

台南白玉米自交系果皮性狀之變異與相關性分析¹

謝光照^{2,3}

摘 要

謝光照。2006。台南白玉米自交系果皮性狀之變異與相關性分析。台灣農業研究 55：174~180。

由臺灣八個不同地區所蒐集的台南白玉米族群，經人工自交 5 個世代，並根據株型和穗型所選留的 S5 世代自交系合計 291 個為材料，以達生理成熟期之種子，每一自交系取 10 粒扁平型之種子進行籽粒重與果皮性狀之調查。結果顯示，所選留的自交系其發芽面果皮厚度之變域介於 48 ~ 313 μm ，總平均為 132.4 μm ，呈現非常態分佈；非發芽面果皮厚度之變域介於 57 ~ 299 μm ，總平均為 140.1 μm ，呈現非常態分佈；平均果皮厚度之變域介於 53~ 298 μm ，總平均為 136.4 μm ，呈現非常態分佈；果皮含量之變域介於 3% ~ 14.88%，總平均為 7.39%，呈現非常態分佈，可知不同的自交系間果皮性狀之變異極大。所選留自交系由嘉義、雲林、花蓮族群分離者具有較薄之果皮，而由屏東與台東族群分離者則具有較厚的果皮。性狀間之相關分析顯示自交系籽粒重與果皮厚度及含量間無相關性存在；發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、平均果皮厚度及果皮含量等性狀間呈極顯著正相關。

關鍵詞：玉米、台南白、果皮、變異、相關性。

前 言

台南白玉米 (*Zea mays* L. Tainan-white) 為一天然授粉品種，具有籽實大、植株及果穗性狀變異性極大之特性 (Shieh & Thseng 1998)，在台灣一年四季皆有種植。由於種子係由農民自行留種及傳播，經由長期天然淘汰及農民有意或無意選種的結果，使得台南白成為適應性良好、病蟲害抗性強，且具有特殊的咀嚼感及風味，深受農民及消費者喜愛，故種源一直流傳於市場上，在以育成適合台灣消費者喜愛的鮮食用玉米育種目標下，台南白實為一良好的育種材料。

成熟的玉米籽粒分為果皮、胚乳、胚和頂蓋四部份，其中果皮係由母本之子房壁發育而成，為籽粒最外層的保護組織，除了可防止胚受物理性及病原菌的傷害外，還可防止水分的散失與保護種子的生命力之功用。鮮食用玉米影響品質的主要因子有果皮的柔嫩度 (tenderness)、甜度 (sweetness) 和喜好 (flavor) 等三項。而一般鮮食籽粒的柔嫩度與果皮的厚薄和含量有密切相關 (Ito & Brewbacker 1981)。

玉米種源的類別繁多，凡是外來族群、天然授粉品種、合成品種、綜成品種、改良的族群和商業單交種均為育種材料而可加以利用。台南白為異型結合體須經過自交過程培育成自交系，才能再

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2264 號。接受日期：95 年 7 月 20 日

2. 本所農藝組副研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。

3. 通訊作者，電子郵件：x486045@Wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302806。

相互雜交形成單交種。由台南白族群所育成之自交系其果皮的厚度對單交種果皮的厚度有很大的影響，因此須進行果皮性狀之調查，以便從中選果皮較薄之自交系作為單交種親本之用。

材料與方法

供試玉米品種與栽培方法

由台灣不同地區（花蓮、台北、台中、雲林、嘉義、高雄、屏東、台東）所蒐集之台南白族群種子經人工自交 5 代，並根據株型與穗型及病蟲害之田間表現所選留之自交系為材料，種植於農試所試驗田進行繁殖。田間設計為順序排列，單重複、291 個自交系參試，每一自交系種植 20 穴，每穴二粒播，待發芽長至 20 cm 左右時進行間苗，每穴留一株，行長 6 m。單行區，行株距 80 × 30 cm。公頃三要素肥料量為 N : P₂O₅ : K₂O = 200 : 90 : 60。氮素 60 kg 及磷、鉀肥全量放於基肥時一次施用，其餘氮素 140 kg 則於齊膝期培土時施用。待生理成熟期後，採收果穗烘乾。生理成熟期之種子，每自交系取 10 粒扁平型且飽滿種子為材料。

