中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）45(2)：137～146（1996）

不同檢定親及族群對玉米籽粒與青割產量性狀間關係之影響[1]

盧煌勝　何千里　謝光照[2]

摘要：本研究使用五個不同之玉米族群爲試驗材料，藉臺農1號父母本 TA3651-377及TA2808-176兩個自交系爲檢定親，分別與每一族群之20個 S_4 系統雜交，產生200個測交種（計分10群）。調查籽粒及青割產量性狀，估算外表型相關，比較不同檢定親及族群對性狀間關係之影響，並評估族群作爲籽粒或青割育種材料之潛力。試驗結果顯示：開花期、吐絲期、株高、穗位高與青割產量性狀（莖葉乾物產量、整株乾物產量、乾物率、果穗百分比及 TDN）之相關程度，隨檢定親或族群之不同而異；而籽粒產量與莖葉乾物產量、整株乾物產量間之顯著正相關關係，則相當穩定，籽粒產量應可作爲選拔高產青割玉米的一項重要參考指標。若考慮將五個族群納入育種計畫，其中 Thai Comp. No.3 (S)C_5(M)C_1較適合作籽粒用途，Maize Pathological Population No.2及 Amarillo Dentado DMR BC_3 F_5 (S)C_1 較適合作青割用途；而 KU C_1(ME)C_3(S)C_1 則可兼作籽粒及青割之用。

關鍵詞：玉米、自交系檢定親、族群、測交種、籽粒產量、青割產量、外表型相關係數。

玉米爲最重要的糧食及飼料作物之一。作爲飼料用途的玉米，又可依利用部位的不同，分成籽粒用及青割用。籽粒用玉米，多在生理成熟階段，收穫果穗；青割用玉米，則多在植株含水率達60～70%之間，或籽粒爲乳熟階段，整株刈割收穫。一般而言，籽粒產量高之雜交玉米作爲青割用途，其表現應該不致太差。早期之北美地區，青割玉米占整個玉米產業的比重甚低，當時多數育種家認爲，籽粒產量高的雜交玉米即適合當作青割玉米，因此，多僅專注於籽粒產量爲主之育種工作，而不另外從事青割玉米之育種計畫。隨後，青割玉米漸受重視，推廣面積也急速擴大，研究者發現部分品種之籽粒產量與整株乾物產量的關係不見得甚爲密切；而且，青割產量高的品種與籽粒產量高的品種間，許多性狀也顯然不同。當時認爲高株、粗桿、大葉都與高乾物產量似乎有關，而整株乾物率至少在28～30%以上，則是早熟性品系很重要的選拔標準[3,11]。

玉米籽粒作爲飼料很容易被動物所消化，而其占整株乾物產量之比率也相當高，因此，籽粒產量與總營養消化率之間，似乎理所當然的應有較密切的相關。唯多位學者的研究報告均指出，籽粒產量與總消化率之相關係數，都略小於籽粒產量與整株乾物產量之相關係數[4,9]。果穗包括籽粒及穗軸，爲整株乾物產量的一部分，有關果穗百分比或籽粒百分比與總營養消化率的相關性，已有許多報告，Deinum and Bakker[5]發現總營養消化率與果穗百分比間之關係並不密切。Roth *et al.*[14]更指出，育種過程中，以果穗與莖葉之比值作爲選拔標準，可能無法獲致總營養消化率高之單株。Allen *et al.*[4]利用32個雜交種玉米作研究，發現籽粒產量與總營養消化率的相關係數頗高（r=0.80），唯其

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1844 號。
2. 依序爲本所農藝系研究員、助理研究員及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料中，包含許多籽粒產量頗爲懸殊的雜交種，其對高產雜交種與低產雜交種並未分開處理，或作個別之分析比較。

引進外來族群（exotic population）以增進遺傳歧異性（genetic diversity），對玉米育種工作有相當大的助益，只是族群種類繁多，外來族群的適應性往往有問題，通常在正式納入育種計畫之前，都必須仔細評估[15]。選拔過程中，可能促使族群之一個或多個目標性狀發生改變，同時也可能造成其他相關性狀產生變化，性狀間的相關情形可能隨族群或檢定親之改變而不同[12,18,19]。本研究使用國外引進之五個玉米族群，藉臺農1號之父母本爲檢定親，與五個族群之 S_4 系統雜交，研究之目的乃在：(1)探討籽粒與青割產量性狀間之相互關係；(2)比較不同檢定親對此種相互關係之影響；(3)比較不同族群間此種相互關係之差異；(4)評估此五個族群作爲育種材料以發展雜交玉米（籽粒或青割）之潛力。

