

# 臺灣大薯 (*Dioscorea alata* L.) 植株性狀 遺傳變異研究<sup>1</sup>

龔財立<sup>2</sup>、林順福<sup>3</sup>

## 摘 要

藉由臺灣大薯種原 8 個質量性狀及 9 個數量性狀調查，以評估其種原遺傳變異。調查結果，8 個質量性狀中以幼葉顏色、莖蔓顏色及芽色性狀頻度分佈較均勻，可供遺傳變異評估及品種鑑定參考，輔以 9 個數量性狀，以增加種原評估或鑑定效果。9 個數量性狀中以節間長度、葉柄長度及莖部直徑等 3 個性狀適合作為辨識種原重要指標。以群聚分析評估大薯種原植株外表性狀遺傳歧異性，結果顯示地區族群相互重疊。本研究對臺灣大薯種原植株性狀進行調查，並建立其種原蒐集、評估及利用上重要資訊。

關鍵詞：遺傳歧異性、山藥、種原收集、植株外表性狀、大薯

## 前 言

臺灣地處亞熱帶與熱帶，由於地形因素跨熱、暖、溫與寒帶不同氣候區，地理與氣候的多樣性豐富了臺灣植物資源，重要作物野生近緣種至少有 200 種。基於本土作物遺傳資源保護的立場，對於該等原生於臺灣且在農園藝上可利用的種原，更應積極加以蒐集、保存與利用（邱和許，2007）。植物族群長時間受到氣候環境因素的影響，分布廣大地區之族群，易造成種內和不同地區族群間變異，致因種內遺傳分化，而形成不同生態型（Mclaughlin, 1986）。植物數量性狀，對其是否能在環境中生存，有很大的影響，常因適應某一特定環境，而形成具某些特定性狀之生態型（Rezai and Frey,

---

<sup>1</sup> 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 476 號。

<sup>2</sup> 桃園區農業改良場副研究員兼站長。

<sup>3</sup> 國立臺灣大學農藝學系副教授(通訊作者, shunfu@ntu.edu.tw)。

1989)，例如生長於臺灣的五節芒族群 (Chou *et al.*, 1987) 與香附子族群 (陳和曾, 1990) 亦發現不同地區族群有分化現象。

薯蕷屬 (*Dioscorea*) 為多年生蔓性植物，分類上屬於薯蕷科 (*Dioscoreaceae*)，可供食用及藥用 (蕭, 2001; Huber, 1998)，主要用途為地下塊莖或根莖 (那等, 1978)。為營養體繁殖作物，部分種 (*species*) 可行有性繁殖，目前主要分布在熱帶地區，其中以中南美洲最多，次為東南亞及非洲，全世界至少有 600 個種，其中 10 個種可供食用 (Lebot, 2009)，中國約有 66 個種及 1 亞種 (李等, 1999)，Liu 和 Huang (1978) 在臺灣植物誌指出薯蕷屬植物在臺灣有 14 個種及 6 個變種，Huang 和 Hsiao (2000) 在臺灣植物誌新修訂版中，修正薯蕷屬植物在臺灣有 14 個種及 4 個變種。

大薯 (*D. alata* L.) 俗稱田薯，為臺灣栽培種，分類上屬於薯蕷屬，主要利用部位為地下塊莖，可供食用 (那等, 1978)，多以營養體繁殖，部分可行有性繁殖。臺灣四面環海，海運貿易發達，早期先民由國外引入許多大薯種原，作為救荒作物，故散佈於臺灣全島，成為主要栽培種。大薯栽培於北部地區新北市、臺北市及基隆市，中部地區南投縣，南部地區臺南市，東部地區花蓮縣及臺東縣亦有零星栽培。

臺灣位於亞熱帶地區，其氣候及土壤條件非常適合薯蕷屬植物之生長 (龔等, 1999ab, 2000ab)，因此，臺灣擁有相當多的薯蕷屬植物種原 (廖, 2000; 謝, 2008; 蕭, 2001)。薯蕷屬植物的判別，通常藉由植物性狀的形態差異判斷，如藤蔓型態及芽葉性狀等，其優點除不需任何儀器輔助，可直接在田間辨認，為傳統鑑別依據 (林等, 2011; 胡等, 2005; 賴等, 2005; Anil *et al.*, 2011; Beyene, 2013; Dansi *et al.*, 1999; Hasan *et al.*, 2008; Msowoya-Mkwaila *et al.*, 2013; Mwirungi *et al.*, 2009; Wilkin *et al.*, 2002)。臺灣各地區生育環境、氣候迥異，而大薯種原分布全島，因此，瞭解臺灣不同地區大薯種原間變異，對育種及種原保存實有助益。故本研究進行臺灣大薯種原收集，並利用植株外表性狀以探討其遺傳歧異性，供未來栽培種山藥種原鑑別及育種之參考。

## 材料與方法

### 一、植物材料

2010 年於臺灣本島採集 37 個大薯種原 (表 1 及圖 1)，北部地區有臺北 (P)、桃園 (T) 及新竹 (H) 次族群，中部地區有臺中 (C)、彰化 (A) 及南投 (O) 次

族群，南部地區有臺南 (N) 及高雄 (K) 次族群，東部地區有花蓮 (L) 及臺東 (D) 次族群。

表 1 臺灣收集大薯種原資料表

Table 1. Geographical data for 37 germplasm of *D. alata* L. collected from Taiwan in 2010

編號 Code	種原 <sup>z</sup> Germplasm	採集地點 Location	塊莖表皮顏色 Epidermis color of tuber	塊莖肉色 Fresh color of tuber	塊莖型態 Tuber type
1	NP1	陽明山 Yangminshan	黃色	白色	長棍棒形
2	NP2	陽明山 Yangminshan	黃色	白色	長棍棒形
3	NP3	三芝 Sanzhi	紅色	白色	長棍棒形
4	NP4	基隆 Keelung	紅色	白色	長棍棒形
5	NP5	基隆 Keelung	紫紅色	紫紅色	掌形
6	NP6	陽明山 Yangminshan	紅色	白色	長棍棒形
7	NP7	萬里 Wanli	紫紅色	紫紅色	長棍棒形
8	NP8	萬里 Wanli	紅色	白色	長棍棒形
9	NP9	萬里 Wanli	紅色	白色	長棍棒形
10	NT1	復興 Fuxing	紫紅色	紫紅色	長棍棒形
11	NH1	尖石 Jianshi	黃色	白色	短圓形
12	NH2	尖石 Jianshi	黃色	白色	短圓形
13	NH3	湖口 Hukou	黃色	白色	長棍棒形
14	NH4	湖口 Hukou	褐色	白色	長棍棒形

表 1 臺灣收集大薯種原資料表 (續)

Table 1. Geographical data for 37 germplasm of *D. alata* L. collected from Taiwan in 2010 (continue)