玉米籽粒果皮之性狀分析

玉米籽粒果皮剝取之方法，參考 Helm & Zuber (1970) 之報告稍作修正，其剝取及測定方法如下：1. 達生理成熟期之種子，烘乾後稱其籽粒重，然後存放 10 °C 冷藏室內。2. 剝皮時取出，將種子在室溫下浸水二天使種子質地變軟後，再以解剖刀進行剝取果皮。先切下頂蓋 (tip cap)，再沿著發芽面 (germinal) 切下發芽面之果皮，然後沿著非發芽面 (abgerminal) 切下非發芽面，最後取下冠蓋 (crown cap) 及兩邊 (sides) 之果皮。3. 剝下之果皮放置於體積比為 1 水：3 甘油醇 (glycerol) 溶液中，過夜。4. 倒掉溶液，取出果皮，用吸水紙將果皮表面擦乾。5. 利用厚薄計測量發芽面、非發芽面各上中下三點之厚度，以平均值 (μm) 記錄之。6. 測完厚度後之果皮，再以清水清洗果皮，然後將果皮放置於 70°C 乾燥機中烘 4 小時後，秤量果皮重量，再以籽粒重換算成果皮含量。

每粒籽粒調查的性狀包含有：籽粒重 (mg/kernel)、發芽面果皮厚度 (μm)、非發芽面果皮厚度 (μm)、果皮含量 (%)、平均果皮厚度 (μm)、發芽面減去非發芽面厚度之差值等六性狀。所獲得之數據以單變數統計法 (Univariate Procedure) 進行各個性狀統計介量之分析，以頻度分布圖來表示分布型式，同時進行性狀間之相關分析。

結 果

由八個不同地區所蒐集的台南白族群，經 5 個世代人工自交並根據株型、穗型及自然田間病蟲害發生情形，所選留的自交系合計 291 個，所調查的性狀應用單變數統計分析之結果列示於表 1 與圖 1。籽粒重的變域介於 164 ~594 mg，平均值為 363.2 mg，變異係數為 20.58，其分布呈現偏歪在右之常峰分布。發芽面果皮厚度之變域介於 48 ~313 μm，平均為 132.4 μm，變異係數為 32.54，其分布為偏歪在右之高峰分布，其中以 90 ~130 μm 的籽粒所佔的頻度較多，而果皮厚度小於 90 μm 的自交系計有 30 個。非發芽面果皮厚度之變域介於 57 ~299 μm，平均為 144.1 μm，變異係數為 35.22，其分布為偏歪在右之高峰分布，其中以 90 ~150 μm 的自交系所佔的頻度較多，而果皮厚度小於 90 μm 的自交系計有 30 個。果皮含量之變域介於 3.0 ~14.8%，平均為 7.39%，變異係數為 30.08，其分布為偏歪在右之常峰分布，其中以 5.5 ~7.5% 的自交系所佔的頻度較多，而果皮含量小於 5%

表 1. 台南白族群自交分離所獲自交系籽粒果皮性狀之變異

Table 1. Population parameters for pericarp characters of inbred line derived from maize Tainan-white populations

| Population parameter | Kernel weight (mg/kernel) | Pericarp thickness of germinal (μm) | Pericarp thickness of abgerminal (μm) | Pericarp content (%) | Average pericarp thickness (μm) | Difference between germinal and abgerminal (μm) |
|----------------------|---------------------------|--|--|----------------------|--|--|
| Std deviation | 74.79 | 43.08 | 49.36 | 2.22 | 44.86 | 23.28 |
| Skewness | 0.33 ^z | 0.93* | 1.08* | 0.84* | 1.02* | -0.22 |
| Kurtosis | 0.03 | 0.73* | 0.88* | 0.33 | 0.66* | 1.21* |
| CV% | 20.58 | 32.54 | 35.22 | 30.08 | 32.87 | -297.62 |
| Mean | 363.20 | 132.40 | 140.10 | 7.39 | 136.40 | -7.82 |
| Mini. | 164.00 | 48.00 | 57.00 | 3.00 | 53.00 | -86.00 |
| Max. | 594.00 | 313.00 | 299.00 | 14.88 | 298.00 | 80.00 |
| Range | 430.00 | 265.00 | 242.00 | 11.88 | 245.00 | 166.00 |

^z * That was non-normal distribution.

