

水稻雜種優勢之研究

II 水稻品種間雜種第一代於不同栽培環境之適應性研究¹

許東暉² 黃真生³ 鄧耀宗⁴ 邱善美⁵

一、緒 言

植物之雜種優勢，早於1763年由 Kolrcuter 氏發現之後，繼之 Shull 氏於 1909 年建議生產第一代什種玉米種子，而實際推廣什種第一代玉米則是 1930 年以後的事。美國的主要生產玉米地區 (Cornbelt) 在1936至1945年十年間，栽培面積自 5% 增至90%，單位面積產量則平均增加20%左右。此後雜種洋蔥等亦順利推廣。在水稻方面之研究有1953年 Harada 等利用南京香稻與支那 2 號什交之第一代，報告其一株穀粒數，有高達80%之什種優勢。Jennings (1965) 以 B5711A-18-6×Tainan 3 與 Chianung 242×BPI-76 二組合之什種在施用 0、50及100kg./ha. 三種不同量之氮肥環境下，其穀粒產量並未顯示雜種優勢之現象。究其原因，由於什種之營養生長過於茂盛，而互相發生遮蔭現象，以致缺少日照。作者等於1967年開始從事什種優勢之研究，初步測定水稻品種間什種第一代之優勢，認為水稻 F₁ 不僅生長健旺，且在產量方面亦具有什種優勢之現象。故水稻什種優勢，如能作有系統的研究，對將來水稻生產可能另闢一新途徑。本試驗為測定什種第一代在不同栽培環境下對主要農藝性狀及產量之反應情形。按 Jennings 指出在亞熱帶或溫帶地區水稻營養生長不如在熱帶旺盛，相互遮蔭亦不致過於嚴重，因此提高氮肥施量或密植可能促進穀粒產量之優勢。因而於本省之氣候環境下究竟如何？值得探討。本試驗承農業研究中心補助經費得以進行，特此致謝。

二、材料及方法

自1968年什交組合第一代之 Screening test 中選出穀粒產量具有較高什種優勢，而其農藝性狀適當者二組合，即臺中65號×臺南 3 號與光復 401 號×臺農38號。再於1969年第一期作重新什交，每組合得3,500粒左右之什交種子為試驗材料，於同年第二期作，將此兩組合 F₁ 植株與對照種臺南 3 號在不同栽培環境下進行產量比較試驗。田間設計採用方法及調查項目列如下：

1. 田間設計

田間試驗採用雙裂區設計法 (Split-plot-plot design)，重複 4 次，六行區，行長 2.2 公尺，每行 11 株，共 66 株，小區面積 3.3 平方公尺，單本植；對照品種臺南 3 號，即採用每橫 3—5 支苗。三種試因為氮肥量，行株距及供試之不同組合和品種，每重複合 12 小區。以肥料為主區，組合為第一副區，行株距為第二副區。各試因之不同處理如下：

- a 肥料量：普肥區 (N : P₂O₅ : K₂O = 80 : 60 : 60kg./ha.)N₁
重肥區 (N : P₂O₅ : K₂O = 120 : 60 : 60kg./ha.)N₂
- b 組合：臺中65號×臺南 3 號.....V₁
光復401號×臺農38號V₂
臺南 3 號 (對照品種)V₃

1 試驗報告農試字第五〇七號。2 臺灣省農業試驗所技佐。3 同所技正兼系主任。4, 5 同所技士。

- c 行株距：普植區 (25×20公分) ……S₁
密植區 (25×10公分) ……S₂

2. 調查項目

移植後35天及60天，分別調查各處理之植株高度、分蘗數。出穗及成熟時記載其抽穗及成熟期、株高、有效分蘗，倒伏及病蟲害等。成熟後每試區刈20株携回室內考種，調查其一穗粒數、結實率、千粒重、小區之稻穀產量等。田間管理依慣行法實施。