編號 Code	種原 <sup>z</sup> Germplasm	採集地點 Location	塊莖表皮顏色 Epidermis color of tuber	塊莖肉色 Fresh color of tuber	塊莖型態 Tuber type
15	NH5	湖口 Hukou t	紫紅色	紫紅色	掌形
16	NH6	尖石 Jianshi	紫紅色	紫紅色	掌形
17	NH7	尖石 Jianshi	紫紅色	紫紅色	掌形
18	MC1	東勢 Dongshi	紫紅色	紫紅色	掌形
19	MC2	后里 Houli	紅色	白色	掌形
20	MA1	芬園 Fenyuan	紫紅色	紫紅色	掌形
21	MO1	埔里 Puli	黃色	白色	短圓形
22	MO2	埔里 Puli	褐色	白色	長棍棒形
23	MO3	埔里 Puli	紫紅色	紫紅色	掌形
24	SN1	玉井 Yujing	黃色	白色	短圓形
25	SN2	玉井 Yujing	黃色	白色	掌形
26	SN3	南化 Nanhua	黃色	白色	掌形
27	SN4	玉井 Yujing	紅色	白色	掌形
28	SK1	甲仙 Jiaxian	黃色	白色	短圓形
29	SK2	甲仙 Jiaxian	黃色	白色	長棍棒形

表 1 臺灣收集大薯種原資料表 (續)

Table 1. Geographical data for 37 germplasm of *D. alata* L. collected from Taiwan in 2010 (continue)

編號 Code	種原 <sup>z</sup> Germplasm	採集地點 Location	塊莖表皮顏色 Epidermis color of tuber	塊莖肉色 Fresh color of tuber	塊莖型態 Tuber type
30	SK3	旗山 Qishan	紅色	白色	掌形
31	SK4	旗山 Qishan	紅色	白色	長棍棒形
32	SK5	甲仙 Jiaxian	紫紅色	紫紅色	掌形
33	SK6	六龜 Liugui	紅色	白色	掌形
34	ED1	蘭嶼 Lanyu	黃色	白色	短圓形
35	ED2	蘭嶼 Lanyu	黃色	白色	短圓形
36	ED3	蘭嶼 Lanyu	紅色	白色	掌形
37	EL1	新城 Xincheng	紫紅色	紫紅色	掌形

z 第一順位英文代號: E=East region ; M=Central region ; N=North region ; S=South region  
 第二順位英文代號: A=Changhua ; C=Taichung ; D=Taitung ; H=Hsinchu ; K=Kaohsiung ;  
 L=Hualien ; N=Tainan ; O=Nantou ; P=Taipei ; T=Taoyuan  
 阿拉伯數字: 縣市地理區內種原序號。

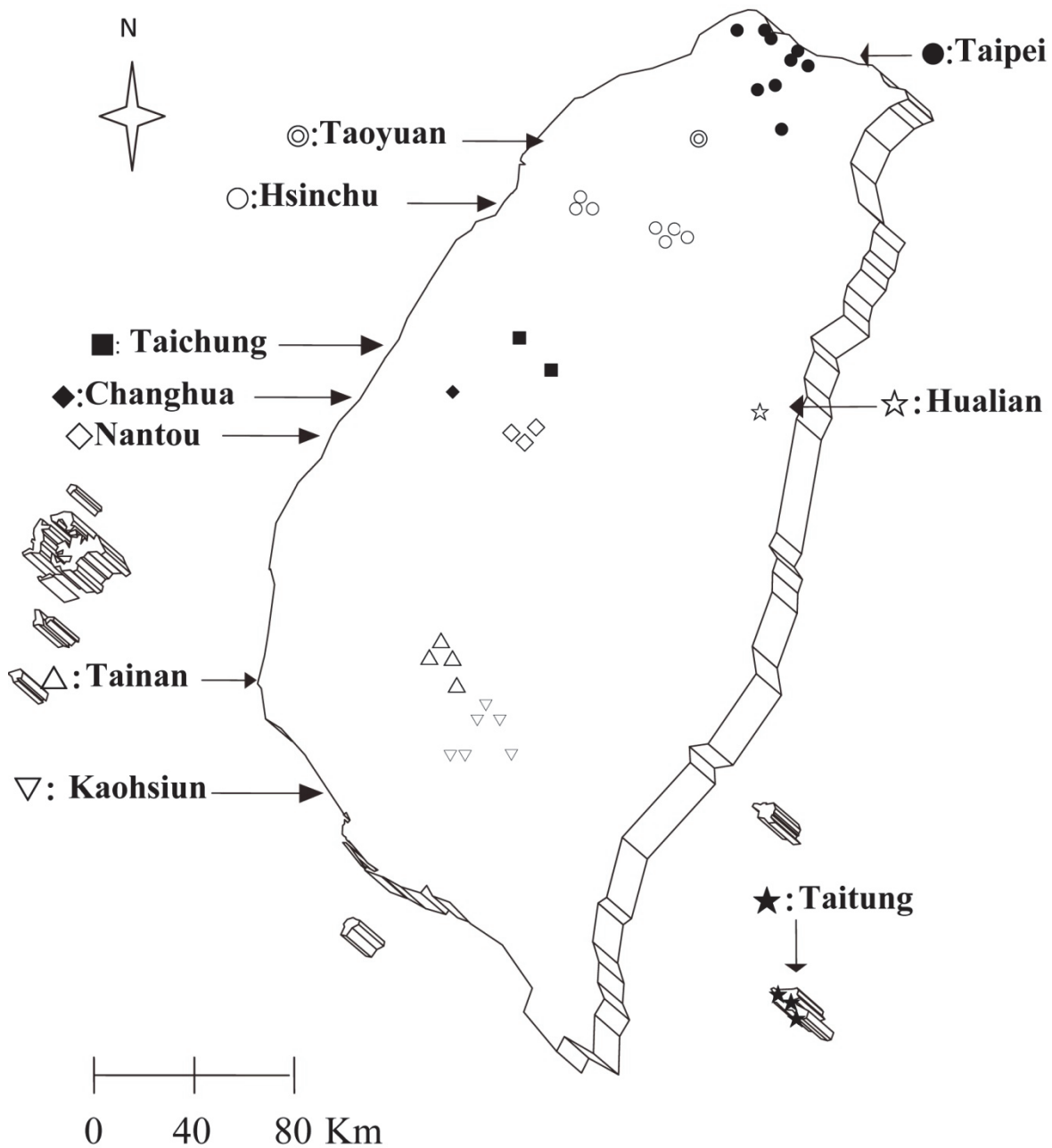


圖 1 臺灣大薯種原採集地點

Fig. 1. Map of collection sites for *D. alata* L. in Taiwan

## 二、方法

所有供試山藥種原於 2010 年 2 月至 2011 年 4 月以盆栽方式種植於本場試驗田，2012 年全生育期（幼葉顏色及芽色於生育初期調查，其餘性狀於生育後期調查）調查其植株外表性狀。

