

千里達山藥之生產能力與品質分析研究¹

劉 新 裕²

摘要 本研究以千里達山藥及其他三個對照品種(系)(巴西山藥、嘉義地方種及臺東地方種)為材料,探討提升千里達山藥生產能力之栽培技術,並藉著主要營養成分分析,及外銷品質如粘度及色度測定,評估其在山藥內外銷利用上之發展潛能。

由試驗結果可知,千里達山藥之栽培地區應為臺中到嘉義一帶,土質以富含有機質之砂質壤土較佳,化肥施量為 $N:P_2O_5:K_2O=90:60:60$ kg/ha,種植時期應不晚於每年四月,行株距為 100×30 cm;綜合上述各栽培條件下之公頃產量可知,千里達山藥平均產量為 21.59t/ha,變域為 18.08—25.60 t/ha。

千里達山藥由於在營養價值及加工利用兩方面具有如下之優點,所以將在山藥內外銷利用上扮演重要角色:皮部較薄,內部之乾物率為28.4%,塊莖乾肉產量為 5.2t/ha,其新鮮塊莖可食部分之營養成分除了具有粗蛋白質(1.69%)外,尚含多種礦物元素及所有可測之必需胺基酸,其中尤以 leucine、valine、threonine 及 lysine 之含量較高;在外銷加工品質方面,因千里達山藥塊莖於削皮後24小時內肉色有變黃現象,所以應於削皮後儘快進行加工處理,但其粘度則保持相當穩定,且高居所有參試山藥品種(系)之上。

山藥原名薯蕷,俗名淮山,為薯蕷科 (*Dioscoreaceae*) 薯蕷屬 (*Dioscorea*) 之蔓性多年生植物,原產我國、日本及亞洲熱帶,16世紀後傳到美洲、歐洲及非洲。薯蕷屬植物在全世界超過600種,大抵分佈於南北兩半球間,而較集中於熱帶美洲;分佈於本省的有15種及4變種^(7,15)。在本省之栽培面積尚無正確統計數字,早年山地農牧局曾在嘉義、屏東及臺東等地區推廣⁽¹²⁾,近年來其他縣市亦有栽培,最近經本所初步調查,估計全省栽培面積約有200公頃,栽培品種以大薯 (*Dioscorea alata* L.)、紫田薯 (*D. alata* L. var. *purpurea* (Roxb.) M. Pouch.)、恆春薯蕷 (*D. doryophora* Hance) 及基隆山藥 (*D. japonica* Thunb. var. *pseudojaponica* (Hay.) Yamam.) 為主。

民國56年由農復會(今農委會)組成園藝作物考察團自國外引進幾個山藥品種,最先在本所鳳山熱帶園藝試驗分所進行觀察、比較及繁殖,並在南投與花蓮等地進行不同地區適應性試驗,由其中選出巴西山藥及千里達山藥(品種名為 Coconut-Lisbon)兩個品種^(8,13,14),初步發現其產量比本省一般品種為高^(5,17),且品質優良,值得繼續進行栽培試驗,供日後推廣利用之參考。其後本所亦曾自國內外引進不少山藥品種,歷經多年試驗後,由其中選出較具發展潛力之嘉義地方種及臺東地方種

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1472 號,本試驗承蒙行政院農業委員會補助部分經費(78食報計畫07-2),謹致謝意。

2.本所農藝系副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

等山藥品種，將與千里達山藥及巴西山藥共同進行試驗。

千里達山藥、巴西山藥、嘉義地方種及臺東地方種在植物分類上都屬於大薯 (*D. alata* L.)，惟可以塊莖外形來區分此四品種。千里達山藥之塊莖為橢圓形，巴西山藥為短棍棒狀，或較不整形且鬚根較多，嘉義地方種比前述兩品種的略長，而臺東地方種之塊莖較不規則。大薯之植物特徵如下⁽¹⁾：為多年生纏繞草本，其擔根體（即塊莖）有多種形狀和顏色。莖及葉柄有稜翼或四稜線，平滑無毛。葉對生，但初生時為互生，葉片基部心狀，全葉似卵形，裂片近圓形，葉長 8—16cm，寬 5—8cm，先端銳漸尖形，葉脈 7—9 條。葉腋偶有零餘子著生⁽⁷⁾，其中以千里達山藥之零餘子形體較小，巴西山藥及臺東地方種數量較多，雄花序腋生，狹圓錐形，雌花序為穗狀花序，蒴果革質橢圓形，一般花期為 7—8 月，果期為 8—9 月。分布於我國華中及華南，本省中南部有栽培。

對於山藥生產能力與品質之促進研究，在化學肥料用量方面，有報告指出 $N : P_2O_5 : K_2O = 50 : 50 : 100$ kg/ha 可增加產量及塊莖蛋白質含量⁽⁹⁾，有以為三要素用量 $90 : 60 : 120$ kg/ha 之產量最高⁽¹⁶⁾；在行株距方面，有以為 120×20 cm 可提高產量⁽¹⁶⁾，有的認為 60×30 cm 或 80×30 cm 之組合最佳⁽⁹⁾；其他因素如種薯大小⁽⁶⁾，不同品種⁽⁵⁾，不同覆蓋物⁽¹⁰⁾及不同支架型式⁽¹¹⁾都能造成山藥產量與品質或多或少之改變。

有關山藥正式之研究報告不多，本所前曾有不同覆蓋物及不同支架型式對山藥產量及品質之影響，及磷鉀肥施用量與行株距對山藥產量及蛋白質之影響等報告^(9,10,11)，花蓮區農業改良場亦有一些報告^(2,3,4,5,6,16,17)，但針對千里達山藥之報告十分不足，本研究將以千里達山藥為主要材料，探討提升其生產能力之栽培技術，並藉營養成分分析，及粘度與色度測定，來評估其在山藥內外銷發展利用方面之潛能。

