

两系杂交水稻杂种优势研究

I. 主要经济性状表现

曾宋君* 梁承邨 梁敬琨 陈宝源

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘要 本研究观察了 18 个两系杂交水稻组合在华南地区种植时杂种优势表现。结果表明: 三种类型两系杂交组合主要农艺性状优势强弱呈现出籼粳交 > 籼爪交 > 籼籼交 > 三系杂交组合(对照); 同一杂交组合早晚季种植表现差异较大; 亚种间杂种优势利用的主要问题是结实率和谷草比比较低。

关键词 两系杂交水稻; 杂种优势; 农艺性状

STUDIES ON THE HETEROSIS OF TWO-LINE HYBRID RICE

I. PERFORMANCE OF MAIN AGRONOMIC CHARACTERS

Zeng Songjun Liang Chengye Liang Jinkun Chen Baoyuan

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

Abstract Comparative study of agronomic characters in 18 combinations of two-line hybrid rice indicated that the heterosis was shown to be in the order: Indica/Japonica > Indica/Javanica > Indica/Indica > there-line hybrid rice "Weiyu 64". The same two-line hybrids showed different heterosis performance between early and late season rices. Low seed setting and low grain-straw ratio were the main problems for utilization of Indica-Japonica hybrid.

Key words Two-line hybrid rice; Heterosis; Agronomic character

通过近 10 余年的努力, 我国两系品种间杂种优势利用已进入开始推广阶段, 亚种间杂种优势利用方面, 也获得了一些广亲和材料^[1-3], 并陆续配制出一些杂交组合在试种观察中^[4,5]。与此同时, 品种间与亚种间杂交组合杂种优势表现规律性研究已有一些报道^[6-10]。然而在优势理论性的研究上尚存在不少有待深入了解的问题。例如, 需要选取更多数目、更多类型的杂交组合进行观察以保证得出令人信服的结论; 同样的杂交组合在不同地域、不同气候栽培条件下优势表现往往不同, 有必要在华南地区进行较系统深入的观察研究^[11]。本文就华南地区两系杂交水稻的杂种优势在主要农艺性状的表现作出分析。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

采用两个籼型光温敏核不育系 W6154s 和培矮 64s 与一些广亲和的粳型、爪哇型、籼型品种和常规籼型品种杂交得到 18 个组合。即籼粳交 4 个(W6154s/02428、培矮 64s/02428、培矮

* 现工作单位: 中国科学院华南植物研究所华南植物园, 邮编 510520
1996-12-31 收稿; 1997-04-24 修回

64s/培C311、培矮64s/秋光), 籼爪交5个(W6154s/轮回422、W6154s/DT53-1、W6154s/Varyvala、培矮64s/轮回422、培矮64s/DT53-1), 籼籼交9个(W6154s/Lemoney、W6154s/培矮64s、W6154s/胜优2号、W6154s/D、W6154s/CP19、W6154s/3550、培矮64s/CP19、培矮64s/胜优2号、培矮64s/籼梗89)。将这些组合连同相应的父本和对照(威优64)在晚造种植, 分析不同类型组合的杂种优势表现并做相关分析。选用两系杂交水稻籼梗交W6154s/02428、籼爪交W6154s/轮回422、籼籼交W6154s/Lemoney连同相应的父本和对照(威优64)在早晚造种植进行实验, 以观察同一组合在不同种植季节的表现。

1.2 试验方法

早、晚造水稻均在华南植物研究所实验田种植。早造于1992年3月7日播种, 4月8日移栽, 晚造7月27日播种, 8月18日移栽。每组合种一小区, 杂交组合随机排列, 父本相邻种植, 隔一定小区设一对照, 每种组合或品种种植10行, 每行10株, 单株植, 规格为25.0×16.7 cm, 栽培管理条件一致。

每小区随机定点5株, 自栽培10 d后每隔10 d记录一次分蘖数, 记录生育期至成熟期, 收割时每株取主茎穗和第二次分蘖穗进行考种。超父亲优势率、竞争优势率的计算公式为:

$$\text{超父亲优势率} = \frac{F_1 - \text{父本平均}}{\text{父本平均}} \times 100\%, \quad \text{竞争优势率} = \frac{F_1 - \text{对照}}{\text{对照}} \times 100\%$$