材料與方法

本試驗使用 Maize Pathological Population No.2、KU C_1(ME)C_3(S)C_1、Amarillo Dentado DMR BC_3 F_5(S)C_1、Thai Comp. No.3 (S)C_5(M)C_1 及 Caripeno DMR(S)C_5 等五個族群爲材料，分別以代號 MP、KU、AD、TC、CD 表示。五個族群係於1984年2月間自泰國 Kasessart 大學引進，均具抗露菌病基因。1991年秋作，利用臺農1號之父母本 TA3651-377及TA2808-176爲檢定親，分別與此五個族群之 S_4系統進行雜交。每一族群產生40個測交種（其中20個爲 S_4×TA3651-377，20個爲 S_4×TA2808-176），合計200個。1992年秋作，進行青割及籽粒產量比較試驗，試驗採順序排列，雙行區，二重複，行長5 m，行株距70×25cm，公頃株數57,143株。肥料用量 N：P_2O_5：K_2O=200：90：60kg/ha；基肥包括 N 半量，P_2O_5 及 K_2O 全量；植株生長至齊膝期，施 N 半量爲追肥。其他田間管理，按一般玉米栽培法進行。生育階段調查開花期、吐絲期、株高、穗位高；吐絲期後45天進行青割取樣（小區之前半行），籽粒達生理成熟階段收穫果穗（小區之後半行）。調查性狀及方法如下：

1. 開花期（days to flower）：由播種日起至小區中50%植株達雄穗始花所需的日數。
2. 吐絲期（days to silk）：由播種日起至小區中50%植株雌穗開始吐絲所需的日數。
3. 株高（plant height）：爲每小區逢機選取10株，由地表至雄穗主軸頂端的平均高度，cm 表示。
4. 穗位高（ear height）：爲每小區逢機選取10株，由地表至第一雌穗基部的平均高度，cm 表示。
5. 整株乾物產量（whole-plant yield）：於青割取樣時期，每小區取樣10株，從地表面割起，稱其鮮重，然後置於70°C烘乾機中烘七天，稱其乾重，再換算每公頃之重量，以 t 表示。
6. 整株乾物率（whole-plant dry matter content, DM content）：上述整株乾物產量樣品中，（乾重／鮮重）×100之值。
7. 果穗百分比（ear percentage, % Ear）：小區樣品中之（果穗乾重／整株乾重）×100。
8. 莖葉乾物產量（stover yield）：上述整株乾物產量樣品中，剔除果穗乾重所餘之重量。
9. 總營養消化率（total digestable nutrient percentage, TDN）：青割玉米 TDN 測定法比照日本 Pioneer 種子公司推廣手册使用方法（Japan Pioneer Hybrid Co. Ltd. 1986）進行估算，其法於植株收割時全株烘乾，以下列公式求得：

$$\text{TDN }\% = \frac{[(\text{莖葉乾重}\times 0.582)+(\text{果穗乾重}\times 0.85)]}{\text{莖葉乾重}+\text{果穗乾重}}\times 100$$

10. 籽粒產量（grain yield）：於生理成熟期，每小區逢機收取10株之果穗，烘乾脫粒後稱其籽粒重，再換算爲公頃重量，以 t 表示之。

以上資料，依族群及檢定親別，估算平均值及差異顯著性，並比較族群間籽粒及青割產量性狀之

相互關係。

結果與討論

五個族群 S_4 測交種之十個性狀的平均值列如表1及表2。表1爲檢定親 TA3651-377的部分，開花期及吐絲期均以族群 CA 最晚，而 TC 最早。株高最高的爲 TC，以 CA 最矮。穗位高以 MP 最高，以 CA 最矮。公頃籽粒產量介於4.75t (AD) ～5.42t (TC) 之間。莖葉乾物產量介於6.46t (TC) ～8.19t (MP) 。整株乾物產量介於11.4t (AD) ～13.0t (MP) 。族群間之整株乾物率介於28.6～30.6%，除 AD 稍低外，其餘差異不大。果穗百分比以 TC 之43.7%最多，最少的爲 MP 之37.3%。TC 之 TDN 達69.6%，而 MP 僅爲68.4%。

Table 1. Mean values of agronomic traits for five populations of TA3651-377 maize testcrosses.

