

广亲和性品种参与下粳粳杂交育种的 后代选择问题的初步研究*

吴长明

王象坤

(吉林省农科院水稻所)

(北京农业大学)

摘 要

广义遗传力分析结果表明: 粳粳“桥梁”育种杂种后代的高结实率特性可以稳定地遗传, 早代选择有效, 从而有可能解决粳粳杂交因早代结实率太低而使优良植株落选的问题。通过亲本、 F_1 各性状以及各性状杂种优势间的相关分析及通径分析结果表明: 粳粳“桥梁”育种后代其它农艺性状的选择可以用常规的直接选择和间接选择方法, 其中也存在着产量与品质之间的矛盾, 但个别产量性状与品质性状之间有相互促进的可能。由于亲本相关密切, 选用杂交方案时应考虑亲本的表现、育种的目标以及所要选育的品种类型。

水稻广亲和性品种在提高粳粳杂交结实率方面的研究近年来发展很快^[1、2、3、5、7], 并且日益引起水稻研究者的瞩目, 但广亲和性品种参与粳粳杂交后对杂种后代各性状表现的影响怎样尚无人报道; 粳粳杂交以及粳粳“桥梁”育种(指粳粳杂交中加入广亲和性材料作“桥梁”)中结实率这一重要性状的遗传特性怎样也还未见有专门研究。本研究的目的是想探讨粳粳“桥梁”育种中结实率的遗传能力, 后代主要农艺性状的选择及其选择方法等问题, 为今后进一步开展育种工作提供依据。

材 料 与 方 法

(一) 试验材料

本试验选用的材料有59个亲本, 其中粳稻(H)18个, 粳稻(K)18个, 广亲和性品种(M)5个(另有4个未抽穗)以及广亲和性品种与粳稻或粳稻杂交的 F_5 株系(见表1)。由以上亲本相互杂交配制 $M \times K$ 组合12个, $M \times H$ 组合16个, $K \times H$ 和 $H \times K$ 组合34个, F_5 株系 $\times H$ (或 K)组合28个。

(二) 试验方法

本试验1984年收集材料, 1985年完成全部杂交, 并于冬季海南加代, 1986、1987年全部亲本和杂交组合 F_1 在北京网室种植, 随机排列, 重复两次。具有代表性的组合 F_2 及亲本大田种植, 记载所有材料的抽穗期、株高。亲本、 F_1 考察成穗数、主穗长、百粒重, 每处理考种5~10株, 计算平均值, 并分析直链淀粉含量, 然后计算各性状的中亲优势。亲本还分析糙米蛋白质含量, 每处理重复两次。 F_2 考察结实率, 每组合100株以上。

