

# 期作對玉米籽粒果皮性狀表現之影響

謝 光 照

## 摘 要

謝光照。2006。期作對玉米籽粒果皮性狀表現之影響。台灣農業研究 55：135-141。

本研究以台南白八個自交系為材料，於 1997 年春、秋和裡作於農業試驗所進行田間試驗，待玉米籽粒達生理成熟期時採收烘乾，然後進行果皮性狀之調查。結果顯示，期作對籽粒重、發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、果皮含量、平均果皮厚度等性狀均達顯著影響。基因型間對所有調查之性狀均達極顯著之影響。而期作與基因型之交感作用僅對籽粒重和發芽面果皮厚度與非發芽面果皮厚度差值產生極顯著影響。期作間比較，顯示玉米籽粒重呈現秋作與裡作相近，但均大於春作。發芽面與非發芽面之果皮厚度呈現秋作最薄，其次是春作與裡作；平均果皮厚度為春作與秋作較薄，而裡作最厚；果皮含量以秋作較少，春作與裡作則含有較多果皮。基因型相較顯示果皮厚度以 B 基因型最薄，其次為 H 基因型，最厚者為 E 和 G 基因型。果皮含量以 B 和 C 最少，最多者基因型 G。基因型在不同期作間果皮厚度雖有變化，但其趨勢呈現一致。

**關鍵詞：**玉米、期作、果皮厚度。

## 前 言

臺灣位於亞熱帶，全年皆適合栽培玉米，主要的栽培季節在春作或秋作、裡作。春作播種期為一月上旬至三月中旬，秋作則在八月下旬至九月底，十月以後播種者為裡作，期作間氣象變化差異極大，通常春作由低溫、低濕度、短日照逐漸轉為高溫、多濕及長日照之環境；而秋作則由高溫、長日照與多濕轉為低溫、低濕及較短日照之環境；裡作則由中等溫度、中等日長及低濕度轉為低溫、低濕度及較短日照，然後溫度再漸漸升高及日照長度漸長之氣象型態。筆者的研究顯示，玉米生長分化性狀在期作間有明顯的差異存在 (Shieh & Thseng 1993a)。故在不同的生長季節，常因氣象因子的變動玉米農藝性狀的表現呈現明顯的差異，且基因型與環境間常有交感作用存在 (Francis et al.1978; Hong et al. 1984; Kang & Gorman 1989; Wang et al. 1989；)。而有關玉米籽粒果皮其厚度和含量受環境的影響程度如何？Helm & Zuber (1969) 指出少比例的玉米自交系果皮厚度會受栽培環境所影響，而大部份的自交系在不同年度間其果皮厚度的排列順序非常一致，表示大部份自交系受環境因素影響的程度很小。

玉米果皮厚度和含量是影響鮮食用玉米 (green corn) 的重要因子，臺灣全年皆可栽培玉米，食用玉米年栽培面積約在一萬六千公頃左右，大部份栽培於春、秋及裡作，僅極少部份栽培於夏作，

- 
1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2259 號。接受日期：
  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。

因不同期作氣象環境的變化截然不同，其所生產的鮮食用玉米果皮之厚度和含量變化如何，尙有待瞭解。本研究目的即在探討期作對玉米籽粒果皮性狀表現之影響，以作為鮮食用玉米栽培之參考。

## 材料與方法

本試驗所使用之八個自交系皆由台南白族群分離而得 (Shieh & Thseng 1999)，分別於 1997 年春作、秋作和裡作於農試所試驗田進行栽培。田間設計為逢機完全區集設計 (RCBD)、四重複、八個自交系參試，每一自交系每重複種植 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。六行區，行株距 80 × 30 cm。公頃三要素肥料量為 N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 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。每個自交系採用人工套袋及授粉，授粉後再套袋以防其它基因型花粉之干擾，待籽粒達生理成熟期後，採收果穗烘乾後之籽粒為材料。每個自交系每重複取 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。

