

糯質玉米自交系籽粒種皮厚度之變異¹

謝光照^{2,3}

摘 要

謝光照。2010。糯質玉米自交系籽粒種皮厚度之變異。台灣農業研究 59:103–111。

目前在台灣糯質玉米主要當作鮮食玉米，有黑糯及白糯兩種。本試驗以 19 個黑糯族群材料經自交系培育過程選留 390 個 S₅ 自交系，及 12 個白糯族群經自交系培育過程選留 588 個 S₅ 自交系為材料，種植於霧峰農業試驗所試驗田，取兄妹交配後裔之生理成熟期之種子為材料進行籽粒種皮厚度之調查。試驗結果顯示黑糯及白糯玉米籽粒不同的族群間之整粒平均厚度有明顯之變異存在，同時其發芽面種皮厚度、非發芽面種皮厚度、冠蓋種皮厚度間也有明顯的差異存在，一般以冠蓋種皮厚度最薄，其次依續為發芽面種皮厚度、非發芽面種皮厚度。黑糯整粒平均種皮厚度之變異介於 30–109 μm，平均為 59.4 μm，小於 60 μm 的自交系數目有 218 個，約佔 56%。就整粒平均種皮厚度而言，以 PF、PG、PH、PJ、PL 及 PN 等族群較薄，同時所分離之自交系具有較薄種皮之數目也較多；而 PC、PE、PI、PQ、PR、PS 等族群較厚，同時具有較大的變異性。白糯以 wxpop 2、wxpop 3、wxpop 5、wxpop 6、wxpop 7、wxpop 12 及 wxpop 13 等族群較薄，而由 wxpop 7、wxpop 12 及 wxpop 13 所分離之自交系具有較薄種皮之數目也較多；而 wxpop 11 則具有較厚之種皮厚度。白糯整粒平均種皮厚度之變異介於 34–204 μm，平均為 98.5 μm，小於 80 μm 的自交系數目有 171 個，約佔 29%。黑糯比白糯玉米平均而言具有較薄之種皮厚度，同時也因不同的自交系間其種皮厚度有明顯的遺傳變異存在，可作為糯質玉米薄種皮改良之育種材料。

關鍵詞：玉米、糯質玉米、種皮厚度、變異。

前 言

糯質玉米原產於中國大陸西南各省，而雲南西雙版納等熱帶及亞熱帶地區為糯質玉米的起源中心，種質資源極為豐富，為當地少數民族種植和食用的基本糯質玉米。糯質

基因 (*waxy*) 位於第九條染色體上，屬主效基因 GBSS 之隱性突變，導致無法合成直鏈澱粉，使胚乳中的澱粉幾乎純為支鏈澱粉，乾燥後的糯質玉米的籽粒呈現不透明狀。糯質玉米籽粒胚乳中的澱粉幾乎為支鏈澱粉組成，具有較高的蛋白質和賴氨酸，在食品加

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2401 號。接受日期：99 年 7 月 21 日。
2. 本所作物組研究員。台灣 台中縣 霧峰鄉。
3. 通訊作者，電子郵件: x486045@wufeng.tari.gov.tw；傳真機: (04)23302806。

工、工業和畜牧業上有廣泛的用途，是一種有開發利用價值的玉米類型。

成熟的玉米籽粒可分為種皮、胚乳、胚和頂蓋等四部份，其中種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。乾燥籽粒，其胚乳約佔整粒的 82.9%，胚佔 11.1%，種皮佔 5.3%，頂蓋佔 0.8%。而種皮的組成，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)。

Brewbaker *et al.* (1996) 研究指出美國不同地區的地方品種間其種子種皮厚度有明顯的差異存在，而非發芽面之種皮厚度一般大於發芽面之厚度。同時指出成熟玉米籽粒種皮厚度小於 50 μm 時，才能被高度接受為鮮食用玉米類。目前已知不同類型的玉米如爆裂種 (Richardson 1960)、馬齒種玉米 (Ho *et al.* 1975; Helm & Zuber 1969)、甜玉米 (Tracy & Galinat 1987)、本土種台南白 (Shieh 2006) 等其種皮厚度也有所不同。Shieh (2004) 以台南白 16 個單交種為材料測量籽粒不同部位種皮厚度之變異，結果顯示不同基因型間種下皮的變異達極顯著差異，且同一籽粒不同部位種皮厚度也有差異，以冠蓋部分為最薄，其次為發芽面，最厚者為側邊部份。台南白同一族群內或不同族群間其種皮性狀均存在極大的變異範圍 (Shieh 2005a)。而不同的遺傳背景與胚乳型對玉米籽粒種皮厚度均有極顯著之影響 (Shieh 2005b)。

