

超甜玉米品種間遺傳距離與產量之相關性¹

劉紹國² 謝光照^{3,4}

摘 要

劉紹國、謝光照。2012。超甜玉米品種間遺傳距離與產量之相關性。台灣農業研究 61:186–195。

為瞭解台灣現有栽培超甜玉米品種農藝性狀之變異，選取坊間曾栽培之品種 14 個為材料，調查之性狀包括開花期、吐絲期、株高、稈徑、穗位高、總葉數、葉面積、含苞葉果穗重、去苞葉果穗重、穗長。試驗之數據經變方分析結果，顯示在品種間葉面積呈顯著差異外，其他性狀均達極顯著差異。由平均值之比較，顯示 14 個品種可區分為 11 個溫帶型品種及 3 個熱帶型品種，不同型間之農藝性狀平均值之表現皆呈現熱帶型大於溫帶型。由外表性狀之歐氏距離 (Euclidean distance)，以非加權成對分群法 (UPGMA) 進行集群分析 (cluster analysis)，結果得到 14 個品種的集群樹狀圖，供試品種被劃分二個類群。第 1 類群包括 PH 10、華珍及 PH 5 等 3 品種，屬於熱帶型品種，其中華珍與 PH 5 成另一亞群；PH 10 自成一亞群；第 2 類群包括金蜜、新吉士 600、好滋味、Honey 236、興農 3 號、蜜珍 2 號、興農 2 號、興農 123、神農 135、興農 506 及 Venus，屬於溫帶型品種，其中新吉士 600、好滋味及興農 2 號自成一亞群，屬於極早熟品種群；Honey 236 與金蜜、興農 3 號、蜜珍 2 號、興農 123、神農 135、興農 506 及 Venus 成另一亞群，屬於早熟品種群。去苞葉鮮果穗重與歐氏距離間之相關係數 $r = 0.75$ 達極顯著正相關，表示利用有明顯差異外表形性狀之歐氏距離可初步推估品種間雜交種去苞葉鮮果穗重之表現，以作為玉米產量雜交育種上雜種優勢模式選擇之參考。

關鍵詞：超甜玉米、溫帶型、熱帶型、聚群分析。

前 言

雜種優勢是自然界的一種普遍現象，已成功的利用在玉米、水稻、小麥等作物和一些蔬菜育種。雜種優勢的利用首先需要篩選到強優勢的組合，常用的方法是進行大量的測交篩

選，這是一個十分繁重的工作，費時又費力，且效率不高，因此研究雜種優勢群和強優勢配對模式的構建近年來是育種家們的研究重點，對拓寬種質資源，克服雜交組合配對的盲目性及提高育種效率具有重大的意義。一般研究顯

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2674 號。接受日期：101 年 4 月 3 日。
2. 行政院農業委員會農糧署蔬菜花卉科技正。台灣 南投縣。
3. 本所作物組研究員。台灣 台中市。
4. 通訊作者，電子郵件：x486045@tari.gov.tw；傳真機：(04)23399544。

示親本間的親緣關係較遠，雜種表現強優勢的可能性較大。因此，田間操作前可以依據遺傳差異性，將親本分為不同的類群，群間具有較大的遺傳差異，能組配出優勢較大的雜交種，而群內遺傳差異較小，獲得較強優勢的組合的頻率相對較少。因此將親本材料先分群具有簡化及提高強優勢組合選配的潛在效率。

早期美國生產玉米雜交種所用的自交系均為原始分離系。此後針對原始自交系的缺點進行改良，故在改良的自交系比重連年上升，到1984年約占80%，但對雜交種的系譜追蹤發現，大部分來源於Reid和Lancaster兩大種質。這兩類種質雜交配對是優異的雜種優勢配對，群間組合具有較強的雜種優勢(Hallauer & Malithano 1976)。如今在飼料玉米育種上已廣泛應用並形成了一定的模式群，如美國玉米帶的Reid × Lancaster，熱帶地區的Tuxpeno × Cuban flint，歐洲的早熟硬粒種(flint)自交系 × 玉米帶馬齒種(dent)自交系，中國的國外系與國內系的雜種優勢模式(Teng *et al.* 2004)。遺傳差異是雜種優勢形成的基礎，因此將親本按遺傳差異分群就有可能配出強優勢的組合。目前已在玉米、小麥上有了一些研究，如根據系譜關係、形態形狀、DNA分子標記等幾種來評價親本間的遺傳差異(Pradhan *et al.* 1993)。

美國玉米帶的溫帶型種源之使用過於頻繁使其種源歧異度日趨狹窄(Goodman 1965, 1984; Gerrish 1983; Smith *et al.* 1985)，自1965年起，多位學者主張利用熱帶型種源來改良，包括純熱帶型馬齒種(Tuxpeno)、純熱帶型硬粒種(CF)、半硬粒種(CTF)及混合種(ETO)(Moll *et al.* 1965; Brown 1975; Hallauer 1978; Stuber 1978; Cohen & Galinat 1984; Albrecht & Dudley 1987; Crossa & Gardner 1987)。而中國大陸自1970年代至今亦利用Suwan、Tuxpenom及中國西南山區地方品種等熱帶型與溫帶型選系及典型溫帶型種質選系等雜交優勢模式

