

紫蘆筍‘臺南 5 號’之育成¹

郭明池、謝明憲、彭瑞菊、陳水心²

摘 要

郭明池、謝明憲、彭瑞菊、陳水心。2024。紫蘆筍‘臺南 5 號’之育成。臺南區農業改良場研究彙報 83：1-15。

臺灣蘆筍產業自早期生產供製罐外銷，現今已轉型供應國內鮮銷市場，為提供消費者多樣化選擇，改善現有紫蘆筍品種高溫期筍尖開芒，並保留優於綠蘆筍質地細緻（低纖維化）特點，此為本場耐熱紫色系蘆筍育種目標，育成新品種紫蘆筍‘臺南 5 號’。新品種雜交品系自初級比較試驗，高級品系比較試驗評估，發現‘臺南 5 號’於嫩莖總產量、合格品產量、合格品比率及紫色率等表現優良。於 110 ~ 112 年進行不同設施環境之栽培穩定性評估，並進行性狀檢定調查，確定該品種具耐熱、高產、嫩莖合格品比率高、筍尖緊密及母莖生長勢強等特性，有別於國外育成之紫蘆筍品種，具推廣種植潛力，可提供市場多樣化選擇。

現有技術：目前國外引入之紫蘆筍品種嫩莖鮮嫩度雖優於綠蘆筍，但高溫期筍尖易開芒，呈現耐熱性不足之情形。

創新內容：新品種‘臺南 5 號’為國內第一個紫蘆筍品種，具耐熱、高產、筍尖緊密、嫩莖合格品比率高等特性。

對產業影響：為國內第一個紫蘆筍品種，兼具耐熱、筍尖緊密及嫩莖鮮嫩特性，具推廣種植潛力，可提供市場多樣化選擇。

關鍵字：蘆筍、耐熱、育種、嫩莖

接受日期：2024 年 4 月 22 日

1. 農業部臺南區農業改良場研究報告第 566 號。

2. 農業部臺南區農業改良場助理研究員、研究員、副研究員兼分場長與前技佐。712009 臺南市新化區牧場 70 號。

前 言

國內自早期白蘆筍製罐外銷，曾締造風光榮景，惟因匯差、人力、田間管理等問題而致產業轉型，目前以綠蘆筍栽培提供鮮食市場為主。因應消費市場多樣化選擇需求，目前國際上有幾個紫色品種育出供栽培種植^(2,9,12,14)，國內陸續有農民嘗試種植紫色系蘆筍品種，為栽培之新興種類。惟洪(1991)指出蘆筍對風土適應性極敏感，須經由育種選拔適合當地之優良品種，才能發揮高產潛力，溫帶地區選育之品種不一定適合熱帶/亞熱帶氣候環境生長⁽¹⁾。

因全球氣候暖化趨勢，與其他作物相似，蘆筍栽培上其嫩莖品質及產量易受高溫之影響。蘆筍屬溫帶作物，耐低溫能力強，耐高溫能力相對較弱，氣溫超過 33°C 以上，呼吸作用提高、光合作用速率下降，高溫影響蘆筍常見於母莖生長勢不佳，採收之嫩莖易發生開芒、停心、畸形等情形^(8,10,13)。而高溫影響紫蘆筍花青素之生合成，影響紫色程度之表現⁽¹⁵⁾。目前國內栽培之紫蘆筍品種亦存在此些問題。有鑑於前述提供多樣化品種選擇及風土適應性耐熱問題，因而本場紫色系蘆筍育種朝耐熱方向進行。

關於蘆筍之育種流程中，產量於短期內不易確定，其產量比較試驗期間需較一般作物為長，依據蘆筍育種程序及實施方法之育種產量估算，在國內亞熱帶及熱帶氣候且留母莖栽培方式下，以連續幾年產量調查為比較標準之可性度較高^(1,5)。蘆筍遺傳性狀變異及蘆筍親裔質量及數量性狀之相關研究^(3,6,7)，指出蘆筍嫩莖大小與母莖大小成正比，此可作為選育嫩莖單支重高品種之親本選拔標準，而母莖第一分枝高度與嫩莖筍尖緊密度具相關性，母莖數量與嫩莖產出量具相關性^(3,4,6,7,11)，此些蘆筍育種上重要之性狀指標提供本研究育種方法操作上之參考。

材料與方法

一、育種材料來源及特性

‘臺南 5 號’(原品系代號為 P17)為一代雜交種。自 96 年依母莖高度、第一分枝高度、母莖直徑大小、芽盤大小(周徑)及嫩莖產量等項目選拔優良父母本，母本 P96-1 係‘Purple passion’與綠蘆筍‘臺南 4 號’雜交後代經母系選種(parental selection)10 代純化而得，每一世代以選拔特定數量優良雌株與雄株，再集中進行混合授粉及採種供世代增進；母本親材料具生長勢強，第一分枝高，嫩莖紫色直徑粗大等特性；父本 PM96-11 係‘京紫蘆 2 號’與綠蘆筍‘臺南 4 號’雜交後代亦經母系選種 10 代純化而得，每一世代以選拔特定數量優良雌株與雄株，再集中進行混合授粉及採種供世代增進；父本親材料具生長勢強，第一分枝高，嫩莖紫色生長數多，‘臺南 5 號’親本來源如圖 1 所示。

二、初級品系比較試驗

- (一) 供試材料：雜交 18 組合，以紫蘆筍‘Purple passion’(以下簡稱‘Purple passion’)及綠蘆筍‘臺南 4 號’(以下簡稱‘臺南 4 號’)為對照。
- (二) 試驗地點：臺南區農業改良場義竹分場設施及露天栽培田區。
- (三) 試驗方法：分為設施試區及露天試區，採完全逢機設計，3 重複，每重複 30 株，行株距 1.8 公尺×25 公分。