鮮食用玉米影響品質的主要因子有種皮的柔嫩度 (tenderness)、甜度 (sweetness) 和風味 (flavor) 等三項。而一般鮮食籽粒的柔嫩度與種皮的厚薄和含量有密切相關 (Ito & Brewbaker 1981)。

材料與方法

利用不同地區或來源 (PA 苗栗後龍、PB 台中霧峰、PC 南投草屯、PD 桃園新屋、PE 台中大里、PF 紫玉 478、PG 花蓮吉安、PH 台東市、PI 嘉義朴子鎮、PJ 彰化員林、PK 富農種苗、PL-PN 中國大陸、PO 嘉義新港、PP 南投名間、PQ-PR 中國大陸、PS 農友種苗) 之 19 個黑糯族群及 12 個白糯族群 (Wxpop 1-美珍 F2、Wxpop2-美珍 \times CML76、Wxpop 3-美珍 \times 台南白、Wxpop 4-印尼、Wxpop 5-中國大陸、Wxpop 6-中國大陸、Wxpop 7-中國大陸、Wxpop 8-中國大陸、Wxpop 10-越南、Wxpop 11-嘉義朴子、Wxpop 12-玉美珍、Wxpop 13-pwx93-5) 經人工自交 5 代，並根據株型與穗型及田間病蟲害抗性之表現所選留 390 個及 588 個之自交系種子為材料，種植於農試所試驗田進行自交系繁殖。田間設計為順序排列，單重複，每一自交系種植 20 穴，每穴播 2 粒，待發芽長至 20 cm 左右時進行間苗，每穴留 1 株，行長 6 m。單行區，行株距 80 cm \times 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，每自交系取 10 粒扁平型且飽滿種子為材料。

玉米籽粒種皮剝取之方法，參考 Helm & Zuber (1970) 之報告稍作修正，其剝取及測定方法如下：達生理成熟期之種子，烘乾後稱其籽粒重，存放 10°C 冷藏室內。剝皮時取出，將種子在室溫下浸水 2 天使種子質地變軟後，再以解剖刀進行剝取種皮。先切下頂蓋 (tip cap)，再沿著發芽面 (germinal) (胚所在之面) 切下發芽面之種皮，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) 之種皮。剝下之種皮放置於體積比為 1 水:3 甘油醇 (glycerol) 溶

液中，過夜。倒掉溶液，取出種皮，用吸水紙將果皮表面擦乾。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。每粒籽粒調查的性狀包含有發芽面種皮厚度、非發芽面種皮厚度、冠蓋種皮厚度與平均種皮厚度等性狀。最後進行各個調查性狀之簡單統計介量之計算，如變域 (range) 及平均值 (mean) 等。

結 果

黑糯所有材料整體而言 (表 1)，經自交系培育過程選留 390 個自交系，發芽面種皮厚度

之變異介於 29–117 μm ，平均為 63.1 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 183 個，約佔 47%；非發芽面種皮厚度之變異介於 25–126 μm ，平均為 68.1 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 126 個，約佔 32%；冠蓋種皮厚度之變異介於 21–103 μm ，平均為 46.9 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 345 個，約佔 88%；整粒平均種皮厚度之變異介於 30–109 μm ，平均為 59.4 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 218 個，約佔 56%。就發芽面種皮厚度而言，以 PF、PG、PH、PJ、PN 等族群較薄，而 PC、PE、PI、PQ、PR、PS 等族群較厚，同時具有較大的變異性。就非發芽

表 1. 黑糯各族群分離自交系籽粒不同部位種皮厚度之變異

Table 1. The tested number, range, and mean of inbred lines pericarp thickness in the different kernel surface of purple-glutinous maize varieties

