

水稻雄性不育细胞质效应的研究

蔡善信

(华南农业大学作物遗传育种研究室, 510642, 广州)

摘要 用8种同核异质雄性不育系及其相应保持系分别与4个恢复系配制36个杂交组合进行裂区试验,在相同核背景下比较雄性不育细胞质效应的差异。结果表明:雄性不育细胞质对杂种一代单株产量和农艺性状多数表现负效应,但细胞质间存在极显著的差异。本研究发现,栽培籼稻的细胞质效应优于普通野稻,选育优良雄性不育细胞质的重点应在栽培籼稻中筛选。恢复系对不育细胞质效应也有不同程度的影响,核质互作对所研究的性状有极显著的作用。选育配合力强的恢复系仍然是培育优良杂交组合的重要途径。

关键词 雄性不育系; 细胞质效应; 核质互作; 农艺性状

中图分类号 Q343.3

我国水稻三系配套以来,先后育成了多种类型的细胞质雄性不育系。许多学者对诸多类型的细胞质效应进行了研究,但结果不一(广西农科院水稻杂优组,1984;王才林等,1990;邢少辰等,1990;杨仁崔等,1980;杨仁崔等,1984;杨仁崔等,1989;罗孝和等,1982;盛孝邦,1982)。这就说明了雄性不育细胞质效应的复杂性和继续研究的必要性。本研究用同核异质组合比较了不同类型雄性不育细胞质对杂种一代单株产量和主要农艺性状的效应,为选育优良细胞质雄性不育系提供依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

用4个原产地不同的栽培籼稻(*Oryza sativa* L. *indica*)品种——夜公(y)、饶平矮(C)、Gambeiaka Kokum(G)、毛早亮(M)和4个不同来源的普通野稻(*Oryza sativa* L. *f. spontanea*)——野败(WB)、广州野稻(GW)、陵水野稻(LW)、饶平野稻(CW)为细胞质供体,以6964矮作核置换系,经单株成对连续回交8次以上,育成了不育性稳定、农艺性状整齐的8种异质雄性不育系6964A和相应保持系6964B作细胞质源。以经多次单株提纯的IR24、IR26、桂33和明恢63为配组恢复系。

1.2 试验方法

1986年晚季,以8种同核异质不育系及其相应保持系6964A、B分别与4个恢复系人工杂交,配制36个组合。所得种子于1987年早季在广州本校农场进行田间试验。2月28日播种,4月2日移植,裂区设计,恢复系为主试区,细胞质为副试区,3次重复。每小区3×12株,

1993-05-09收稿

单苗插植,株行距16.7 cm×20.0 cm,区间距离40.0 cm,重复距离50.0 cm。按杂交水稻栽培措施进行管理。全部供试材料生长发育正常。无发现危及试验结果的病虫害。

调查每小区中间10株的分蘖消长,始穗期(以主穗露出叶鞘为准),株高,有效穗,每穗穗长、总粒、实粒、不实粒,用电子天平称千粒重和单株产量。计算每小区播种至始穗平均天数、单株最高苗数、成穗率和结实率。以小区平均数输入 IBM 微机进行统计分析,t 测验检验差异显著性。用 $[(aF_1 - bF_1)/bF_1]\%$ 表示不育细胞质的相对效应(盛邦帮,1982)。

2 结果与分析

杂种一代12个性状方差分析结果表明,细胞质和恢复系除对株高、不实粒、结实率、千粒重都有显著或极显著的影响外,细胞质对播种至始穗天数、实粒数、单株产量,恢复系对最高苗数、成穗率、穗长,总粒数有极显著的作用;所调查的农艺性状都显著或极显著地受核质互作的影响。

2.1 雄性不育细胞质效应

2.1.1 细胞质效应在农艺性状间的表现 雄性不育细胞质对杂种一代主要农艺性状的效应表现如表1。在12个性状中,除播种至始穗天数和不实粒多数表现正效应外,其余10