的自交系計有 27 個。平均果皮厚度之變域介於 53 ~298 μm ，平均為 136.4 μm ，變異係數為 32.87，其分布為偏歪在右之高峰分布，其中以 110 ~140 μm 的自交系所佔的頻度較多，而果皮厚度小於 90 μm 的自交系計有 28 個。發芽面與非發芽面果皮厚度差值的變域介於 -86 ~ 80 μm ，平均為 -7.82 μm ，變異係數為 -297.62，其分布為對稱之高峰分布，其中以 -9 ~9 μm 的自交系所佔的頻度較多，而果皮厚度小於 90 μm 的自交系計有 35 個，就地區族群而言，以嘉義、臺東、屏東、花蓮等族群所分離之自交系呈現發芽面果皮厚度較非發芽面來的薄。

性狀之相關分析(表 2)顯示，籽粒重與所有果皮性狀均無相關性存在。而發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、果皮含量與平均果皮厚度相互間均呈極顯著正相關。非發芽面果皮厚度與發芽面果皮和非發芽面果皮厚度之差值呈顯著負相關。

討 論

玉米籽粒係由胚乳、胚、果皮及頂蓋所組成，果皮係成熟玉米籽粒最外層的保護組織，其厚薄程度對種子的保護作用及種子乾燥時水分的散失均有密切關係。乾燥籽粒，其胚乳約佔整粒的 82.9%，胚佔 11.1%，果皮佔 5.3%，頂蓋佔 0.8%。而果皮的組成，大部分由纖維素和半纖維素所組成，約佔 86.7%；澱粉佔 7.3%；粗脂肪佔 1.0%；蛋白質佔 3.7%；粗灰分佔 0.8%；糖分佔 0.34% (Earle *et al.* 1946)。果皮的厚度及含量一般會影響鮮食用玉米的品質，果皮厚時其柔嫩度會下降，咀嚼時口感粗糙，果皮殘渣多。Brewbacker 等 (1996) 的研究指出美國不同地區的地方品種間其種子果皮厚度有明顯的差異存在，同時果皮非發芽面之果皮厚度一般大於發芽面之厚度。

Shieh (2005) 以八個不同地區之台南白族群為材料，測量其生理成熟期種子之果皮厚度，結果顯示不同地區族群間其果皮的厚度有明顯差異，同時其頻度分布型式也有所不同。而平均果皮厚度之表現在不同地區的族群間也呈現類似的趨勢，顯示台南白品種在長期不同地區栽培環境下，且經由自然與人為有意或無意選汰作用後，品種的遺傳組成已漸漸改變，並分化成不同生態型 (Stuber *et*

