

杂种水稻生物学特性的初步研究

生物学系遗传学进修班

在毛主席革命路线指引下，我国水稻杂种优势取得进展，大面积推广应用水稻杂种种子卓有成效。为了进一步寻找更大的强优组合，充分了解杂种植株的各种生物学特性，为杂种的合理栽培提供依据，我们开展了本项目的研究工作。

一、实验方法

由于矮化育种是现代农业栽培技术基本的要求，因此我们选取了几个具有“矮因”的品种(矮脚南特，矮仔占、广陆矮4号、广矮六号，低脚乌尖、IR24，矮种水田谷、窄叶青，辐包矮，钢枝占和可能含有“矮因”的蓝贝利)作为杂交的主要亲本，分别进行早稻×晚稻、早稻×早稻、晚稻×晚稻，矮秆品种×矮秆品种，矮秆品种×高秆品种等杂交组合配对。此外还用抗病品种如脱脱普、夜花占、杜子釉、鸡对偷为亲本，以增加杂种的抗逆性。

1975年早造先后进行了39对的人工杂交，获得的杂种种子于1975年晚造播种，按相同规格在两旁种植双亲植株作为对照，对各组合的栽培管理尽量保持一致。在整个生育期间，对亲本及杂种植株的生长发育情况，进行了较系统的观察、记录与考种。但仅对其中15个组合开展了分析研究，即早矮×早矮的有：广陆矮4号×IR24，早矮×早高的有矮脚南特×杜子釉，矮仔占×脱脱普，低脚乌尖×脱脱普，低脚乌尖×杜子釉，晚矮×早矮的有：辐包矮×IR24，早矮×晚矮的有：低脚乌尖×矮种水田谷，早矮×晚高或反交的有：低脚乌尖×秋长3号，辐包矮×夜花占，钢枝占×夜花占，钢枝占×鸡对偷，2150×203，广矮6号×2150，还有窄叶青×蓝贝利，矮脚南特×蓝贝利等。我们对亲本及杂种的株高、有效分蘖、叶片长宽、节间长度、穗长、穗枝梗数、穗颈长，谷粒长宽，结实率，谷秆比，千粒重等进行了调查，表中所列数字一般为20株的平均数，最后应用生物统计研究方法对相对杂种优势等进行了计算。由于1975年晚造后期受连续三次台风和寒露风侵袭，影响了实验植株的某些性状(如结实率等)。

二、实验结果

(一)亲本形态特征的遗传及其杂种一代植株的表现

1、株高:

了解亲本科高性状在杂种第一代的表现规律,以便选择亲本、达到控制杂种具有适当矮化的科高性状。

表一的记录表明,不同亲本间的杂交,不论是早×早,还是早×晚,其杂种的株高多数具有生长优势。在十四个组合中有九个(占64%)杂种的株高超过了双亲,表现为超显性,其中有的生长优势非常明显,如矮脚南特×蓝贝利的杂种一代的植株,高度比矮脚南特高了一倍左右。在其余的五个组合中(占30%左右),杂种株高虽比高的亲本略低,但仍接近于高的亲本,如低脚乌尖(高度91公分)×杜子粳(高度130.7公分), F_1 代的株高125.75公分等。

从表一还可看到:当父母本均为矮种时,有可能获得矮种的后代,如组合一,其 F_1 株高仅为92公分,组合六,其 F_1 株高在100公分左右。由于株高性状一般在杂种后代中具明显优势,因此,在杂交组合配对选择时应认真的注意考虑。如想控制杂种后代株高在120公分左右,则在杂交组合中至少有一个亲本是矮秆品种才有可能(如杂交组合七、九、十一、十三、十四),另如组合三与组合四,组合六与组合七,母本虽然相同,但由于父本不同,子一代株高性状出现超亲或介于双亲间的两种情况。由此看来,品种间的遗传配合力对杂种后代科高性状具有一定的影响。

2、株型与叶姿(包括部分叶表特征)

株型与叶姿对于作物的产量具有重要的意义。

试验表明,通过杂交较易获得紧凑、良好的株型。如广陆矮四号×IR24,矮仔占×杜子粳,低脚乌尖×秋长3号等多数组合的 F_1 植株的集散程度均较好。鸡对偷的株型略分散,但与株型较紧凑的钢枝占杂交的后代的株型接近钢枝占。只要注意了亲本的株型配置,在杂种后代控制适当的株型是可能的。功能叶与剑叶的角度如何,对于植株光合作用效率有很大影响。双亲的叶片均直立,杂种一代在抽穗期甚至乳熟期叶片均能保持直立状态,如辐包矮×IR24的组合。亲本一方叶姿披散,后代多数表现为叶姿披散,例如钢枝占×夜花占等组合。而叶姿披散对植株的光合作用和物质积累是不利的。在叶表特征方面,如果亲本一方的叶表有毛不光滑,那末 F_1 的叶片也有毛(叶表有毛呈显性);亲本一方有腊质叶,杂种一代植株的叶表也具有腊质。叶片有毛或具有腊质,其抗逆性一般是较强的。