* 此论文系北京农业大学与吉林农科院水稻所合作课题的一部分。水稻所曹静明、金润洲先生, 北农大王化琪师在实验中给予了支持和帮助, 谨此表示衷心感谢。

表1

亲 本 一 览 表

类型	名 称	产 地	类型	名 称	产 地	类型	名 称	产 地
H	IR ₅₀	IRRI	K	768	云南	M	大 花 山	云 南
H	大理早粳	云 南	K	城堡2号	日本	F ₅	(768×P ₄₀) F ₅	云南元江
H	IR ₂₁₅₃	IRRI	K	寒 九	东北	F ₅	(城堡2号×P ₄₀) F ₅	云南元江
H	毫 康	云 南	K	136	云南	F ₅	(长毛糯×IR ₂₁₅₃) F ₅	云南元江
H	Tupa		K	科情3号	台湾	F ₅	(mangge×136) F ₅	云南元江
H	台中1号(TNI)	台 湾	K	Pratao	巴西	F ₅	(khaoyanak×科三) F ₅	云南元江
H	山 蚂 蚱	云 南	K	176	云南	F ₅	(矮子占×Pratao) F ₅	云南元江
H	IR ₄₂	IRRI	K	普安黄壳早晚谷	贵州	F ₅	(矮子占×176) F ₅	云南元江
H	IR ₈	IRRI	K	白镰刀谷	云南	F ₅	(普黄×矮子占) F ₅	云南元江
H	IR ₃₈	IRRI	K	175	云南	F ₅	(矮子占×白镰刀谷) F ₅	云南元江
H	胜利粳	华 南	K	辽梗5号	东北	F ₅	(mangge×175) F ₅	云南元江
H	广陆矮4号	华 南	K	沈农1033	东北	F ₅	(mangge×城堡2号) F ₅	云南元江
H	OS4IR ₂₁₃₃₅	IRRI	K	京引127	日本	F ₅	(三磅七十笋×175) F ₅	云南元江
H	丛桂3号	广 东	K	秦 爱	北京	F ₅	(三磅七十笋×城堡2号) F ₅	云南元江
H	IR ₃₀	IRRI	K	云梗9号	云南	F ₅	(三磅七十笋×批五升) F ₅	云南元江
H	南 高 谷	云 南	K	三 冬 早	福建	F ₅	(天花山×科情3号) F ₅	云南元江
H	IR ₅₀	IRRI	M	P ₄₀	台湾	F ₅	(毫补卡×768) F ₅	云南元江
H	桂朝2号	广 西	M	长 毛 糯	云南	F ₅	(毫补卡×南高谷) F ₅	云南元江
H	水源 253	朝 鲜	M	Mangge	印尼	F ₅	(毫先拿×南高谷) F ₅	云南元江
H	秋 光	日 本	M	矮 子 占	华南			

采用简单相关系数计算公式 $r_{x \cdot y} = \frac{COV_{xy}}{\sqrt{\sigma_x^2 \cdot \sigma_y^2}}$ 计算各性状之间的简单相关系数。

用 $h_B^2 = \frac{V_{F_2} - V_{F_1}}{V_{F_2}} \times 100\%$, 计算广义遗传力。

结 果 分 析

(一) 结实率广义遗传力分析

表2是选用F₂植株较多, F₁植株超过20株的20个组合, 采用F₁、F₂方差分析计算出

表2

20个组合广义遗传力(h_B²)结果

组 合 名 称	h _B ² (%)	组 合 名 称	h _B ² (%)	组 合 名 称	h _B ² (%)
P ₄₀ ×城堡2号	72.09	城堡2号×桂朝2号	99.31	768/P ₄₀ //桂朝2号	69.52
Mangge×136	47.14	176×山蚂蚱	60.69	长毛糯/IR ₂₁₅₃ //寒九	68.72
矮子占×Pratao	73.35	普安黄壳早晚谷×IR ₄₂	82.35	Mangge/136//毫康	49.60
毫补卡×沈农1033	62.21	768×IR ₃₀	94.53	Khaoyanak/科情3号//Tupa	50.10
矮子占×台中1号	45.49	丛桂3号×科情3号	93.57	矮子占/Pratao//台中1号	45.87
Mangge×广陆矮4号	49.38			矮子占/176//山蚂蚱	91.64
矮子占×IR ₄₂	55.49			三磅七十笋/城堡2号//OS4IR ₂₁₃₃₅	81.80
				大花山/科情3号//广陆矮4号	51.04
平 均	57.91		86.09		63.52

的结实率广义遗传力，结果表明：结实率的遗传力较大，尤其是籼粳杂交组合计算出的遗传力最大值达99%，5个组合的遗传力总平均值达86.09%，居三种类型之首，这表现了籼粳杂交后代结实率变异较大的趋势。所有组合中最低值也达45.49%。M×H和F₂×H（或K）的结实率遗传力平均值分别为57.91%和63.52%，因此，无论从单个组合的遗传力、组合类型的遗传力平均值，还是所有组合的总平均值（67.20%）看：结实率在上下代之间的遗传能力都较强，可以早代选择。

(三) 结实率与杂种优势的关系

F₁各性状中亲优势与结实率相关性测验结果表明（表3）：株高、抽穗期、主穗长与结实率均有显著或极显著负相关，这也可能反映出籼粳杂交的主穗长、抽穗期、株高的优势很大，但结实率极低的部分原因。结实率与直链淀粉含量却有一定的正向效应，这可能

表3 结实率与中亲优势的相关分析

性 状	株 高	抽 穗 期	成 穗 数	主 穗 长	百 粒 重	直链淀粉含量
结 实 率	-0.2446*	-0.3498**	-0.1464	-0.4835**	-0.0687	0.2074*

