

黑糯玉米台農 5 號之育成¹

謝光照^{2,4} 盧煌勝³

摘 要

謝光照、盧煌勝。2006。黑糯玉米台農 5 號之育成。台灣農業研究 55：149-163。

黑糯台農 5 號為單雜交種，由自交系 PE31-2 及 PO4 雜交而成。母本 PE31-2 係由台中大里地區所蒐集之黑糯族群（代為 PE）經自交分離至 S5 世代所育成之自交系，果穗為圓筒型，籽粒行數為 8 行、硬粒型，紫色，籽粒深度長、多穗型，穗軸小，果皮薄之特性。父本 PO4 係由嘉義新港地區蒐集之黑糯族群（PO）經自交分離至 S5 世代所育成，具有植株葉片生長旺盛、長穗型、籽粒行數 8 行、硬粒型，紫紅色，多穗型，穗軸小，果皮薄之特性。黑糯台農 5 號為單雜交種，植株外觀、株高及穗型整齊，穗長 16~18 cm 左右，行數為 8 行居多，花絲為白色，全國二年四期作含苞葉鮮果穗產量平均為 10,961 kg/ha，與對照種黑美珍略低或無明顯差異；去苞葉鮮果穗產量為 6,970 kg/ha 較對照種（黑美珍）稍低，具有優良品質之特性。栽培時以 120 ~ 150 kg/ha 氮肥施用量較為理想。栽培密度以 80 × 25 cm 之行株距下可獲得合格穗率高且較高鮮果穗產量。黑糯新品系農試育 TAPH89-05 號於 94 年 11 月 29 日通過命名為黑糯台農五號。

關鍵詞：黑糯玉米、單雜交種、鮮果穗產量。

前 言

玉米屬異交作物，在自然狀態大多以異型結合體的形式存在，異型結合體的種原材料，經自交過程培育成自交系，才能雜交形成 F₁ 雜種。一般自交系組合力的檢定親，可以選擇遺傳基礎較廣的天然授粉品種、合成品種、雙雜交種進行頂交，淘汰大部分一般組合力較差的自交系，再以單交或測交法選出較優之雜交組合。自交系亦可用於檢測一般組合力的改良效果 (Horner *et al.* 1972, 1973; Zambezi *et al.* 1986)。Darrah 等 (1972)、Comstock (1979) 與 Charcosset 等 (1990) 的研究均認為以自交系當檢定親比族群當檢定親具有較大的遺傳變異，可有效的鑑別受檢自交系組合力的高低。

本所為改進並提升黑糯玉米產量與品質，期能提供較目前對照品種更優之新品種供農民栽培及大眾食用，乃針對市面上黑糯玉米之缺點加強選育。以鮮果穗為長穗型，外觀整齊，嫩度及風味佳，甜度高，Q 度好，果皮薄，口感佳為育種目標。經過自交系的培育、組合力檢定、新品系比較試驗及二年區域試驗後，選育出黑糯玉米農試育 TAPH89-05 新品系，提出命名申請，並於 94 年 11 月 29 日通過審查命名為黑糯玉米台農 5 號。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2262 號。接受日期：95 年 7 月 2 日。

2. 本所農藝組副研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。

3. 前行政院農委會農業試驗所農藝組研究員。

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

材料與方法

育成過程之試驗項目、期間及地點

自交系培育及組合力檢定：(1) 自交系的培育：1997 秋作至 2000 秋作於農試所，將台灣不同地點蒐集而得及國外引入黑糯玉米族群，根據植株外觀、株型、穗型及果穗大小、抗病蟲性等，以一穗一行法進行自交系分離與選育，得 S₅ 自交系。(2) 自交系一般組合力檢定：2001 春作於農試所、雲林縣崙背及元長鄉，分離至 S₅ 之自交系與其它族群之自交系相互雜交之測交種，以黑美珍為對照種進行組合力檢定。田間設計為逢機排列，單行區，行長 6 m，行株距 80 × 30 cm，二重複。

新品系比較試驗：於 2001 秋作至 2002 秋作，在霧峰、崙背及元長等地點進行新品系比較試驗。各地之田間設計為 RCBD，四重複，四行區，行長 6 m，行株距 80 × 30 cm。

新品系區域試驗：2003 春作至 2004 秋作，於霧峰、崙背、元長、六腳及學甲等五個主要產區進行兩年之新品系區域試驗。各地之田間設計為 RCBD，四重複，六行區，行長 6 m，行株距 80 × 30 cm。

穩定性分析：2003 春作至 2004 秋作，於霧峰、崙背、元長、六腳及學甲等五個主要產區進行兩年之新品系區域試驗之含苞葉及去苞葉鮮果穗產量資料進行分析 (Finlay & Wilkenson 1963)。

氮肥試驗：於 2003 秋作在農試所進行試驗，在密度為 80 × 30 cm 及磷：鉀=90：60 kg/ha 下，以四種氮肥等級 (90, 120, 150, 180 kg-N/ha) 進行氮肥試驗，田間設計為 RCBD、四重複、六行區，行長 6 m。

密度試驗：於 2003 秋作在農試所進行試驗，以氮：磷：鉀=150：90：60 kg/ha 施肥量下，田間排列為 RCBD、四重複、六行區，行長 6 m，四種密度等級 (80 × 20, 80 × 25, 80 × 30, 80 × 35 cm) 進行密度試驗。

