

# 利用自交系檢定親鑑別玉米雜種優勢模式<sup>1</sup>

何千里 盧煌勝<sup>2</sup>

**摘要：**鑑別自交系間之雜種優勢是玉米育種工作中頗為重要的項目之一，而慎擇檢定親以獲得最正確的測交結果則是關鍵所在。本研究採用國外引進之七個族群培育而成的63個 S<sub>6</sub>-S<sub>6</sub> 自交系材料，並以臺農 1 號之兩個親本 (TA2808-176及TA3651-377) 為自交系檢定親，126個測交種進行田間試驗，調查項目包括吐絲期、穗位高、株高及籽粒產量等四項農藝性狀。試驗所得資料利用 Line×Tester 之分析方法估算一般組合力及特殊組合力，結果顯示 TA2808-176及TA3651-377 二個自交系檢定親可將七個族群自交分離培育之63個自交系，依產量組合力作適當的分群，其中30個自交系 (13及17) 將組成二個相對之基礎族群。本試驗中，就粒型組合而言，以馬齒種×硬粒種異粒型組合較易獲得較高之雜種優勢，亦有部份硬粒種×硬粒種組合得到相同的結果。

**關鍵詞：**玉米、自交系檢定親、雜種優勢模式、硬粒種、馬齒種。

農業上運用雜種優勢以進行增產，玉米是非常成功的作物之一，玉米為典型的異交作物，表現極端的自交弱勢 (inbreeding depression) 與雜種優勢 (heterosis)。Shull<sup>(32)</sup> 早於1909年即提出純系雜種概念 (pureline hybrid concept) 使早期的玉米育種家即有了雜種優勢的認識；隨後不同種源間之雜種優勢逐漸被廣泛研究，Hayes and Olsen<sup>(21)</sup> 發現不同胚乳型 (endosperm type) 間之雜交組合較同胚乳型內之雜交組合有較高雜種優勢之表現。Richey<sup>(29)</sup> 亦提出玉米在不同粒型品種間雜交，其雜種優勢表現最為明顯。Paterniani and Lonquist<sup>(27)</sup> 利用馬齒種 (dent)、硬粒種 (flint) 及粉質種 (floury) 等材料作研究，發現相同胚乳型雜交亦有類似的雜種優勢表現。

育種家均希望擁有廣泛之遺傳材料、充裕之人力及經費資源來從事育種工作，育成一批農藝性狀優良之自交系並不困難，但將廣泛之遺傳材料全數加以鑑別及利用，卻常遭遇人力及財力不足的困境。故瞭解玉米雜種優勢模式並將育種材料作適當的分群，對育種工作效率的提昇，有最大助益。世界各地區之雜種優勢模式並不一致，如在美國，Reid Yellow Dent×Lancaster Sure Crop 的雜種優勢模式早為學者所認定與沿用；在歐洲，最常用的雜種優勢模式為 US Dent×European Flint；在墨西哥，EtO Composite×Tuxpeno 為主要的模式；巴西概以 Dent×Tuxpeno 或 Suwan-1×Tuxpeno 為最常用之組合；在阿根廷，Flint×Recovered Flint 使用最為頻繁<sup>(7,17,30)</sup>。雜種優勢多以高過親本平均值 (midparent) 或高過較高親本 (higherparent) 的型式表示之；鑑別雜種優勢的方法，早期均利用各種不同型式的雜交設計，如二品種間的雜交、全互交及測交等。全互交法可得到最完整的資料，直接比較各參試組合間的雜種優勢表現，也最可靠，惟參試品種數量多時，欲完成

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 1796 號。

2. 本所農藝系助理研究員、研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

所有全互交組合的生產，實在不容易<sup>(1,9,11,12,13,14,16,18,20,24,33)</sup>。而測交法中，藉組合力之估算，可瞭解彼此間之雜種優勢關係，惟檢定親的選定往往是評估工作成敗的最主要關鍵<sup>(8,10,19,22,23,28,31,35,36)</sup>。

