小麥品種間雜種優勢與組合力之研究[1]

萬　雄　王慶一　呂宗佳[2]

一、引　言

植物的雜種優勢早在許多作物中發現，尤以玉米雜交種的利用，使玉米生產量顯著提高。自交作物亦因細胞質雄不稔及稔性恢復基因的發現，使自交作物雜交種商業化的實現成爲可能。高粱爲最先利用雜種優勢的自交作物。近年小麥、水稻雜交種的利用，正在研究進行，尤以小麥雜種優勢的利用，已近實用階段。

本省小麥多季裡作，近年由於農村勞力缺乏，小麥生產利潤極低，因此種植面積已漸減少。事實上如能將小麥單位面積的產量大幅提高，多季利用休閒土地種植小麥，不僅可使土地利用集約，尤可減少本省小麥之進口，節省外匯。欲大幅提高小麥產量，利用雜種優勢爲途徑之一。本研究之目的在測定本省育成及國外引進之六個優良小麥品種間之雜交優勢，作爲育成雜種小麥之參考。

二、前人研究

關於小麥品種間雜種優勢的研究， Briggle (1963) 曾有詳細綜合報導，但自1962年以後，由於細胞質雄不稔的應用，對雜種小麥之生產已有實現可能，故學者對小麥什種優勢及組合力的研究甚多，其中有冬小麥及春小麥之別，不過不論何種小麥，其結果視所用品種及環境不同而有極大之差異。

Briggle 等 (1964) 研究播種量，種子大小對兩種冬小麥雜種之雜種優勢，發現密植增加產量，F_1 較親本具有較强的競爭力。其中一個雜交種的小區產量，每穗粒重，每穗粒數，千粒重，株高均較兩親平均爲優。

Fonseca 和 Patterson (1968) 用人工雜交進行7個冬小麥品種的全互交，其 F_1 及 F_2 測定結果顯示，1963年度，21個 F_1 的產量與高產親本比較，增加的幅度爲－32%～＋71%，其中有19個產量超過高產親本，而4個差異顯著；在1964年，所有21個 F_1 產量均超過高產親本，幅度爲＋12～＋36%，其中10個差異顯著。F_1 的粒重均較高產親本爲重。F_2 世代仍有10個較高產親本之產量爲高，11個粒重較重。

Patterson 與 Bitzer (1966) 報告在89個冬小麥 F_1，產量較高產親本的增減幅度爲 0～7%，而高產親本有生產高產雜種的趨勢，粒重及產量的一般組合力均顯著，但特定組合力則僅粒重顯著。

Livers 與 Heyne (1966) 利用人工雜交種子，發現冬小麥 F_1 的產量高於兩親平均達20～37%。

Atkins (1967) 在德克薩斯州二不同地點研究10個冬小麥 F_1，結果在Denton地方，這些 F_1 與高產親本的差異有減低者，亦有高出95%者；在 Bushland 地方，則由減少至高出26%，而且 F_1 產量彼此間及與親本比較均屬顯著，可是百粒重則否。

Kronstad 與 Foote (1964) 研究10個冬小麥品種間的雜種優勢和組合力。發現產量及產量構成因素均有顯着的一般組合力；產量雖有特定組合力，可是所有產量構成因素則無之。凡在產量和每穗穀粒數上有顯着一般組合力的品種，產生高產 F_1 的可能性大。

Brown 與 Weibel (1966) 研究冬小麥的雜種優勢和組合力，F_1 所表現的各性狀都有很高的一

本試驗1970年在臺大農場舉行，係第二作者碩士論文的一部分，1971年則在農業試驗所進行。

1.試驗報告農試字第六二二號。

2.前臺灣大學農學院教授及研究生，現任臺灣省農業試驗所所長；農復會技士；臺灣省農業試驗所技士。

般組合力，但無特定組合力，不過氏等認爲在某一特定的雜交組合仍可能有特定組合力存在。

Gyawali 和 Qualset (1968) 以7個多小麥品種，其中包括軟粒紅小麥，軟粒白小麥及硬粒紅小麥，進行全互交，結果在21個 F_1 中有10個 F_1 的產量顯着較高產親本爲高，21個 F_1 的平均產量較高產親本增加24%；穀粒產量，粒重，每株穗數，株高均顯示特定組合力，而其他品質性狀則並不顯著。可是所有研究性狀中，均有顯着的一般組合力，其中軟粒與硬粒紅小麥品種間的雜種，其雜種優勢較低，同時早熟與晚熟品種間的雜種較"早×早"或"晚×晚"具有較高雜種優勢，一般軟粒與硬粒小麥雜交缺乏軟粒小麥的品質，而一般品質性狀，均介於兩親之間。