群培育出不少的優良玉米群體(如墨黃9)、自交系及雜交種等，對中國玉米育種及生產產生影響(Gao *et al.* 2005)。Soengas *et al.* (2003)指出循歐洲硬粒種與美國馬齒種之雜種優勢模式育成許多雜交品種，但在歐洲硬粒種內亦可找出高產量及優良性狀的雜交組合，其中為Northern spanish race的Gallego(GA)與為Northern spanish race的Basto/Enano Levantino(BA/EL)，以及Basto/Enano Levantino與屬於Northern flint的Longfellow(LO)其雜交組合表現極高的雜種優勢及平均產量。

台灣本島因耕作制度及夏作病蟲害猖獗，管理成本高，長久以秋冬為甜玉米主要栽培季節，種植品種以溫帶型為主。一般溫帶型適合較低溫的秋作及裡作栽培，品種如Honey 236、金蜜、Venus、興農2號、蜜珍2號、神農135、好滋味及新吉士600等；熱帶型則較適應高溫的春作及夏作栽培，如華珍、Pacific hybrid No. 5、Pacific hybrid No. 10等。Betran *et al.* (2003)研究指出，來自溫帶的育種材料有高產、早熟、莖稈質量佳；而來自熱帶與亞熱帶的種質對生物及非生物逆境具良好的抗逆性及品質良好的籽粒。但其對光週期敏感，收穫時籽粒含水量高，根系及莖稈弱，穗位偏高等缺點。台灣有關超甜玉米雜種優勢類群之研究，顯示熱帶型與溫帶型間產量及營養性狀一般組合力之表現有所不同，熱帶型品種正效應居多，溫帶型品種負效應居多；就甜度的效應而言，熱帶型品種為負效應居多，溫帶型品種以正效應居多，而熱帶型 × 熱帶型及溫帶型 × 熱帶型之雜交組合具有較高之產量雜種優勢(Liu *et al.* 2009)。

玉米生長容易受到栽培環境的影響，在不同生長季節，常受氣象因素的變動而產生差異。台灣本島甜玉米種植情形，在春作及夏作易罹患毒素病及銹病，且螟蟲為害嚴重，較難管理且鮮穗產量較不穩定，熱帶型品種較能

適應且生長良好。而秋作及裡作氣候穩定，溫度較低適合甜玉米生長，病蟲害發生較少，溫帶型品種較適合栽培。同時玉米基因型與地點間有交感作用 (Geadelmann & Peterson 1978; Pollmer *et al.* 1979; Kang & Gorman 1989)。

故尋找適合的雜種優勢類群，建立雜種優勢利用之模式，是利用玉米雜種優勢，提高育種效果之有效措施。國內超甜玉米之栽培，主要以國外育成品種為大宗，在國內栽培及消費市場上佔有重要之角色，然而這些品種之遺傳特性的差異值得探討，期望能在栽培或育種方面提供有用的資訊，供玉米栽培研究及品種改良上之參考。

材料與方法

品種間農藝性狀差異性比較

本研究以坊間販售之 14 個商業品種為材料，其中 3 個熱帶型及 11 個溫帶型品種 (表 1) 材料。田間試驗於 2003 年 11 月於農業試驗所農場進行。田間試驗採逢機完全區集設計 (RCBD)，四重覆，行長 4.5 m，3 行區，行株

距為 80 cm × 30 cm。公頃三要素肥料量為 N : P₂O₅ : K₂O = 180 kg : 90 kg : 60 kg，基肥以台肥 39 號複合肥料 (N : P₂O₅ : K₂O = 12 : 18 : 12) 每公頃施 500 kg，即基肥每公頃施氮素 60 kg，磷肥 90 kg 及鉀肥 60 kg。其餘之氮素 120 kg 以硫酸銨 (N = 21%) 於玉米長至齊膝期 (約 50–60 cm) 當追肥施用。其餘之田管理按實際需要進行之。

生育期間調查開花期、吐絲期、株高、稈徑、穗位高、總葉數、葉面積、含苞葉果穗重、去苞葉果穗重、穗長等。調查方法如下：開花期 (day to tassellings)：指播種日起至小區中 50% 植株達雄穗始花所需日數。吐絲期 (day to silkings)：指播種日起至小區中 50% 植株達雌穗開始吐絲所需日數。株高 (plant height)：於植株雄穗開花後，每小區逢機 10 株，由地面至雄穗頸節之平均高度，以 cm 表示。穗位高 (ear height)：於植株雌穗吐絲後，每小區逢機 10 株，由地面至最上位雌穗著生節位之平均高度，以 cm 表示。稈長徑 (stalk diameter)：於植株雌穗吐絲後，每小區逢機 10