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 days 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 (germinal，胚所在之面) 切下發芽面之果皮，然後沿著非發芽面 (abgerminal) 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. 利用厚薄計測量發芽面、非發芽面上中下各三點之厚度，以平均值 (μm) 記錄之。測果皮厚度時，每重複調查 10 粒，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。每期作試驗設計為完全逢機區集設計，八個自交系參試，四重複。所獲得之數據先以 SAS/GLM 進行合併變方分析及平均值顯著性比較。

## 結 果

本研究以台南白八個自交系為材料，於 1997 年春、秋和裡作在農業試驗所進行田間試驗，每個自交系均採人工套袋及兄妹授粉，授完花粉後再套袋，待玉米籽粒達生理成熟期時採收烘乾，然後進行果皮性狀之調查。三個期作之資料合併進行變方分析，分析之結果列於表 1。結果顯示，期作對籽粒重、發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、果皮含量、平均果皮厚度等性狀均達顯著影響，而對發芽面與非發芽面果皮厚度差值未達顯著差異。基因型間對所有調查之性狀均達極顯著之影響。而期作與基因型之交感作用，對籽粒重、發芽面果皮厚度、非發芽面果皮厚度、果皮含量、平均果皮厚度未有顯著之影響，但對籽粒重、發芽面果皮厚度與非發芽面果皮厚度差值產生極顯著影響。

合併八個基因型後之期作平均值列於表 2，期作間比較，顯示玉米籽粒重呈現秋作 (381.6 mg/kernel) 與裡作 (381.8 mg/kernel) 相近，但均大於春作 (318 mg/kernel)。發芽面果皮厚度，以秋作 (127.8 μm) 最薄，其次為春作，最厚者為裡作。非發芽面之果皮厚度呈現秋作 (135.1 μm) 最薄，其次是春作，但兩者之間無明顯差異，裡作果皮最厚；平均果皮厚度為春作 (137.5 μm) 與秋作 (136.6 μm) 較薄，而裡作最厚 (144.2 μm)；果皮含量以秋作 (7.01%) 較少，其次為春作 (7.67%)，

表 1. 三個期作和八個基因型玉米果皮性狀合併變方分析之均方值

Table 1. Combined ANOVA for maize pericarp characteristic of eight inbreds under three crop seasons

Source	DF	Kernel weight	Germinal thickness	Abgerminal thickness	Pericarp content	Average thickness	Difference between germinal and abgerminal
Block	3	934	249	247	0.02	118	524
Season (S)	2	86701**z	1339*	1272*	8.91**	1264*	192
Season/Block	6	686	166	229	0.59	160	141
Genotype (G)	7	23292**	12943**	15166**	22.51**	13816**	726**
S × G	14	7118**	714	1326	3.10	841	616**
Error	63	1582	1098	1792	2.66	1383	227

z \*, \*\* Significant at 0.05 and 0.01 probability (F-test), respectively.