### (一) 植株外表性狀調查

本研究調查 8 個質量性狀及 9 個數量性狀，數量性狀依據標準偏差將各性狀分成 5 級。

#### 1. 質量性狀調查項目：

- (1) 葉形 (leaf shape)：1 級心臟形 (cordate)，2 級箭頭形 (sagittate)，3 級戟形 (hastate)，4 級披針形 (lanceolate)。
- (2) 葉基部形 (leaf base shape)：1 級心形 (cordate)，2 級箭形 (sagittate)，3 級耳形 (auriculate)，4 級戟形 (hastate)，5 級截形 (truncate)。
- (3) 老葉顏色 (matured leaf color)：1 級濃綠 (dark green)，2 級綠 (green)，3 級淺綠 (light green)。
- (4) 幼葉顏色 (young leaf color)：1 級綠 (green)，2 級紫綠 (Purple green)，3 級紫 (purple)。
- (5) 莖蔓形狀 (stem shape)：1 級角狀 (angle)，2 級角狀帶翼 (angle with wing)，3 級圓筒狀 (cylinder)。
- (6) 莖蔓顏色 (stem color)：1 級綠 (green)，2 級紫綠 (Purple green)，3 級紫 (purple)。
- (7) 莖蔓表皮 (stem epidermis)：1 級光滑 (glossy)，2 級基部有刺狀物 (base thorn-like)，3 級全株有刺狀物 (whole plant thorn-like)。
- (8) 芽色 (bud color)：1 級綠 (green)，2 級淡紫 (light purple)，3 級紫 (purple)。

#### 2. 數量性狀調查項目（有效位數取小數點後 2 位）：

- (1) 葉長度 (leaf length)：取最大 5 葉測量長度，以平均值分 5 級。1 級  $< 7.54$  cm，2 級 7.54~9.66 cm，3 級 9.67~11.80 cm，4 級 11.81~13.93 cm，5 級  $> 13.93$  cm。
- (2) 葉前部寬度 (terminal leaf width)：取最大 5 葉測量前半部最大寬度，以平均值分 5 級。1 級  $< 4.56$  cm，2 級 4.56~5.52 cm，3 級 5.53~6.50 cm，4 級 6.51~7.47 cm，5 級  $> 7.47$  cm。

- (3) 葉中部寬度 (medial leaf width): 取最大 5 葉測量中部最大寬度, 以平均值分 5 級。1 級 < 4.02 cm, 2 級 4.02~5.07 cm, 3 級 5.08~6.14 cm, 4 級 6.15~7.21 cm, 5 級 > 7.21cm。
- (4) 葉柄長度 (petiole length): 取最大 5 葉, 測量葉柄長度, 以平均值分 5 級。1 級 < 2.66 cm, 2 級 2.66~3.84 cm, 3 級 3.85~5.03 cm, 4 級 5.04~6.23 cm, 5 級 > 6.23 cm。
- (5) 葉柄直徑 (petiole diameter): 取最大 5 葉, 測量葉柄直徑, 以平均值分 5 級。1 級 < 1.09 cm, 2 級 1.09~1.36 cm, 3 級 1.37~1.64 cm, 4 級 1.65~1.93 cm, 5 級 > 1.93 cm。
- (6) 莖節間長度 (internode length): 測量第 3 節位至第 8 節位之莖節間長度, 以平均值分 5 級。1 級 < 2.82 cm, 2 級 2.82~4.86 cm, 3 級 4.87 ~6.90 cm, 4 級 6.91~8.95 cm, 5 級 > 8.95 cm。
- (7) 莖部直徑 (stem diameter): 測量第 3 節位至第 8 節位之莖部直徑, 以平均值分 5 級。1 級 < 1.41 cm, 2 級 1.41~1.92 cm, 3 級 1.93~2.44 cm, 4 級 2.45~2.96 cm, 5 級 > 2.96 cm。
- (8) 葉長前寬比 (ratio of leaf length and terminal width): 取最大 5 葉, 以長度及前部寬度之比值平均分 5 級。1 級 < 1.50, 2 級 1.50~1.69, 3 級為 1.70~1.89, 4 級 1.90~2.09, 5 級 > 2.09。
- (9) 葉長中寬比 (ratio of leaf length and medial width): 取最大 5 葉, 以長度及中部寬度之比值平均分 5 級。1 級 < 1.53, 2 級 1.53~1.79, 3 級 1.80~2.06, 4 級 2.07~2.33, 5 級 > 2.33。

## (二) 統計分析

### 1. 農藝性狀評估

利用 SPSS 軟體 Descriptives 計算種原間之各項農藝數量性狀平均值 (mean)、標準偏差 (standard deviation, SD)、變異係數 (coefficient of variation, CV)、偏態係數 (skewness) 及峰度係數 (kurtosis)。

### 2. 農藝性狀相關性檢定

利用 SPSS 軟體 Bivariate Correlations 針對各參試種原進行性狀間相關係數分析, 並進行相關係數顯著性測驗。

### 3. 農藝性狀群聚分析



計算調查性狀平均值，將性狀級數化，分成 1-5 級，並以每一參試種原為運算分類單位 (operational taxonomic unit, OTU)。各種原之相似係數計算方式係先根據性狀相同級數之出現與無出現(出現以 1,無出現以 0 表示)記錄之,再依 Jaccard (1908) 之定義計算其 Jaccard 相似度。公式： $J=a/(a+b+c)$ ，a: 表示 OTU<sub>i</sub> 與 OTU<sub>j</sub> ( $i \neq j$ ;  $i, j=1, 2, \dots, N$ ; 其中 N 為參試品系數) 同時擁有之相同性狀級數數目；b: 表示 OTU<sub>i</sub> 擁有，而 OTU<sub>j</sub> 缺少之相同性狀級數數目；c: 表示 OTU<sub>i</sub> 缺少，而 OTU<sub>j</sub> 擁有之相同性狀級數數目。再根據計算出之相似係數矩陣，利用 NT-SYSp2.1 軟體，以 UPGMA(unweighted pair group method with arithmetic mean) 方法進行群聚分析 (cluster analysis)，以求出參試種原間之差異 (Rohlf, 1997)。群聚分析依種原間之遺傳相似性，繪出樹狀分枝圖，以探討種原間遺傳變異及親緣關係。

## 結果

### 一、植株性狀遺傳變異研究

#### (一) 植株性狀調查

##### 1. 質量性狀調查

葉形、葉基部形、老葉顏色、幼葉顏色、莖蔓形狀、莖蔓顏色、莖蔓表皮及芽色等 8 個質量性狀調查結果如表 2 所示，37 個種原中葉形均為心臟形 (100%) (圖 2)；葉基部形全為心形 (100%)；老葉顏色以淺綠色 (73%) 為主，其餘為綠色 (27%)；幼葉顏色以紫綠色 (54%) 為主，其餘為紫色 (24%) 及綠色 (22%)；莖蔓形狀全為角狀帶翼 (100%)；莖蔓顏色多為紫綠色 (59%)，其餘為綠色 (41%)；莖蔓表皮全為光滑 (100%)；芽色多為綠色 (41%)，其餘為淡紫色 (35%) 及紫色 (24%)。由植株性狀觀察，8 個質量性狀除幼葉顏色、莖蔓顏色及芽色性狀分佈較均勻外，其餘 5 個性狀均偏向於特定外表型，該等性狀特性可供大薯種原初步或快速鑑別參考。

表 2 大薯種原植株質量性狀表

Table 2. Qualitative traits for the germplasm of *D. alata* L.

