

甘藷新品種台農73號之育成¹

賴永昌^{2,4} 李忠田² 鄭統隆³ 蔡武雄²

摘要

賴永昌、李忠田、鄭統隆、蔡武雄。2008。甘藷新品種台農73號之育成。台灣農業研究 57:279–294。

甘藷新品種台農73號於89年以清水紫心為母本，台農62號為父本，所產生之雜交後代，並於90年實生系後代中選拔而得到之優良品系CYY90-C17。本品系在91年秋作第一年組（初級試驗）之塊根產量為每公頃25,999 kg，較對照種台農57號增產1.2%，92年第二年組（高級試驗）之塊根產量為每公頃29,334 kg，較對照種台農57號增產21.1%；另外94–95年區域試驗之塊根產量平均為33,899 kg，低於對照種台農57號。本品種塊根皮色為淡紅色，肉色為深紫色，富含cyanidin及peonidin等花青素，具抗氧化功用，且藷形整齊，食味佳，可作為鮮食用及烤藷等加工用途，為第一個台灣自行育成之紫肉甘藷品種，極具發展潛力，已於96年3月16日經審查通過，正式命名為甘藷台農73號。

關鍵詞：甘藷、產量比較試驗、區域試驗、花青素。

前言

甘藷為台灣重要之雜糧作物，自日據時代起一直到1973年為止台灣甘藷除食用外，並為農村養豬之主要自給飼料，因為甘藷需求數量龐大，栽培面積平均維持在20至24萬餘公頃左右；但自1973年以後，甘藷飼料用途，逐漸被玉米取代，以致需求量銳減，造成栽培面積大幅度縮小。近年來甘藷主要用途為鮮食用，少部分作為澱粉及食品加工用原料，加上葉菜用甘藷新利用方式，甘藷再度為消費者喜愛，自1989年以後栽培面積維持在一萬公頃左右。近年來養生觀念之興起，甘藷含豐富之營養成分，成為良好之健康食品，因此栽培面積也逐漸增加。

台灣甘藷品種之改良工作，可分成三個不同時期，第一個時期1895–1945年，此時期之育種目標為豐產、高澱粉品種，主要用途是澱粉、釀酒、溶劑原料及飼料；第二個時期1946–1960年，主要育種目標為高澱粉及食用品種，產品作為飼料、澱粉及輔助食糧之用；第三個時期為1961年迄

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2336號。接受日期：97年11月5日。
2. 本所嘉義分所農藝系副研究員兼系主任、前助理及研究員兼分所長。台灣 嘉義市。
3. 農業試驗所生技組副研究員。台灣 台中縣 霧峰鄉。
4. 通訊作者，電子郵件：davidlai@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05)2773630。

今，此一時期主要育種目標是重視甘藷、品種之品質，希望育成各種用途之優良品種，提高甘藷營養和使用價值，產品用途主要供食用，部分作為食品加工和澱粉原料 (Li & Liao 1994)。

嘉義分所自 1911 年開始從事甘藷育種工作，先後育成台農 1 號至台農 72 號等 72 個甘藷品種，早期為配合農村需求，育種目標以鮮食用及飼料用甘藷為主要目標，近年來配合消費者需求轉變為鮮食用及食品加工用；尤其在台灣加入國際貿易組織 (WTO) 後，提高甘藷產量與品質，研發擴大甘藷加工利用方式，增加甘藷產品多樣性，迎接進口農產品的衝擊，作為未來甘藷育種目標。

過去缺乏米食時代，窮苦人家常以甘藷替代米食，近年來甘藷之營養價值廣泛被醫學界及食品營養專家所肯定，選育具有高營養成分之甘藷品種一直是甘藷育種之主要目標。嘉義分所自 89 年秋作由雜交後裔中選出品系 CYY90-C17，經一定育種程序之試驗結果顯示，該品系之花青素含量高，藷形及食味佳，頗具有推廣價值，因此提出申請命名登記，並於 96 年 3 月 16 日經審查委員審查通過，正式命名為甘藷台農 73 號 (商品名紫玉)，以迎合農民與消費者求新求變之需求。

材料與方法

實生系選拔

89 年度以甘藷地方品種 (清水紫心) 為母本，台農 62 號為父本雜交產生之種子，培育得實生系 352 株，90 年依據單株塊根產量、塊根乾物率、皮色、肉色及藷形等性狀之優劣，選拔適當之優良品系，進入品系產量比較試驗 (Li 1974, 1980)。

品系產量試驗

第一年組品系產量比較試驗：供試 56 品系，試驗採 8×8 簡方設計，以台農 57 號為對照種，單行區，2 重複，行長 6 m，行株距 1×0.25 m，在嘉義分所水源地農場進行，採收時稱取小區莖葉重及塊根重，再換算成莖葉及塊根公頃產量。第二年組品系產量比較試驗：供試 8 品系，試驗設計採逢機完全區集設計 (RCBD)，以台農 57 號為對照種，4 重複，行長 6 m，行株距 1×0.25 m，在嘉義分所水源地農場進行，採收時稱取小區莖葉重及塊根產量，再換算莖葉及塊根公頃產量 (Li 1957, 1962, 1967; Li 1971; Montgomery 1984)。

區域試驗

94 及 95 年秋作於雲林水林鄉、嘉義嘉義市、台南新化鎮及高雄岡山鎮等 4 個地點進行。供試品系為 CYY90-05、CYY90-12、CYY90-17、TY987-41、TY987-51、TLSP-024 等 6 品系，對照種為台農 57 號。試驗設計採逢機完全區集設計 (RCBD)，試區行長 6 m，單行區，重複 6 次，行株距 1×0.25 m，採收後稱取每小區莖葉及塊根重後，再換算莖葉及塊根公頃產量 (Li 1962, 1964, 1971; Montgomery 1984)。

穩定性分析

由雲林、嘉義、台南及高雄等 4 個區域試驗兩年所得之數據，以塊根產量進行穩定性分析 (Lu 1994)。

主要病蟲害抗性檢定

調查主要病蟲害包含：(1) 軟腐病：嘉義分所將新鮮塊根經以人工傷口接種培養在 PBA 48 h 之菌絲塊，每次五個塊根，重複二次。(2) 病毒病：嘉義分所以複合感染捲葉型等病毒病之有病接

穗，人工嫁接於供試品系 CYY90-C17 等各 10 株，經一個月後取供試株為接穗，嫁接於指示植物 *Ipomoea setosa* (牽牛花)。(3) 簇葉病：於澎湖馬公罹病區以田間自然感染方式檢定。(4) 蟻象：於澎湖馬公田間自然感染檢定。

採收期對甘藷塊根產量之影響

試驗設計採裂區設計，採收期為主試區，品種 (系) 為副試區，試區 8 m，行株距 1 × 0.25 m，3 行區，4 重複，採收期為種植後 120 天、150 天及 180 天採收，品種 (系) 為 CYY90-C17 (台農 73 號) 及台農 57 號。採收後稱取每小區之莖葉及塊根重，再換算成公頃莖葉及塊根產量。同時調查塊根中符合商品規格化之比率，計算方式如下：

$$\text{符合商品規格比率 (\%)} = \frac{\text{塊根直徑寬 5.8–10 cm 及長度 10–22.5 cm 之鮮重}}{\text{塊根總鮮重}} \times 100\%。$$