農試所每年自族群中分離及自國外引進的自交系為數甚多，在將其納入育種計畫前，宜就其組合力作一適當的評估。本研究由七個族群所分離之63個自交系，並以臺農1號父母本為自交系檢定親，利用126個測交種進行田間試驗，期能依雜種優勢模式將之分群，以組成二相對基礎族群及育成雜交種玉米的參考。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

本研究藉目前栽培最廣之臺農1號親本 TA2808—176 及 TA3651—377 兩個自交系為檢定親（表1），並採用 Antigua Synthetic、Pioneer Synthetic、Suwan—1 (S) C<sub>8</sub>、RBS10 C<sub>3</sub>、RSSSC C<sub>4</sub>、Amarillo Dentado 及 Amarillo Bajio 等七個族群自交分離培育而成的63個自交系為材料（表2及3），於民國82年秋作，63個自交系分別與兩個檢定親雜交，完成126個測交種子生產。

表 1. 兩個自交系檢定親之背景資料  
Table 1. Description of 2 tester parents used in the study.

Code	Tester	Pedigree	Origin	Kernerl type
A	TA2808—176	Selected from ICAL210	Columbia	Flint
B	TA3651—377	Selected from Hi31	Hawaii	Dent

表 2. 七個族群背景資料  
Table 2. Description of the seven populations from which the line parents derived and used in the study.

Code	Pedigree	Origin	Kernerl type
C	Antigua Syn.	Caribbean	Flint
D	Pioneer Syn.	Pioneer Company	Dent
E	Suwan-1(S)C <sub>8</sub>	Thailand	Flint
F	RBS10 C <sub>3</sub>	USA	Dent
G	RSSSC C <sub>4</sub>	USA	Dent
H	Amarillo Dentado	CIMMYT	Dent
I	Amarillo Bajio	CIMMYT	Dent

表 3. 自交系代號及其系譜

Table 3. Line code and pedigree of 63 lines used in the study.

Line code and pedigree	Line code and pedigree	Line code and pedigree
C1 AN81- 3 S <sub>5</sub>	E4 SU81- 9 S <sub>5</sub>	G7 RS81-20 S <sub>6</sub>
C2 AN81- 4 S <sub>5</sub>	E5 SU81- 9 S <sub>5</sub>	G7 RS81-22 S <sub>6</sub>
C3 AN81- 5 S <sub>5</sub>	E6 SU81-14 S <sub>5</sub>	G9 RS81-23 S <sub>6</sub>
C4 AN81- 7 S <sub>5</sub>	E7 SU81-16 S <sub>5</sub>	H1 AD81- 4 S <sub>5</sub>
C5 AN81-11 S <sub>5</sub>	E8 SU81-20 S <sub>5</sub>	H2 AD81- 5 S <sub>5</sub>
C6 AN81-13 S <sub>5</sub>	E9 SU81-22 S <sub>5</sub>	H3 AD81- 6 S <sub>5</sub>
C7 AN81-14 S <sub>5</sub>	F1 BS81- 1 S <sub>6</sub>	H4 AD81-10 S <sub>5</sub>
C8 AN81-15 S <sub>5</sub>	F2 BS81- 2 S <sub>6</sub>	H5 AD81-11 S <sub>5</sub>
C9 AN81-18 S <sub>5</sub>	F3 BS81- 3 S <sub>6</sub>	H6 AD81-14 S <sub>5</sub>
D1 PI81- 1 S <sub>5</sub>	F4 BS81- 7 S <sub>6</sub>	H7 AD81-18 S <sub>5</sub>
D2 PI81- 2 S <sub>5</sub>	F5 BS81-10 S <sub>6</sub>	H8 AD81-20 S <sub>5</sub>
D3 PI81- 3 S <sub>5</sub>	F6 BS81-11 S <sub>6</sub>	H9 AD81-21 S <sub>5</sub>
D4 PI81- 5 S <sub>5</sub>	F7 BS81-14 S <sub>6</sub>	I 1 AB81- 3 S <sub>5</sub>
D5 PI81- 8 S <sub>5</sub>	F8 BS81-17 S <sub>6</sub>	I 2 AB81- 4 S <sub>5</sub>
D6 PI81-14 S <sub>5</sub>	F9 BS81-22 S <sub>6</sub>	I 3 AB81- 6 S <sub>5</sub>
D7 PI81-16 S <sub>5</sub>	G1 RS81- 1 S <sub>6</sub>	I 4 AB81- 8 S <sub>5</sub>
D8 PI81-21 S <sub>5</sub>	G2 RS81- 2 S <sub>6</sub>	I 5 AB81-12 S <sub>5</sub>
D9 PI81-23 S <sub>5</sub>	G3 RS81- 6 S <sub>6</sub>	I 6 AB81-14 S <sub>5</sub>
E1 SU81- 1 S <sub>5</sub>	G4 RS81- 8 S <sub>6</sub>	I 7 AB81-17 S <sub>5</sub>
E2 SU81- 3 S <sub>5</sub>	G5 RS81-11 S <sub>6</sub>	I 8 AB81-20 S <sub>5</sub>
E3 SU81- 5 S <sub>5</sub>	G6 RS81-18 S <sub>6</sub>	I 9 AB81-25 S <sub>5</sub>