材料與方法

1. 材料：千里達山藥及三個對照品種，即巴西山藥、嘉義地方種及臺東地方種。

2. 方法：

在栽培技術改進方面，總共進行五項試驗：

肥料種類及用量對千里達山藥產量之影響：於75年在臺中本所進行 N 肥及 K 肥用量之影響，N 肥試驗中 P_2O_5 及 K_2O 用量固定為 60 及 120 kg/ha，硫銨用量依 $N=0, 30, 60, 90$ 及 120 kg/ha 五級換算施用；K 肥試驗中 N 及 P_2O_5 用量固定為 90 及 60 kg/ha，氯化鉀用量依 $K_2O=0, 60, 120$ 及 180kg/ha 四級換算施用，基肥皆為每 0.1ha 牛糞 1,000kg，與磷及鉀肥於整地時混施土中，氮肥則均分三次施用，即 4 月整地時、6 月莖葉伸長期及 8 月新薯形成期，施追肥時宜先把蔓葉翻到畦上，然後沿畦側開條溝施用肥料，之後覆土和灌水。本試驗為三行植，小區面積 12m²，行株距 100×30cm，試驗設計為 RCBD 三重複，於試驗進行前，先取土樣進行土壤分析，分析結果如下：土壤質地為壤土、PH 值 5.4、有機質 1.93%、有效 P 106.8 kg/ha 及 K 250 kg/ha；生育期為 8.5 個月。

不同行株距對千里達山藥塊莖生產之影響：於民國 75 年在臺中本所進行六種行株距處理，即 80×20 、 80×30 、 100×20 、 100×30 、 120×20 及 120×30 cm，小區面積在 80cm、100cm 及 120cm 三行距三行植下各為 9.6m²、12.0m² 及 14.4m²，試驗設計為 RCBD 三重複，肥料種類及用量為基肥每 0.1ha 牛糞 1,000 kg， $N : P_2O_5 : K_2O = 90 : 60 : 90$ kg/ha；於 76 年元月收穫完成，生育月數為 8.5 個月。

不同種植期對千里達山藥塊莖生產之影響：於 76 年在臺中本所進行三個種植期試驗，即四、五及六月，以四月為對照組，行株距為 100×30cm，三行植，小區面積 12m²，試驗設計為 RCBD 三重複，施肥時基肥如前， $N : P_2O_5 : K_2O = 90 : 60 : 60$ kg/ha，生育期為 8.5 個月。

千里達山藥生育全期調查：於 77 年 4 月至 12 月在本所進行，每個月三行植三重複，小區面積

(每月) 12m²，行株距 100×30cm，施肥量如前述之不同種植期，每月取樣調查兩次，每次10株，生育期約8個月。

千里達山藥及三對照品種在不同地區生育性狀及產量比較：於77年起在臺中本所、嘉義分所及鳳山分所三處進行，田間設計 RCBD 8 重複，三行植，小區面積 12m²，行株距 100×30cm，生育期約7.5個月，調查項目為株高、全株重、分蘗數、莖徑、葉數、地下部重、根長、新塊莖數及新塊莖重。

一般成分分析：水份以普通常壓乾燥法定量，脂肪乃利用 Soxhlet 裝備以石油醚萃取求得之粗脂肪質表之，粗蛋白質之測定採用 Kjeldahl 氏方法經分解、蒸餾及滴定等步驟計算出總氮量，再換算成粗蛋白質，所乘之係數為 6.25，粗纖維測定乃樣品經弱酸、弱鹼及酒精處理後，經灰化後失去之重量即為粗纖維，灰分測定乃樣品在 600°C 燃燒去盡有機物，留下之絕大部分無機物即為灰分，礦物元素含量測定乃樣品以三酸混合液即 HNO₃:HClO₄:H₂SO₄=4:1:1 (v/v) 加入靜置後加熱分解，或 1 N HCL 靜置24小時並過濾，之後定量成 50ml，並以焰光分析法分析 K，以原子吸光法測 Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 及 Zn，山藥蛋白質之胺基酸含量分析，乃取千里達山藥乾粉 57.3mg，經前處理水解、過濾及稀釋成 1ml，取 5ul 注入胺基酸自動分析儀分析，所得結果與定量之標準品胺基酸比較，以決定其組成分及濃度含量，本分析係委託國立臺大農業化學系陳建源副教授代為分析。

外銷加工品質之檢定，黏度以 100g 去皮山藥加3.5倍水後，以果汁機打1分鐘，利用 Brookfield viscometer 測定10分鐘，顏色變化測定乃利用日本 Tokyo Denshoku 公司出品之 Color Difference Meter (Model TC-6FX) 色差儀測山藥塊莖肉色之 L、a、b 值變化，上述分析過程中，每處理皆隨機取樣 3—4 重複，調查分析後再以平均值表示之，同時進行變方分析。

結果與討論

氣象條件與農業生產之關係密不可分，以民國77年本所農業氣象站之氣象資料為例可知(表1)，1至3月間因為溫度尚低，千里達山藥之塊莖正處於低溫休眠或準備萌芽階段，於4月時除了相對濕度、平均氣壓及日照時數與3月比較未見增加外，其平均溫度及總雨量各提昇達 3.35°C 及 34mm，此顯示於4月栽培山藥將有利於種薯之萌芽及根之生長，自5月起至9月間，月平均溫度都在 25°C 以上，且雨量與日照時數頗為充足，所以此期間千里達山藥之莖蔓及葉生長甚快，而於7—8