表 1. 試驗材料品種特性表

Table 1. Type and source of varieties of super sweet maize were used as parents of mating in this study

Variety	Type	Company
Gilden Honey (GH)	Temperate	BO YOU CO., LTD.
Sin Ji Shih 600 (SIS 600)	Temperate	SINON CORPORATION
Hao Zih Wei (HZW)	Temperate	SINON CORPORATION
Honey 236	Temperate	SINON CORPORATION
Sinon 3	Temperate	SINON CORPORATION
Honey Jean NO. 2 (HJ 2)	Temperate	KNOWN-YOU SEED CO., LTD.
Sinon 2	Temperate	SINON CORPORATION
Sinon 123	Temperate	SINON CORPORATION
Hen Nong 135 (SN 135)	Temperate	FARMER SEED LTD.
Sinon 506	Temperate	SINON CORPORATION
Venus	Temperate	BO YOU CO., LTD.
Pacific Hybrids No. 5 (PH 5)	Tropical	TAIPEI NONG CI CO.
Bright Jean (BJ)	Tropical	KNOWN-YOU SEED CO., LTD.
Pacific Hybrids No. 10 (PH 10)	Tropical	TAIPEI NONG CI CO.

株，量取地面第一節中央的平均直徑，以 mm 表示。總葉數 (total leaf number)：於植株雄穗抽出後，選 10 株調查單株之總葉數，以 No./plant 表示。葉面積 (leaf area per plant)：由頂端往下數第 8 片葉的長度與最寬的乘積，再乘以 0.75×9.39 所獲得 cm^2 數值 (Pearce *et al.* 1975)。含苞葉果穗重 (fresh weight of ear with husk)：逢機選取乳熟期之 10 個果穗，稱其含苞葉果穗鮮重，以 g/ear 表示。去苞葉果穗重 (ear fresh weight)：上述逢機之 10 個果穗，去苞葉後稱其果穗鮮重，以 g/ear 表示。穗長 (ear length)：上述乳熟期之 10 個逢機果穗，量其整穗長度之平均值，以 cm 表示。

獲得之數據進行變方分析 (analysis of variance) 及最小顯著差異性測驗 (least significant different test, LSD test)，並估算品種間歐氏距離 (Euclidean distance)，及以非加權成對分群法 (unweighted pair-group method using the average approach, UPGMA) 進行品種間集群分析 (cluster analysis)。所有數據之分析，均使用 SAS 統計軟體 (SAS Institute 1993)。

品種間雜交種產量試驗

以坊間販售之 14 個商業品種為材料，其中 3 個熱帶型及 11 個溫帶型品種 (表 1) 相互進行半互交，計有 91 個正交組合。田間試驗於 2004 年 3 月於農業試驗所農場進行。試驗採逢機完全區集設計 (RCBD)，3 重複，行長 4.5 m，2 行區，行株距為 80 cm \times 30 cm。三要素肥料量為 N : P₂O₅ : K₂O = 180 : 90 : 60 kg/ha，基肥以台肥 39 號複合肥料 (N : P₂O₅ : K₂O = 12 : 18 : 12) 施 500 kg/ha，即基肥施氮素 60 kg/ha，磷肥 90 kg/ha 及鉀肥 60 kg/ha。其餘之氮素 140 kg/ha 以硫酸銨 (N = 21%) 於玉米至齊膝期 (約 50–60 cm) 當追肥施用，其餘之田間管理按實際需要進行之。於乳熟期採收調查去苞葉果穗重。去苞葉果穗重 (fresh ear weight)：逢機取出乳熟期之 10 個去苞葉稱其果穗鮮重，以

g/ear 表示。最後以 SAS 統計軟體 (SAS Institute 1993) 進行品種間雜交種之去苞葉果穗鮮重與品種間之歐氏距離 (Euclidean distance) 的簡單直線相關性分析 (simple correlation analysis)。

結 果

熱帶型玉米，較能適應高溫的春作及夏作栽培，耐熱，不耐冷，營養生長旺盛，生長期較長，鮮果穗產量高，苞葉量多，籽粒果皮厚，甜度稍低，抗病蟲性佳，栽培管理容易，食用口感較差。而溫帶型較能適合較低溫的秋作及裡作栽培生長期短，較早熟，苞葉少，不耐熱，易得病蟲害 (銹病、葉斑病及螟蟲)，糖度高，果皮薄，秋作鮮果穗產量高，食用品質佳。