Population	Days to flower	Days to silk	Plant height	Ear height	Grain yield	Stover yield	Whole-plant			
							Yield	DM content	Ear	TDN
	(day)	(day)	(cm)	(cm)	(t/ha)	(t/ha)	(t/ha)	(%)	(%)	(%)
MP	51.0	52.7	233.1	121.3	5.17	8.19	13.0	30.6	37.3	68.4
KU	51.2	52.6	229.4	112.9	5.00	7.45	12.1	29.5	39.0	69.0
AD	51.3	53.2	232.1	115.0	4.75	6.98	11.4	28.6	39.1	68.9
TC	50.3	51.8	236.5	117.1	5.42	6.46	11.5	29.9	43.7	69.6
CA	51.8	53.6	220.4	103.0	5.15	7.41	12.2	30.2	40.0	69.4
LSD(0.05)	0.5	0.6	4.5	3.2	0.27	0.53	0.5	1.4	2.4	0.5

在檢定親爲 TA2808-176之結果如表2，每一性狀之各群族間的排名順序，與在檢定親爲 TA3651-377者不盡相同。開花期及吐絲期均以 AD 最晚，而以 KU 及 MP 最早。株高及穗位高最矮的爲 MP；其中 AD、TC 及 CA 三個族群之株高無顯著差異；而穗位高以 AD 最高。公頃籽粒產量介於5.38t (CA) ～5.81t (KU) 。莖葉乾物產量及整株乾物產量均以 KU 最高，而以 TC 最低。乾物率介於29.8% (MP) ～31.2% (TC) 。TC 果穗百分比最高 (42.7%) ，但 TDN 最低 (69.0%) 。

Table 2. Mean values of agronomic traits for five populations of TA2808-176 maize testcrosses.

Population	Days to flower	Days to silk	Plant height	Ear height	Grain yield	Stover yield	Whole-plant			
							Yield	DM content	Ear	TDN
	(day)	(day)	(cm)	(cm)	(t/ha)	(t/ha)	(t/ha)	(%)	(%)	(%)
MP	50.7	49.5	234.4	111.5	5.78	7.93	13.3	29.8	41.4	69.9
KU	50.6	49.6	234.4	115.6	5.81	8.00	13.4	30.9	42.3	70.7
AD	52.5	50.9	242.5	126.9	5.57	7.92	13.1	30.5	40.8	69.8
TC	51.3	50.4	243.8	115.4	5.69	6.81	12.1	31.2	42.7	69.0
CA	51.4	50.5	242.0	115.0	5.38	7.60	12.6	30.6	40.8	69.8
LSD(0.05)	0.4	0.3	3.0	1.7	0.22	0.48	0.4	0.5	1.6	0.2

一般而言，生產籽粒爲主之雜交品種與作爲青割用途之雜交品種，外觀上並無很大的區別[11]。但在產量目標上，飼料玉米僅求籽粒產量之表現，而青割玉米則要求整株各部位 (stover and ear) 之綜合性狀間的平衡，此爲最大之不同點[2]。玉米植株各部位所佔的乾物比重，隨生長階段的不同而

有明顯的變化。在適當收穫期，青割玉米乾物重（以 Circe 品種爲例）構成之比例爲：雄穗、籽粒、穗軸、苞葉及穗柄、莖及葉各占整株之1.3、43.5、10.1、11.8及33.3%；換算爲乾物率，籽粒及整株分別爲43.1及29.3%[6]。青割玉米之整株乾物率隨收穫時期之早晚而有極大的變化，品種間的差異也相當的明顯，早熟型之玉米品種，當整株乾物率達28～30%時應該是最適當的收穫期[16]。本試驗中，五個族群在兩個檢定親之資料，均與此範圍相近。

臺農1號爲最近十年來臺灣種植面積最廣的飼料玉米品種，其親本自交系 TA3651-377及TA2808-176所具有之雜種優勢模式，硬粒種×馬齒種，或熱帶型×溫帶型，具有一定程度的潛力及適應性[1]。因此，本試驗中所使用之五個族群，經與 TA3651-377及 TA2808-176雜交產生之測交種，其表現也可視爲一種雜種優勢模式的測試，結果也可作爲族群特性之分群資料。就籽粒產量而言，五個族群當中，TC 最適合分離自交系與 TA3651-377系列之自交系組合成高產單交種；反之，族群 KU 最適合分離自交系與 TA2808-176系列之自交系組合成高產單交種。另外在考量青割產量方面，就整株乾物產量而言，族群 MP 同時適合與 TA3651-377及 TA2808-176系列之自交系組合；而 KU 及 AD 僅適合與 TA2808-176系列之自交系組合。綜合上述結果，五個族群之乾物率及 TDN 均在一般標準範圍內，若考量將其納入育種計畫時，TC 可爲籽粒產量爲主，MP 及 AD 可爲青割產量爲主，而 KU 則可兼作籽粒及青割用途之育種材料。