肥料施用量對甘藷產量之影響

試驗採裂區設計，不同肥料為主試區，品種 (系) 為副試區，試區 8 m，行株距 1 × 0.25 m，3 行區，4 重複，肥料量分別為每公頃 N : P : K = 30 : 30 : 90、60 : 30 : 180、120 : 30 : 360 kg，品種 (系) 為 CYY90-C17 (台農 73 號) 及台農 57 號。莖葉及塊根產量：採收後稱取每小區之莖葉及塊根重，再換算成公頃莖葉及塊根產量。調查方法如採收期試驗中所述。

種植密度對甘藷塊根產量之影響

試驗設計採裂區設計，種植密度為主試區，品種 (系) 為副試區，試區 8 m，行株距 1 × 0.25 m，3 行區，4 重複，種植密度分別為每公頃種植 50,000、40,000、33,333 及 25,000 株，品種 (系) 為 CYY90-C17 (台農 73 號) 及台農 57 號。調查項目如同採收期試驗之調查項目。

塊根化學組成分析

將品系 CYY90-C17 (台農 73 號) 及台農 57 號提供食品工業研究所進行分析，分析項目有粗纖維、膳食纖維、還原糖、澱粉、胡蘿蔔素、維生素 C、鈣、磷等。

CYY90-C17 塊根花青素含量分析

試驗材料：紫皮-CYY90-C17 (台農 73 號)，黃皮-台農 57 號。將藷皮及藷肉分開，並分為新鮮及乾燥的材料，比較其含量上之差異。

分析方法：以 1% 酸化甲醇萃取，萃取液 0.8 N HCl 酸化後置於 100°C 下 40 min，再將萃取液濃縮至乾，最後以 1% 酸化甲醇回溶。在 HPLC (Waters 2695, Waters 2996) 分析條件方面，移動相為 69% water : 10% acetic acid : 21% methanol，流速 1 mL/min，分析管柱為 ODS column (Inertsil ODS -3 column, 4.6 × 250 mm, 5 μm; Precolumn: Inertsil ODS -3 column, 4.6 × 33 mm, 5 μm) (Bridle & Timberlake 1997; Teow *et al.* 2007)。

結 果

實生系選拔

89 年度以甘藷地方品種 (清水紫心) 為母本，台農 62 號為父本雜交產生之種子，培育得實生系 352 株，90 年根據單株塊根產量、塊根乾物率、皮色、肉色、形狀等特性優劣，選得優良品系 5

株，CYY90-C17 品系塊根數目為 4 個，單株塊根鮮重 1.5 kg，塊根乾物率 33.2%，塊根乾物粗蛋白質含量 2.94%，可溶性糖含量 10.01%，和澱粉含量 73.12%，皮色及肉色分別為紅色及紫色，且食味、品質佳，符合甘藷品系選拔條件，獲選進入品系產量比較試驗 (表 1)。

品系產量試驗

第一年試驗：本試驗採用簡方設計，試區行長 6 m，行距 1 m，株距 25 cm，單行區，重複 2 次，在嘉義分所水源地農場進行，種植期為 90 年 9 月 11 日，採收期為 91 年 2 月 17 日。採收後秤取每小區 32 株之莖葉產量及塊根產量後，再換算成每公頃莖葉及塊根產量，其試驗結果 CYY90-C17 每公頃平均鮮塊根產量達 25,999 kg，比對照種台農 57 號增產 1.3% (表 2)。

第二年試驗：試區採用逢機完全區集設計，小區行長 6 m，行距 1 m，株距 25 cm，單行區，重複 4 次，在嘉義分所水源地農場進行，種植期為 91 年 8 月 30 日，採收期為 92 年 2 月 17 日，其試驗結果為 CYY90-C17 之塊根產量為每公頃 29,334 kg，較對照種 57 號增產 21.1% (表 3)。

表 1. 甘藷五新選拔實生系之塊根產量等農藝性狀比較

Table 1. The agronomic traits of five selected lines of sweet potato ^z

| Sweet potato | Root-tuber yield (g/plant) | Dry matter (%) | Crude protein (%) | Crude starch (%) | Soluble sugar (%) | Skin color | Flesh color |
|--------------|----------------------------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------|-------------|
| CYY90-C17 | 1.50 | 33.2 | 2.94 | 73.12 | 10.01 | Pinkish red | Dark purple |
| CYY90-C03 | 1.25 | 34.8 | 2.82 | 75.87 | 6.72 | Red | Purple |
| CYY90-C29 | 1.20 | 30.3 | 2.40 | 71.94 | 12.07 | Red | Purple |
| CYY90-C52 | 2.10 | 29.8 | 4.73 | 70.29 | 11.45 | Red | Purple |
| CYY90-C72 | 1.50 | 29.2 | 4.15 | 69.32 | 9.29 | Red | Purple |
| TNG 57 (cv.) | 0.75 | 34.3 | 3.43 | 73.55 | 7.99 | Yellow | Yellow |
| LSD(5%) | 0.27 | | | | | | |

^z Planting date: September 13, 2000; Harvest date: March 12, 2001.

表 2. CYY90-C17 第一年組塊根產量及農藝性狀比較

Table 2. Tuber and agronomic traits of sweet potato lines CYY90-C17 in the preliminary field trial in 2001 ^z

| Sweet potato | Shoot vine yield (kg/ha) | Root-tuber yield (kg/ha) | Index ^y (%) | Dry matter ^x (%) | Dry root | | | Skin color | Flesh color |
|------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Crude protein (%) | Crude starch (%) | Soluble sugar (%) | | |
| CYY90-C17 (line) | 15,999 | 25,999 | 101.3 | 29.3 | 3.04 | 10.26 | 73.27 | Pinkish red | Dark purple |
| TNG 57 (cv.) | 13,333 | 25,965 | 100.0 | 31.8 | 3.13 | 11.25 | 76.35 | Yellow | Yellow |
| LSD (5%) | 2,254 | 2,170 | | | | | | | |

^z Planting date: September 11, 2001; Harvest date: February 17, 2002.

^y Index: the yield of test line/the yield of check × 100%.

^x Dry matter: the dry matter of 100 g fresh root.

