

臺灣原生鐵炮型百合之早熟開花及 鱗莖生育選拔¹

洪惠娟²、張正³、陳美齡²、陳盈君⁴

摘 要

本試驗採用從臺灣 9 個縣市採集的 23 個採集代號的鐵炮型百合種子，每個採集代號使用 300-800 粒種子不等，進行種子低溫層積、穴盤育苗後，定植於埔里分場田間栽植，調查百合實生苗之存活率、抽莖率及開花率，並篩選出生育強健及早熟開花的個體 54 株。於秋季休眠期挖掘 54 株選拔株的鱗莖，其中 11 株獲得鱗莖進行鱗片繁殖，鱗片球在一個生長季栽培後採收鱗莖，進行第二次鱗片袋裝繁殖，以篩選鱗片繁殖倍率高及鱗莖發育存活率高之單株。試驗結果顯示，採自苗栗後龍的 L399S-4、新北南雅的 L408S-1 及 L408S-5 等三株，養球期間種球存活率較高可達 80.6% 以上，單球比例分別為 87.2%、77.1% 及 62.8%，為本次試驗經歷早熟開花、鱗莖生育及鱗片繁殖倍率等三階段篩選出 3 個較佳的原生鐵炮型百合單株，後續將進行品系試驗及區域試驗，以培育新的鐵炮型百合品種。

關鍵字：鐵炮型百合、早熟開花、種球、繁殖

前 言

百合是國際重要切花，在 109 年的臺灣地區農產品批發市場年報中百合約有 935 萬把的交易數量，產值約 12.7 億元新臺幣，佔拍賣市場切花數量 14.8%，總交易金額占 32.6%⁽⁹⁾，在國內切花市場佔有舉足輕重的角色。百合切花生產用種球主要由國外進口，在農糧產銷資訊整合平台的統計資料中，109 年進口百合種球 6,168.88 公噸，其中荷蘭佔 88.9% 為最主要的進口國，其餘還有智利、紐西蘭和法國各佔 5.7%、3.7% 和 1.7%⁽⁸⁾。

百合栽培適溫在 15-20°C，超過 25°C 花朵品質下降，因此臺中市和南投縣分別為冬季和夏季的主要產區，各佔 109 年栽培面積 402 公頃中的 49.3% 和 40.5%⁽⁷⁾。然而，隨著氣候變遷，極端氣候頻頻發生，耐熱性的導入成為百合生產者的期望，亦為百合育種的重要目標。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 1028 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場埔里分場副研究員、研究助理。

³ 國立中興大學園藝學系教授。

⁴ 明道大學精緻農業學系助理教授。

百合屬(*Lilium*)超過85個種⁽⁶⁾，臺灣有2(3)個種及2個變種⁽¹⁷⁾，其中臺灣百合遍布全島，從海平面到3,500公尺均可發現，分布最廣，因此在植株外表性狀、開花期等存在甚多的差異，且在生育上具有早熟性、耐高溫、休眠性淺等特性^(1,3,4,5,6,13,17)，除了應用在原生地復育外^(2,12)，也具有作為育種親本的潛力^(10,11)。

百合屬植物之繁殖方式繁多，如種子繁殖或者以鱗片、珠芽、子球等作為繁殖體的無性繁殖及組織培養等^(5,15,16)，百合切花商業品種以組織培養方式量化^(15,16)，再輔以田間種球培育，養成開花球供貿易販售；鐵炮型百合常用種子播種或鱗莖繁殖，以種子繁殖為適⁽¹²⁾，播種發芽後定植田間1年內可開花^(3,12)。