## 二、試驗方法

126個測交種加上臺農 1 號及臺南17號兩個對照種，合計128個參試，試驗於83年春作在農試所農場進行，採用裂區設計，126個測交種之田間排列係依自交系別逢機列於主區（63個），檢定親為副區，四種複，三行區，行長5m，行株距75×20cm，公頃株數66,667。公頃三要素肥料施用量為 N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=200：90：60kg。氮肥60kg及磷、鉀肥全量於基肥時一次施用，另於播種後一個月及雄花抽穗前分別加施氮肥70kg各一次。其他田間管理，如除草、中耕、培土、灌溉及病蟲害防治，依一般玉米栽培法進行。玉米生育期間及成熟期分別調查吐絲期、穗位高、株高及籽粒產量等四項農藝性狀，各項農藝性狀調查方法為：

1. 吐絲期：由播種日起至小區中50%植株雌穗開始吐絲所需的日數。
2. 穗位高：為每小區逢機選取10株，量取由地表至第一雌穗基部的平均高度，以 cm 表示之。
3. 株高：為每小區逢機選取10株，量取由地表至雄穗頸結的平均高度，以 cm 表示之。
4. 籽粒產量：每小區烘乾脫粒後之籽粒產量，經換算為15.5%含水率之公頃籽粒產量，以 t/ha 表示之。

## 三、統計分析

試驗資料先進行變方分析 (McIntosh, 1983) <sup>(26)</sup>，並依 Kempthorne<sup>(25)</sup>之 Line×Tester 方

法估算一般組合力 (general combining ability, GCA) 及特殊組合力 (specific combining ability, SCA)。變因可劃分為 Replication、Line (GCA line)、Line×Replication、Tester (GCA Tester)、Line×Tester (SCA) 及 Pooled Error 等項；在 Line×Tester 統計分析時，兩個對照種不列入。

### 結果與討論

本試驗調查之籽粒產量、吐絲期、穗位高及株高等農藝性狀資料，經變方分析結果列於表4，變因中，在 Line、Tester 及 Line×Tester，籽粒產量、吐絲期、穗位高及株高四項性狀均達極顯著。

表 4. 籽粒產量、吐絲期、穗位高及株高之 line×tester 變方分析  
Table 4. ANOVA for grain yield, days to 50% silking, ear height and plant height.

Source of variation	df	Mean squares			
		Grain yield (t/ha)	Days to 50% silking (days)	Ear height (cm)	Plant height (cm)
Rep.	3	0.3	2.1	200.9	71.1
Line (GCA Line)	62	8.5**	125.1**	674.6**	999.0**
Line×Rep.	186	0.2	0.7	66.6	90.3
Tester (GCA Tester)	1	426.7**	116.2**	8,403.5**	1,179.4**
Line×Tester (SCA)	62	8.5**	25.4**	367.8**	938.7**
Pooled Error	189	0.1	0.7	57.7	88.8

\*\*Significant at 0.01 level of probability.