區域試驗

新品系於 94 及 95 年進行兩年秋作區域試驗，採逢機完全區集設計，小區面積行長 8 m，行株距 1 × 0.25 m，單行區，每小區種植 32 株先端苗，重複 6 次，試驗地點計有雲林縣水林鄉、嘉義市、台南縣新化鎮、高雄縣岡山鎮等四處，新品系 CYY90-C17 試驗結果如下：

94 年秋作 CYY90-C17 平均每公頃鮮塊根產量：水林地區為 45,009 kg，比對照種台農 57 號增產 11.1%，嘉義市為 32,173 kg，比對照種台農 57 號減產 15.4%，新化地區為 44,009 kg，比對照種台農 57 號減產 16.4%，岡山地區為 52,677 kg，比對照種台農 57 號減產 5.2%，綜合四處之平均 CYY90-C17 之塊根產量為 43,465 kg，比對照種台農 57 號減產 14.4% (表 4)。

表 3. CYY90-C17 第二年組品系塊根產量等農藝性狀比較

Table 3. Tuber and agronomic traits of sweet potato line CYY90-C17 in the advanced field trial in 2003^z

| Sweet potato | Shoot vine yield (kg/ha) | Root-tuber yield (kg/ha) | Index ^y (%) | Dry matter ^x (%) | Dry root | | | Skin color | Flesh color |
|------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Crude protein (%) | Crude starch (%) | Soluble sugar (%) | | |
| CYY90-C17 (line) | 11,111 | 29,334 | 121.1 | 36.7 | 3.08 | 9.45 | 77.12 | Pinkish red | Dark purple |
| TNG 57 (cv.) | 8,333 | 24,222 | 100.0 | 35.1 | 3.24 | 10.35 | 78.46 | Yellow | Yellow |
| LSD (5%) | 3,245 | 3,568 | | | | | | | |

^z Planting date: August 30, 2002; Harvest date: February 17, 2003.

^y Index: the yield of test line/the yield of check × 100%.

^x Dry matter: the dry matter of 100 g fresh root.

表 4. 94 年期秋作區域試驗 CYY90-C17 品系塊根產量等性狀比較

Table 4. The agronomic traits of sweet potato line CYY90-C17 in the regional field trails in 2005

| Location | Sweet potato | Shoot vine yield (kg/ha) | Root-tuber yield (kg/ha) | Index (%) | Dry matter (%) | Dry root | | |
|-----------|------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | | | | | | Crude protein (%) | Crude starch (%) | Soluble sugar (%) |
| Yunlin | CYY90-C17 (line) | 37,672 | 45,009 | 111.1 | 32.4 | 3.16 | 9.59 | 76.48 |
| | TNG 57 (cv.) | 39,341 | 40,508 | 100.0 | 29.7 | 3.21 | 10.47 | 76.24 |
| | LSD (5%) | 3,250 | 3,175 | | | | | |
| Chiayi | CYY90-C17 (line) | 35,007 | 32,173 | 84.6 | 31.0 | 2.96 | 10.85 | 75.23 |
| | TNG 57 (cv.) | 39,341 | 38,007 | 100.0 | 32.1 | 3.11 | 10.12 | 75.26 |
| | LSD (5%) | 4,326 | 4,624 | | | | | |
| Tainan | CYY90-C17 (line) | 60,512 | 44,009 | 63.6 | 30.7 | 2.71 | 9.15 | 74.32 |
| | TNG 57 (cv.) | 58,345 | 69,180 | 100.0 | 29.0 | 3.02 | 10.11 | 75.21 |
| | LSD (5%) | 2,175 | 5,241 | | | | | |
| Kaohsiung | CYY90-C17 (line) | 106,521 | 52,677 | 94.8 | 29.2 | 3.21 | 10.25 | 76.45 |
| | TNG 57 (cv.) | 122,857 | 55,511 | 100.0 | 27.9 | 3.24 | 9.31 | 78.25 |
| | LSD (5%) | 1,728 | 4,655 | | | | | |
| Mean | CYY90-C17 (line) | 59,928 | 43,465 | 85.6 | 30.8 | 3.01 | 9.96 | 75.62 |
| | TNG 57 (cv.) | 64,971 | 50,802 | 100.0 | 29.7 | 3.15 | 10.00 | 76.24 |
| | LSD (5%) | 4,415 | 3,179 | | | | | |

95 年秋作 CYY90-C17 平均每公頃鮮塊根產量：元長地區為 32,500 kg，比對照種台農 57 號減產 19.6%，嘉義市為 24,147 kg，比對照種台農 57 號減產 22.6%，新化地區為 26,750 kg，比對照種減產 16.5%，岡山地區為 27,750 kg，比對照種台農 57 號減產 30.0%，綜合四處之平均 CYY90-C17 之塊根產量為 27,787 kg，比對照種台農 57 號減產 15.4% (表 5)。

綜合二年區域試驗四個地點綜合變方分析之結果如表 6：CYY90-C17 塊根平均每公頃產量為 35,629 kg，較對照種台農 57 號減產 17.7%。而 CYY90-C17 在四個試驗地點經二年不同環境下，其塊根收量經穩定性分析結果顯示，CYY90-C17 之塊根產量平均為每公頃 35,629 kg，穩定係數為 1.36503，故該品系在不同年份及地區下為高產且穩定之品系，顯示該品系在不同環境下皆能獲高塊根產量 (圖 1、表 6)。

主要病蟲害抗性檢定

各主要病蟲害檢定結果如表 7，其檢定結果說明如下 (表 7)：

軟腐病：嘉義分所將新鮮塊根經人工傷口接種培養在 PBA 48 h 之菌絲塊，每次 5 個塊根，重複 2 次，檢定結果發現 CYY90-C17 接種三天後外觀呈輕微受害症狀，五天後即完全腐爛，其耐病情形與台農 57 號及台農 66 號相似，皆呈感病性。

病毒病：嘉義分所以複合感染捲葉型等病毒病之有病接穗，人工嫁接於供試品系 CYY90-C17 等各 10 株，經一個月後取供試株為接穗，嫁接於指示植物 *Ipomoea setosa* (牽牛花)，經一個月後調查指示植物病徵，CYY90-C17 對黃斑型病毒、捲葉型及潛伏型病毒均呈感病性。

簇葉病：92 年夏作於澎湖馬公罹病區以田間自然感染方式檢定結果發現，本年度田間一般自然感染率低，CYY90-C17 及對照種皆未罹病。

表 5. 95 年期秋作區域試驗 CYY90-C17 品系塊根產量等性狀比較

Table 5. The agronomic traits of sweet potato line CYY90-C17 in the regional field trails in 2006

| Location | Sweet potato | Shoot vine yield (kg/ha) | Root-tuber yield (kg/ha) | Index (%) | Dry matter (%) | Dry root | | |
|-----------|------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | | | | | | Crude protein (%) | Crude starch (%) | Soluble sugar (%) |
| Yunlin | CYY90-C17 (line) | 55,625 | 32,500 | 80.4 | 27.8 | 3.23 | 8.45 | 78.31 |
| | TNG 57 (cv.) | 58,750 | 40,416 | 100.0 | 27.6 | 3.41 | 9.26 | 77.32 |
| | LSD (5%) | 3,268 | 4,856 | | | | | |
| Chiayi | CYY90-C17 (line) | 38,958 | 24,147 | 77.3 | 28.4 | 3.02 | 9.54 | 76.22 |
| | TNG 57 (cv.) | 20,416 | 31,250 | 100.0 | 30.3 | 2.96 | 10.17 | 78.28 |
| | LSD (5%) | 3,567 | 4,524 | | | | | |
| Tainan | CYY90-C17 (line) | 59,375 | 26,750 | 83.5 | 25.5 | 3.17 | 10.24 | 75.34 |
| | TNG 57 (cv.) | 54,166 | 32,041 | 100.0 | 28.1 | 3.29 | 9.25 | 76.28 |
| | LSD (5%) | 5,026 | 5,178 | | | | | |
| Kaohsiung | CYY90-C17 (line) | 66,875 | 27,750 | 70.0 | 32.6 | 3.45 | 11.01 | 78.27 |
| | TNG 57 (cv.) | 78,083 | 39,625 | 100.0 | 33.9 | 2.99 | 9.58 | 77.35 |
| | LSD (5%) | 4,152 | 5,685 | | | | | |
| Mean | CYY90-C17 (line) | 55,208 | 27,787 | 77.6 | 28.6 | 3.22 | 9.81 | 77.04 |
| | TNG 57 (cv.) | 52,854 | 35,833 | 100.0 | 30.0 | 3.16 | 9.57 | 76.81 |
| | LSD (5%) | 2,127 | 4,154 | | | | | |