一個族群在經歷選拔之後，目標性狀改變，其他相關性狀也可能隨之改變[12]，當檢定親不同，各族群測交種之性狀間的相關性也可能不同[18,19]。玉米各性狀間的相關係數，亦或因試驗材料不同，或因試驗環境不同，研究者的報告頗多分歧。Wolf *et al.*[18,19]發現，在 FR23測交種中，籽粒產量與莖葉乾物產量、整株乾物產量分別爲0.53及0.65；在 LH74之測交種中，此相關係數略有變動，爲0.46及0.54。莖葉乾物產量與整株乾物產量之相關係數，在 FR23測交種及 LH74測交種中分別高達0.89及0.85，也因此認爲莖葉乾物產量爲影響青割玉米整株乾物產量最重要的因子。另外，株高與吐絲期爲正相關；株高及吐絲期分別與籽粒產量、莖葉乾物產量、整株乾物產量、含水率爲顯著正相關；籽粒產量與莖葉產量、整株乾物產量、含水率爲正相關；莖葉乾物產量與整株乾物產量、含水率爲正相關，與果穗百分比爲負相關；整株乾物產量與含水率爲正相關；果穗百分比與含水率、莖葉乾物產量、吐絲期爲負相關。Vattikonda and Hunter[17]報告指出，乾物率與 TDN 之間並無顯著相關，而株高與整株乾物產量的關連性也不大。Geiger *et al.*[10]得到的資料顯示，乾物產量與乾物率間呈顯著負相關；株高與籽粒產量、莖葉產量、整株乾物產量及整株乾物率相關係數分別爲－0.15、0.66、0.67、－0.49；整株乾物率與籽粒產量、莖葉產量、整株乾物產量之相關係數分別爲0.46、－0.76及－0.54。Allen *et al*[4]試驗所得之相關係數，乾物產量與籽粒產量爲0.51；籽粒百分比與籽粒產量及乾物產量爲0.49及－0.48。謝等[3]在秋作試驗之三個不同成熟期之青割玉米品系，其整株乾物產量、乾物率、果穗百分比及 TDN 四個性狀之間互爲顯著正相關。Dhillon *et al.*[7,8]估算吐絲期與整株乾物產量及莖葉乾物產量爲極顯著正相關（0.42～0.55）；整株乾物產量與果穗及莖葉乾物產量均爲極顯著正相關（0.91）；果穗及莖葉乾物產量間爲極顯著相關（0.66）。何等[2]發現，株高及穗位高均與青割產量呈顯著正相關，而認爲此兩個性狀可爲選拔高產青割玉米之參考指標。

本試驗中，五個族群合併分析結果，性狀間的關連性，在檢定親爲 TA3651-377與 TA2808-176之二組資料，並不呈類似趨勢（表3）。在二組資料中，同屬顯著正相關的性狀包括：開花期與吐絲期、整株乾物產量；株高與穗位高、乾物率；穗位高與籽粒產量、莖葉乾物產量、整株乾物產量；籽粒產量與莖葉乾物產量、整株乾物產量、乾物率、果穗百分比、TDN；莖葉乾物產量與整株乾物產量；果穗百分比與 TDN。二組資料中，同屬顯著負相關的性狀包括：開花期與果穗百分比、TDN；吐絲期與果穗百分比、TDN。其餘性狀間之相關性，在二組資料中，或正負相反，或一爲顯著另一未達顯著。

Table 3. Phenotypic correlation coefficients (n=100) among agronomic traits for TA3651-377 testcrosses (above diagonal) and TA2808-176 testcrosses (below diagonal).

	Days to flower	Days to silk	Plant height	Ear height	Grain yield	Stover yield	Whole-plant			
							Yield	DM content	% Ear	TDN
Days to flower		0.83**	0.28**	0.18	0.07	0.47**	0.45**	0.30**	-0.37**	-0.28**
Days to silk	0.86**		0.33**	0.20*	-0.14	0.49**	0.41**	0.19	-0.56**	-0.47**
Plant height	0.01	0.03		0.78**	0.21*	0.42**	0.44**	0.20*	-0.26**	-0.20*
Ear height	0.29**	0.13	0.44**		0.20*	0.37**	0.40**	0.29**	-0.21*	-0.18
Grain yield	-0.38**	-0.35**	0.16	0.32**		0.22*	0.52**	0.24*	0.49**	0.45**
Stover yield	0.01	0.05	-0.05	-0.30**	0.52**		0.94**	0.44**	-0.72**	-0.55**
Whole-plant										
Yield	-0.23*	-0.19	-0.08	0.37**	0.89**	0.85**		0.47**	-0.47**	-0.35**
DM content	0.01	0.18	0.21*	0.04	0.30**	-0.07	0.14		-0.24*	-0.05
% Ear	-0.46**	-0.47**	0.22*	0.18	0.81**	-0.08	0.47**	0.38**		0.82**
TDN	-0.46**	-0.45**	0.09	0.01	0.71**	-0.16	0.36**	0.42**	0.94**	

*, ** significant at 5% and 1% level of probability, respectively.