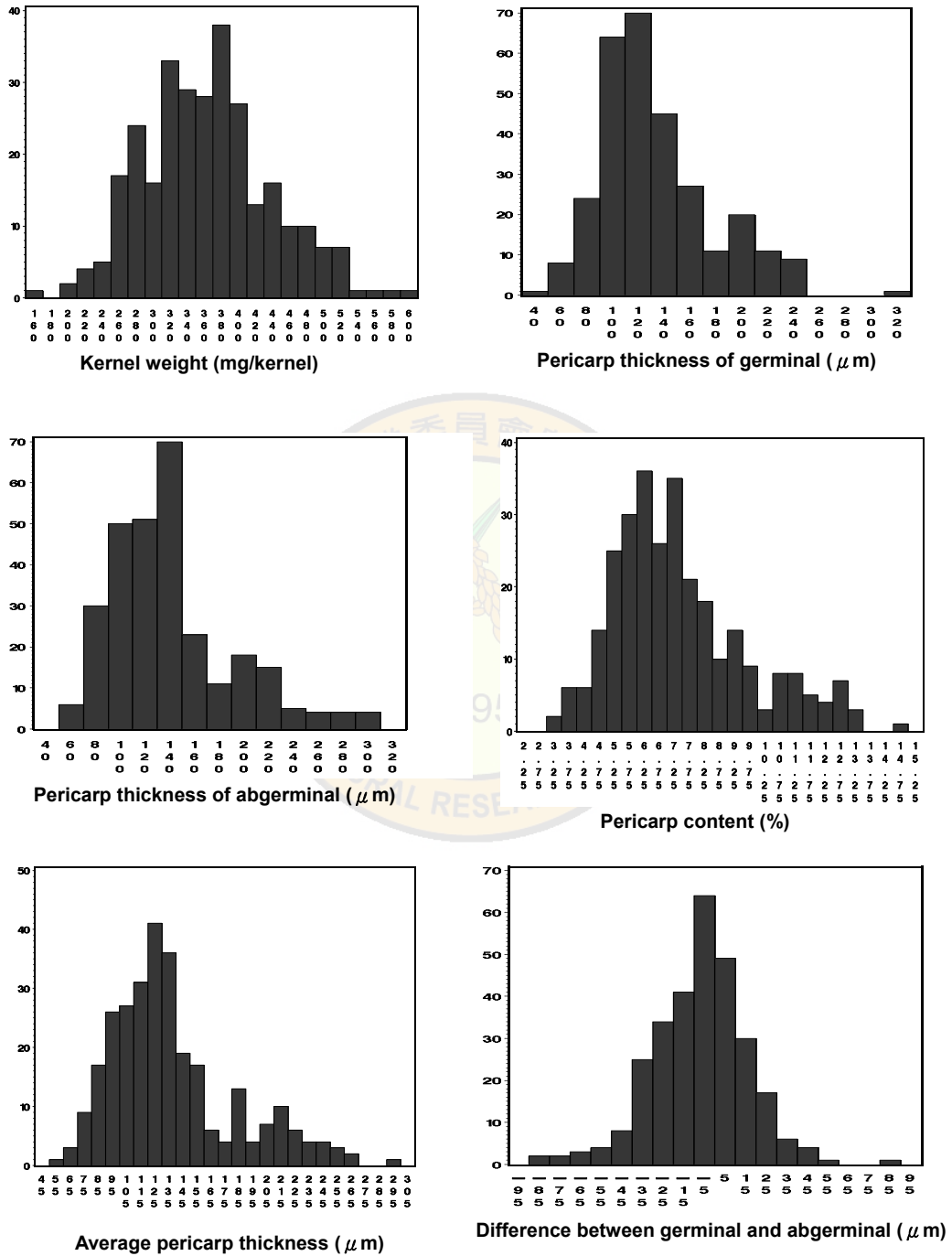


圖 1. 台南白族群分離自交系果皮性狀之分布圖

Fig 1. Distribution of pericarp thickness of Tainan white maize inbred lines

表 2. 台南白玉米自交系果皮性狀間之相關係數

Table 2. Correlation coefficients for pericarp characters of inbred lines derived from maize Tainan-white populations

| Character | Kernel weight | Pericarp thickness of germinal | Pericarp thickness of abgerminal | Pericarp content | Average pericarp thickness |
|--|---------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------|
| Pericarp thickness of germinal | 0.101 | | | | |
| Pericarp thickness of abgerminal | 0.208 | 0.886** ^z | | | |
| Pericarp content | -0.004 | 0.798** | 0.793** | | |
| Average pericarp thickness | 0.162 | 0.967** | 0.974** | 0.820** | |
| Difference between germinal and abgerminal | -0.245 | -0.028 | -0.464** | -0.198 | -0.268 |

^z ** Significant at 0.01 probability.