会导致“桥梁”品种参与籼粳杂交之后结实率上升，而直链淀粉含量也上升。

(三) 通径分析

利用59个亲本为材料，对8个性状进行相关及通径分析，结果如下：

1. 亲本材料各性状的相关 表4中将表型相关（r_p）进一步剖分为遗传相关（r_g）和环境相关（r_e），结果表明：表型相关和遗传相关的显著性测验结果基本一致。环境相关比较小，说明种植的环境条件比较一致。成穗数除与结实率的相关不显著外，与其它性状的相关正向或负向皆达显著水平。当成穗数增加时，株高下降，抽穗提前，但主穗长、百粒重下降。主穗长与百粒重之间有极显著负相关，与结实率有显著负相关。这与表2中反映的结果相似。以上结果表明籼粳“桥梁”育种中也存在着产量性状之间的矛盾。成穗数与直链淀粉含量之间的显著正相关（0.2637）以及结实率与蛋白质含量之间的显著负相关（-0.4596），表明了多穗型育种及结实率的提高对品质有一定的影响。

2. 结实率通径分析 鉴于结实率是本研究的中心议题和籼粳杂交育种的关键性状，便对7个性状与结实率之间的关系进行通径分析(图1)，结果表明：主穗长和蛋白质含量

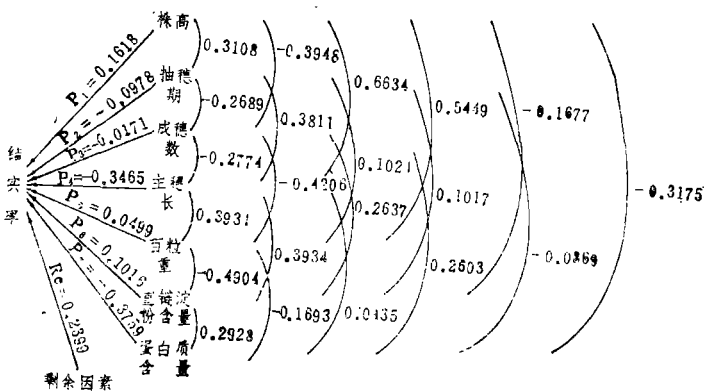


图1 七个性状对结实率的通径图

表 4 亲本材料 8 个性状的表型相关系数(r_p)、遗传相关系数(r_g)、环境相关系数(r_e)

		抽穗期	成穗数	主穗长	百粒重	直链淀粉含量	蛋白质含量	结实率
株 高	r_p	0.3108*	-0.3948**	0.6634**	0.5449	-0.1677	-0.3175*	0.0378
	r_g	0.3558**	-0.4969**	0.7083**	0.5657**	-0.1809	-0.3354**	0.0515
	r_e	-0.3130*	0.0470	0.3548**	0.1701	0.0028	-0.1204	-0.0415
抽穗期	r_p		-0.2689*	0.3811**	0.1024	0.1017	-0.0880	-0.1271
	r_g		-0.3260*	0.4965**	0.1192	0.1068	-0.1096	-0.1566
	r_e		-0.0617	-0.4648**	0.1350	0.0471	0.1423	0.0077
成穗数	r_p			-0.2774*	-0.4205**	0.2637*	0.2603*	-0.0506
	r_g			-0.4086**	-0.5446**	0.2986*	0.3010*	-0.1130
	r_e			0.1441	0.1533	0.1641	0.1333	0.1021
主穗长	r_p				-0.3934**	0.0238	0.0435	-0.2860*
	r_g				-0.4273**	0.0380	0.0294	-0.3197*
	r_e				0.1402	0.0772	0.1373	-0.0760
百粒重	r_p					-0.4904**	-0.1693	0.0127
	r_g					-0.5516**	-0.1745	0.0125
	r_e					0.3306*	-0.1167	0.0199
直链淀粉含量	r_p						0.2928*	-0.0828
	r_g						0.3501*	-0.0898
	r_e						0.1335	-0.0612
蛋白质含量	r_p							-0.4596
	r_g							-0.4596
	r_e							-0.2694