(四) 調查項目及方法：嫩莖總產量、總支數、合格品產量、合格品支數、合格品比率、合格品單支重。

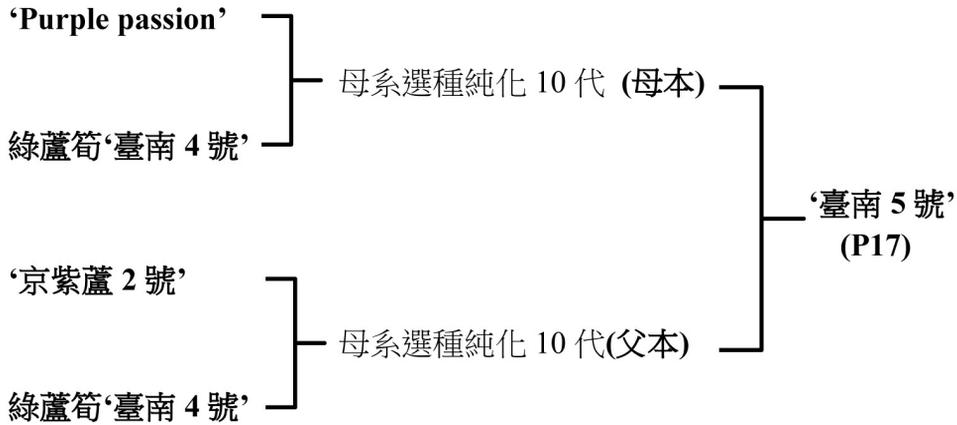


圖 1. 紫蘆筍‘臺南 5 號’的親本來源

Fig. 1. Pedigree of purple asparagus ‘Nandares No.5’

三、高級品系比較試驗

經前階段初級品系比較試驗篩選後，自 108 年至 111 年進行為期 4 年的高級品系比較試驗，進行耐熱篩選可耐高溫達 33°C 以上，生長及產能表現佳之品系

(一) 供試材料：初級品系比較試驗篩選之品系，P3、P13、P17、P18，以‘Purple passion’及‘臺南 4 號’為對照品種。

(二) 試驗地點：臺南區農業改良場義竹分場力霸型塑膠布溫室。

(三) 試驗方法：完全逢機設計，3 重複，每重複 30 株，行株距 1.8 公尺 × 25 公分。耐高溫之篩選方式為試驗場域選定於 7 至 10 月高溫期間 11 時至 15 時平均溫度大於 33°C 之溫室進行，此氣溫條件（大於 33°C）影響蘆筍生長及光合作用，以此方式檢視高溫季節之表現，評估及篩選可耐高溫，生長勢及嫩莖產量品質表現較佳之品系。

(四) 調查項目及方法：嫩莖總產量、總支數、合格品產量、合格品支數、合格品比率、合格品單支重、紫色率。

四、不同栽培環境之試作評估

(一) 供試材料：高級品系比較試驗結果入選之 P3、P17，對照品種為‘Purple passion’。

(二) 試驗地點：鋼骨型塑膠布溫室、簡易型塑膠布溫室、水平棚架網室。

(三) 試驗方法：完全逢機設計，3 重複，每重複 30 株，行株距 1.8 公尺 × 25 公分。

(四) 調查項目及方法：嫩莖總產量、總支數、合格品產量、合格品支數、合格品比率、合格品單支重、紫色率。

五、莖枯病自然罹病度調查

紫色品系高級比較試驗於 107 年種植於莖枯病常年自然發生嚴重之田區進行罹病度調查，採完全逢機設計，3 重複，每重複 30 株，行株距 1.8 公尺 × 25 公分，109 年進行莖枯病罹病度調查，罹病度分級：0 級：無病斑，1 級：病斑面積 < 25%，2 級：病斑

面積 25% ~ 50%，3 級：病斑面積 50% ~ 75%，4 級：病斑面積 > 75%，罹病度 (%) = $(\sum \text{各級株數} \times \text{級別} / \text{調查株數} \times \text{最高級數}) \times 100$ 。

六、嫩莖纖維粗細及可溶性固形物調查

以物性測定儀 FUDOH RHEO METER NRM-2010J 測定截壓值進行嫩莖纖維質粗細 (截切力值) 比較，量測嫩莖規格為長度 24 公分，直徑 1.2 ~ 1.4 公分 (基部上 10 公分處)，量測位置為基部上 10 公分處。可溶性固形物調查，量測嫩莖規格為直徑 1.5 ± 0.2 公分 (基部上 10 公分處)，量測位置為基部上 10 公分處為中心，上下等長切斷 2.5 公分榨汁以數位式糖度計 PAL-3 量測，3 重複，每重複調查 10 支嫩莖。

七、食味官能品評

挑選基部上 10 公分處直徑 1.2 至 1.5 公分嫩莖供試，嫩莖筍尖 5 公分切斷去除，往下 5 公分切成 2 段，水滾後 90 秒殺菁，迅速冰水冷卻後進行品嚐，品評人數 10 人。風味品評依照外觀 (15%)、脆嫩度 (25%)、甜度 (30%)、風味 (30%) 等佔比進行評分。