三、試驗結果與討論

1. 各處理間之生育概況：

供試各處理之田間生育情形如表一。移植後35天之植株高度與分蘗，在重肥區各處理之表現均較普肥區為佳，但移植後60天或至成熟期調查結果，差異却不明顯。組合間株高以 V₁ (臺中65號×臺南3號) 較其他者稍矮，其次為 V₂ (光復401號×臺農38號) 分蘗數在 V₁ 與 V₃ (臺南3號) 兩組合間之差異不明顯，V₂ 則稍少。一株穗數，密植區較疏植區顯著減少，相差4.5~6支左右。不同肥料施用量及疏、密植對生育日數之差異亦頗明顯，自移植至抽穗期之生育日數，重肥區雖較輕肥區多3天，但至成熟之總生育日數却相差較大，達10天之多。究其原因，除施較多氮肥之因素外，尚由於抽穗期間(10月下旬)氣溫普遍降低，而影響其抽穗。至於疏植區除對照品種臺南3號外，其餘兩什交組合之生育日數均較密植區多2天。供試組合之總生育日數均較臺南3號為短，其中以V₂組合最短，僅120天左右。

表1. 不同處理間各生育期主要農藝性狀之差異

調查項目 處理	移植後 35天				移植後 60 天				成 熟 期				生育日數(日)				
	株 高 (公分)		分 蘗 (支)		株 高 (公分)		分 蘗 (支)		株 高 (公分)		分 蘗 (支)		A		B		
	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	
V ₁ {	S ₁	77.6	81.1	17.1	15.1	94.7	103.8	13.0	13.5	112.0	118.0	13.0	12.7	73	75	124	129
	S ₂	79.0	81.3	10.3	13.4	95.0	101.7	9.0	8.3	111.1	114.5	7.8	8.3	71	73	124	131
V ₂ {	S ₁	81.1	80.0	15.2	16.1	101.8	101.1	11.5	12.4	117.9	114.7	11.0	12.6	70	74	120	130
	S ₂	82.5	84.5	9.1	13.2	101.1	102.0	7.8	8.0	114.2	114.2	7.3	7.9	68	72	119	128
V ₃ {	S ₁	83.1	85.7	15.1	14.9	98.4	101.3	13.3	15.2	114.0	112.8	11.2	14.6	74	77	133	140
	S ₂	84.5	83.4	13.0	14.2	96.8	98.6	9.9	10.6	111.4	112.8	9.7	8.5	74	77	132	140

備註 V₁=臺中65號×臺南3號組合

V₂=光復401號×臺農38號組合 V₃=臺南3號 (CK)

S₁=25×20公分 S₂=25×10公分 N₁=普肥區

N₂=重肥區 A=移植至抽穗之生育日數

B=移植至成熟之總生育日數

2 各處理間稻穀產量之變異

(1) 產量調查及分析：

各試區植株於成熟後分別刈刈，經乾燥及風選後之精穀量如表2。

表2 各處理小區稻穀產量

處理	重複		I	II	III	IV	小區平均 產量 (g.)	公頃平均 產量 kg./ha.	順位
N ₁	V ₁	S ₁	1,290	1,230	1,155	1,163	1,209	3,628	5
		S ₂	1,471	1,250	1,240	985	1,236	3,709	4
	V ₂	S ₁	1,395	1,260	1,350	1,279	1,321	3,963	2
		S ₂	1,470	1,522	1,360	1,165	1,379	4,137	1
	V ₃	S ₁	1,450	1,345	1,100	1,385	1,320	3,960	3
		S ₂	1,340	1,199	1,030	1,220	1,197	3,591	6
N ₂	V ₁	S ₁	1,197	1,110	972	999	1,069	3,208	9
		S ₂	1,090	885	858	816	912	2,736	11
	V ₂	S ₁	1,201	1,070	1,183	926	1,095	3,285	8
		S ₂	1,195	1,046	1,091	913	1,061	3,183	10
	V ₃	S ₁	1,242	980	1,185	1,050	1,114	3,342	7
		S ₂	965	1,090	670	755	870	2,610	12

表3 小區產量變方分析表

變因	自由度	平方和	均方	F 值	理論 F 值	
					5 %	10 %
重複 (R)	3	331,514	110,504	34.2**	9.28	29.46
肥料 (N)	1	791,817	791,817	245.06**	10.13	34.12
機差 (Ea ₁)	3	9,693	3,231	—	—	—
組合 (V)	2	105,097	52,549	4.75*	3.88	6.93
肥料×組合 (N×V)	2	3,736	1,868	0.16	—	—
機差 (Ea ₂)	12	132,667	11,055.6	—	—	—
株距 (S)	1	74,498	74,498	7.34*	4.41	8.28
肥料×株距 (N×S)	1	52,735	52,735	5.2*	4.41	8.28
組合×株距	2	77,756	38,878	3.83*	3.55	6.01
肥料×株距×組合 (N×S×V)	2	4,440	2,220	0.2	3.55	6.01
機差 (Ea ₃)	18	182,501	101,389	—	—	—
總和 (T)	47	1,766,454	—	—	—	—