Varieties ^z	No.	Germinal (μm)			Abgerminal (μm)			Crown (μm)			Average (μm)		
		Range	Mean	≤ 60	Range	Mean	≤ 60	Range	Mean	≤ 60	Range	Mean	≤ 60
PA	9	37–74	57.8	6	34–81	64.7	3	43–70	58.1	6	55–71	60.5	4
PB	19	47–79	62.7	6	46–78	63.1	7	30–90	58.9	9	42–77	61.4	8
PC	8	44–117	65.1	5	49–106	67.9	3	47–103	65.9	4	48–109	66.0	4
PD	6	52–85	60.0	5	54–73	60.5	4	51–64	57.8	5	56–74	59.7	5
PE	24	55–89	67.6	5	53–115	70.1	5	35–77	56.1	15	37–81	64.1	8
PF	25	38–83	54.2	20	40–74	57.2	15	27–66	44.8	23	38–71	52.1	19
PG	2	37–44	40.5	2	45–46	45.5	2	43–51	47.0	2	44–45	44.5	2
PH	3	34–45	38.0	3	25–49	35.3	3	21–32	28.3	3	30–46	36.3	3
PI	6	52–93	71.0	2	60–105	84.2	1	39–69	57.2	3	51–86	71.6	2
PJ	7	29–62	47.2	6	33–73	53.1	5	30–49	40.3	7	32–60	46.6	7
PK	15	3399	58.1	9	33–120	66.5	8	28–65	45.5	14	30–89	56.3	9
PL	14	37–86	56.1	9	34–93	54.6	8	28–64	43.1	14	36–76	49.9	11
PM	17	44–64	57.1	14	47–78	58.4	12	36–58	45.2	17	49–65	53.8	15
PN	1	45	45.0	1	44	44.0	1	36	36.0	1	42	42.0	1
PO	11	44–79	59.7	6	35–75	55.9	6	38–64	48.0	10	46–70	54.5	8
PP	39	35–84	56.5	26	39–81	58.7	20	28–64	42.9	38	37–72	52.9	29
PQ	25	46–101	65.8	10	57–114	76.7	4	35–71	51.4	20	44–94	64.7	11
PR	79	46–109	68.0	24	37–111	71.0	18	27–62	42.8	78	36–84	60.6	43
PS	80	43–96	69.6	24	46–126	80.8	11	28–67	44.4	76	45–91	65.0	29
Total	390	29–117	63.1	183	25–126	68.1	126	21–103	46.9	345	30–109	59.4	218

^z PA: Miaoli population; PB: Taichung, Wufeng population; PC: Nataur, Tsaotwen; PD: Huijen population; PE: Taichung, Dali population; PF: Purple-yuh 478 variety; PH: Taitung population; PJ: Janghuah population; PI: Pohzyy population; PK: Fuhnong population; PL: China population; PM: China population; PN: China population; PO: Chiayi population; PP: Natour, Miujian population; PQ: China population; PR: China populatio; PS: Black pearl variety.

面種皮厚度而言，以 PG、PH、PJ、PL、PN 等族群較薄，而 PC、PE、PI、PK、PQ、PR、PS 等族群較厚，同時具有較大的變異性。就冠蓋種皮厚度而言，以 PF、PG、PH、PJ、PK、PL、PM、PN、PP、PR、PS 等族群較薄，而 PB 與 PC 族群較厚，同時有較大的變異。就整粒平均種皮厚度而言，以 PF、PG、PH、PJ、PL、PN 等族群較薄，而 PC、PE、PI、PQ、PR、PS 等族群較厚，同時具有較大的變異性。就籽粒不同部位而言，以冠蓋部位最薄，其次為發芽面，最厚者為非發芽面。

具有較薄種皮之族群詳述如下：黑糯 PF 族群經自交系培育過程選留 25 個自交系，發芽面種皮厚度之變異介於 38–83 μm ，平均為 54.2 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 20 個；非發芽面種皮厚度之變異介於 40–74 μm ，平均為 57.2 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 15 個；冠蓋種皮厚度之變異介於 27–66 μm ，平均為 44.8 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 23 個；整粒平均種皮厚度之變異介於 38–71 μm ，平均為 52.1 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 19 個。

黑糯 PG 族群經自交系培育過程選留 2 個自交系，發芽面種皮厚度之變異介於 37–44 μm ，平均為 40.5 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 2 個；非發芽面種皮厚度之變異介於 45–46 μm ，平均為 45.5 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 2 個；冠蓋種皮厚度之變異介於 43–51 μm ，平均為 47 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 2 個；整粒平均種皮厚度之變異介於 44–45 μm ，平均為 44.5 μm ，2 個自交系皆小於 60 μm 。

黑糯 PH 族群經自交系培育過程選留 3 個自交系，發芽面種皮厚度之變異介於 34–45 μm ，平均為 38 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 3 個；非發芽面種皮厚度之變異介於 25–49 μm ，平均為 35.5 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 3 個；冠蓋種皮厚度之變異介於 21–32 μm ，平均為 28.3 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 3 個；

