

# 台南白玉米籽粒果皮厚度與表面積之變異<sup>1</sup>

謝光照<sup>2,3</sup>

## 摘 要

謝光照。2004。台南白玉米籽粒果皮厚度與表面積之變異。中華農業研究 53:201-206。

以台南白 F<sub>1</sub> 單交組合為材料，測量籽粒不同部位果皮厚度之變異，變方分析之結果，顯示玉米籽粒發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、冠蓋果皮厚度、側邊果皮厚度和整粒平均果皮厚度等性狀在不同基因型間均達極顯著差異。16 個 F<sub>1</sub> 單交組合平均而言，以冠蓋果皮厚度最薄，其次為發芽面果皮厚度，再其次為非發芽面果皮厚度，最厚者為側邊果皮厚度。各部位果皮厚度間之相關係數均達極顯著相關。以 10 個自交系為材料評估籽粒果皮總表面積與不同部位果皮表面積百分率之變異，結果顯示玉米籽粒果皮總表面積、發芽面果皮表面積百分率、非發芽面果皮表面積百分率、冠蓋果皮表面積百分率、側邊果皮表面積百分率等性狀，在不同自交系間均達極顯著差異。由平均值可看出各部位果皮表面積以發芽面表面積比率最大，約佔 29.1%；非發芽面表面積比率次之，約佔 28.9%；再其次為側邊果皮表面積比率為 26.4%，最小者為冠蓋果皮表面積比率，約佔 15.6%。本試驗之結果顯示台南白玉米籽粒果皮厚度在不同基因型間存在極大之變異，具有改良的空間及潛力存在。

**關鍵詞：**台南白、果皮厚度、果皮表面積。

## 前 言

台南白為一天然授粉品種，具有籽實大、植株及果穗性狀變異性極大之特性(謝 & 曾 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推廣，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。

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)。

本研究目的則在瞭解由台南白族群所分離之自交系及其 F<sub>1</sub> 雜交組合，其後裔籽粒不同部位果皮厚度之變異及其所佔表面積之大小，以作為台南白有關果皮改良之依據。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2204 號。接受日期：93 年 8 月 11 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。

## 材料與方法

本試驗所使用之自交系及其 $F_1$ 單交組合皆由台南白族群分離及相互雜交而得，其詳細來源及農藝特性如表1所示。其中有16個 $F_1$ 雜交組合，每一組合取10粒達生理成熟期扁平且充實飽滿之種子，作為測定不同部位果皮厚度之材料。而10個自交系則每一個取5粒扁平且充實飽滿之種子，作為測量不同部位果皮表面積之材料。

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，先切下頂蓋(tip cap)，然後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。首先沿著發芽面(ventral，胚所在之面)切下發芽面之果皮，然後沿著非發芽面(dorsal)切下非發芽面之果皮，最後取下冠蓋(crown cap)及側邊(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.利用厚薄計測量各部位果皮上中下各三點之厚度，以平均值( $\mu\text{m}$ )記錄之。測果皮厚度時，每粒籽粒調查的性狀包含有：發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、冠蓋果皮厚度、側邊果皮厚度、整粒平均果皮厚度等五個性狀。測量籽粒各部位之表面積則包含籽粒總表面積( $\text{cm}^2/\text{kernel}$ )、發芽面果皮表面積率百分、非發芽面果皮表面積百分率、冠蓋果皮表面積百分率、側邊果皮表面積百分率等五個性狀，其表面積以葉面積儀測之。試驗設計為完全逢機設計，以籽粒數為重複。所獲得之數據先以SAS/GLM進行變方分析及平均值顯著性比較，與性狀間相關係數之分析。

表 1. 台南白玉米自交系來源與其農藝特性

Table 1. The agronomic characteristics of original populations and inbred lines of Tainan-white maize