裡作 (8.06%) 則含有較多果皮。發芽面果皮厚度與非發芽面果皮厚度差值以春作相差最小 (-2.91  $\mu\text{m}$ )，期作間無明顯差異存在。

合併三期作之基因型 (表 2) 相較，顯示籽粒重以基因型 C (309.2 mg/kernel) 和 H (313.5 mg/kernel) 最輕，最重者為基因型 E (463.5 mg/kernel)。發芽面果皮厚度，以 B 基因型 (76.9  $\mu\text{m}$ ) 最薄，其次為 H (107.2  $\mu\text{m}$ ) 基因型，最厚者為 E (184.5  $\mu\text{m}$ ) 和 G (208.9  $\mu\text{m}$ ) 基因型。非發芽面之果皮厚度，以 B 基因型 (84.4  $\mu\text{m}$ ) 最薄，其次為 C (114.0  $\mu\text{m}$ ) 和 H (114.7  $\mu\text{m}$ ) 基因型，最厚者為 E (213.2  $\mu\text{m}$ ) 和 G (217  $\mu\text{m}$ ) 基因型。果皮含量以 B (5.57%) 和 C (6.26%) 最少，最多者基因型 G (11.25%)。平均果皮厚度，以 B 基因型 (80.8  $\mu\text{m}$ ) 最薄，其次為 H (111.2  $\mu\text{m}$ ) 基因型，最厚者為基因型 E (198.6  $\mu\text{m}$ ) 和 G (213.2  $\mu\text{m}$ )。發芽面果皮厚度與非發芽面果皮厚度差值，以基因型 E (-28.42  $\mu\text{m}$ )，相差最大，相差最小者為基因型 D。同一籽粒不同部位間其果皮厚度也有所不同，基因型 C 和 F 呈現發芽面較非發芽面果皮厚，其餘基因型皆為非芽面果皮較厚。期作與基因型之交感作用未達顯著，表示基因型在不同期作間果皮厚度雖有變化，但其排列趨勢呈現一致。

## 討 論

玉米在台灣之栽培環境全年皆可生長，但可依生產的季節分為春、夏、秋及冬季裡作四個季節，由於期作間生長之氣候環境不同，其籽粒產量及農藝性狀有顯著差異 (Yang *et al.* 1991)。Hong *et al.* (1984) 以飼料玉米馬齒種 × 硬粒種之組合，比較籽粒產量在春、秋期作之變異，指出籽粒產量為秋作大於春作；Shieh & Thseng (1993b) 之結果也顯示飼料玉米籽粒產量呈現秋作 > 春作、冬季裡作。另以鮮食用玉米品種台南白之 F1 雜種為材料，在春、夏、秋及冬季裡作進行比較試驗，結果呈現秋作與冬季裡作 > 春作 > 夏作。顯示不同栽培環境對台南白產量及農藝性狀的表現有顯著影響 (Shieh & Thseng 1999)，可能係春作屬早期－短期強勢型，秋作及冬季裡作 (暖冬) 玉米生長屬晚期－長期持續型，作物為長期持續型者具有較高籽粒產量的潛力 (Morishima & Oka 1974, 1975)，且

表 2. 不同期作與玉米基因型其籽粒重及果皮性狀平均值之比較

Table 2. Compare of crop season and genotypes on the pericarp characteristics of maize