整粒平均種皮厚度之變異介於 30–46 μm ，平均為 36.3 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 3 個。

黑糯 PJ 族群經自交系培育過程選留 7 個自交系，發芽面種皮厚度之變異介於 29–62 μm ，平均為 47.2 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 6 個；非發芽面種皮厚度之變異介於 33–73 μm ，平均為 53.1 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 5 個；冠蓋種皮厚度之變異介於 30–49 μm ，平均為 40.3 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 7 個；整粒平均種皮厚度之變異介於 32–60 μm ，平均為 46.6 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 7 個。

黑糯 PL 族群經自交系培育過程選留 14 個自交系，發芽面種皮厚度之變異介於 37–86 μm ，平均為 56.1 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 9 個；非發芽面種皮厚度之變異介於 34–93 μm ，平均為 54.6 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 8 個；冠蓋種皮厚度之變異介於 28–64 μm ，平均為 43.1 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 14 個；整粒平均種皮厚度之變異介於 36–76 μm ，平均為 49.9 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 11 個。黑糯 PN 族群經自交系培育過程選留 1 個自交系，發芽面種皮厚度為 45 μm ，非發芽面種皮厚度之為 44 μm ，冠蓋種皮厚度為 36 μm ，整粒平均種皮厚度為 42 μm 。

白糯材料整體而言 (表 2)，經自交系培育過程選留 588 個自交系，發芽面種皮厚度之變異介於 37–185 μm ，平均為 101.2 μm ，小於 80 μm 的自交系數目有 187 個，約佔 31.8%；非發芽面種皮厚度之變異介於 33–240 μm ，平均為 109 μm ，小於 80 μm 的自交系數目有 189 個，約佔 32.1%；冠蓋種皮厚度之變異介於 32–198 μm ，平均為 84.7 μm ，小於 80 μm 的自交系數目有 233 個，約佔 39.6%；整粒平均種皮厚度之變異介於 34–204 μm ，平均為 98.5 μm ，小於 80 μm 的自交系數目有 171 個，約佔 29%。就發芽面種皮厚度而言，以 wxpop 2、wxpop 3、wxpop 6、wxpop 12、wxpop 13 等族群較薄，而

表 2. 白糯各族群分離自交系籽粒不同部位種皮厚度之變異

Table 2. The tested number, range, and mean of inbred lines pericarp thickness in the different kernel surface of white-glutinous maize varieties

Varieties ^z	No.	Germinal (μm)			Abgerminal (μm)			Crown (μm)			Average (μm)		
		Range	Mean	≤80	Range	Mean	≤80	Range	Mean	≤80	Range	Mean	≤80
wxpop 1	19	65-166	113.7	5	74-194	129.1	1	47-148	89.3	10	74-179	110.7	3
wxpop 2	18	63-101	80.2	9	78-121	94.0	2	32-95	63.0	15	62-100	79.1	9
wxpop 3	20	69-117	89.6	5	65-168	96.3	5	51-117	79.1	11	56-106	88.3	7
wxpop 4	12	85-156	111.7	0	103-173	118.3	0	71-122	94.5	2	95-126	108.1	0
wxpop 5	17	37-118	90.3	3	33-150	106.2	2	32-97	63.6	14	34-112	86.7	2
wxpop 6	16	58-111	81.3	8	47-141	92.1	4	41-77	55.4	16	49-100	76.2	10
wxpop 7	184	53-161	91.7	43	46-183	87.8	86	37-169	72.7	119	57-159	84.0	85
wxpop 8	56	59-177	118.9	7	57-216	105.1	13	43-131	79.8	30	59-179	101.3	12
wxpop 10	41	79-212	114.5	1	86-218	123.0	0	51-183	90.2	15	77-204	109.2	2
wxpop 11	9	82-185	156.7	0	88-210	172.1	0	79-198	159.7	1	83-193	162.8	0
wxpop 12	149	45-181	80.8	84	55-240	96.5	56	— ^y	—	—	45-187	88.7	64
wxpop 13	47	53-126	86.0	22	56-123	87.6	20	—	—	—	59-123	86.8	23
Total	588	37-185	101.2	187	33-240	109.0	189	32-198	84.7	233	34-204	98.5	217

^z wxpop 1: Morrison variety; wxpop 2: Morrison × CML76; wxpop 3: Morrison × Tainan white; wxpop 4: Indonesia population; wxpop 5: China population; wxpop 6: China population; wxpop 7: China population; wxpop 8: China population; wxpop 10: Vietnam variety; wxpop 11: Poh-Tzyu population; wxpop 12: White pearl variety; wxpop 13: Pw × 93-5 variety.