表一 亲本与杂种一代的植株高度

組 合 編 号	品 种	科高 (Cm)	組 合 編 号	品 种	科高 (Cm)
1	广陆矮4号♀	78.2	7	低脚烏尖♀	141.3
	F ₁ E 75-2	92		F ₁ W 75-7	90.6
	IR 24 ♂	90		脫脫普 ♂	147
2	窄叶青 ♀	95.4	9	辐包矮 ♀	72.6
	F ₁ E 75-3	131.2		F ₁ W 75-10	115.4
	藍貝利 ♂	101		夜花占 ♂	126.7
3	矮脚南特♀	69	10	辐包矮 ♀	72.6
	F ₁ E 75-4	140.6		F ₁ W 75-11	126.4
	藍貝利 ♂	101		IR 24 ♂	90
4	矮脚南特♀	69	11	鋼枝占 ♀	77.6
	F ₁ E 75-5	120		F ₁ W 75-13	124.6
	杜仔籼 ♂	130.7		夜花占 ♂	126.7
5	低脚烏尖♀	91	12	鋼枝占 ♀	77.6
	F ₁ W 75-1	143.6		F ₁ W 75-14	131.8
	秋長3号 ♂	129.2		鷄对倫 ♂	113.5
6	低脚烏尖♀	91	13	2150 ♀	93.6
	F ₁ W 75-4	104.7		F ₁ W 75-17	121
	矮种水田谷 ♂	86.2		203 ♂	79.8
7	低脚烏尖♀	91	14	广矮6号 ♀	67.2
	F ₁ E 75-5	125.75		F ₁ W 75-22	122.6
	杜仔籼 ♂	130.7		2150 ♂	93.6

3、茎的特征（茎节间长度、茎壁厚度与耐肥抗倒性）

从表二可见：当矮×矮时，其杂种地面上第一、二节间长度有的比父母本缩短，如广陆矮四号×IR24；有的虽然超过双亲，但抗倒的特性仍能相对地保持下来，如辐包矮×IR24。当矮×高时，其后代地面上一、二节间有的比父本缩短，而比母本伸长，表现为中间型。这样的后代比严重倒伏的亲本较为抗倒，如钢枝占×夜花占（严重倒伏）的杂种一代。但在大多数的情况下，杂种节间长度比双亲的长表现为生长优势。不论矮×矮或矮×高的地面第三节以上的节间长度多数表现为超双亲的性状。

从茎壁厚度来看，一般亲本一方具茎壁厚性状，杂种一代多数表现较厚。有的茎壁虽厚，却因节间长度的影响而表现倒伏。

从实验结果看来，如想获得抗倒的杂种一代，双亲均须采用矮秆抗倒品种，但如将高秆易倒的亲本及矮秆抗倒品种杂交，杂种一代抗倒能力有可能比高秆亲本加强。

4、叶、茎、穗的部分特征

表三是对十五个重点组合的剑叶大小、露节与否、穗颈长度和叶面积指数的室内考种和田间观察的结果。剑叶大小在十五个组合中： F_1 的剑叶比双亲大的占50%，中间型的占21.4%，比双亲小的占28.6%，多数具有超亲现象和较大的生长优势。因此，在研究杂种优势利用时，为防止出现过分宽大的剑叶，须注意亲本的配合力。

穗颈长度在十五个组合中： F_1 比双亲长的占64.3%，中间型的占21.4%，比双亲小的或有轻微包颈现象的占14.3%，一般都有超亲现象。双亲中即使有一方包颈较为严重，在 F_1 中也能得到克服或减轻。在配制组合时要适当考虑双亲的穗颈长度，防止 F_1 的穗颈过长。

露节与否。实验结果表明露节是显性性状。双亲中只要有一方是露节的， F_1 也是露节的。所以在配制组合时，应尽可能避免采用露节的品种做亲本。否则由于植株增高及出现露节性状可造成倒伏减产。

叶面积指数。我们于播种后43天（即9月7日）做了一次田间观察，详细调查了两个组合及 F_1 （即早×早部份编号4、5、6、31、32、33）的叶面积指数。结果表明，杂种前期的生长优势是十分明显的（具有早生快发、分蘖力强、生势旺盛等特点）。如矮仔占×脱脱普， F_1 的叶面积指数比母本高出一倍以上；广陆矮4号×IR24组合， F_1 的叶面积指数也明显超过双亲。