Bitzer 與 Fu (1972) 對6個多小麥品種之組合力加以研究，發現有3個雜種F_1顯較高產親本的穀粒產量爲高，平均達 25%以上；至於每穗小穗數，200粒重，每穗粒數等亦均有雜種優勢存在。就組合力而言，一般組合力爲主要的變異成分，而雜種小麥有關品質的性狀也略有改善。氏等結果顯示，優良的雜種 F_1 並不一定來自高產親本，具有優良一般組合力者仍然可作爲親本而產生高產雜種。

春小麥雜種優勢與組合力的研究也有相同的結果。McNeal等(1965)研究春小麥品種"Thatcher"與三種血緣關係較近的春小麥的 F_1 及 F_2 ，發現不論產量或每粒重，它們常居中間值，而無超過高親者，同時雜交種子較親本爲小。

Darrell 等 (1970) 利用22個春小麥品種分別和 "Lee" 與 "Rushmore" 雜交，其 F_1 及 F_2 在1965及1967兩年的結果，顯示產量的一般組合力均極顯着而特定組合力則僅1965年顯着。雜種 F_1 的產量較高產親本增減達 -14%～+82%。F_2 的產量與高產親本比較，則凡與 Lee 雜交者爲－35%～+15%，與Rushmore品種雜交者則爲－42%～－6%。在粒重方面各雜種比高產親本增減達－13%～+13%。22個供試品種的粒重在年度間有顯着差異。

Walton 等 (1971) 研究春小麥兩個全互交試驗，一個包含8品種，一個包含5品種，研究性狀包括單株產量，四個產量構成因素，6個形態性狀及3個發育期性狀。結果，產量、產量構成因素及其他性狀的一般組合力，在兩個全互交中全部顯著，但在5品種的全互交中則產量及一部分其他性狀的特定組合力亦顯著。同時發現在兩年試驗中，第一年表現高度雜種優勢，即較高產親本優異之雜交組合，在另一年則反較高產親本爲低，故此一結果顯示雜種優勢與季節有交感作用存在。氏等並稱凡高產的雜種常來自高產親本。

Sun 等 (1972) 研究4個春小麥品種的全互交結果， F_1 穀粒產量較兩親平均增減達 －4.3%至+31.2%，一般品種間無血緣關係者，其表現的優勢亦强。

Knott (1965) 報告 F_1 的產量和親本平均有顯着的正相關。Shebeski (1966) 發現不同小麥品種間的組合力互異，雖然產量構成因素和產量間有顯著的相關，但由親本傳遞至雜種後的表現則互不一致，亦即親本個別的產量構成因素不能預測雜種的優劣。

三、試驗材料與方法

（一）試驗材料

本研究所用六個春小麥品種爲臺中3號，臺中29號（臺中區農業改良場育成），昭和早生（日本引進），Florence（意國引進），Lerma Rojo 64 及 Sorona 64（墨西哥引進）。將六品種作全互交 (diallel cross)，計共15種不同交配組合，不包括反交 (reciprocal cross)，所有雜交均以人工爲之。

（二）試驗方法

1.試驗設計：本試驗以15個F_1 及 6個親本，合計21種，採逢機區組設計 (Randomized Complete Block Design) 1970年重複六次，1971年重複五次，單行區，行距40公分；每小區種植15株，株距10公分，成熟收穫10株，調查產量及農藝性狀。由於雜種 F_1 種子數有限，1970年期種植時，先在玻璃皿中發芽後點播之；而1971年則否。

2.分析方法：試驗結果以小區爲單位而分析之，組合力的分析採用 Griffing氏（1956）全互交分析法之第四法，模式 I 。雜種優勢的估計則以雜種 F_1 與兩親平均數之差及 F_1 與較優親本之差分別估算之。

3.產量與農藝性狀調查方法：本試驗在小麥成熟時，每試區就生長正常者10株拔起，調查產量等8個農藝性狀，其方法爲：

（1）株高（Plant height）：自根際第一節至穗頂之長度爲株高，以公分爲單位。

（2）每株分蘖數（Number of tillers per plant）：調查每試區10株之分蘖數，然後以其平均數表示之。

（3）每株穗數（Number of spikes per plant）：就每株之有效分蘖計算之，亦以10株之平均數表示之。

（4）穗長（Length of spike）：自穗頸節至穗頂端之長度爲穗長，以公分爲單位。每株逢機選取兩穗測定，以每小區20穗平均數表示之。

（5）每穗之小穗數（Number of spikelets per spike）：就上述測定穗長之材料，調查每穗上結實之小穗數平均之。

（6）每穗粒數（Number of Kernels per spike）：就上述材料計算每穗穀粒數，平均之即爲每穗粒數。

（7）千粒重（Weight per 1000 Kernels）：每試區取正常穀粒 500粒稱重，乘2,而以公克爲單位表示之。

（8）小區產量（Yield per plot）：每試區收穫之 10株，全部脫粒後稱重而得之，以公克爲單位。

（三）試驗地點：本試驗共進行二年，第一年即1969—70年期在臺北臺灣大學農場，第二年即1970—71年期在臺中菸葉試驗所農場進行。兩年所用材料及方法完全相同。

四、試驗結果

六個春小麥品種1970及1971年的試驗結果，產量及各性狀平均數列於表 1 ，由於二年試驗分別在臺北及臺中舉行，兩地環境迥異，故1970年臺北的結果，各性狀的平均數均較1971年爲低，但除產量外，其餘各性狀在品種間之高低趨勢仍然一致。

