ISSN 2220-0363

行政院農業委員會桃園區農業改良場

研究彙報

第 80 期

中華民國105年12月

目　　次

行政院農業委員會桃園區農業改良場　編印

32745 桃園市新屋區後庄里東福路2段139號

行政院農業委員會桃園區農業改良場研究彙報
第 80 期

發 行 人：廖乾華

出 版 者：行政院農業委員會桃園區農業改良場
地　　址：桃園市 32745 新屋區後庄里東福路 2 段 139 號
網　　址：http://www.tydais.gov.tw
電　　話：(03)4768216
出版年月：民國 105 年 12 月
定　　價：新台幣 350 元

Bulletin of Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station
Volume 80

Publisher：Chien-Hau Liao

Published by：Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station
No. 139, Sec. 2, Dongfu Rd., Houzhuang, Hsinwu Dist.,
Taoyuan City 327-45 Taiwan, Republic of China.
http://www.tydais.gov.tw
TEL：03-4768216
Publication month：December, 2016
List price：NT 350

行政院農業委員會桃園區農業改良場

研 究 彙 報

第 80 期　　　　　　　　　　中華民國 105 年 12 月

行　政　院
農業委員會 桃園區農業改良場　編印

32745 桃園市新屋區後庄里東福路 2 段 139 號

臺灣裡白葉薯榔（*Dioscorea matsudae* Hayata）植株性狀遺傳變異研究[1]

龔財立[2]、林順福[3]

摘　要

藉由臺灣裡白葉薯榔種原 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。結果顯示，8 個質量性狀中以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種原鑑定參考，輔以 9 個數量性狀，以增加種原評估或鑑定效果。9 個數量性狀中葉柄直徑、葉前部寬度及葉中部寬度等 3 個性狀適合作為辨識種原重要指標。以群聚分析評估裡白葉薯榔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。本研究對臺灣裡白葉薯榔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、裡白葉薯榔

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台灣植物資源，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立場，對於該等原生於台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）。植物族群長時間受氣候環境因素的影響，分布廣大地區之族群，易造成種內及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,

[1] 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 483 號。

[2] 桃園區農業改良場副研究員兼新埔工作站站長。

[3] 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。裡白葉薯榔（*D. matsudae* Hayata）為臺灣野生薯蕷屬植物，俗稱薯榔或薯莨，根莖可供藥用及工藝染料用，為傳統保健及染料用民俗作物，主要利用部位為地下根莖，同時可行有性及營養體繁殖。

臺灣的氣候及土壤條件非常適合薯蕷屬植物生長（龔等，1999a,b; 2000a,b），因此，擁有相當多的薯蕷屬植物種原（廖，2000；蕭，2001；謝，2008）。薯蕷屬植物的判別，通常藉由植物性狀的型態差異判斷，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；Mwiringi *et al*., 2009；Wilkin *et al*., 2002）。臺灣各地區生育環境及氣候迴異，而裡白葉薯榔種原分布全島，因此，瞭解臺灣不同地區裡白葉薯榔種原間變異，對育種及種原保存實有助益。故本研究進行臺灣裡白葉薯榔種原收集，並利用植株外表性狀以探討其遺傳歧異性，供未來野生薯蕷屬植物種原鑑別及育種之參考。

材料與方法

一、植物材料

2010 年自臺灣北部（N）（$24^{o}16'$N-$25^{o}10'$N，$120^{o}16'$E-$121^{o}49'$E，97-1,087 m）、中部（M）（$23^{o}40'$N-$24^{o}05'$N，$120^{o}47'$E-$121^{o}02'$E，638-1,185 m）、南部（S）（$22^{o}12'$N-$22^{o}13'$N，$120^{o}51'$E-$120^{o}53'$E，198-381 m）及東部（E）（$22^{o}00'$N-$24^{o}10'$N，$120^{o}51'$E-$121^{o}35'$E，112-281 m）等 4 個地理區域進行裡白葉薯榔種原收集，涵蓋臺

灣本島 9 次族群（縣市），共蒐集 29 個種原（表 1）。北部地區包括宜蘭（Y）、臺北（P）、桃園（T）、新竹（H）及苗栗（M）次族群 20 個種原；中部地區僅南投（O）次族群 4 個種原；南部地區亦僅屏東（G）次族群 2 個種原；東部地區包括花蓮（L）及台東（D）次族群 3 個種原，採集地點分布如表 1 及圖 1。

表 1. 臺灣收集裡白葉薯榔種原資料表

Table 1. Geographical data for 29 accessions of *D. matsudae* Hayata collected from Taiwan in 2010.