玉米重要農藝性狀之調查項目

開花期 (days to tasseling)：由播種起至小區中 50% 植株達雄穗始花所需日數。吐絲期 (days to silking)：由播種起至小區中 50% 植株達雌穗開始吐絲所需日數。株高 (plant height)：小區逢機取 5 株由地面至雄穗主軸頂端的平均高度，以 cm 表示。穗位高 (ear height)：小區逢機取 5 株由地面至最上位雌穗基部平均高度，以 cm 表示。穗長 (ear length)：小區收穫後逢機選取 5 個穗，量取整穗長度的平均值，以 cm 表示。穗徑 (ear diameter)：小區收穫後逢機選取 5 個穗，量取果穗中間部位寬度之平均值，以 cm 表示。籽粒行數 (row number/ear)：小區收穫後逢機選取 5 個穗，穗上籽粒行數的平均值。果穗率 (ear percentage)：鮮果穗佔含苞葉果穗之比率。合格穗率 (% of ear length > 15 cm)：鮮果穗之長度在 15 cm (含) 以上果穗之比率。鮮果穗產量 (ear fresh weight)：小區中 50% 以植株達乳熟期時之鮮果穗重量，以 kg/m² 或 kg/ha 表示。

結 果

種源來源及自交系之培育

由 83 年至 86 年所蒐集之黑糯玉米族群 (PA~PO) 材料，於 86 年秋作開始進行自交系之自交分離培育，至 89 年秋作完成自交 5 次之選拔，合計選留有 168 個，各個族群所選留之自交系其農藝性狀間具有極大之遺傳差異存在，可作為單交組合之育種材料，各族群所選留糯性之自交系數目如表 1 所列。

表 1. 黑糯玉米種源之背景資料

Table 1. Information of the purple-waxy maize germplasm

Code	Inbred or population	Origin	Generation	Number	Description
PA	Inbred	Miauli/Howlong	S ₅	9	Waxy、larger kernel
PB	Inbred	Taichung/wufeng	S ₅	19	Waxy、middle kernel
PC	population	Nantour/Tsaotwen	S ₅	6	Waxy、larger kernel
PD	population	Taoyuan/Shinwu	S ₅	6	Waxy、larger kernel
PE	population	Taichung/Daili	S ₅	24	Waxy、larger kernel
PF	Variety	Tainan/Tzyyyuh478	S ₅	25	Waxy、larger kernel
PG	population	Hualien/Juan	S ₅	2	Waxy、larger kernel
PH	population	Taitung/Taitung	S ₅	3	Waxy、early maturity
PI	population	Jiayih/Pohtzyy	S ₅	6	Waxy、larger kernel
PJ	population	Janghuah/Yuanlin	S ₅	8	Waxy、larger kernel
PK	population	Kaoshiung/FuhNong	S ₅	15	Waxy、larger kernel
PL	population	China	S ₅	13	Waxy、larger kernel
PM	population	China	S ₅	18	Waxy、larger kernel
PN	population	China	S ₅	4	Waxy、larger kernel
PO	population	Jiayih/Shingaang	S ₅	10	Waxy、early maturity

組合力檢定

組合力檢定之田間設計為順序排列，每隔 9 行插入對照種（黑美珍）一行，二重複、單行區，行長 6 m，株距 80 × 30 cm。於 89 年春作先取部份自交系進行單交組合種子之生產，共收得 174 個單交組合。90 年春作在雲林元長、崙背和台中縣霧峰分三部份進行組合力檢定試驗，結果如下：(1) 元長試區：42 個 F₁ 單交種之果穗，經品嚐後口感較佳者且其鮮果穗重表現較對照種黑美珍優異或相近者有 12 個組合（表 2），獲選之組合其開花期介於 61~67 days，吐絲期介於 63~69 days，呈現較對照種（黑美珍）來得晚開花及吐絲；株高之表現介於 140~180 cm 之間，穗位高則介於 50~90 cm；去苞葉果穗鮮重介於 1,106~1,626 g/10 ear，穗長介於 15.8~19.5 cm，穗徑介於 34.0~44.2 mm，果穗行數 8~12 行。(2) 崙背試區：52 個 F₁ 單交組合其果穗經品嚐後呈現糯性且表現優於對照種黑美珍者計有 18 個(表 2)。獲選之組合其開花期之變域介於 63~69 days，吐絲期則介於 64~72 days，株高介於 158~202 cm，穗位高介於 71~109 cm，去苞葉果穗鮮重介於 1,990~2,831 g/10 ear，穗長介於 16.2~19.7 cm，穗徑介於 37~44 mm，籽粒行數為 8~12 行，田間自然發病銹病等級介於 1~3 級。(3) 霧峰試區：80 個 F₁ 單交種組合其果穗經品嚐後，根據 Q 度、果皮厚薄、果穗外觀整齊度、果穗大小及籽粒大小等綜合之結果，選留品質較佳且產量與對照種相近之組合計有 15 個（表 2），獲選留之組合其開花期之變域介於 57~63 days，吐絲期則介於 57~64 days，株高變異介於 170~223 cm，穗位高變異則介於 64~122 cm，去苞葉果穗鮮重介於 1,264~1,960 g/10 ear，穗長介於 16.2~20.0 cm，穗徑介於 33~44 mm，籽粒行數變異介於 8~14 行之間。

表 2. 90 年春作黑糯玉米組合力檢定獲選組合各項性狀之平均值

Table 2. Means of agricultural traits of single-cross purple-waxy maize in combining ability test in the spring of 2001