結果與討論

一、初級品系比較試驗

設施試區第一年生試驗結果 (表 1) 以 P3 於總產量、合格品產量、合格品比率及合格品單支重平均表現較佳，每 0.1 公頃合格品產量為 612.3 ± 43.8 公斤，顯著高於對照品種 'Purple passion' 及 '臺南 4 號'，合格品比率 $74.4 \pm 0.5\%$ 。設施試區二年生試驗結果 (表 2) 以組合 P3 及 P13 於總產量、合格品產量表現較佳，每 0.1 公頃總產量分別為 763.3 ± 128.6 公斤及 672.8 ± 39.0 公斤，合格品產量分別為 646.8 ± 178.1 公斤及 502.5 ± 12.2 公斤。合格品比率 P3 為 $84.0 \pm 9.2\%$ 。露天試區試驗則以 P17 及 P18 表現較佳 (表 3)，0.1 公頃總產量分別達 242.7 ± 35.8 公斤及 255.7 ± 36.1 公斤，合格品比率為 $70.3 \pm 0.8\%$ 及 $72.8 \pm 1.4\%$ 較高，對照品種 'Purple passion' 為 $54.8 \pm 16.0\%$ 。

綜合設施及露天試區比較試驗結果，設施試區一年生及二年生試驗結果以 P3 及 P13 之總產量在供試新品系間居前二高表現；另露天試區試驗結果以 P17 及 P18 之總產量、合格品產量及合格品比率在供試新品系間比現較佳，基於育種為耐熱及嫩莖高產為主要篩選標的，故以 P3、P13、P17 及 P18 納入下階段比較試驗。

二、高級品系比較試驗

高級品系比較試驗一年生全年產量及品質調查 (表 4)，周年 (全期) 採收日數為 154 日，供試新品系 P3、P13、P17、P18 在總產量、總支數、合格品產量、合格品支數、合格品比率及合格品單支重均顯著高於對照品種 '臺南 4 號'，其中 P17 除在單支重項目外，其餘各項調查項目均有最高數值表現。

二年生全年產量及品質調查 (表 5)，周年 (全期) 採收日數為 156 日，供試品系除總支數外，在總產量、合格品產量、合格品支數、合格品比率及合格品單支重均顯著高於對照品種 '臺南 4 號'，其中 P3 除合格品單支重及紫色率外，在其餘調查項目均有最高數值表現，但供試品系間無顯著差異，P17 在總產量、總支數及合格品產量表現次之，惟 P17 有最高紫色率表現為 66.4%，對照品種 'Purple passion' 為 55.4%，但 P3 紫色率表現偏低僅 38%。

表 1. 初級品系比較試驗設施試區一年生全年產量及品質 (0.1 ha)

Table 1. The yield and quality of spears in preliminary trial in greenhouse in the first year (0.1 ha)

組合 Hybrids	總產量 (kg) Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品產量 (kg) ^Y Premium grade yield (kg) ^Y	合格品支數 Number of premium grade spears	合格品比率 (%) Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 (g) Weight of single premium grade spear (g)
P3	822.5 ± 51.4 ^Z	41,290 ± 4,034	612.3 ± 43.8	25,513 ± 45,27 ^Z	74.4 ± 0.5	24.2 ± 2.6
P6	490.5 ± 115.5	36,237 ± 9,125	293.2 ± 34.0	14,996 ± 2148	61.1 ± 8.3	19.6 ± 0.8
P8	567.9 ± 12.8	37,511 ± 1,607	378.2 ± 45.0	17,882 ± 1581	66.5 ± 6.4	21.1 ± 0.6
P9	573.2 ± 207.6	40,546 ± 14,561	348.1 ± 134.6	17,507 ± 6727	60.4 ± 1.6	19.9 ± 0.1
P13	577.8 ± 101.6	40,215 ± 7,399	341.8 ± 64.5	17,334 ± 3063	59.1 ± 4.8	19.7 ± 0.6
Purple passion	473.9 ± 33.7	33,255 ± 138	291.3 ± 65.7	15,023 ± 2712	61.1 ± 9.5	19.3 ± 0.9
臺南 4 號	495.5 ± 342.6	54,781 ± 30,520	141.9 ± 153.6	8,063 ± 8574	23.5 ± 14.7	17.2 ± 0.8

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。種植日期：105 年 11 月 8 日，採收調查日期：106 年 5 月 9 日至 8 月 18 日；10 月 2 日至 11 月 24 日。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm. Planted period: Nov. 8, 2016. Harvest period: May. 9 to Aug. 18; Oct. 9 to Nov. 24, 2017.

^Z 平均值 ± 標準偏差 (n = 3)。Data are mean ± SD (n = 3).

表 2. 初級品系比較試驗設施試區二年生全年產量及品質 (0.1 ha)

Table 2. The yield and quality of spears in preliminary trial in greenhouse in the second year (0.1 ha)

組合 Hybrids	總產量 (kg) Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品產量 (kg) ^Y Premium grade yield (kg) ^Y	合格品支數 Number of premium grade spears	合格品比率 (%) Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 (g) Weight of single premium grade spear (g)
P3	763.3 ± 128.6 ^Z	39,080 ± 5,947	646.8 ± 178.1	29,170 ± 9,963	84.0 ± 9.2	22.4 ± 1.6
P6	516.9 ± 39.8	36,013 ± 6,807	390.9 ± 8.9	23,857 ± 1,494	75.9 ± 7.6	16.4 ± 1.4
P8	543.0 ± 5.5	34,765 ± 2,496	423.1 ± 10.7	24,693 ± 767	77.9 ± 1.2	17.2 ± 1.0
P9	641.9 ± 84.7	33,958 ± 8,191	544.9 ± 88.4	27,775 ± 6,753	84.7 ± 2.6	19.8 ± 1.6
P13	672.8 ± 39.0	46,075 ± 5,056	502.5 ± 12.2	30,225 ± 1,803	74.9 ± 6.1	16.6 ± 0.6
Purple passion	694.4 ± 108.8	43,299 ± 6,345	520.0 ± 107.7	29,585 ± 6,042	74.6 ± 3.8	17.6 ± 0.1
臺南 4 號	412.6 ± 228.0	40,616 ± 9559	202.9 ± 209.5	13,884 ± 12,362	41.5 ± 27.8	13.1 ± 3.4

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。採收調查日期：107 年 5 月 15 日至 7 月 11 日；9 月 18 日至 11 月 9 日。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm. Harvest period: May. 15 to Jul. 11; Sep. 18 to Nov. 9, 2018.

