传学研究的回顾与展望[J]. 杂交水稻, 1994, 9(Z1): 58-62.
- [9]李泽炳. 对我国水稻雄性不育分类的初步探讨[J]. 作物学报, 1980, 6(1): 17-26.
- [10]周开达. 优质是杂交水稻发展的必由之路[J]. 杂交水稻, 1994, 9(4): 42-45.
- [11]汤述翥, 张亚东, 孙红芹, 等. 水稻同核异质广亲和不育系细胞质效应的研究[J]. 作物学报, 2003, 29(2): 202-207.
- [12]汤述翥, 张宏根, 朱正斌. 红莲型不育细胞质在杂交粳稻育种中的应用[J]. 中国水稻科学, 2010, 24(2): 116-124.
- [13]朱英国. 水稻不同细胞质雄性不育的研究[J]. 作物学报, 1979, 5(4): 29-38.
- [14]王际凤, 陆作楣. 水稻 CMS 和 TGMS 近等基因系的构建及其配合力评价[J]. 南京农业大学学报, 2008, 31(2): 1-5.
- [15]闵绍楷, 申宗坦, 熊振民. 水稻高产育种[M]. 北京: 中国农业出版社, 1990: 65.
- [16]Xiao J H, Grandillo S, Sang N A, et al. Genes from wild rice improve yield[J]. Nature, 1996, 384: 223-224.
- [17]沈圣泉, 庄杰云, 包劲松, 等. 水稻柱头外露 QTLs 定位及其互作分析[J]. 生物数学学报, 2006, 21(4): 610-614.
- [18]蔡善信. 水稻雄性不育细胞质效应的研究[J]. 华南农业大学学报, 1990, 15(1): 115-121.
- [19]瞿小旅, 彭海峰, 刘晓艳, 等. 高州普通野生稻雄性不育胞质对杂种一代单株产量的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(23): 173-176.

我校黄路生院士等完成的项目获 2011 年 国家技术发明奖二等奖

2月14日,中共中央、国务院在北京人民大会堂隆重举行国家科学技术奖励大会,由我校黄路生院士等完成的《仔猪断奶前腹泻抗病基因育种技术的创建及应用》项目,获国家技术发明奖二等奖,实现了江西省国家技术发明奖项零的突破。黄路生院士作为国家技术发明奖获奖代表走上主席台,接受党和国家领导人颁奖。

《仔猪断奶前腹泻抗病基因育种技术的创建及应用》项目针对仔猪断奶前腹泻给我国乃至世界养猪业造成巨大经济损失这一长期困扰养猪生产难题,历时6年科技攻关,取得重大发现和技术发明:确定了决定断奶前仔猪腹泻抗性的 ETECF4_{ac} 受体基因及其关键变异位点,由此首次在国际上发明了高精度的、具有完全自主知识产权和广泛适用于杜洛克、长白和大白等主要商业猪种的断奶前仔猪腹泻抗病育种新技术,实现了我国种猪遗传改良研究的重大突破。

• 江西农业大学宣传部 •