Inbred line	Original population	Days to tasseling (days)	Leaf number (No.)	Plant height (cm)	Ear length (cm)	100-kernel weight (g)	Kernel depth (mm)
A1	Taichung	61.5	15.6	165	13.1	28.4	11.6
A2	Taichung	69.3	15.9	130	9.5	37.8	10.2
A3	Taichung	59.5	15.7	132	12.7	34.6	12.3
A4	Taichung	60.0	15.5	130	12.0	36.5	10.1
A5	Taichung	59.0	14.2	134	11.7	25.1	12.1
A6	Taichung	59.3	16.2	174	13.7	38.5	12.4
A7	Taichung	59.3	15.1	140	10.7	45.6	10.1
A8	Taichung	60.5	15.3	145	11.0	37.8	10.0
A9	Taichung	64.3	16.9	161	14.6	36.3	11.8
A10	Taichung	60.5	16.0	151	11.3	38.2	10.7
A11	Taichung	61.0	16.2	155	12.1	38.5	10.2
B	Tainan	60.8	17.2	176	16.8	34.5	10.9
C	Yunlin	60.3	18.1	163	15.4	26.5	10.9
D	Taoyuan	60.8	14.3	160	14.0	33.0	10.8
E	Taitung	63.8	17.8	198	18.9	43.7	11.4
F	Chunghun	62.3	17.3	157	12.8	31.8	9.7
G	Pingtung	64.3	17.7	159	15.5	29.7	10.7
H	Hualien	66.3	18.9	155	12.6	26.5	9.6

## 結 果

### 玉米籽粒不同部位果皮厚度之變異

16個F<sub>1</sub>單交組合經變方分析之結果，顯示玉米籽粒發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、冠蓋果皮厚度、側邊果皮厚度及整粒平均果皮厚度在基因型間均達極顯著差異(表2)。

16個不同基因型玉米籽粒各部位果皮厚度之平均值，詳列於表2。由表中可看出，發芽面果皮厚度之變異介於63.8~129.9 $\mu$ m，以B×A6最薄，最厚者為D×C組合。非發芽面果皮厚度之變異介於68.9~149.8 $\mu$ m，以A5×F最薄，而D×C組合最厚。冠蓋果皮厚度之變異介於56.6~93.3 $\mu$ m，以A1×A2組合最薄，最厚者為D×C組合。側邊果皮厚度之變異介於78.2~200.6 $\mu$ m，最薄者A5×F組合，最厚者為D×C組合。整粒平均果皮厚度之變異介於70.4~143.4 $\mu$ m，以A5×F最薄，最厚者為D×C組合。由所有基因型之平均值，可看出台南白F<sub>1</sub>單交組合各部位果皮厚度之變化趨勢，一般以冠蓋果皮厚度最薄，其次為發芽面厚度，再其次為非發芽面厚度，最厚者為側邊之果皮厚度。

籽粒各部位果皮厚度性狀間之相關係數列於表3，由表中可看出各部位間之相關均達極顯著正相關，表示不同基因型各部位果皮厚度之變化趨勢呈現密切的一致性存在。

### 玉米籽粒各部位果皮表面積百分率之變異

由台中台南白族群自交分離所獲得之自交系(A1、A2、A3、A4、A5、A7、A8、A9、A10、A11)進行玉米籽粒各部位果皮表面積之測量，所獲得之數據進行變方分析，結果顯示籽粒總表面積、發芽

表 2. 不同基因型玉米籽粒不同位置果皮厚度之比較( $\mu$ m)

Table 2. Comparison( $\mu$ m) of pericarp thickness at different positions on the maize kernel at genotypes

Genotypes	Vental	Dorsal	Crown	Sides	Average
A6×F	109.6	102.8	88.8	119.5	105.2
D×F	87.7	102.4	73.9	116.1	95.0
A3×A9	83.2	82.9	72.4	101.5	85.0
A1×A2	87.7	87.1	56.6	100.1	82.9
A1×A9	79.6	89.1	75.5	101.0	86.3
G×D	106.6	93.9	77.4	120.1	99.5
G×E	109.5	122.7	70.1	148.5	112.7
D×A2	102.1	122.8	84.8	126.2	109.0
A5×F	74.6	68.9	59.7	78.2	70.4
B×A6	63.8	84.8	61.5	92.5	75.7
B×A5	78.2	92.3	76.6	103.2	87.6
H×A6	69.0	73.0	75.3	87.9	76.3
D×C	129.9	149.8	93.3	200.6	143.4
B×A1	88.1	88.1	69.3	105.7	87.8
G×F	123.8	118.0	90.3	136.6	117.2
H×A5	95.1	84.3	82.4	99.6	90.4
LSD <sub>0.05</sub>	14.4	13.0	17.1	15.5	11.2
LSD <sub>0.01</sub>	19.1	17.2	22.6	18.2	14.8
Source of variation	585	620	448	1194	528
Genotype	3648***	4504**	1156**	8483**	4076**
Error	266	216	374	435	159