对结实率的直接效应较大，而且均为负值（-0.3465和-0.3759），这说明当主穗长和蛋白质含量提高时有可能直接导致结实率的下降，这证实了相关分析的结果。主穗长对结实率的间接效应值为-0.2299，是所有性状中最大的，这又从另一侧面证实了主穗长对结实率的负向效应。

(四) F_1 代性状相关分析

表 5

F_1 代各性状之间相关分析结果

性 状	株 高	抽穗期	成穗数	主穗长	结 实 率	百粒重
抽穗期	0.1365					
成穗数	-0.0294	-0.0632				
主穗长	0.6524**	0.2655*	-0.2556*			
结实率	-0.0934	-0.1159	-0.1978	-0.3414**		
百粒重	0.4968**	-0.1526	-0.0528	-0.3051**	0.0271	
直链淀粉含量	-0.0802	0.1993	0.0726	-0.0180	0.3295**	-0.1257

1. 性状相关 表5是几个与产量有关的性状及直链淀粉含量的相关测验结果，与表4中亲本各性状相关分析结果有一致的趋势，成穗数与株高、抽穗期、主穗长、百粒重、结实率均有负相关，但显著性远不如亲本的结果明显。主穗长与百粒重有极显著负相关，与结实率的相关性测验结果也达到了负向极显著水平。与表4的结果差异较大的是结实率与直链淀粉含量之间有极显著正相关，而前者负相关接近于零。这可能是F₁结实率普遍较低所致。

2. 各性状中亲优势之间的相关分析 表6是各性状中亲优势之间的相关分析结果，表中结实率中亲优势与其它各性状中亲优势的相关结果与表3列出的结实率与各性状的

表 6 各性状中亲优势之间的相关

性 状	结 实 率	株 高	抽 穗 期	成 穗 数	主 穗 长	百 粒 重
株 高	-0.2450*					
抽 穗 期	-0.3381**	0.2955				
成 穗 数	-0.1347	0.1830	0.0488			
主 穗 长	-0.4535**	0.6117**	0.3380**	-0.2593*		
百 粒 重	-0.0117	0.3311**	-0.0879	0.0838	-0.3763**	
直链淀粉含量	0.2392*	-0.0558	0.0228	0.0942	-0.1476	0.0134

相关结果非常接近，因F₁结实率与各性状之间的相关性测验结果也有一致的趋势，但其显著性测验结果比后者明显。其它性状中亲优势之间的相关分析结果也有一致性，如成穗数与主穗长有显著负相关，主穗长与百粒重有极显著负相关等。因此，表5、表6的相关分析结果都反映了产量性状之间的一致性与矛盾性，在“桥梁”育种中应予以重视。

（五）亲子相关分析

表7列举了杂种F₁各性状与中亲和高亲的相关分析结果。从表中看出：F₁结实率与亲本结实率无显著相关。F₁的株高、抽穗期、主穗长、百粒重与各自的中亲值和高亲值

表 7 亲 子 相 关 分 析

性 状		结 实 率	株 高	抽 穗 期	成 穗 数	主 穗 长	百 粒 重	直链淀粉 含 量
中 亲	r	0.1232	0.7139**	0.7812**	0.3101	0.3512*	0.3691*	0.4038*
MP	r ²	0.0152	0.5097	0.6103	0.0962	0.1233	0.1362	0.1631
高 亲	r	-0.1371	0.7032**	0.4361*	0.8071**	0.6314**	0.7081**	-0.0081
HP	r ²	0.0188	0.4946	0.1902	0.6514	0.3987	0.5014	0.0001

本表是利用32个有代表性的组合，其中24个F₅×H（或K），M×K（或M×H）K×H或H×K各4个。

的相关水平均达显著水平以上。而且部分决定系数（r²）超过0.5，说明亲子之间关系密切，亲本的性状表现对后代有比较大的影响，成穗数只与高亲值有密切相关（r=0.8071），直链淀粉含量只与中亲值的相关测验显著。总起来说，除F₁的结实率受亲本影响比较小之外，其它性状的表现都与亲本有密切关系，这就要求在选择粳“桥梁”育种的亲本和