表二 亲本与杂种一代的茎壁、节间长度和倒伏性状

組合 编号	品 种	茎 壁	节 間 長 度 cm					倒 伏 情 况
			1	2	3	4	5	
1	广陆矮4 ♀	中厚	34	20	4.3	1.3		抗倒
	F ₁ E75-2	厚	36	21	5	2.5	1	“ ”
	IR24 ♂	“	33	17.2	6.25	3.5		“ ”
2	窄叶青 ♀	薄	30.4	22.5	15.7	8.3	3.5	倒严重
	F ₁ E75-3	厚	49	29	18	7	4	轻度倒
	兰貝利 ♂	“	36.5	17	7.5	7.3		較抗倒
3	矮脚南特 ♀	薄	26	13	4.8	2.5	0.7	抗倒
	F ₁ E75-4 ♀	厚	47	30	18	8.5	2.5	“ ”
	兰貝利 ♂	“	36.5	17	7.5	7.3		較抗倒
4	矮脚南特 ♀	薄	26	13	4.8	2.5	0.7	抗倒
	F ₁ E75-5	厚	38	28	16	7	2	“ ”
	杜仔粘 ♀	“	43	26	18	5.2	2.7	严重倒
5	低脚烏尖 ♀	“	31.7	15.6	1.2	4.7	2.3	較抗倒
	F ₁ W75-1	“	43	30	19	13	10	“ ”
	秋長3号 ♂	薄	35	26	21	12	10	严重倒
6	低脚烏尖 ♀	厚	31.7	15.6	12	4.7	2.6	抗倒
	F ₁ W75-1		30	17	15	10	4	“ ”
	秋長3号 ♂	厚	25.5	14.5	7	8	6	“ ”
7	低脚烏尖 ♀	“	31.7	15.6	11.3	4.7	2.3	“ ”
	F ₁ E75-8	“	45	29.5	15.4	7	2.5	严重倒
	杜仔粘 ♂	“	43	26	18	5.2	2.7	“ ”
8	低脚烏尖 ♀	“	16.5	7.5	5	1.5		抗倒
	F ₁ E75-7	“	20	19	10	9		較抗倒
	脫脫普 ♂	“	28.5	20.5	16	6.5		严重倒

9	辐包矮 ♀	〃	22	11	8	7	3	抗倒
	F ₁ W75-10		33.5	19.5	14.5	13	8	〃〃
	夜花占 ♂	厚	35	27.5	18	12.9	2.2	严重倒
10	辐包矮 ♀	〃	22	11	8	7	3	抗倒
	F ₁ W75-11	〃	37	25	19.5	15.6	9.5	〃〃
	IR24 ♂	〃	33	17.5	6.3	3.5		〃〃
11	钢枝占 ♀	薄	24	12	10	6.5		〃〃
	F ₁ W75-13	厚	21	17	15	10		较抗倒
	夜花占 ♂	〃	35	27.5	18	12.9	2.2	严重倒
12	钢枝占 ♀	薄	24	12	10	1.5	2	抗倒
	F ₁ W75-14	厚	41	30	20.4	12.5	3.5	倒伏
	鸡对伦 ♂	中厚	38	26	13.5	4.5		〃〃
13	2150 ♀	厚	24	14.5	11	7	6	
	F ₁ W75-17	〃	63	62	12	10	3	
	203 ♀	〃	31.5	12.1	5.3	3		
14	广矮6号 ♀	中厚	31.4	16	6.8	4	2	
	F ₁ W75-22	厚	40	25	17	12	4.5	
	2150 ♂	〃	24	12	10	6.5	2	

注：节间次序按从上到下排列。

茎壁厚度以0.3—0.5mm为薄

0.6—0.8mm为中厚

0.8—1mm为厚

表三 亲本与杂种一代植株叶、茎、穗部分特征

組合 編號	品 种	劍叶 面积	露节 与否	穗頸長	叶面 指数	組合 編號	品 种	劍叶 面积	露节 与否	穗頸長	叶面 指数
1	广陆矮4号♀	36.6	不	1.49	4.08	9	低脚烏尖♀	36	不	-1.4	—
	F ₁ E75-2	32.6	〃	1.07	6.4		F ₁ W75-7	45.6	部分露	2.7	—
	IR24 ♂	33.6	〃	-2.01	3.5		脫脫普 ♂	29.5	露	2.16	—
2	窄叶青 ♀	35	露	2.94	—	10	福包矮 ♀	36.9	—	3.77	—
	F ₁ E75-3	42.8	〃	7.57	—		F ₁ W75-10	29.8	—	1.81	—
	兰貝利 ♂	40.3	〃	4.12	—		夜花占 ♂	45	—	1.31	—
3	矮脚南特♀	32	不	1.47	—	11	福包矮 ♀	36.9	—	3.77	—
	F ₁ E75-4	70.2	露	4.48	—		F ₁ W75-11	39.9	不	0.31	—
	兰貝利 ♂	40.3	〃	4.12	—		IR24 ♂	33.9	〃	-2.01	—
4	矮脚南特 ♀	32	不	1.47	—	12	鋼枝占 ♀	21.5	〃	-2.3	—
	F ₁ E75-5	29.1	露	2.37	—		F ₁ W75-13	38.5	部分露	-0.65	—
	杜仔粒 ♂	39.4	〃	0.74	—		夜花占 ♂	45	露	1.31	—
5	矮仔占 ♀	31.1	不	1.08	2.82	13	鋼枝占 ♀	21.5	不	-2.3	—
	F ₁ E75-11	—	露	—	6.4		F ₁ W75-14	35.4	露	4.27	—
	脫脫普 ♂	29.5	〃	2.16	33		鷄对伦 ♂	21.6	〃	1.34	—
6	低脚烏尖♀	36	不	1.96	—	14	2150 ♀	31	—	-4.55	—
	F ₁ W75-1	36	露	3.5	—		F ₁ W75-17	38.9	露	1.6	—
	秋長3号 ♂	36	〃	2.05	—		203 ♂	37.5	〃	1.56	—
7	低脚烏尖♀	36	不	0.96	—	15	广矮6号 ♀	31.6	不	-0.04	—
	F ₁ W75-4	53.3	—	-3.46	—		F ₁ W75-22	46.6	露	4.67	—
	矮种水田谷 ♂	54.1	—	-3.46	—		2150 ♂	31	〃	-4.05	—
8	低脚烏尖♀	36	—	0.96	—						
	F ₁ W75-5	30	—	3.96	—						
	杜仔粒 ♂	39.4	—	0.74	—						