兩個檢定親之四項農藝性狀之一般組合力效應均達極顯著水準。檢定親 A 之籽粒產量、穗位高及株高等農藝性狀之一般組合力效應均正值，吐絲期為負值；反之，檢定親 B 之吐絲期一般組合力效應為正值，籽粒產量、穗位高及株高則為負值 (表5)。

表 5. 兩個檢定親之籽粒產量、吐絲期、穗位高及株高之一般組合力效應  
Table 5. GCA effects for grain yield, days to 50% silking, ear height and plant height of the two testers.

Tester	Grain yield (t/ha)	Days to 50% silking (days)	Ear height (cm)	Plant height (cm)
A	0.99**	-0.48**	4.08**	1.52**
B	-0.99**	0.48**	-4.08**	-1.52**

\*\*Significant at 0.01 level of probability.

7 個族群分離之 63 個自交系分別與檢定親 A 及檢定親 B 測交結果，其中 59 個自交系籽粒產量的一般組合力達顯著或極顯著水準，正值 31 個，負值 28 個 (表 6)。籽粒產量一般組合力效應最高之五個正值為 C1(+2.37)、C2(+2.34)、C3(+2.14)、C5(+2.08) 及 C4(+2.06)；最高之五個負值者為 I9(-2.54)、I8(-2.45)、I7(-2.31)、H9(-2.08) 及 F9(-2.08)。就族群而言，似乎以 C 族群有最大的正效應，以 I 族群有較明顯的負效應。

表 6. 126個 line×tester 組合之平均籽粒產量 (t/ha) 與一般及特殊組合力效應值  
 Table 6. GCA, SCA and mean grain yield (t/ha) for 126 line×tester crosses.