（一）雜種優勢：雜種優勢以 F_1 與兩親平均及 F_1 與高親之差分別表示。八個性狀1970及1971年的結果分別列於表 2 (a) 及 2 (b) 。

兩年的結果，就產量而言，1970年顯示較高的雜種優勢。與兩親平均比較，除一個交配組合爲負值外，其餘均爲正值，與高產親比較亦僅有四個交配組合爲負值。平均雜種優勢以兩親平均值而言爲37.3%，以高產親而言爲23.4%；1971年的雜種優勢一般均較1970年爲低，在15個F_1中，與兩親平均比較有 6 個爲負值，而與高產親比較祇有 3 個爲正值。因此平均雜種優勢以兩親平均值而言爲10.5%，而以高產親而言，並無雜種優勢。

此一年份與地區造成不同的結果，表示產量雜種優勢的表現與環境有非常密切的關係。一般而言，1970年在臺北，冬季氣候惡劣，小麥生長欠佳，故平均產量極低，而雜種 F_1 在不良環境具有較大的可塑性，因此顯示較高的雜種優勢。1971年在臺中，氣候適於小麥生長，致親本與 F_1 間的差異減少。

就圖1.及圖2.所示，親本產量的高低與雜種優勢間，並無一定的趨勢。1970年較高產的親本 Florence 有很高的雜種優勢，但低產的臺中 3 號的雜種優勢也很高；1971年 Sorona 64的產量雖低，可是雜種優勢甚高，表示雜種優勢的高低不一定完全與親本產量之高低有關，此與 Bitzer 與 Fu （1972）的結果相符。

其他農藝性狀，亦以1970年的結果具有較高的雜種優勢。其中分蘖數，一株穗數及千粒重三性狀，就各雜交組合的平均數而言，具有雜種優勢。1971年的結果與1970年的趨勢一致，分蘖數，一株穗數及千粒重三者除千粒重外，祇優於兩親平均數。

株高一般較兩親平均稍高，而低於高親者較多。穗長則兩年均顯示與兩親平均相似，但較高親稍短。每穗的小穗數則與兩親平均相似，大部F_1比高親的小穗數爲少。每穗粒數，兩年均比高親減少，1971年甚至較兩親平均尤少，此或與分蘖數及一株穗數因雜種優勢而增加有關，因爲一株穗數與穗長，每穗小穗數及每穗粒數等產量構成因素間常成負相關。

（二）雜交組合力：六品種全互交八個性狀組合力的分析，1970及1971年的均方，列於表3。1970及1971年的一般組合力均方，各性狀均極顯著，而特定組合力均方，1970年僅有三性狀顯着，而1971年則有6性狀顯著。這一結果與一般研究小麥雜交組合力的結果相一致，認爲一般組合力爲主要的變異成分（Brown 等，1966；Gyawali等1968，Kronstad等1964；Bitzer 等 1972），可是產量的特定組合力二年均不顯著，但與產量有關的構成要素，穗長，每株小穗數，每穗粒數及千粒重，除1970年的每穗小穗數外，其餘均極顯著，表示各產量構成要素間的關係正負並不一致。

由於一般組合力均方均極顯著，故將各品種八性狀一般組合力的效應分析於表4。根據表4的結果，1970及1971年的效應非常一致，其中以 Florence 品種爲最佳，各性狀都具有正的效應，而小區產量的正效應很高，圖1及圖2也顯示，這一品種的 F_1 具有最高的產量，同時就表2(a) 及2(b) 中 F_1 產量顯著優於高產親本者，1970年有三個交配組合，其中兩個均有 Florence 爲親本，而1971年4個優於兩親平均之 F_1 中有2個有 Florence 親本。

Sorona 64 的一般組合力效應雖爲負值，但1970年四個顯着優於兩親平均的 F_1 中有兩個，1971年在四個優於兩親平均之 F_1 中，三個具有 Sorona64 親本，而圖1及圖2也顯示很高的雜種優勢，所以 Sorona 64 爲次優的雜交親本。