分別計算每一族群在兩個不同檢定親組合之測交種，其一般生育特性之單一性狀與青割產量性狀（莖葉乾物產量、整株乾物產量、乾物率、果穗百分比、TDN）間之相關係數，以比較五個族群及兩個檢定親之差異。開花期與青割產量性狀之相關列如表 4，在檢定親爲TA3651-377的情況下，KU、AD 及 CA 頗爲類似，即開花期與莖葉乾物產量、整株乾物產量、乾物率爲正相關；與果穗百分比爲負相關；與 TDN 則相關不顯著；另外，MP 及 TC（除 MP 之開花期與乾物率爲顯著正相關外）亦相近，幾乎全部沒有顯著的直線相關。在檢定親爲 TA2808-176的情況下，性狀的相關，在五個族群當中，並無出現任何二個族群是類似的；比較不同檢定親下同一族群此種性狀之相關，也沒有發現有任何一個族群，在二個檢定親之下，其相關關係完全相同。吐絲期與青割產量性狀之相關如表 5，其趨勢和開花期與青割產量性狀之相關類似；在檢定親爲 TA3651-377之情形下，KU、AD 及 CA 相近，在檢定親爲 TA2808-176之情形下，五個族群無一相仿；不同檢定親下比較同一族群，其相關性亦無相同者。

Table 4. Phenotypic correlation coefficients (n=20) between days to flower and forage traits for TA3651-377 and TA2808-176 testcrosses of five populations.

	TA3651-377					TA2808-176				
	MP	KU	AD	TC	CA	MP	KU	AD	TC	CA
Stover yield	0.16	0.57**	0.78**	0.26	0.65**	0.26	0.46*	-0.88**	0.08	0.34
Whole-plant										
Yield	0.25	0.55*	0.76**	0.17	0.63**	0.01	0.40	-0.94**	-0.43	-0.07
DM content	0.46*	0.51*	0.59**	0.20	0.56**	0.33	-0.78**	-0.91**	-0.01	0.45*
% Ear	0.09	-0.45*	-0.47*	-0.32	-0.52*	-0.41	-0.44*	-0.64**	-0.62**	-0.53*
TDN	0.01	-0.39	-0.29	-0.11	-0.43	-0.35	-0.45*	-0.61**	0.66**	-0.61**

*, ** significant at 5% and 1% level of probability, respectively.

Table 5. Phenotypic correlation coefficients (n=20) between days to silk and forage traits for TA3651-377 and TA2808-176 testcrosses of five populations.

	TA3651-377					TA2808-176				
	MP	KU	AD	TC	CA	MP	KU	AD	TC	CA
Stover yield	0.07	0.60**	0.65**	0.45*	0.74**	0.12	0.44*	0.90**	0.03	0.41
Whole-plant										
Yield	0.07	0.54*	0.57**	0.26	0.66**	-0.09	0.61**	-0.74**	-0.70**	0.08
DM content	0.28	0.42	0.41	0.03	0.48*	0.46*	-0.56**	-0.61**	0.41	0.38
% Ear	-0.21	-0.55*	-0.59**	-0.63**	-0.77**	-0.38	0.08	-0.07	-0.89**	-0.63**
TDN	-0.25	-0.44*	-0.50*	0.41	-0.72**	-0.27	0.08	-0.04	-0.94**	-0.70**

*, ** significant at 5% and 1% level of probability, respectively.

株高與青割產量性狀之相關如表 6，在檢定親爲 TA3651-377的情況下，MP 及 KU 全部不具顯著的直線相關；AD、TC 及 CA 則在株高與莖葉乾物產量、整株乾物產量爲顯著正相關；在檢定親爲 TA2808-176的情況下，各個族群性狀間之相關趨勢均不相同；同樣也沒有一個族群在不同檢定親下的此種相關性是相似的。穗位高與青割產量性狀的相關如表 7，在檢定親爲 TA3651-377的情況下，MP 及 KU 相近，均不呈顯著相關；TC 及 CA 相近，均在穗位高與莖葉乾物產量及整株乾物產量達顯著正相關。在檢定親爲 TA2808-176的情況下，五個族群間無類似之相關趨勢。檢定親不同，確實造成同一族群性狀間之關係迥異。

Table 6. Phenotypic correlation coefficients (n=20) between plant height and forage traits for TA3651-377 and TA2808-176 testcrosses of five populations.