同一两系杂交组合早晚造种植的各性状变化差异程度利用差异系数计算。计算公式为:

$$\text{差异系数} = \frac{\text{晚造} - \text{早造}}{\text{早造}} \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 杂种一代主要农艺性状的表现和变异分析

从表1可知, 晚造种植的所有18个两系组合杂种一代的性状中变异系数最大的是谷草比, 达31.48%, 其次为单株秆重(29.95%)和单株粒重(26.94%); 变异系数较小的是穗长(7.08%)和生育期(4.97%)。若分别考察三种类型组合各性状的变异情况则不尽相同。籼梗交各性状中变异系数最大的为单株秆重(20.88%), 其次为谷草比(19.46%); 变异系数最小的是生育期(3.85%)和株高(1.94%)。籼爪交各性状中变异系数最大的是谷草比(44.14%), 其次为单株粒重(36.13%); 变异系数最小的是穗长(4.25%)和株高(3.97%)。籼籼交中变异系数最大的是单株秆重(34.70%), 其次为单株粒重(28.99%); 变异系数最小的是穗长(7.08%)和生育期(4.97%)。上述结果表明: 亚种间组合和亚亚种组合在其性状表现中谷草比方面的变异均较大。

2.2 杂种一代主要农艺性状的优势表现

由表1可知, 晚造种植的所有18个两系组合杂种一代各性状中以单株粒重的超父亲优势最强, 达80%, 其次为总生物量(65%)和单株秆重(48%), 结实率和生育期表现出较小的负向优势, 分别为2%和3%。

表1 杂种一代主要农艺性状的优势系数

Table 1 Heterosis coefficients of principal agronomic characters in F₁ hybrids

性状 Characters	变异系数 Variation coefficient				超亲优势 Heterobeltiosis				竞争优势 Competitive heterosis			
	所有两 系组合 AC	籼/粳 Ind/ Jap	籼/爪 Ind/ Jav	籼/籼 Ind/ Ind	所有两 系组合 AC	籼/粳 Ind/ Jap	籼/爪 Ind/ Jav	籼/籼 Ind/ Ind	所有两 系组合 AC	籼/粳 Ind/ Jap	籼/爪 Ind/ Jav	籼/籼 Ind/ Ind
	株高 PH	11.94	1.94	3.97	16.99	0.21	0.23	0.20	0.21	0.12	0.14	0.11
最高分蘖数 PTN	16.33	13.82	16.27	17.85	0.29	0.51	0.30	0.18	0.12	0.31	0.13	0.02
有效分蘖数 ETN	16.04	10.69	20.13	17.20	0.27	0.50	0.24	0.19	0.14	0.33	0.11	0.06
每穗总粒数 TG/P	21.79	10.05	24.82	23.16	0.32	0.42	0.38	0.24	0.60	0.72	0.67	0.50
每穗实粒数 FG/P	22.36	13.66	33.46	22.60	0.30	0.37	0.26	0.29	0.47	0.53	0.40	0.43
千粒重 1000-GW	19.93	17.64	17.64	15.62	0.07	0.00	0.13	0.06	-0.09	-0.15	-0.04	-0.10
单株粒重 GW/P	26.94	17.82	36.13	28.99	0.80	1.10	0.80	0.68	0.49	0.73	0.48	0.38
结实率 SSP	13.10	11.47	21.31	12.44	-0.02	-0.04	-0.10	-0.03	-0.08	-0.10	-0.13	-0.03
穗长 PL	7.08	4.88	4.25	7.01	0.10	0.07	0.10	0.11	0.07	0.04	0.07	0.08
总生物量 TB	23.27	18.16	17.36	26.33	0.65	0.94	0.70	0.49	0.47	0.74	0.52	0.33
谷草比 G:S	31.48	19.46	44.14	28.81	0.23	0.13	0.10	0.34	0.08	-0.01	-0.03	0.18
生育期 PD	4.97	3.85	6.23	4.96	-0.03	-0.05	-0.02	-0.03	0.04	0.01	0.05	0.04
单株秆重 SW/P	29.95	20.88	12.85	34.71	0.48	0.79	0.45	0.28	0.45	0.75	0.42	0.25
着粒密度 GD	20.18	10.89	25.85	21.86	0.21	0.34	0.27	0.13	0.53	0.65	0.56	0.38