<sup>z</sup>\*\*\* Significant at 0.01 probability.

面果皮表面積百分率、非發芽面果皮表面積百分率、冠蓋果皮表面積百分率和側邊果皮表面積之百分率在基因間均達顯著以上差異(表4)，表示籽粒總表面積與同一部位果皮表面積百分率的大小，在不同的基因型間有明顯的差異存在。

由平均值加以比較(表4)，顯示籽粒總表面積之變異介於2.448~3.366 cm<sup>2</sup>/kernel，以A5最小，而A2及A4兩者表面積最大。發芽面果皮表面積百分率之變異介於26.7~31.2%，以A9最少，最大者為A5。非發芽面果皮表面積百分率之變異介於25.9~31.5%，以A10最少，最大者為A5。冠蓋部位之果皮表面積百分率之變異介於14.0~17.7%，以A5最少，而A10最大。側邊果皮表面積百分率之變異介於23.2~29.5%，以A5最少，最大者為A9。由籽粒各部位表面積百分率之平均值加以比較，顯示各部位表面積百分率，以發芽面和非發芽面所佔有之表面積百分率最大，分別為29.1%和28.9%。其次為側邊其果皮表面積之百分率為26.4%，最少者為冠蓋部位，約佔整粒籽粒表面積的15.6%。

## 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(Purdy & Crane 1967)。乾燥籽粒，其胚乳

表 3. 玉米籽粒各部位果皮厚度間之相關係數(N=16)

Table 3. Correlation coefficients of pericarp thickness at different positions of maize kernel (N=16)

Site	Vental	Dorsal	Crown	Sides
Dorsal	0.84** <sup>z</sup>			
Crown	0.72**	0.65**		
Sides	0.86**	0.96**	0.64**	
Average	0.93**	0.96**	0.73**	0.92**

<sup>z</sup> \*\* Significant at 0.01 probability.

表 4. 不同自交系玉米籽粒不同部位果皮表面積與百分率之比較

Table 4. Comparison of pericarp surface area and the percentage at different positions of kernel in 10 inbred lines

Genotype	Pericarp surface area (cm <sup>2</sup> )	Vental (%)	Dorsal (%)	Crown (%)	Sides (%)
A1	2.644	30.2	28.9	15.3	25.5
A2	3.366	28.7	30.3	15.0	25.9
A3	3.216	28.6	29.4	15.4	26.8
A4	3.366	29.0	29.9	14.2	26.9
A5	2.448	31.2	31.5	14.0	23.2
A7	3.306	29.1	29.1	14.4	27.4
A8	3.198	27.6	27.8	17.0	27.5
A9	3.184	26.7	27.1	16.6	29.5
A10	3.174	28.9	25.9	17.7	27.4
A11	2.800	31.0	29.4	16.0	23.5
LSD <sub>0.05</sub>	0.293	2.9	2.9	2.3	3.6
LSD <sub>0.01</sub>	0.320	3.9	3.9	3.0	4.8
Source of variation	0.318	287.3	6.54	3.99	9.93
Genotype	0.518** <sup>z</sup>	9.79*	13.08**	7.63*	18.46*
Error	0.052	4.98	5.07	3.17	8.01

<sup>z</sup> \*, \*\* Significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