表 6. 94-95 年期秋作區域試驗甘藷品系塊根產量等性狀綜合比較

Table 6. Agronomic traits of six sweet potato lines in the regional trials of 2005 and 2006

| Sweet potato | Shoot vine | Root-tuber | | Dry matter (%) | Dry of root | | | Yield stability | |
|--------------|---------------|---------------|-----------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|---------------------|
| | yield (kg/ha) | yield (kg/ha) | Index (%) | | Crude protein (%) | Crude starch (%) | Soluble sugar (%) | Stability (b) | Standard error of b |
| CYY90-05 | 48,679 | 28,411 | 65.6 | 26.8 | 3.84 | 9.86 | 83.24 | 1.56872 | 0.32537 |
| CYY90-12 | 54,734 | 33,234 | 76.7 | 31.2 | 3.64 | 10.98 | 83.55 | -0.42867 | 0.32775 |
| CYY90-C17 | 57,568 | 35,629 | 82.3 | 29.7 | 3.12 | 9.89 | 76.33 | 1.36503 | 0.23646 |
| TY87-41 | 65,642 | 41,119 | 94.9 | 27.7 | 4.25 | 10.53 | 87.43 | 2.02623 | 1.65751 |
| TY87-51 | 67,133 | 37,241 | 85.9 | 27.0 | 4.39 | 8.70 | 87.30 | 0.97399 | 0.89230 |
| TLSP-024 | 54,192 | 32,321 | 74.6 | 30.3 | 4.35 | 10.83 | 81.60 | 0.39072 | 1.23033 |
| TNG 57 (cv.) | 58,913 | 43,317 | 100.0 | 29.9 | 3.16 | 9.79 | 76.53 | 1.10397 | 1.07673 |
| LSD (5%) | 4,250 | 5,240 | | | | | | | |

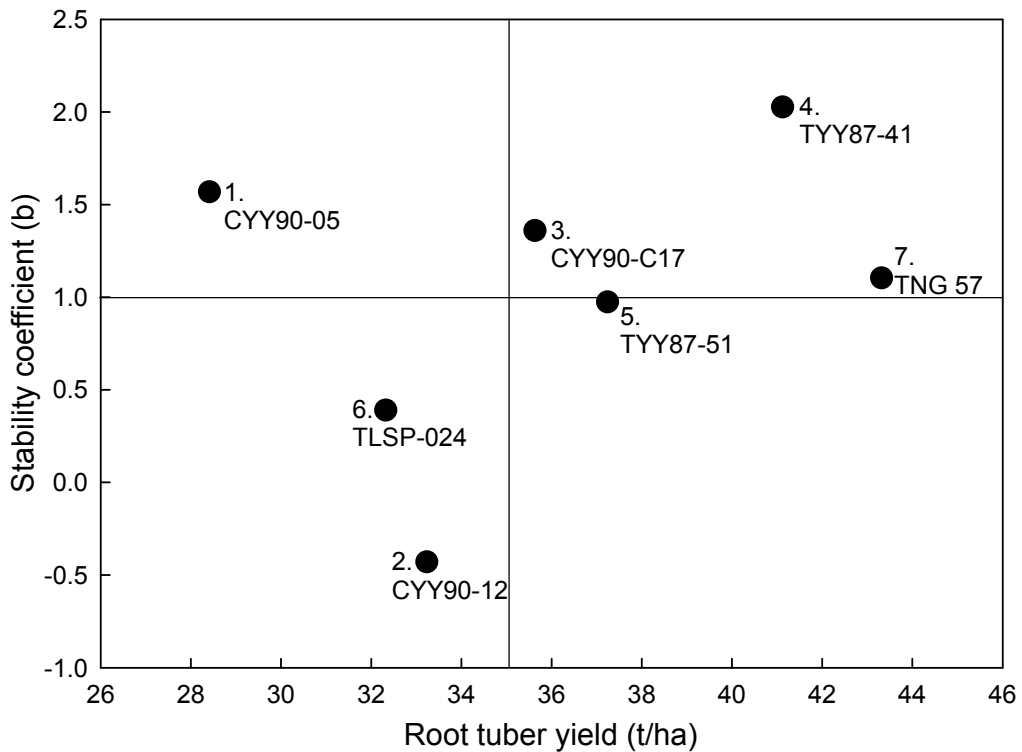


圖 1. 94-95 年甘藷區域試驗塊根產量一般穩定性。

Fig 1. Stability of root-tuber yield of sweet potato, six lines and one cultivar (control) in the regional trials of 2005 and 2006.

表 7. CYY90-C17 對主要病蟲害抗性檢定結果

Table 7. Reaction of sweet potato line CYY90-C17 to diseases^z and insects

| Sweet potato | <i>Rhizopus nigricans</i> | Virus | | | Mycoplasma-like organism (MLO) (%) | <i>Cylas formicarius</i> (Fabricius) (%) |
|------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------------|--|
| | | Leaf curl disease | Yellow spot disease | Latent infection disease | | |
| CYY90-C17 (line) | Susceptible | Susceptible | Susceptible | Susceptible | 0 | 42.4 |
| TNG 57 (CK) | Susceptible | Susceptible | Susceptible | Susceptible | 0 | 45.7 |
| TNG 66 (CK) | Susceptible | Susceptible | Susceptible | Susceptible | 0 | 52.6 |
| Red tail (CK) | — | — | — | — | 0 | 30.5 |
| Cropping season | Fall, 2004 | Fall, 2004 | Fall, 2004 | Fall, 2004 | Summer, 2003 | Summer, 2003 |

^z Resistance of diseases: 0% (High resistance), 0–5% (Resistance), 6–10% (Moderate resistance), 11–20% (Moderate susceptible), 21–30% (Susceptible), more than 31% (High susceptible).