	TA3651-377					TA2808-176				
	MP	KU	AD	TC	CA	MP	KU	AD	TC	CA
Stover yield	0.31	0.38	0.74**	0.50*	0.78*	0.61**	0.10	-0.17	-0.31	-0.33
Whole-plant										
Yield	0.21	0.39	0.70**	0.46*	0.80**	0.74**	-0.19	0.14	-0.53*	0.04
DM content	-0.20	0.21	0.39	0.26	0.34	-0.40	-0.08	0.33	0.56**	0.46*
% Ear	-0.31	-0.25	-0.52*	-0.30	-0.52*	0.48*	-0.71**	0.79**	-0.23	0.28
TDN	-0.22	-0.20	-0.52*	-0.21	-0.43	0.12	-0.71**	0.81**	-0.33	0.23

*, ** significant at 5% and 1% level of probability, respectively.

Table 7. Phenotypic correlation coefficients (n=20) between ear height and forage traits for TA3651-377 and TA2808-176 testcrosses of five populations.

	TA3651-377					TA2808-176				
	MP	KU	AD	TC	CA	MP	KU	AD	TC	CA
Stover yield	0.29	0.22	0.71**	0.58**	0.44*	0.76**	-0.24	0.48*	-0.37	0.36
Whole-plant										
Yield	0.23	0.23	0.68**	0.59**	0.45*	0.92**	-0.52*	0.34	-0.74**	0.83**
DM content	-0.17	0.31	0.35	0.42	0.36	-0.09	-0.06	0.20	-0.28	0.82**
% Ear	-0.21	-0.12	-0.50*	-0.21	-0.32	0.59**	-0.50*	-0.18	-0.42	0.89**
TDN	-0.17	-0.16	-0.50*	-0.05	-0.32	0.15	-0.51*	-0.22	-0.50*	0.84**

*, ** significant at 5% and 1% level of probability, respectively.

籽粒產量與莖葉乾物產量及整株乾物產量間，均爲顯著正相關（TC 之籽粒產量與莖葉乾物產量相關未達顯著除外），不因檢定親或族群之不同而有差異。籽粒產量與青割產量性狀之相關，在檢定親爲 TA3651-377的情況下，MP、KU、AD 及 CA 四個族群的趨勢類似；在檢定親爲 TA2808-176的情況下，AD 與 AC 類似。比較同一族群在不同檢定親下之表現，在五個族群中，惟族群 KU 之性狀間相關在二個檢定親顯示類似的趨勢（表 8）。

Table 8. Phenotypic correlation coefficients (n=20) between grain yield and forage traits for TA3651-377 and TA 2808-176 testcrosses of five populations.

	TA3651-377					TA2808-176				
	MP	KU	AD	TC	CA	MP	KU	AD	TC	CA
Stover yield	0.78**	0.65**	0.54*	0.29	0.56**	0.59**	0.56**	0.83**	0.10	0.50*
Whole-plant										
Yield	0.84**	0.76**	0.72**	0.64**	0.73**	0.92**	0.78**	0.97**	0.80**	0.93**
DM content	0.19	0.01	0.33	0.29	0.28	0.02	-0.38	1.00**	-0.44*	0.71**
% Ear	-0.36	-0.27	0.29	0.64**	0.07	0.85**	0.19	0.85**	0.84**	0.91**
TDN	-0.36	-0.33	0.39	0.67**	0.22	0.48*	0.20	0.83**	0.90**	0.88**

*, ** significant at 5% and 1% level of probability, respectively.

臺灣栽培之玉米，過去均以籽粒用之飼料玉米爲主，今後爲因應加入世界貿易組織，農業生產方向將作大幅度調整，因此，青割玉米或將比飼料玉米較具發展性。臺灣乳牛飼養向以狼尾草及盤固拉草等爲最重要的芻料來源，夏季裡這類熱帶型牧草生長旺盛，芻料供應不虞匱乏；入冬後天氣轉涼，牧草生長遲緩，芻料供應常感不足，在這種情況之下，牛隻往往被迫改換其他芻料，致有適應不良及泌乳量銳減之現象發生。青割玉米是一種嗜口性（palatability）佳且營養價值頗高的芻料，有芻料之王（king of forages）之稱，其用來餵飼乳牛，更可提高泌乳量及乳脂率。青割玉米自播種至收穫可完全機械化操作，在降低生產成本及解決農村勞力不足問題上，均較其他作物有利。推廣青割玉米，除可配合政府水旱田輪作制度計畫之推展外，同時也可促進臺灣乳牛、肉牛事業的發展。