表1. 千里達山藥栽培於臺中地區之氣象資料*

Table 1. Meteorological data at Taichung area during the cultivation of yam Coconut-Lisbon (*Dioscorea alata* L.) in 1988*

Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Temperature (C°)	18.28	18.28	18.15	21.50	26.03	27.80	29.53	28.35	27.37	25.66	20.23	16.94
Humidity (%)	77.32	79.62	83.35	78.20	77.12	71.40	70.30	72.45	78.23	7.19	74.57	71.55
Radiation (hr)	6.56	5.86	4.62	4.62	4.99	6.22	6.67	7.58	6.39	7.19	7.15	7.70
Atmospheric pressure (mb)	1,008.16	1,008.13	1,004.93	1,004.16	997.35	994.63	993.87	995.90	997.00	998.58	1,007.67	1,009.84
Precipitation(mm)	48.80	31.70	74.70	108.70	135.50	59.20	102.90	279.40	195.30	2.50	19.40	9.00

*Source: From the weather station located in TARI, 1988.

月間達到旺盛發育狀態，由繁茂莖葉所蓄積之光合作用一般即於8月底開始貯存於新形成的塊莖內，自9月起新塊莖即逐漸整形、肥大及充實，其重量呈現直線上升趨勢。

表2. 千里達山藥生長全期之農藝性狀與鮮重變化調查
Table 2. Agronomic characteristics and accumulation of fresh weight of yam Coconut-Lisbon at stages of plant development.

Investigation date (Month/day)	Plant height (cm)	Plant weight (g/pl)	Stem & leaves (g/pl)	Stem diameter (cm)	Leaves (no./pl)	Tuber & root (g/pl)	Root length (cm)	Original tuber (g/pl)	New formed tubers (g/pl)
4/20	0.0	66.0	1.0	0.00	0.0	65.0	0.0	65.0	0.0
5/20	52.2	70.5	20.0	0.35	11.9	50.5	24.4	40.0	0.0
6/20	179.0	173.0	128.8	0.51	85.2	44.2	25.1	30.0	0.0
7/20	222.4	250.0	210.5	0.52	183.6	39.5	26.7	28.7	0.0
8/20	371.0	476.5	447.0	0.60	280.6	29.5	27.0	19.0	0.0
9/20	380.7	493.5	459.9	0.72	300.0	33.6	27.2	18.2	4.0
10/20	594.0	836.8	516.9	0.79	320.9	319.9	30.4	9.2	301.6
11/20	594.0	942.4	489.4	0.80	223.6	453.0	30.4	8.1	427.5
12/16	598.0	1,257.0	382.0	0.81	96.0	875.0	30.8	1.1	853.0

由表2結果可知，千里達山藥之株高於10月達 5.94m，由10月到12月只有少許增高現象，全株重則於全生育期呈現上升現象，而由於地下塊莖即將充實完成，於12月時之全株重比10月之 837g 增重達50%，地上部莖葉鮮重亦於10月達到高峰，重達 517g，但其後由於莖葉漸趨枯萎掉落而逐漸下降。莖徑於全生育期變化不大，12月之莖徑比10月及 5月增加只0.02及0.46cm，葉數於10月時為321枚，但到12月時只剩 96 葉。地下部根及塊莖鮮重於10—12月時急劇上升，根長於整個生育期維持在

表3. 氮肥與鉀肥用量對千里達山藥塊莖產量之影響
Table 3. Tuber yield of yam Coconut-Lisbon as affected by N and K fertilization

N	Amount of fertilizer		Coconut-Lisbon		Taitung local yam	
	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O	Plot yield (kg/12m ²)	Yield (t/ha)	Plot yield (kg/12m ²)	Yield (t/ha)
0	60	120	15.12d*	12.60d	10.02d	8.34d
30	60	120	21.90c	18.25c	16.80c	14.01c
60	60	120	23.46b	19.45b	19.89b	16.57b
90	60	120	25.72a	21.42a	21.15a	17.63a
120	60	120	1.33c	17.78c	19.68b	16.39b
90	60	0	17.79c	14.82c	12.48b	10.40c
90	60	60	26.82a	22.35a	20.34a	16.96a
90	60	120	22.05b	18.37b	16.38b	13.64b
90	60	180	18.42c	15.35c	12.99c	10.83c

*: Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's new multiple range test.

24.4—30.8cm 間，舊塊莖（即種薯）於提供植株初期生長所需之營養後即逐漸萎縮，到10月時之重量只為種薯原重之14%，到12月時只剩 1.1g，新塊莖自 9 月即已形成並逐漸整形、膨大及充實，於 10 月、11 月及 12 月之重量分別為 9 月之 75.4、106.9 及 213.3 倍。

由表 3 結果可知，五種 N 肥用量對千里達山藥塊莖產量之影響以 90 kgN/ha 組較佳，其小區產量為 25.71kg，公頃產量達 21.42 t/ha，其次為 60 kgN/ha 組，其公頃產量為 19.54 t/ha，由於試區內有機質含量為 1.93%，所以不施氮肥組之公頃產量亦達 12.60 t/ha；臺東本地種山藥對於五種 N 肥用量之反應與千里達山藥大同小異，其最高產量亦出現在 90 kgN/ha 組，其次為 60 及 120 兩組，不施 N 肥區之公頃產量只有 8.34 t/ha。

四種 K 肥用量對千里達山藥產量之影響，以 60 kgK₂O/ha 組之表現最優，其小區產量為 26.82 kg，公頃產量達 22.35 t/ha，120 kgK₂O/ha 組之表現次佳，由於試區內有效 K 量為 250 kg/ha，所以不施 K 肥組之公頃產量亦可達 14.82 t/ha；臺東本地種山藥對於四種 K 肥及反應亦同於千里達山藥，最佳產量亦出現在 60 kgK₂O/ha 組，惟最高 K 肥組之產量却與不施 K 肥組無明顯差異現象。