^y no data.

Wxpop 1、wxpop 4、wxpop 8、wxpop 10、wxpop 11 等族群較厚，同時具有較大的變異性。就非發芽面種皮厚度而言，以 wxpop 7、wxpop 13 等族群較薄，其次為 wxpop 2、wxpop 3、wxpop 6、wxpop 12，而 wxpop 11 族群最厚。就冠蓋種皮厚度而言，以 wxpop 2、wxpop 5、wxpop 6 等族群較薄，而 wxpop 11 族群最厚，同時具有較大的變異性。就整粒平均種皮厚度而言，以 wxpop 2、wxpop 3、wxpop 5、wxpop 6、wxpop 7、wxpop 12、wxpop 13 等族群較薄，其次為 wxpop 1、wxpop 4、wxpop 8、wxpop 10，而 wxpop 11 族群最厚。就籽粒不同部位而言，以冠蓋部位最薄，其次為發芽面，最厚者為非發芽面。

黑糯玉米各族群或品種依整粒平均種皮厚度小於 60 μm 所選留之自交系編號如表 3 所示，共有 218 個，可作為黑糯薄種皮高品質育種之材料。整體而言此批白糯呈現具有較厚之種皮厚度，白糯玉米各族群或品種整粒平均種皮厚度小於 80 μm 所選留之自交系編號如表 4

所示，共有 217 個，可作為白糯高品質薄種皮且高產育種之材料。

討 論

糯質玉米其胚乳屬臘質 (waxy) 隱性突變基因，澱粉成份以支鏈澱粉為主，籽粒黏稠性高，咀嚼時呈 QQ 的口感，是泰國、菲律賓、越南、柬埔寨、中國東南各省及台灣等國家的主要食用玉米，以往栽培品種多為天然混交種。台灣近來工商業發達，消費型態呈多元化，糯質玉米已受到重視，主要於糊熟期採收果穗，以水煮或碳烤處理後當作休閒食品。

玉米的消費利用方式有許多種，一般玉米果穗在未成熟前 (乳熟期) 採收而食用者，統稱為鮮食用玉米 (green corn)。美國加工製罐頭用的玉米大多採用甜玉米或超甜玉米等類型。而在熱帶地區，大部份鮮食用玉米係利用飼料玉米 (field corn) 在授粉後 20-25 天，正處於乳熟期階段的鮮果穗 (Brewbaker 1982)，或糯質玉米 (waxy)、甜玉米 (sugary, suary-2)、超甜

表 3. 黑糯玉米族群 (品種) 種皮厚度小於 60 μm 之自交系Table 3. The inbred lines of pericarp thickness less than 60 μm of purple- glutinous maize