Line	Yield	GCA	Tester A		Tester B	
			Yield	SCA	Yield	SCA
C1	7.90	2.37**	7.89	-0.99**	7.90	0.99**
C2	7.87	2.34**	7.62	-1.24**	8.12	1.24**
C3	7.67	2.14**	7.41	-1.25**	7.93	1.25**
C4	7.59	2.06**	7.49	-1.08**	7.69	1.08**
C5	7.61	2.08**	7.84	-0.75**	7.37	0.75**
C6	7.42	1.89**	7.91	-0.49**	6.93	0.49**
C7	5.01	-0.52**	4.88	-1.11**	5.14	1.11**
C8	4.26	-1.27**	4.34	-0.90**	4.17	0.90**
C9	4.43	-1.09**	4.20	-1.22**	4.66	1.22**
D1	6.92	1.39**	8.00	0.09	5.84	-0.09
D2	6.60	1.07**	7.55	-0.03	5.65	0.03
D3	6.72	1.19**	7.78	0.07	5.65	-0.07
D4	6.48	0.95**	7.57	0.10	5.38	-0.10
D5	6.51	0.98**	7.06	-0.43**	5.96	0.43**
D6	6.20	0.67**	6.97	-0.22	5.43	0.22
D7	4.50	-1.03**	4.87	-0.61**	4.12	0.61**
D8	4.28	-1.24**	4.76	-0.51**	3.80	0.51**
D9	3.97	-1.55**	4.32	-0.64**	3.62	0.64**
E1	7.12	1.59**	7.54	-0.57**	6.70	0.57**
E2	7.16	1.62**	7.36	-0.78**	6.95	0.78**
E3	7.25	1.72**	7.54	-0.70**	6.96	0.70**
E4	7.30	1.77**	7.37	-0.92**	7.24	0.92**
E5	6.92	1.39**	7.08	-0.83**	6.76	0.83**
E6	6.78	1.25**	6.77	-1.00**	6.79	1.00**
E7	4.82	-0.70**	4.74	-1.07**	4.90	1.07**
E8	4.12	-1.41**	4.23	-0.87**	4.00	0.87**
E9	4.16	-1.37**	4.27	-0.87**	4.04	0.87**
F1	5.54	0.01	6.47	-0.05	4.60	0.05
F2	5.38	-0.15	6.31	-0.05	4.44	0.05
F3	5.15	-0.37*	5.97	-0.17	4.34	0.17
F4	6.17	0.64**	7.50	0.34*	4.83	-0.34*
F5	6.07	0.54**	7.17	0.10	4.97	-0.10
F6	6.09	0.56**	6.90	-0.17	5.28	0.17
F7	3.44	-2.08**	4.69	0.25	2.20	-0.25
F8	3.66	-1.86**	5.31	0.65**	2.02	-0.65**
F9	3.73	-1.79**	5.67	0.94**	1.79	-0.94**
G1	5.81	0.27	6.86	0.06	4.75	-0.06
G2	5.63	0.10	6.74	0.12	4.51	-0.12
G3	6.15	0.62**	8.04	0.89**	4.26	-0.89**
G4	6.76	1.23**	9.38	1.63**	4.14	-1.63**
G5	6.57	1.04**	9.01	1.44**	4.13	-1.44**
G6	6.23	0.70**	8.90	1.68**	3.56	-1.68**
G7	4.46	-1.06**	5.97	0.51**	2.96	-0.51**
G8	4.03	-1.49**	5.26	0.24	2.80	-0.24
G9	4.14	-1.38**	5.98	0.85**	2.29	-0.85**
H1	6.19	0.66**	6.63	-0.54**	5.74	0.54**
H2	6.03	0.50**	6.39	-0.63**	5.67	0.63**
H3	5.93	0.39**	6.48	-0.43**	5.37	0.43**
H4	6.50	0.97**	7.80	0.30	5.20	-0.30
H5	6.09	0.55**	7.02	0.05	5.15	0.05
H6	5.99	0.46**	7.30	0.31	4.68	-0.31
H7	3.72	-1.80**	4.49	-0.21	2.95	0.21
H8	3.74	-1.78**	4.75	0.01	2.74	-0.01
H9	3.44	-2.08**	4.57	0.13	2.32	-0.13
I1	5.14	-0.38**	7.58	1.44**	2.70	-1.44**
I2	5.00	-0.52**	7.31	1.32**	2.69	-1.32**
I3	4.77	-0.76**	7.14	1.38**	2.40	-1.38**
I4	4.73	-0.79**	6.88	1.16**	2.58	-1.16**
I5	4.46	-0.06**	6.38	0.92**	2.55	-0.92**
I6	4.64	-0.89**	6.97	1.34**	2.30	-1.34**
I7	3.21	-2.31**	5.31	1.11**	1.11	-1.11**
I8	3.07	-2.45**	5.08	1.02**	1.05	-1.02**
I9	2.98	-2.54**	4.96	0.98**	1.01	-0.98**

\*\* , \* Significant at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

特殊組合力效應中，43個測交組合達到顯著或極顯著水準，以檢定親 A 組合者有18個正值，25個負值；反之，與檢定親 B 組合者，有25個正值，18個負值。以各族群分離自交系與二檢定親間之特殊組合力正負值觀之，族群間頗有差異，而族群內則相當一致。

由126個測交種摘列出籽粒產量較佳之前22個測交種，其籽粒產量、吐絲期、穗位高及株高列於表7。22個測交種中有15個測交種屬於馬齒種×硬粒種之異粒型組合，另有7個測交種屬於硬粒型×硬粒型之同粒型組合。22個籽粒產量較佳者均有較晚吐絲、較高之穗位高及株高等趨勢；與對照種臺農1號及臺南17號比較，籽粒產量較臺農1號較高者計有13個測交種，其中以 G4×Tester A (9.38 t/ha)、G5×Tester A (9.01t/ha) 及 G6×Tester A (8.90t/ha) 三個最優，均較臺南17號高出20%左右。此等測交種將進一步試驗觀察，或可直接參加品系或區域試驗，或為一新單交種。

表 7. 籽粒產量較佳的22個 line×tester 組合之吐絲期、穗位高及株高

Table 7. Grain yield, day to 50% silking, ear height, plant height of twenty-two best line×tester crosses.