綜觀表 3 結果可知，栽培千里達山藥之肥料推薦用量以 N:P₂O₅:K₂O=90:60:60 kg/ha 較宜，如此將能使千里達山藥之生產能力得以發揮，惟實際施用時應參考栽培場所之土壤分析結果。

山藥塊莖一般均有低溫休眠特性，於三月底或四月初氣溫升高時，促使塊莖開始萌芽，所以於中部地區栽培山藥通常於四月下種，此時不但溫度逐漸上升且降雨量亦轉多（表 1），將較有利其生長發育。由比較不同種植期對千里達山藥塊莖生產之結果可知（表 4），愈晚種植時（六月），小區內新塊莖粒數雖然比四月增加達 20—30%（資料未列），但其塊莖平均長度及寬度則呈顯著降低趨勢，小區中大於 200g 之塊莖粒數及重量亦隨種植期之延後而明顯下降；以最大粒塊莖之重量比較為例，延遲二個月的粒重只為 4 月種植者之 51.2%；在小區產量方面，4 月種植之塊莖收量分別為 5 月及 6 月者之 120% 及 132%，而達 5% 差異顯著水準；在公頃產量方面，4 月、5 月及 6 月者分別為 23.10 t/ha、19.25t/ha 及 17.50t/ha，三者間之差異顯著。由此可知，為確保千里達山藥於臺中地區栽培之生產能力，其種植期應不能晚於 4 月。

表 4. 不同種植期對千里達山藥塊莖產量之影響（臺中）

Table 4. Effect of planting date on the tuber yield of yam Coconut-Lisbon at Taichung area

Planting date (Month)	Tuber length (cm)	Tuber width (cm)	Tubers weightier than 200g			Plot yield (kg/12m ²)	Yield (t/ha)
			No. per plot (no./12m ²)	Fresh weight (kg/12m ²)	Largest tuber (kg)		
4	16.0a*	9.3a	36a	24.0a	1.64a	277a	23.10a
5	9.2b	6.8b	30b	21.0b	1.50a	23.1b	19.25b
6	7.3c	5.6c	27c	13.5c	0.84b	21.0b	17.50c

*: Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's new multiple range test.

比較不同行距對千里達山藥塊莖生產之結果可知（表 5），行距愈大時，千里達山藥每穴粒數及其重量有逐漸增加之現象，以行距為 120cm 為例，其每穴平均粒數及重量各為 2.9 粒及 537.2g，為所有行距之冠，在塊莖平均長度及寬度兩性狀之表現，亦呈現相同趨勢，即行距愈大時其塊莖平均長度及寬度比較小行距者加大，小區中大於 200g 之塊莖粒數隨行距之增加而增加，但總重量則反是，

如行距為 80cm 時，其大於 200g 塊莖粒數較少，約為 120cm 者之 83%，但小區總重量則為後者之 1.19 倍，最大粒塊莖之表現較不規則，以 80cm 行距者較大，達 715g，其次為 120cm 者；小區平均產量以行距為 120cm 者較高，達 24.0kg，其次為 100cm 者，較小行距之小區產量較低，只約為 120cm 者之 71.5%；在公頃平均產量方面以 100cm 組較高，達 18.52t/ha，其次為 80cm 組，達 17.86t/ha，最少的是 120cm 組，其公頃產量只為 100cm 組之 90%。

表 5. 不同行株距對千里達山藥塊莖產量之影響

Table 5. Effect of plant spacing on the tuber yield of yam Coconut-Lisbon

Plant spacing (cm)	Tuber number (no/hill)	Tuber weight (g/hill)	Tuber length (cm)	Tuber width (cm)	Tubers weightier than 200g			Plot yield (kg/12m ²)	Yield (t/ha)
					No. per plot (No./12m ²)	Fresh weight (kg/4m ²)	Largest tuber (kg)		
80×20	1.9b*	294.9d	8.8b	7.1b	32.1c	12.3b	703.3a	17.7c	18.43a
80×30	2.3b	460.8b	9.4b	7.5b	35.1bc	15.0a	726.7a	16.6c	17.28b
100×20	2.3b	364.0c	9.6b	7.6b	29.4d	18.8c	423.3c	21.8b	18.20a
100×30	2.1b	627.5a	9.3b	7.5b	39.0b	16.8a	723.3a	22.6b	18.83a
120×20	2.8a	384.3c	10.1a	7.4b	44.1a	12.0b	623.3b	23.1b	16.01c
120×30	2.9a	690.1a	10.1a	8.6a	36.9b	11.0bc	713.3a	24.8a	17.25b
Average between plants									
80cm	2.1b	377.9c	9.1a	7.3a	33.6b	13.7a	715.0a	17.2c	17.86b
100cm	2.2b	495.8b	9.5a	7.6a	34.2b	12.8b	573.3c	22.2b	18.52a
120cm	2.9a	537.2a	10.1a	8.0a	40.5a	11.5c	668.3b	24.0a	16.63c
Average between rows									
20cm	2.33a	347.7b	9.5a	7.4a	35.1b	11.0b	583.3b	20.9a	17.55a
30cm	2.43a	592.8a	9.6a	7.9a	36.9a	14.3a	721.1a	21.3a	17.79a

*: Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's new multiple range test.