Location & Hybrid cross	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear fresh weight (g/10 ear)	Ear length (cm)	Ear diameter (mm)	Row number (No./ear)
YuanJaang								
PK19-2 × PE 31-1	64	66	150	55	1,269	17.8	37.0	8-10
PK19-2 × PG 4	67	68	150	50	1,106	16.8	34.0	8-10
PK19-2 × PJ 9-1	65	67	180	85	1,214	19.0	37.0	8-10
PL20-1 × PF 27	63	65	170	80	1,268	8.1	40.0	10-12
PL20-1 × PF 9	64	66	165	90	1,386	19.5	40.0	10
PL20-1 × PG 5	64	66	160	80	1,248	18.2	38.0	10
PL20-1 × PK 9	64	67	180	80	1,502	18.3	38.5	8
PL20-1 × PM 35-1	67	69	150	70	1,279	18.8	37.8	8
PL26-1 × PC 12-3	67	69	150	85	1,560	17.9	40.0	10
PL26-1 × PB 11-1	67	69	155	85	1,124	17.5	35.8	8-10
PL29-2 × PJ 4	63	65	150	75	1,626	16.5	44.2	8-12
PL29-2 × PK 6	63	65	165	90	1,329	15.8	37.8	8-10
Black pear (ck)	61	63	140	65	1,208	18.5	41.0	10-12
LSD _{0.05}	-	-	-	-	288	-	-	-
Luenbey								
PC12-1 × PM 19	63	64	173	88	2,041	17.8	39	8-10
PE19-1 × PI 4	65	66	189	98	2,370	19.5	39.2	8-12
PE19-1 × PJ 4	63	64	191	98	2,260	16.8	41.0	8-12
PK1-2 × PB 16	69	71	181	106	2,045	16.2	36.2	10
PK1-2 × PJ 4	65	66	189	99	2,192	18.0	42	8-10
PK1-2 × PJ 10	65	66	202	100	2,831	19.0	45	10-12
PK1-2 × PJ 19-1	65	67	199	100	2,315	19.7	41	10-12
PM13-2 × PI 1	65	66	186	109	2,309	17.0	39.0	8-10
PM13-2 × PI 4	65	66	202	108	2,549	17.0	42.0	8-10
PM13-2 × PJ 10	66	67	188	96	2,718	17.5	44.0	10
PM13-2 × PJ 1 9-1	64	66	189	99	2,803	18.5	40.0	8-10
PM13-2 × PO 9	65	67	195	104	2,323	17.5	41.0	10
PM34-1 × PF 9	64	65	185	90	2,731	18.0	42.2	12
PM34-1 × PJ 19-1	64	65	182	95	2,410	17.2	38.5	10
PM34-2 × PD 10	69	72	158	71	2,563	17.0	36.5	8-10
PM34-2 × PO 11-1	65	67	170	84	2,197	16.8	37.5	8-10
PM34-2 × PO 12	67	68	177	95	2,310	18.0	37.0	8
PM34-2 × PP 12-6	65	67	178	90	2,112	17.5	38.0	8-10
Black pear (ck)	65	66	171	93	1,990	17.0	40.7	8-12
LSD _{0.05}	-	-	-	-	418	-	-	-

* PE31-2 × PO 4 is TAPH89-05.

表 2. 90 年春作黑糯玉米組合力檢定獲選組合各項性狀之平均值(續)

Table 2. Means of agricultural traits of single-cross purple-waxy maize in combining ability test in the spring of 2001

Location & Hybrid cross	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear fresh weight (g/10 ear)	Ear length (cm)	Ear diameter (mm)	Row number (No./ear)
Wufeng								
PL17-1 × PF 5	61	62	202	92	1,481	18.5	36	8-10
PL30-1 × PF 5	62	64	218	112	1,721	18.2	40.5	12
PE23-1 × PF 5	60	61	220	122	1,960	19.5	44.0	12-14
PE23-1 × PO 12	62	63	198	99	1,472	19.2	37.8	8-10
PE23-1 × PH 3	63	64	196	95	1,570	20.0	38.2	10
PE23-1 × PM 35-1	59	62	116	64	1,279	17.8	33.8	8-10
PE31-2 × PH 3	61	62	182	85	1,209	16.8	33.0	8-10
PE31-2 × PO 4 ^z	63	64	185	83	1,280	17.5	35	8
PJ23-1 × PF 5	59	59	223	113	1,706	18.0	40.2	10-12
PJ23-1 × PF 27	60	60	221	115	1,400	16.0	38.0	8-12
PJ23-1 × PO 4	63	62	221	113	1,264	16.2	35.5	8
PK1-1 × PM 13-2	59	62	198	90	1,641	19.5	40	8
PK1-1 × PM 35-1	63	65	182	80	1,451	17.5	37.8	8
PK1-1 × PO 4	61	62	184	95	1,666	16.2	37.8	8
PK1-1 × PP 3-1	62	64	188	85	1,456	16.2	37.2	8-10
Black pear (ck)	57	57	170	82	1,448	17.0	39.5	10-12
LSD _{0.05}	-	-	-	-	322	-	-	-

^z* PE31-2 × PO 4 is TAPH89-05.

由上述三地點所選留之組合 45 個，再經果穗外型、果皮厚度及品評口感之比較後選出 14 個組合為新品系產量比較試驗之新品系。

新品系產量比較試驗

新品系產量比較試驗之田間設計為逢機完全區集設計 (RCBD)，四重複、四行區，行長 6 m，株距 80 × 30 cm，肥料施用量為 N : P₂O₅ : K₂O = 150 : 90 : 60 kg/ha。90 年秋作繼續將組合力檢定所選留的 14 個黑糯單交組合 + 對照種(黑美珍)於崙背試區，進行第一次新品系產量比較試驗，試驗結果顯示，此 14 個新品系其開花期之變域介於 47~51 days 之間；吐絲期的變域範圍則介於 48~52 days 之間；株高之變域在 141~181 cm 之間；穗位高之變域在 45~80 cm 之間；含苞葉果穗鮮重之變域介於 7.24~9.98 kg/9.6 m²；而去苞葉果穗重之變域在 5.00~7.36 kg/9.6 m² 之間；果穗率則介於 66.38~75.61 % 之間；穗長之變域則介於 15.1~17.5cm 之間；穗徑之變域介於 33.0~39.9 mm 之間；籽粒行數之變域則介於 8.0~12.0 行之間 (表 3)。其中 TAPH89-01、TAPH89-02 與 TAPH89-05 (PE31-2 × PO4) 之含苞葉果穗鮮重分別為 9.98、764 和 7.82 kg/9.6 m²；去苞葉果穗重之表現分別為 7.36、5.09 和 5.86 kg/9.6 m²，均具有較佳之口感，且果皮較薄且含量少，為優良之雜交組合。