Hybrid code	Kernel type	Grain yield		Days to 50% silking (days)	Ear height (cm)	Plant height (cm)
		(t/ha)	%over TN17			
G4×A	Dent×Flint	9.38	25.7	63.5	108	234
G5×A	Dent×Flint	9.01	20.7	61.0	113	228
G6×A	Dent×Flint	8.90	19.3	59.5	103	217
C2×B	Flint×Dent	8.12	8.8	59.2	104	214
G3×A	Dent×Flint	8.04	7.7	56.7	115	243
D1×A	Dent×Flint	8.00	7.2	63.0	109	236
C3×B	Flint×Dent	7.93	6.3	63.0	113	229
C6×A	Flint×Flint	7.91	6.1	61.7	103	212
C1×B	Flint×Dent	7.90	5.9	61.7	99	224
C1×A	Flint×Flint	7.89	5.8	60.0	115	226
C5×A	Flint×Flint	7.84	5.1	63.5	112	230
H4×A	Dent×Flint	7.80	4.5	63.5	78	187
D3×A	Dent×Flint	7.78	4.3	62.0	112	243
C4×B	Flint×Dent	7.69	3.0	59.2	93	218
C2×A	Flint×Flint	7.62	2.1	59.0	111	210
I1×A	Dent×Flint	7.58	1.5	57.0	105	224
D4×A	Dent×Flint	7.57	1.5	60.5	94	210
D2×A	Dent×Flint	7.55	1.2	63.7	75	198
E3×A	Flint×Flint	7.54	1.0	65.2	95	202
E1×A	Flint×Flint	7.54	1.0	59.2	113	215
F4×A	Dent×Flint	7.50	0.5	64.7	108	215
C4×A	Flint×Flint	7.49	0.4	65.0	85	180
Check 1 (TNG1)	Flint×Dent	7.68	( 3.0)	61.2	113	239
Check 2 (TN17)	Flint×Dent	7.46	—	62.5	115	235

利用特殊組合力效應值，可將63個參試自交系劃分成相對之二群，即自交系與檢定親 A 組合其 SCA 為顯著負值者，可視為 A (TA2808-176) 之同一類型。屬於此型的，計有 C1-9、D5、D7-9、E1-9 及 H1-3 等25個自交系。同理，自交系同理與檢定親 B 組合，其 SCA 為顯著負值者，歸屬於 B (TA3651-377) 之同一類型。屬於此型者，計有 F4、F8-9、G3-7、G9 及 I1-9 等18個自交系。實際籽粒產量與檢定親 A 同類型之25個自交系中，精選出 C1-7 及 E1-6 等13個自交系，組成“雜種優勢 A 族群”(Heterotic Group A)；同理，亦可精選出 F4、F8-9、G3-7、G9 及 I1-8 等17個自交系，組成“雜種優勢 B 族群”(Heterotic Group B)，此二相對基礎族群可相互改良不斷增進。

玉米之雜種優勢模式，隨試驗材料及評估環境不同，結果很難一致，應用上往往受限，故必須建立一套屬於當地之模式及鑑別方法<sup>(15,34)</sup>。本試驗結果顯示，以粒型組合而言，仍以硬粒種×馬齒種之異粒型組合所得雜種優勢模式最為明顯，此與過去多數之研究結果相符，可謂臺灣玉米育種典型之基本雜種優勢模式<sup>(2,3,4,5,6)</sup>。至於鑑別雜種優勢的方法，早期多採用全互交法去探討雜種優勢及組合力，成效雖佳，惟過於費時及費工，故局限於少量之參試材料<sup>(2,3,4)</sup>。參試材料數量多時，利用自交系為檢定親，可將組合力不佳之族群或自交系進行初步淘汰，同時依雜種優勢模式將表現優良之族群或自交系，作確實的分群，則可使有限的力量集中在最有希望的材料上。本試驗證實此方法對育種效率的提高，應當有所幫助，以臺農 1 號之二個自交系親本為檢定親，利用 Line×Tester 方法進行分析，參考 GCA、SCA 及實際產量資料，即能成功的將大量參試材料適當分群。二群之間的自交系彼此雜交，得到高產組合的機率相對的增加；同時也可組成二相對基礎族群，繼續改良。