注：面积單位是cm²，長度單位是cm。

表四 亲本与杂种一代的谷粒长宽比

組合編號	品 种	谷粒長寬比	組合編號	品 种	谷粒長寬比
1	广陆矮4号	1:0.42	8	低脚烏尖	1:0.44
	F ₁ E75-2			F ₁ W75-5	1:0.46
	IR24	1:0.25		杜仔籼	1:0.46
2	窄叶青	1:0.42	9	低脚烏尖	1:0.44
	F ₁ E75-3	1:0.33		F ₁ W75-4	1:0.43
	兰貝利	1:0.27		脫脫普	1:0.37
3	矮脚南特	1:0.40	10	福包矮	1:0.47
	F ₁ E75-4	1:0.39		F ₁ W75-10	1:0.37
	兰貝利	1:0.27		夜花占	1:0.37
4	矮脚南特	1:0.40	11	福包矮	1:0.47
	F ₁ E75-5	1:0.40		F ₁ W75-11	1:0.37
	杜仔籼	1:0.46		IR24	1:0.25
5	矮仔占	1:0.45	12	鋼枝占	1:0.41
	F ₁ E75-11	1:0.37		F ₁ W75-13	1:0.41
	脫脫普	1:0.37		夜花占	1:0.39
6	低脚烏尖	1:0.44	13	鋼枝占	1:0.41
	F ₁ W75-1	1:0.40		F ₁ W75-14	1:0.42
	秋長3号	1:0.39		鷄对伦	1:0.51
7	低脚烏尖	1:0.44	14	2150	1:0.37
	F ₁ W75-4	1:0.37		F ₁ W75-17	1:0.37
	矮种水田谷	1:0.31		203	1:0.40

5、米质

谷粒长宽比与腹白大小在一定程度上可以反映米质的好坏。从表四可见，米质好的亲本如兰貝利，其长宽比为1:0.27，米质差的亲本如矮脚南特，其长宽比为1:0.4以上；而其杂种一代谷粒长宽比大多数处于双亲之间。

亲本与F₁的腹白情况也有类似上述的情况，即腹白大的与小的亲本杂交，杂种谷粒的腹白为中等。双亲腹白均小的，杂种腹白也小。

亲本无芒，杂种多数无芒，但也有个别例外。短芒和无芒的品种杂交，杂种有的有芒，有的无芒。

6、发病情况

我们重点观察了亲本与杂种一代纹枯病的发病情况：广陆矮四号×IR24，低脚乌尖×秋长3号等组合，亲本对纹枯病感染较轻，杂种一代也同样感染较轻；矮脚南特×兰贝利，矮脚南特×杜仔籼组合中，矮脚南特感染较重，其他两个亲本感染较轻，杂种一代表现也较轻。杂种抗病性是否较强，尚有待今后重复试验。

(二)、与产量有关的几种数量性状的遗传表现

1、生育期

目前农业耕作改制要求尽可能增加复种指数，缩短作物生育期。因此杂优利用应考虑生育期的表现。生育期属于数量性状的遗传，一般都由几个或多个基因所控制。表五中十四个组合除窄叶青×兰贝利、矮脚南特×兰贝利、低脚乌尖×脱脱普三个组合 F_1 的生育期出现早于和晚于双亲的超亲现象外，其余十一个组合的生育期均介于双亲之间，并多数倾向于生育期晚的亲本。

表五 亲本与杂种一代的生育期

杂交类型	组 合	生 育 期			父母本生育期平均
		母本	父本	F_1	
早造×早造	广陆矮4号×IR24	104	120	111	112
" × "	窄叶青8号×兰贝利	108	110	107	109
" × "	矮脚南特×兰贝利	101	110	111	105.5
" × "	矮脚南特×杜仔籼	101	109	103	105.5
" × "	低脚乌尖×杜仔籼	122	109	115	115.5
	低脚乌尖×脱脱普	122	123	129	122.5
早造×晚造或晚×早	低脚乌尖×矮种水田谷	122	140	132	131.0
" × "	辐包矮×夜花占	134	104	128	119
" × "	辐包矮×IR24	134	120	130	127
" × "	钢枝占×夜花占	132	104	128	118
" × "	钢枝占×鸡对伦	132	101	122	116.5
" × "	2150×203	131	101	126	116
" × "	广矮6号×2150	102	131	125	116.5
" × "	低脚乌尖×秋长3号	122	128	125	125

不同生态型水稻杂交,其后代的生育期表现又有所不同。在本试验的早造×早造的六个组合中, F_1 与父、母本生育期的平均数相比较,有四个组合的生育期短于双亲的平均值,二个组合长于平均值。而早、晚杂8个组合 F_1 的生育期全部长于双亲平均值。

试验表明:晚熟亲本一方的生育期过长,则不可能获得适应多熟制要求的杂种后代。

2、分蘖数(最高分蘖数,有效分蘖数,成穗率)