Population	Inbred line code
PA	PA-5, PA-10, PA-11, PA-12
PB	PB-2, PB-3, PB-6, PB-8, PB-9-2, PB-11-1, PB-11-2, PB-12
PC	PC-2, PC-13, PC-14, PC-20
PD	PD-1, PD-2, PD-4, PD-5, PD-6
PE	PE-6, PE-7, PE-10, PE-11, PE-26, PE-28, PE-31-2, PE-32
PF	PF-1, PF-3, PF-4-1, PF-4-2, PF-4-3, PF-4-4, PF-4-5, PF-5, PF-7, PF-8, PF-9, PF-10, PF-11, PF-15, PF-16, PF-23, PF-24, PF-25, PF-28
PG	PG-5-1, PG-6
PH	PH-2, PH-3, PH-4
PI	PI-4, PI-11
PJ	PJ-16, PJ-17, PJ-23-1, PJ-27, PJ-30, PJ-31, PJ-32
PK	PK-2, PK-18-1, PK-18-2, PK-19-1, PK-19-2, PK-20-1, PK-20-2, PK-20-3, PK-27
PL	PL-3, PL-7-1, PL-7-2, PL-8, PL-12-1, PL-12-2, PL-17-1, PL-17-2, PL-22, PL-24, PL-32-1
PM	PM-1, PM-2-1, PM-2-2, PM-3, PM-4-1, PM-4-2, PM-6, PM-10-1, PM-10-2, PM-12-1, PM-12-2, PM-13-1, PM-13-2, PM-14, PM-23
PN	PN-4
PO	PO-1, PO-2, PO-4, PO-5, PO-8, PO-9, PO-11-2, PO-13-2
PP	PP-1-1, PP-1-2, PP-1-3, PP-1-4, PP-2, PP-3-1, PP-3-2, PP-5, PP-8, PP-12-1, PP-12-2, PP-12-3, PP-12-4, PP-12-5, PP-12-6, PP-17-3, PP-18, PP-19-1, PP-19-2, PP-21, PP-23-1, PP-23-2, PP-24, PP-25-1, PP-25-2, PP-27-1, PP-27-2, PP-28, PP-32
PR	PR-1-1, PR-1-2, PR-2-2, PR-3-1, PR-3-2, PR-4-3, PR-5-1, PR-52, PR-7-1, PR-7-2, PR-8-1, PR-8-2, PR-8-4, PR-13, PR-15, PR-16-1, PR-16-3, PR-17, PR-20-1, PR-20-2, PR-21-2, PR-22-1, PR-22-2, PR-23-1, PR-23-2, PR-24-1, PR-25, PR-27-2, PR-29-2, PR-30-3, PR-31-1, PR-32-1, PR-32-2, PR-33-1, PR-34-1, PR-34-3, PR-35, PR-37-1, PR-37-2, PR-38-1, PR-39, PR-41-2,
PQ	PQ-4-2, PQ-5-1, PQ-6-1, PQ-6-2, PQ-7, PQ-8-1, PQ-10-2, PQ-11-2, PQ-12-1, PQ-12-2
PS	PS-3-1, PS-4-2, PS-6-2, PS-7-3, PS-8-2, PS-10-1, PS-10-2, PS-12-2, PS-12-3, PS-13-1, PS-14-1, PS-16-1, PS-17-2, PS-18-2, PS-19-1, PS-20-1, PS-21-1, PS-21-2, PS-21-3, PS-22-2, PS-23-4, PS-23-6, PS-25-1, PS-28-1, PS-28-2, PS-29-1, PS-29-3, PS-31-1, PS-32-2

玉米 (shrunken-2, brittle-1) 等類型之乳熟期果穗，以水煮或碳烤當作休閒食品。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。

前人的研究顯示不同類型的玉米其果皮的厚度有所差異，例如爆裂種玉米一般具有較厚之種皮，介於 139–175 μm (Richardson 1960)，而經選拔的甜玉米和超甜玉米雜交種其種皮厚度介於 40–60 μm (Tracy & Schmidt 1987)；國內

未改良的台南白族群其種皮厚度介於 57–240 μm (Shieh 2005a)。本研究顯示不論是黑糯或白糯材料，不同遺傳背景之材料其種皮的厚度有明顯差異，與前人之研究 Wolf *et al.* (1969)、Ho *et al.* (1975) 與 Shieh (2004) 指出同一類型的玉米基因型不同其種皮的厚度也有明顯的差別之結果相符。

白糯材料籽粒不同部位比較可看出以冠蓋則具有較薄的種皮厚度，而發芽面種皮與非發

表 4. 白糯玉米族群 (品種) 種皮厚度小於 80 μm 之自交系Table 4. The inbred lines of pericarp thickness less than 80 μm of white- glutinous maize