AC=For all combinations; PH=Plant height; PTN=Peak tiller number; ETN=Effective tiller number; TG/P=Total grains/panicle; FG/P=Filled grains/panicle; 1000-GW=1000-grain weight; GW/P=Grain weight/plant; SSP=Seed setting percentage; PL=Panicle length; TB=Total biomass; G:S=Grain:straw; PD=Period of duration; SW/P=Straw weight/plant; GD=Grain density; Ind=Indica; Jap=Japonica; Jav=Javanica

与三系组合比较的竞争优势以每穗总粒数最大, 为60%, 其次为着粒密度(53%)和单株粒重(49%), 千粒重和结实率表现为负向优势, 分别为9%和8%。

对三种类型组合之间的各个性状进行分析, 其竞争优势和超父亲优势在最高分蘖数、有效分蘖数、每穗总粒数、单株粒重、总生物量、单株秆重、着粒密度方面都表现出籼粳交>籼爪交>籼籼交的变化趋势。三种类型两系组合生育期的超父亲优势为负值, 竞争优势也较小, 这与以前的研究报告有所不同^[6]。

三种类型组合中籼粳交各性状竞争优势最强的是单株秆重(75%), 其次为单株总生物量(74%)和单株粒重(73%), 千粒重、结实率、谷草比负向优势分别为15%、10%、1%。籼爪交各性状中每穗总粒数的竞争优势最大, 为67%, 其次为着粒密度(56%)和总生物量(52%), 单株粒重的竞争优势为48%, 千粒重、结实率和谷草比为负向的竞争优势, 分别为4%、13%、3%。籼籼交组合以每穗总粒数的竞争优势最大(50%), 其次为每穗实粒数(43%), 单株粒重的竞争优势为38%, 千粒重、结实率为负向竞争优势(分别为10%和3%), 谷草比为正向优势(18%)。

由此可知, 三种类型的两系组合单株粒重均具较大的竞争优势, 颇具利用价值。三种类型组合中籼籼交的结实率、谷草比较理想, 但其竞争优势相对有限。籼粳交中多数组合尽管各性状竞争优势较大, 但其结实率和谷草比负向优势也较大, 可利用的经济优势较小。籼爪交组合尽管结实率较低, 但与籼粳交组合相比, 千粒重负向优势较小, 特别是其中一些组合结实率较

高, 千粒重、谷草比较大, 是两系杂种优势利用中很值得注意的问题。

2.3 杂种一代主要农艺性状的相关分析

表 2 列出所有 18 个两系组合各性状之间的相关系数。由此可知, 单株粒重与株高、最高分蘖数、有效分蘖数、每穗实粒数、总生物量极显著相关, 与结实率显著相关, 与生育期负显著相关。结实率除与单株粒重显著相关外, 与谷草比极显著相关, 与生育期负极显著相关。因此要提高两系杂种一代的产量, 增加分蘖数、提高结实率、增大每穗实粒数、减短生育期是必要的, 而结实率的提高又间接提高谷草比。

表 2 晚造杂种一代主要农艺性状的相关系数

Table 2 Correlation coefficients of principal agronomic characters of F₁ hybrids in late season rice