編號 Code	種原 <sup>2</sup> Germplasm	葉形 Leaf shape	葉基部形 Leaf base shape	老葉顏色 Matured leaf color	幼葉顏色 Young leaf color	莖蔓形狀 Stem shape	莖蔓顏色 Stem color	莖蔓表皮 Stem epidermis	芽色 Bud color
1	NP1	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
2	NP2	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
3	NP3	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
4	NP4	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
5	NP5	心臟形	心形	淺綠	紫	角狀帶翼	紫綠	光滑	紫
6	NP6	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
7	NP7	心臟形	心形	淺綠	紫	角狀帶翼	紫綠	光滑	紫
8	NP8	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
9	NP9	心臟形	心形	淺綠	紫	角狀帶翼	紫綠	光滑	紫
10	NT1	心臟形	心形	綠	紫	角狀帶翼	紫綠	光滑	紫
11	NH1	心臟形	心形	綠	綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
12	NH2	心臟形	心形	綠	綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
13	NH3	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
14	NH4	心臟形	心形	綠	綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
15	NH5	心臟形	心形	綠	紫	角狀帶翼	紫綠	光滑	紫
16	NH6	心臟形	心形	淺綠	紫	角狀帶翼	紫綠	光滑	紫
17	NH7	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
18	MC1	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
19	MC2	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
20	MA1	心臟形	心形	淺綠	紫	角狀帶翼	紫綠	光滑	紫
21	MO1	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
22	MO2	心臟形	心形	綠	綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
23	MO3	心臟形	心形	淺綠	紫	角狀帶翼	紫綠	光滑	紫
24	SN1	心臟形	心形	綠	綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
25	SN2	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
26	SN3	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
27	SN4	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
28	SK1	心臟形	心形	綠	綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
29	SK2	心臟形	心形	綠	綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠

表 2 大薯種原植株質量性狀表 (續)

Table 2. Qualitative traits for the germplasm of *D. alata* L. (continue)

編號 Code	種原 <sup>z</sup> Germplasm	葉形 Leaf shape	葉基部形 Leaf base shape	老葉顏色 Matured leaf color	幼葉顏色 Young leaf color	莖蔓形狀 Stem shape	莖蔓顏色 Stem color	莖蔓表皮 Stem epidermis	芽色 Bud color
30	SK3	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
31	SK4	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
32	SK5	心臟形	心形	淺綠	紫	角狀帶翼	紫綠	光滑	紫
33	SK6	心臟形	心形	綠	綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
34	ED1	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
35	ED2	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	綠	光滑	綠
36	ED3	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫
37	EL1	心臟形	心形	淺綠	紫綠	角狀帶翼	紫綠	光滑	淡紫

<sup>z</sup> 同表 1。

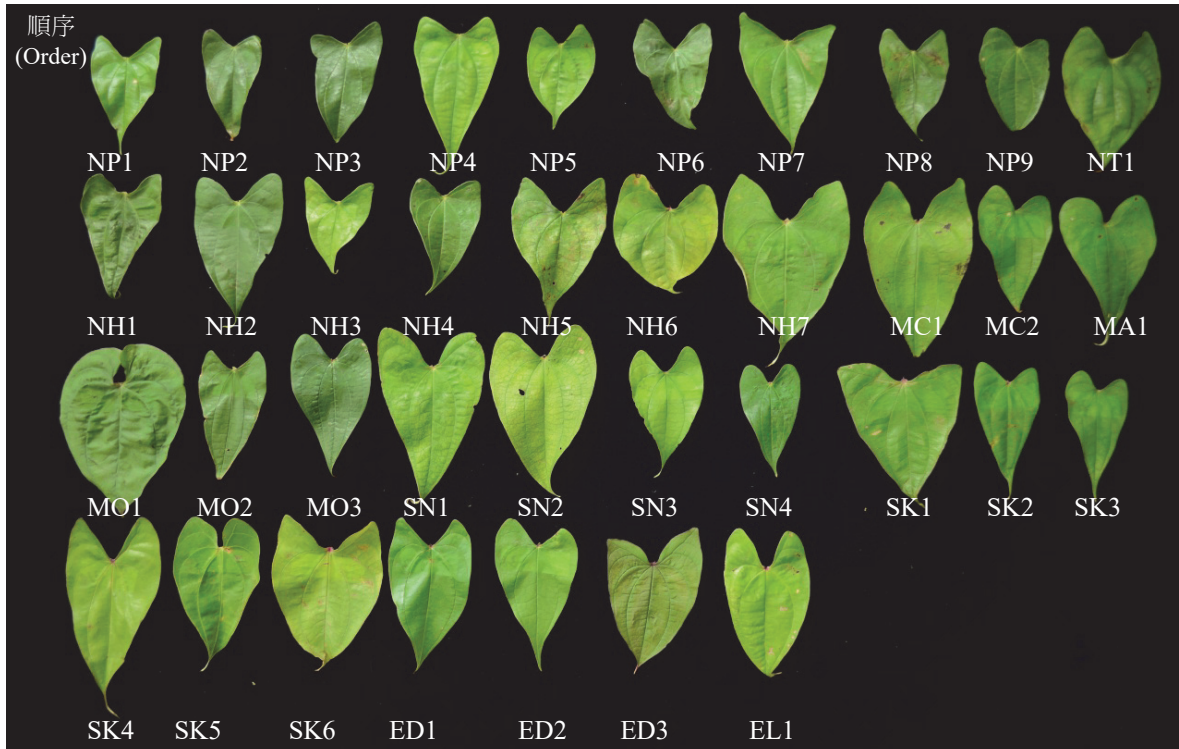


圖 2 大薯種原葉部形態

Fig. 2. Leaf shapes for the germplasm of *D. alata* L.

5 cm

## 2. 數量性狀調查

根據葉長度、葉前部寬度、葉中部寬度、葉柄長度、莖節間長度、葉柄直徑、莖部直徑、葉長前寬比及葉長中寬比等 9 個數量性狀調查結果 (表 3 及圖 3)，葉長度平均 10.74 cm，標準偏差 2.05，偏態係數 0.080 及峰度係數 -0.631；葉前部寬度平均 6.02 cm，標準偏差 1.09，偏態係數 0.061 及峰度係數 0.385；葉中部寬度平均 5.62 cm，標準偏差 1.12，偏態係數 0.178 及峰度係數 0.150；葉柄長度平均 4.45 cm，標準偏差 1.01，偏態係數 0.504 及峰度係數 0.057；莖節間長度平均 5.89 cm，標準偏差 1.65，偏態係數 1.069 及峰度係數 1.588；葉柄直徑平均 1.51 mm，標準偏差 0.25，偏態係數 1.128 及峰度係數 2.517；葉長中寬比平均 1.94，標準偏差 0.27，偏態係數 0.478 及峰度係數 1.085。以上說明葉長度、葉前部寬度、葉中部寬度、葉柄長度、莖節間長度、葉柄直徑及葉長中寬比等 7 個性狀之偏態係數大於 0，峰度係數小於 3，為右偏分佈，分佈較分散。莖部直徑平均 2.19 mm，標準偏差 0.45，偏態係數 -0.007 及峰度係數 0.917；葉長前寬比平均 1.80，標準偏差 0.26，偏態係數 -0.140 及峰度係數 0.404，以上說明莖部直徑及葉長前寬比性狀之偏態係數小於 0，峰度係數小於 3，為左偏分佈，分佈較分散。

9 個數量性狀中節間長度的變異係數 (CV) 最高 (28%)，其次葉柄長度及莖部直徑分別為 23% 及 21%，說明前 3 者相對變異程度較高，表示相對於其他性狀，此三性狀於種原間變異性較大；而葉長中寬比、葉長前寬比及葉柄直徑的變異係數較低，分別為 14%、15% 及 17%，說明其變異程度較小。