Population	Inbred line code
wxpop 1	wxpop 1-2, wxpop 1-4, wxpop1-14
wxpop 2	wxpop 2-1, wxpop 2-2, wxpop 2-3, wxpop 2-4, wxpop 2-7, wxpop 2-9, wxpop 2-12, wxpop 2-13, wxpop 2-14
wxpop 3	wxpop 3-6, wxpop 3-8, wxpop 3-10, wxpop 3-11, wxpop 3-12, wxpop 3-13, wxpop 3-18
wxpop 5	wxpop 5-16, wxpop 5-17
wxpop 6	wxpop 6-1, wxpop 6-2, wxpop 6-3, wxpop 6-4, wxpop 6-5, wxpop 6-8, wxpop 6-9, wxpop 6-10, wxpop 6-14, wxpop 6-16
wxpop 7	wxpop 7-3, wxpop 7-4, wxpop 7-5, wxpop 7-6, wxpop 7-16, wxpop 7-17, wxpop 7-19, wxpop 7-33, wxpop 7-34, wxpop 7-35, wxpop 7-36, wxpop 7-46, wxpop 7-48, wxpop 7-49, wxpop 7-50, wxpop 7-55, wxpop 7-57, wxpop 7-59, wxpop 7-60, wxpop 7-62, wxpop 7-63, wxpop 7-66, wxpop 7-67, wxpop 7-68, wxpop 7-69, wxpop 7-78, wxpop 7-79, wxpop 7-80, wxpop 7-82, wxpop 7-84, wxpop 7-87, wxpop 7-91, wxpop 7-92, wxpop 7-93, wxpop 7-94, wxpop 7-95, wxpop 7-96, wxpop 7-97, wxpop 7-113, wxpop 7-115, wxpop 7-116, wxpop 7-117, wxpop 7-119, wxpop 7-121, wxpop 7-122, wxpop 7-125, wxpop 7-132, wxpop 7-133, wxpop 7-134, wxpop 7-135, wxpop 7-136, wxpop 7-139, wxpop 7-140, wxpop 7-141, wxpop 7-142, wxpop 7-143, wxpop 7-144, wxpop 7-145, wxpop 7-146, wxpop 7-148, wxpop 7-149, wxpop 7-150, wxpop 7-152, wxpop 7-154, wxpop 7-155, wxpop 7-156, wxpop 7-157, wxpop 7-158, wxpop 7-159, wxpop 7-160, wxpop 7-161, wxpop 7-163, wxpop 7-164, wxpop 7-165, wxpop 7-168, wxpop 7-173, wxpop 7-174, wxpop 7-175, wxpop 7-177, wxpop 7-179, wxpop 7-180, wxpop 7-181, wxpop 7-183, wxpop 7-184
wxpop 8	wxpop 8-3, wxpop 8-10, wxpop 8-13, wxpop 8-15, wxpop 8-25, wxpop 8-28, wxpop 8-37, wxpop 8-42, wxpop 8-44, wxpop 8-46, wxpop 8-54, wxpop 8-55, wxpop 8-56
wxpop 10	wxpop 10-1, wxpop 10-4
wxpop 12	wxpop 12-2, wxpop 12-3, wxpop 12-4, wxpop 12-5, wxpop 12-6, wxpop 12-7, wxpop 12-13, wxpop 12-14, wxpop 12-15, wxpop 12-16, wxpop 12-18, wxpop 12-20, wxpop 12-21, wxpop 12-22, wxpop 12-24, wxpop 12-27, wxpop 12-28, wxpop 12-31, wxpop 12-36, wxpop 12-41, wxpop 12-55, wxpop 12-59, wxpop 12-60, wxpop 12-62, wxpop 12-63, wxpop 12-64, wxpop 12-65, wxpop 12-66, wxpop 12-71, wxpop 12-74, wxpop 12-75, wxpop 12-76, wxpop 12-77, wxpop 12-78, wxpop 12-79, wxpop 12-80, wxpop 12-83, wxpop 12-85, wxpop 12-89, wxpop 12-91, wxpop 12-92, wxpop 12-95, wxpop 12-96, wxpop 12-99, wxpop 12-101, wxpop 12-102, wxpop 12-104, wxpop 12-107, wxpop 12-109, wxpop 12-111, wxpop 12-112, wxpop 12-114, wxpop 12-120, wxpop 12-124, wxpop 12-127, wxpop 12-129, wxpop 12-130, wxpop 12-132, wxpop 12-135, wxpop 12-144, wxpop 12-145, wxpop 12-146, wxpop 12-147, wxpop 12-148
wxpop 13	wxpop 13-5, wxpop 13-6, wxpop 13-14, wxpop 13-17, wxpop 13-19, wxpop 13-20, wxpop 13-21, wxpop 13-23, wxpop 13-24, wxpop 13-25, wxpop 13-26, wxpop 13-28, wxpop 13-29, wxpop 13-32, wxpop 13-35, wxpop 13-37, wxpop 13-40, wxpop 13-42, wxpop 13-43, wxpop 13-44, wxpop 13-45, wxpop 13-46, wxpop 13-48

芽面種皮厚度相近。與 Wolf *et al.* (1952) 指出同一籽粒不同部位其種皮厚度的不一致之結論相類同。可能係因胚乳成長過成中不同的擴張程度所造成，較大的膨脹導致較薄的種皮 (Tracy & Schmidt 1987)。