附註：**極顯著標誌 *顯著標誌

據表3統計分析結果，除肥料×組合及肥料×株距×組合等之交感無顯著外，其他處理如肥料，組合、株距、肥料×株距及組合×株距，均有顯著或極顯著之現象。

(2) 各處理產量差異比較

A. 各試因中各個變級間之比較

各處理產量之差異，經進一步個別顯著性測驗結果，如表 4，5 與 6。供試各處理組合對不同施肥量之反應不一，但在重肥環境下所得稻穀產量，並不隨着肥料用量之增加而提高（表 4）、反而呈極顯著遞減之現象。究其原因，在表列產量構成因素中，顯示重肥區之結實率及千粒重均較普肥區差，此似與前者生育日數較長而後期受低溫之影響有關。

表 4 不同肥料用量對產量差異比較

肥 料 用 量	小 區 平 均 產 量 (g.)	差 異
N ₁	1,277.25	
N ₂	1,020.37	256.88**

L.S.D.5% = 52.2 1% = 95.8

附註**極顯著標誌

供試什交組合之產量差異比較如表 5。組合間以 V₂（光復401號×臺農38號）產量最高，其次為 V₃，對照品種臺南 3 號，而 V₁（臺中65號×臺南 3 號）最差，三者相互之差異除 V₃ 與 V₁ 組合間呈無顯著外，V₂ 與 V₃ 或 V₂ 與 V₁ 組合間之差異，均達顯著水準。至於 V₂ 組合所以能獲較高產量，結實率因子之貢獻最大，其次為一穗粒數。

表 5 不同組合間產量之差異

組 合	小 區 平 均 產 量 (g.)	差 異
V ₂	1,214.13	
V ₃	1,125.37	88.76*
V ₁	1,106.94	107.19* 18.43

L.S.D. $R_{\frac{3}{5}}^{12} = 84.9$ $R_{\frac{3}{1}}^{12} = 119.6$ $R_{\frac{2}{5}}^{12} = 80.96$ $R_{\frac{2}{1}}^{12} = 113.5$

附註* 5%顯著標誌。

表 6 不同株距間產量之差異

株 距	小 區 平 均 產 量 (g.)	差 異
S ₁	1,188.21	
S ₂	1,109.41	78.8*

L.S.D.5% = 61.04 1% = 83.65

不同株距間之差異，如表 6。兩者之差異達顯著程度，以疏植較密植為優。密植區單位面積之穗數及結實率雖較疏植為佳，但一穗粒數，及千粒重却因密植而減，穀粒產量不隨密植而增加，反而呈遞減之現象，尤以重肥區更為明顯。至於普肥區之環境下，兩供試什交組合 F₁ 之產量，疏植者反而較密植者有增加之趨勢。

表7 不同處理間稻穀產量構成因素之差異

處 理	穗 長 (cm.)		穗 重 (g.)		一 穗 粒 數		結 實 率 (%)		千 粒 重 (g.)	
	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂
V ₁ S ₁	18.5	18.1	1.3	1.3	70.0	78.0	66.0	61.6	25.0	21.9
V ₁ S ₂	17.5	17.6	1.2	0.9	60.0	59.3	71.9	60.7	24.5	20.6
V ₂ S ₁	18.2	17.7	1.7	1.1	78.0	68.2	85.1	63.7	23.8	18.3
V ₂ S ₂	19.6	17.1	1.4	1.0	67.7	65.1	88.6	65.9	23.7	17.0
V ₃ S ₁	18.6	18.5	1.2	1.0	75.2	78.3	67.1	51.0	20.9	17.7
V ₃ S ₂	17.7	18.8	0.9	0.7	59.9	65.1	68.6	43.7	21.6	16.7

表8 相同供試什交組合不同株距間之比較

處 理 組 合	總 收 量 (g.)	差 異
V ₁ S ₁	9,116	V ₁ S ₁
V ₂ S ₁	9,664	V ₂ S ₁
V ₃ S ₁	9,737	V ₃ S ₁
V ₁ S ₂	8,595	521
V ₂ S ₂	9,762	-98
V ₃ S ₂	8,269	1,468**

