Jour. Agric. Res. China（中華農業研究）43(4)：345～353（1994）

期作對玉米農藝性狀雜種優勢表現之影響[1]

謝　光　照[2]

摘要：以三個馬齒型及三個硬粒型親本及其半互交的十五個 F_1 爲材料，分秋作、裡作及春作三期在農試所試驗田進行。目的在評估期作間產量之表現及雜種優勢之變化趨勢。試驗之結果摘要如下：玉米的開花期、吐絲期、單株葉面積、青割期整株乾物重、每穗子粒數、百粒重及成熟期子粒產量等在期作間具有極顯著差異存在。青割期整株乾物重的表現爲春作與裡作間沒有明顯差異，但均顯著大於秋作，子粒產量爲秋作與春作，春作與裡作間無顯著差異，但秋作明顯大於裡作。就組合而言，不論秋作、裡作或春作均以馬齒種 X 硬粒種組合具有較大的雜種優勢值。就期作而言，開花期及吐絲期，秋作及裡作比春作具有較大的雜種優勢值；而單株葉面積、青割期整株乾物重、每穗子粒數及子粒產量等性狀，以裡作不良環境下具有較大的雜種優勢值。此可能爲同型結合體的玉米自交系較異粒型結合 F_1 雜交種不能忍受逆境，致使生長較差，而突顯 F_1 優勢所致。

關鍵詞：玉米、期作、雜種優勢、雜種潛勢。

本省地處亞熱帶，適合玉米栽培，玉米在臺灣的生產季節，主要在春作或秋（裡）作，春作播種期一月上旬至三月中旬，秋作則在八月下旬至九月底，十月以後播種者爲裡作，期作間之氣象條件差異極大，通常春作由低溫，短日照逐漸轉爲高溫、多濕及較長日照之環境；而秋作則由高溫、長日照與多濕逐漸轉爲低溫、低濕及較短日照之環境；裡作則由中等溫度、中等日照長度及低濕度轉爲低溫、低濕度及較短日照，然後溫度及日照漸漸升高之氣象型態。玉米從種子發芽出土後，即受各種環境因子所影響，其中以溫度與光週期爲影響玉米植株生長及分化的兩項重要因子，筆者[6]研究結果顯示玉米生長分化性狀在期作間有明顯的差異存在。故在不同生長季節，常因氣象因子的變動玉米農藝性狀的表現呈現變異[1,3,4]，且基因型與環境間常有交感作用存在[13]，故某一基因型要表現出最佳的生長狀態，常須要特定的環境條件。

雜種優勢在玉米的利用上極爲重要且普遍，但環境因子如溫度、肥料及密度對雜種優勢的影響常被忽略，有些學者認爲在肥料供應充足及適當環境中雜種優勢才可發揮其最大潛力[8,11]；但有些報告則指出在不良環境下玉米會有較佳的雜種優勢值[9,20]。本省玉米子粒產量，呈現秋作最高，春作次之，裡作最低[3,4]，而其雜種優勢值的表現趨勢是否與子粒產量呈現相同的趨勢，有關之文獻尚缺。究竟在何種期作生長環境下，玉米雜種優勢才有最大的表現值，是一個值得探討的問題。本試驗目的即在探討期作對玉米青割及子粒產量等農藝性狀雜種優勢表現之影響。

材料與方法

本試驗所使用的自交系代號、譜系、來源及粒型如表 1 所列。三個馬齒型及三個硬粒型之半互交

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1745 號。
2. 本所農藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

的15個 F_1 及6個親本，分秋作（1991年9月19日）、裡作（1991年11月7日、春作（1992年1月22日）等三期作播種於農試所試驗田。田間設計採逢機完全區集設計，三區集，三行區，行長4m，行株距70×20m，肥料施用量 N：P_2O_5：K_2O=180：90：60kg/ha，基肥以台肥39號複合肥料（N：P_2O_5：K_2O=12：18：12）每公頃施500kg，於播種前施入土內。其餘氮肥量以硫酸銨（N=21%）於齊膝期培土時施用。每穴兩粒採，出土2星期後間拔僅留一株，田間管理包括除草、中耕、培土及灌溉，均依照一般玉米栽培方法進行。各性狀之調查方法如下：

表1. 六個參試自交系之背景資料

Table 1. Backgrounds of the six inbred lines of maize evaluated.