表1 雄性不育细胞质对农艺性状的效应

性 状	组合 总数	正 效 应				负 效 应			
		组合数	占%	其 中		组合数	占%	其 中	
				显著组合	占%			显著组合	占%
播种到始穗天数 ¹⁾	32	22	68.75	7	21.88	9	28.13	2	6.25
最 高 苗 数	32	9	28.13	2	6.25	23	71.87	2	6.25
有 效 穗 数	32	10	31.25	2	6.25	22	68.75	7	21.88
成 穗 率 $\sin^{-1}\%$	32	14	43.75	5	15.63	18	65.25	0	0.00
株 高	32	7	21.88	0	0.00	25	78.12	6	18.75
穗 长	32	10	31.25	0	0.00	22	68.75	3	9.38
每 穗 总 粒	32	11	34.38	3	9.38	21	65.62	2	6.25
每 穗 实 粒	32	7	21.88	0	0.00	25	78.12	4	12.50
每 穗 不 实 粒	32	30	93.75	6	18.75	2	6.25	0	0.00
结 实 率 $\sin^{-1}\%$	32	1	3.13	0	0.00	31	96.87	6	18.75
千 粒 重	32	15	46.88	4	12.50	17	53.12	3	9.38
单 株 产 量	32	9	28.13	1	3.13	23	71.87	7	21.88
合 计	384	145	37.76	30	7.81	238	61.98	42	10.94

1) 播种至始穗天数中有一个组合与保持系杂种一代相同。

个性状320个组合次中, 29.06%表现正效应, 其中5.31%达显著以上差异; 而70.94%表现负效应, 其中12.50%超过显著平准。这10个性状都同时存在着正向和负向细胞质效应的组合, 而且都是负效应的比率高于正效应。

2.1.2 异源不育细胞质效应的差异 按不同来源的不育细胞质统计除播种至始穗天数和不实粒以外的细胞质效应(表2), 结果表明: 栽培籼稻和普通野稻有32.50%和25.63%的组合次表现正向细胞质效应, 有67.50%和74.37%的组合次表现负向细胞质效应。各种细胞质都存在着正向和负向细胞质效应的组合, 并一致显示正效应的比率低于负效应。但栽培籼稻中, 多数细胞质的正效应比率高于普通野稻。

表2 不同类型细胞质效应的表现

细胞质		组合 总次数	正 效 应				负 效 应			
类型	来源		组 合		显 著 组 合		组 合		显 著 组 合	
			次数	占 %	次数	占 %	次数	占 %	次数	占 %
栽培 籼稻	Y	40	15	37.50	1	2.50	25	62.50	0	0.00
	C	40	13	32.50	4	10.00	27	67.50	5	12.50
	G	40	14	35.00	2	5.00	26	65.00	4	10.00
	M	40	10	25.00	1	2.50	30	75.00	7	17.50
	合计	160	52	32.50	8	5.00	108	67.50	16	10.00
普通 野稻	WB	40	11	27.50	3	7.50	29	72.50	3	7.50
	GW	40	10	25.00	1	2.50	30	75.00	1	2.50
	LW	40	11	27.50	1	2.50	29	72.50	4	10.00
	CW	40	9	22.50	4	10.00	31	77.50	14	35.00
	合计	160	41	25.63	9	5.63	119	74.17	22	13.75
总 计	320	93	29.06	17	5.31	227	70.94	38	11.88	

分析各种不育细胞质对12个农艺性状的平均相对效应(表3)可见: 不育细胞质对播种至始穗天数、成穗率、不实粒和千粒重呈正效应, 而对单株最高苗数、有效穗数、株高和每穗穗长、总粒、实粒、结实率以及单株产量表现负效应。尚未发现一种不育细胞质对所研究性状都呈正或负效应, 而且不同细胞质对同一性状的效应也有显著的差异。Y 质虽对结实率的负效应达到显著平准, 但对单株产量及有关性状的有效穗数、成穗率、穗长、总粒数、千粒重等均表现不显著的正效应。WB, C, G 等细胞质对单株产量等多数性状呈现不显著的负效应。GW, LW 细胞质对单株产量具有显著的负效应, 但对多数性状的负效应不显著。CW, M 细胞质对单株产量和较多的有关性状达到显著或极显著的负效应。