表 3. 90 年秋作黑糯玉米新品系產量比較試驗(崙背試區)

Table 3. Means of agronomic characters of maize hybrids in yield trials at Luanbey in the fall crop of 2001

Variety	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear fresh weight		Ear rate (%)	Ear length (cm)	Ear diametern (mm)	Row umber (No/ear)
					with husk (kg/9.6m ²)	non-husk (kg/9.6m ²)				
TAPH89-01	49	52	148	68	9.98	7.36	73.68	16.9	39.4	8.2
TAPH89-02	48	50	154	67	7.64	5.09	66.69	15.9	36.5	8.0
TAPH89-03	47	49	155	74	8.58	5.97	69.87	15.9	37.3	8.9
TAPH89-05* ^Z	50	52	143	61	7.82	5.86	74.90	17.0	33.3	8.5
TAPH89-06	50	52	150	65	8.99	6.64	73.94	16.9	39.0	9.4
TAPH89-07	50	52	135	47	7.36	5.61	75.61	15.5	39.8	11.4
TAPH89-08	51	52	141	50	9.82	7.05	71.39	17.3	37.6	9.8
TAPH89-09	49	52	143	55	7.24	5.00	69.26	15.4	33.0	8.4
TAPH89-10	47	48	181	80	8.03	5.67	68.63	17.5	36.6	10.9
TAPH89-11	47	50	155	67	8.36	5.77	69.05	15.0	39.9	12.1
TAPH90-12	50	53	150	62	8.45	5.62	66.38	15.7	38.7	8.7
TAPH90-13	50	52	150	57	9.48	6.66	70.89	15.1	38.7	9.2
TAPH90-14	50	52	150	54	8.84	5.37	60.89	15.6	36.9	9.8
Black pear (ck)	48	50	125	45	8.22	5.90	71.70	16.7	39.2	10.0
LSD _{0.05}	2	2	24	16	1.35	1.12	3.86	0.8	2.1	1.2

^Z * TAPH89-05 is PE31-2 x PO4.

由 90 年秋作崙背試區之產量表現及品評之結果，選留 TAPH89-01、TAPH89-02 與 TAPH89-05 為後續試驗之新品系。91 年春作霧峰試區，黑糯玉米新品系產量比較試驗結果如表 4，新品系 TAPH89-05 的開花期為 58 days、吐絲期為 61 days、株高為 184 cm、穗位高為 93 cm，含苞葉果穗產量與去苞葉果穗產量分別為 7.27 和 5.23 kg/9.6m²，呈現稍微低產，果穗率為 72%，穗長為 17.9 cm，穗徑為 35 mm，籽粒行數為 8 行。對照種黑美珍的開花期為 51 days、吐絲期為 54 days、株高為 185 cm、穗位高為 90 cm，含苞葉果穗產量與去苞葉果穗產量分別為 7.50 和 5.38 kg/9.6m²，果穗率為 71.8%，穗長為 16 cm，穗徑為 43 mm，籽粒行數為 10 行。新品系 TAPH89-05 與對照種黑美珍鮮果穗重並無明顯差異。

91 年秋作在元長試區之新品系產量比較試驗之結果列於表 4，結果顯示新品系 TAPH89-05 之開花期為 57 days，吐絲期為 58 days，株高為 171 cm，穗位高為 80 cm，含苞葉重為 8.98 kg/9.6m²，去苞葉重為 6.62 kg/9.6m²，果穗率為 73.7%，穗長為 18.5 cm，穗徑為 35.3 mm，行數為 8.2 行。對照種黑美珍之開花期為 52 days，吐絲期為 53 days，株高為 145 cm，穗位高為 60 cm，含苞葉重為 9.14 kg/9.6m²，去苞葉重為 6.19 kg/9.6m²，果穗率為 67.8%，穗長為 17.6 cm，穗徑為 41.4 mm，行數為 10.2 行。霧峰及元長二試區之結果均顯示對照種黑美珍較 TAPH89-05 早一星期左右開花、吐絲及成熟，其穗型呈較短粗，苞葉含量也較多。根據果穗外觀之大小、穗行整齊度、籽粒大小、鮮穗產量及品嚐時果皮之厚薄等因素後，選留 TAPH89-02 (PJ23 x PO4) 及 TAPH89-05 (PE31-2 x PO4) 等二個組合為區域試驗之新品系。

表 4. 91 年春作黑糯玉米新品系產量比較試驗(霧峰及元長試區)

Table 4. Means of agronomic characters of maize hybrids in yield trials at Wufeng in the spring and YuanJaang in the fall crop of 2002

Lozation & Variety	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear fresh weight		Ear rate (%)	Ear length (cm)	Ear diametern (mm)	Row umber (No./ear)
					with husk (kg/9.6m ²)	non-husk (kg/9.6m ²)				
Wufeng spring										
TAPH89-01	57	58	185	84	8.37	5.94	71.0	17.1	38	8
TAPH89-02	56	57	212	91	6.87	4.40	64.0	16.9	37	8.2
TAPH89-05 ^z	58	61	184	93	7.27	5.23	72.0	17.9	35	8
Black pear (ck)	51	54	185	90	7.50	5.38	71.8	16.0	43	10.0
LSD _{0.05}	2	2	24	16	1.35	1.12	3.8	0.8	2.1	1.2
YuanJaang fall										
TAPH89-01	55	57	165	80	10.38	7.34	70.7	18.9	40.1	8.0
TAPH89-02	56	57	175	85	9.62	6.16	64.0	16.4	39.4	8.0
TAPH89-05*	57	58	171	80	8.98	6.62	73.7	18.5	35.3	8.2
Black pear (ck)	52	53	145	60	9.14	6.19	67.8	17.6	41.1	10.2
LSD _{0.05}	3	2	25	16	0.45	0.48	4.8	0.8	2.4	0.9

^z * TAPH89-05 is Tainung No. 5.