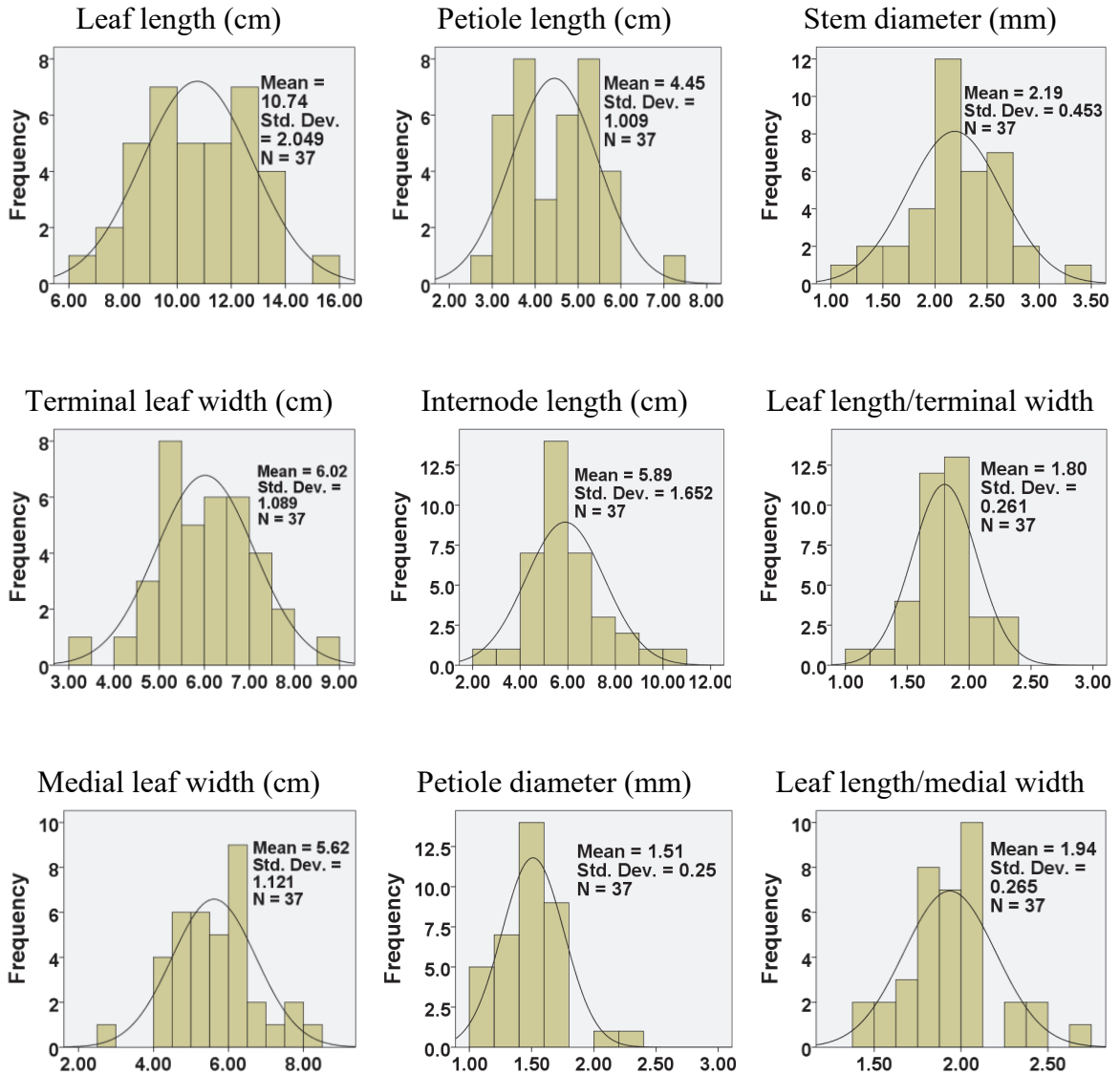


圖 3 大薯種原植株數量性狀分布

Fig.3. The frequency distribution of quantitative traits for the germplasm of *D. alata* L.

表 3 大薯種原之植株數量性狀統計值

Table 3. The statistic values of quantitative traits for the germplasm of *D. alata* L.

性狀 Traits	個數 Number	平均值 Mean	標準偏差 Standard deviation	變異係數 Coefficient of variation (%)	偏態係數 Skewness	峰度係數 Kurtosis
葉長度 Leaf length	37	10.74	2.05	19	0.080	-0.631
葉前部寬度 Terminal leaf width	37	6.02	1.09	18	0.061	0.385
葉中部寬度 Medial leaf width	37	5.62	1.12	20	0.178	0.150
葉柄長度 Petiole length	37	4.45	1.01	23	0.504	0.057
莖節間長度 Internode length	37	5.89	1.65	28	1.069	1.588
葉柄直徑 Petiole diameter	37	1.51	0.25	17	1.128	2.517
莖部直徑 Stem diameter	37	2.19	0.45	21	-0.007	0.917
葉長前寬比 Leaf length/terminal width	37	1.80	0.26	15	-0.140	0.404
葉長中寬比 Leaf length/medial width	37	1.94	0.27	14	0.478	1.085

## (二) 大薯種原植株性狀間相關性檢定

9 個數量性狀以 Pearson correlation 進行相關性檢定 (表 4)。顯示葉長度與葉前部寬度、葉中部寬度、莖直徑及葉長前寬比達極顯著正相關；葉前部寬度與葉中部寬度達極顯著正相關，但與葉長前寬比達顯著負相關；葉中部寬度與葉長中寬比達顯著負相關；葉柄長度與節間長度達極顯著正相關，與莖直徑也達顯著正相關；節間長度與葉長中寬比達極顯著正相關；葉柄直徑與莖直徑達顯著正相關；葉長前寬比與葉長中寬比達極顯著正相關。此說明部份大薯的植株性狀為彼此相關，故在有限人力資源下調查兩個相關性狀時，可考慮優先調查遺傳變異性大且易於評量之性狀。

表 4 大薯種原植株數量性狀相關係數

Table 4. The correlation coefficients between quantitative traits for the germplasm of *D.alata* L.

性狀 Traits	葉長度 LL	葉前部 寬度 TLW	葉中部 寬度 MLW	葉柄 長度 PL	莖節間 長度 IL	葉柄 直徑 PD	莖部 直徑 SD	葉長前 寬比 LLTW
葉前部寬度 TLW	0.67** <sup>z</sup>							
葉中部寬度 MLW	0.76**	0.71**						
葉柄長度 PL	0.24	0.20	0.02					
莖節間長度 IL	0.24	0.02	-0.07	0.43**				
葉柄直徑 PD	0.27	0.12	0.25	0.23	-0.16			
莖部直徑 SD	0.43**	0.21	0.31	0.40*	0.07	0.37*		
葉長前寬 LLTW	0.43**	-0.36*	0.08	0.06	0.30	0.12	0.24	
葉長中寬比 LLMW	0.26	-0.13	-0.41*	0.32	0.49**	-0.03	0.15	0.51**

<sup>z</sup>: \*及\*\*分別代表 5%及 1%之顯著水準。

LL: 葉長度； TLW: 葉前部寬度； MLW: 葉中部寬度； PL: 葉柄長度； IL: 莖節間長度； PD: 葉柄直徑； SD: 莖部直徑； LLTW: 莖部直徑； LLMW: 葉長中寬比。

<sup>z</sup>: \*and\*\* at the 5% and 1% probability level, respectively.