性状 Characters	株高 PH	最高分蘖数 PTN	有效分蘖数 ETN	每穗总粒数 TG/P	每穗实粒数 FG/P	千粒重 1000-GW	单株粒重 GW/P	结实率 SSP	穗长 PL	总生物量 TB	谷草比 G:S	生育期 PD
株高 PH		0.237	0.237	0.478	0.518	0.068	0.589**	0.036	0.816**	0.704**	-0.179	-0.021
最高分蘖数 PTN	0.237		0.922**	0.104	0.211	-0.168	0.623**	0.189	0.031	0.726**	-0.163	-0.315
有效分蘖数 ETN	0.237	0.922**		0.058	0.238	-0.269	0.644**	0.316	0.030	0.628**	0.053	-0.375
每穗总粒数 TG/P	0.473*	0.104	0.058		0.849**	-0.424	0.442	-0.274	0.434	0.519	-0.192	-0.103
每穗实粒数 FG/P	0.518*	0.211	0.238	0.849**		-0.393	0.702**	0.268	0.409	0.647*	0.141	-0.215
千粒重 1000-GW	0.068	-0.168	-0.269	-0.424	-0.393		0.086	0.095	-0.011	-0.001	0.268	-0.220
单株粒重 GW/P	0.589**	0.623**	0.644**	0.442	0.702**	0.086		0.485**	0.356	0.885**	0.307	-0.527*
结实率 SSP	0.036	0.189	0.316	-0.274	0.263	0.095	0.485*		-0.030	0.209	0.655**	-0.579**
穗长 PL	0.816**	0.031	0.030	0.434	0.409	-0.011	0.356	-0.030		0.416	-0.126	0.120
总生物量 TB	0.704**	0.726**	0.628**	0.591	0.647*	-0.001	0.855**	0.209	0.416		-0.159	-0.277
谷草比 G:S	-0.179	-0.163	0.053	-0.192	0.141	0.268	0.307	0.665**	-0.126	-0.159		-0.603**
生育期 PD	-0.021	-0.315	-0.375	-0.103	-0.215	-0.220	-0.527*	-0.579**	0.120	-0.227	-0.603**	

* 达 5% 的显著水平; ** 达 1% 的极显著水平

Abbreviations are the same as in Table 1. Significance at the 0.05 (*) or 0.01 (**) levels.

三种类型的两系杂交组合单株粒重与其主要农艺性状的相关系数表明(表 3): 籼粳交单株粒重与结实率、总生物量呈显著相关, 与生育期负显著相关; 籼爪交单株粒重与结实率显著相关, 与总生物量、谷草比极显著相关, 与生育期负显著相关; 籼籼交单株粒重与各性状之间的相关系数均未达到显著水平。因此若要达到利用亚种间与亚亚种间强大的杂种优势的目的, 提高结实率和缩短生育期是必要的。

表 3 三种类型杂种一代单株粒重也其它性状的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between grain weight per plant and other characters in three combinations

组合类型 Combination types	株高 PH	最高分蘖数 PTN	有效分蘖数 ETN	每穗总粒数 TG/P	每穗实粒数 FG/P	千粒重 1000-GW	结实率 SSP	穗长 PL	总生物量 TB	谷草比 G:S	生育期 PD	
单株粒重 GW/P	籼/ 粳 Ind/Jap	0.5311	0.4682	0.3426	0.2433	0.6325	0.2965	0.9124*	0.0330	0.9014*	0.1990	-0.8983*
	籼/ 爪 Ind/Jav	0.4445	0.4903	0.6229	0.2921	0.7693	-0.1060	0.9493*	0.2430	0.9787**	0.9717*	-0.9349*
	籼/ 籼 Ind/Ind	0.6314	0.3200	0.5771	-0.0735	0.1107	0.6522	0.5307	0.4073	0.4997	0.2196	0.0340

Abbreviations are the same as in Table 1.

2.4 相同两系杂交组合在早晚造种植时的差异

由表4可见,三种类型的两系杂交水稻组合及其三系对照威优64单株粒重的差异系数均为正值,表现为晚造大于早造,亚种间组合W6154s/02428表现尤为明显,达24%。亚种间组合W6154s/02428、亚亚种组合W6154s/Lunhui 422在株高、每穗总粒数、千粒重、总生物量、谷草比、单株秆重等性状方面均表现出较大差异,而品种间组合W6154s/Lemoney和三系对照威优64变化相对较小。另外几个值得注意的情况是W6154s/02428的谷草比差异达157%,结实率差异达66%,而W6154s/Lunhui结实率差异仅为7%。由此可见,亚种间组合与亚亚种组合在农业生产上应用时更易受环境的变化而变化,亚种间表现尤甚,是目前大规模推广中存在着较大的问题。因此目前利用两系杂交水稻,品种间杂交组合的选育仍是主要方向,但亚亚种间一些性状较稳定的组合在华南区的利用也值得重视。

表4 两系杂交组合早晚造性状的差异系数

Table 4 Variation coefficients of characters of two-line hybrid rice in early and late season