序號 Code	收集系代號 Accession code	採集地 Location	緯度 Latitude (N)	經度 Longitude (E)	海拔高度 Altitude (m)
1	NY1	礁溪 林美 Jiaoxi Linmei	24°49.832′	121°43.868′	290
2	NY2	南澳 南澳 Nanao Nanao	24°28.888′	121°49.404′	245
3	NY3	冬山 梅花湖 Dongshan Meihua Lake	24°38.473′	121°43.807′	97
4	NP1	萬里 溪底 Wanli Xidi	25°09.471′	121°37.515′	266
5	NP2	石碇 皇帝殿 Shiding Huangdi Temple	24°59.513′	121°40.667′	382
6	NP3	陽明山 風櫃嘴 Yangminshan Fenggueizui	25°07.968′	121°36.068′	510
7	NP4	陽明山 大油坑 Yangminshan Dayoukeng	25°10.801′	121°34.620′	417
8	NT1	大溪 慈湖 Daxi Cihu	24°50.156′	121°18.144′	262
9	NH1	橫山 田寮 Hengshan Tainliao	24°41.227′	121°06.562′	566
10	NH2	五峰 清泉 Wufeng Qingquan	24°34.467′	121°06.247′	548
11	NH3	五峰 羅山 Wufeng Luoshan	24°36.833′	121°09.485′	1,049

表 1. 臺灣收集裡白葉薯榔種原資料表（續）

Table 1. Geographical data for 29 accessions of *D. matsudae* Hayata collected from Taiwan in 2010. (continue)

序號 Code	收集系代號 Accession code	採集地 Location	緯度 Latitude (N)	經度 Longitude (E)	海拔高度 Altitude (m)
12	NH4	五峰 花園 Wufeng Huayuan	24°39.644′	121°19.115′	540
13	NH5	尖石 新樂 Jianshi Xinle	24°43.638′	121°14.409′	283
14	NH6	尖石 道下 Jianshi Daoxia	24°16.298′	120°16.521′	1,087
15	NH7	峨眉獅頭山 Emei Shitoushan	24°39.307′	121°01.461′	306
16	NH8	新埔 旱坑 Xinpu Hankeng	24°50.375′	121°04.114′	98
17	NH9	橫山 橫山村 Hengshan Hengshan Village	24°42.177′	121°08.511′	217
18	NM1	大湖 水尾坪 Dahu Shuiweiping	24°26.609′	120°53.479′	266
19	NM2	獅潭 仙山 Shitan Xianshan	24°32.265′	120°55.889′	275
20	NM3	三義 雙潭 Sanyi Shuangtan	24°24.725′	120°47.562′	325
21	C O1	魚池 頭社 Yuchi Toushe	23°50.587′	12 0°53.969′	638
22	C O2	仁愛 惠蓀林場 Renai Huisun Timberland	24°05.234′	121°02.114′	813
23	C O3	魚池 日月潭 Yuchi Sunmonlake	23°50.580′	120°55.212′	788
24	C O4	鹿谷 杉林溪 Lugu Shanlin River	23°40.361′	120°47.161′	1,185

表 1. 臺灣收集裡白葉薯榔種原資料表（續）

Table 1. Geographical data for 29 accessions of *D. matsudae* Hayata collected from Taiwan in 2010. (continue)

序號 Code	收集系代號 Accession code	採集地 Location	緯度 Latitude (N)	經度 Longitude (E)	海拔高度 Altitude (m)
25	SG1	牡丹 旭海 Mudan Xuhai	22°12.296′	120°53.202′	198
26	SG2	獅子鄉 壽卡 Shizi Shouka	22°13.986′	120°51.989′	381
27	ED1	蘭嶼 天池 Lanyu Tianchi	22°00.872′	121°34.279′	194
28	ED2	達仁 森永 Daren Senyong	22°16.051′	120°51.440′	281
29	EL1	秀林 西拉岸 Xiulin Xilaan	24°10.308′	121°35.604′	112

第一順位英文代號：E＝East region；C＝Central region；N＝North region；S＝South region.

第二順位英文代號：D＝Taitung；G＝Pingtung；H＝Hsinchu；L＝Hualian；M＝Miaoli；O＝Nantou；P＝Taipei；T＝Taoyuan；Y＝Yilan.