Season	Genotype	Kernel weight (mg/kernel)	Germinal thickness ( $\mu\text{m}$ )	Abgerminal thickness ( $\mu\text{m}$ )	Pericarp content (%)	Average thickness ( $\mu\text{m}$ )	Difference between germinal and abgerminal ( $\mu\text{m}$ )
Spring		318.0	136.1	139.1	7.67	137.5	-2.91
Fall		381.6	127.8	135.2	7.01	136.6	-7.34
Winter		381.8	140.6	147.5	8.06	144.2	-6.94
LSD <sub>0.05</sub>		16.0	7.9	9.3	0.47	7.7	7.27
Genotype	A	357.8	128.2	131.8	7.18	130.2	-3.67
	B	349.0	76.9	84.4	5.57	80.8	-7.50
	C	309.2	122.9	114.0	6.26	118.5	8.92
	D	336.3	129.7	131.2	7.55	130.6	-1.50
	E	463.5	184.5	213.2	9.20	198.6	-28.42
	F	389.7	120.2	118.3	6.82	119.3	1.83
	G	364.9	208.9	217.0	11.25	213.2	-8.08
	H	313.5	107.2	114.7	6.80	111.2	-7.42
LSD <sub>0.05</sub>		56.1	46.7	59.7	2.30	52.5	21.27
Spring	A	295.2	136.2	141.2	8.48	138.8	-5.00
	B	241.2	77.0	78.8	5.59	78.0	-1.75
	C	304.5	104.0	108.3	5.66	106.0	-4.25
	D	280.0	122.2	116.5	7.30	119.2	5.75
	E	372.7	218.5	258.0	11.45	237.0	-38.75
	F	355.8	115.0	111.0	6.38	113.3	4.00
	G	396.8	209.8	187.8	9.70	199.0	22.00
	H	297.8	106.0	111.3	6.80	108.8	-5.25
Fall	A	382.0	124.5	124.8	5.95	124.8	-0.25
	B	412.0	77.0	81.5	4.96	79.5	-4.50
	C	315.8	127.5	111.5	6.00	119.8	16.00
	D	350.3	131.8	146.5	7.90	139.3	-14.75
	E	534.3	159.3	197.2	7.60	178.8	-38.00
	F	362.2	118.5	121.8	6.64	120.0	-3.25
	G	352.3	189.8	196.5	10.95	193.3	-6.75
	H	344.3	94.3	101.5	6.12	98.0	-7.25
Winter	A	396.3	123.8	129.5	7.13	127.0	-5.75
	B	393.8	76.8	93.0	6.17	85.0	-16.25
	C	307.3	137.3	122.3	7.14	129.8	15.00
	D	378.8	135.3	130.8	7.45	133.3	4.50
	E	483.5	175.8	184.3	8.55	180.0	-8.50
	F	451.3	127.0	122.3	7.44	124.8	4.75
	G	345.8	227.3	266.8	13.10	247.3	-39.50
	H	298.5	121.5	131.3	7.48	126.8	-9.75
LSD <sub>0.05</sub>		56.1	46.7	59.7	2.30	52.5	21.27

秋作、冬季裡作玉米之籽粒充實期適逢低溫，春作則為高溫，在低溫下有較高比例的光合產物分配至果穗部位之籽粒 (Hunter *et al.* 1977)，又因籽粒充實期呈現秋作、冬季裡作長於春作，以致於籽粒產量呈現秋作及冬季裡作 > 春作。夏作的玉米，不論營養生長期或籽粒充實期均處於高溫多濕，不利於植株生長及籽粒充實，故四個生長期作中，夏作的產量呈現最低產。本試驗之結果也顯示秋作與裡作其籽粒重大於春作。而鮮食用玉米台南白籽粒產量之表現存在基因型與期作有交感作用 (Shieh & Thseng 1999)。

美國、西非、加勒比海等地區之居民，偏愛黃色胚乳，常在玉米果穗未成熟前採收食用 (Spaner & Brathwaite 1996)，而東南亞、台灣及中國大陸沿海的消費者則偏好白胚乳的玉米，於乳熟期採收食用當作休閒之消費品。果皮的厚薄對鮮食用玉米品質有很大的影響，在台灣鮮食用白玉米以台南白為主，不同季節所生產之台南白玉米其果皮厚度及含量是否有差異呢？本研究以八個玉米自交系為材料，結果發現台南白同一籽粒不同部位其果皮厚度有差異存在 (Shieh 2004)；不同的自交系間其果皮厚度和含量存在極大的差異。不同期作間，發芽面與非發芽面之果皮厚度呈現秋作最薄，其次是春作與裡作；平均果皮厚度為春作與秋作較薄，而裡作最厚；果皮含量以秋作較少，春作與裡作則含有較多果皮。可能係由於胚乳成長的過程中，在秋作較適合玉米籽粒充實的環境下，加上有較多的光合產物供給籽粒，造成較大的膨脹導致較薄的果皮，故一般秋作所生產之鮮食用玉米果皮較其它期作來得薄。而不同的基因型在期作間其果皮之厚度雖有差異，但基因型的排列順序是一致的，即基因型與期作之交感作用不存在。此結果與 Helm & Zuber (1969) 認為氣象因子對不同玉米基因型果皮厚度的影響是一致的，不存在交感作用頗為相符。