Code	Inbred	Pedigree	Origin	Kernel type	Relative maturity
A	Hi25	(B14A×MV source)BC_4	Hawaii,USA	Dent	Early
B	Hi31	(B68×MV source)BC_5	Hawaii,USA	Dent	Late
C	Hi33	(Mo17×MV source)BC_5	Hawaii,USA	Dent	Early
D	Antigua-2D	Antigua	Caribbean	Flint	Late
E	Sw654	Suwan-1	Thailand	Flint	Intermediate
F	TA80-2598-44	(TA80−2598×Suwan−1)BC_3	TARI,Taiwan	Flint	Early

1. 開花期(days to tasseling)：係指由播種日起至小區中50%植株達雄穗始花所需之日數，以日表示。
2. 吐絲期(days to silking)：由播種日起至小區中50%植株雌穗開始吐絲所需之日數，以日表示。
3. 葉面積（leaf area per plant）：於吐絲後一星期每小區的中間行逢機調查10株，由頂端下數第八片葉的長度與寬度的乘積，再乘以0.75及9.39所獲的 cm^2 數值之平均值[16]。
4. 總乾物重（total plant dry weight）：於糊熟期，每小區取三株，在70°C下烘乾七天後，稱其乾重，以 g/3 plant 表示。
5. 每穗子粒數（kernel number per ear）：於子粒達生理成熟後，每小區採收中間行之五株之果穗之每穗子粒數。
6. 百粒重（100-kernel）：上述5穗脫粒後，逢機取100粒種子之重量，以 g 表示。
7. 子粒產量（grain yield）：於子粒達生理成熟後，每小區採收中間行之五株子粒產量，以 g/5 plant 爲單位。

試驗所得數據，先進行合併之變方分析及平均值顯著性測驗。同時估算各性狀在不同期作下之雜種優勢值〔heterosis, $H_1=(\bar{F}_1-\overline{MP})/\overline{MP}\times100$〕與雜種潛勢值〔heterobeltiosis, $H_2=(\bar{F}_1-HP)/HP\times100$〕[10]，$\overline{MP}$ 爲兩親本之平均值，HP 爲較高親本之值。

結 果

本試驗之期間從1991年9月至1992年6月底止，這段期間之旬平均氣溫、旬總日照時數及日夜溫差之變化，詳如圖1。從圖中可看出，秋作之氣溫由27°C漸降至16.5°C，其旬總日照時數約有750hr，而子粒充實期間累積日照時數約420hr；日夜溫差在子粒充實期間之變化由11.1～9.9°C，呈現較大之日夜溫差，累積值約812°C。裡作爲1991年11月7日播種，這段期間之旬平均氣溫由20°C下降至14.3°C，再漸漸增加至25.2°C，旬總日照時數之變化，由於陰雨天極多，故旬日照時數變化幅度極大，生育期間之總日照時數約900hr，特別是在子粒充實期間總日照時數之累積僅342hr左右，而其日夜溫差之累積爲712°C。春作爲1992年1月22日播種，生育期之旬平均氣溫由16.9°C漸漸增加至6月上旬之26°C，而其子粒充實期間之氣溫介於25.4～26°C，旬總日照時數之變化極大，整個生育期間之總日照時數約595 hr 左右，在子粒充實期間僅有173 hr 左右；子粒充實期間日夜溫差介於8.2～9.7°C之

間，其累積之數值爲440°C。由 Hunter *et al*[12]、Duncan et al[9]及盧[4]等栽培生理研究報告之佐證，綜合上述氣象因子之變化，可略知對玉米生長較有利之期作爲秋作，其次爲春作，最不利者爲裡作。