14 個品種進行 10 個農藝性狀調查，數據經變方分析 (表 2) 顯示，所調查的農藝性狀在品種間平均值呈顯著或極顯著差異。品種農藝性狀之平均值表現詳述如下 (表 3)：不同品種之開花期介於 50–64.5 天之間，最早開花者為好滋味，最晚者為 PH 10。新吉士 600、好滋味、興農 2 號、及興農 506，為溫帶型屬於早熟品種群。PH 10、華珍及 PH 5 熱帶型屬於晚熟品種群。不同品種之吐絲期介於 51.3–65 天之間，最早者為好滋味，最晚者為 PH 10。金蜜、新吉士 600、好滋味、興農 2 號及興農 506 為溫帶型，屬於早熟品種群。Honey 236、PH 10、華珍及 PH 5，屬於晚熟品種群不同品種之株高介於 111.5–192.5 cm 間，平均值為 137.4 cm，最低者為好滋味，最高者為 PH 10。金蜜、新吉士 600、好滋味、蜜珍 2 號、興農 2 號、興農 123、神農 135、興農 506 及 Venus 為溫帶型且株高較矮。而 PH 10、華珍及 PH 5 為熱帶型，具有高大株型之特性。不同品種之穗位高介於 22.8–99.0 cm 之間，最低者為新吉士 600，最

表 2. 超甜玉米品種間農藝性狀變方分析

Table 2. Analysis of variance of ten traits in fourteen varieties of super sweet corn

Source	DF	Mean squares									
		Days to tasseling	Days to silking	Plant height	Ear height	Stalk diameter	Total leaf number	Leaf area per plant	Fresh weight of ear with husk	Ear fresh weight	Ear length
Block	3	0.06	0.06	44	24	2.29	0.4	9076**	414	389	0.29
Variety	13	63.60**	57.29**	3562**	2127**	25.32**	8.4**	82752*	15439**	3341**	3.87**
Error	39	0.43	0.37	32	19	1.13	0.3	1523	498	175	0.22

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

表 3. 超甜玉米品種間農藝性狀之平均值

Table 3. Mean values of agronomy characters of fourteen super sweet varieties

Variety	Days to tasseling (days)	Days to silking (days)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Stalk diameter (mm)	Total leaf number (no./plant)	Leaf area per plant (cm ²)	Fresh weight of ear with husk (g/ear)	Ear fresh weight (g/ear)	Ear length (cm)
GH	55.3	56.3	120.3	35.5	21.6	11.0	2861	320.8	224.0	18.7
SJS 600	53.5	55.5	111.5	22.8	18.4	9.4	2005	324.7	243.6	17.2
HZW	50.0	51.3	100.3	27.3	17.6	10.1	2354	321.2	234.2	17.7
Honey 236	58.0	62.0	135.0	39.8	18.9	12.7	3345	289.8	214.1	18.4
Sinon 3	55.5	57.3	143.3	39.0	18.1	12.6	3228	312.9	204.4	18.3
HJ 2	57.5	59.5	127.8	39.0	20.0	11.9	3440	333.3	220.6	18.4
Sinon 2	51.5	53.8	108.8	24.0	17.7	11.1	2642	262.9	195.8	18.8
Sinon 123	57.0	58.0	122.0	37.0	20.0	10.2	2521	282.5	214.3	19.3
SN 135	57.5	59.5	131.5	43.5	19.4	12.5	3206	288.2	220.7	18.4
Sinon 506	54.5	55.5	126.5	32.0	19.3	10.1	2132	252.9	199.1	16.9
Venus	58.0	59.8	131.8	42.3	18.7	12.7	2535	309.6	223.6	19.0
Temperate average	55.3	57.1	123.5	34.7	19.1	11.3	2752	299.9	217.7	18.3
PH 10	64.5	65.0	192.5	99.0	24.3	13.4	7263	464.4	272.4	20.6
BJ	61.8	62.0	186.3	86.0	25.4	13.9	5234	405.0	276.3	19.5
PH 5	62.0	64.0	186.8	70.3	23.5	13.5	4626	440.4	303.2	20.0
Tropical average	62.8	63.7	188.5	85.1	24.4	13.6	5708	436.6	283.9	20.0
LSD _(0.05) ^z	0.9	0.9	8.2	6.4	1.5	0.8	558	31.9	18.9	0.7

^z LSD_(0.05): value of least significant difference test at 5% level.

高者為 PH 10。新吉士 600、好滋味、興農 2 號及興農 506 為溫帶型，具有較低之穗位。PH 10、華珍及 PH 5 為熱帶型，具有較高之穗位高。

不同品種之稈徑介於 17.6–25.4 mm 之間，平均值為 20.2 mm，最細者為好滋味，最高者為華珍。溫帶型品種中新吉士 600、好滋味、Honey 236、興農 3 號、興農 2 號、及 Venus

其稈徑較細。而金蜜、蜜珍 2 號、興農 123、PH 10、華珍及 PH 5 則具有較粗之莖稈。一般溫帶型品種稈徑較熱帶型品種細小。

不同品種之總葉數介於 9.4–13.9 間，平均值為 11.7，最少者為新吉士 600，最高者為華珍。溫帶型品種新吉士 600、好滋味、興農 123 及興農 506 具有較少之總葉數。而溫帶型的 Honey 236、興農 3 號、神農 135、Venus 與