比較不同株距對千里達山藥塊莖生產之結果可知(表 5)，較小株距(20cm)較不利於千里達塊莖之生長與發育，尤其是每穴塊莖之重量、小區中大於 200g 塊莖之粒數、總重及最大塊莖重等，都明顯低於 30cm 株距組。

綜觀表 5 結果可知，栽培千里達山藥時之行株距以 100×30cm 較為適當，其公頃產量達 18.8 t/ha，為所有行株距之冠。

由表 8 可知，鳳山地區千里達山藥的公頃生產能力只有 11.21 t/ha，遠低於嘉義之 20.38 t/ha 及臺中之 22.65 t/ha，而四個參試山藥品種在此三個地區之平均公頃產量亦以臺中之 18.7 t/ha 居先，嘉義之 17.0 t/ha 次之，鳳山之 12.93 t/ha 殿後（表 6）。推究臺中地區較適宜千里達等山藥品

表6.不同地區山藥栽培試驗之土壤分析結果與平均產量

Table 6. Soil analysis and average tuber yield of yam Coconut-Lisbon cultivated in different regions

Soil source	pH	Soil texture	Sand (%)	Clay (%)	Silt (%)	Organic matter (%)	Effective P (P ₂ O ₅ kg/ha)	Effective K (K ₂ O kg/ha)	Tuber Yield averaged (t/ha)*
Taichung	5.1	L	40.9	14.0	45.0	1.87	123.2	307.3	18.70
Chiayi	6.8	L	52.9	9.0	38.0	2.13	256.9	394.6	17.00
Fengshan	6.8	L	40.9	13.0	46.0	1.14	133.8	162.7	12.93

*: Yield data calculated from Table 8

種發揮生產潛力的可能原因如下，其一為臺中地區之土壤質地及 pH 值尚稱適宜，且有機質及有效 K 含量不低，嘉義地區之土壤條件由表 6 數據可知不在臺中之下，鳳山地區則由於有機質及有效 K 含量偏低，將較不利千里達等山藥品種地下塊莖之生長；原因之二為氣象要素如溫度、雨量及日照時數之差異，因為一般山藥種薯發芽之適溫約為 17—18°C 左右，莖蔓與葉生長之適溫約為 25—26°C，而新塊莖形成與發育之適溫約為 22—23°C，而臺中及嘉義二地區 4 月平均溫度（表 1 及表 7），各為 21.50°C 及 21.13°C，比鳳山地區之 23.9°C，似較適宜千里達山藥種薯之發芽及根之生長，此二地區於 5—8 月之平均溫度各為 27.93°C 及 27.67°C，比鳳山地區之 28.7°C 可能較適宜山藥莖蔓及葉之生長，而在 9—12 月山藥新塊莖之形成、整形、肥大及充實時期，臺中及嘉義兩地之平均溫度各為 22.55°C 及 21.25°C，較鳳山地區之 24.25°C 似較適宜新薯塊之發育；在降雨量方面，於 5—8 月莖葉伸長繁茂時期，臺中、嘉義及鳳山三地區之平均雨量各為 144.3、329.9 及 322.8 mm，在量的方面都不匱乏，而於 9 月新塊莖形成期，鳳山地區之雨量高達 464.8mm，且於 9—12 月之平均雨量為臺中及嘉義之 2.3 及 2.6 倍多，在溫度較高及水份較多兩因素影響下，似較不利新薯塊之生長及充實；在平均日照時數方面，嘉義地區於莖葉發育時期，比臺中地區有較充裕日光照時間，而於新薯塊形成充實時期，則比臺中地區日照時數較少，鳳山地區由於日照資料缺如無從比較（表 7）。

表7.山藥不同地區栽培試驗之氣象要素比較*

Table 7. Meteorological data in different regions for yield trial of yam Coconut-Lisbon*

Month	Temperature (°C)		Precipitation (mm)		Radiation (hr)	
	Chiayi	Fengshan	Chiayi	Fengshan	Chiayi	Fengshan
1	17.00	18.07	42.1	84.2	4.81	—
2	16.87	18.93	16.3	10.0	4.59	—
3	17.40	21.50	52.8	12.8	4.13	—
4	21.13	23.90	98.7	117.9	3.63	—

Table 7. (續)

Month	Temperature (°c)		Precipitation (mm)		Radiation (hr)	
	Chiayi	Fengshan	Chiayi	Fengshan	Chiayi	Fengshan
5	26.57	28.57	181.3	100.4	5.16	—
6	28.10	28.77	199.8	232.4	8.27	—
7	28.73	29.40	305.6	202.3	8.03	—
8	27.27	28.07	632.8	756.1	6.68	—
9	26.47	28.37	176.7	464.8	5.27	—
10	24.30	27.17	1.8	26.0	4.61	—
11	18.63	22.30	10.2	2.0	5.57	—
12	15.60	19.17	5.8	17.9	6.77	—
5—8 (Average)	27.67	28.70	329.9	322.8	7.04	—
9—12 (Average)	21.25	24.25	48.6	127.7	5.56	—
4—12 (Average)	24.09	26.19	179.2	213.3	6.00	—

*: Source: from Central Weather Bureau 1988.

由表 8 的結果可知，千里達山藥在臺中本所、嘉義分所及鳳山分所之生育性狀及產量表現有很大差異，株高以臺中之 469cm 居先，嘉義居次，鳳山株高低於臺中達 161cm；全株重亦以臺中者最大，嘉義其次，鳳山全株重只為臺中之 44.6%；惟在分蘗數方面則以鳳山之 6.1 支最多，嘉義次之，而臺中者只有 2.3 支；莖徑及根長之差異不大，前者以臺中之 0.64cm，後者以嘉義之 35.3cm 較佳；葉數方面仍以臺中最多，達 437 片，鳳山居次，而嘉義較少；地下部根及塊莖鮮重以臺中之 972g

表 8. 四種山藥品種 (系) 於不同栽培地區之生育性狀及產量比較

Table 8. Comparison on the agronomic characteristics and tuber yield of four yam genotypes cultivated in different regions