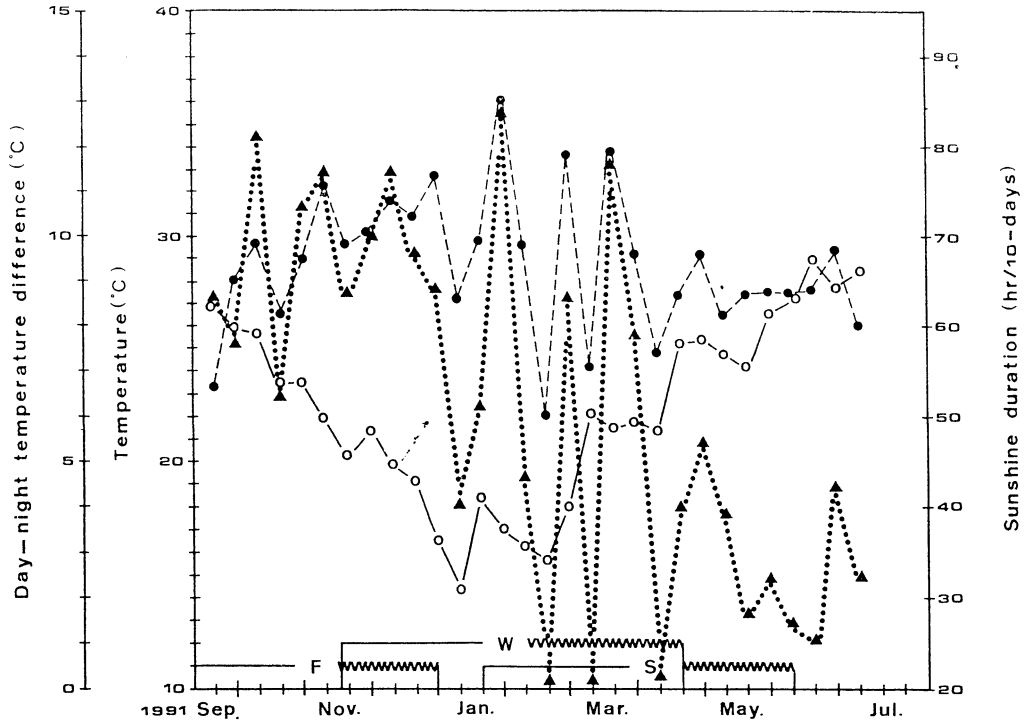


圖 1. 試驗期間（1991年 9 月至1992年 6 月）臺中霧峰地區之旬平均氣溫（○），旬總日照時數（▲）及旬日夜平均溫差（●）之變化。
"F"，"S"及"W"表示秋作、春作及裡作；"～"爲子粒充實期。

Fig. 1. Mean temperature per ten-days (○) ,sunshine duration of per ten-day (▲), and day-night temperature difference (●) at Wufeng (Taichung) area from September 1991 to June 1992. "F", "S" and "W" indicate fall, spring and winter, respectively. "～" indicate grain filling stage.

所得數據合併之變方分析列於表 2，所調查的性狀在期作間均達顯著或極顯著之差異。基因型及基因型與期作之交感作用在所有性狀均呈現極顯著之差異。

表2. 六個自交系及其半全互交雜種在三個期作下農藝性狀之均方值

Table 2. Combined ANOVA for agronomic characteristics of six inbreds and their half-diallel hybrids of maize under three crop seasons.

Source of variation	Degree of freedom	Mean squares						
		Days to tasseling	Days to silking	Leaf ares per plant	Total plant dry weight	Kernel number per ear	100-kernel weight	Grain yield
Season	2	13,934.6**	13,577.2**	3,800**	226*	948**	218.9**	67.6**
Block/season	6	48.0**	54.6**	69*	12	5	29.9**	4.3
Genotype	20	141.2**	166.2**	843**	209**	809**	155.2**	233.9**
Season × genotype	40	12.7**	16.0**	47**	12**	39**	14.1**	8.9**
Error	120	2.2	3.2	28	6	20	3.8	3.1

*, ** Significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively.

期作間之平均值，列於表 3 ，由表中可看出由播種至開花期所需之日數，秋作爲59.1天，裡作爲86.1天，春作爲83.4天，吐絲期所需之日數也呈現相同的趨勢，秋作爲62.4天，裡作89.6天，春作爲85.5天。單株之葉面積以裡作（3904cm²）最小，其次爲秋作（4646cm²），最大者爲春作（5462cm²），期作間呈現明顯的差異。青割整株乾物重（糊熟期），春作（610g/3 plant）與裡作（589g/3 plant）間沒有明顯差異，但均顯著大於秋作（497g/3 plant）。每穗子粒數之大小爲春作（393）＞秋作（356）＞裡作（316）。百粒重的變化爲秋作（24.4g）與裡作（23.9g）相近，而明顯大於春作（20.9g）。成熟期子粒產量之表現趨勢爲秋作（429g/5 plant）與春作（402g/5 plant），春作與裡作（364g/5 plant）間無顯著差異，但秋作明顯大於裡作。

表3. 期作間玉米各項農藝性狀之平均值

Table 3. Means for agronomic characteristics of maize under three crop seasons.