新品系區域試驗

由 92 年春作至 93 年秋作在台灣五個地點進行區域試驗，各地點之田間設計均為逢機完全區集設計 (RCBD)，四重複、六行區，行長 6 m，株距 80 × 30 cm。

92 年春作五個地點之成績如下，顯示新品系 TAPH89-05 之含苞葉鮮穗產量介於 7,967 ~ 13,448 kg/ha 之間，總平均為 10,797 kg/ha；去苞葉鮮穗介於 6,156 ~ 8,058 kg/ha，總平均為 7,053 kg/ha。而對照種黑美珍之含苞葉鮮穗產量介於 8,536 ~ 13,041 kg/ha 之間，總平均為 10,698 kg/ha；去苞葉鮮穗介於 6,489 ~ 8,050 kg/ha，總平均為 7,231 kg/ha。不論從含苞葉鮮穗產量或去苞葉鮮穗產量與對照種（黑美珍）相比較，顯示二者無明顯差異存在（表 5）。

92 年秋作五個地點之成績如下，顯示新品系 TAPH89-05 之含苞葉鮮穗產量介於 10,150 ~ 10,639 kg/ha 之間，總平均為 10,339 kg/ha；去苞葉鮮穗介於 6,229 ~ 7,289 kg/ha，總平均為 6,892 kg/ha。而對照種黑美珍之含苞葉鮮穗產量介於 9,076 ~ 12,302 kg/ha 之間，總平均為 10,338 kg/ha；去苞葉鮮穗產量介於 6,284 ~ 8,187 kg，總平均為 7,424 kg/ha。92 年秋作不論從含苞葉鮮穗產量或去苞葉鮮穗產量與對照種相比較，顯示二者無明顯差異（表 5）。

93 年春作五個地點之成績如下，顯示新品系 TAPH89-05 之含苞葉鮮穗產量介於 11,782 ~ 12,484 kg/ha 之間，總平均為 12,062 kg/ha；去苞葉鮮穗介於 6,491 ~ 7,275 kg/ha，總平均為 7,069 kg/ha。而對照種黑美珍之含苞葉鮮穗產量介於 11,294 ~ 14,531 kg/ha 之間，總平均為 13,081 kg/ha；去苞葉鮮穗產量介於 7,492 ~ 9,182 kg，總平均為 8,404 kg/ha。93 年秋作不論從含苞葉鮮穗產量或去苞葉鮮穗產量相比較，均顯示黑美珍較 TAPH89-05 表現高產（表 6）。

表 5. 92 年春作至 92 年秋作黑糯玉米新品系區域試驗含苞葉鮮果穗重與去苞葉鮮果穗重之平均值

Table 5. Ear fresh weight of maize hybrids with and without husk in regional yield trial in the spring and fall of 2003

Variety	Wufeng Taichung	Luanbey Yunlin	YuanJaang Yunlin	Liowjeau Chiay	Shyuejea Tainan	Average
Spring 2003						
Ear fresh weight with husk (kg/ha)						
TAPH89-02	10,315	10,936	7,707	12,725	11,129	10,562
TAPH89-05 ^Z	10,680	11,105	7,967	13,448	10,783	10,797
Black pear (ck)	10,654	11,180	8,536	13,041	10,079	10,698
LSD _{0.05}	1,154	725	1,083	1,755	1,680	----
Ear fresh weight without husk (kg/ha)						
TAPH89-02	6,864	7,405	5,854	7,879	6,579	6,916
TAPH89-05*	7,128	7,412	6,156	8,058	6,513	7,053
Black pear (ck)	7,817	7,129	6,489	8,050	6,670	7,231
LSD _{0.05}	906	429	706	1,072	850	----
Fall 2003						
Ear fresh weight with husk (kg/ha)						
TAPH89-02	12,421	9,451	8,384	10,584	10,146	10,197
TAPH89-05	10,246	10,150	10,383	10,639	10,276	10,339
Black pear (ck)	9,829	9,076	9,634	12,302	11,370	10,388
LSD _{0.05}	984	568	1,091	700	1,356	----
Ear fresh weight without husk (kg/ha)						
TAPH89-02	7,624	6,097	5,256	5,984	6,025	6,197
TAPH89-05	6,800	7,205	7,289	6,937	6,229	6,892
Black pear (ck)	7,668	6,284	6,937	8,187	8,042	7,424
LSD _{0.05}	700	368	741	326	896	-----

^Z * TAPH89-05 is Tainung No. 5.