选用杂交方案时予以重视。

讨 论

(一) 结实率的稳定性及其育种学意义

广亲和性品种参与粳粳杂交使得 F_1 、 F_2 代结实率显著高于普通粳粳杂交,部分组合接近甚至达到正常结实水平^[3]。但高结实率能否遗传下去呢?通过其广义遗传力分析表明结论是肯定的。各组合的广义遗传力都相当高,杂种后代的结实率高低又可采用反映亲缘关系远近的遗传距离预测^[4],因此,具有优良性状不会因结实低而落选,从而有希望改变粳粳杂交结实率太低而导致后代选择理想植株的概率很低的状况^[5]。同时由于桥梁品种具有一些优良性状,使杂种后代的遗传基础更好,选择具有优良性状的植株的可能性更大,从而在理论和实践上为粳粳杂交育种的突破展示了广泛的前景。

(二) 广亲和性品种参与粳粳杂交后的后代选择及存在的问题

常规育种的后代选择主要有直接选择和间接选择两种。试验表明:粳粳“桥梁”育种作为一种特殊的育种途径(即是亚远缘、复交育种方式,又借助于具有广亲和性的品种作“桥梁”),也可以采用上述两种方式。对穗长、成穗数、粒重、株高、熟期等可以用直观手段评价的性状可以用直接选择,而对直链淀粉含量、蛋白质含量等难以用直观手段评价的性状,可以根据性状之间的相关性采用间接选择方法进行选择。例如:百粒重与直链淀粉含量的相关极显著(-0.4904 ,表4),则可以选大粒以影响子粒的淀粉含量,也可以利用其它与直链淀粉和蛋白质含量有密切关系的性状对之间接选择。

尽管粳粳“桥梁”育种是一条有希望的粳粳杂交育种途径,但与品种间杂交一样,既有产量性状之间的相互矛盾。如成穗数、主穗长、百粒重、结实率等产量性状的矛盾,又有品质与产量性状优势之间的矛盾。各种相关分析结果都反映出这方面的问题,如结实率的提高可能在一定程度上导致直链淀粉含量的增加,因三种相关分析表明两者正相关显著。又如结实率与蛋白质负相关极显著(-0.4596)等。以上结果都不利于优质、高产品种的选择,需要育种工作者在后代选择时予以注意。

粳粳“桥梁”育种优越之处除强优势之外,还有个别产量性状和品质性状之间存在着相互促进的可能。如成穗数增加、植株变矮等可能有利于蛋白质含量的提高,相关测验均达正向或负向显著水平,这将有利益于杂种后代中优质高产植株的选择。

(三) 杂交育种方案的确定

广亲和性品种参与粳粳杂交育种之后,杂种后代受亲本的影响相当大,亲子相关分析均达显著水平。因此,一方面亲本的选择极为重要,另一方面选择亲本之后采用什么样的组合对粳粳“桥梁”育种也至关重要。我们认为应根据以下几方面确定:

首先应根据选用的亲本的性状优劣而定。如选用A、M、B3个品种,M为广亲和性品种。B性状优于A,则宜先将A与M杂交,选较好的植株再与B杂交,使B对后代性状表现的影响较大,选择较理想植株的可能性较大。

其次应视育种单位所面向的地区及希望选择的品种类型而异。如北方粳稻区,主要选

育粳稻品种，宜将M先与籼稻杂交，选出偏M的优良植株与粳稻杂交，这样选择强优势粳稻品种的可能性较大。

第三应根据育种目标而定。若选育抗稻瘟病品种，则宜先用广亲和性品种×粳稻，再选优株与抗病籼稻杂交，这样杂交的后代选出抗病植株的可能性要大。又如要选粳型不育系的恢复系，则将籼稻的杂交靠后，以便提高籼稻恢复基因的利用效率。

当前，广亲和性品种的利用研究国内外都在研究，究竟怎样高效地利用这部分资源，首要的问题是弄清楚其遗传机制。其中应包括对籼粳杂交半不育性恢复作用的机制以及对杂交稻不育系的恢复机制。另外这种遗传资源应用于籼粳杂交之后，育种方法上也有待进一步探索。