Crop season		Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Leaf area per plant (cm²)	Total plant dry weight (g/3 plant)	Kernel number per ear (No.)	100-kernel weight (g)	Grain yield (g/5 plant)
Fall		59.1	62.4	4,646	497	356	24.4	429
Winter		86.1	89.6	3,904	589	316	23.9	364
Spring		83.4	85.5	5,462	610	393	20.9	402
LSD	0.05	3.2	3.4	639	97	31	1.2	45
	0.01	5.2	5.7	1,061	161	51	2.0	75

三個期作平均之基因型之平均值列於表 4 ，由表中之值可知自交系比 F_1 雜交種較晚開花及吐絲外，其餘性狀均以 F_1 雜交種具有較大值。特別是整株乾物重、每穗子粒數及成熟期之子粒產量 F_1 雜交種均較自交系大一倍。自交系中，以 E 具有較大的單株葉面積、整株乾物重及子粒產量，而雜交種中 A×E、B×E、C×E、D×E、及E×F等均有較大的單株葉面積、整株乾物重及子粒產量。

將 F_1 雜交種按馬齒型×馬齒型（Dent×Dent）、馬齒型×硬粒型（Dent×Flint）及硬粒型×硬粒型（Flint×Flint）等畫分爲三類型，依不同類型組合在各期作下各項農藝性狀之雜種優勢值列於表 5 。雜種優勢值〔heterosis＝（F_1－MP）/MP×100〕之表現，開花期及吐絲期爲秋作與裡作無明顯差異，但均較春作來得大。單株葉面積雜種優勢值的大小呈現裡作＞秋作＞春作之趨勢。整株乾物重的表現爲裡作與春作相近，但均較秋作大。每穗子粒數之雜種優勢值，裡作明顯的大於秋作與春作，而秋作與春作間之雜種優勢值相近。百粒重之表現趨勢爲秋作≒春作＞裡作。成熟期子粒產量之雜種優勢值則呈現裡作＞春作≒秋作之現象。而各項農藝性狀在不同期作下，除百粒重在春作外，其餘性狀之表現則以馬齒型×硬粒型之組合具有較大之雜種優勢值。

由雜種優勢值（H_1）及雜種潛勢值（H_2）正負值之變化，可知雜種優勢值的表現是以何種基因之作用型式爲主。三個期作各項農藝性狀之雜種優勢值（H_1）及雜種潛勢值（H_2）列於表 6 。由表中之數值變化，可看出開花期、吐絲期、單株葉面積、整株乾物重、每穗子粒數、百粒重及子粒產量等之雜種優勢值的表現，在三期作之環境下均以超顯性基因（overdominance）作用爲主。

表4. 玉米不同基因型各項農藝性狀之平均值

Table 4. Means for agronomic characteristics of maize genotypes.

Genotype	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Leaf area per plant (cm^2)	Total plant dry weight (g/3 plant)	Kernel number per ear (No.)	100-kernel weight (g)	Grain yield (g/5 plant)
A	78.4	82.2	3,091	319	171	20.0	126
B	85.1	87.9	3,343	337	180	20.2	137
C	75.2	79.1	3,549	343	261	18.5	193
D	83.0	87.4	4,221	464	282	15.1	224
E	81.6	84.1	4,749	521	333	22.2	365
F	80.1	84.2	2,347	315	214	16.8	152
Mean	80.6	84.2	3,550	383	240	18.8	200
AB	79.1	83.0	3,802	353	212	22.7	198
AC	71.6	74.4	3,936	542	353	22.3	358
AD	72.7	75.5	5,264	665	384	23.7	449
AE	72.6	74.3	5,903	714	422	30.9	633
AF	72.0	74.3	4,890	549	410	23.0	453
BC	75.7	78.3	5,281	644	407	24.3	461
BD	76.0	79.0	5,487	705	415	25.6	510
BE	77.5	79.1	5,869	793	410	29.6	573
BF	75.8	78.0	4,765	636	428	25.1	518
CD	72.0	74.9	4,842	627	448	20.1	446
CE	73.7	75.9	5,940	655	389	30.7	552
CF	70.0	73.2	4,888	603	435	20.7	438
DE	76.0	79.1	5,458	737	465	23.5	529
DF	76.3	80.4	4,526	703	441	22.7	503
EF	75.8	78.4	4,938	647	399	26.9	551
Mean	74.4	77.2	5,053	638	401	24.8	478
LSD 0.05	1.4	1.7	497	76	42	1.8	52
LSD 0.01	1.8	2.2	657	100	56	2.4	69