熱帶型品種 PH 10、華珍及 PH 5 則有較多之總葉數。一般溫帶型品種之總葉數較熱帶型品種少。不同品種之單株葉面積介於 2005–7263 cm² 間，平均值為 3385.1 cm²。溫帶型品種金蜜、新吉士 600、好滋味、興農 2 號、興農 123、興農 506 及 Venus 具有較少單株葉面積。而熱帶型品種 PH 10、華珍及 PH 5 則具有較大之單株葉面積。

不同品種含苞葉果穗重介於 252.9–464.4 g/ear 間，最低者為興農 506，最高者為 PH 10，平均值為 329.1 g/ear。溫帶型品種 Honey 236、興農 2 號、興農 123、神農 135 及興農 506 之含苞葉果穗重較輕。熱帶型品種 PH 10、華珍及 PH 5 則有較高之含苞葉果穗重。不同品種之去苞葉果穗重介於 195.8–303.2 g/ear 間，溫

帶型品種興農 2 號及興農 506 之去苞葉果穗重表現較輕，為較低產之品種；而 PH 10、華珍及 PH 5 等熱帶型品種則有較高的去苞葉果穗重，屬於較高產的品種群。不同品種之穗長介於 16.9–20.6 cm 間，平均值為 18.7 cm，興農 506 最短，最長者為 PH 10。溫帶型品種新吉士 600、好滋味及興農 506 為較短小型。溫帶型品種興農 123、Venus 與熱帶型品種 PH 10、華珍及 PH 5 則具有較長之穗型。

上述 14 個品種可區分為 11 個溫帶型品種及 3 個熱帶型品種，不同型間農藝性狀平均值之表現，皆呈現熱帶型大於溫帶型。依據品種間歐氏距離之遺傳相似係數矩陣，以非加權成對分群法 (UPGMA) 進行集群分析，得到 14 個品種的集群樹狀圖 (圖 1)，供試品種被劃分

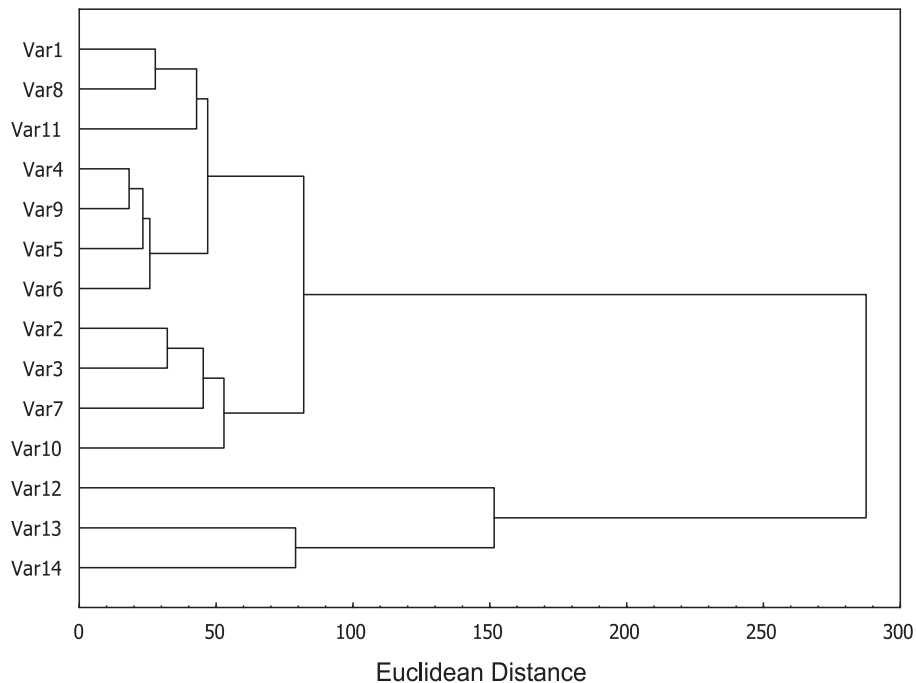


圖 1. 14 個超甜玉米品種根據 10 個外表性狀之歐氏距離利用 UPGMA 進行集群分析所得之樹狀圖。

Fig. 1. Grouping result of 14 of super sweet corn by their Euclidean distance of 10 phenotypic characters according to the result of cluster analysis by UPGMA method. These varieties were: Var1: GH; Var2: SJS600; Var3: HZW; Var4: Honey 236; Var5: Sinon 3; Var6: HJ 2; Var7: Sinon 2; Var8: Sinon 123; Var9: SN 135; Var10: Sinon 506; Var11: Venus; Var12: PH 10; Var13: BJ, and Var14: PH 5.