L.S.D.5%=598.36 1%=819.65

表9 同株距異什交組合或異株距異什交組合間之比較

處 理	總 收 量 (g.)	差 異
V ₁ S ₁	9,116	V ₁ S ₁
V ₂ S ₁	9,664	-548 V ₂ S ₁
V ₃ S ₁	9,737	-621 -73 V ₃ S ₁
V ₁ S ₂	8,595	1,069** 1,142** V ₁ S ₂
V ₂ S ₂	9,762	-646* -25 -1,167** V ₂ S ₂
V ₃ S ₂	8,269	847* 1,395** 326 1,493**

L.S.D.5%=623.3 1%=864.7

表10 同肥料量不同株距間之比較

處 理	總 收 量 (g.)	差 異
N ₁ S ₁	15,402	N ₁ S ₁
N ₁ S ₂	15,252	150
N ₂ S ₁	13,115	N ₂ S ₁
N ₂ S ₂	11,374	1,741**

L.S.D.5% = 598.36 1% = 819.65

表11 同株距異肥料量或異株距異肥料量間之比較

處 理	總 收 量 (g.)	差 異
N ₁ S ₁	15,402	N ₁ S ₁
N ₁ S ₂	15,252	N ₁ S ₂
N ₂ S ₁	13,115	2,287** 2,137**
N ₂ S ₂	11,374	4,028** 3,878**

L.S.D.5% = 546.22 1% = 693.77

據表 7 分析結果顯示，同供試之什交組合 F₁ 或品種，在不同株距栽培之環境下，除對照品種臺南 3 號疏植優於密植外，V₁ 或 V₂ 等什交組合對不同栽植密度與產量之反應雖有差異，但未達顯著標準。至於同株距不同什交組合或不同株距不同什交組合間之差異如表 8，在同一疏植之環境下，兩供試什交組合之產量雖較對照種為低，但三者間之差異均未達顯著標準。在密植環境下，則表現不同，V₂ 組合之產量呈極顯著優於 V₁ 組合及對照品種，而後二者間之差異却不顯著。V₁ 組合與對照品種在疏植栽植環境下均較密植為佳；而 V₂ 組合於疏密植環境下，表現均佳。因此疏植或密植依什交組合或品種之不同而有差異。肥料用量與栽植密度間之交感作用，列如表 9 與表 10。就本供試材料而言，在普通施肥之環境下，無論疏植或密植，其產量均呈極顯著之差異優於重肥區任何不同之株距處理。如為同一施肥量，則不同栽植密度間之比較，普肥區疏植之效果較密植者為優，但未達顯著之差異，如為重肥區，疏植遠較密植者表現為佳，其稻穀產量有極顯著之差異。由本試驗結果，似可獲得一初步結論，什種第一代於不同栽培環境下，有關穀粒產量之反應不一。一般而言，重肥區之各項處理，其產量不但不隨增施氮肥而增加，反而呈減低之現象。至於栽植密度之表現，供試兩什交組合 F₁ 之產量，於普肥區隨密度之增加有提高之現象；而重肥區却相反，因密植而減產。

四、摘 要

本試驗係以臺中 65 號 × 臺南 3 號與光復 401 號 × 臺農 38 號等兩個什交組合之 F₁ 為供試材料，以臺南 3 號為對照品種。於民國 58 年第二期作，以二種不同氮肥用量及二種不同栽植密度，採用雙裂區設計法，期以探求水稻什種後代 F₁ 在不同栽培環境下對稻穀產量之影響，其結果摘要如下：

1 生育日數因氮肥之增施而延長，因密植而縮短。供試材料中，以光復 401 號 × 臺農 38 號之 F₁ 集團生育日數 120 天最短，對照品種之 133 天最長。