蟻象：由 92 年夏作於澎湖馬公田間自然感染檢定結果，CYY90-C17 對蟻象或受害率為 42.4%，較台農 66 號之 52.6% 低，顯示 CYY90-C17 對蟻象有較佳之抗性表現。

採收期試驗

新品系 CYY90-C17 採收期試驗於 94 年 9 月 15 日秋作在嘉義分所試驗農場進行，試驗採裂區設計，以採收期為主試區，品種為副試區，試區行長 8 m，行距 1 m，株距 0.25 m，3 行區，4 重複，土壤質地為砂質壤土之試驗區，試驗結果顯示品系 CYY90-C17 在生育期 120 天後採收之每公頃塊根產量最低，而生育期 150 天及 180 天採收之塊根產量最高，且兩者間無顯著差異存在；而具商品規格比率之塊根產量亦以生育期 150 天及 180 天最高。而台農 57 號在生育期 120 天後採收之每公頃塊根產量最低，而具商品規格比率之塊根產量亦以生育期 150 天及 180 天最高 (表 8)。

肥料試驗

CYY90-C17 之肥料於試驗 94 年 9 月 15 日在嘉義分所試驗農場進行，試驗採裂區設計，不同肥料量為主試區，品種為副試區，試區行長 8 m，行距 1 m，株距為 0.25 m，3 行區，重複 4 次，土壤質地為砂質壤土之試驗區，試驗結果如表 9，CYY90-C17 之塊根產量以低肥區最低，而中肥區及高肥區之鮮塊根產量最高，且中肥區及高肥區間並無顯著差異存在，而具商品規格比率之塊根產量在 3 種肥料施用量間皆無顯著差異存在。而對照種台農 57 號之鮮塊根產量在 3 種施肥量間，以低肥區最低，而中肥區及高肥區之鮮塊根產量最高；而具商品規格比率之塊根產量在 3 種施肥量間皆無顯著差異存在。

種植密度試驗

種植密度試驗於 94 年 9 月 15 日在嘉義分所試驗農場進行，田間設計採裂區設計，以種植密度為主試區，品種為副試區，試區行長 8 m，行距 1 m，株距分別為 20、25、30 及 40 cm，每公頃種植株數分別為 50,000、40,000、33,333 及 25,000 株，3 行區，重複 4 次，土壤質地為砂質壤土之試驗田，試驗結果如表 10，CYY90-C17 之鮮塊根產量在每公頃 40,000 及 50,000 株最高，且兩種栽培密度間並無顯著差異存在，而 CYY90-C17 在 4 種栽培密度下之具商品規格比率之塊根產量皆無

顯著差異存在。而對照種台農 57 號在 4 種栽培密度下之鮮塊根產量在每公頃 40,000 及 50,000 株下最高，且 2 種栽培密度間並無顯著差異存在，而 CYY90-C17 在 4 種栽培密度下之塊根具商品規格比率之塊根產量皆無顯著差異存在。

表 8. 甘藷品系 CYY90-C17 不同採收期塊根產量等性狀比較

Table 8. Effects of harvest date on the root-tuber yield and root contents of sweet potato, line CYY90-C17 (TNG 73) and TNG 57 (cv.)^z

| | Growth stage (day) | Shoot vine yield (kg/ha) | Root-tuber yield ^y (kg/ha) | Index (%) | Dry matter (%) | The ratio of commercial product ^x (%) | Dry root contents | | |
|------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------|----------------|--|-------------------|------------------|-------------------|
| | | | | | | | Crude protein (%) | Crude starch (%) | Soluble sugar (%) |
| TNG 57 (cv.) | 120 | 16,700 | 21,583 b | 63.9 | 32.1 | 40.12 | 3.01 | 9.24 | 78.45 |
| | 150 | 18,500 | 31,750 a | 94.1 | 29.8 | 62.10 | 2.95 | 10.21 | 79.20 |
| | 180 | 16,500 | 33,750 a | 100.0 | 31.9 | 63.50 | 3.14 | 9.74 | 76.24 |
| CYY90-C17 (line) | 120 | 16,667 | 20,916 b | 63.1 | 28.9 | 45.20 | 3.24 | 9.89 | 76.31 |
| | 150 | 19,500 | 30,000 a | 90.5 | 30.5 | 70.80 | 3.08 | 9.12 | 75.22 |
| | 180 | 19,334 | 33,167 a | 100.0 | 29.9 | 68.18 | 2.98 | 10.24 | 79.35 |

^z Planting date: September 15, 2005; Harvest date: 120, 150 and 180 days after planting.

^y Means in each column followed by different letters are different significantly at 5% level by LSD test.

$$^x \text{ The ratio of comer product (\%)} = \frac{A}{\text{Total root weight}} \times 100 \%$$

A: The root weight of root diameter between 5.8–10 cm and root length between 10–22.5 cm.

表 9. 肥料施用量對甘藷品系 CYY90-C17 塊根產量等性狀影響

Table 9. Effects of fertilization on root-tuber yields and root content of sweet potato, line CYY90-C17 (TNG 73) and TNG 57 (cv.)^z

| Sweet potato | The amount of fertilization N:P:K (kg/ha) | Shoot vine yield (kg/ha) | Root-tuber yield ^y (kg/ha) | Index (%) | Dry matter (%) | The ratio of commercial product ^x (%) | Dry root contents | | |
|------------------|---|--------------------------|---------------------------------------|-----------|----------------|--|-------------------|------------------|-------------------|
| | | | | | | | Crude protein (%) | Crude starch (%) | Soluble sugar (%) |
| TNG 57 (cv.) | 30:30:90 | 19,166 | 22,917 b | 67.4 | 30.2 | 61.42 | 3.06 | 9.12 | 78.09 |
| | 60:30:180 | 22,000 | 30,416 a | 89.6 | 30.6 | 65.26 | 2.93 | 10.21 | 79.21 |
| | 120:30:360 | 21,250 | 34,000 a | 100.0 | 31.4 | 66.17 | 2.99 | 9.65 | 79.56 |
| CYY90-C17 (line) | 30:30:90 | 17,500 | 22,083 b | 77.3 | 30.5 | 65.20 | 3.16 | 8.98 | 77.10 |
| | 60:30:180 | 20,333 | 27,500 a | 96.2 | 30.8 | 68.71 | 3.08 | 9.25 | 78.32 |
| | 120:30:360 | 21,167 | 28,583 a | 100.0 | 31.9 | 70.28 | 2.89 | 10.05 | 79.25 |

^z Planting date: September 15, 2005; Harvest date: February 17, 2006.

^y Means in each column followed by different letters are different significantly at 5% level by LSD test.

$$^x \text{ The ratio of comer product (\%)} = \frac{A}{\text{Total root weight}} \times 100 \%$$

A: The root weight of root diameter between 5.8–10 cm and root length between 10–22.5 cm.