LL: leaf length； TLW:terminal leaf width； MLW:medial leaf width； PL:petiole length； IL:internode length； PD:petiole diameter； SD:stem diameter； LLTW:leaf length / terminal width； LLMW:leaf length/ medial width

## (三) 大薯種原植株性狀遺傳相似性分析

大薯種原 17 個植株性狀以 Jaccard 係數運算 (Jaccard, 1908)，得到各種原間的遺傳相似性 (similarity) 介於 6.7%~100% 之間 (即遺傳距離介於 0%~93.3% 之間)，所有種原的平均遺傳相似性 35.1% (表 5)。根據植株性狀遺傳相似性結果，編號 NP4 (基隆) 與 NP8 (萬里)、NP5 (基隆) 與 NP9 (萬里) 等 2 對種原間遺傳相似度最高 (100%)，其次為編號 SN4 (玉井) 及 SK4 (旗山) 種原遺傳相似度 78.9%，編號 NH4 (湖口) 及 MC1 (東勢)、NH4 (湖口) 及 SK5 (甲仙)、NH4 (湖口) 及 ED3 (蘭嶼) 等 3 對種原遺傳相似度最低 (6.7%)，種原間遺傳相似度最高 100%，最低 6.7%，顯然大薯部分種原植株外表性狀具有極大變異。

表 5 臺灣大薯在 4 個地理區之種原遺傳相似性表

Table 5. The genetic similarity of four geographic regions for the germplasm of *D. alata* L. in Taiwan

地理區 Region	種原個數 No. of germplasm	平均相似性 Average similarity (%)	最低相似性 Minimum similarity (%)	最高相似性 Maximum similarity (%)
北部地區 North	17	34.8	6.7	100
中部地區 Central	6	36.4	6.7	61.9
南部地區 South	10	35.9	6.7	78.9
東部地區 East	4	32.3	6.7	70.0
全部地區 All	37	35.1	6.7	78.9



#### (四) 大薯種原植株性狀群聚分析

以 UPGMA 法進行群聚分析，繪製出親緣關係樹狀圖（圖 4）。以相似性 0.325 作為分群依據，將所有種原區分成 5 大群（表 6）；若依據相似性 0.382，第 IV 大群可分成 d1 及 d2 等 2 小群，第 V 大群可分成 e1、e2、e3 及 e4 等 4 小群，其中以 d1 及 d2 小群各有 9 個種原最多。

第 I 大群為編號 NH4（湖口）及 SK1（甲仙）2 個種原。第 II 大群僅編號 NH5（湖口）種原，第 III 大群有編號 ED1（蘭嶼）及 ED2（蘭嶼）2 個種原，採集自離島臺東縣蘭嶼鄉；第 IV 大群分成 2 小群，d1 小群有編號 NP4（基隆）、NP8（萬里）、NH6（尖石）、NH7（尖石）、MC2（后里）、MO3（埔里）、SK3（旗山）、SK6（六龜）及 ED3（蘭嶼）等 9 個種原，d2 有編號 NP2（陽明山）、NH1（尖石）、NH2（尖石）、MO1（埔里）、MO2（埔里）、SN1（玉井）、SN2（玉井）、SN3（南化）及 SK2（甲仙）等 9 個種原；第 V 大群可分成 e1、e2、e3 及 e4 等 4 小群，e1 小群僅編號 EL1（新城）1 個種原，e2 有編號 NP3（三芝）、NH3（湖口）、SN4（玉井）及 SK4（旗山）等 4 個種原，e3 小群有編號 NP5（基隆）、NP7（萬里）、NP9（萬里）及 MA1（芬園）等 4 個種原，e4 有編號 NP1（陽明山）、NP6（陽明山）、NT1（復興）、MC1（東勢）及 SK5（甲仙）等 5 個種原。第 I 大群包含之種原來自北及南部地區族群，第 II 大群為北部地區族群，第 III 大群為東部地區族群，第 IV 及 V 大群包含來自臺灣全島族群之種原。

表 6 大薯種原植株性狀群聚分析分群表

Table 6. The classification of cluster analysis based on traits for the germplasm of *D. alata* L.

大群 Classification	地理區 <sup>z</sup> Region	小群 Subgroup	種原 Germplasm
I	N、S	a	NH4、SK1
II	N	b	NH5
III	E	c	ED1、ED2
IV	N、M、S、E	d1	NP4、NP8、NH6、NH7、MC2、 MO3、SK3、SK6、ED3
	N、M、S	d2	NP2、NH1、NH2、MO1、MO2、 SN1、SN2、SN3、SK2
V	E	e1	EL1
	N、S	e2	NP3、NH3、SN4、SK4
	N、M	e3	NP5、NP7、NP9、MA1
	N、M、S	e4	NP1、NP6、NT1、MC1、SK5

<sup>z</sup> N: North, M: Central, S: South, E: East

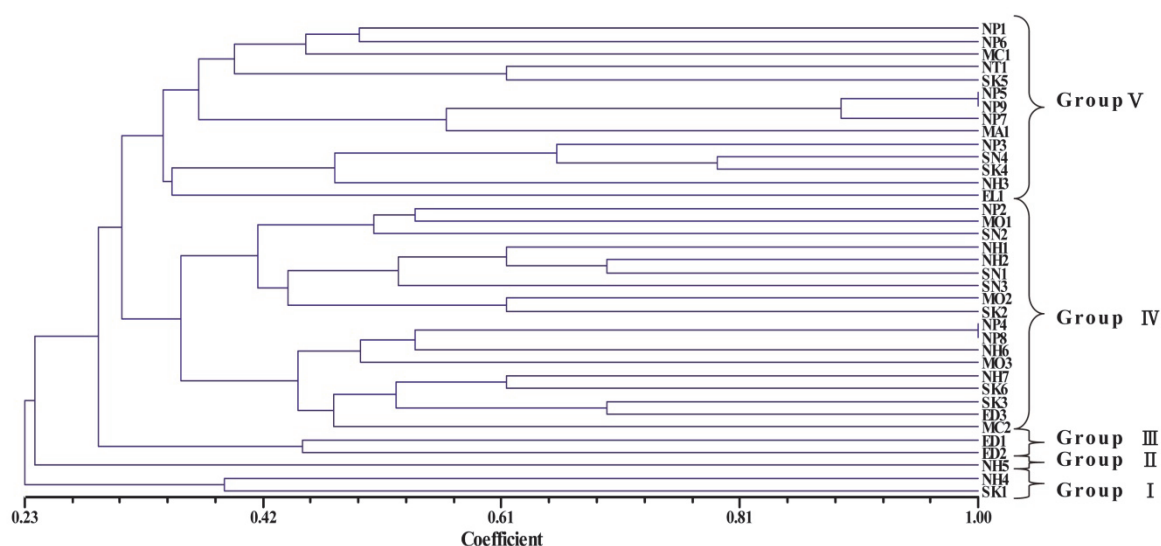


圖 4 大薯種原植株性狀群聚分析圖

Fig. 4. The UPGMA dendrogram of the genetic similarity based on traits for the germplasm of *D. alata* L.