臺中3號及臺中29號兩品種產量的一般組合力效應均爲很大的負值，同時在圖1及圖2中也顯示F_1產量爲最低者，故爲6品種中之較劣親本。

表1. 六個春小麥親本之產量及農藝性狀

性狀	年份	臺中3號 (TC3)	臺中29號 (TC29)	昭和早生 (S.W)	Florence (F)	Lerma Rojo 64 (L.R)	Sorona 64 (So)
株高 (cm)	1970	71.5	72.4	89.4	85.4	79.5	72.5
	1971	100.5	89.9	106.9	113.8	102.3	75.1
分蘖數	1970	5.6	4.9	6.5	7.3	6.1	5.1
	1971	12.5	9.9	9.1	14.1	9.6	7.6
每株穗數	1970	4.0	4.1	5.2	5.2	4.6	3.9
	1971	10.7	7.7	7.2	12.8	9.1	6.2
穗長 (cm)	1970	7.6	7.1	7.4	9.6	8.2	7.9
	1971	10.0	9.0	7.7	12.6	10.4	8.4
每穗小穗數	1970	13.7	12.6	14.0	16.4	12.1	13.1
	1971	19.8	18.6	19.6	25.0	19.0	17.2

每穗粒數	1970	23.2	21.0	35.5	31.9	22.0	26.4
	1971	48.7	44.0	59.4	64.1	52.3	43.9
千粒重 (gm)	1970	33.6	38.5	31.1	26.9	36.1	31.5
	1971	41.2	41.9	34.0	39.4	43.9	30.4
產量 (gm)	1970	31.5	34.6	56.4	44.6	37.1	33.2
	1971	153.8	103.3	119.5	257.0	139.7	71.0

表2(a) 15個 F_1 的雜種優勢 (1970)

雜交組合	產量		株高		分蘖數		每株穗數		穗長		每穗小穗數		每穗粒數		千粒重	
	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP
TC3×TC29	41.1	35.0	10.0**	9.4**	26.4	19.6	22.0	22.0	9.5**	6.6*	4.5	0.7	14.0*	8.6	0.3	−6.0
F×TC3	78.0**	52.0*	10.2**	1.3	40.0*	24.7	43.5	26.9	4.7	−6.3*	6.0	−2.4	2.2	−11.6*	17.8**	6.3
TC3×LR	38.5	28.0	7.5*	2.1	15.3	11.5	16.3	8.7	5.1	1.2	12.4	5.8	17.3*	14.2*	1.1	−2.2
TC3×SO	63.0*	59.0*	10.6**	9.8**	44.4*	39.3*	47.5*	47.5*	6.4*	5.1	4.5	2.2	11.3	4.5	−1.2	−4.2
TC3×SW	18.0	−8.0	6.5*	−4.1	8.2	1.5	13.0	0	2.7	1.3	4.3	3.6	1.4	−16.1**	1.2	−2.4
F×TC29	39.4	23.8	8.6*	0.4	37.7*	15.1	31.9*	19.2	9.5**	−4.2	10.3	−2.4	9.8	−8.8	−5.8	−20.0
LR×TC29	29.5	25.3	4.2	−0.4	16.4	4.9	11.4	6.5	6.5*	0	3.2	1.6	13.5	10.9	5.6	2.3
TC29×SO	44.2	41.3	10.3**	10.3**	42.0*	39.2*	22.5	19.5	10.7*	5.1	12.4	10.7	0.8	−9.5*	16.0**	5.5
SW×TC29	−2.9	−21.6	4.2	−5.7*	−3.5	−15.4	−19.2	−26.9	6.8*	5.4	−3.0	−7.9	9.2	−13.0**	7.2	−3.1
F×LR	103.9**	87.0**	5.1	1.5	40.3**	28.8*	38.8*	30.8*	4.5	−3.1	6.3	−7.3	6.7	−9.7*	32.7**	15.8**
F×SO	50.6*	31.4	1.9	−5.7*	22.6	4.1	23.9	9.6	−4.6	−12.5**	6.1	−4.3	−11.3*	−18.8**	32.2**	22.5**
F×SW	21.2	8.5	1.4	−0.9	21.7	15.1	17.3	17.3	−2.4	−13.5**	3.3	−4.3	−8.9	−13.5*	13.1*	5.5
LR×SO	21.6	15.4	0.1	−4.3	14.3	4.9	7.0	0	−1.2	−2.4	8.7	4.6	5.8	−3.0	7.4	0.6
LR×SW	7.3	−11.0	1.2	−4.4	3.2	0	2.0	−3.9	9.0*	3.7	7.6	0.7	−3.1	−21.4**	7.4	0
SW×SO	6.7	−15.3	3.7	−6.0*	3.4	−7.7	−2.2	−13.5	1.3	−1.3	4.4	1.4	5.2	−8.2	6.1	5.4
Mean	37.3	23.4	5.7	2.2	22.2	12.4	18.4	10.9	4.6	−1.0	6.1	0.2	4.9	−7.0	9.4	1.7