種原之引進、評估與利用是青割玉米育種工作上不可或缺的一環，Dhillon *et al.*[7,8]及 Wolf *et al.*[18,19]的報告都指出，青割玉米之產量與品質性狀的變異相當大，因此，可作爲育種選拔的空間也就相當廣。至於青割玉米之產量與品質改良的研究，Zimmer and Wermke[20]在其試驗中發現，青割玉米的乾物產量、乾物率及果穗百分比三個性狀之廣義遺傳率均相當高（0.91～0.93）。Geiger *et al.*[10]也發現整株乾物產量、莖葉乾物產量、籽粒產量及乾物率之遺傳率分別爲0.85、0.91、0.61、及0.86，因此，認爲這些性狀之選拔，其改進效率應該不差。育種上，直接選拔往往比間接選拔有效，多數研究者也主張，青割玉米育種應針對青割產量性狀作直接選拔。Hunter[11]進行籽粒產量、整株乾物重、整株可消化乾物重、高消化率、低消化率等單一性狀之 S_1 輪迴選拔，並比較這些性狀對青割產量之提昇效果，發現以整株乾物產量或整株可消化乾物產量爲選拔對象，其成效較爲顯著。然而，依據 Allen *et al.*[4] Vattikonda and Hunter[17]、Wolf *et al.*[18,19]及本研究所得到之結果，籽粒產量與莖葉乾物產量、整株乾物產量性狀間爲顯著正相關，此亦顯示，將籽粒產量作爲選拔上的一項參考指標，對青割玉米產量的提昇，仍具有正面的意義。

本研究中所使用之二個檢定親均屬籽粒產量爲主之自交系，其測定結果，或無法呈現族群測交種在青割產量方面的全貌。唯試驗進行之初，臺灣並無任何青割玉米品種的育成，而臺農 1 號爲推廣面積最廣的品種，其親本自交系在臺灣的適應性及雜種優勢模式已具代表性，因此，最後仍決定選擇臺農 1 號之親本 TA3651-377及 TA2808-176爲檢定親。根據本研究調查各性狀之資料，族群 Thai

Comp. No.3 (S)C_5(M)C_1 可專作籽粒用途，族群 Maize Pathological Population No.2及 Amarillo Dentado 可專作青割用途，而 KU C_1(ME)C_3(S)C_1 則可兼作籽粒及青割玉米之育種材料。就本試驗材料而言，雖然開花期、吐絲期、株高及穗位高等四個性狀與青割產量性狀（莖葉乾物產量、整株乾物產量、乾物率、果穗百分比及 TDN）間之相關程度隨檢定親或族群之不同而有所改變；然而，籽粒產量與莖葉乾物產量及整株乾物產量的顯著正相關，無論在五個族群合併的資料或任一族群、任一檢定親均呈類似的趨勢，籽粒產量應可作爲選拔高產青割玉米的一項重要參考指標。