## 討 論

### 一、植株性狀調查

大薯種原 8 個質量性狀調查結果顯示，在 37 個種原中，葉形心臟形佔 100%，葉基部心形佔 100%，僅在葉長度及葉寬度具有差別，可見大薯為臺灣薯蕷屬植物中葉形變化較簡單的物種；幼葉以紫綠色為主 (54%)，其次為紫色 (24%) 及綠色 (22%)，幼葉顏色為紫色及紫綠色，其大多屬於塊莖表皮顏色為紫紅或紅色大薯，若綠色則為表皮顏色黃或褐色大薯，究其原因與表皮層含花青素含量多寡有關，含量高則呈現紫色及紫綠色，含量低則呈現綠色或淺紫綠色。莖蔓顏色具有較多變化，多為紫綠色 (59%)，其次為綠色 (41%)，莖蔓顏色特性為莖蔓稜翼或多或少帶有深淺程度不一之紫色，可作為種原間判別依據；芽色多為綠色 (41%)，其次為淡紫色 (35%) 及紫色 (24%)，通常芽色與莖蔓顏色及幼葉顏色有密切相關，帶紫色較深之莖蔓其芽色及幼葉顏色均或多或少呈現紫色程度較高，此差異與各種原間擁有之花青素含量有關。8 個質量性狀除幼葉顏色、莖蔓顏色及芽色性狀分佈較均勻外，其餘 5 個性狀均偏向於特定外表型，該等植株質量性狀特性可供大薯種原初步或快速鑑別之參考。

葉長度、葉前部寬度、葉中部寬度、葉柄長度、莖節間長度、葉柄直徑、莖部直徑、葉長前寬比及葉長中寬比等 9 個數量性狀調查結果，經 SPSS 軟體計算偏態係數及峰度係數後，依偏態係數定義係用以指出一個分佈以其平均值為中心的不對稱程度，當等於 0 時為對稱分佈，大於 0 時為右偏分佈，即分佈集中於低數值方面，小於 0 時為左偏分佈，即分佈集中於高數值方面，分析結果偏態係數除莖部直徑及葉長前寬比外皆大於 0，莖部直徑及葉長前寬比為左偏分佈，其餘性狀為右偏分佈，其中以莖部直徑 (-0.007) 最接近對稱分佈。而峰度係數係顯示與常態分佈相較時，尖峰集中或平坦分佈的程度，等於 3 時，此分佈為常態峰，大於 3 時，此分佈為高狹峰，分佈較為尖峰集中，小於 3 時，此分佈為低闊峰，分佈較為平坦，分析結果峰度係數皆小於 3，均為低闊峰，分佈較為平坦分散，其中以葉柄直徑 (2.517) 最接近常態峰分佈。

9 個數量性狀中節間長度變異係數 (CV) 高達 28%，其次葉柄長度及莖部直徑分別為 23% 及 21%，說明前 3 者相對變異程度較高，表示相對於其他性狀節間長度、葉柄長度及莖部直徑於種原間變異性較大，適合作為大薯種原間鑑別指標；葉長中寬

比、葉長前寬比及葉柄直徑的變異係數分別為 14%、15%及 17%較低，說明其變異程度較小，較不適合作為大薯種原間鑑別依據。

## 二、植株性狀之相關性檢定

大薯種原 9 個數量性狀相關性檢定結果，葉長與葉前寬、葉中寬、莖徑及葉長前寬比達極顯著正相關，表示當葉長度數值愈高時，其葉前寬、葉中寬、莖徑及葉長前寬比等數值相對也較高。葉前寬與葉中寬達極顯著正相關，與葉長前寬比達顯著負相關。葉柄長與節間長達極顯著正相關，與莖徑達顯著正相關，顯然葉柄愈長則節間長及莖徑值越高。

由以上說明部份大薯種原植株性狀為彼此相關，故在有限人力資源下調查兩個相關性狀時，可考慮優先調查遺傳變異性大且易於評量之性狀為宜，建議優先調查節間長度、葉柄長度及莖部直徑等 3 個性狀。

## 三、植株性狀之遺傳相似性分析

利用 17 個植株性狀調查資料，經過 Jaccard 係數運算 (Jaccard, 1908)，得到各種原間的遺傳相似性，其中大薯種原介於 6.7%~100%之間，平均遺傳相似性 35.1%，而假山藥薯種原介於 17.2%~61.9%之間，平均遺傳相似性 40.2%，顯然大薯種原間植株外表性狀遺傳歧異度高。Norman 等人 (2011) 針對收集自非洲獅子山共和國境內的大薯 (*D. alata*)、非洲山藥 (*D. rotundata*) 及山芋 (*D. bulbifera*) 等 3 個物種共 52 個種原，調查 28 個植株外表性狀，並進行遺傳變異分析，結果顯示不同物種種原間具有高度植株外表性狀多型性，推測其遺傳歧異性主要來自有性生殖遺傳物質的互換，或部分來自營養體細胞突變；此與本研究植株外表性狀遺傳歧異度高之情況類似，大薯於臺灣地區栽培繁殖時幾無行有性生殖，造就植株外表性狀遺傳歧異度高之原因，應為種原引入遺傳互換與營養體細胞突變所致。

根據植株性狀遺傳相似性結果，大薯種原編號 NP4 (基隆) 及 NP8 (萬里)、NP5 (基隆) 及 NP9 (萬里) 等 2 對種原遺傳相似度最高 (100%)，2 對種原皆有地緣關係，地理環境類似，推測係基隆與萬里兩地農友交換種原栽培所致，而相同材料進行 ISSR 分子標誌遺傳相似性分析結果分別為 63.9%及 41.9% (龔, 2015)，其種原間遺傳相似性介於 35.1%~94.5%之間，上述說明其生長環境較基因型影響植株外表性狀更大。

#### 四、植株性狀之群聚分析

大薯種原群聚分析結果，將所有種原區分成 5 大群，第Ⅳ大群分成 d1 及 d2 等 2 小群，第Ⅴ大群分成 e1、e2、e3 及 e4 等 4 小群，其中以 d1 及 d2 小群各有 9 個種原最多。第Ⅰ大群種原來自北及南部地區族群，第Ⅱ大群為北部地區族群，第Ⅲ大群為東部地區族群，第Ⅳ及Ⅴ大群涵蓋臺灣全島族群。顯示依植株外表性狀相似性可看出臺灣全島大薯種原間，地區族群相互重疊，推測受全島交通發達，利於各地區種原交換，且臺灣整體氣候變化不大，栽培環境相近所致。本研究結果未來可供大薯種原遺傳歧異性分析、種原管理及育種參考。