阿拉伯數字：縣市地理區內種原序號。

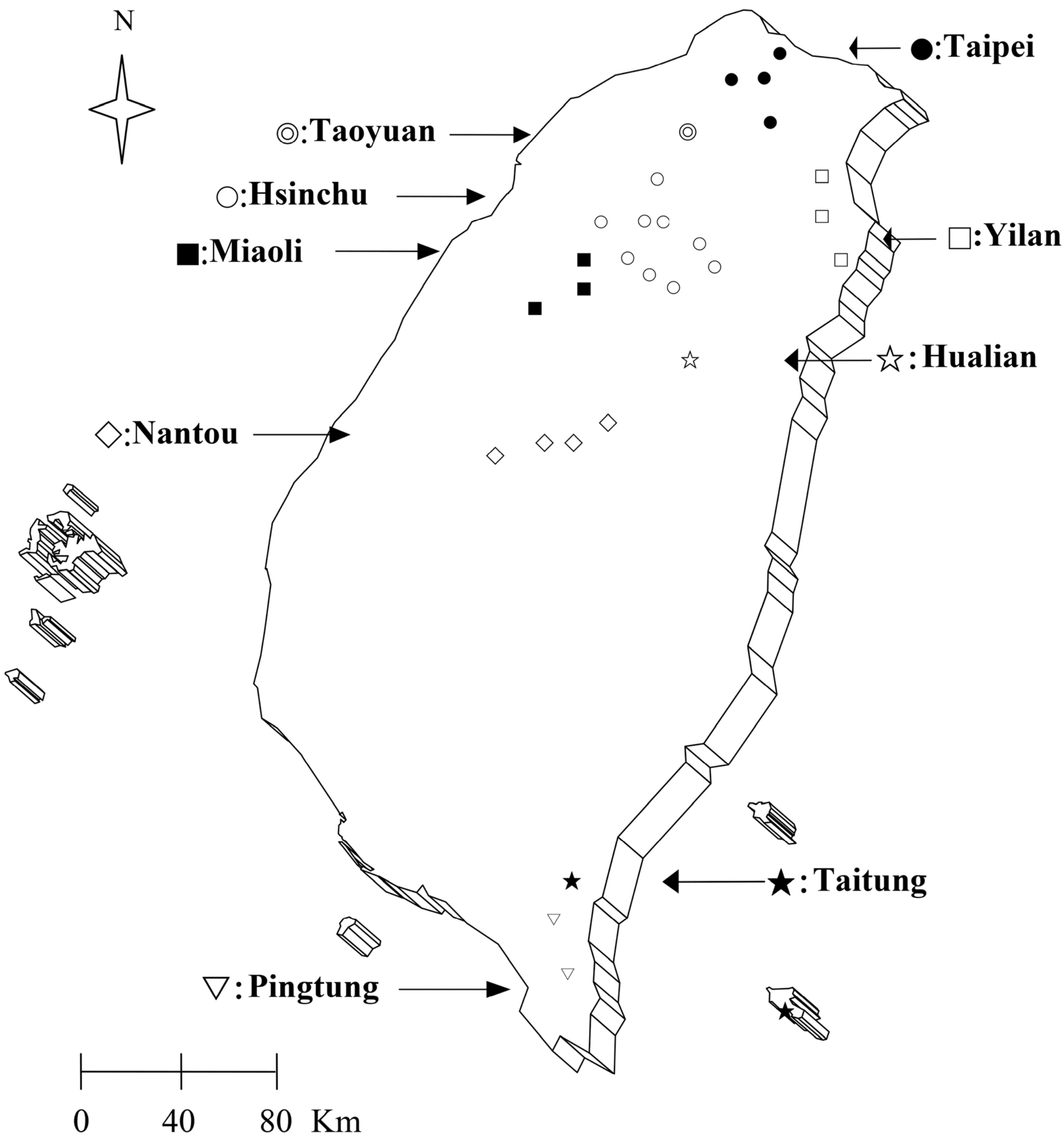

圖 1. 臺灣裡白葉薯榔採集地點

Fig. 1. Map of collection sites for *D. matsudae* Hayata in Taiwan.

二、方法

所有供試薯蕷屬植物種原於 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

(1) 葉形（leaf shape）：1 級為心形（cordate），2 級為箭形（agitate），3 級為戟形（hastate），4 級為披針形（lanceolate）。

(2) 葉基部形（leaf bases shape）：1 級為心形（cordate），2 級為箭形（sagittate），3 級為耳形（auriculate），4 級為戟形（hastate），5 級為截形（truncate），6 級為鈍形（obtuse）。

(3) 老葉顏色（matured leaf color）：1 級為濃綠（dark green），2 級為綠（green），3 級為淺綠（light green）。

(4) 幼葉顏色（young leaf color）：1 級為綠（green），2 級為紫綠（purple green），3 級為紫（purple）。

(5) 莖蔓形狀（stem shape）：1 級為角狀（angle），2 級為角狀帶翼（angle with wing），3 級為圓筒狀（cylinder）。

(6) 莖蔓顏色（stem color）：1 級為綠（green），2 級為紫綠（purple green），3 級為紫（purple）。

(7) 莖蔓表皮（stem skin）：1 級為光滑（glossy），2 級為基部有刺狀物（base thorn-like），3 級為全株有刺狀物（whole plant thorn-like）。

(8) 芽色（bud color）：1 級為綠（green），2 級為淡紫（light purple），3 級為紫（purple）。

2. 數量性狀（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 ＜9.10 cm，2 級 9.10-11.15 cm，3 級 11.16-13.20 cm，4 級 13.21-15.27 cm，5 級 ＞15.27 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 ＜1.28 cm，2 級 1.28-2.70 cm，3 級 2.71-4.13 cm，4 級 4.14-5.57 cm，5 級 ＞ 5.57 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 ＜1.83 cm，2 級 1.83-3.22cm，3 級為 3.23-4.61 cm，4 級 4.62-6.01 cm，5 級 ＞ 6.01 cm。

(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 ＜ 1.62 cm，2 級 1.62-1.94 cm，3 級 1.95-2.26 cm，4 級 2.27-2.60 cm，5 級 ＞ 2.60 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 ＜0.27 cm，2 級 0.27-1.16 cm，3 級 1.17-2.05cm，4 級 2.06-2.96 cm，5＞2.96 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 ＜6.13 cm，2 級 6.13-8.62 cm，3 級 8.63-11.13 cm，4 級 11.14-13.64 cm，5 級 ＞ 13.64 cm。