### 引用文獻

1. 呂宋佳。1983。玉米測交與全互交分析。中華農業研究 32：312-324。
2. 呂宗佳、謝光照、何千里、莊周瑞。1986。馬齒種及硬粒種玉米自交系雜種優勢及組合力之全互交分析。中華農業研究 35：145-164。
3. 呂宗佳、盧煌勝、劉孔生、何千里、謝光照。1989。單雜交玉米臺農一號之育成。中華農業研究 38：1-18。
4. 萬雄、呂宗佳、盧煌勝、何千里。單雜交玉米臺農三五一號之育成。中華農業研究 35：11-22。
5. 謝光照、何千里、盧煌勝。1995。氮肥用量對玉米農藝性狀組合力及雜種優勢表現之影響。中華農業研究 44：15-25。
6. Allard, R. W., and A. D. Bradshaw. 1964. Implication of genotype-environment interaction in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4：503-508.
7. Bauman, L. F. 1981. Review of methods use by breeders to develop superior inbreds. *Proc. Corn Sorghum Industry Res. Conf.* 36：199-208.
8. Callais, A. M., A. Lefort-Buson, and A. Charcosset. 1986. Prediction of single-cross values in forage maize using biometrial distances evaluated from a two tester top-cross design. VI th the Meeting of Eucarpia Section Biometrics in plant breeding Birmingham, July 28th-August 1st.
9. Castro, M., C. O. Gardner, and J. H. Lonquist. 1968. Cumulative gene effects and the nature of heterosis in maize crosses involving genetically divergent races. *Crop Sci.* 8：97-101.
10. Charcosset, A., M. Lefort-Buson, and A. Gallais. 1990. Use of topcross designs for predicting performance of maize single cross hybrids. *Maydica* 35：23-27.
11. Eberhart, S. A. 1971. Regional maize diallels with U. S. and semiexotic varieties. *Crop Sci.* 11：911-914.
12. Gardner, C. O., and S. A. Eberhart. 1966. Analysis and interpartation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics* 22：439-452.
13. Gardner, C. O., and E. Paterniani. 1967. A genetic model used to evaluate the breeding potential of open pollinated varieties of corn. *Cienc. Cult.* 19：95-101.