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(Ito & Brewbaker 1981)，果皮厚時其柔嫩度會下降，咀嚼時口感粗糙，果皮殘渣多。玉米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基因型。台南白玉米籽粒各部位果皮厚度及面積之變化趨勢，以往未有較詳細的數據變化可供參考。

Brewbaker等學者(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。而本試驗之結果也顯示台南白玉米不同的基因型其果皮的厚度有所不同，同時同一粒籽粒非發芽面果皮之厚度大於發芽面果皮之厚度。另研究之結果亦顯示，單一籽粒果皮厚度之變化趨勢，呈現以冠蓋部位最薄，其次依發芽面、非發芽面之次序增厚，最厚者為側邊部位之果皮。此結果與Wolf等學者(1952)認為同一籽粒不同部位其果皮的厚度不一致之結果相符。可能是由於胚乳成長過程中不同的擴展程度決定的，較大的膨脹導致較薄的果皮(Tracy & Schmidt 1987)。

不同的自交系其籽粒的大小有所不同，故其果皮之總表面積也有所差異，平均而言，扁平籽粒各部位果皮所佔有之表面積百分率，以冠蓋部位最少，次多者為側邊部位，而發芽面和非發芽面則佔有較大之表面積。

整體而言，台南白玉米籽粒冠蓋部位之果皮厚度一般最薄，相對的所佔有的表面積百分率也最小，約為15.6%；側邊部位之果皮厚度最厚，其所佔有的表面積百分率為26.4%；而發芽面與非發芽面部位果皮厚度之表現則介於冠蓋與側邊之間，但其佔有較大的表面積百分率。由相關分析顯示發芽面之果皮厚度和非發芽面之果皮厚度與整粒平均果皮厚度較為相近且其相關性最高，故可作為台南白果皮厚度測量之依據面，如此可節省大量的人力，且不影響厚度評估的準確性。本試驗之結果顯示台南白玉米籽粒果皮厚度在不同基因型間存在極大之變異，具有改良的空間及潛力存在。

## 引用文獻

- 謝光照、曾富生。1998。台灣不同地區台南白玉米族群性狀之變異。中華農業研究 47:204-219。
- Brewbaker, 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. Hort. Sci.* 106:496-499.
- Purdy, J. L. and P. L. Crane. 1967. Influence of pericarp thickness on differential drying rate in "mature" corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 7:379-381.
- Tracy, W. F. and D. H. Schmidt. 1987. Effect of endosperm type on pericarp thickness in sweet corn inbred. *Crop Sci.* 27:692-694.
- Wolf, M. J., C. L. Buzan, M. M. MacMasters, and C. F. Rist. 1952. Structure of the mature corn kernel. II. Microscopic structure of pericarp, seed coat, and hilar layer of dent corn. *Cereal Chem.* 29:334-348.

# Thickness and Surface Area Variations of Tainan-white Maize Pericarp<sup>1</sup>

Guang-Jauh Shieh<sup>2,3</sup>

## Summary

Shieh, G. J. 2004. Thickness and surface area variations of Tainan-white maize pericarp. *J. Agric. Res. China* 53:201-206.

The offspring seed of inbred lines and F<sub>1</sub> hybrid pooled from inbred lines derived from Tainan-white population planted at Wufeng were used to study the variation of pericarp characters. The results showed that significant differences in the thickness of vental, dorsal, crown, sides, and mean of whole kernel of pericarp were observed among genotypes. Crown part has the most thinner pericarp, followed by the vental and dorsal, and the kernel sides have most thicker pericarp thickness in Tainan-white maize kernel. Significantly positive correlations among pericarp thickness of different positions were observed. Vental thickness could be used as a major evaluation trait in the maize kernel pericarp improvement program. The pericarp surface area percentage of vental, dorsal, crown, and sides also showed significant difference among the inbred lines. Vental and dorsal parts have larger surface area, followed with the sides, the crown part has the smallest pericarp surface area. Our results suggest that large variations are present in the pericarp thickness of Tainan-white maize kernel providing the potential for improvement.

**Key words:** Tainan-white maize, Pericarp thickeness, Pericarp surface area.

---

1. Contribution No.2204 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: August 11, 2004.

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

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