表5. 不同粒型組合在不同期作下各種農藝性狀之平均雜種優勢值 (H_1,%) [z]

Table 5. Heterosis (H_1,%)[z] for agronomic characteristics of different kernel type combinations under three crop seasons in maize.

Crop season	Kernel type	Days to tasseling	Days to silking	Leaf area per plant	Total plant dry weight	Kernel number per ear	100-kernel weight	Grain yield
Fall	Dent×Dent	− 7.28	− 6.65	50.20	26.52	50.77	22.33	88.40
	Dent×Flint	−10.67	−12.44	58.40	52.73	55.98	39.39	124.00
	Flint×Flint	− 7.93	− 9.09	35.99	46.77	48.58	39.43	101.95
	Mean	− 9.40	−10.60	52.30	46.30	53.40	36.00	112.00
Winter	Dent×Dent	− 6.79	− 6.78	60.51	79.86	122.22	8.45	290.40
	Dent×Flint	−11.12	−12.63	73.67	95.20	150.52	31.85	399.21
	Flint×Flint	− 8.47	− 8.40	42.45	73.20	97.68	28.70	215.76
	Mean	− 9.70	−10.60	64.80	87.70	134.30	26.50	347.00
Spring	Dent×Dent	− 3.85	− 2.93	35.73	61.19	29.38	26.90	92.36
	Dent×Flint	− 4.40	− 4.59	43.95	89.96	59.79	35.01	131.66
	Flint×Flint	− 4.10	− 3.31	34.61	70.64	44.44	38.19	127.09
	Mean	− 4.20	− 4.00	40.40	80.30	50.60	33.90	122.00
	LSD 0.05	4.10	4.45	26.91	67.85	59.88	20.09	137.08

[z] $H_1=\frac{\bar{F}_1-\overline{MP}}{\overline{MP}}\times 100$

表6. 三個期作各項農藝性狀之雜種優勢 (H_1,%)[z] 及雜種潛勢 (H_2,%)[y]估值
Table 6. Heterosis (H_1,%)[z] and Heterobeltiosis (H_2,%)[y] for agronomic characteristics under three crop seasons in maize.

	Crop season	Days to tasseling	Days to silking	Leaf area per plant	Total plant dry weight	Kernel number per ear	100-kernel weight	Grain yield
H_1	Fall	− 9.4	−10.6	52.3	46.3	53.4	36.0	112.0
	Winter	− 9.7	−10.6	64.8	87.7	134.3	26.5	347.0
	Spring	− 4.2	− 4.0	40.4	80.3	50.6	33.9	122.0
H_2	Fall	−11.1	−12.9	20.0	22.5	34.3	23.5	73.5
	Winter	−12.6	−13.0	40.5	55.1	94.6	13.4	211.6
	Spring	− 5.8	− 5.7	26.9	66.0	28.1	21.6	74.4