参 考 文 献

- 〔1〕王象坤、程侃声等：云南稻种资源的综合研究与利用，Ⅱ，云南的光壳稻，《北京农业大学学报》，1984，Vol.11，No.4。
- 〔2〕张受刚等：籼粳“媒介材料”筛选与研究初报，《福建稻麦科技》，1983，No.3。
- 〔3〕杨守仁等：籼粳杂交育种研究（第二报），《作物学报》，1982，Vol.1，No.2。
- 〔4〕Araki H. et al.: 1986. Utilization of wide compatibility gene (S_5^n) for rice breeding. IRRI Newsletter, 1986.
- 〔5〕Araki H. et al.: 1986. Role of wide compatibility gene in hybrid rice breeding. International Symposium on Hybrid Rice, 1986.10.

PROGENY SELECTION IN INDICA-JAPONICA CROSS WITH THE WIDE COMPATIBILITY VARIETY AS A PARENT

Wu Changming et al.

(Rice Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences)

ABSTRACT

Analysis of broad heritability showed that the high fertility of hybrid Progeny in indica-japonica bridge breeding can be inherited and that selection was effective in early generations. Therefore, the problem that excellent plant was eliminated for low fertility in early generation could be solved.

Analysis of correlation and path analysis among various characters of F_1 and analysis of heterosis indicated that the selection of other agronomic characters of indica-japonica bridge breeding may be treated as in conventional breeding.

Although negative correlation was found between grain yield and quality in indica-japonica bridge breeding, Some individual characters of

(下转第36页)

表3

杂粮与玉米产出、投入比较表

目 项 作 物	产 出		投 入	产出:投入
	产 (公斤/公顷)	收入*(元)	种子、肥料、用工等(元)	
玉 米	4935	1776	850	2:1
绿 豆	575	1780	410	4.3:1
小 豆	625	1500	400	3.7:1

*收入=全区平均产量×市场价格

随着生产的发展,对杂粮种植的管理也将进一步提高,杂粮作物的低产面貌也将很快改变,种植杂粮的经济效益也会更大。

杂粮作物不仅国内市场供应紧张,国际市场也十分走俏,尤以绿豆更受欢迎。白城地区每年都有大量绿豆、小豆、荞麦等出口国际市场。1986—1988仅绿豆一项即出口12 300吨,创汇额达675万美元。

由此可见,面对当前因玉米面积过大而造成的“贮不下、运不走、卖不出、压不起”的困扰局面,恰当地调整旱地农业结构,适当的压缩玉米面积,特别压缩瘠薄地上的玉米面积,合理的增加杂粮作物的种植比例,对促进旱地农业发展是十分有利的。

四、从生产和生态的良性循环角度,看杂粮作物在旱地结构中的地位

目前的旱地农业结构以玉米为主体,占总播种面积的40%以上,有的年份,有的地方比例则更大。而全区杂粮面积仅为6.4%。这样的种植面积比例,与本区自然资源的实际是不适合的,是不尽合理的。

杂粮作物一般植株矮小,生长期短,适于间、混、套作,发展杂粮生产有利于生产上的良性循环。杂粮作物中的小豆、绿豆,生有大量根瘤,是很好的养地作物,实行用地养地作物按比例种植,对合理使用土地,维护生态的良性循环具有十分重要意义。据南京土肥所测定:每收50公斤绿豆籽,根瘤留放在土壤中的纯氮约4公斤。按当前生产水平,绿豆一般公顷产量550—600公斤计算,种植绿豆每公顷可获纯氮44—48公斤。

当前,影响杂粮生产发展的主要问题是缺少良种、良法。因为杂粮生产长期被忽视,所以从事杂粮研究的人员少、力量弱,全省仅省农科院、农大和白城农科所三家不足10人。科研为生产提供的新品种不多,生产上主要还是老品种当家,以粮代种的现象还为数不少。种植上缺少新技术,管理粗放还相当普遍。

据了解省内开展杂粮研究的单位,近年来已加强了研究力量,加快了研究步法,在近期内即可有新品种、新技术应用于生产。

(上接第33页)

grain yield with quality could improve each other through bridge breeding.

The offspring parents relationship was significant in bridge breeding. Thus, it was necessary that we should consider parents characters, variety type and breeding objective during the designing for cross breeding program.