張(2016)以採集全臺各地的14個族群種子經育苗定植後觀察，北部族群具有較寬短的鱗片葉，後龍族群於抽莖後1個月開花，北海岸族群抽莖後2個月開花，中南部族群則於抽莖後4個月露蕾^(3,4)。Hiramatsu等人(2001)以琉球群島與臺灣的19個原生鐵炮百合和8個臺灣百合進行開花時間與莖生葉形態調查，認為藉由自然棲息地的適應性與開花時間的相對明顯差異造成了種間的隔離⁽¹⁴⁾，戴等(2006)認為使用特定引子可對臺灣原生鐵炮型百合作完整的分群，葉長寬比值 18-20可以做為臺灣百合與鐵炮百合族群初步分類的依據⁽¹³⁾。

百合的切花或盆花生產均以種球為主要種苗來源，本試驗於田間篩選早熟開花及生長強健的個體，再以適合以種球繁殖的目標進行選拔，以篩選適合作為育種親本的鐵炮型百合。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗之鐵炮型百合種子取自於國立中興大學園藝學系花卉研究室的臺灣原生百合種原庫，詳細的採集資訊詳見表一，採集位置來自臺灣9個縣市不同海拔高度之棲地，共計23個採集代號，其中採集代號L399S與L507S為800粒種子，L422S與L500S為500粒種子，其餘代號為300粒種子。

二、試驗方法：

(1)育苗

105年9月7日將鐵炮型百合種子播種於含有泥炭土(滿地王介質，全氮0.4%，有機質90.0%，農友種苗股份有限公司，臺灣)：真珠石(南海真珠石3號，南海園藝有限公司，臺灣)：蛭石(南海蛭石3號，南海園藝有限公司，臺灣)為2:1:1(體積比)混合介質的圓淺盆(直徑17cm×高11.5cm)，並進行覆土，澆濕介質至底部滲出小水滴，將盆口以保鮮膜覆蓋加以保濕，放置於 $5 \pm 1^\circ\text{C}$ 中進行黑暗冷藏層積處理，經30天後移出冷藏庫放置於中興大學葡萄中心新網室中使其發芽，並於11月16日移到埔里分場育苗，將百合幼苗移植至含有泥炭土：真珠石：蛭石為2:1:1混合介質的72格穴盤。

於 106 年 1 月 25 日起至 2 月 9 日陸續移到 40 格的穴盤中，介質使用如上所述，每週施用 1 次 1,000 倍之新百得肥二號(N : P₂O₅ : K₂O=20-20-20, J. R. Peters, Inc., Allentown, USA) 速效水溶性肥料。

(2)田間定植

於 106 年 3 月 2 日將實生苗定植於露天田區，每分地施用 400 kg 有機肥(大自然生技基肥，N:P₂O₅:K₂O:有機質=2.5:2.5:1.5:60, 福壽實業公司)，於 60 cm 畦寬種植 4 行，行株距為 15 × 15 cm，每畦安裝 2 條滴帶(Typhoon 16200, Netafim，出水量 1.2 L/H，出水孔間距 0.20 m)進行滴灌。鐵炮型百合種苗採完全逢機方式排列種植於田間，定植後調查種植的種苗數量，並計算種苗育成率(種植苗數/播種種子數×100%)。

(3)生長發育之調查

定植後 3 個月調查抽莖率(抽莖數/定植苗數×100%)與田間成活率(成活株數/定植苗數×100%)。開花株依開花時間順序於原有之代號加上序號，調查開花株數、開花率(開花株數/定植苗數×100%)、到花天數、花朵數及單一花朵之花朵壽命。

(4)鱗片繁殖及培育

開花株於植株地上部黃化與乾枯後由田間挖起，剝取外側鱗片，清洗乾淨後，以 1 g/L 億力溶液浸泡 30 分鐘，晾乾後放入裝有蛭石(與水比例為 8:1)的封口袋(14 cm×22 cm)中，放在紙箱內黑暗處理，置於 25°C 下培養，經 3 個月後將鱗片繁殖生成小球定植在 2 吋(直徑 6.3 cm × 高 9 cm)黑軟盆中，經 1 個生長季後採收鱗莖並調查種球數量及鮮重。