[z] $H_1=\frac{\bar{F}_1-\overline{MP}}{\overline{MP}}\times 100$

[y] $H_2=\frac{\bar{F}_1-\overline{HP}}{\overline{HP}}\times 100$

討 論

本省春、秋及裡作之氣象條件差異極大，筆者[6]在春作及秋（裡）作環境下，曾探討期作間生長分化的表現情形，結果顯示，玉米生長分化性狀在春作正值低溫，秋裡作則正值高溫，致生長分化在期作間有極大的差異存在，春作顯然比秋裡作在出土至雄穗分化日數、雄穗分化始期葉片出現數目、生殖生長期葉片出現速率、單株葉面積等較大；而營養生長期葉片出現速率、雄穗與雌穗分化間隔日數及葉片分化速率均較小。作物的產量是一個相當複雜的性狀，受遺傳與環境因子的控制。氣候環境因子中對作物生長影響最直接的爲溫度與日照。Hunter *et al*[12]指出，在較長日照下玉米植株平均每日乾物質生產量較多，主要是由於有較大的葉面積，能增加光合產物；而在較低溫下，子粒產量則較大，主要是子粒充實期增長及開花後有較高比例的乾物質累積在子粒。本試驗之結果顯示，單株葉面積爲春作最高，其次秋作，裡作最小，而青割（糊熟期）總乾物重爲春作與裡作，裡作與秋作無明顯差異，但春作大於秋作；而成熟期子粒產量的表現則爲秋作大於裡作，而春作與裡作間雖呈現春作大於裡作之趨勢，但無明顯差異存在。可能秋作玉米營養生長期溫度日照均高，生長較快，營養生長期短，生殖生長期氣溫低、日夜溫差大，因此不僅有利於葉片之發育，且有利於功能之維持，且由於子粒充實期增長及開花後有較高比例的乾物質累積於子粒，致使子粒之產量呈現秋作最高；裡作玉米營養生長期適逢低溫及低日照量，減緩玉米生長速率，致使葉片發育不良，呈現單株葉面積及葉面積持續期均低，至生殖生長期雖溫度略有升高，卻使得整個生長時期增長，有較多之光合產物累積於營養器官，但子粒充實期間由於日照時數減少、日夜溫差小及平均氣溫稍高等氣象因子，不利於乾物質累積至子粒，致其子粒產量最低；春作玉米營養生長期之溫度低，日照強度不高，而生殖生長期有明顯之升高，在此種環境下葉部發育良好，故使開花期之單株葉面積大，但因植株老化快速而使葉面積持續期降低，供源強度亦因而降低，加上生殖生長期高溫而縮短子粒充實期，不利於乾物質分配至子粒部位，致子粒產量之表現介於秋作與裡作之間[4]。故造成期作間玉米青割（糊熟期）總乾物重之表現爲春作＞裡作＞秋作之現象；而子粒產量則呈現秋作＞春作＞裡作之趨勢。

雜種優勢的表現主要來至非累加性之遺傳因子，而非累加性基因之表現極易受環境所影響[19]，

本試驗之結果顯示玉米的開花期及吐絲期之雜種優勢之表現趨勢呈現秋作與裡作明顯地大於春作，可能因環境因子對玉米開花期及吐絲期之影響，呈現溫度效應遠大於日長效應之結果[19]，且低溫對開花期及吐絲期均有延遲現象，而自交系所受到的影響遠大於 F_1 雜交種，秋作及裡作玉米的開花期及吐絲期正值較低溫，致使在期作間雜種優勢值呈現秋作及裡作較春作大之現象，與謝等[5]之結果相符。而單株葉面積的雜種優勢值呈現裡作＞秋作＞春作之趨勢；青割整株乾物重的雜種優勢值則爲裡作≒春作＞秋作；成熟期子粒產量雜種優勢之表現趨勢爲裡作＞春作≒秋作，可能因玉米自交系爲同型結合體，一般同型結合體比異型結合體較不能忍受逆境的環境[7]，致使玉米自交系在裡作之生長較春作及秋作來得差，而雜交種對逆境（低溫）的忍受力較高[18]，因此使得玉米的單株葉面積、青割乾物重、每穗子粒數及子粒產量之雜種優勢值的表現，在不良環境下會較佳，故呈現裡作較大之趨勢[7]；而於秋作之較優良環境下呈現較小之雜種優勢值[14]。

種源間之遺傳歧異性是造成雜種優勢表現之主要原因[17]。遺傳歧異性不僅存在於不同粒型種源間或不同地區來源之種源間，亦可能存在於同粒型或同地區來源之種源內，因此在同粒型品系間，亦有可能在某些雜交組合中表現優良的雜種優勢[15]。Prasad and Singh[17]認爲適中的遺傳歧異性可導致最高雜種優勢之表現。本試驗之結果顯示馬齒型×硬粒型之組合的農藝性狀，不論在秋作、裡作或春作環境下，均具有較大之雜種優勢值；而雜種優勢之表現主要以非累加性成份中之超顯性基因爲主。由上述之結果可知馬齒型×硬粒型之組合爲臺灣飼料玉米育種上一優良之雜種優勢之模式[2]。