根据表六中十一个组合亲本与杂种一代的最高分蘖数进行比较:子一代最高分蘖数超过双亲的占60%左右(早×早第一组合,早×晚的七、十、十一、十二、十三组合);其它组合杂种一代的最高分蘖数也都超过了分蘖力低的亲本,且与分蘖力高的亲本接近。从表七可见,将10个组合亲本与 F_1 代的平均值比较,有9个组合的子一代超双亲,只有个别略低于双亲的平均值。分蘖力强的性状在 F_1 易表现,因此将分蘖力低的品种与分蘖强的品种杂交,可以使杂种一代分蘖力提高。

当双亲成穗率接近时,杂种一代成穗率可能超过双亲(如十、十三等五个组合),但大多数组合低于双亲的平均值。

综上所述,选择分蘖力较强、成穗率较高而又数目接近的双亲进行杂交,就有较多的可能获得具有高的有效分蘖数的杂种后代。

3、穗长、着粒密度、主穗与分蘖穗枝梗数

有关穗长、着粒密度、枝梗数等几个数量性状,14个组合中,杂种一代大部分是超双亲的,或倾向于较大的一方,表现较大的优势(见表八)。

穗长:一、三、五、六、八、十、十二、十三、十四共九个组合的杂种一代(占64.3%)都超双亲。其余五个组合的子一代都偏于穗长的亲本。

至于着粒密度和枝梗数的遗传,也都表现出较明显的超双亲现象。十四个组合中 F_1 着粒密度超双亲的有:五、六、七、八、十一、十二、十三、十四等八个组合,占57.1%;介于双亲之间的有:一、二、三、九等四个组合,占28.6%;小于双亲的仅有四、十两个组合,占14.3%。调查数字较齐的一、二、五、六、七等组合的主穗枝梗数,都表现超双亲现象。分蘖穗枝梗在十四个组合中就有十一个组合超双亲,占78.5%,其余三个亦表现趋向于较大亲本类型。

但穗长、着粒密度、枝梗数都较多的仅有五、八、十二、十三、十四等五个组合,占35.7%。因此,我们在选择亲本时还应考虑穗部几个性状之间的协调关系。

我们认为:选择穗子一长一短、或两长、或两个中等的亲本进行杂交,可以获得穗子较长的杂种后代。在多数的杂种中,枝梗与穗长表现出一定程度的相关,穗子较长,枝梗数也较多,选择枝梗数多的两亲、或一多一少、或均为中等的杂交,同样可能获得较多枝梗数的后代。着粒密度也可根据上述原则进行选择。

表六 亲本与杂种一代的最高分蘖数与成穗率

組合 編號	品 种	最高 分蘖	有效 分蘖	成穗 率%	組合 編號	品 种	最高 分蘖	有效 分蘖	成穗 率%
1	广陆矮4 ♀	18.5	14.5	78.3	9	低脚烏占 ♀	15.9	9.8	61.6
	F ₁ E75-2	27.1	21.4	78.9		F ₁ E75-7	15.6	8.8	56.4
	IR24 ♂	21.3	21	98.5		脫脫普 ♂	25.2	15	59.5
2	窄叶青 ♀	19.4	13.8	—	10	辐包矮 ♀	24.7	12.2	49.3
	F ₁ E75-3	—	17.6	—		F ₁ W75-10	37.8	23.4	61.9
	兰貝利 ♂	4.8	4.6	—		夜花占 ♂	21.4	11.3	52.3
3	矮脚南特 ♀	—	23	—	11	辐包矮 ♀	24.2	12.2	49.3
	F ₁ E75-4	—	11.6	—		F ₁ W75-11	33.5	16	47.7
	兰貝利 ♂	4.8	4.6	97.9		IR24 ♂	21.3	21	98.5
4	矮脚南特 ♀	—	23	—	12	鋼枝占 ♀	21.8	11.2	51.3
	F ₁ E75-5	—	21	—		F ₁ W75-13	37.2	18.8	50.2
	杜仔籼 ♂	15.3	14.5	94.3		夜花占 ♂	21.4	11.3	52.8
5	矮仔占 ♀	27	11.4	42.2	13	鋼枝占 ♀	21.8	11.2	51.3
	F ₁ E75-11	25.6	—	—		F ₁ W75-14	27.6	20.8	75.3
	脫脫普 ♂	25.2	15	59.5		鷄对伦 ♂	16.2	10.75	66.3
6	低脚烏占 ♀	16.6	9.8	59.03	14	2150 ♀	33.2	24.6	74.09
	F ₁ W75-1	19.8	13.6	68.6		F ₁ W75-17	22.8	22.2	97.3
	秋長3号 ♂	20.6	13.3	64.5		203 ♂	—	18.8	—
7	低脚烏占 ♀	16.6	9.8	59.03	15	广陆矮 ♀	14.5	9.33	64.3
	F ₁ W75-4	29	15.4	53.1		F ₁ W75-22	26.5	17.6	66.4
	矮种水田谷 ♂	16.1	8.8	54.03		2150 ♂	33.2	24.6	74.09
8	低脚烏占 ♀	16.6	9.8	59.03					
	F ₁ E75-8	16	11.5	71.8					
	杜仔籼 ♂	15.3	14.5	94.7					