綜合 3 種栽培法試驗結果，品系 CYY90-C17 在種植後 150 天及 180 天採收可生產最高塊根產量及高具商品價值比率之塊根產量，而在中肥料及高肥料施用量可得最高塊根產量，種植密度為每公頃 40,000 及 50,000 株亦可生產最高之塊根產量，故在生產成本及高塊根產量之綜合考量下，品系 CYY90-C17 在種植 150 天後採收，中肥料施用量及種植密度為每公頃 40,000 株下，可獲得最高之塊根產量及具商品規格比率之塊根收量 (表 10)。

塊根化學組成分析

於 94 年 4 月採收之 CYY90-C17 新鮮塊根，委託新竹食品工業發展研究所化學分析結果如下：CYY90-C17 還原醣、維生素 E 及鈣、磷皆較對照種台農 57 號高，其他化學成分則以台農 57 號較高 (表 11)。

表 10. 不同種植密度對甘藷品系 CYY 90-C17 塊根產量等性狀的影響

Table 10. Effect of planting density on root-tuber yield and root content of sweet potato, line CYY90-C17 (cv.TNG 73)^z

| Sweet potato | Planting density (plants/ha) | Shoot vine yield (kg/ha) | Root-tuber yield ^y (kg/ha) | Index (%) | Dry matter (%) | The ratio of commercial product ^x (%) | Dry of root contents | | |
|------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------|----------------|--|----------------------|------------------|-------------------|
| | | | | | | | Crude protein (%) | Crude starch (%) | Soluble sugar (%) |
| TNG 57 (cv.) | 25,000 | 14,833 | 20,833 b | 73.9 | 31.3 | 65.20 | 2.89 | 9.32 | 78.25 |
| | 33,333 | 17,333 | 22,166 b | 78.7 | 32.2 | 63.50 | 2.94 | 9.15 | 76.52 |
| | 40,000 | 19,833 | 28,166 a | 100.0 | 29.7 | 62.31 | 3.05 | 10.06 | 77.27 |
| | 50,000 | 20,250 | 28,500 a | 101.2 | 28.4 | 60.34 | 3.00 | 11.21 | 75.26 |
| CYY90-C17 (line) | 25,000 | 16,500 | 21,833 b | 75.9 | 30.6 | 63.21 | 3.13 | 8.79 | 76.46 |
| | 33,333 | 19,000 | 26,667 ab | 92.8 | 29.6 | 66.15 | 3.20 | 10.23 | 77.38 |
| | 40,000 | 19,833 | 28,750 a | 100.0 | 30.8 | 68.20 | 2.79 | 10.08 | 76.43 |
| | 50,000 | 20,000 | 28,833 a | 100.3 | 30.8 | 67.45 | 2.98 | 9.79 | 75.09 |

^z Planting date: September 15, 2005; Harvest date: February 17, 2006.

^y Means in each column followed by different letters are different significantly at 5% level by LSD test.

^x The ratio of comer product (%) = $\frac{A}{\text{Total root weight}} \times 100\%$.

A: The root weight of root diameter between 5.8–10 cm and root length between 10–22.5 cm.

表 11. CYY90-C17 與台農 57 號新鮮塊根化學組成分析比較

Table 11. Comparison of chemical components of sweet potato, line CYY90-C17 (TNG 73) and TNG 57 (cv.)

| Sweet potato | Crude fiber (%) | Edible fiber (%) | Reducing sugar (%) | Starch (%) | Carotenoid (IU/100 g) | Vitamin C (mg/100 g) | Calcium (mg/100 g) | Phosphorus (mg/100 g) | Vitamin E (mg/100 g) |
|------------------|-----------------|------------------|--------------------|------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| TNG 57 (cv.) | 0.93 | 2.48 | 4.42 | 21.71 | 260.6 | 28.43 | 31.00 | 41.54 | 0.31 |
| CYY90-C17 (line) | 0.77 | 2.44 | 4.46 | 19.02 | Non | 19.60 | 66.96 | 61.31 | 0.44 |

CYY90-C17 塊根花青素含量分析

經由分析結果可知，紫色甘藷的花青素是由 cyanidin 及 peonidin 所組成。在新鮮藷皮之酸化 cyanidin 及 peonidin 之含量分別為 53.2 及 72.2 $\mu\text{g/g}$ FW，乾燥藷皮則分別為 295.7 及 405.3 $\mu\text{g/g}$ DW；而新鮮藷肉之酸化 cyanidin 及 peonidin 含量分別為 3.2 及 6.8 $\mu\text{g/g}$ FW，乾燥藷肉則為 6.3 及 36.7 $\mu\text{g/g}$ DW，顯示 CYY90-C17 之藷皮花青素含量高於藷肉。而黃色台農 57 號甘藷並無測到任何花青素的成分 (圖 2 及圖 3)。

CYY90-C17 外觀及食味品評比較

供試材料為採收後一週，選用 200–300 g 重量的塊根切取中間部分，大小為 $2 \times 2 \times 5$ cm，蒸煮 30 min 後，10 位無特殊口味及嗜好者進行官能品評，採用 Scheffe 對比試驗法進行，以台農 57 號為對照種，品評結果如表 12。CYY90-C17 在形狀、皮色等外觀特性皆較台農 57 號優，而蒸煮後之肉色、質地、香氣、甜味及適口性亦均較台農 57 號為佳，而肉質氧化褐變度低之特性亦較台農 57 號為優 (表 12)。

綜合以上結果，於 96 年提出申請命名登記，並於 96 年 3 月 16 日經審查委員，正式命名為甘藷台農 73 號。

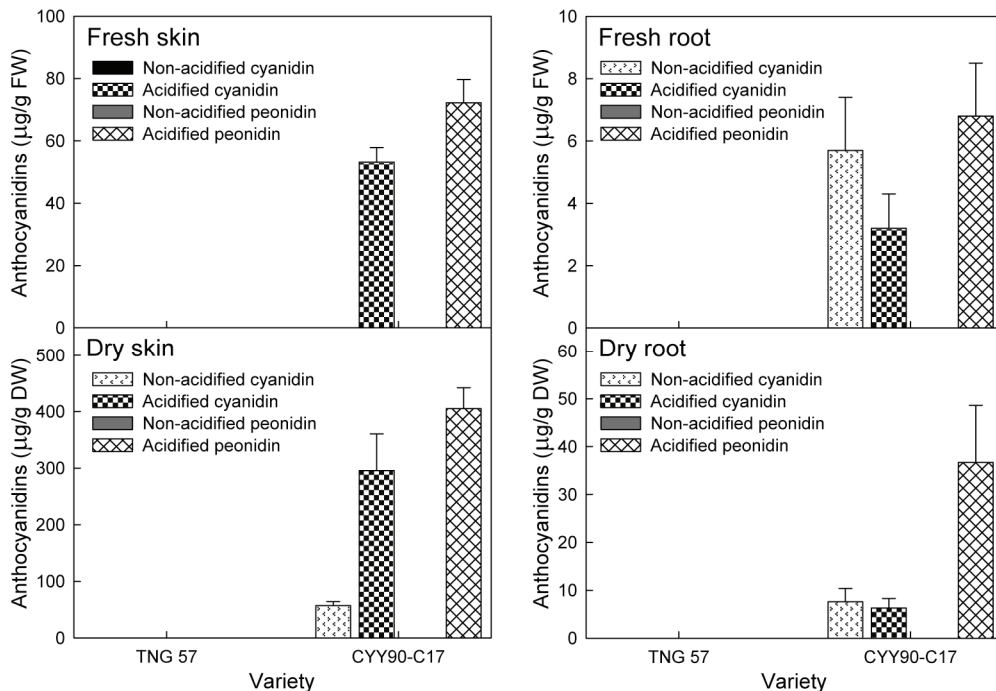


圖 2. CYY90-C17 (台農 73 號) 與台農 57 號塊根之花青素含量變化情形。

Fig 2. Changes of content of anthocyanins in skin and flesh of sweet potato, line CYY90-C17 (TNG 73) and TNG 57 (cv.).