^Z 平均值 ± 標準偏差 (n = 3)。Data are mean ± SD (n = 3).

表 3. 初級品系比較試驗露天試區產量及品質 (0.1 ha)

Table 3. The yield and quality of spears in preliminary trial in field (0.1 ha)

組合 Hybrids	總產量 (kg) Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品產量 (kg) ^Y Premium grade yield (kg) ^Y	合格品支數 Number of premium grade spears	合格品比率 (%) Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 (g) Weight of single premium grade pear (g)
P1	123.3 ± 11.4 ^Z	12,697 ± 428	76.9 ± 18.3	5,392 ± 1,374	62.0 ± 9.1	14.3 ± 0.3
P3	187.7 ± 34.5	18,156 ± 2,696	118.0 ± 21.9	8,297 ± 1,657	62.9 ± 0.1	14.2 ± 0.2
P4	129.0 ± 73.9	11,383 ± 4,173	89.8 ± 64.7	5,869 ± 3,485	66.1 ± 12.3	14.6 ± 2.4
P6	133.4 ± 95.6	12,743 ± 9,404	74.0 ± 58.1	4,614 ± 3,476	53.6 ± 5.1	15.8 ± 0.7
P8	125.1 ± 106	11,069 ± 7,853	83.7 ± 85.1	5,282 ± 5,143	59.4 ± 17.7	15.2 ± 1.3
P9	100.0 ± 4.5	10,338 ± 330	55.3 ± 0.4	3,823 ± 48	55.4 ± 2.2	14.5 ± 0.1
P13	119.3 ± 25.8	12,276 ± 3,623	66.9 ± 6.8	4,656 ± 524	56.8 ± 6.6	14.4 ± 0.2
P17	242.7 ± 35.8	20,702 ± 2,878	170.7 ± 27.1	10,947 ± 2,047	70.3 ± 0.8	15.6 ± 0.4
P18	255.7 ± 36.1	21,616 ± 2,841	186.0 ± 22.8	12,087 ± 1,335	72.8 ± 1.4	15.4 ± 0.2
P20	163.3 ± 33.3	14,315 ± 1,632	116.3 ± 27.0	7,751 ± 971	71.0 ± 2.1	14.9 ± 1.6
P21	158.1 ± 5.6	16,966 ± 2,780	83.6 ± 18.5	5,788 ± 724	53.1 ± 13.6	14.4 ± 1.4
P22	94.0 ± 33.7	10,846 ± 3,822	41.0 ± 12.4	2,856 ± 888	44.1 ± 2.6	14.4 ± 0.1
P23	132.2 ± 20.2	12,214 ± 4,818	80.9 ± 11.9	4,902 ± 90	62.7 ± 18.6	16.5 ± 2.7
P24	86.0 ± 73.6	8,065 ± 6,314	47.2 ± 46.4	3,071 ± 2,645	50.2 ± 11.0	14.1 ± 3.0
P25	108.8 ± 26.1	11,481 ± 2,339	59.9 ± 18.2	4,187 ± 1,532	54.6 ± 3.6	14.5 ± 0.9
P27	86.2 ± 11.9	10,090 ± 784	35.5 ± 22.4	2,584 ± 1,684	39.7 ± 20.5	13.8 ± 0.3
P28	84.4 ± 42.2	8,224 ± 3,330	50.8 ± 37.3	3,453 ± 2,485	56.2 ± 16.1	14.6 ± 0.3
P29	127.9 ± 6.2	12,642 ± 1,144	73.2 ± 13.1	5,163 ± 595	57.1 ± 7.5	14.1 ± 0.9
Purple passion	76.3 ± 42.7	8,013 ± 3,376	45.2 ± 35.6	3,163 ± 2,174	54.8 ± 16.0	13.7 ± 1.9
臺南 4 號	90.6 ± 14.5	13,324 ± 1,497	23.3 ± 4.5	1,941 ± 374	25.7 ± 0.9	12.0 ± 0.1

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。採收調查日期：107 年 6 月 7 日至 7 月 13 日；10 月 16 日至 11 月 9 日。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm. Harvest period: Jun. 7 to Jul. 13, 2018, Oct. 16 to Nov. 9, 2018.

^Z 平均值 ± 標準偏差 (n = 3)。Data are mean ± SD (n = 3).

表 4. 高級品系比較試驗一年生全年產量及品質調查 (0.1 ha)

Table 4. The yield and quality of spears in advanced trial in the first year (0.1 ha)

品系 Lines	總產量 (kg) Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品產量 (kg) ^Y Premium grade yield (kg) ^Y	合格品支數 Number of premium grade spears	合格品比率 (%) Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 (g) Weight of single premium grade spear (g)
P3	442.4a ^Z	41,045a	345.6a	25,208a	77.6a	13.7a
P13	390.4a	34,981ab	301.6a	20,678a	76.4a	14.4a
P17	464.5a	39,651ab	386.4a	27,045a	83.0a	14.3a
P18	353.9a	34,218ab	265.6a	19,140a	74.7a	13.8a
Purple passion	408.4a	38,702ab	305.1a	21,928a	73.4a	13.7a
臺南 4 號	212.8b	28,403b	108.0b	9,238b	47.0b	11.3b

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。種植日期：107 年 12 月 13 日，採收調查日期：108 年 6 月 6 日至 7 月 8 日；9 月 24 日至 109 年 1 月 22 日。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm. Planted period: Dec. 13, 2018. Harvest period: Jun. 6 to Jul. 8, 2019; Sep. 24, 2019 to Jan. 22, 2020.