Genotypes	Locality	Plant height (cm)	Plant weight (g/pl)	Tillers (no/pl)	Stem diameter (cm)	Leaves (no pl)	Tuber & root (g/pl)	Root length (cm)	New formed tubers (no/pl)	New tuber weight (g/pl)	Yield (t/ha)
Coconut Lisbon	Taichung	468.7	1,134.8	2.3	0.64	437.3	972.4	30.8	2.7	815.0	22.65
	Chiayi	419.7	1,125.0	4.3	0.54	312.0	741.7	35.3	5.1	733.3	20.38
	Fengshan	308.0	506.0	6.1	0.52	369.0	298.0	34.2	4.7	373.7	11.21
	Average	398.8	921.9	4.2	0.57	372.8	670.7	33.4	4.2	640.7	18.08
Brazilian yam (CK ₁)	Taichung	400.7	726.7	1.8	0.62	169.0	265.4	34.0	1.3	475.0	14.25
	Chiayi	430.3	728.0	5.4	0.49	377.0	485.0	28.3	4.5	485.0	14.55
	Fengshan	345.0	1,146.7	3.0	0.62	420.0	740.0	37.3	2.7	730.0	20.29
	Average	392.0	867.1	3.4	0.58	322.0	496.8	33.2	2.8	563.3	16.36
Chiayi local yam (CK ₂)	Taichung	478.3	1,331.6	2.2	0.85	323.7	595.9	30.6	2.0	588.3	16.35
	Chiayi	407.7	1,233.4	4.6	0.54	165.3	966.7	28.9	3.6	763.3	21.22
	Fengshan	307.3	1,073.4	4.8	0.65	553.3	531.7	34.5	5.4	466.7	12.97
	Average	397.8	1,212.8	3.9	0.68	347.4	698.1	31.3	3.7	606.1	16.85
Taitung local yam (CK ₃)	Taichung	562.3	1,288.7	2.9	0.86	416.0	943.4	52.3	2.6	775.0	21.55
	Chiayi	438.7	583.3	5.4	0.52	221.0	428.3	31.0	3.9	426.7	11.86
	Fengshan	439.3	733.3	2.5	0.63	484.0	265.0	25.6	3.4	260.0	7.23
	Average	480.1	868.4	3.6	0.67	373.7	545.6	36.3	3.3	487.2	13.54

明顯居先，嘉義之 742g 次之，而鳳山之地下部重只為臺中之30.6%；臺中之新塊莖數為三地區最少者，只有2.7個，不及嘉義之5.1個及鳳山之4.7粒；在新塊莖平均重量方面，仍以臺中之 815g 最大，其次為嘉義之 733g，由於鳳山新塊莖重只有 374g，所以其公頃產量最低，只有 11.21t/ha。比較三個地區對千里達山藥塊莖之生產之影響，應以臺中或嘉義兩地較宜，其公頃產量分別為鳳山之 2.02及1.82倍，且塊莖較為圓大。

綜合比較千里達山藥與其他三對照種山藥的生育性狀及公頃產量可知（表 8），千里達山藥在分蘗數、新塊莖數及新塊莖重三方面優於其他山藥品種，在葉數及根長二方面略小於臺東地方種，在地下部重則略低於嘉義種。由於千里達山藥新塊莖重比其他品種高出不少，而且數目又多，所以其公頃產量優於其他品種，平均產量比嘉義種、巴西山藥及臺東種高出 7.3%、10.5%及33.5%，巴西山藥的平均產量略低於嘉義地方種，但高於臺東山藥。臺東地方種之株高為四種山藥之冠；在全株重方面則以嘉義地方種最高。由此可知，四種參試山藥在各地區之適應及生產能力互異，千里達山藥似較適於臺中栽培。嘉義亦可，鳳山則欠佳；巴西山藥則反是，以鳳山較佳，其次為嘉義及臺中；嘉義地方種在嘉義地區之生產能力較高；臺東地方種則以臺中地區之產量最好。

由表 9 千里達山藥各項性狀之相關分析結果可知，株高顯著影響其他性狀的發育，而對山藥產量影響最大之新塊莖重則與株高、全株重及地下部重三項有顯著正相關關係。

表9. 千里達山藥各項性狀之相關分析

Table 9. Correlation coefficients among various characteristics of yam Coconut-Lisbon

Characteristics	Plant height (cm)	Plant weight (g/pl)	Stem & leaves (g/pl)	Stem diameter (cm)	Leaves (no/pl)	Tuber & root (g/pl)	Root length (cm)	New formed tuber (g/pl)
Plant height	1.0000	.9466**	.9209**	.9210**	.6812*	.7173*	.7199*	.7444*
Plant weight		1.0000	.7784*	.8162**	.4359	.8955**	.5965	.9120**
Stem & leaves			1.0000	.8811**	.8940**	.4178	.6831*	.4527
Stem diameter				1.0000	.7145*	.5568	.9146**	.5894
Leaves					1.0000	-.0029	.5884	.0365
Tuber & root						1.0000	.3791	.9991**
Root length							1.0000	.4110

*: Significant at 5% level **: Significant at 1% level

表10. 四種山藥塊莖皮部與內部鮮重分配比率及乾肉產量比較

Table 10. Comparison on the partition ratios of fresh weight between skin and flesh of tubers and yield of dried meat among four yam genotypes

Genotype	Tuber skin		Tuber flesh		Yield of dried tuber meat* (t/ha)
	Fresh weight (%)	H ₂ O content (%)	Fresh weight (%)	Dry matter content (%)	
Coconut-Lisbon	19.1	77.7	80.9	28.4	5.20
Brazilien yam (CK ₁)	19.2	62.3	80.8	27.5	3.17
Chiayi local yam (CK ₂)	23.1	60.5	76.9	35.5	4.46
Taitung local yam (CK ₃)	31.1	77.1	68.9	28.0	4.16