另進行第 2 次鱗片繁殖，繁殖方法同上所述，種球經 2 個生長季的培養後，調查種球數量、存活率(存活盆數/種植盆數×100%)、多球比例(多球盆數/存活盆數×100%)及單球比例(單球盆數/存活盆數×100%)。

結果與討論

一、不同採集來源種子苗育成率及田間存活率

鐵炮型百合種子播種後育苗、田間定植 3 個月後存活率及抽莖情形如表二，育成率 80% 以上有 L417S 與 L418S，分別為 82.7% 與 85.3%，70% 以上有 L507S 與 L412S 各為 75.3% 與 71.3%，L413S 育成率為 60.7%，50%-60% 有 7 個，40%-50% 有 5 個，20%-30% 有 4 個，L414S 為 16.3%，L415S 最低 6.3%，僅育成 19 株小苗。

試驗所用種子取自國立中興大學園藝系花卉研究室的臺灣原生百合種原庫，依種子採集資訊(表一)可知為貯藏 2-4 年的種子，育成率最高及最低之代號均在同一採集地點且相同時間採集的 11 個代號中，因此育成率可能與採收時種子本身的發育情形有關。

田間存活率 10%-20% 與 30%-40% 各有 5 個，50%-60% 與小於 10% 各有 3 個，20%-30% 與 40%-

50%各為 2 個，60%-70%、70%-80%與 80%-90%則各有 1 個(表二)。

田間存活率以L422S(種子取自花蓮場，花蓮縣吉安鄉，海拔約40 m)最高 85.5%，其次為 L342S(採集地為臺中市大肚區，海拔 224 m)之 73.3%及 L345S(採集自屏東縣霧台鄉，海拔 1,021 m)65.4%；L216S(採自南投縣仁愛鄉梅峰，海拔 2,134 m)的田間存活率為 0%，定植 161 株於 3 個月後全部死亡，L503S(嘉義縣番路鄉，海拔 1,251 m)與 L418S(宜蘭縣龜山島，海拔 32.9 m)存活率分別為 9.1%與 4.7%，與 L216S 均為存活率小於 10%之代號。

表一、鐵炮型百合族群代號種子採集資訊

Table 1. The information of seeds collection of longiflorum-type lily

Collection number	Collection site	City	Collection date	Elevation (m)
L216S	Meifeng	Nantou	2012/10/30	2,134
L237S	Alishan	Chiayi	2012/12/02	1,403
L341S	Xitun	Taichung	2013/10/03	180
L342S	Dadu	Taichung	2013/10/03	224
L345S	Wutai	Pingtung	2013/10/15	1,021
L399S	Houlong	Miaoli	2014/06/21	26
L408S	Nanya	New Taipei	2014/06/24	96.8
L409S	Guishan Island	Yilan	2014/06/25	0
L410S	Guishan Island	Yilan	2014/06/25	0
L411S	Guishan Island	Yilan	2014/06/25	0
L412S	Guishan Island	Yilan	2014/06/25	0
L413S	Guishan Island	Yilan	2014/06/25	0
L414S	Guishan Island	Yilan	2014/06/25	59.2
L415S	Guishan Island	Yilan	2014/06/25	59.2
L416S	Guishan Island	Yilan	2014/06/25	0
L417S	Guishan Island	Yilan	2014/06/25	0
L418S	Guishan Island	Yilan	2014/06/25	32.9
L419S	Guishan Island	Yilan	2014/06/25	32.9
L422S	HDARES	Hualien	2014/06/25	40
L423S	Su'ao	Yilan	2014/06/26	195
L500S	Dadu	Taichung	2014/10/07	211
L503S	Fanlu	Chiayi	2014/10/13	1,251
L507S	Meiling	Taina	2014/10/13	680

二、不同採集來源種子苗抽莖率及開花率

抽莖是百合植株由營養生長轉換至生殖生長的生長相轉換，在 23 個鐵炮型百合中有 14 個 (60.9%)種子苗族群可在田間種植 3 個月內抽莖，抽莖率以 L414S 的 40.0%最高，依序為 L423S、