2 供試各處理之稻穀產量，因氮肥施用量之增加而減低。其主要原因乃受結實率及千粒重等低減之影響。

3 兩供試雜交組合之 F_1 在普通肥料用量下，密植較疏植為優。

4 不論為什種 F_1 或對照品種，於增肥環境下，疏植區之一穗粒數及千粒重等產量構成因素均優於密植區，因此其產量亦遠較密植區為高。

5 以此二組合產量言，光復 401 號×臺農38號之產量最高，次為對照品種臺南 3 號，臺中65號×臺南 3 號殿後。

參 考 文 獻

1. Capinin, J.M. & K. Punyasingh: A study of varieties crosses & hybrid vigor in rice. Phil. Agriculturist 27 (4) 1938.
2. Gandhi, S.M. Nathawat K.S. and Bhathagar: The influence of nitrogen fertilization on yield and its component in wheat. Indian J. Genet., 23:241-249. 1939.
3. Harada, K.: On the hybrid vigor in rice plant occurred in some crossings. Jap. J. Gent. 29 (4) :155, 1953.
4. Madhusudhana Rao, G.: Studies on hybrid vigor in interracial hybrid of rice. Anbhra Agric. J. 1965:12:1-12.
5. Ramiah & K. Ramasamy: Hybrid vigor in rice. Indian J. Gent., 1:4-12, 1941.
6. Lantican, R.M.: Heterosis in solanum Melongena L. Phil. Agriculturist Vol. XLVII 117-129, 1963.
7. Mitra, G.N.: Hybrid vigor and inheritance of height in rice. Nature Gt. Brit 194(4829) :707-708, 1962.
8. Peter R. Jennings: The international Rice Research Institute Annual Report 1965.
9. Richharia, R.H.: Clonal propagation as a practical mean of exploiting hybrid vigor in rice. Nature. Lond. 1962: 194: p.598.
10. Shull, G.H.: A pure line method of corn breeding. American Breeders Association annual Report 5:51-59, 1909.
11. Sikka, S.M. and Jain, K.B.L.: A study of differential response of some varieties of wheat to different environmental and cultural conditions. Indian J. Agron. 4; 154-162.
12. Stansel, J.W.: Hybrid rice problems and potentials. Rice J. Vol. 69, No.5 14-15, 1969.
13. Subbiah Pillai, M.: Hybrid vigor in rice. Rice News Teller (9) 1:15 17, 1961.
- 14 張魯智：試驗技術講義。
- 15 張萬來、楊遜謙：水稻肥料分施與栽植密度對產量，產量構成因子及其他主要農藝性狀之效果。農業研究13：1，16-27，1964。
- 16 許東暉、洪信雄、鄧耀宗、黃眞生：水稻雜種優勢之研究。
(I) 水稻品種間雜種第一代優勢之初步測定。農業研究，18：3，1-17，1969。

STUDIES ON THE HYBRID VIGOR OF RICE

(2) AN YIELD-TEST OF THE F_1 HYBRIDS OF RICE

UNDER DIFFERENT CULTURAL CONDITIONS

by

T.H. Hsu, C.S. Huang, Y.C. Teng, S.M. Chiu

SUMMARY

1. The objective of this experiment is to study the response of two crosses of hybrid rice, Taichung 65x Tainan 3 and Kwan-fu 401x Tainung 38, which showed the highest hybrid vigor in terms of grain yield in 1968's screening test. these F_1 plant materials were tested with a top-yielding variety, Tainan 3 as a check, at two levels of nitrogen-fertilizer and two planting spacings at the farm of Taiwan Agricultural Research Institute in 1969.
2. The field layout of the experiment was a split-split design in four replications. Each sub-sub-plot contained 6 rows and 11 hills consisted a row with one seedling per hill for the F_1 hybrid but 5 seedling per hill for the check variety. The main plot treatments were the amount of nitrogen fertilizer, 80 kg/ha. and 120 kg/ha. of nitrogen and sub-plot treatments were two F_1 hybrids and one check variety. The sub-sub-plot treatments were thus two planting spacings, 25 cm. \times 20 cm. and 25cm. \times 10cm.
3. Application of more nitrogen generally delayed the date of heading, while, close spacing tended to hasten it. The F_1 between Kwan-fu 401 and Tainung 38 was the smallest in the number of days from transplanting to harvest.
4. The effect of application of different levels of nitrogen on grain yield was significant at the 1% level of probability.. Grain yeild increased with the reduction of nitrogen-fertilizer. This was attributed to the percentage of fertile grains and the weight of 1,000 grains that decreased with the increase of nitrogen-amount.
5. At 80 kg/ha. nitrogen level, the both F_1 hybrids did not differ too much in grain yield at two spacings, whereas close spacing caused the reduction of yield in the check variety, Tainan 3.
6. At 120 kg/ha. nitrogen, close spacing caused the reduction of grain yield in all entries tested. This was again attributed to the reduction of percentage of fertile grains and 1,000 grain weight.
7. Among all combinations of the treatments, the F_1 hybrid between Kwan-fu 401 and Tainung 38 at 80 kg/ha. nitrogen showed most promising grain yield.