(7) 莖部直徑（stem diameter）：量第 3 節位至第 8 節位之莖部直徑，以平均值分 5 級。1 級 ＜1.03 cm，2 級 1.03-1.64 cm，3 級 1.65-2.26 cm，4 級 2.27-2.88 cm，5 級 ＞ 2.88 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 ＜ 2.46，2 級 2.46-3.52，3 級 3.53-4.59，4 級 4.60-5.67，5 級 ＞ 5.67。

(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 ＜ 2.09，2 級 2.09-2.93，3 級 2.94-3.78，4 級 3.79-4.65，5 級 ＞ 4.65。

(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 Birvriate 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，並以每一參試收集系為運算分類單位（operational taxonomic unit, OTU）。各收集系相似係數計算方式係先根據性狀相同級數出現與無出現（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 OTUi 與 OTUj（i≠j； i,j=1,2,…N；其中 N 為參試收集系數）同時擁有之相同性狀級數數目；b：表示 OTUi 擁有，而 OTUj 缺少之相同性狀級數數目；c：表示 OTUi 缺少，而 OTUj 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-SYSpc2.1 軟體，以 UPGMA （unweighted pair group method with arithemetic mean）方法進行群聚分析（cluster analysis），以求出參試收集系間之差異（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、植株性狀調查

(一) 質量性狀

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，29 個種原中，葉形全為披針形（100%）（圖 2）；葉基部形全為鈍形（100%）；老葉顏色以綠色（90%）為主，其次為濃綠色（10%）；幼葉顏色以紫綠色（90%）為主，其次為綠色（10%）；莖蔓形狀全為圓筒狀（100%）；莖蔓顏色多為綠色（66%），其次為紫色（24%）及紫綠色（10%）；莖蔓表皮全為全株有刺狀物（100%）；芽色多為綠色（66%），其次為紫色（24%）及淡紫色（10%）。由植株性狀觀察，8 個質量性狀除莖蔓顏色及芽色性狀分佈較均勻外，其餘 6 個性狀均偏向於特定外表型，以上所調查性狀特性可供裡白葉薯榔種原初步或快速鑑別之參考。

表 2. 裡白葉薯榔種原植株質量性狀表

Table 2. Qualitative traits for the germplasm of *D. matsudae* Hayata.

編號 Code	收集系 Accession	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	NY1	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
2	NY2	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
3	NY3	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
4	NP1	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
5	NP2	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
6	NP3	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
7	NP4	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	紫	全株有刺狀物	紫
8	NT1	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
9	NH1	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
10	NH2	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
11	NH3	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	紫綠	全株有刺狀物	淡紫
12	NH4	披針形	鈍形	濃綠	綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
13	NH5	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	紫綠	全株有刺狀物	淡紫
14	NH6	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
15	NH7	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	紫	全株有刺狀物	紫
16	NH8	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠

表 2. 裡白葉薯榔種原植株質量性狀表（續）

Table 2. Qualitative traits for the germplasm of *D. matsudae* Hayata. (continue)

編號 Code	收集系 Accession	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
17	NH9	披針形	鈍形	濃綠	綠	圓筒狀	紫綠	全株有刺狀物	淡紫
18	NM1	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
19	NM2	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
20	NM3	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	紫	全株有刺狀物	紫
21	MO1	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
22	MO2	披針形	鈍形	濃綠	綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
23	MO3	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	紫	全株有刺狀物	紫
24	MO4	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	紫	全株有刺狀物	紫
25	SG1	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
26	SG2	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	紫	全株有刺狀物	紫
27	ED1	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠
28	ED2	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	紫	全株有刺狀物	紫
29	EL1	披針形	鈍形	綠	紫綠	圓筒狀	綠	全株有刺狀物	綠

圖 2. 裡白葉薯榔種原葉部形態

Fig. 2. Leaf shape for the germplasm of *D. matsudae* Hayata.

(二) 數量性狀

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如表 3 及圖 3 所示，葉長度平均 12.19 cm，標準偏差 2.06，偏態係數 0.347 及峰度係數 0.487。葉前部寬度平均 3.42 cm，標準偏差 1.43，偏態係數 1.713 及峰度係數 3.209。葉中部寬度平均 3.92 cm，標準偏差 1.39，偏態係數 1.521 及峰度係數 2.430。葉柄長度平均 2.11cm，標準偏差 0.32，偏態係數 0.227 及峰度係數-0.390。莖節間長度平均 9.88 cm，標準偏差 2.50，偏態係數-0.920 及峰度係數 3.270。葉柄直徑平均 1.61 mm，標準偏差 0.90，偏態係數 4.181 及峰度係數 19.998。莖部直徑平均 1.96 mm，標準偏差 0.62，偏態係數 0.654 及峰度係數-0.830。葉長前寬比平均 4.06，標準偏差 1.07，偏態係數-0.052 及峰度係數-0.872。葉長中寬比平均 3.37，標準偏差 0.85，偏態係數-0.306 及峰度係數-0.782。以上顯示莖節間長度、葉長前寬比及葉長中寬比等 3 個性狀為左偏分佈外，其餘 6 個性狀均為右偏分佈，而葉前部寬度、莖節間長度及葉柄直徑等 3 個性狀分佈較集中外，其餘 6 個性狀分佈較分散。