*5%顯著標準　　**1%顯著標準

表2(b)　15個 F_1 的雜種優勢 (1971)

雜交組合	產量		株高		分蘖數		每株穗數		穗長		每穗小穗數		每穗粒數		千粒數	
	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP	MP	HP
TC3×TC29	-23.8	-36.3**	-9.8**	-14.5**	-11.6	-20.8*	-6.5	-19.6	-10.5**	-15.0**	-11.5**	-14.1**	-18.7**	-22.6**	-5.2	-6.0*
F×TC3	4.3	-16.6*	11.7	5.2	9.0	2.8	5.5	-3.1	3.5	-7.1**	6.3*	-4.8	0.2	-11.9**	10.7**	8.3**
TC3×LR	-10.2	-14.2	-6.9*	-7.7*	-5.0	-16.0	-12.1	-18.7	-11.8**	-13.5**	-5.2	-7.1*	-13.3*	-16.3**	7.2*	3.9
TC3×SO	0.2	-26.8	-2.2	-14.5**	1.5	-18.4	5.3	-16.8	-6.5	-14.0**	-8.1*	-14.1**	-14.7**	-18.9**	19.0**	3.4
TC3×SW	-15.9	-25.2	-12.6**	-15.3**	-15.7	-27.2**	-17.3	-30.8**	-8.5*	-19.0**	-10.2**	-10.6**	-21.4**	-28.5**	9.3**	-0.2
F×TC29	-2.0	-31.3**	0.6	-9.9*	12.5	-4.3	0.5	-19.5*	-1.9	-15.9**	2.8	-10.4**	-1.0	-16.5**	8.0**	4.8
LR×TC29	5.3	-8.5	1.3	-4.9	1.5	0	-6.0	-13.2	1.0	-5.8	0.5	-0.5	-0.3	-8.2	2.6	0.2
TC29×SO	52.5*	28.8	7.0	-1.8	23.4	9.1	30.9	18.2	3.5	0	0	-3.8	-1.7	-1.8	20.6**	4.1
SW×TC29	20.0	11.9	4.7	-3.7	11.6	7.1	15.4	11.7	0.6	-6.7*	-1.6	-4.1	0.6	-12.5**	4.4	-5.5*
F×LR	-6.2	-27.6**	-6.7	-8.5**	-4.6	-19.9*	-1.4	-15.6	-0.9	-9.5**	-5.0	-16.4**	-12.0**	-20.1**	9.7**	4.1
F×SO	30.2*	-16.9*	11.4**	-7.6**	30.9**	0.7	32.6**	-1.6	8.6	-9.5**	9.0**	-8.0**	1.1	-14.8**	20.9**	7.1*
F×SW	26.6*	-7.3	8.7**	5.5*	24.1*	2.1	25.0*	-2.3	3.5	-16.7**	3.1	-8.0**	0.2	-3.4	7.9*	0.5
LR×SO	30.5	-1.6	10.4**	-4.3	17.4	5.2	8.5	-8.8	6.4	-3.9	5.5	0.5	5.6	-2.9	19.0**	0.7
LR×SW	-10.6	-17.0	-5.8*	-7.9**	-7.0	-9.4	-15.3	-24.2*	-6.1	-18.3**	-11.4**	-12.8**	-18.9	-23.7**	14.0**	1.1
SW×SO	56.5*	24.8	5.8	-9.9**	29.3*	18.7	20.9	12.5	3.1	-1.2	1.6	-4.6	-2.4	-15.2**	37.6**	30.3**
Mean	10.5	-10.9	1.2	-6.7	7.8	-4.7	5.7	-8.8	-1.1	-10.4	-1.6	-7.9	-7.1	-14.5	12.4	3.8

＊5％顯著標準　　＊＊1％顯著標準

表3. 小麥全互交 8 性狀之一般及特定組合力均方

性狀	一般組合力 (GCA)		特定組合力 (SCA)	
	1970	1971	1970	1971
株高	32.38**	224.49**	2.79	44.38**
每株分蘖數	3.12**	9.12**	0.35	0.80
每株穗數	1.62**	8.67**	0.19	0.64
穗長	0.50**	4.18**	0.09**	0.17**
每穗小穗數	2.49**	13.96**	0.28	1.15**
每穗粒數	12.92**	96.15**	3.00*	16.34**
千粒重	10.99**	7.15**	10.04**	3.18**
小區產量	227.46**	4,611.13**	49.85	318.08