L409S、L507S、L411S 及 L342S 分別為 33.3%、32.8%、28.5%、18.5% 及 13.6%，其餘 8 個代號抽莖率小於 10%，有 9 個代號皆未抽莖(表二)。

表二、鐵炮型百合族群育苗數量、種苗育成率、定植 3 個月後田間存活率及抽莖率之調查

Table 2. Investigation of nursery number, survival rate of nursery, survival rate and emergence percentage after planting 3 month of longiflorum-type lily

Collection number*	Number of nursery	Survival rate of nursery (%)	Survival rate after planting 3 month (%)	Emergence percentage after planting 3 month (%)
L216S	161	53.7	0	0
L237S	70	23.3	25.7	0
L341S	127	42.3	46.5	6.8
L342S	150	50.0	73.3	13.6
L345S	78	26.0	65.4	3.9
L399S	463	57.9	39.7	3.7
L408S	165	55.0	37.8	5.9
L409S	151	50.3	51.6	32.8
L410S	157	52.3	49.7	2.6
L411S	78	26.0	34.6	18.5
L412S	214	71.3	27.1	0
L413S	182	60.7	14.3	0
L414S	49	16.3	10.2	40.0
L415S	19	6.3	36.8	0
L416S	172	57.3	18.6	0
L417S	248	82.7	18.8	4.2
L418S	256	85.3	4.7	0
L419S	134	44.7	18.7	0
L422S	207	41.4	85.5	9.3
L423S	80	26.7	33.8	33.3
L500S	204	40.8	57.1	6.3
L503S	131	43.7	9.1	0
L507S	602	75.3	55.1	28.5

*Eight hundred seeds were sown for L399S and L507S. Five hundred seeds were sown for L422S and L500S. All collection number except L399S, L507S, L422S and L500S were sown with 300 seeds.

在 14 個抽莖的鐵炮型百合中只有 12 個代號開花(表三)，其中 L341S、L410S、L414S 及 L500S 各有 1 株開花；L342S、L345S 及 L422S 各有 2 株開花；L399S、L423S、L408S 及 L409S 則分別有 3-6 株開花，L507S 有 26 株開花，共計 54 個開花株。

開花率以 L423S 最高為 5.0%，其次為 L507S(4.3%)、L409S(4.0%)、L408S(3.0%)、L345S(2.6%)、L414S(2.0%)、L342S(1.3%)、L422S(1.0%)、L341S(0.8%)、L399S(0.6%)、L410S(0.6%) 及 L500S(0.5%)。

開花時間最早是 L408S，第 1 朵花(L408S-1，依開花順序於採集號後加次編號)在定植田間後 68 天開花，L500S 的第 1 花在定植後 167 天開花，為本試驗 12 個開花族群中第 1 朵花開時間最

晚者。開花株每株可開 1-5 朵花，以 1 朵花的比例最高(75.9%，12 個開花族群開 1 朵花之個體數總和(41)除以全部開花個體數(54))，隨花朵數增加比例越低，花朵壽命由 5 天至 10 天，以 5-6 天的比例最高。

表三、鐵炮型百合之開花株數、開花率、到花天數、花朵數及開花天數調查

Table 3. Investigation of flowering number, flowering ratio, days to 1st flowering, flower number and flowering days of longiflorum-type lily