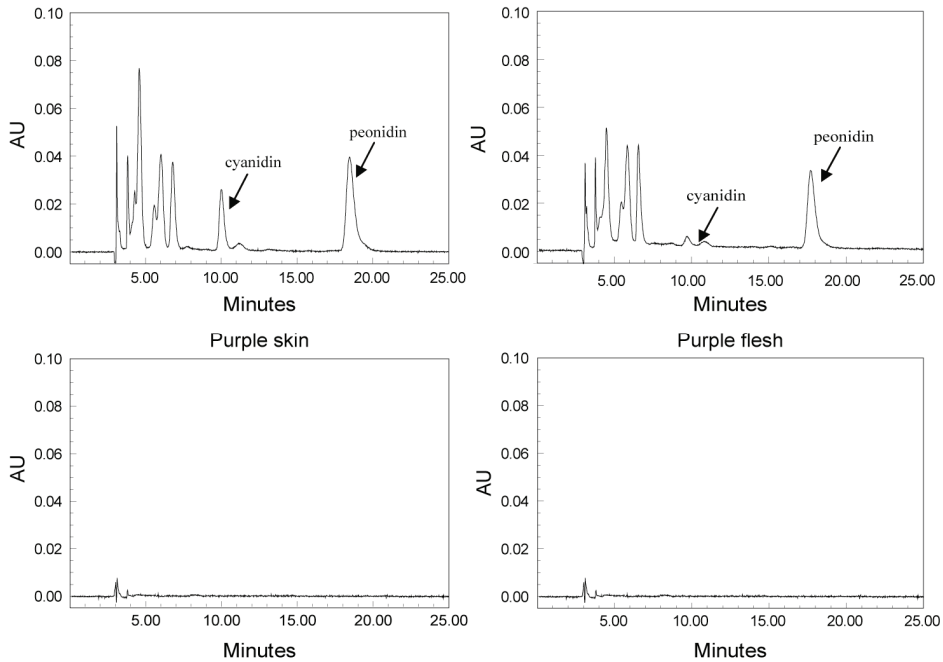


圖 3. CYY90-17 花青素 HPLC 分析圖譜。

Fig 3. Maps of HPLC analysis of anthocyanins in skin and flesh of sweet potato, line CYY90-C17 (TNG 73).

表 12. CYY90-C17 外觀及蒸煮後食味品評結果 (對照種：台農 57 號)

Table 12. Panel tests on appearance and taste of sweet potato by comparing control cultivar TNG 57 (cv.) with line CYY90-C17 (TNG 73)

| Appearance of tuber ^z | | | | Taste of root tuber ^z | | | |
|----------------------------------|------|--------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------|-----------|--------------|
| Shape | Skin | Flesh ^y | The degree of browning ^x | Texture | Aroma | Sweetness | Palatability |
| 1.5 | 1.6 | 0.1 | 0.8 | 0.1 | 0.1 | 1.6 | 0.1 |

^z Score: Excellent +2, Good +1, Check 0, Bad -1, Worst -2.

^y Color of flesh was determined after cooking for 30 minutes.

^x The degree of browning: Root immersed in 0.25 M catechol for 10 minutes and then determined the degree of browning.

討 論

CYY90-C17 (台農 73 號) 之塊根產量在第一年產量比較試驗為每公頃 25,999 kg，較對照種台農 57 號增產 1.3% (表 2)，而第二年產量比較試驗之平均塊根產量為每公頃 29,334 kg，較對照種台農 57 號增產 21.1% (表 3)，另外二年四地點之區域試驗結果亦顯示，CYY90-C17 (台農 73 號) 之塊根產量平均為每公頃 35,629 kg，較對照種減產 17.7% (表 4、5、6)，而其塊根產量在二年四地點之穩定係數分析結果亦顯示，CYY90-C17 (台農 73 號) 之塊根產量高於平均塊根產量，穩定係數為 1.36503 (圖 1、表 6)。另外塊根食品工業發展研究所之化分析結果，亦顯示 CYY90-C17 (台農 73 號) 之還原醣、維生素 E、鈣、磷等成分皆較對照種台農 57 號高 (表 11)，食味品評結果亦顯示

本品種在形狀、皮色等外觀特性皆較台農 57 號優，而蒸者後之肉色、質地、香氣、甜味及適口性亦均較台農 57 號為佳 (表 12)。另外本品系之塊根皮色為淡紅色，肉色為深紫色，富含 cyanidin 及 peonidin 等花青素，具抗氧化功用 (圖 2、3)。從以上結果顯示台農 73 號具有高產、高營養成分及食味佳之特性，故甘藷新品種台農 73 號 (商品名紫玉) 可作為鮮食用及烤藷等加工用途。

品種特性

植株性狀：長蔓平均長 154 cm，莖徑平均 0.51 cm，綠色，無茸毛，節間長平均 5.02 cm。鼻形，綠色，葉長平均 11.2 cm，寬 6.8 cm，頂葉綠色，葉形較細小，葉柄綠色，無茸毛。塊根形狀為紡錘形，表皮為粉紅色 (圖 4)，光滑，表皮脈少，皮目淺。肉色為深紫色 (圖 5)。植株開花期自 10 月至 12 月間，植株開花多。



圖 4. CYY90-C17 (台農 73 號) 地下部塊根形狀及皮色。

Fig 4. Sweet potato, line CYY90-C17 (TNG 73), showing size, shape and color of root tubers.



圖 5. CYY90-C17 (台農 73 號) 之紫塊根肉色。

Fig 5. Sweet potato, line CYY90-C17 (TNG 73), showing purple colored flesh.

農藝特性：生長習性為匍匐性，生育速度中等，莖蔓細小，分枝數中等，平均為 4.3 支。生育日數秋作約 150 天。最佳種植適期為秋作 9–10 月。病蟲害中較易受蟻象危害，栽培時仍需注意防範。鮮塊根收量於秋作每公頃平均產量為 30 t 左右，塊根乾物率約 28–32%，鮮塊根還原醣含量為每百克鮮薯含 4.46 mg，鮮塊根花青素含量：花青素含量高，而花青素是由 cyanidin 及 peonidin 所組成，薯皮含量較薯肉高。