2 個類群。第 1 類群包括 PH 10、華珍及 PH 5 等 3 品種，屬於熱帶型品種。第 2 類群包括金蜜、新吉士 600、好滋味、Honey 236、興農 3 號、蜜珍 2 號、興農 2 號、興農 123、神農 135、興農 506 及 Venus，屬於溫帶型品種。第 1 類群可分兩個亞群，PH 10 自成一亞群，華珍與 PH 5 成另一亞群；第 2 類群亦分為兩個亞群，其中新吉士 600、好滋味及興農 2 號自成一亞群，屬於極早熟品種群；Honey 236 與金蜜、興農 3 號、蜜珍 2 號、興農 123、神農 135、興農 506 及 Venus 成另一亞群，屬於早熟品種群。

品種間雜交組合之去苞葉果穗重變異介於 155–270 g/ear 間 (表 4)，最低者為興農 123 × Venus，最高者為 Venus × PH 5。平均值為 205 g/ear。去苞葉果穗重介於 250 g/ear 至 270 g/ear 間者有 Honey 236 × PH 5 等 3 個組合。低於 170 g/ear 者有金蜜 × 新吉士 600 等 8 個組合。去苞葉鮮果穗重與歐氏距離間之相關係數 $r = 0.75$ 達極顯著正相關 (圖 2)，顯示品種間之歐氏距離與去苞葉鮮果穗重間有密切相

關，利用明顯差異之外表型性狀之歐氏距離可初步推估品種間產量雜種優勢之表現。

討 論

玉米原產地為墨西哥等中美洲國家，後來傳至世界各地，現在從北緯 45 度至 48 度間以及南緯 35 度至 40 度間都有其分佈。依照玉米

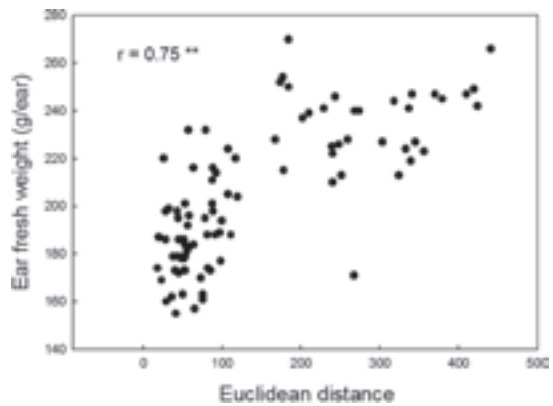


圖 2. 超甜玉米品種間雜交種鮮果穗重與外表型歐氏距離間之相關性。

Fig. 2. Correlation between ear fresh weight and Euclidean distance in hybrid varieties of super sweet corn.

表 4. 超甜玉米品種間雜交種之去苞葉果穗重 (上三角) 與品種間歐氏距離 (下三角)

Table 4. Ear fresh weight (upper triangle) and Euclidean distance (lower triangle) of hybrids of super sweet corn from different crosses

Variety	GH	SJS 600	HZW	Honey 236	Sinon 3	HJ 2	Sinon 2	Sinon 123	SN 135	Sinon 506	Venus	PH 10	BJ	PH 5
GH		161	192	186	195	179	216	198	178	173	172	247	171	237
SJS 600	75		199	188	224	205	173	170	220	232	194	266	241	240
HZW	56	32		214	216	201	173	196	177	186	179	249	244	213
Honey 236	45	111	92		187	169	211	184	174	195	179	247	210	254
Sinon 3	44	107	88	19		220	173	201	186	163	198	227	246	215
HJ 2	38	107	87	23	26		198	181	160	174	163	219	225	252
Sinon 2	63	51	40	87	85	88		184	189	178	188	242	213	228
Sinon 123	28	73	58	53	53	55	63		173	182	155	245	240	228
SN135	49	117	98	18	28	29	97	53		188	162	224	241	239
Sinon 506	52	57	51	78	75	82	51	56	81		157	247	227	222
Venus	45	99	53	44	43	50	91	41	36	65		223	226	270
PH 10	370	441	419	341	345	339	424	379	333	410	356		204	250
BJ	267	337	318	240	243	239	324	274	229	303	248	119		232
PH 5	202	268	251	177	178	174	259	167	210	240	184	184	79	

對不同氣候與土壤環境的適應性，呈溫帶型與熱帶型之分。溫帶型玉米分佈地帶如美國玉米帶、加拿大、北歐、西歐、日本、中國大陸華北、西北、東北及長江流域，熱帶型玉米則分佈如中南美洲、非洲及東南亞等地區。兩型相較，溫帶型玉米生長期較短、株高矮、雄穗小，經濟系數高，生產力主要受供源影響，在暖溫帶有時則受積儲的影響；而暖熱帶型玉米苗勢強、生長期長，植株高大、生物產量高，籽粒脫水快，不易脫粒及脫苞葉，根係發達、莖桿強壯，抗逆性與抗旱性強、抗病蟲與雜草性高，也耐貧瘠與潮濕，但經濟系數低，生產力主要受積儲的影響。就生物學特性而言，熱帶型較溫帶型的植株高、枝葉茂、分蘖多、穗大、莖桿韌、抗倒伏、氣根多、雄穗發達、花粉多。