表3 雄性不育细胞质对农艺性状的相对效应¹⁾

%

性状	细胞质来源										平均
	栽培籼稻					普通野稻					
	y	C	G	M	平均	WB	GW	LW	CW	平均	
播始天数	0.00	0.88*	0.91*	0.45	0.56	0.06	1.00*	0.32	-0.19	0.30	0.43
最高苗数	-0.21	-5.39	-4.49	-3.66	-3.45	-2.28	-7.67*	-8.08*	0.35	-4.42	-3.94
有效穗数	1.14	-5.81	-3.64	-5.69	-3.53	-1.82	-5.69	-6.26	-0.23	-3.53	-3.53
成穗率 $\sin \sqrt{\%}$	0.64	-0.62	2.02	-1.71	0.08	1.34	1.58	1.54	-0.51	0.99	0.54
株高	-0.80	-1.02	-0.11	-2.77**	-1.17	-0.96	-1.76*	-1.56*	-3.15*	-1.85	-1.51
穗长	0.13	-0.63	-0.25	-1.68*	-0.63	-0.71	-0.75	-1.30	-1.05	-0.96	-0.80
每穗总粒	1.11	0.32	0.42	1.20	0.76	-0.55	-1.30	-1.21	-2.48	-1.38	-0.32
每穗实粒	-0.78	-1.50	-1.08	-4.61*	-1.99	-2.65	-2.65	-3.25	-23.37	-7.98	-4.99
每穗不实粒	24.92	23.33	19.30	74.97	35.63	26.09	15.80	24.50	262.99	82.40	58.96
结实率 $\sin \sqrt{\%}$	-2.48	-3.31	-1.83	-6.57	-3.31	-2.79	-1.90	-2.60*	-20.57	-6.98	-5.14
千粒重	0.24	1.02	-0.35	-0.51	0.12	-0.55	0.39	-0.35	0.35	-0.04	0.04
单株产量	0.60	-5.78	-5.93	-9.59	-5.17	-4.64	-8.23	-9.55	-22.61	-11.25	-8.19

1) “*”、“**”分别代表与可育细胞质达5%、1%差异显著水平。

就单株绝对产量(表4)而言,与保持系杂种一代相比,以y质的26.65 g 最高,增产0.60%,不显著;WB质的25.26 g 次之,减产4.64%,不显著;余者减产5.78%~22.61%,除C,G质减产不显著外均显著或极显著。与野败(WB)细胞质的杂种一代相比,除y质增产5.50%,不显著和CW质减产18.84%,极显著外,其余减产1.19%~5.19%,均不显著。栽培籼稻4种细胞质平均单株产量25.12 g,比普通野稻平均的23.51 g 增产6.85%。

综上所述,雄性不育细胞质对杂种一代单株产量和主要农艺性状多数表现负向细胞质效应。细胞质雄性不育系所配杂种一代,多数表现始穗期延迟,植株变矮,单株有效穗数和每穗总粒数减少,结实率下降而导致减产,达显著差异的组合尚属少数。但这种效应在细胞质间存在极显著的差异。这就为选育优良的雄性不育细胞质提供了可能性。从综合性状看,栽培籼稻的细胞质效应优于普通野稻,尤以夜公(Y)细胞质较优,是单株产量和主要农艺性状较多呈现不显著正效应的唯一不育细胞质。因此,选育优良雄性不育细胞质的重点应在栽培籼稻中筛选。普通野稻中,以野败细胞质较好,仅次于夜公。这可能是野败型杂交籼稻能在全国普通推广的内在原因之一。

2.2 恢复系与细胞质效应

2.2.1 核背景对细胞质效应的影响 表5表明恢复系核基因对雄性不育细胞质效应的表达有不同程度的影响。参试恢复系以桂33表现较好,正效应的组合比率高于负效应;其余恢复系均表现负效应组合的比率高于正效应,尤以明恢63表现较差,负效应组合比率高达85.00%。

表4 核质互作下单株产量的表现¹⁾

细胞质		单株产量 /g					比B质	比WB质
类型	来源	IR 24	IR 26	桂33	明恢63	平均	%	%
栽培 籼稻	Y	23.22	25.87	25.64	31.88	26.65	0.60	5.50
	C	22.57	24.02	23.35	29.91	24.96	-5.78	-1.19
	G	23.65	22.01	25.59	28.44*	24.92	-5.93	-1.35
	M	22.01	24.20	24.37	25.21**	23.95	-9.59*	-5.19
	平均	22.86	24.03	24.74	28.86	25.12	-5.17	-0.55
普通 野稻	WB	22.59	24.26	26.03	28.16*	25.26	-4.64	—
	GW	22.99	24.81	22.72	26.73**	24.31	-8.23*	-3.76
	LW	22.03	22.15	25.93	25.74**	23.96	-9.55*	-5.15
	CW	19.49**	22.44	27.97**	12.10**	20.51	-22.61**	-18.84**
	平均	21.78	23.42	25.66	23.18	23.51	-11.25	-6.93
总平均		22.32	23.72	25.20	26.02	24.32	-8.19	-3.73
B		25.77	25.44	22.22	32.54	26.49	—	4.64