93 年秋作五個地點之成績如下，顯示新品系 TAPH89-05 之含苞葉鮮穗產量介於 9,758 ~ 11,422 kg/ha 之間，總平均為 10,647 kg/ha；去苞葉鮮穗介於 5,669 ~ 7,571 kg/ha，總平均為 6,869 kg/ha。而對照種黑美珍之含苞葉鮮穗產量介於 10,338 ~ 13,490 kg/ha 之間，總平均為 11,837 kg/ha；去苞葉鮮穗產量介於 7,672 ~ 9,612kg，總平均為 8,442 kg/ha。93 年秋作不論從含苞葉鮮穗產量或去苞葉鮮穗產量相比較，均顯示黑美珍較 TAPH89-05 表現高產 (表 6)，主要原因為霧峰、六腳及學甲等三地碰到 12 月初之敏督利颱風，造成嚴重倒伏，此時黑美珍正達採收適期，而 TAPH89-05 則因晚一星期吐絲，尚未達採收適期，但因倒伏嚴重提前採收，故造成去苞葉鮮穗產量明顯偏低所致。由兩年區域試驗整體綜合比較顯示黑糯新品系 TAPH89-05 其去苞葉鮮果穗產量較對照種黑美珍稍微低產，但具有外觀修長、穗型整齊，果穗率高、穗軸小、果皮薄、口感佳之特性 (圖一)。

表 6. 93 年春作至 93 年秋作黑糯玉米新品系區域試驗含苞葉鮮果穗重與去苞葉鮮果穗重之平均值

Table 6. Ear fresh weight of maize hybrids with and without husk in regional yield trial in the spring and fall of 2004

Variety	Wufeng Taichung	Luanbey Yunlin	YuanJaang Yunlin	Liowjeau Chiay	Shyuejea Tainan	Average
Spring 2004						
Ear fresh weight with husk (kg/ha)						
TAPH89-02	11,996	12,859	12,645	13,630	15,448	13,316
TAPH89-05	11,782	11,859	12,024	12,161	12,484	12,062
Black pear (ck)	11,294	12,415	12,370	14,479	14,531	13,018
LSD _{0.05}	1,274	1,577	1,019	1,032	694	----
Ear fresh weight without husk (kg/ha)						
TAPH89-02	7,293	7,665	6,920	7,994	8,828	7,740
TAPH89-05	7,275	7,143	6,491	7,161	7,275	7,069
Black pear (ck)	7,492	8,503	8,104	9,182	8,740	8,404
LSD _{0.05}	615	1,335	595	696	695	----
Fall 2004						
Ear fresh weight with husk (kg/ha)						
TAPH89-02	11,223	10,363	10,686	10,938	9,450	10,532
TAPH89-05	9,758	10,728	10,489	11,422	10,839	10,647
Black pear (ck)	10,338	10,676	11,479	13,490	13,250	11,837
LSD _{0.05}	993	1,162	469	910	1,092	----
Ear fresh weight non- husk (kg/ha)						
TAPH89-02	7,160	6,647	7,264	6,954	5,281	6,661
TAPH89-05	6,858	7,571	6,975	7,270	5,669	6,869
Black pear (ck)	7,672	7,702	7,753	9,612	9,469	8,442
LSD _{0.05}	733	852	283	545	874	----

^Z* TAPH89-05 is Tainung No. 5.

穩定性分析

利用 Finlay & Wilkinson (1963) 方法進行穩定性分析及一般之變異係數 (CV 值) 進行穩定性比較。將 92 年春作至 93 年秋作五個地區之產量數據合併分析，顯示在不同環境下，黑糯新品系 TAPH89-05 呈現與對照種黑美珍相近或低產。穩定分析顯示，在春作環境下，顯示黑糯新品系 TAPH89-05 之含苞葉果穗鮮重為 11,429 kg/ha，較對照種黑美珍的 11,857 kg/ha，少 428 kg/ha，其減少幅度為 3.61%；其迴歸係數為 0.78，與虛無假說 $b=1$ 沒有顯著差異，且其 CV 值最小為 12.9%。在秋作環境，顯示黑糯新品系 TAPH89-05 之含苞葉果穗鮮重為 10,492 kg/ha，較對照種黑美珍的 11,144 kg/ha，少 652 kg/ha，其減少幅度為 5.85%；其迴歸係數為 0.42，與虛無假說 $b=1$ 差異顯著，但其 CV 值最小為 4.3% (表 7)。



圖 1. 黑糯台農 5 號植株 (上) 與果穗 (下)
Fig. 1. The plant and ear appearance of Tainung No. 5.

表 7. 春作與秋作區試參試玉米新品系含苞葉鮮果穗產量與去苞葉鮮果穗產量之穩定性介量

Table 7. Parameters of ear fresh weight of maize hybrids with husk stability in regional yield trial at 5 locations in spring and fall in 2003 and 2004

Variety	Spring					Fall				
	Mean (kg /ha)	Diff. (kg/ha)	(%)	bi	CV (%)	Mean (kg /ha)	Diff. (kg)	(%)	bi	CV (%)
Ear fresh weight with husk										
TAPH89-02	11,939	82	0.69	1.17	17.5	10,364	-780	-0.70	0.80	10.7
TAPH89-05z	11,429	-428	-3.61	0.78	12.9	10,492	-652	-5.85	0.42 ^{*Y}	4.3
Black pear(ck)	11,857	0	0	1.05	16.0	11,144	0	0	1.78 [*]	13.6
LSD _{0.05}	314					275				
Ear fresh weight without husk										
TAPH89-02	7,328	-489	-6.26	1.19	11.4	6,428	-1,504	-18.96	1.39	12.9
TAPH89-05	7,061	-756	-9.67	0.63	7.7	6,879	-1,053	-13.28	0.34 [*]	8.1
Black pear(ck)	7,817	0	0	1.18	11.3	7,932	0	0	1.27	12.7
LSD _{0.05}	188					275				

^Z TAPH89-05 is Tainung No. 5

^Y * bi is larger than 5% probability level.