黑糯整粒平均種皮厚度之變異介於 30–109 μm ，平均為 59.4 μm ，小於 60 μm 的自交系數目有 218 個，約佔 56%。就整粒平均種

皮厚度而言，以 PF、PG、PH、PJ、PL、PN 等族群較薄，由其所分離之自交系被利用之潛能最大。白糯整粒平均種皮厚度之變異介於 34–204 μm ，平均為 98.5 μm ，因平均種皮厚度小於 60 μm 的自交系數量太少易造成遺傳變異狹隘，故放寬白糯玉米選留的範圍，小於 80 μm 的自交系數目有 217 個，約佔 29%。就整粒平均種皮厚度而言，以 wxpop 2、wxpop 3、

wxpop 5、wxpop 6、wxpop 7、wxpop 12、wxpop 13 等族群較薄，目前評估白糯以 wxpop 7、wxpop 12、wxpop 13 等族群之自交系被利用之潛能最大。黑糯與白糯比較顯示黑糯族群所分離之自交系具有較薄之種皮，可能所搜集之材料係為加工及飼料用的白糯所致。

引用文獻 (Literature cited)

- Brewbaker, J. L. 1982. Genetic improvement in green corn. p.63–68. *in* the Proceeding of Symposium on Plant Breeding. Agric. Assn. of China (Taiwan) and SABRAO. (in Chinese with English abstract)
- 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. 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.
- Ho. L. C., L. W. Kannenberg, and R. B. Hunter. 1975. Inheritance of pericarp thickness in short season maize inbreds. *Can. J. Gene. Cytol.* 17:621–629.
- Ito, G. M. and J. L. Brewbaker. 1981. Genetic advance through mass selection for tenderness in sweet corn. *J. Am. Soc. Horti. Sci.* 106:496–499.
- Richardson, D. L. 1960. Pericarp thickness in popcorn. *Agron. J.* 52:77–80.
- 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. 2005a. Pericarp characters variation of different Tainan-white maize population in Taiwan. *J. Taiwan Agric. Res.* 54:219–226. (in Chinese with English abstract)
- Shieh, G. J. 2005b. Effect of endosperm type and genetic background on pericarp thickness in maize inbred lines. *J. Taiwan Agric. Res.* 54:227–234. (in Chinese with English 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. (in Chinese with English abstract)
- Tracy, W. F. and W. C. Galinat. 1987. Thickness and cell layer number of the pericarp of sweet corn and some of its relatives. *Hortscience* 22:645–647.
- 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.
- Wolf, M. J., I. M. Cull, J. L. Helm, and M. S. Zuber. 1969. Measuring thickness of excised mature corn pericarp. *Agron. J.* 61:777–779.

Variation of Pericarp Thickness in Inbred Lines of Glutinous Corn¹

Guang-Jauh Shieh^{2,3}

Abstract

Shieh, G. J. 2010. Variation of pericarp thickness in inbred lines of glutinous corn. J. Taiwan Agric. Res. 59:103–111.

Glutinous corn (*Zea mays*) is a popular fresh eating food in Taiwan. This study was conducted to determine difference of pericarp thickness in inbred lines of purple glutinous corn and white glutinous corns. Nineteen purple glutinous corn and 12 white glutinous corns were grown in a field at the Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung in 2006. Physiologically matured inbred seeds produced by sibling, including 390 inbred lines from 19 purple glutinous corn and 588 inbred lines 12 white glutinous corn, were harvested and used in the study of pericarp thickness. Results showed significant differences ($p < 0.05$) in the thickness of pericarp among the inbred lines tested. Also, the thickness of pericarp varied with the area of a kernel, thin at the crown, but increase in thickness at the germinal side and abgerminal. In the purple glutinous corn, the inbred lines from varieties of PF, PG, PH, PJ, PL, and PN had the trait of thin pericarp, and produced more lines with thin pericarp ($< 60 \mu\text{m}$) but the inbred lines from the varieties of PC, PE, PI, PQ, PR, and PS had thicker pericarp. In the white glutinous corn, the inbred line the from the varieties of wxpop 2, wxpop 3, wxpop 5, wxpop 6, wxpop 7, wxpop 12, and wxpop 13 had thin pericarp, and produced more inbred lines with pericarp thinner than $80 \mu\text{m}$. In general, the pericarp of purple glutinous corn thinner than the pericarp of white glutinous corn. The wide range of variation of pericarp thickness suggests that some of the inbred lines are potential for varietal improvement of glutinous corn.

Key words: Maize, Glutinous corn, Pericarp thickness, Variation.

-
1. Contribution No.2401 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: July 21, 2010.
 2. Agronomist, Crop Science Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
 3. Corresponding author, e-mail: x486045@wufeng.tari.gov.tw; Fax: (04)23399544.