al. 1980)。而本試驗顯現所選留自交系由嘉義、雲林、花蓮族群分離者具有較薄之果皮，而由屏東與台東族群分離者則具有較厚的果皮。

玉米自交系籽粒果皮厚度的測量與篩選是鮮食用玉米品質改良育種上不可缺少的關鍵工作，如此才能選出果皮較薄之自交系。以往結果顯示，台南白籽實大、扁平，單一籽粒果皮厚度之變化趨勢，呈現以冠蓋最薄，其次依發芽面、非發芽面之次序增厚，最厚者為側邊之果皮 (Shieh 2004)。Brewbacker等 (1996) 指出成熟玉米籽粒果皮厚度小於 50 μm 時，才能被高度接受為鮮食用玉米類。當果皮厚度超過 75 μm 時，在食用咀嚼時口感呈現粗糙，果皮殘渣多，一般較不會被消費者所接受。而台南白族群內或不同族群間其果皮性狀均存在極大的變異範圍，由此族群分離培育自交系，將可選獲果皮厚度在小於 80 μm 的自交系。當台南白育成薄果皮的自交系後，進一步就可組合成 F_1 單交種，其品質會較佳且整齊一致，則台灣本土種食用白玉米品質的改進會有很大的增進效果。

由相關性分析顯示發芽面果皮與非發芽面果皮厚度、平均果皮厚度間呈極顯著正相關關係，因此育種過程中篩選自交系果皮的厚度時，僅須測量發芽面或非發芽面之厚度，即可知自交系籽粒平均果皮的厚薄程度。

引用文獻 (Literature cited)

- Brewbacker, J. L., L. B. Larish, and G. H. Zan. 1996. Pericarp thickness of the indigenous american races of maize. *Maydica* 41: 105-111.
- Earle, F. R., J. J. Curtis, and J. E. Hubbard. 1946. Composition of the component of the corn kernel. *Cereal Chem.* 44: 601-606.
- Helm, J. L. and M. S. Zuber. 1970. Effect of harvest date on pericarp thickness in dent corn. *Can. J. Plant Sci.* 50: 411-413.

- Ito, G. M. and J. L. Brewbaker. 1981. Genetic advance through mass selection for tenderness in sweet corn. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 106: 496-499.
- Shieh, G. j. and F. S. Thseng. 1998. Variation of agronomic characters of different Tainan-white maize populations in Taiwan. *J. Agric. Res. China* 47(3):204-219. (in Chinese with English abstract)
- Shieh, G. j. 2004. Thickness and surface area variations of Tainan-white maize pericarp. *J. Agric. Res. China* 53:201-206. (in Chinese with English abstract)
- Shieh, G. j. 2005. Variation and distribution of the pericarp characters of different Tainan-white maize population in Taiwan. *J. Agric. Res. Taiwan* 54:219-226. (in Chinese with English abstract)
- Stuber, C. W., R. H. Moll, M. M. Goodman, H. E. Schaffer, and B. S. Weir. 1980. Allozyme frequency change associated with selection for increased grain yield in maize (*Zea mays* L.). *Genetics* 95:225-236.



Correlation Analysis and Variation of Pericarp Characters of Tainan-white Maize Inbred Lines¹

Guang-Jauh Shieh^{2,3}

Abstract

Shieh, G. J. 2006. Correlation analysis and variation of pericarp characters of Tainan-white maize inbred lines. *J. Taiwan Agric. Res.* 55: 174-180.

Pericarp characters was determined for kernels of 291 maize inbred lines of derived from eight Tainan-white population, planted at (TARI), Wufeng. Ten number of each inbred line were sampled for studying the pericarp characters. Thickness of the pericarp in the kernel germinal side ranged from 48-313 μm , with overall average of 132.4 μm , and it showed non-normally distributed. The thickness of abgerminal side ranged from 57-299 μm , with overall average of 140.1 μm , and it also showed non-normally distributed. The average thickness ranged from 53-298 μm , which was non-normally distribution, with overall average of 136.4 μm . Pericarp content ranged from 3.0-14.88%, with overall average of 7.39%, and the data indicated non-normally distributed. The inbred lines derived from Chiayi, Yunlin, Hualin populations has thinner pericarp, and those derived from Pingtung, and Taitung had thicker pericarp. Non significant correlation existed among the kernel weight and other characters. However, germinal, abgerminal, average thickness, and pericarp content were highly correlated.

Key words: Maize (*Zea mays L.*), Tainan-white, Pericarp, Variation, Correlation.

1. Contribution No. 2264 From Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted : July 20, 2006.

2. Associate Agronomist, Agronomy Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Corresponding author, e-mail: x486045@wufeng.tari.gov.tw ; Fax : (04)23302806.