9 個數量性狀變異係數（CV），葉柄直徑高達 55%，其次葉前部寬度及葉中部寬度分別為 42%及 36%，顯示該 3 個性狀相對變異程度高，也表示相對於其他性狀，葉柄直徑、葉前部寬度及葉中部寬度於種原間變異性較大；葉柄長度及葉長度變異係數較低分別為 15%及 17%，則顯示其變異程度較小。

表 3. 裡白葉薯榔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. matsudae* Hayata.

性狀 Traits	平均值 Mean	標準偏差 Standard deviation	變異係數 Coefficient of variance (%)	偏態係數 Skewness	峰度係數 Kurtosis
葉長度 Leaf length (cm)	12.19	2.06	17	0.347	0.487
葉前部寬度 Terminal leaf width (cm)	3.42	1.43	42	1.713	3.209
葉中部寬度 Medial leaf width (cm)	3.92	1.39	36	1.521	2.430
葉柄長度 Petiole length (cm)	2.11	0.32	15	0.227	-0.390
莖節間長度 Internode length (cm)	9.88	2.50	25	-0.920	3.270
葉柄直徑 Petiole diameter (mm)	1.61	0.90	55	4.181	19.998
莖部直徑 Stem diameter (mm)	1.96	0.62	32	0.654	-0.830
葉長前寬比 Leaf length/terminal width	4.06	1.07	26	-0.052	-0.872
葉長中寬比 Leaf length/medial width	3.37	0.85	25	-0.306	-0.782