表七 亲本与杂种一代的平均分蘖数与成穗率比较

組合編號	組 合	双亲平均 总分蘖數	F ₁ 代平均 总分蘖數	双亲平均 成穗率%	F ₁ 平均 成穗率%
1	广陆矮4×IR24	24.9	27.1	88.4	78.9
6	低脚烏占×秋長3	18.6	19.8	61.76	68.6
7	低脚烏占×矮种水田谷	16.35	29	56.53	53.5
8	低脚烏占×杜仔籼	15.95	16	70.87	71.8
9	低脚烏占×脱脱普	20.55	15.6	60.55	65.4
10	辐包矮×夜花占	23	37.8	51.05	61.9
11	辐包矮×IR24	23	33.5	73.9	47
12	鋼枝占×夜花占	21.6	37.4	52.05	50.2
13	鋼枝占×鷄对伦	19	27.6	58.8	75.3
15	广矮6号×2105	23.35	24.6	69.19	66.4

表八 亲本与杂种一代穗部几种性状的比较

組合編號	品 种	穗 長 (cm)	着粒密度 (每10cm)	主穗枝梗	分蘖穗枝梗	穗 形
1	广陆矮4 ♀	18.5	41.9	12	8.75	紡 錘
	F ₁ E75-2	23.27	56.25	23	10.35	// //
	IR24 ♂	23.07	61.5	12.5	11.15	// //
2	窄叶青 ♀	18.28	64.94	11	10.65	// //
	F ₁ E75-3	24.47	77.6	19	11.6	// //
	兰貝利 ♂	25.2	79.35	12	11.2	錘 形
3	矮脚南特 ♀	17.42	45.7		7.7	紡 錘
	F ₁ E75-4	30.73	70.56	19	13.7	錘 形
	兰貝利 ♂	25.2	79.35	12	11.2	紡 錘
4	矮脚南特 ♀	17.42	45.7		7.7	// //
	F ₁ E75-5	21.78	45.66		8.38	// //
	杜仔籼 ♂	25.55	58.27		11	// //

5	低脚烏尖 ♀	22.42	49.88	14	11.2	“ ”
	F ₁ W75-5	25.62	60	16	11.9	“ ”
	杜仔袖 ♂	25.55	58.2	13.3	11.1	
6	低脚烏尖 ♀	20.35	47.38	13	11.83	紡 錘
	F ₁ W75-7	24.25	59.79	13	11.8	“ ”
	脫脫普 ♂	20.3	50	9.5	8.7	半鷄爪
7	低脚烏尖 ♀	22.45	49.88	14	11.2	紡 錘
	F ₁ W75-1	24.82	57.53	14	11.95	“ ”
	秋長3号 ♂	25.25	50.41	12	11.3	較 散
8	低脚烏尖 ♀	22.45	49.88	14	11.2	錘 紡
	F ₁ W75-4	22.95	65.89	12	12	“ ”
	矮种水田谷 ♂	21.75	60.83		11.6	“ ”
9	辐包包 ♀	18.57	55.16		10.5	
	F ₁ W75-10	22.42	46.78		10.5	
	夜花占 ♂	24.27	40.13		9.19	
10	辐包矮 ♀	18.57	55.96		10.5	
	F ₁ W75-11	24.25	51.27		10.65	紡 錘
	IR24 ♂	23.07	65		11.15	“ ”
11	鋼枝占 ♀	17.13	58.37		12.1	“ ”
	F ₁ W75-13	22.3	63.4	15	13.05	“ ”
	夜花占 ♂	24.27	40.33	11.3	9.19	“ ”
12	鋼枝占 ♀	17.13	58.37		12.1	“ ”
	F ₁ W75-4	22.05	66.8	13.5	12.1	“ ”
	鷄对伦 ♂	18.15	47.88	10	7.5	“ ”
13	2150 ♀	21.87	47.46		9.4	“ ”
	F ₁ W75-11	25.08	69.11	13	12.1	“ ”
	203 ♂	21.5	62.67	14	12.1	“ ”
14	广矮六 ♀	17.83	40.66		8.66	“ ”
	F ₁ W75-22	24.87	62.2		10.95	“ ”
	2150 ♂	21.87	47.46		9.4	“ ”

表九 亲本与杂种一代的主穗、分蘖穗结实情况

組合 編號	品 种	主 穗				分 蘖 穗			
		总粒	空粒	实粒	结实率%	总粒	空粒	实粒	结实率%
1	广陆矮 ♀	—	—	—	—	76.6	2.6	75	96.6
	F ₁ E75-2	109	20	89.9	82.4	130.9	13.5	117.4	89.68
	IR24 ♂	227	52.5	224.5	80.04	150.1	41.7	108.4	72.2
2	窄叶青 ♀	134.5	10	124.5	92.5	118.6	7.15	114.5	93.9
	F ₁ E75-3	259.5	50.5	209	80.5	189.9	21.1	168.8	88.8
	兰貝利 ♂	176	40	130	77.2	200	88.25	111.85	55.9
3	矮脚南特♀	—	—	—	—	79.75	7.95	71.8	90
	F ₁ E75-4	312	113	208	64.8	217	24.1	192.9	88.8
	兰貝利 ♂	176	40	136	77.2	200	88.25	111.85	55.9
4	矮脚南特♀	—	—	—	—	79.75	7.95	71.8	90
	F ₁ E75-5	—	—	—	—	99.64	7.61	91.85	92.3
	杜仔籼 ♂	231.6	40.6	191	82.4	148.9	24.9	124	83.2
5	矮 占 ♀	156.5	34.5	122	77.8	98.5	19.45	79.05	80.2
	F ₁ E75-11	—	—	—	—	—	—	—	—
	脫脫普 ♂	133	12	211	90.9	101.7	6.35	95.3	93.2
6	低脚烏尖♀	139.5	32.5	107.5	77	112	17.9	94.1	84
	F ₁ W75-1	232	21	211	90.4	142.3	9.75	132.55	93
	秋長3 ♂	167	14	153	91.6	177.8	13.8	114	81.4
7	低脚烏尖♀	139.5	32.5	107.5	77	112	17.9	94.1	84
	F ₁ W75-4	182	46	136	74.7	171	26.7	144.3	83.4
	矮种水田谷 ♂	189	25	146	86.7	132.3	7.5	124.8	94.3
8	低脚烏尖♀	139.5	32.5	107.5	77	112	17.9	94.1	84
	F ₁ E75-8	278.5	50	228.5	82	135.8	16.9	136.9	89
	杜仔籼 ♂	231.6	40.6	191	82.4	148.9	24.9	122	83.2