^Z 以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters were significantly different at 5% level by LSD.

表 5. 高級品系比較試驗二年生全年產量及品質調查 (0.1 ha)

Table 5. The yield and quality of spears in advanced trial in the second year (0.1 ha)

品系 Lines	總產量 (kg) Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品產量 (kg) ^Y Premium grade yield (kg) ^Y	合格品支數 Number of premium grade spears	合格品比率 (%) Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 (g) Weight of single premium grade spear (g)	紫色率 (%) Rate of purple
P3	1,393.6a ^Z	103,038a	1,277.2a	84,603a	91.4a	15.0a	38.0
P13	1,144.4a	75,299a	1,068.5ab	63,805ab	93.1a	16.6a	31.8
P17	1,256.7a	92,863a	1,104.8ab	67,895ab	88.4a	16.6a	66.4
P18	1,243.7a	88,965a	1,126.4ab	68,636ab	90.5a	16.4a	42.0
Purple passion	1,007.9ab	74,828a	889.8b	53,597bc	88.9a	17.0a	55.4
臺南 4 號	659.0b	87,364a	349.7c	30,284c	51.7b	11.4b	—

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。採收調查日期：109 年 4 月 21 日至 7 月 20 日；10 月 21 日至 12 月 24 日。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm. Harvest period: Apr. 21 to Jul. 20; Oct. 21 to Dec. 24, 2020.

^Z 以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters were significantly different at 5% level by LSD.

三年生全年調查數據(表 6)，周年(全期)採收日數為 126 日，類似二年生調查結果，供試品系除總支數外，餘在總產量、合格品產量、合格品支數、合格品比率及合格品單支重均顯著高於對照品種‘臺南 4 號’。品系 P17 除合格品比率及合格品單支重外，在其餘調查項目均有最高數值表現，另 P17 品系在總產量、總支數、合格品產量及合格品支數也顯著高於對照品種‘Purple passion’，且紫色率表現以 P17 紫色率 52.1% 較高，對照品種‘Purple passion’為 38.7%。

表 6. 高級品系比較試驗三年生全年產量及品質調查 (0.1 ha)

Table 6. The yield and quality of spears in advanced trial in the third year (0.1 ha)

品系 Lines	總產量 (kg) Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品產量 (kg) ^Y Premium grade yield (kg) ^Y	合格品支數 Number of premium grade spears	合格品比率 (%) Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 (g) Weight of single premium grade pear (g)	紫色率 (%) Rate of purple
P3	538.2ab ^Z	42,502ab	473.1ab	31,636ab	87.6a	14.9bc	33.7
P13	463.9b	39,387ab	390.7b	27,091b	84.1a	14.5c	32.6
P17	629.1a	48,289a	565.8a	37,671a	90.1a	15.1abc	52.1
P18	501.6ab	36,993ab	454.4ab	28,740ab	90.5a	15.8ab	28.7
Purple passion	433.3bc	32,585b	383.0b	23,644b	88.0a	16.2a	38.7
臺南 4 號	310.6c	45,769ab	140.1c	12,500c	43.3b	11.2d	—

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。採收調查日期：110 年 4 月 21 日至 6 月 24 日；9 月 7 日至 10 月 6 日；11 月 17 日至 12 月 17 日。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm. Harvest period: Apr. 21 to Jun. 24; Sep. 7 to Oct. 6; Nov. 17 to Dec. 17, 2021.

^Z 以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters were significantly different at 5% level by LSD.

四年生之全年調查數據(表 7)，周年(全期)採收日數為 148 日，供試品種 P3、P13 及 P17 除總支數外，在總產量、合格品產量、合格品支數、合格品比率及合格品單支重均顯著高於對照品種‘臺南 4 號’，其中 P17 在總產量、合格品產量、合格品支數、合格品比率均有最高數值表現，且在總產量、總支數、合格品產量、合格品支數均顯著高於對照品種‘Purple passion’，紫色率仍以 P17 為 63.7% 最高，對照品種‘Purple passion’為 45.8%。觀察四年生之植株芽盤拓展情形，P17 之嫩莖萌生位置因芽盤拓展而分佈於畦面各處，與一、二年生較靠近母叢中間不同，顯示除地上部莖生長勢強外，地下部芽盤拓展情形良好。

高級品系比較試驗歷經四年期調查結果顯示，除二年生調查結果外，一、三、四年生調查結果均顯示 P17 在嫩莖總產量及合格品支數皆有最高數值表現，且在四年生時已顯著優於對照品種‘Purple passion’，於設施之高溫環境下栽培，在各栽培期之表現較為穩定。P17 於總產量及合格品產量各年度表現，108 年(一年生)分別為對照品種‘Purple

passion’ 的 1.27 及 1.14 倍；109 年（二年生）分別為對照品種‘Purple passion’ 的 1.24 及 1.25 倍；110 年（三年生）分別為 1.48 及 1.45 倍及 111 年（四年生）分別為 1.34 及 1.37 倍，於較多年生之產能差異有越大之趨勢，符合農民重視高產及合格品率高之需求。花青素為紫蘆筍中的主要色素，在高溫生長條件下紫色會褪色並變淺⁽¹⁵⁾，紫色率表現，以品系 P17 紫色率於各年度及產期優於對照品種‘Purple passion’。綜上，選擇品系 P17 及平均表現次佳之 P3 進入不同栽培環境試作評估試驗階段。