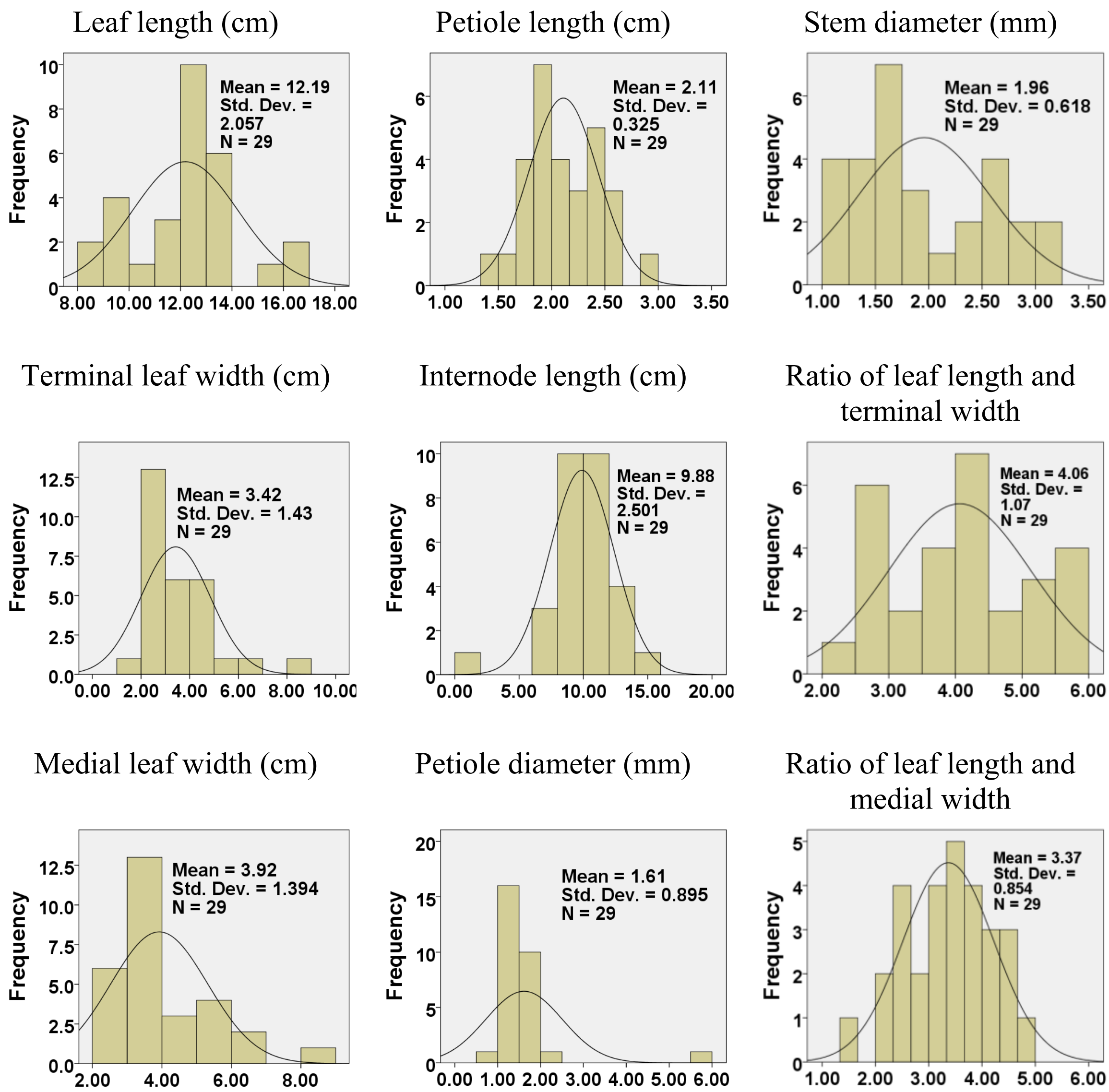

圖 3. 裡白葉薯榔種原之植株數量性狀分布

Fig. 3. The frequency distribution of quantitative traits for the germplasm of *D. matsudae* Hayata.

二、裡白葉薯榔種原植株數量性狀相關性檢定

9 個數量性狀以 Pearson correlation 進行相關性檢定（表 4）。顯示葉長度與葉中部寬度達顯著正相關；葉前部寬度與葉中部寬度及莖部直徑達極顯著正相關，與葉長前寬比及葉長中寬比達極顯著負相關；葉中部寬度與莖部直徑達極顯著正相關，與葉長前寬比及葉長中寬比達極顯著負相關；莖部直徑與葉長前寬比及葉長中寬比達顯著負相關；葉長前寬比與葉長中寬比達極顯著正相關。

表 4. 裡白葉薯榔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. matsudae* Hayata.

Traits	LL	TLW	MLW	PL	IL	PD	SD	LLTW
TLW	0.33							
MLW	0.44^{*}	0.68^{**}						
PL	-0.07	-0.09	-0.14					
IL	0.36	0.16	0.22	-0.13				
PD	0.21	0.16	0.13	0.13	0.35			
SD	0.33	0.50^{**}	0.69^{**}	-0.24	0.33	0.10		
LLTW	0.11	-0.66^{**}	-0.74^{**}	0.02	0.08	-0.10	-0.63^{**}	
LLMW	0.07	-0.56^{**}	-0.81^{**}	0.12	0.01	-0.07	-0.63^{**}	0.95^{**}

註: *及**分別代表 5%及 1%之顯著水準。

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、裡白葉薯榔種原植株性狀遺傳相似性分析

裡白葉薯榔種原利用 17 個植株性狀調查資料，經過 Jaccard 係數運算（Jaccard, 1908），得到各種原間遺傳相似度介於 13.3%-100%之間（即遺傳距離介於 0%-86.7%之間），所有種原平均遺傳相似度 40.8%，以南部地區 44.6%最高，其餘北、中及東部地區分別為 41.2、38.1 及 39.0%（表 5）。根據植株性狀遺傳相似性分析結果，編號 NY2（南澳）及 EL1（秀林 西拉岸）種原遺傳相似度 100%最高；其次為編號 NM1（大湖 水尾坪）及 NM2（獅潭 仙山）種原遺傳相似度 94.1%。種原間遺傳相似度 13.3%-100%，顯示裡白葉薯榔部分種原植株外表性狀已有變異。

表 5. 臺灣裡白葉薯榔 4 個地理區種原遺傳相似性表

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

地理區 Region	收集系個數 No. of accessions	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	20	41.2	13.3	100.0
中部地區 Central	4	38.1	13.3	88.9
南部地區 South	2	44.6	21.4	88.9
東部地區 East	3	39.0	17.9	100.0
全部地區 All	29	40.8	13.3	100.0

四、裡白葉薯榔種原植株性狀群聚分析

以 UPGMA 進行裡白葉薯榔種原之群聚分析，繪製出親緣關係樹狀圖（圖 4）。以相似性 0.350 為分群依據，將所有種原區分成 4 大群（表 6）；若依據相似性 0.420，第 II 大群分成 b1 及 b2 等 2 小群，第 IV 大群分成 d1、d2 及 d3 等 3 小群，其中以 d2 小群 10 個種原最多。

第 I 大群有編號 NH9（橫山 橫山村）種原。第 II 大群分成 2 小群，b1 小群有編號 MO2（仁愛 惠慈林場）種原，b2 小群有編號 NH3（五峰 羅山）種原。第 III 大群有編號 NP4（陽明山 大油坑）、NM3（三義 雙潭）、MO3（魚池 日月潭）、MO4（鹿谷 杉林溪）、SG2（獅子鄉 壽卡）及 ED2（達仁 森永）等 6 個種原。第 IV 大群分成 3 小群，d1 有編號 NT1（大溪 慈湖）、NH1（橫山 田寮）、MO1（魚池 頭社）及 ED1（蘭嶼 天池）等 4 個種原；d2 有 NP1（萬里 溪底）、NP2（石碇 皇帝殿）、NP3（陽明山 風櫃嘴）、NH5（尖石 新樂）、NH6（尖石 道下）、NH7（峨眉 獅頭山）、NH8（新埔 旱坑）、NM1（大湖 水尾坪）、NM2（獅潭 仙山）及 SG1（牡丹 旭海）等 10 個種原；d3 小群有編號 NY1（礁溪 林美）、NY2（南澳 南澳）、NY3（冬山 梅花湖）、NH2（五峰 清泉）、NH4（五峰 花園）及 EL1（秀林 西拉岸）等 6 個種原。第 I 大群種原包含北部地區族群，第 II 大群包含北部及中部地區族群，第 III 及 IV 大群之種原涵蓋台灣全島族群。

表 6. 臺灣裡白葉薯榔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. matsudae* Hayata.