*: Mean data calculated from Tab. 8

由表10結果可知，塊莖皮部以臺東地方種較厚，而以千里達最薄；在皮部之含水率方面，則以千里達之77.7%居首，嘉義地方種只含60.5%；比較塊莖肉部鮮重可知，以千里達及巴西山藥最優，臺東地方種之肉部只為全重之69%，而其中之粗乾物率為28%；此值比嘉義地方種之35.5%及千里達之28.4%偏低，但仍高出巴西山藥約0.5%；在塊莖乾肉公頃產量方面，以千里達山藥之 5.2t/ha 最高，其次為嘉義地方種及臺東地方種，而以巴西山藥之 3.17t/ha 最低，塊莖肉部切角並經 105°C 7 小時烘乾後，即可裝箱供外銷用。

由表11結果可知，四種山藥塊莖肉部在經過兩次烘乾手續後之含水率，以巴西山藥之82.9%較高，而以嘉義地方種之73.6%較低，此亦表示後者比巴西山藥有較大量的固形產物（26.5%）；在粗蛋白質含量方面，以千里達之1.69%及嘉義地方種之1.68%較優，而以巴西山藥之1.06%最低；粗脂肪含量以嘉義地方種及千里達山藥較高；巴西山藥之粗纖維含量雖略低於嘉義地方種，但比其他兩種山藥都高；臺東地方種之灰分含量最低，只含約0.08%，其可溶性無氮物含量為16.5%，雖低於嘉義地方種及千里達山藥，但仍略高於巴西山藥。

表11.四種山藥塊莖可食部分之一般組成分

Table 11. Gross composition of tuber meat of four yam genotypes

Genotype	H ₂ O (%)	Solid matter (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Fiber (%)	Ash (%)	NFE* (%)
Coconut-Lisbon	80.33	19.67	1.69	0.07	0.09	0.11	17.71
Brazilien yam (CK ₁)	82.98	17.12	1.06	0.05	0.12	0.11	15.78
Chiayi local yam (CK ₂)	73.55	26.45	1.68	0.08	0.13	0.11	24.45
Taitung local yam (CK ₃)	81.99	18.01	1.29	0.05	0.07	0.08	16.52

*: Nitrogen free extract (NFE) consists of carbohydrates and some organic acids.

表12.千里達山藥塊莖乾粉內胺基酸之組成分及含量**

Table 12. Composition and contents of amino acids analysed from dried tuber powders of yam Coconut-Lisbon

Amino acids	Composition (%)	Content (n mole/100mg powder)
Asparagine	11.18	38.92
*Threonine	4.69	16.29
Serine	7.00	24.71
Glutamine	13.35	41.77
Proline	1.47	13.32
Glycine	7.61	22.23
Alanine	6.72	24.13
1/2 Cysteine	0.43	1.96
*Valine	5.24	18.83

Amino acids	Composition (%)	Content (n mole/100mg powder)
*Methionine	1.61	5.11
*Isoleucine	3.90	13.95
*Leucine	7.03	23.75
Tyrosine	1.73	5.71
*Phenylalanine	3.84	13.37
*Histidine	2.62	7.82
*Lysine	5.83	14.95
NH ₃	9.50	52.35
*Arginine	6.20	26.02
Total	100.00	365.19

*: Necessary amino acids, tryptophan not analysed

利用胺基酸分析儀測定千里達山藥塊莖乾粉內蛋白質之胺基酸種類及濃度，由表12結果可知，千里達山藥具有全部可鑑定之波峰共18個（圖未列出），在其組成中佔較大部分的是 glutamine 及 asparagine，最少的是 cysteine，上述三種胺基酸之含量依次為每 100 mg 乾粉中含 41.77、38.92 及 1.96 n mole，而總含量達 365.19 n mole，在供測之必需胺基酸方面，千里達山藥具有全部人體不能製造之胺基酸，其中且以 leucine、valine、threonine 及 lysine 含量較高。

表13. 四種山藥塊莖肉質部分於去皮後二十四小時之顏色變化

Table 13. Color changes of tuber meat of four yam genotypes 24 hours after peeling off the skin

Genotype	Determine duration (hr)	Colour change		
		L	a	b
Coconut-	0	70.35b*	- 4.28 b	10.75 b
Lisbon	24	79.38a	- 0.48 a	15.37 a
Brazilien	0	66.00b	- 3.47 b	10.14 b
yam (CK ₁)	24	78.41a	- 1.19 a	12.42 a
Chiayi local	0	64.66b	- 4.34 b	8.68 b
yam (CK ₂)	24	80.16a	- 0.61 a	14.65 a
Taitung local	0	70.20b	- 5.66 a	10.06 b
yam (CK ₃)	24	83.19a	- 4.33 a	12.47 a

*: Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's new multiple range test.