*5%顯著標準　　**1%顯著標準

表4. 小麥全互交 8 性狀之一般組合力效應

性狀	年份	臺中3號	臺中29號	Florence	L.R.64	Sorona 64	昭和早生	S.E.
株高	1970	— 0.52	— 1.47	3.43	— 1.39	— 3.52	3.46	1.16
	1971	— 5.00	— 4.88	13.75	— 1.08	— 5.73	2.97	1.49
每株分蘖數	1970	0.19	— 0.53	1.67	— 0.18	— 0.33	— 0.81	0.50
	1971	— 0.49	— 0.36	2.94	— 1.41	— 0.01	— 0.64	0.58
每株穗數	1970	0.24	— 0.48	1.17	— 0.11	— 0.28	— 0.53	0.36
	1971	— 0.26	— 0.63	2.89	— 1.11	— 0.01	— 0.88	0.55
穗長	1970	— 0.08	— 0.03	0.62	0.41	— 0.23	— 0.41	0.12
	1971	— 0.50	— 0.40	1.92	0.20	— 0.15	— 1.03	0.16
每穗小穗數	1970	0.07	— 0.63	1.52	— 0.56	— 0.11	— 0.28	0.47
	1971	— 1.00	— 0.73	3.80	— 0.88	— 0.55	— 0.65	0.33
每穗粒數	1970	— 0.43	— 1.38	0.92	— 1.46	— 0.86	3.22	0.76
	1971	— 5.91	— 2.31	8.52	— 1.13	— 1.28	2.12	1.26
千粒重	1970	— 1.88	1.15	0	2.30	0.30	— 1.88	0.92
	1971	— 0.40	— 1.10	0.27	2.25	0.50	— 1.48	0.57
小區產量	1970	— 0.45	— 6.75	14.43	0.48	— 4.40	— 3.30	4.89
	1971	— 22.33	— 22.98	66.92	— 15.45	— 3.85	— 2.28	10.63

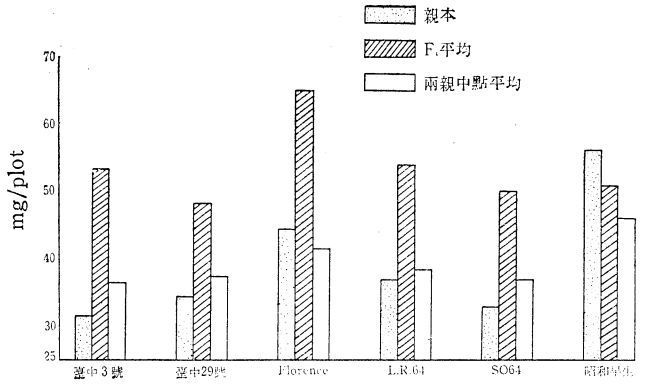


圖1. 親本、F_1 平均及兩親中點平均小區產量之比較 (1970)

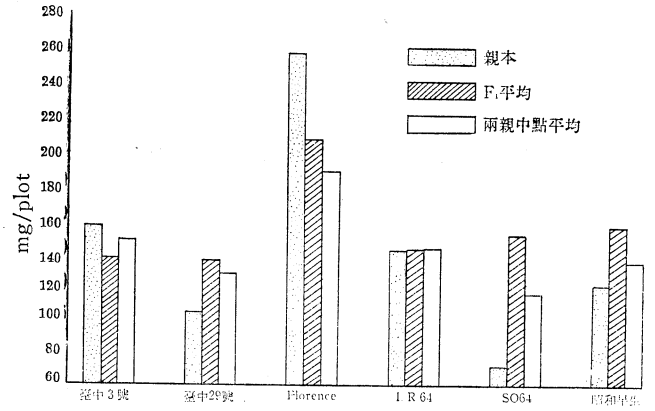


圖2. 親本、F_1 平均及兩親中點平均小區產量之比較 (1971)

五、討　論

本試驗田間試驗小區爲單行區，而株距則爲10公分，單本植，此與一般小麥的栽培法不同，在此種寬大株距情況下所獲致之雜種優勢，是否能完全代表眞正的什種優勢，自無法肯定 不過據Briggle等（1967）稱，寬行株距與條播顯示同樣的雜種優勢，而本試驗與前人已有之報告（3，4，5，6，7，9，10，11，13，15）具有相似的結論，故應屬可靠。

試驗中，親本的種子，並非人工雜交種子，一般較雜種種子爲良好， McNeal (1965) 有同樣報告。1970年臺北試驗，係先行催芽後播種，所以初期生長較爲一致，但1971年在臺中試驗，則係直接播種，因此親本似有受種子發芽勢的有利影響，此或爲1971年雜種優勢較低的另一原因，當然前述在較惡劣環境下雜種較爲有利亦爲原因之一（Briggle等，1964）。同時因子型（品種）×年份（地點）的交感，亦宜考慮，不過除產量外若干農藝性狀如千粒重，兩年的結果則頗爲一致，似較不受環境之影響。