大群 Classification	地理區 Region*	小群 Subgroup	種原 Germplasm
I	N	a	NH9
II	M	b1	MO2
	N	b2	NH3
III	N、M、S、E	c	NP4、NM3、MO3、MO4、SG2、ED2
IV	N、M、E	d1	NT1、NH1、MO1、ED1
	N、S	d2	NP1、NP2、NP3、NH5、NH6、NH7、NH8、NM1、NM2、SG1
	N、E	d3	NY1、NY2、NY3、NH2、NH4 及 EL1

*N：North, M：Central, S：South, E：East.

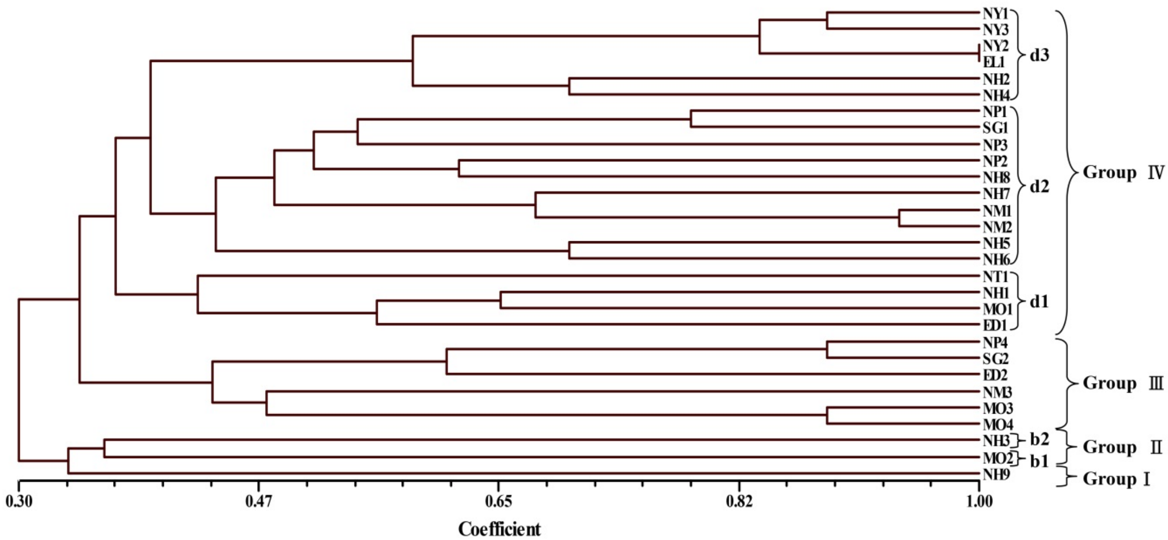

圖 4. 裡白葉薯榔種原之植株性狀群聚分析圖

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

討　論

一、植株性狀調查

裡白葉薯榔種原質量性狀調查結果，29 個種原之葉形均為披針形，葉基部形均為鈍形，僅於葉長度及葉寬度具差別，裡白葉薯榔亦屬台灣薯蕷薯植物中葉形變化較簡單物種；莖蔓顏色則具有相當程度變化，本研究中多為綠色（66%），其次為紫色（24%）及紫綠色（10%），莖蔓顏色為綠色中或多或少帶有深淺程度不一之紫色細斑，可作為種原間判別依據；芽色多為綠色（66%），其次為紫色（24%）及淡紫色（10%），通常芽色與莖蔓顏色密切相關，紫色莖蔓之芽色其帶紫色程度較高。8 個質量性狀除莖蔓顏色及芽色性狀分佈較均勻外，其餘 6 個性狀均偏向於特定外表型，可供裡白葉薯榔種原初步或快速鑑別參考。

裡白葉薯榔種原數量性狀調查結果，經 SPSS 軟體計算偏態係數及峰度係數後，分析結果偏態係數除莖節間長度、葉長前寬比及葉長中寬比等 3 個性狀外，其餘性狀皆大於 0；莖節間長度、葉長前寬比及葉長中寬比等 3 個性狀為左偏分佈，其餘性狀為右偏分佈，其中以葉長前寬比-0.052 最接近對稱分佈。峰度係數分析結果，除葉前部寬度、莖節間長度、葉柄直徑等 3 個性狀外，其餘性狀皆小於 3；葉前部寬度、莖節間長度、葉柄直徑等 3 個性狀為高狹峰，其餘性狀為低闊峰，分佈較為平坦分散，其中以葉前部寬度（3.209）最接近常態峰分佈。9 個數量性狀之變異係數（CV）葉柄直徑高達 55%，葉前部寬度及葉中部寬度分別為 42%及 36%，說明前 3 者相對變異程度很高，表示相對於其他性狀葉柄直徑、葉前部寬度及葉中部寬度等 3 個性狀於種原間變異性較大，適合作為裡白葉薯榔種原間鑑別指標；葉柄長度及葉長度的變異係數較低，分別為 15%及 17%，顯示其變異程度較小，較不適合作為裡白葉薯榔種原間鑑別依據。