在春作，黑糯新品系 TAPH89-05 之去苞葉果穗鮮重為 7,061 kg/ha，較對照種黑美珍的 7,817 kg/ha，少 756 kg/ha，其減少幅度為 9.67%；而其迴歸係數為 0.63，與 b=1 沒有顯著差異，其 CV 值為 7.7%。在秋作，黑糯新品系 TAPH89-05 之去苞葉果穗鮮重為 6,879 kg/ha，較對照種黑美珍的 7,932 kg/ha，少 1,053 kg/ha，其減少幅度為 13.28%；而其迴歸係數為 0.34，與 b=1 差異顯著，其 CV 值為 8.1%（表 7）。

氮肥試驗

在密度為 80 × 30 cm 及磷：鉀=90：60 kg/ha 施用量下，以四種氮肥等級 (N1= 90, N2 = 120, N3 = 150, N4 = 180 kg/ha) 進行氮肥試驗，田間設計為逢機完全區集、四重複，行長 6 m，6 行區。試驗前測定表土有機質為 1.6%，有機磷為 35.5 ppm，有機鉀為 80.0 ppm，PH 值為 5.7；底土有機質為 1.0%，有機磷為 15 ppm，有機鉀為 50.0 ppm，PH 值為 6.0。試驗結果顯示在此四種氮肥等級下，所調查的性狀開花期、吐絲期、株高、穗位高合格穗率、穗長、穗徑等則無顯著差異，而含苞葉果穗鮮重則有顯著差異（表 8），以 N3=150 施肥量下具有最高之含苞葉果穗鮮重為 8,845 kg/ha，其次為 N2=120 下的 8,675 kg/ha，同時 N3 與 N2 都具有較長之果穗及較高之合格穗率，因此認為 TAPH89-05 在密度為 80 × 30 cm 下，氮肥施用量以 120~150 kg/ha 下較為理想。

密度試驗

在氮：磷：鉀=150：90：60 kg/ha 施用量下，以四種密度等級 (D1 = 80 × 20 cm, D2 = 80 × 25 cm, D3 = 80 × 30 cm, D4 = 80 × 35 cm) 進行密度試驗，田間設計為逢機完全區集、四重複、四種密度等級。結果顯示開花期、吐絲期、株高、穗位高、穗長在四種密度等級下均無顯著差異；含苞葉果穗鮮重則呈現隨密度之增加而增大，以 D1 (80 × 20 cm) 最高產，其次為 D2；合格穗率呈現隨密度之

表 8. 臺農五號(TAPH89-05)在四種氮肥施用量下各項農藝性狀之平均值

Table 8. Yield and agronomic characters of maize Tainung No. 5 (TAPH89-05) under four nitrogen rate at 80 x 30 cm planting density

Nitrogen rate	Days to tasseling (days)	Day to silking (days)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear fresh weight with husk (kg/ha)	> 15cm at ear length (%)	Ear length (cm)	Ear diameter (mm)
N1 (90kg/ha)	51.8	54.5	213	106	8180 b*z	94.5	18.2	37.4
N2 (120kg/ha)	51.8	54.3	215	107	8675 a	98.7	18.8	37.5
N3 (150kg/ha)	52.3	54.8	215	107	8845 a	100.0	18.7	37.5
N3 (180kg/ha)	51.8	54.8	213	106	8406 b	100.0	18.5	37.0
LSD _{0.05}	0.7	0.9	8	4	248	5.7	0.8	1.0

z * Mean with different letter are significantly different at 5% level.

表 9. 臺農五號(TAPH89-05)在四種密度下各項農藝性狀之平均值

Table 9. Yield and agronomic characters of maize Tainung No. 5 (TAPH89-05) under four planting density at 150 nitrogen rate

Planting Density	Days to tasseling (days)	Day to silking (days)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Ear fresh weight with husk (kg/ha)	> 15cm at ear length (%)	Ear length (cm)	Ear diameter (mm)
D1 (80x20cm)	51.8	54.8	220	107	11,162	81.9	18.4	36.5
D2 (80x25cm)	52.0	54.5	215	106	10,406	94.6	18.4	37.3
D3 (80x30cm)	52.3	54.5	215	108	9,350	96.6	18.8	37.5
D4 (80x35cm)	52.5	54.8	218	107	8,988	98.5	18.6	37.7
LSD _{0.05}	0.8	0.8	13	9	518	4.0	0.4	0.9

減少而增大之趨勢，但在 D2 至 D4 間無明顯差異存在。綜合密度試驗結果，顯示在氮：磷：鉀=150：60：90 kg/ha 施用量下，以 80 × 25 cm 之栽培密度可獲得較高鮮果穗產量且較多之合格穗（表 9）。

討 論

台灣最近幾年流行栽培黑糯玉米，黑糯玉米是種很特殊的食用玉米，外觀黑紫獨特，口感香粘又美味，一般消費者盛為喜愛，是一種營養豐富，且色香味為一體黑色保健休閒食品，每年具有很大的消費量，但因栽培的品種大部份為自然開放授粉之族群、三系雜交種（黑美珍）或與飼料玉米混雜授粉之後代，故其外觀之農藝性狀諸如花期、株高、果型、籽粒色澤、果皮厚度、甜度、口感上均具有極大的變異，造成產量及品質上參差不齊，影響消費者的購買慾望。一般果皮厚度超過 75 μm 的玉米品種，因食用時口感粗糙，果皮殘渣多，較不能被消費者所接受 (Brewbaker *et al.* 1996)。

本所以鮮果穗為長穗型，外觀整齊，嫩度及風味佳，甜度高，Q 度好，果皮薄，口感佳為育種目標。並積極從事黑糯種源之蒐集與評估，自交系之自交培育、組合力之檢定、新品系產量比較試

驗、新品系區域試驗、氮肥施用量與栽培密度試驗等一序列育種程序，歷經 8 年後乃選出黑糯玉米新品系 TAPH89-05，並於 94 年 11 月 29 日通過命名為玉米黑糯台農五號，商品名為彩虹。