1) 副区: “*” L. S. $D_{0.05}=1.99$ g/株; “**” L. S. $D_{0.01}=2.64$ g/株。

主区×副区 “*” L. S. $D_{0.05}=3.97$ g/株; “**” L. S. $D_{0.01}=5.28$ g/株。

表5 恢复系核基因对细胞质效应的影响¹⁾

恢复系	组合 总次数	正效应				负效应			
		组合		显著组合		组合		显著组合	
		次数	占%	次数	占%	次数	占%	次数	占%
桂33	80	45	56.25	7	8.75	35	43.75	6	7.50
IR26	80	22	27.50	4	5.00	58	72.50	8	10.00
IR24	80	14	17.50	6	7.50	66	82.50	5	6.25
明恢63	80	12	15.00	0	0.00	68	85.00	20	25.00

1) 除播种至始穗天数和不实粒外其余10个性状

2.2.2 核质互作下的单株产量 细胞质和恢复系核基因互作的最终结果在于单株产量,也是利用杂种优势的目的所在。本试验中恢复系对单株平均产量虽未达显著影响,但4个恢复系与8种不育细胞质所配组合的平均单株产量依次是明恢63的26.02 g,桂33的25.20 g,IR26的23.72 g,IR24的22.32 g。这和它们与野败细胞质(WB)配组的单株产量高低顺序表现一致(表4),也与全国推广野败型杂效籼稻从汕优2号向汕优6号,汕优桂33,汕优63的发展过程相吻合。它说明了选育优良恢复系对选配野败型杂效水稻强优组合的重要作用。

但是,核质互作组合的单株产量存在极显著的差异。如表4,与保持系杂种一代相比,在明恢63核基因的作用下,各组合减产2.03%~62.81%,除Y,C质减产不显著外,其余均显著或极显著,以CW质组合的产量最低;在桂33各组合中,以CW质的产量最高,增产25.88%,极显著,余者增产2.25%~17.15%,均不显著;IR26的组合以y质增产1.69%为最高,余者减产2.48%~13.48%,增减均不显著;IR24全部组合减产8.23%~24.37%,除CW质减产极显著外,其余均不显著。尽管明恢63各组合均表现负向细胞质效应,但除CW质的组合外,其余同质异核组合中都以明恢63的配组最高产。表明了明恢

63一般配合力强,在抵销细胞质负效应后尚能获得较高的产量。这是明恢63能够作为一个优良恢复系在全国迅速推广的基本原因。上述情况表明,核质互作对单株产量的表达有显著的组合特性,选育配合力强的恢复系配组,减轻以至消除不育细胞质的负效应,发挥杂交水稻的增产潜力,对任何雄性不育细胞质的利用都是行之有效的的重要途径。

3 讨论

本研究结果表明,雄性不育细胞质对杂种一代单株产量和主要农艺性状多数表现负效应,与多数学者的研究结果(王才林等,1990;邢少辰等,1990;杨仁崔等,1980;杨仁崔等,1984;杨仁崔等,1989;盛孝邦,1982)相仿。但这种效应在各农艺性状中有不同程度的表现,不同细胞质间存在极显著的差异,核质互作对不育胞质效应的表达具有显著的组合特性。这可能是在一定的环境条件下,细胞质和核基因共同作用的一种复杂的遗传现象。本研究发现栽培籼稻的细胞质效应多数优于普通野稻。盛孝邦(1982)研究8种细胞质也肯定了籼稻与野生稻细胞质的差异。Young J. B. & S. S. Virmani(1990)的研究也指出,在杂交水稻育种中评价不同细胞质源的意义。王才林等(1990)研究了7种不育细胞质效应,认为包罗Ⅱ(BT)、毫干达歪(H)、印度春稻(UP)等细胞质较好。它们都属籼稻细胞质。这些结果均肯定了细胞质效应的差异和选育优良细胞质的可能性,支持了选育优良雄性不育细胞质的重点应在栽培籼稻中筛选的论点。作者所选育的夜公(Y)细胞质在本试验中对单株产量和多数农艺性状表现正效应,比野败细胞质为优。该细胞质的其它不育系所配组合也比野败增产(蔡善信,1990),是一个可以开发利用的雄性不育细胞质。