適栽區特性：土壤質地為富含有機質之砂質壤土或壤土。並適合台灣中南部等秋作甘薯產區。

產品用途：塊根橫切面褐變程度低，蒸煮後呈泥粉質，適口性佳，適合作為蒸食用及加工用途(表 12)。

台農 73 號品種特性

優點：(1) 塊根外形良好，食味佳：台農 73 號之塊根為紡錘形，整齊美觀，表皮光滑，表皮脈少，皮目淺，塊根品質佳。食味品評結果顯示在形狀、皮色等外觀特性皆較台農 57 號優，而蒸煮後之肉色、質地、香氣、甜味及適口性亦均較台農 57 號為佳，而肉質氧化褐變度低之特性亦較台農 57 號為優。(2) 塊莖產量穩定，適應性廣：綜合二年區域試驗四個地點綜合變方分析之結果顯示台農 73 號塊根平均每公頃產量為 35,629 kg，雖較對照種台農 57 號低，但紫肉甘薯品系之塊根產量皆較低，故品系台農 73 號塊根產量每公頃平均高於 30 t，顯示其塊根產量極為穩定。另外台農 73 號在四個試驗地點經二年不同環境下，其塊根產量經穩定性分析結果顯示，台農 73 號之塊根產量平均為每公頃 35,629 kg，穩定係數為 1.36503，故該品系在不同年份及地區下為高產且穩定之品系。(3) 塊根營養成分含量高：台農 73 號還原醣、維生素 E 及鈣、磷皆較對照種台農 57 號高，其他化學成分則以台農 57 號較高，而塊根花青素含量高，而花青素是主要由 cyanidin 及 peonidin 所組成，其中薯皮含量較薯肉高。(4) 對蟻象抗性較推廣品種台農 66 號優。

缺點：(1) 塊根產量每公頃平均為 30 t，為中等收量品種。(2) 對病毒病為感性，故宜種植健康種苗。

栽培要點及注意事項

(1) 合秋作栽培，尤其中南部秋作甘薯栽培區。(2) 合砂質壤土及鬆軟之壤土栽培。(3) 適行株距為 100 × 25 cm。(4) 公頃三要素施用量為 N 60 kg，P₂O₅ 30 kg，K₂O 180 kg，施用時以氮肥、鉀肥半量及磷肥全量作為基肥施用，另半量之氮肥及鉀肥於中耕時作為追肥施用(擬依各推廣區依各地土壤肥力檢定結果，進行肥料推薦使用量)。(5) 種植後 3 天內，噴施萌前殺草劑，抑制雜草發生(施用藥劑請參考行政院農業委員會植物保護手冊雜糧作物部分)。(6) 本品系對軟腐病呈感性，收穫時應注意減少甘薯塊根破損，以減少病菌由傷口感染機會，降低損失風險。(7) 甘薯蟻象防治，以性費洛蒙生物防治，於甘薯插植後即設置性費洛蒙誘蟲器，誘蟲器相距約 15 m，每隔 2–3 週檢視並清除捕獲的蟻象，同時變換誘蟲器位置，以降低蟻象之密度及危害。

誌 謝

研究承甘薯組同仁周振東、邱顯仁、劉光滿、陳慶宏在田間管理及資料調查之協助，同時感謝周曉慧小姐及吳儀儀先生在資料整理及病蟲害檢定之協助，特表謝忱。

引用文獻 (Literature cited)

- Bridle, P. and C. F. Timberlake. 1997. Anthocyanins as food colours-selected aspects. *Food Chem.* 58:103–109.
- Li, L. 1957. Studies on the field technique of sweet potatoes experiments in Taiwan. *J. Agric. Assoc. China New Ser.* 19:1–10. (in Chinese with English abstract)
- Li, L. 1962. Study on the relative efficiency of lattice and randomized complete block designs by field trials on sweet potatoes. *J. Agric. Assoc. China New Ser.* 40:40–49. (in Chinese with English abstract)
- Li, L. 1964. Study on variety environment interactions in regional sweet potato varietal tests and their implications on test procedures. *J. Agric. Assoc. China New Ser.* 45:1–17. (in Chinese with English abstract)
- Li, L. 1967. Study on the combining ability in crosses among five varieties of sweet potato. *J. Agric. Assoc. China New Ser.* 58:33–43. (in Chinese with English abstract)
- Li, L. 1971. Studies on the sampling techniques in field trial of sweet potato. *J. Agric. Assoc. China New Ser.* 73:9–22. (in Chinese with English abstract)
- Li, L. 1974. Studies on the variation and mean performance in successive generations of a randomly intermating population of sweet potatoes. *J. Taiwan Agric. Res.* 23(4):255–262. (in Chinese with English abstract)
- Li, L. 1980. Study on the selection criteria for hybridized progenies of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam]. *National Sci. Council Monthly* 8(10):930–940. (in Chinese with English abstract)
- Li, L. and C. H. Liao. 1994. The achievement and prospect of sweet potato breeding in Taiwan. p.11–28. *in: Root Crop Yield Improvement, Processing and Utilization.* Agric. Res. Inst. Pub. No.45. Taichung, Taiwan, ROC. (in Chinese with English abstract)
- Lu, H. Y. 1994. The SAS procedure of regression model for stability analysis. *J. Agric. Assoc. China.* 43:283–292. (in Chinese with English abstract)
- Montgomery, D. C. 1984. Fractional factorial design. p.325-354. *in: Design and Analysis of Experiments.* John Wiley and Sons. New York, USA.
- Teow, C. C., V. D. Truong, R. F. McFeaters, R. L. Tomposon, K. V. Pecota, and G. C. Yencho. 2007. Antioxidant activities, phenolic and β -carotene content of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chem.* 103:829–838.

Breeding of the New Sweet Potato Variety, Tainung No. 73¹

Yung-Chang Lai^{2,4}, Zhong-Tian Li², Toong-Long Jeng³,
and Wu-Hsiung Tsai²

Abstract

Lai, Y. C., Z. T. Li, T. L. Jeng, and W. H. Tsai. 2008. Breeding of the new sweet potato variety, Tainung No. 73. *J. Taiwan Agric. Res.* 57:279–294.

Tainung No.73, a new sweet potato variety, was developed and released through hybridization of TNG 62 (♂) and a local variety with purple flesh (♀) in 2000 and further selection of offspings in 2001. The selected line CYY90-17 was formally approved for registration and designated as variety Tainung No.73 (TNG73) on March 16, 2007, after a series of testing and evaluation, including preliminary (2002) and advanced (2003) yield trials and regional trials (2005-2006). The root-tuber yield of Tainung No.73 was 25,999 kg/ha in 2002 (1.2% higher than the control variety, Tainung No.57), 29,334 kg/ha in 2003 (21.1% higher than the control variety, Tainung No.57), and averaged yield 33,899 kg/ha in 2005 and 2006 (lower than Tainung No.57). The root-tuber yield of TNG No.73 is stable, over 30 t/ha in planting time, planting density and fertilization trials. Root-tuber of TNG No.73 is spindle shape with pinkish red skin and purple flesh. Root-tuber of TNG No.73 is rich in anthocyanin (an anti-oxidant) which is higher in root skin than in root flesh. Root-tuber of TNG No.73 can be used as table food for its flavor as well as health food for its rich source of anti-oxidant. This is the first purple variety developed through breeding in Taiwan.

Key words: Sweet potato, Purple flesh, Yield trial, Regional trial, Anthocyanin.

-
1. Contribution No.2336 from Agriculture Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: November 5, 2008.
 2. Respectively, Associate Agronomist and Head of Department Agronomy, Retired Assistant, and Senior Plant Pathologist and director of AES, Chiayi Agricultural Experiment Station (AES), ARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
 3. Associate Agronomist, Biotechnology Division, ARI, Wufeng, Taiwan, ROC.
 4. Corresponding author, e-mail: davidlai@dns.caes.gov.tw; Fax: (05)2774009.