14. Genter, C. F., and S. A. Eberhart. 1974. Performance of original and advanced maize populations and their diallel crosses. *Crop Sci.* 14 : 881-885.
15. Griffing, B., and E. Zsiros. 1971. Heterosis associated with genotype-environment interaction. *Genetics.* 68 : 443-455.
16. Hallauer, A. R. 1972. Third phase in yield evaluation of synthetic varieties of maize. *Crop Sci.* 12 : 16-18.
17. Hallauer, A. R. 1990. Methods used in developing maize inbreds. *Maydica* 35 : 1-16.
18. Hallauer, A. R., and S. A. Eberhart. 1966. Evaluation of synthetic varieties of maize for yield. *Crop Sci.* 6 : 423-427.
19. Hallauer, A. R., and E. Lopez-Perez. 1979. Comparisons among testers for evaluating lines of corn. *Proc. Corn Sorghum Industry Res. Conf.* 34 : 57-75.
20. Hallauer, A. R., and J. H. Sears. 1968. Second phase in the evaluation of synthetic varieties of maize for yield. *Crop Sci.* 8 : 488-451.
21. Hayes, H. K., and P. J. Olsen. 1919. First generation crosses between standard Minnesota corn varieties. *Minn. Agric. Exp. Sta. Bull.* 123 : 5-22.
22. Jenkins, M. T., and A. M. Brunson. 1932. Methods of testing inbred lines of maize in crossbred combinations. *J. Am. Soc. Agron* 24 : 523-503.
23. Jensen, S. D., W. E. Kuhn, and R. L. McConnell. 1983. Combining ability studies in elite U. S. maize germplasm. *Proc. Corn Sorghum Industry Res. Conf.* 38 : 87-96.
24. Kauffman, K. O., C. W. Crum, and M.F. Lindsey. 1982. Exotic germplasm in a corn breeding program. III. *Corn Breeders' School* 18 : 6-39.
25. Kempthorne, O. 1957. *An Introduction to Genetic Statistic.* John Wiley and Sons, Inc. New York.
26. McIntosh, M. S. 1983. Analysis of combined experiments. *Agron. J.* 75 : 153-155.
27. Paterniani, E., and J. H. Lonquist. 1963. Heterosis in interracial crosses of corn (*Zea mays* L.) *Crop Sci.* 3 : 504-507.
28. Rawlings, J. O., and D.L. Thompson. 1962. Performance level as criterion for choice of maize testers. *Crop Sci.* 2 : 217-220.
29. Richey, F D. 1922. The experimental basis for the parent status of corn breeding. *J. Am. Soc. Agron.* 14 : 1-17.
30. Richey, F. D. 1945. Isolating better foundation inbreds for use in corn hybrids. *Genetics* 30 : 455-471.
31. Russell, W. A., and A. H. Teich. 1967. Selection in *Zea mays* L. by inbred line appearance and testcross performance in low and high plant densities. *Iowa Agric. HomeEcon. Exp. Stn. Bull.* 522.
32. Shull, G. H. 1909. A pure-Line method in corn breeding. *Am. Breeds Assoc. Rep.* 5 : 581-584.
33. Tsotsis, B. 1972. Objectives of industry breeders to make efficient and significant advances in the future. *Proc. Annu. Corn Sorghum Industry Res. Conf.* 27 : 93-107.
34. 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.
35. Vasal, S. K., G. Srinivasan, S. Pandery, H. S. Cordova, G. C. Han, and F. Gonzalez, C. 1992d. Heterotic patterns of ninety-two white tropical CIMMYT maize lines. *Maydica.* 37 : 259-270.
36. Walters, S. P., W. A. Russell, and K. R. Lamkey. 1991. Performance and genetic variance among S<sub>1</sub> lines and testcrosses of Iowa Stiff Stalk Synthetic maize. *Crop Sci.* 31 : 76-80.



# Identification of Heterotic Patterns with Inbred Line Testers in Maize<sup>1</sup>

Chang-Lee Ho and Hung-Shung Lu<sup>2</sup>

## Summary

The identification of inbred lines which are heterotic to each other is very important in maize breeding program. The choice of tester for an adequate testing always has been a concern. Sixty-three yellow inbred lines at S<sub>5</sub>-S<sub>6</sub> levels of inbreeding derived from seven populations (Antigua syn., Pioneer syn., Suwan-1 (S) C<sub>8</sub>, RBS10 C<sub>3</sub>, RSSSC C<sub>4</sub>, Amarillo Dentado and Amarillo Bajio) were crossed to two inbred line testers (TA2808-176 and TA3651-377). The 126 Line×Tester combinations were tested in spring crop season of 1994 for ear height, plant height, days to 50% silking and grain yield. General combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) estimates were calculated using Line×Tester analysis. The heterotic patterns of sixty-three inbred lines were characterized and thirty of which were grouped for two opposite base population and for further hybrid development work.

Key words : *Zea mays* L., Inbred line tester, Heterotic pattern, Flint, Dent.

---

1. Contribution. No. 1796 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, Assistant Agronomist and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.