表 7. 高級品系比較試驗四年生全年產量及品質調查 (0.1 ha)

Table 7. The yield and quality of spears in advanced trial in the fourth year (0.1 ha)

品系 Lines	總產量 (kg) Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品產量 (kg) ^Y Premium grade yield (kg) ^Y	合格品支數 Number of premium grade spears	合格品比率 (%) Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 (g) Weight of single premium grade spear (g)	紫色率 (%) Rate of purple
P3	1,044.3ab ^Z	80,828ab	918.0a	60,587ab	87.8a	15.1a	37.4
P13	813.4bc	73,446ab	665.1c	47,110bc	81.5a	14.1a	41.1
P17	1,090.6a	93,875a	913.8ab	63,191a	83.7a	14.5a	63.7
P18	810.1bc	70,352ab	661.2c	45,562bc	81.0a	14.4a	28.9
Purple passion	793.2bc	64,081b	679.8bc	44,918c	85.2a	15.0a	45.8
臺南 4 號	569.9c	93,791a	201.9d	19,471d	34.4b	10.5b	—

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。採收調查日期：111 年 4 月 14 日至 6 月 28 日；9 月 19 日至 11 月 29 日。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm. Harvest period: Apr. 14 to Jun. 28; Sep. 19 to Nov. 29, 2022.

^Z 以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters were significantly different at 5% level by LSD.

三、不同栽培環境之試作評估

紫色品系不同栽培環境之試作評估（鋼骨型塑膠布溫室）嫩莖產量品質調查（表 8），以品系 P17 於總產量、總支數、合格品產量及合格品支數顯著高於對照品種‘Purple passion’ 及另一供試品種 P3，於合格品比率及合格品單支重則與對照品種‘Purple passion’ 及 P3 相似。紫色率表現 P17 為 55.4%，對照品種‘Purple passion’ 為 46.3%。

簡易型塑膠布溫室嫩莖產量品質調查（表 9），P17 於合格品產量、合格品支數及合格品比率高於對照品種‘Purple passion’。紫色率表現 P17 為 63.3%，對照品種‘Purple passion’ 為 48.0%。

水平棚架網室嫩莖產量品質調查（表 10），以品系 P17 於總產量、合格品產量及合格品支數顯著高於對照品種‘Purple passion’ 及另一供試品種 P3。紫色率表現 P17 為 68.2%，對照品種‘Purple passion’ 為 57.1%。

試驗比較之 3 個場域因建置型態不同，內部微氣候具差異性，藉此評估各品系之穩定性表現，綜合 3 種不同型態溫網室栽培比較試驗結果顯示，品系 P17 之平均表現較

佳。

表 8. 不同栽培環境之試作評估 (鋼骨型塑膠布溫室) 產量品質調查 (0.1 ha)

Table 8. The yield and quality of spears in different cultivation environments trial (UTP plastic film greenhouse, 0.1 ha)

品系 Lines	總產量 (kg) Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品產量 (kg) ^Y Premium grade yield (kg) ^Y	合格品支數 Number of premium grade spears	合格品比率 (%) Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 (g) Weight of single premium grade pear (g)	紫色率 (%) Rate of purple
P3	480.7b ^Z	37,045b	426.7b	28,438b	89.3a	15.1b	32.7
P17	668.4a	51,629a	587.9a	38,245a	87.8a	15.4ab	55.4
Purple passion	440.0b	27,267b	409.6b	22,867b	92.9a	17.9a	46.3

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。種植日期：107 年 12 月 13 日，採收調查日期：112 年 4 月 20 日至 6 月 30 日。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm. Planted period: Dec. 13, 2018. Harvest period: Apr. 20 to Jun. 30, 2023.

^Z 以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters were significantly different at 5% level by LSD.

表 9. 不同栽培環境之試作評估 (簡易型塑膠布溫室) 產量品質調查 (0.1 ha)

Table 9. The yield and quality of spears in different cultivation environments trial. (simply plastic film greenhouse, 0.1 ha)

品系 Lines	總產量 (kg) Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品產量 (kg) ^Y Premium grade yield (kg) ^Y	合格品支數 Number of premium grade spears	合格品比率 (%) Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 (g) Weight of single premium grade pear (g)	紫色率 (%) Rate of purple
P3	86.3a ^Z	7,830a	68.0ab	4,724a	78.1b	14.2a	31.4
P17	109.7a	8,113a	98.5a	6,141a	89.8a	16.3a	63.3
Purple passion	75.1a	7,437a	58.6b	4,289a	77.9b	13.6a	48.0

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。種植日期：111 年 6 月 2 日，採收調查日期：112 年 5 月 19 日至 7 月 18 日。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm. Planted period: Jun. 2, 2022. Harvest period: May. 19 to Jul. 18, 2023.

^Z 以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters were significantly different at 5% level by LSD.

表 10. 不同栽培環境之試作評估 (水平棚架網室) 產量品質調查 (0.1 ha)

Table 10. The yield and quality of spears in different cultivation environments trial. (horizontal screen house, 0.1 ha)

品系 Lines	總產量 (kg) Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品產量 (kg) ^Y Premium grade yield (kg) ^Y	合格品支數 Number of premium grade spears	合格品比率 (%) Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 (g) Weight of single premium grade pear (g)	紫色率 (%) Rate of purple
P3	117.1b ^Z	14,149ab	75.0b	6,856b	64.6b	10.9a	34.9
P17	194.1a	18,150a	155.5a	12,014a	79.3a	12.8a	68.2
Purple passion	79.7b	7,920b	56.6b	3,797b	69.4ab	16.0a	57.1

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。種植日期：111 年 10 月 20 日，採收調查日期：112 年 4 月 20 日至 6 月 30 日。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm. Planted period: Oct. 20, 2022. Harvest period: Apr. 20 to Jun. 30, 2023.