#### 參考文獻

- 李鵠鳴、張曉蓉、王菊鳳。1999。我國薯蓣屬植物基礎研究進展。經濟林研究 17(2):43-48。
- 那琦、甘偉松、楊榮季。1978。臺灣產藥材之生藥學研究(IV)臺灣產零餘子生藥學研究。中國醫藥學院研究年報 9:330-375。
- 邱輝龍、許圳塗。2007。作物野生近緣種的保存與利用。林業研究專訊 14(4):2-5。
- 林尚誼、邱垂豐、胡智益、林順福。2011。臺灣油茶種原葉部性狀變異之評估。臺灣農學會報 12(6):513-532。
- 胡智益、郭冠黎、蔡右任、林順福。2005。臺灣茶樹種原葉部性狀之調查及遺傳變異分析。臺灣茶業研究彙報 24:1-20。
- 陳勝彰、曾富生。1990。臺灣旱田雜草香附子種內變異之研究Ⅱ.七個地區族群之形態特性之變異。中華民國雜草學會會刊 11:45-61。
- 廖俊奎。2000。臺灣產薯蓣屬(薯蓣科)之分類研究(A Taxonomic Study on *Dioscorea* L. (Dioscoreaceae) of Taiwan)。國立中山大學生物科學系碩士班碩士論文。臺灣。高雄。
- 賴瑞聲、高瑞隆、林義恭、胡敏夫、劉新裕。2005。山藥種原外表形態及分子標記之變異研究。臺灣農業研究 54:195-206。
- 蕭錦隆。2001。臺灣產薯蓣屬植物之分類研究。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。臺灣。臺北。

- 謝寰羽。2008。臺灣產薯蕷屬(薯蕷科)數值分類研究。國立屏東科技大學森林系碩士論文。臺灣。屏東。
- 龔財立、吳詩都、曾富生。1999a。臺灣野生種山藥 *Dioscorea pseudojaponica* Hayata 及 *D. doryphora* Hance 植株性狀之變異。桃園區農業改良場研究報告 37:1-13。
- 龔財立、吳詩都、曾富生。1999b。臺灣栽培種山藥田薯(*Dioscorea alata* L.)及懷山藥 (*D. batatas* Decne)植株性狀之變異。桃園區農業改良場研究彙報 39: 18-27。
- 龔財立、吳詩都、曾富生。2000a。臺灣栽培種山藥田薯(*Dioscorea alata* L.)及懷山藥 (*D. batatas* Decne)種內 DNA 多型性之變異。農林學報 49(1):1-13。
- 龔財立、吳詩都、曾富生。2000b。臺灣野生種基隆野山藥及戟葉山藥種內 DNA 多型性之變異。中華農學會報 1(6):599-612。
- 龔財立。2015。臺灣薯蕷屬植物遺傳變異之研究。國立臺灣大學農藝學系博士論文。臺灣。臺北。
- Anil, S.R., E.A.Siril, and S.S. Beevy 2011. Morphological variability in 17 wild elephant foot yam (*Amorphophallus paeoniifolius*) collections from southwest India. *Genetic Resources and Crop Evolution* 58:1263-1274.
- Beyene, T.M. 2013. Genetic diversity of aerial yam (*Dioscorea bulbifera* L.) accessions in Ethiopia based on agronomic traits. *Agriculture, Forestry and Fisheries* 2(2): 67-71.
- Chou, C.H., S.Y. Hwang, and F.C. Chang 1987. Population study of *Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb. *Botanic Bulletin Academia Sinica* 28:247-281.
- Dansi, A., H.D. Mignouna, J. Zoundjihekpon, A. Sangare, R. Asiedu, and F.M. Quin 1999. Morphological diversity, cultivar groups and possible descent in the cultivated yams (*Dioscorea cayenensis*/*D. rotundata*) complex in Benin republic. *Genetic Resources and Crop Evolution* 46:371-388.
- Hasan, S.M.Z., A.A. Ngadin, R.M. Shah, and N. Mohamad 2008. Morphological variability of greater yam (*Dioscorea alata* L.) in Malaysia. *Plant Genetic Resources* 6(1):52-61.
- Huang, T.C. and J.L. Hsiao 2000. Dioscoreaceae. In: Huang *et al.* (ed.). *Flora of Taiwan*, 2nd ed. Vol. 5. Department of Botany, National Taiwan University, Taipei. p.87-98.
- Huber, H. 1998. Dioscoreaceae. In: K. Kubitzki (ed.). *The Families and Genera of Vascular plants*, Vol. III. Springer-Verlag, Berlin Germany, p.216-235.
- Jaccard, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution firale. *Bulletin de la Société*

*Vaudoise des Sciences Naturelles* 44:223-270.

- Lebot, V. 2009. Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids. In *Crop Production Science in Horticulture* vol. 17. Wallingford, UK: CAB Books, CABI, p.183-188.
- Liu, T. S. and T. C. Huang. 1978. Dioscoreaceae, pp. 99-109. In: Li *et al.* (ed.). *Flora of Taiwan*. Vol. V. Epoch Publishing Cooperation, Taiwan.
- Mclaughlin, S.P. 1986. Differentiation among populations of tetraploid *Grindelia camporum*. *American Journal of Botany* 73:1748-1754.
- Msowoya-Mkwaila, W., W.J. Changadeya, and A.J.D. Ambali 2013. Morphological characterization of cultivated and wild yam (*Dioscorea spp*) in Malawi. *International Journal of Physical and Social Sciences* 3(10):295-312.
- Mwiringi, P.N., E.M. Kahangi, A.B. Ngende, and E.G. Mamati 2009. Morphological variability within the Kenyan yam (*Dioscorea spp.*). *Journal of Applied Biosciences* 16:894-901.
- Norman, P.E., P. Tongoona, and P.E. Shanahan 2011. Diversity of the morphological traits of yam (*Dioscorea spp.*) genotypes from Sierra Leone. *Journal of Applied Biosciences* 45:3045-3058.
- Rezai, A. and K.J. Frey 1989. Variation for physiological and morphological traits in relation to geographic distribution of wild oats. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 21:1-10.
- Rohlf, F.J. 1997. NT-SYSp. *Applied Biostatistics Inc.* New York.
- Wilkin, P., K.K. Davis, P. Schols, and C.A. Furness 2002. *Dioscorea ridleyi* Prain & Burkill and *D. palawana* Prain & Burkill: new systematic data on two rare South-East Asian yam species. *Kew Bulletin* 57:885-900.

# Genetic Variation of Morphological Characteristics for *Dioscorea alata* L. in Taiwan<sup>1</sup>

Tsai-Li Kung<sup>2</sup> and Shun-Fu Lin<sup>3</sup>

## Abstract

By eight qualitative and nine quantitative traits investigated to assess its genetic variation of *D. alata* L. in Taiwan. According to the distribution frequency, the qualitative traits of young leaf color, stem color and bud color were in uniform. These traits are suitable for the assessment of genetic variation and species identification. The quantitative traits of internode length, petiole length and stem diameter, could be used as important indicators for species identification. Based on plant traits, the cluster analysis showed the overlapping distribution in regions for *D. alata*. In this paper, studies of *D. alata* in Taiwan have been established, and such important information will be useful in germplasm collection, evaluation and application.

Key words: genetic diversity, yam, germplasm collection, morphological characteristic,  
*D. alata* L.

---

<sup>1</sup>. Contribution No.476 from Taoyuan DARES, COA.

<sup>2</sup>. Associate Researcher and Chief of Sinpu Branch Station, Taoyuan DARES, COA.

<sup>3</sup>. Associate Professor (Corresponding author, shunfu@ntu.edu.tw), Department of agronomy, NTU.