二、植株性狀相關性檢定

裡白葉薯榔種原 9 個數量性狀相關性檢定結果，葉長度與葉中部寬度達顯著正相關，葉前部寬度與葉中部寬度及莖部直徑達極度顯著正相關，莖部直徑與葉長前寬比及葉長中寬比達顯著負相關。

以上顯示，多數裡白葉薯榔種原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，且易於評量之性狀為宜，裡白葉

薯榔種原建議優先調查葉柄直徑、葉前部寬度及葉中部寬度等 3 個性狀。

三、植株性狀遺傳相似性分析

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度，其中裡白葉薯榔種原介於 13.3%-100%之間；所有種原的平均遺傳相似度低於 50%，僅 40.8%，顯示植株外表性狀遺傳歧異度高。Norman 等（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. bulfifera*）等 3 個物種（共 52 個收集系），調查 28 個植株外表性狀，結果顯示，不同物種收集系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。本研究植株外表性狀遺傳歧異度高之情況與此類似，本物種於野外可行有性生殖，因而造就植株外表性狀之高遺傳歧異度。

根據植株性狀之遺傳相似度分析結果，裡白葉薯榔種原編號 NY2（南澳）及 EL1（秀林 西拉岸）種原遺傳相似度最高（100%），2 個種原具地緣關係且皆採集於灌木林中其生長環境類似，ISSR 分子標誌遺傳相似度分析結果其遺傳相似度 69.6%，各種原間介於 41.7%-85.3%之間（龔，2015），上述 2 個種原 ISSR 分子標誌遺傳相似度並非最高，顯示生長環境較基因型更會影響植株外表性狀。

四、植株性狀群聚分析

裡白葉薯榔種原群聚分析結果將所有種原區分成 4 大群。第 I 大群有 1 個種原，第 II 大群 2 個種原。第 III 大群有 6 個種原，第 IV 大群 20 個種原。第 I 大群為北部地區族群，第 II 大群為北及中部地區族群，第 III 及 IV 大群為涵蓋台灣全島族群。顯示依植株外表性狀，臺灣全島裡白葉薯榔種原族群相互重疊，各地區族群無明顯分化現象。

參考文獻

李鵠鳴、張曉蓉、王菊鳳。1999。我國薯蕷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。台灣油茶種原葉部性狀變異之評估。台灣農學會報 12(6): 513-532。

胡智益、郭冠黎、蔡右任、林順福。2005。台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。台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。台灣產薯蕷屬(薯蕷科)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。台灣。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。台灣農業研究 54: 195-206。

蕭錦隆。2001。臺灣產薯蕷屬植物之分類研究。國立台灣大學植物學研究所碩士論文。台灣。台北。

謝寰羽。2008。台灣產薯蕷屬(薯蕷科)數值分類研究。國立屏東科技大學森林系碩士論文。台灣。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。台灣栽培種山藥田薯(*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。台灣栽培種山藥田薯(*Dioscorea alata* L.)及懷山藥(*D. batatas* Decne)種內 DNA 多形性之變異。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。國立台灣大學農藝學系博士論文。台灣。台北。

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. pp. 87-98.

Huber, H. 1998. Dioscoreaceae. p.216-235. *In*： K. Kubitzki (ed.). *The Families and Genera of Vascular plants*, Vol. III. Springer-Verlag, Berlin Germany.

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. p.183-188. *In Crop Production Science in Horticulture* vol. 17. Wallingford, UK: CAB Books, CABI.

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-SYSpc. *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 matsudae* Hayata in Taiwan [1]

Tsai-Li Kung [2] and Shun-Fu Lin [3]

Abstract

Eight qualitative and nine quantitative traits were investigated to estimate genetic variation of *D. matsudae* Hayata in Taiwan. Results of the distribution frequency showed that stem color and bud color were suitable for genetic variation assessment and species identification. Petiole d iameter, terminal leaf width and medial leaf width could be used as important indicators for species identification. Cluster analysis showed obviously overlapping distribution in regions.This study established useful information for germplasm collection, evaluation and application of *D. matsudae* Hayata in Taiwan

Keywords: genetic diversity; yam; germplasm collection; morphological characteristic; *Dioscorea matsudae* Hayata

---

1. Contribution No.483 from Taoyuan DARES, COA.
2. Associate Researcher and Chief of Sinpu Branch Station, Taoyuan DARES, COA.
3. Associate Professer, Department of agronomy, NTU (Corresponding author,shunfu@ntu.edu.tw).

ISSN 2220-0363

Bulletin of Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station

Number 80 December, 2016

CONTENTS

Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station,
Council of Agriculture, Executive Yuan

ISSN 2220-0363
GPN：2009905143
定價：350 元