山藥塊莖自田間採收以至於加工外銷之流程如下：田間採收—去土削皮—浸水—消毒—切角—排盤—熱風乾燥—成品。於削皮後山藥塊莖肉色能否長久保持純白原色為最重要的外銷品質之一，由表

13去皮山藥新鮮塊莖肉色變化結果可知，經過24小時後四種山藥塊莖肉色之亮度（L值）呈明顯增加趨勢，除了臺東地方種較不轉呈紅色外，四種參試山藥塊莖肉色都明顯有變紅及變黃的現象。

千里達為目前山藥外銷唯一優良品種，其理由除了產量穩定優異外，品質與營養價值甚佳亦為重要原因之一，經切角及熱風乾燥七小時後，其水分約佔8.7%，粗蛋白質含量為8.6%，較重要的礦物元素如N及K之含量各為1.37%及1.81%，此外亦含有Ca、Mg及Zn等（表14）。

表14. 千里達山藥塊莖切角之重要成分

Table 14. Gross composition of tuber pieces (0.5cm³) from yam Coconut-Lisbon

Genotype	H ₂ O (%)	Crude protein (%)	Mineral elements (%)				
			N	Ca	Mg	Zn	K
Coconut-Lisbon	8.73	8.59	1.37	0.38	0.11	0.01	1.81

粘度為外銷山藥之另一重要品質，由表15結果可知，四種山藥在48小時分析時間內之粘度變化頗為穩定，千里達山藥以平均粘度為 163.2 Centipoise 高居首位，巴西山藥以159.3居次，而嘉義及臺東兩地方種之平均粘度只約為千里達山藥之15.2%及26.2%，由此可知品種間之差異很大。

表15. 四種山藥塊莖肉質部分之粘度變化

Table 15. Comparison of viscosity variation of tuber meat within 48 hours of peeling off the skin among four yam genotypes

Genotype	Analysis duration (hr)	Viscosity (Centipoise)
Coconut-Lisbon	0	158.0
	24	154.5
	48	177.0
	Average	163.2
Brazilien yam (CK ₁)	0	157.0
	24	158.0
	48	163.0
	Average	159.3
Chiayi local yam (CK ₂)	0	22.0
	24	28.5
	48	24.0
	Average	24.8
Taitung local yam (CK ₃)	0	41.0
	24	43.0
	48	44.0
	Average	42.7

引用文獻

1. 行政院衛生署中藥典範編輯委員會 • 1985 • 山藥 • 中華民國中藥典範第一輯 : 660—664
2. 李玉寶 • 1976 • 山藥密植試驗 • 臺灣省花蓮區農業改良場業務年報 (65) : 70—72
3. 李玉寶 • 1976 • 山藥品種對不同地勢適應性試驗 • 臺灣省花蓮區農業改良場業務年報 (65) : 72—77
4. 李玉寶、蔡炯松 • 1978 • 山藥品種對不同地勢適應性試驗 • 臺灣省花蓮區農業改良場業務年報 (66) : 53—56
5. 李玉寶、蔡炯松、周明和 • 1979 • 山藥品種比較試驗 • 臺灣省花蓮區農業改良場業務年報 (68) : 77—81
6. 李玉寶、蔡炯松、周明和 • 1979 • 山藥種薯切塊大小對產量與經濟之關係研究 • 山藥密植試驗 • 臺灣省花蓮區農業改良場業務年報 (69) : 81—82
7. 那琦、甘偉松、楊榮季 • 1978 • 臺灣產藥材之生藥學研究 (IV) 臺灣產零餘子之生藥學研究 • 中國醫藥學院研究年報 9 : 330—375
8. 郁宗雄、陳嘆 • 1975 • 山藥新品種 • 豐年 25 : 16—17
9. 徐原田 • 1978 • 磷鉀肥施用量與行株距密度對山藥產量及蛋白質含量之影響 • 中華農業研究 27 : 315—324
10. 徐原田 • 1979 • 不告覆蓋物對山藥產量及品質影響之研究 • 中華農業研究 28 : 117—123
11. 徐原田 • 1981 • 不同支架型式對山藥產量及品質之影響 • 中華農業研究 30 : 357—361
12. 張進益 • 1988 • 山藥 • 經濟植物集 • 豐年 : 44—49
13. 黃金池 • 1985 • 山藥—臺灣稀有作物系列 • 農業周刊 11 : 26—27
14. 彭德昌 • 1988 • 利用塑膠管栽培長形山藥 • 豐年 38 : 49—52
15. 劉增棠、黃瑞泉 • 1978 • Dioscoreaceae 薯蕷科 • Flora of Taiwan : 100—109。
16. 蔡炯松、周明和 • 1981 • 山藥不同栽培密度與不同施肥量對產量之影響試驗 • 臺灣省花蓮區農業改良場業務年報 (70) : 82—84
17. 蔡炯松、周明和 • 1982 • 山藥品種對花蓮地區山坡地試驗 • 臺灣省花蓮區農業改良場業務年報 (71) : 95—96

The Cultivation Techniques for Enhancing Productivity and Processing Quality of Yam (*Dioscorea alata* L.)¹ Coconut-Lisbon

Sin-Yie Liu²

Summary

Four yam genotypes, including Coconut-Lisbon and three check genotypes, i. e., Brazilian yam, Chiayi local yam and Taitung local yam, were tested for their growth responses to cultural practices and chemical composition of tubers was analysed. The purpose was to develop cultural techniques suitable for the production of variety Coconut-Lisbon.

The results indicated that genotype Coconut-Lisbon could be cultivated on sandy loam rich in organic matter in the regions from Taichung to Chiayi. Fertilization rate of N : P₂ O₅ : K₂ O = 90 : 60 : 60 kg/ha, planting density of 30,000 plants/ha and planting date no later than April were recommended. Mean maximum tuber yield of 21.59t/ha was recorded with the above-mentioned cultural conditions.

Analyses of tuber chemical composition showed that genotype Coconut-Lisbon was high in contents of crude protein, many mineral elements and all essential amino acids. Two characters related to processing quality, i. e., changes in color and viscosity after peeling off the skin, were also superior to those of the other three genotypes. However, immediate processing of tubers was suggested to avoid browning of the products.

Based on the adaptability and yield and quality performance, Coconut-Lisbon was recommended as a superior yam variety for economic cultivation.

1. Contribution No. 1472 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported in part by a grant from the Council for Agriculture, Executive Yuan, ROC.

2. Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, ROC.