## 引用文獻 (Literature cited)

- Francis, C. A., M. Prager and D. R. Laing. 1978. Genotype  $\times$  environment interactions in climbing bean cultivars in monoculture. *Crop Sci.* 18:242-246.
- Helm, J. L. and M. S. Zuber. 1969. Pericarp thickness of dent corn inbred lines. *Crop Sci.* 9:803-804.
- 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.
- Hong, M. C. Tu, H. and F. S. Thseng. 1984. Variation of yield formation of maize in spring and fall cropping season. *J. Agric. Asso. China* 125:61-70. (in Chinese with English abstract)
- Hunter, R. B., M. Tollenaar and C. M. Breuer. 1977. Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize (*Zea mays* L.) hybrid. *Can. J. Plant Sci.* 57:1127-1134.
- Kang, M. S. and D. P. Gorman. 1989. Genotype  $\times$  environment interaction in maize. *Agron. J.* 81:662-664.
- Morishima, H. and H. I. Oka. 1974. Analysis of genetic variation in plant type of rice. VI. Intervarietal in growth pattern on obtained from the international rice adaptation experiment. *Jpn J. Breed.* 24:226-236.
- Morishima, H. and H. I. Oka. 1975. Comparison of growth pattern and phenotypic plasticity between wild and cultivated rice strains. *Jpn J. Genet.* 50:53-56.

- Shieh, G. J. and F. S. Thseng. 1993a. Effects of kernel type and crop seasons on the variations of growth and differentiation traits in maize. *J. Agric Res. China* 42:121-132. (in Chinese with English abstract)
- Shieh, G. J. and F. S. Thseng. 1993b. Variation of grain yield and agronomic traits, in maize due to crop seasons and different kernel kernel-type combination. *J. Agric Res. China* 42:345-355. (in Chinese with English abstract)
- Shieh, G. J. and F. S. Thseng. 1999. Yield potential of F1 hybrids derived from Tainan-white maize populations grow in different crop season. *J. Agric Res. China* 48:22- 39. (in Chinese with English abstract)
- Shieh, G. J. 2004. Thickness and surface area variations of Tainan –white maize percarp. *J. Agric Res. China* 53:201-206. (in Chinese with English abstracts)
- Spaner, D., R. A. I. Brathwaite and D. E.Mather. 1996. Diallel study of open-pollinated maize varieties in Trinidad. *Euphytica* 90:65-72.
- Wang, C. S., P. Y. Wang and D. J. Liu. 1988. Growth responses of corn to temperature and photoperiod. *J. Agric Res. China* 37:379-388. (in Chinese with English abstracts)
- Yang, W. H., Y. C. Huang, M. T. Tseng and S. S. Huang. 1991. Effect of environmental factors on agronomic traits of Tainan-white maize population. *Chinese Agron. J.* 1:293-308. (in Chinese with English abstracts)

# The Effects of Crop Season on the Pericarp Characteristics in Maize<sup>1</sup>

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

## Abstract

Shieh, G. J. 2006. The effects of crop seasons on the pericarp characteristics in maize. *J. Taiwan Agric. Res.* 55:135-141

Eight inbred lines derived from Tainan-white populations, planted at Wufeng, at spring, fall, and winter crop seasons of 1997. The sibmating seeds were used to study the pericarp characteristics. The result of the analysis of variance showed that the crop seasons and genotypes were significant difference across the four crop seasons for most pericarp characteristics, excepted crop season on the difference between germinal and abgerminal. And the crop season x genotype interaction were not significant difference at pericarp thickness and content. The performance of kernel weight of inbred lines at fall and winter was larger than the spring. The pericarp thickness of inbred lines has thinner pericarp at fall than the winter and spring. Sometimes, at fall crop season, the inbred lines possess lower pericarp content. The B inbred line has thinner pericarp and lower content, and the G and E inbred lines has thicker pericarp and most pericarp contents.

**Key words:** Maize, Crop season, Pericarp thickness.

---

1. Contribution No.2259 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted :

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

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