本試驗結果顯示利用 10 個農藝性狀，將 14 個品種分為兩大類群，熱帶型皆被列入同一群屬第一類群，另溫帶型則歸為第二類群，顯示溫帶型與熱帶型在農藝性狀上有明顯差異性存在，若依營養性狀而言，如株高、穗位高、稈長徑、總葉數及葉面積，熱帶型大於溫帶型。生殖生長如開花期與吐絲期亦為熱帶型大於溫帶型。產量方面，如含苞葉果穗重及不苞葉果穗重也呈現熱帶型重於溫帶型，表現出典型之熱帶型與溫帶型特色與差別。而屬熱帶型的第一類群 3 個品種中，華珍與 PH 5 成另一亞群；PH 10 自成一亞群，PH 10 在開花期、吐絲期、穗位高、葉面積、含苞葉重及穗長等性狀明顯大於華珍與 PH 5，屬於晚熟且營養性狀高之品種。屬溫帶型的第二類群 11 個品種中，亦可分為兩個亞群，其中新吉士 600、好滋味及興農 2 號自成一亞群，屬極早熟且營養生長量之品種。Honey 236 與金蜜、興農 3 號、蜜珍 2 號、興農 123、神農 135、興農 506 及 Venus 成另一亞群，屬早熟且營養生長量中等之品種。可見除類群間的差異外，類群內亦仍存有一定的差異性。

基本上熱帶型玉米種質其優良特性對溫帶型玉米品種改良上的助益有 (1) 增加溫帶型玉米種質遺傳多樣性及提高組合力；(2) 改善溫帶型玉米種質抗逆性及葉片常綠性；(3) 可用建立新的雜種優勢模式群及雜種優勢模式 (Liu *et al.* 2000)。綜合而言，本試驗甜玉米呈現溫帶與熱帶型不同的分群，而同一群間內亦顯現有一定的差異存在，可見其遺傳種質提供育種上雜種優模式群之利用上有一定的參考價值。同時外表性狀之歐式距離與去苞葉鮮果穗重間有直線相關，可用於初步推估品種間雜交種產量之表現，並有效的減少雜交組合配對數量及提升育種效率。

引用文獻 (Literature cited)

- Albrecht, B. and J. W. Dudley. 1987. Evaluation of four maize populations containing different proportions of exotic germplasm. *Crop Sci.* 27:480–486.
- Betran, F. J., J. M. Ribaut, D. Beck, and D. G. de Leon. 2003. Genetic diversity, specific combining ability, and heterosis in tropical maize under stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 43:797–806.
- Brown, W. L. 1975. A broader germplasm base in corn and sorghum. *Proc. Annu. Corn Sorghum Res. Conf.* 30:81–89.
- Cohen, J. I. and W. C. Galinat. 1984. Potential use of alien germplasm for maize improvement. *Crop Sci.* 24:1011–1015.
- Crossa, J. and C. O. Gardner. 1987. Introgression of an exotic germplasm for improving an adapted maize population. *Crop Sci.* 27:187–190.
- Gao, X., S. W. Luo, J. H. Perng, S. S. Tsaur, J. H. Chern, M. N. Pan, Y. F. Yun, and T. H. Chern. 2005. A primary analysis of breeding and production on the tropics (subtropics) germplasm such as tuxpeno and suwan to chinese maize. *J. Maize Sci.* 13:40–43 (in Chinese with English abstract)
- Geadelmann, J. L. and R. H. Peterson. 1978. Effects of two yield component selection procedures on maize. *Crop Sci.* 18:387–390.
- Gerrish, E. E. 1983. Indications from a diallel study for inter-racial maize hybridization in the Corn Belt. *Crop Sci.* 23:1082–1084.