限於區試農家土地補償費預算不足，故僅在台中、雲林及嘉義等地區五個地點進行新品系區域試驗，由兩年四期作五地點之含苞葉果穗鮮重及去苞葉果穗鮮重合併進行穩定性分析，結果新品系 TAPH89-05 呈現不穩定，為瞭解不穩定之原因乃以期作別進行穩定性分析，由結果可看出在春作新品系 TAPH89-05 呈現穩定，但在秋作則為不穩定，其可能原因為 93 年秋作，霧峰、六腳及學甲等三地點之試正巧區遇到 12 月初之敏督利颱風，造成嚴重倒伏，此時黑美珍正達採收適期，而台農五號 (TAPH89-05) 則因晚一星期左右吐絲，尚未達採收適期，但因倒伏嚴重提前採收，造成含苞葉鮮穗產量和去苞葉鮮穗產量明顯偏低，故呈現不穩定。但經過許多地區農友之試種，其結果反應出台農五號在秋作之產量及品質表現皆優於春作，故推薦台農 5 號可於秋作栽培。

本品種經農友種植及消費者之品嚐後，皆表示台農五號其果皮薄，Q 度好及甜度高，殘渣少，很好吃，反應極佳。但有部份烤玉米之攤販則反應本品種子之果穗穗軸太小，竹筷插入穗軸易裂開，造成不便。希望能針對上述之缺點加以改良，再育成單果穗重再大點 (約 220~250 g/ear) 且果皮薄、Q 度好、甜度高、殘渣少，穗軸較粗之品種，同時滿足不同消費型態之需求。

黑糯玉米台農五號栽培上應注意事項：農試育 TAPH89-05 號係由開放授粉的黑糯族群經自交分離培育成自交系後，再雜交而成之單交種，全年皆可栽培，栽培方法可依玉米栽培推廣手冊之栽培方法管理之。栽培密度以 75 × 30 cm 或 80 × 25 cm 為宜，三要素需要量為 N : P2O5 : K2O=120~150 : 90 : 60 kg/ha。第二次追肥宜在抽穗前施用，可望獲得果型整齊、合格穗率高且較高之鮮果穗產量。栽培本品種時應與其它胚乳型之玉米錯開花期或隔開適當之種植距離，以免因花粉直感效應影響品質。

黑糯玉米台農五號推廣展望：黑糯玉米台農五號具有果穗外觀整齊且品質優，適合於春作、秋作及雲林、嘉義等區域栽培，且對南方型銹病、病毒病及露菌病為中抗，但對普通型銹病、葉斑病及煤紋病均為感，須注意防治。其抗亞洲玉米螟與對照種黑美珍相近，仍須防治。黑糯玉米台農五號之特點為植株外觀及果穗整齊，穗型長、籽粒大、具有穗軸小，果皮薄且香又 Q，籽粒色澤鮮麗好看之外觀，適合於水煮後趁熱食用；於乳熟期末及糊熟期採收可獲得最佳之品質，將可提高消費者購買慾，增加農民收益。

引用文獻 (Literature cited)

- Brewbaker, J. L., L. B. Larish, and G. H. Zan. 1996. Pericarp thickness of the indigenous American races of maize. *Maydica* 41:105-111.
- Charcosset, A., M. Lefort-Buson, and A. Gallais. 1990. Use of top-cross designs for predicting performance of maize single cross hybrids. *Maydica* 35:23-27.
- Comstock, R. E. 1979. Inbred lines vs the population as tester in reciprocal recurrent selection. *Crop Sci.* 19:881-886.
- Darrah, L. L., S. A. Eberhart, and L. H. Penny. 1972. A maize breeding methods study in Kenya. *Crop Sci.* 12:605-608.
- Finlay, K. W., and G. N. Wilkison. 1963. The analysis of adaption in a plant-breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14:742-754.

- Horner, E. S., W. H. Chapman, H. W. Lundy, and M. C. Lutrick. 1972. Commercial utilization of the products of recurrent selection for specific combining ability in maize. *Crop Sci.* 12:602-604.
- Horner, E. S., H. W. Lundy, M. C. Lutrick, and W. H. Chopman. 1973. Comparison of the three method of recurrent selection in maize. *Crop Sci.* 13:485-489.
- Zambezi, B. T., E. S. Horner, and F. G. Martin. 1986. Inbred lines as tester for general combining ability in maize. *Crop Sci.* 26:908-910.



Breeding of Purple-glutinous Maize Hybrid Tainung No.5¹

Guang-Jauh Shieh^{2,4} and Hung-Shung Lu³

Abstract

Shieh, G. J. and H. S. Lu.2006. Breeding of purple-glutinous maize hybrid Tainung No.5. J. Taiwan Agric. Res.55: 149-163.

Tainung No. 5 is a single-cross purple- glutinous maize hybrid. Its parental inbreds are PE31-2 and PO4. The maternal parent PE31-2 is a flint selected from the inbreeding progenies of PE population from Taichung. The paternal parent PO4 is a flint selected from the inbreeding progenies of PO population from Jiayih. The PE31-2 has the characters of long ear length, 8 row, purple kernel, larger kernel, thinner pericarp, high general combining ability (GCA), and susceptible to Asia borer in whorling stage and pollen shedding stage. The PO4 has the characters of long ear length, 8 row, purple-red kernel, middle kernel size, thinner pericarp, middle general combining ability (GCA), and middle resistant to Asia borer in whorling stage and pollen shedding stage. The Tainung No. 5 is uniformly plant height, ear height, plant and ear type, 18 cm ear length, 8 row, larger kernel, with white silk color. The ear fresh weight with husk and ear fresh weight are lower than that of Black-pear, the control variety, by 3.61% and 5.85%, respectively. Under 120-150 kg/ha nitrogen level, and 80 × 25 cm planting density, the Tainung No. 5 has higher fresh ear yield and longer ear length.

Key words: Purple- glutinous maize, Hybrid, Fresh ear weight.

1. Contribution No.2262 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: July, 2, 2006

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

3. Former Senior Agronomy, Agronomy Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

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