引用文獻

1. 何千里、盧煌勝。1995。利用自交系檢定親鑑別玉米雜種優勢模式。中華農藝 44：242—250。
2. 何千里、謝光照、盧煌勝。1994。玉米莖葉性狀與青割產量之全互交分析。中華農業研究 43：17—28。
3. 謝光照、盧煌勝、劉孔生、何千里、呂宗佳。1989。期作對青割玉米生長與收穫適期之影響。中華農業研究 38：291—305。
4. Allen, M. S., K. A.'ONeil, D. G. Main, and J. Beck. 1991. Relationship among yield and quality traits of corn hybrid for silage. J. Dairy Sci. 74：(suppl. 1) 221.
5. Deinum, B., and J. J. Bakker. 1981. Genetic difference in digestibility of forage maize hybrids. Neth. J. Agric. Sci. 29：92—98.
6. Deinum, B., and P. C. Struik. 1986. Improving the nutritive value of forage maize. pp. 77—90. In：Dolstra O. and P. Miedema (eds.) . Proc. 13th Congress of the Maize and Sorghum Section of EUCARPIA, 9—12 Sept. 1985, Wageningen, the Netherlands.
7. Dhillon, B. S., Chr. Paul, E. Zimmer, P. A. Gurrah, D. Klein, and W. G. Pollmer. 1990a. Variation and covariation in stover digestibility traits in diallel crosses of maize. Crop Sci. 30：931—936.
8. Dhillon, B. S., P. A. Gurrath, E. Zimmer, M. Wermke, W. G. Pollmer, D. Klein. 1990b. Analysis of diallel crosses of maize for variation and covariation in agronomic traits at silage and grain harvests. Maydica 35：297—302.
9. Fairey, N. A. 1980. Hybrid maturity and the relative importance of grain and stover for the assessment of the forage potential of mzize genotypes grown in marginal and non-marginal environments. Can. J. Plant Sci. 60：539—545.
10. Geiger, H. H., A. E. Melchinger and G. A. Schmidt. 1986. Analysis of factorial crosses between flint and dent maize inbred lines for forage performance and quality traits. pp. 147—154. In：Dolstra O. and P. Miedema (eds.) . Proc. 13th Congress of the Maize and Sorghum Section of EUCARPIA, 9—12 Sept. 1985, Wageningen, the Netherlands.
11. Hunter, R. B. 1986. Selecting hybrids for silage maize production：a Canadian experience. pp. 140—146. In：Dolstra O. and P. Miedema (eds.) . Proc. 13th Congress of the Maize and Sorghum Section of EUCARPIA, 9—12 Sept. 1985, Wageningen, the Netherlands.
12. Martin, M. J., and W. A. Russell. 1984. Correlated responses of yield and other agronomic traits to recurrent selection for stalk quality in a maize synthetic. Crop Sci. 24：746—750.
13. Pinter, L. 1986. Ideal type of forage maize hybrid (*Zea mays* L.) pp. 123—130. In：Dolstra O. and P. Miedema (eds.) . Proc. 13th Congress of the Maize and Sorghum Section of EUCARPIA, 9—12 Sept. 1985, Wageningen, the Netherlands.
14. Roth, L. S., G. C. Marten, W. A. Compton, and D. D. Stuthman. 1970. Genetic variation for quality traits in maize (*Zea mays* L.) forage. Crop Sci. 10：365—367.
15. Stuber, C. W. 1986. Use of exotic sources of germplasm for maize improvement. pp. 19—31. In：Dolstra O. and P. Miedema. (eds.) . Proc. 13th Congress of the Maize and Sorghum Section of EUCARPIA, 9—12 Sept. 1985, Wageningen, the Netherlands.

16. te Velde, H. A. 1986. Maize for silage in the Netherlands. pp. 3—15. In : Dolstra O. and P. Miedemas (eds.) . Proc. 13th Congress of the Maize and Sorghum Section of EUCARPIA, 9—12 Sept. 1985, Wageningen, the Netherlands.

17. Vattikonda, M. R., and R. B. Hunter. 1983. Comparison of grain yield and whole-plant silage production of recommended corn hybrids. Can. J. Plant Sci. 63 : 601—609.

18. Wolf, D. P., J. G. Coors, K. A. Albrecht, D. J. Understander, and P. R. Carter. 1993a. Forage quality of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. Crop Sci. 33 : 1353—1359.

19. Wolf, D. P., J. G. Coors, K. A. Albrecht, D. J. Understander, and P. R. Carter. 1993b. Agronomic evaluations of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. Crop Sci. 33 : 1359—1365.

20. Zimmer, E., and M. Wermke. 1986. Improving the nutritive of maize. pp. 91—100. In : Dolstra O. and P. Miedema (eds.) . Proc. 13th Congress of the Maize and Sorghum Section of EUCARPIA, 9—12 Sept. 1985, Wageningen, the Netherlands.

Effects of Testers and Populations on the Relationship among Grain and Forage Yield Traits in Maize[1]

Hung-Shung Lu, Chang-Lee Ho and Guang-Jauh Shieh[2]

Summary

Five maize populations were used to determine the effects of inbred testers and populations on the relationship among grain and forage traits, and to evaluate their potential as breeding sources for grain and forage yield. Twenty S_4 families from each population were crossed to two inbred lines, TA3651—377 and TA2808—176 to form ten groups of testcrosses. The results of this study demonstrate that phenotypic correlation coefficients between agronomic traits (days to flower, days to silk, plant height, and ear height) and forage yield traits (stover yield, whole-plant yield, DM content, ear percentage, and TDN) varied along with different testers and populations. However, the relationships between grain yield and stover yield, also grain yield and whole-plant yield were consistently positive and significant. Grain yield could be manipulated to develop genotypes with high forage yield. Of the five populations tested, Thai Comp. No.3 (S)C_5(M)C_1 could be chosen for grain yield germplasm, whereas Maize Pathological Population No.2 and Amarillo Dentado DMR BC_3 F_5(S)C_1 could be chosen for forage yield germplasm. Population KU C_1(ME)C_3(S)C_1 was the most valuable population as a source for both grain yield and forage yield breeding program.

Key words : Maize, Inbred tester, Population, Testcrosses, Grain yield, Forage yield, Phenotypic correlation coefficient.

1. Contribution No. 1844 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Senior Agronomist, Assistant Agronomist, and Assistant Agronomist, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.