我国具有丰富的雄性不育细胞质资源,也已育成了多种类型的细胞质雄性不育系。但在全中国推广的籼型杂交水稻中绝大多数局限于野败细胞质,粳型杂交水稻则以BT型细胞质为主。这种细胞质单一化的现象,有可能导致某种遗传脆弱性(Genetical vulnerability)的出现而给生产带来严重损失。美国杂交玉米曾因细胞质单一化而造成损失的历史教训非谨记不可。虽然目前对水稻主要病害的不育细胞质效应尚未取得一致的认识(广西农科院水稻杂优组,1984;邢少辰,1990;杨仁崔等,1984;罗孝和等,1982),但刘克明等(1992)已发现严重侵染野败不育细胞质的稻瘟病菌株“90-2”。这就预示着在杂交水稻生产中长期使用野败细胞质,潜在着产生专化性病原菌生理小种而导致病害大流行的危机。这是必须引起高度重视的严重问题。因此,不论是从选育强优组合,或者是从防止病害大流行看,筛选优良的雄性不育细胞质都是水稻三系育种中亟待解决的重要问题。

致谢 饶平县科委和农业局,惠来县科委、农业局和农科所,佛山市农科所,佛山兽专等单位的领导和有关专家协助采集、提供不育细胞质原始材料;陈伟栋讲师协助计算;陈志强副教授对本文提出宝贵意见。谨此致谢。

参 考 文 献

- 广西农科院水稻杂优组. 1984. 水稻雄性不育细胞质对子一代主要性状的影响. 中国农业科学, 17 (4): 7~12
- 王才林, 汤玉庚. 1990. 杂交粳稻不育细胞质遗传效应的研究. 作物学报, 16 (4): 335~341
- 邢少辰, 陈芳远. 1990. 籼型杂交水稻不育细胞质对杂种一代主要农艺性状的影响. 广西农学院学

- 报, 9 (3): 15~22
- 刘克明, 王连生, 魏建昆. 1992. 水稻野败型雄性不育细胞质对稻瘟病菌侵染的反应 (简报). 中国农业科学, 25 (2): 92
- 杨仁崔, 刘抗美, 卢浩然. 1980. 水稻“野败”不育细胞质对杂种一代的影响. 福建农学院学报, 1 (2): 14~21
- 杨仁崔, 刘抗美, 卢浩然. 1984. 水稻冈型不育细胞质对杂种一代的影响. 中国农业科学, 17 (3): 1~5
- 杨仁崔, 卢浩然. 1989. 稻属 (*Oryza* L.) 的核质互作效应研究. 中国农业科学, 22 (2): 56~63
- 罗孝和, 周承恕. 1982. 水稻不育系的细胞质、保持系和恢复系对杂种优势的影响. 湖南农业科技, (4): 4~8
- 盛孝邦. 1982. 水稻不育胞质遗传效应的初步研究 I. 不育胞质对杂交水稻农艺性状的影响. 华中农学院学报, 1 (3): 1~13
- 蔡善信. 1990. 筛选水稻雄性不育细胞质初报. 广东农业科学, (2): 1~4
- Young J B, Virmani S S. 1990. Effects of cytoplasm on heterosis and combining ability for agronomic traits in rice (*Oryza sativa* L.). *Euphytica*, 48 (2): 177~188

STUDIES ON EFFECTS OF MALE STERILE CYTOPLASM IN RICE

(*Oryza sativa* L. *indica* and *Oryza sativa* L. f. *spontanea*)

Cai Shanxin

(Crop Research Lab. of Genetics and Breeding, South China Agr. Univ., 510642, Guangzhou)

Abstract Thirty-six combinations were obtained by crossing eight types of homonucleus-alloplasmic male sterile lines and their relative maintainer lines with four restorer lines, respectively, and the difference of male sterile cytoplasmic effects with homonucleus background was compared under split-plot experiment. The results showed: male sterile cytoplasmic effects were found expressing mostly negative effects on single plant yield and main agronomic characters of F₁, but a very significant difference was retained among the different cytoplasmic effects. It was found that the cytoplasmic effect of *O. sativa* L. *indica* was better than that of *O. sativa* L. f. *spontanea* in the study, it suggested that *O. sativa* L. *indica* should be priority for selecting superior male sterile cytoplasm. The sterile cytoplasmic effect was certainly affected by restorer lines and the studied characters were significantly controlled by nucleo-cytoplasmic interaction. Therefore, selecting and breeding restorer lines with strong combining ability will still be an important way for developing superior hybrid combination. The possibility and necessity of selecting superior male sterile cytoplasm in breeding of three lines hybrid rice were also discussed.

Key words Male sterile line; Cytoplasmic effect; Nucleo-cytoplasmic interaction; Agronomic character