^Z 以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters were significantly different at 5% level by LSD.

四、莖枯病自然罹病度調查

紫色品系高級比較試驗於 107 年種植於莖枯病常年自然發生嚴重田區進行罹病度調查，採完全隨機設計，3 重複，每重複 30 株，行株距 1.8 公尺 × 25 公分，109 年進行莖枯病罹病度調查 (表 11)，各品系以 P17 於露天栽培條件下，莖枯病罹病度調查於 3 次調查分別為 $64.4 \pm 1.9\%$ 、 $78.6 \pm 2.7\%$ 及 $75.8 \pm 3.0\%$ ，其他品系罹病度則介於 80.0% 至 93.9%，因栽培田區莖枯病感染源多，並逢適合發病之氣候環境及病源壓力大，致罹病度於不同調查期間發生皆高。

表 11. 高級比較試驗露天試區莖枯病罹病度 (%) 調查

Table 11. The disease severity of stem blight in advanced trial

品系 Lines	6/4 ^Y	8/7	9/30
P3	87.5 ± 0.8^Z	93.3 ± 2.2	93.9 ± 1.0
P13	80.0 ± 6.6	85.8 ± 1.4	87.8 ± 0.5
P17	64.4 ± 1.9	78.6 ± 2.7	75.8 ± 3.0
P18	87.5 ± 2.2	92.5 ± 2.2	93.3 ± 2.9
Purple passion	84.7 ± 2.7	89.7 ± 2.7	91.9 ± 1.7
臺南 4 號	84.4 ± 8.3	88.6 ± 7.7	91.1 ± 6.0

^Y 種植日期：107 年 12 月 13 日，調查日期：109 年 6 月 4 日、8 月 7 日、9 月 30 日。Planted period: Dec. 13, 2018. investigation period: Jnu. 4, Aug. 7, and Sep. 30, 2020.

^Z 莖枯病調查：平均值 ± 標準偏差 (n = 3)。Data are mean ± SD (n = 3).

五、嫩莖纖維粗細及可溶性固形物調查

嫩莖纖維質粗細(截切力值)比較,調查結果(表 12)品系 P17 截切力值為 193.0 g/cm²,顯著低於對照品種‘Purple passion’ 225.3 g/cm²及‘臺南 4 號’,顯示品系 P17 嫩莖較為柔嫩。可溶性固形物調查,調查結果 P17 於可溶性固形物(°Brix)優於對照品種‘臺南 4 號’。

表 12. 嫩莖截切力值及可溶性固形物調查

Table 12. Comparison of the shear force values and total soluble solid of spears

品系 Lines	截切力值 (g/cm ²) Shear force values (g/cm ²)	可溶性固形物 (°Brix) Total soluble solid (°Brix)
P3	217.2a ^z	4.0b
P17	193.0b	4.3a
Purple passion	225.3a	4.1ab
臺南 4 號	220.3a	3.7c

^z 以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$), 3 重複, 每重複調查 10 支嫩莖, 調查日期: 112 年 5 月 18 日。Means within the column followed by different letters were significantly different at 5% level by LSD. investigation period: May. 18, 2023.

六、食味官能品評

鮮食官能品評依照外觀 (15%)、脆嫩度 (25%)、甜度 (30%)、風味 (30%) 等佔比進行評分 (表 13、14), 第一次品評結果品系 P17 分數為 85.8, 對照品種‘Purple passion’ 為 78.1; 第二次品評結果品系 P17 分數為 87.1, 對照品種‘Purple passion’ 為 78.5。

表 13. ‘臺南 5 號’ 與對照品種‘Purple passion’ 嫩莖鮮食官能品評 (第一次)

Table 13. Comparison of sensory evaluation between ‘Nandares No.5’ and ‘Purple passion’ (first time)

品系 Lines	外觀 (15%) Spear shape (15%)	脆嫩度 (25%) Crispness (25%)	甜度 (30%) Sweetness (30%)	風味 (30%) Flavor (30%)	總分 Total score
P17	14.3	21.3	24.8	25.5	85.8
Purple passion	13.1	20.0	22.5	22.5	78.1
臺南 4 號	10.1	13.8	18.0	20.3	62.1

表 14. ‘臺南 5 號’ 與對照品種‘Purple passion’ 嫩莖鮮食官能品評 (第二次)

Table 14. Comparison of sensory evaluation between ‘Nandares No.5’ and ‘Purple passion’ (second time)

品系 Lines	外觀 (15%) Spear shape (15%)	脆嫩度 (25%) Crispness (25%)	甜度 (30%) Sweetness (30%)	風味 (30%) Flavor (30%)	總分 Total score
P17	13.4	22.4	25.0	26.3	87.1
Purple passion	12.5	19.8	21.9	24.4	78.5
臺南 4 號	11.3	18.2	19.4	20.6	69.5

結 論

紫蘆筍‘臺南 5 號’品種於高級比較試驗 4 年間歷經各年度計 8 產季進行之調查，顯示本品種於嫩莖合格品支數、合格品產量、總支數、總產量、合格品單支重、合格品比率及紫色率平均表現佳，橫跨多年度之氣候環境差異，具穩定性表現，而於不同栽培環境之檢定，亦顯示其生長勢及嫩莖產量品質表現穩定，可利用不同型態之溫網室栽培，增進設施栽培利用率。性狀檢定部分，申請品種‘臺南 5 號’之嫩莖較為挺直，筍尖多為緊密無縫隙；對照品種‘Purple passion’嫩莖略為彎曲、筍尖有縫隙者之比例較高。綜上顯示‘臺南 5 號’具較佳之嫩莖產量品質及較佳之紫色率表現，而於高溫栽培環境下嫩莖筍尖緊密度佳，具不易開張之現象，於國內氣候環境下具有較佳之適應性，表現出耐熱、嫩莖高產及品質穩定之特性。