六個親本品種成熟期未有詳細資料，但就觀察結果，Florence爲一遲熟品種，而 Sorona 64，臺中29號，昭和早生均極早熟，故一般而言，遲熟品種與早熟品種間的雜交可獲較大的雜種優勢 (Gyawali, 1968)。在本省的耕作制度下，早熟非常重要，而根據 Bitzer 與 Fu (1972) 報告，認爲 F_1 的成熟期常比早熟親本爲遲而不會提早，故利用 Florence 爲親本雖有顯著的雜種優勢，但 F_1 的成

熟期必需特別注意。基於這一理由，Sorona 64 雖然產量不如 Florence 品種，可是其早熟性及雜種優勢在雜種利用上極爲有利，所以對本試驗的六個品種而言，仍不失爲一個良好的親本。

本試驗不論1970年的昭和早生或1971年的臺中3號及 Florence，親本品種的平均均超過雜種 F_1 平均，似爲一特殊現象，可能係由於缺株造成對鄰株生長有利而高估的結果。

六、摘 要

(一) 本試驗以六個小麥品種：臺中3號，臺中29號，Florence. Sorona 64. Lerma Rojo 64及昭和早生進行全互交，研究這六個品種的雜交優勢和組合力，作爲育成雜種小麥的參考。

(二) 供試六品種交配所得之15個雜種 F_1 及6個親本品種進行試驗，採用逢機區組設計，單行區，行長1.5公尺，株距 10公分，收穫中間10株作產量及農藝性狀的調查。1970年在臺北舉行，重雜6次；1971年在臺中舉行，重雜5次。

(三) 1970年各性狀的平均成績，顯較1971年爲劣（表1），此乃由於1970年臺北氣候惡劣，環境遠較適於小麥生長之臺中地區爲差之故。

(四) F_1 雜種優勢的表現，就產量而言， 1970年表現較高雜種優勢。15個 F_1 中有3個顯較高親爲優，4個顯較兩親平均爲優，與高親比較之平均雜種優勢爲23.4%（表 2 a）。1971年則有4個雜種 F_1 較兩親平均爲高，但沒有較高親爲高者。較兩親平均的平均雜種優勢爲10.5%（表2b）。此一結果說明 F_1 在不良環境下有較大的適應力。

株高則僅略優於兩親平均，大部 F_1 都較高親爲低；每株分蘖數與每株穗數相關，故兩者結果相似，顯示 F_1 優於兩親平均，但1970年也略多於高親，而1971年則否。穗長，每穗小穗數及每穗粒數三者的結果也相近，F_1 平均與兩親平均相似而較高親之穗長爲短，小穗數爲少，每穗的粒數也較少，1971年這三性狀並無雜種優勢表現。千粒重則兩年均顯示雜種優勢，F_1 平均較高親之麥粒爲重。

(五)組合力分析結果，一般組合力爲主要的變異來源，不論1970或1971，各性狀的一般組合力均極顯著。兩年產量的特定組合力均不顯著。其他性狀則1970年僅穗長，每穗粒數及千粒重顯著；1971年則有6個性狀顯著。依一般組合力效應而言，兩年的趨勢完全一致，其中 Florence 產量及各性狀均有正值效應，再就其 F_1 產量的雜種優勢（圖1及圖2）的表現，可認爲是本試驗中最佳的雜交親本。不過這一品種的成熟期稍遲，由於本省耕作制度的限制，早熟爲必需的性狀。依據遲熟×早熟的 F_1 的成熟期較早熟者略遲的結果，因此這一品種宜與較早熟品種雜交，雜種 F_1 才有可能應用。Sorona 64 品種的產量雖不及 Florence，但成熟期早，雜種優勢亦佳，故爲次佳的雜交親本。

七、主要參考文獻

1. Briggle, L. W. 1963. Heterosis in wheat—a review. Crop Sci. 3:407—412.
2. Briggle, L. W., E. L. Cox &R. M. Hayes. 1967. Performance of a spring wheat hybrid, F_2, F_3 and parent varieties at five population levels. Crop Sci. 7:465—470.
3. Briggle, L. W., R. J. Daum & H. Stevens. 1964. Expression of heterosis in two wheat crosses. Crop Sci. 4:220—223.
4. Bitzer, M. J. &S. H. Fu. 1972. Heterosis and combining ability in Southern soft red winter wheats. Crop Sci. 12:35—37.
5. Brown, C. M., R. O. Weibel & R. D. Seif. 1966. Heterosis and combining ability in common winter wheat. Crop Sci. 6:382—383.
6. Darrell, G. W. & L. L. Charles. 1970. Hybrid vigor in hard red spring wheat crosses. Crop Sci . 10:220—223.
7. Fonseca Santiago & F.L. Patterson. 1968. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross

in common winter wheat. Crop Sci. 8:85-88.
8. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel cross systems. Australian Jour. Biol. Sci. 9:463—493.
9. Gyawali, K.K., C.O. Qualset & W.T. Yamazaki. 1968. Estimates of heterosis and combining ability in winter wheat. Crop Sci. 8:322—324.
10. Knott, D. R. 1965. Heterosis in seven wheat hybrids. Canad. J. Plant Sci. 45:499—501.
11. Kronstad, W.E. &W.H. Foote. 1964. General and specific combining ability estimates in winter wheat (*Triticum aestivum*, Vill. Host) Crop Sci. 4:616—619.
12. McNeal, F.H., D.E. Baldridge, M. A. Berg and C.A. Watson 1965. Evaluation of three hard red spring wheat crosses for heterosis. Crop Sci. 5:399—400.
13. Shebeski, L.H, 1966. Quality and yield studies in hybrid wheat. Canad. J. Genet. & Cytol. 8:375—386.
14. Sun, P. L.F., H.L. Shands & R.A. Forsberg. 1972. Inheritance of kernel weight in six spring wheat crosses. Crop Sci. 12:1—5.
15. Walton, P.D. 1971. Heterosis in spring wheat. Crop Sci. 11:422—424.

ENGLISH SUMMARY

HETEROSIS AND COMBINING ABILITY ON SIX SPRING WHEAT VARIETIES (1)

Hsiung Wan, C.I. Wang, & T.C. Lee (2)

The utilization of heterosis is interested by many breeders Since the discovery of cytoplasmic male sterility in wheat. However, the combining ability differs greatly among wheat varieties. Six wheat varieties, Taichung 3, Taichung 29. Florence, Lerma Rojo 64 ' Sorona 64 and Showa-wase, used in developing cytoplamic male sterile lines and restoring lines were crossed in a diallel system to study the magnitude of heterosis and their combining ability in Taipei in 1970, and in Taichung in 1971.

Six parent varieties and their 15 F_1 hybrids were studied in a randomized complete block experiment of 6 replications in 1970 and 5 replications in 1971. Each single row plot consisted of 15 individual plants of which only 10 plants were harvested and their characters measured. The rows were 40cm apart and the individual plants were spaced at 10cm. in the row. Eight agronomic Characters measured were yield per plot (gm), plant height (cm), no. of tillers per plant, no. of spike per plant, spike length (cm), no. of spikelet per spike, no. of kernel per spike and weight of 1000 kernels (gm). The data were recorded on plot basis and analyzed by using Griffing's Method IV, Model I. (one set of F_1's).

The mean values of eight characters in 1970 were significantly lower than that in 1971 because of the weather difference in this two years and two locations (Table 1). Taichung was the area most adapted to wheat growing.

F_1 heterosis was expressed as the percent increase over mid-parent and better parent. For grain yield, 3 of 15 hybrids were significantly better than the better parent and 4 were significantly better than the midparent(Table 2a), average heterosis over the higher parent was 23.4% in 1970; 4 of 15 hybrids were significantly better than the midparent, but no hybrid was significantly higher than the better parent, average heterosis over midparent was 10.5% (Table 2b). This results indicated that F_1 hybrids were more adaptable than the parents under adverse condition.

Plant height of F_1's was a little taller than the midparent, most of the hybrids were shorter than the higher parents. The results of No. of tillers per plant and No. of spike per plant were the same, that in 1970, the hybrids showed heterosis over higher parent; but only showed heterosis over midparent in 1971.

The manifestation of heterosis for length of spike, No. of spikelet per plant and No. of kernel per spike showed the same trend. Only average heterosis over midparent was found in 1970. There was virtually no heterosis expressed in 1971.

Heterosis over higher parent for weight of 1000 kernels was found in both years.

General combining ability was found to be the important Source of variability. They were significant for all characters studied. There were only 3 characters in 1970 and 6 in 1971 significant for specific combining ability, not including plot yield in both years. Florence had the highest parental yield (Table 1) produced highest yielding F_1's (Figs. 1& 2) and gave largest positive general combining ability effects in both years, it was the best variety that could be used in hybrid wheat program. Howtever, Florence is a late maturity variety which must be crossed with an early variety in order to make the hybrid to be fitted in the cropping system in Taiwan. Sorona 64, an early maturity Variety having low parental yield but producing large heterosis may also be a promising parent variety in producing hybrid.

---

1. The 1970 results presented in this paper was part of a thesis submitted by the second author in partial fulfillment of the requirements for a MS degree at National Taiwan University.
2. Formerly professor and graduate student of Agronomy, National Taiwan University, Taipei. Resent address : Taiwan Agri. Res. Inst. Taipei and Joint Commission on Rural Reconstruction, Taipei, and breeder, Taiwan Agri. Res. Inst. Taipei, respectively.