引用文獻

1. 王強生、王碧玉、劉大江。1989。玉米對溫度與光週期之生長反應。中華農業研究 37：379-388。
2. 呂宗佳、盧煌勝、劉孔生、謝光照、何千里。1989。單雜交種台農一號之育成。中華農業研究 38：1-18。
3. 洪梅珠、涂 勳、曾富生。1984。玉米產量形成過程在春秋期作之變異。中華農學會報 新125：61-70。
4. 盧淑華。1985。不同期作下光合產物供源、積儲和營養要素的分配與玉米產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。
5. 謝光照、盧煌勝、何千里。1991。玉米開花期、吐絲期、頂穗節位及葉數之全互交分析。中華農業研究 40：365-374。
6. 謝光照、曾富生。1993。玉米生長分化性狀在不同粒型雜種後裔與期作之變異。中華農業研究 42：121-132。
7. Allard, R. W., and A. D. Bradshaw. 1964. Implication of genotype-environment interaction in applied plant breeding. Crop Sci.4：503-508.
8. Burkholder,P. R., and I. McVeigh. 1940. Growth and differentiation of maize in relation to nitrogen supply. Am. J. Bot. 27：414-424.
9. Duncan, W.G., D.L.Shaver, and W. A. Willams.1973. Insolation and temperature effects on maize growth and yield. Cropo Sci. 13：187-191.
10. Frankel, R. 1983. Monographs on theoretical and applied genetics, Vol.6 Heterosis. Springer-Verlag Berlin Heideberg.
11. Griffing, B., and E. Zsiros. 1971. Heterosis associated with genotype-environment interaction. Genetics 68：443-455.
12. Hunter, R. B., M. Tollenaar, and C. M. Breuer. 1977. Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize (*Zea mays* L.) Hybrid. Can. J. Plant Sci. 57：1127-1134.
13. Kang, M. S., and D. P. Gorman. 1989. Genotype x environment interaction in maize. Agron. J. 81：662-664.

14. McWilliam, J. R., and B. Griffing. 1965. Temperature-dependent heterosis in maize. Aust. J. Biol. Sci. 18 : 569-583.

15. Moll, R. H., W. S. Salhuana, and H. F. Robinson. 1962. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. Crop Sci. 2 : 197-198.

16. Pearce, R. B., J. J. Mock, and T. B. Bailey. 1975. Rapid method for estimating leaf area per plant in maize. Crop Soi. 15 : 691-694.

17. Prasad, S. K., and T. P. Singh. 1986. Heterosis in relation to genetic divergence in maize (*Zea mays* L.) .Euphytica : 35 : 919-924.

18. Rood, S. B., R. E. Buzzell, and M. D. Mac Donald. 1988. Influence of temperature on heterosis for maize seedling growth. Crop Sci.28 : 283-286.

19. Russell, W. K., and C. W. Stuber. 1985. Genotype x photoperiod and genotype x temperature interactions for maturity in maize. Crop Sci. 25 : 152-158.

20. Ulger, A. C., and H. C. Becker. 1989. Influence of year and nitrogen treatment on the degree of heterosis in maize. Maydica 34 : 163-170.

The Effects of Crop Seasons on the Heterosis of Agronomic Characteristics in Maize[1]

Guang-Jauh Shieh[2]

Summary

A total of six maize inbreds (three dents and three flints) and their half-diallel hybrids were used as materials to collect the basic information for breeding high yielding maize in Taiwan. The experiment was conducted at the research farm of Taiwan Agricultural Research Institute nearly Wufeng, Taichung, under fall, winter and spring crop seasons, The results were summarized as follows. A highly significant difference due to the three crop environmental conditions was observed for all characteristics investigated. The total plant dry weight produced under spring season was heavier than that produced under fall season, and a nonsignificant difference was found between spring and winter crop seasons. However, fall crop season produced more grain yield than winter season. Viewing the heterosis values of various hybrids under the three crop seasons, a tendency of relatively high heterosis values for all of dent X flint combinations under three crop seasons was observed. On the other hand, under fall and winter crop condition, a relatively high heterosis value was observed for the day to tasseling and day to silking, but under winter crop condition, a relatively high heterosis valus was observed for the leaf area per plant, total plant dry weight, kernel number per ear, and grain yields. This might be inferred and emphasized from the fact that homozygous inbreds were less stress resistant to winter condition than heterozygous hybrids, and thus, hybrids had relatively high heterosis values under winter.

Key words : Maize, Crop season, Heterosis, Heterobeltiosis.

1. Contribution No. 1745 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.