致 謝

紫蘆筍‘臺南 5 號’之育成，承農業部計畫補助，感謝義竹分場全體同仁對於冗長育種工作上長期辛勞協助，前鄭安秀秘書的指導，謹一併致上最誠摯的謝意。

引用文獻

1. 洪立。1991。蘆筍育種程序及實施方法。蔬菜作物育種程序及實施方法。P.40-42。
2. 張元國、李芳、李保華、包艷存、刁希強。2004。紫蘆筍新品種滙紫 P-7 選育及高產栽培技術。中國農學通報 20(4)：217-218。
3. 陳榮五、簡榮村。1977。蘆筍選種(一) 蘆筍遺傳性狀變異及相關之研究。中國園藝 23(4)：157-168。
4. 陳榮五、簡榮村、陳水心。1983。蘆筍選種(二) 蘆筍優良植株後代生產力檢定。臺灣區第三屆蘆筍學術研討會試驗研究報告。P.243-250。
5. 陳水心、詹碧連、王裕權、游添榮、顏永福、陳榮五。2008。綠蘆筍臺南 4 號之育成及品種特性。臺南區農業改良場研究彙報 52：52-65。
6. 廖芳心、王秀珠、謝美齡。1983。蘆筍選種試驗(三) 蘆筍親裔質量及數量性狀之相關探討。臺灣區第三屆蘆筍學術研討會試驗研究報告。P.239-242。
7. 廖芳心、陳榮輝。1978。蘆筍選種試驗(一) 蘆筍質量及數量性狀之相關探討。中國園藝 24(1)：59-68。
8. 謝明憲、郭明池、張為斌、趙秀滂、林經偉。2019。設施蘆筍栽培管理技術。臺南區農業改良場技術專刊 108-2 (No.172)。
9. Benson, B. L., Mullen, R. J., and Dean, B. B. 1996. Three new green asparagus cultivars; Apollo, Atlas and Grande and one purple cultivar, Purple Passion, Acta. Hortic. 415: 59-65.
10. Dean, B. B. 1999. The effect of temperature on asparagus spear growth and correlation of heat units accumulated in the field with spear yield. Acta. Hortic. 479: 289-295.

11. Ellison, J. H. 1986. Asparagus Breeding, in *Breeding Vegetable Crops*, M. J. Bassett, ed., AVI Publishing Co., Westport, p. 521-569.
12. Falloon, P. G., and Andersen, A. M. 1999. Breeding purple asparagus from tetraploid 'Violetto DAlbenga'. *Acta Hortic.* 479: 109-113.
13. Hung, K. A., Hsu, Y. W., Chen, Y. C., and Lin, T. P. 2023. Influence of microclimate control on the growth of asparagus under greenhouse in tropical climates. *Int. J. Biomet.* 67(7): 1225-1235.
14. Sonoda, T. 2021. Breeding of new *Asparagus officinalis* purple cultivars 'RG murasakishikibu First' and 'RG murasakishikibu Luce'. *Acta. Hortic.* 1312: 53-58.
15. Yuqin, L., Changzhi, H., Liu, Y., Yang, Y., and Yanpo C. 2022. Transcriptomic and metabolomic analysis of the mechanism of temperature-regulated anthocyanin biosynthesis in purple asparagus spears. *Sci. Hortic.* 295 Article 110858.

Breeding of a purple asparagus cultivar ‘Nandares No.5’¹

Guo, M. C., M. H. Hsieh, J. C. Peng and S. S. Chen²

Abstract

The asparagus industry had been producing canned products for export since its early days in Taiwan and has transformed into supplying the domestic fresh market now. The goal of our heat-tolerant purple asparagus breeding is to provide consumers with diversified choices, improve the characteristics of the spear tips markedly held out of purple asparagus varieties during the high temperature period, and retain the characteristics of being better than tender spear of green asparagus (low fibrosis). A new cultivar of purple asparagus ‘Nandares No.5’ has been bred. The hybrid lines were evaluated in preliminary trials and advanced trials, it was found that ‘Nandares No.5’ had a high total yield, a high premium grade yield, a high rate of premium grade, and a high purple rate of spears. It was conducted in different cultivation environments trials between 2021 and 2023, and a variety of characteristics were investigated. This cultivar’s characteristics are heat-tolerant, a high total yield, a high rate of premium grade spears, the spear tips adpressed, and a strong vigorous mother stalk. It is different from the purple asparagus varieties bred abroad, has the potential to be promoted and planted, and can provide diversified choices in the market.

What is already known on this subject?

Although the tender spears of purple asparagus varieties introduced from abroad are better than green asparagus at present, the spear tips are markedly held out during high temperature periods and have insufficient heat-tolerant.

What are the new findings?

The new cultivar ‘Nandares No.5’ is the first purple asparagus variety in Taiwan, and its characteristics are heat-tolerant, a high total yield, the spear tips adpressed, and a high rate of premium grade spears.

What is the expected impact on this field?

The first purple asparagus variety in Taiwan, its characteristics are heat-tolerant, spear tips adpressed and spears tendered. It has the potential to promote planting and can provide diversified choices in the market.

Key words: Asparagus, Heat-tolerant, Breeding, Spear

Accepted for publication: April, 22, 2024

-
1. Contribution No. 566 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
 2. Assistant Researcher, Researcher, Associate Researcher and Chief of Yichu Branch, and former Junior Specialist, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712009, Taiwan, R.O.C.