9	低脚烏尖♀	156.5	12.5	144	92	96.45	9.4	87.05	90.02
	F ₁ E75-7	197.5	19.5	178	90.1	145	7.35	137.5	94.13
	脫脫普♂	133	12	121	90.9	101	6.35	95.3	93.7
10	辐包矮♀	140	24	116	82.8	103.9	15.6	88.3	84.9
	F ₁ W75-10	174	36	138	79.3	104.9	13.05	91.79	87.5
	夜花占♂	156	44	112	71.7	79.4	13.5	83.9	86.07
11	辐包矮♀	140	24	116	82.8	103.9	15.8	88.3	84.9
	F ₁ W75-11	189	8	181	95.7	148.6	24.2	124.4	83.2
	IR24♂	277	52.5	224.5	81.04	150.1	41.2	108.4	72.2
12	鋼枝占♀	133	2.7	106	79.5	100	14.45	85.55	85.5
	F ₁ W75-13	195	28.5	166.5	85.3	141.4	11.7	129.7	91.7
	夜花占♂	156	44	112	71.7	79.4	13.5	83.9	86.07
13	鋼枝占♀	133	2.7	106	79.5	100	14.45	55.35	85.5
	F ₁ W75-14	227.5	13	214.5	94.2	147.3	11.8	135.5	91.5
	鷄对伦♂	129	28	101	77.5	86.86	10.74	76.02	87.5
14	2150♀	115	26	89	76.5	103.8	12.15	91.68	88.29
	F ₁ W75-17	219	8	211	95.5	173.55	22.8	150.55	86.7
	203♂	193	31	162	83.9	134.65	25.5	111.15	82.5
15	广矮6号♀	140	8	132	94.3	72.5	2.68	68.82	94.9
	F ₁ W75-22	179	27	165	85.9	154.3	21.16	133.6	86.3
	2150♂	115	26	89	76.5	103.8	12.15	91.68	85.5

4、主穗与分蘖穗的粒数与结实率

表9数据较全的早×早的类型中，第二组合杂种一代主穗平均总粒数达259.5，明显地超过了双亲。在早×晚类型中，子一代不论主穗或分蘖穗的总粒数普遍超过双亲。F₁代的主穗粒数多的，相对应的分蘖穗的粒数也较多。

结实率方面，如果双亲的结实率较高（均在80—90%左右），其子一代的结实率也较高，且多数表现超双亲性状。但如亲本一方结实率高，另一方结实率低（在60—70%左右），其后代的结实率处于中间型但与结实率高的亲本接近。

表十的15个组合中有13个组合的子一代的平均总粒数是超双亲的,子一代结实率也多数超过了双亲结实率的平均值。由此看出,至少在亲本的一方具有粒数多、结实率高的性状,便往往可能得到穗粒数多和结实率高的杂种后代。

表十一杂种F₁的千粒重在15个组合中有5个明显超过双亲(矮脚南特×兰贝利,矮脚南特×杜仔粘;矮仔占×脱脱普,2150×203;广矮六×2150)。其余十个杂种的千粒重接近重的亲本。F₁千粒重超父本的有十一个组合,占73.3%;低于父本的有四个组合,占26.7%。超母本有九个组合,占60%;低于母本的有六个组合,占60%。