- Goodman, M. M. 1965. Estimates of genetic variance in adapted and exotic populations of maize. *Crop Sci.* 5:87–90.
- Goodman, M. M. 1984. An evaluation and critique of current germplasm programs. p.207–227. *in: Conservation and Utilization of Exotic Germplasm to Improve Varieties*. Rept. 1983 Plant Breed. Res. Forum. Pioneer Hi-Bred Intl. Inc. Des Moines.
- Hallauer, A. R. 1978. Potential of exotic germplasm for maize improvement. p.229–247. *in: Maize Breeding and Genetics*. (Walden, D. B., ed.) Wiley. New York. 812 pp.
- Hallauer, A. R. and D. Malithano. 1976. Evaluation of maize varieties for their potential as breeding populations. *Euphytica* 25:117–127.
- Kang, M. S. and D. P. Gorman. 1989. Genotype \times environment interaction in maize. *Agron. J.* 81:662–664.
- Liu, J. S., F. J. Jang, J. D. Menq, J. Harn, C. F. Quo, L. M. Uang, and D. Y. Fan. 2000. The progression of utilization on the researches of subtropics germplasm. *Shandong Agric. Sci.* 4:49–51. (in Chinese with English abstract)
- Liu, S. K., G. J. Shieh, and F. S. Thseng. 2009. Studies on heterotic patterns of super sweet corn varieties in Taiwan. *J. Taiwan Agric. Res.* 58:31–34. (in Chinese with English abstract)
- Moll, R. H., J. H. Lonnquist, J. V. Fortunato, and E. C. Johnson. 1965. The relation of heterosis and genetic divergence in maize. *Genetics* 52:139–144.
- Pearce, R. B., J. J. Mock, and T. B. Baily. 1975. Rapid method for estimating leaf area per plant in maize. *Crop Sci.* 15:691–694.
- Pollmer, W. G., D. Kleim, and B. S. Dhillon. 1979. Differences in reciprocal crosses of maize inbred lines diverges for protein content. *Euphytica* 28:325–328.
- Pradhan, A. K., Y. S. Sodhi, A. Mukhopadhyay, and D. Pental. 1993. Heterosis breeding in Indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern & Coss): analysis of component characters contributing to heterosis for yield. *Euphytica* 69:219–229.
- SAS Institute. 1993. SAS/STAT User's Guide, Version 6. 4th ed. SAS Institute. Cary. 1848 pp.
- Smith, J. S. C., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. 1985. Genetic variability within U.S. maize germplasm. I. Historically important lines. *Crop Sci.* 25:550–555.
- Soengas, P., B. Ordás, R. A. Malvar, P. Revilla, and A. Ordás. 2003. Heterotic patterns among flint maize populations. *Crop Sci.* 43:884–849.
- Stuber, C. W. 1978. Exotic sources for broadening genetic diversity in corn breeding programs. *Proc. 30th Annu. Corn Sorghum Res. Conf.* 33:34–37.
- Teng, W. T., J. S. Sheng, Y. H. Chen, X. H. Liu, X. Q. Jing, F. J. Zhang, and J. S. Li. 2004. Analysis of maize heterotic groups and patterns during the past decade of China. *Acta Agric. Sin.* 37:1804–1811. (in Chinese with English abstract)

Relation between Genetic Distance and Yield in Different Varieties of Super Sweet Corn¹

Shao-Kuo Liu² and Guang-Jauh Shieh^{3,4}

Abstract

Liu, S. K. and G. J. Shieh. 2012. Relation between genetic distance and yield in different varieties of super sweet corn. *J. Taiwan Agric. Res.* 61:186–195.

A field study was conducted to determine relationship between agronomic traits and yields in different varieties of super sweet corn in Taiwan. Fourteen varieties of super sweet corn and a half-diallel set (14×14) of crossing hybrids from tropical type and temperate types were planted in the field to compare ten agronomic traits, including days to tasseling, days to silking, plant height, ear height, stalk diameter, number of leaves per plant, leaf area per plant, ear weight with husk, and ear fresh weight and ear length. Result of ANOVA showed that leaf area among different varieties had significant difference, and other traits also had high significant difference among fourteen varieties. When the ten agronomic traits were compared, mean of the phenotypic characters were significantly lower in the eleven varieties belonging to temperate types than in the three varieties belonging to tropical types. Results of cluster analysis by UPGMA method showed that the fourteen varieties were classified into two groups. The first group included three tropical types varieties. PH 10, Bright Jean and PH 5, with Bright Jean and PH 5 as first subgroup, and PH 10 as second subgroup. The second group included eleven temperate type varieties. Golden Honey, Sin Ji Shih 600, Hao Zih Wei, Honey 236, Sinon No. 3, Honey Jean No. 2, Sinon No. 2, Sinon No. 123, Shen Nong 135, Sinon No. 506 and Venus. The second group was further divided into two subgroup, the varieties Sin Ji Shih 600, Hao Zih Wei and Sinon No. 2 belonged to the first with very early maturity, and the varieties Golden Honey, Honey 236, Sinon No. 3, Honey Jean No. 2, Sinon No. 123, Shen Nong 135, Sinon No. 506 and Venus belonged to the second subgroup with early maturity. Correlation coefficient between ear fresh weight and Euclidean distance was significant ($r = 0.75$). The results suggest that Euclidean distance of the agronomic traits is a useful tool to evaluation of performance of ear fresh weight in hybrids of super sweet corn.

Key words: Super sweet corn, Tropical type, Temperate type, Genetic distance.

-
1. Contribution No. 2674 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: April 3, 2012.
 2. Specilist, Vegetable and Flower Section, Agricultural and Food Agency, Council of Agriculture, Nantou, Taiwan, ROC.
 3. Associate Agronomist, Crop Science Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
 4. Corresponding author, e-mail: x486045@tari.gov.tw; Fax: (04)23399544.