组合 Combinations	株高 PH	最高 分蘖数 PTN	有效 分蘖数 ETN	每穗 总粒数 TG/P	每穗 实粒数 FG/P	千粒重 1000- GW	单株 粒重 GW/P	结实率 SSP	穗长 PL	总生 物量 TB	谷草比 G:S	生育期 PD	单株 秆重 SW/P	着粒 密度 GD
W6154s/02428	-0.18	0.06	0.07	-0.38	0.02	0.13	0.24	0.66	0.17	-0.24	1.57	-0.21	-0.52	-0.25
W6154s/Lunhui 422	-0.15	0.20	0.14	-0.21	-0.16	0.16	0.11	0.07	-0.04	-0.15	0.85	-0.17	-0.40	-0.18
W6154s/Lemoney	-0.03	0.10	0.10	-0.02	0.02	0.04	0.16	0.04	0.06	0.10	0.06	-0.40	0.10	-0.04
Weiyou 64	-0.01	0.03	0.03	-0.11	0.05	0.03	0.10	0.17	-0.03	0.05	0.16	-0.13	-0.04	-0.13

Abbreviations are the same as in Table 1.

3 讨论

本试验选用的杂交水稻组合的主要农艺性状的杂种优势表现为籼粳交 > 籼爪交 > 籼籼交 > 三系对照组合,与前人的结果基本一致^[6]。三种类型的两系组合中,籼粳交与籼爪交株高的竞争优势不强,生育期也未见明显的竞争优势,但谷草比、结实率和千粒重的负向竞争优势较大。因此目前要利用远缘杂交强大的杂种优势,使强大的营养优势转为经济优势仍是值得进一步探讨的问题。解决此问题,最有效的方法是培育出强亲和力的亲本以提高远缘杂交组合的结实率和籽粒充实度。

目前利用两系杂交水稻除要加强亲本强亲和力品种的选育外,广泛进行配组并在各地区进行试种推广以获得较高产量的各种组合也是十分必要的。籼籼交二系组合由于比三系组合配组自由,并简化了育种途径,华南地区现已较大规模地试种推广。而籼爪交中的某些组合如W6154s/轮回422等在早、晚造的结实率均较高,单株粒重的竞争优势也较强,是华南地区目前利用远缘杂交强大杂种优势值得注意的途径。但籼粳交由于随环境的变化较大,目前利用有一定风险。这些实验结果与袁隆平提出的“远中求近”(部分利用亚种间的杂种优势选配亚亚种间组合)、“爪中求质”(选用爪籼中间型的长粒种优质材料与籼稻配组;选用爪哇型或爪梗中间型的短粒材料与粳稻配组)、“生态适应”(籼稻区以籼爪交为主,兼顾籼粳交;粳稻区以籼爪交为主,兼顾籼粳交)等设想一致^[12]。

参考文献

- 1 吴长明等. 广亲和品种在籼粳杂交育种中应用的初步研究. 北京农业大学学报, 1988, 14(3):243-249
- 2 赵继海. 籼粳稻之间的亲和性及其杂种优势. 中国水稻科学, 1988, 2(1):23-28
- 3 邹江石. 水稻广亲和性的研究和利用. 杂交水稻, 1988, (6):32-35
- 4 陈立云等. 两系杂交水稻新组合培两优 208 的选育. 杂交水稻, 1996, (2):7-10
- 5 李希芳等. 中梗 02428 与广东早籼品种杂交亲和性及杂种一代优势研究. 广东农业科学, 1990, (3):10-13
- 6 袁隆平. 两系杂交水稻研究的进展. 中国水稻科学, 1990, 23(3):1-6
- 7 杨振玉等. 不同类型籼粳亚种间杂种 F_1 可利用和非可利用杂种优势的评价与利用. 中国水稻科学, 1990, 4(2):49-55
- 8 王建军等. 利用籼粳交杂种一代若干问题的探讨. 中国农业科学, 1991, 24(1):27-33
- 9 晏月明等. 籼粳稻亚种间杂种一代优势的研究. 四川农业学报, 1988, 3(2):6-10
- 10 刘建丰等. 两系法品种间和亚种间杂种优势的比较研究. 杂交水稻, 1996, (2):19-22
- 11 万邦惠等. 水稻亚种间杂种优势利用研究. 华南农业大学学报, 1992, 13(3):1-8
- 12 袁隆平. 选育水稻亚种间杂交组合的策略. 杂交水稻, 1996, (2):1-3