由上看出:选择亲本时其一方具千粒重较高的性状,对提高F₁代的千粒重是比较有效的。

表十 亲本与杂种一代的主穗、分蘖穗结实情况比较

組合編號	組 合	主 穗				分 蘖 穗			
		双均 亲总 平粒	子均 代总 平粒	双实 亲率 結%	子实 代率 結%	双均 亲总 平粒	子均 代总 平粒	双实 亲率 結%	子实 代率 結%
1	广陆矮4×IR24					114.3	130.9	84.4	89.68
2	窄叶青×兰貝利	155.25	259.5	84.88	80.5	159.3	189.9	74.45	88.8
8	矮脚南特× "					139.88	217	72.5	88.8
4	" ×杜仔粘					114.24	99.46	86.6	92.3
5	低脚烏尖×秋長3号	153.21	232	84.3	90.4	119.9	132.55	82.5	93
6	" ×矮种水田谷	164.2	182	81.8	74.7	122.15	171	89.15	83.4
7	" ×杜仔粘	185.5	278.5	79.5	82	130.41	153.8	83.5	89
8	" ×脱脱普	144.71	197.5	91.45	90.1	99.08	145	91.86	94.13
9	辐包矮×夜花占	148	174	77.71	79.3	91.65	104.9	85.48	87.5
10	" ×IR24	208.5	189	81.97	95.7	126.95	148.6	78.55	83.2
11	鋼枝占×夜花占	144.5	195	75.6	85.3	89.7	141.4	85.78	91
12	" ×鷄对伦	131.25	227.5	78.55	94.2	93.43	147.3	86.5	91.5
13	2150×203	154	219	80.2	95.8	119.23	173.35	85.39	86.7
14	广矮6号×2150	217.5	179	85.35	85.9	88.15	154.3	92.2	86.3

5、千粒重

表十一 亲本与杂种一代的千粒重

組合編號	品 种	千 粒 重			組合編號	品 种	千 粒 重		
		亲本	杂种	双平 亲均			亲本	杂种	双平 亲均
1	广陆矮	25.11			9	低脚烏尖	22.72		
	F ₁ E75-2		24.75	24.25		F ₁ E75-7		22.08	21.06
	IR24	23.38				脫脫普	19.4		
2	窄叶青	26.65			10	辐包矮	22.72		
	F ₁ E75-3		21.55	23.03		F ₁ w75-10		22.08	24.25
	兰貝利	19.4				夜花占	25.79		
3	矮脚南特	23.38			11	辐包矮	20.4		
	F ₁ E75-4		24.67	21.39		F ₁ w75-11		22.08	21.89
	兰貝利	19.4				IR24	23.38		
4	矮南特	23.38			12	鋼枝占	17.3		
	F ₁ E75-5		23.81	22.47		F ₁ w75-13		23.81	21.64
	杜仔粘	21.55				夜花占	25.79		
5	矮仔占	22.91			13	鋼枝占	17.3		
	F ₁ 白5-11		24.67	21.17		F ₁ w75-14		23.38	21.42
	脫脫普	19.4				鷄对伦	25.54		
6	低脚烏尖	24.00			14	2150	21.64		
	F ₁ w75-1		21.22	20.6		F ₁ w75-17		22.94	21.7
	秋長3	17.3				203	21.79		
7	低脚烏尖	24.00			15	广矮六号	21.55		
	F ₁ w75-4		21.48	21.75		F ₁ w75-22		22.94	21.6
	矮种水田谷	19.5				2150	21.64		
8	低脚烏尖	24.00							
	F ₁ E75-5		23.81	22.78					
	杜仔粘	21.55							

三、讨 论

我们认为：杂种植株应做到具有早熟、丰产、适应性强的全面优良性状，但当前考虑的重点仍然应是具有丰产的性状。

由于当相对的基因（如高秆与矮秆）处于同一植株中时杂种第一代一般表现显性的性状或显性基因的性状占优势。因此我们在 F_1 植株上所观察到的许多特性特征的表现，往往或多或少地接近于亲本的显性性状，或超显性的性状。只有掌握了各种性状在杂种第一代的表现规律，我们才能在亲本配对选择时逐步做到有预见性，从而获得具有良好配合力的杂种。

在遗传学中至今仍流传着关于自花授粉作物杂交一代没有或很少杂种优势的观点，认为水稻杂种优势利用前途不大。从我们研究的结果可看出，不仅杂种水稻各数具有生长优势（表现为植株高大，叶面积指数大，分蘖较多，穗长等），而且只要配合力好，杂种植株在产量三大因素（有效穗数，实粒数和千粒重）方面也可得到明显的提高。水稻杂种优势利用在一些地区获得大面积增产的事实，更证明上述学术观点是不符合实际情况的，因而是错误的。

我们应用生物统计方法对13个组合的杂种后代的几个重要性状进行了分析。结果表明：除低脚乌占×矮种水田谷和低脚乌占×杜子粳二组合的实粒数和有效穗数为负向的超显性外，其余十三个组合的各项重要产量性状都呈现出正向的超显性。 F_1 的实粒数、千粒重、有效穗数、株高都表现出超双亲的优势，只是所显示的优势的强度有所不同罢了。其中，以钢枝占×杜子粳，钢枝占×鸡对伦，低脚乌占×矮种水田谷的实际优势为最大。据此看来，水稻杂种优势利用在理论上也是有根据的。

主要参考文献

- 〔1〕作物遗传育种专题，一九七二年，中山大学生物系。
- 〔2〕水稻杂种优势利用研究，一九七五年，广东省农作物杂种优势利用研究协作组。
- 〔3〕Genetic and breeding of rice. 1964, M.F. Chandraratna.
- 〔4〕Outlook of hybrid rice in the U.S.A. 1972, H.L. Carnahan a. others. "Rice breeding" P.P.603-608.
- 〔5〕Outlook of hybrid rice in India. 1972, M.S. Swaminathan, a. others. "Rice breeding" P.P. 609-614.
- 〔6〕Cytoplasmic male sterility and hybrid breeding in rice. 1972, D.S. Athwall, S.S. Virmani "Rice breeding" P.P. 615-620.