Collection number	Number of flowering	Flowering ratio(%)	Days to 1 st flowering	Flower no.					Flowering days
				1	2	3	4	5	
L216S	0	0	-	-	-	-	-	-	-
L237S	0	0	-	-	-	-	-	-	-
L341S	1	0.8	129	1	-	-	-	-	5
L342S	2	1.3	131-134	1	1	-	-	-	6.5±2.1 ^Z
L345S	2	2.6	127-133	-	1	1	-	-	6.5±0.7
L399S	3	0.6	75-146	2	-	1	-	-	5.7±2.1
L408S	5	3.0	68-114	4	1	-	-	-	6.8±1.1
L409S	6	4.0	77-150	4	1	1	-	-	6.0±1.4
L410S	1	0.6	103	1	-	-	-	-	5
L411S	0	0	-	-	-	-	-	-	-
L412S	0	0	-	-	-	-	-	-	-
L413S	0	0	-	-	-	-	-	-	-
L414S	1	2.0	112	-	1	-	-	-	6
L415S	0	0	-	-	-	-	-	-	-
L416S	0	0	-	-	-	-	-	-	-
L417S	0	0	-	-	-	-	-	-	-
L418S	0	0	-	-	-	-	-	-	-
L419S	0	0	-	-	-	-	-	-	-
L422S	2	1.0	84-90	2	-	-	-	-	7.0±0.0
L423S	4	5.0	82-94	4	-	-	-	-	5.8±0.5
L500S	1	0.5	167	-	-	-	1	-	10
L503S	0	0	-	-	-	-	-	-	-
L507S	26	4.3	123-190	22	1	1	1	1	5.8±1.1

^ZMeans±SE.

三、鱗片繁殖與種球培養及二次鱗片繁殖

開花株於 9 月與 11 月底植株地上部黃化、乾枯時由田間挖起，剝取鱗片進行鱗片繁殖，挖取種球時已有部分開花株已無種球，取得種球的有 L341S-1、L399S-1、L399S-2、L399S-4、L408S-1、L408S-5、L409S-5、L409S-6、L410S-1、L414S-1 及 L423S-4 等 11 個植株，L341S-1 與 L414S-1

在繁殖 1 年後種球數為 0，顯示不適合種球繁殖。種球數最多的是 L408S-5 繁殖 1 年後共有 24 個種球，種球平均鮮種 4.97 g，共取得 314 個鱗片(表四)，繁殖 2 年後共有 556 個種球，存活率為 90.2%，單球比例為 62.8%(表五)。

表四、鐵炮型百合選拔株繁殖 1 年後的種球數量、鮮重和鱗片數量調查

Table 4. Investigation of bulb number, fresh weight and scale number of longiflorum-type lily after propagating for 1 year

Collection number	No. of bulb	Fresh weight(g)	No. of scale
L341S-1	0	-	-
L399S-1	11	0.93±0.79 ^Z	67
L399S-2	2	2.08±0.64	20
L399S-4	1	6.79	27
L408S-1	13	6.89±3.41	147
L408S-5	24	4.97±2.31	314
L409S-5	6	3.05±1.80	68
L409S-6	5	5.07±2.01	74
L410S-1	7	3.71±1.02	111
L414S-1	0	-	-
L423S-4	16	4.04±1.63	147

^ZMeans±SE.

表五、鐵炮型百合選拔株繁殖 2 年後的種球數量、存活率及多球和單球比率調查

Table 5. Investigation of bulb number, survival rate, multiple bulb rate and mono-bulb rate of longiflorum-type lily after propagating for 2 years

Collection number	No. of bulb for 2 years	Survival rate (%)	Multiple bulb rate(%)	Mono-bulb rate (%)
L399S-1	80	51.1	8.7	91.3
L399S-2	17	56.3	44.4	55.6
L399S-4	201	80.6	12.8	87.2
L408S-1	122	96.5	22.9	77.1
L408S-5	556	90.2	37.2	62.8
L409S-5	44	39.9	47.4	52.6
L409S-6	46	48.0	19.4	80.6
L410S-1	84	62.0	7.5	92.5
L423S-4	222	64.8	35.7	64.3

其次是 L423S-4 第 1 年有 16 個種球，鮮重 4.04 g，取得 147 個鱗片(表四)，第 2 年養成 222 個種球，存活率 64.8%，單球比例 64.3%(表五)。L399S-4 在繁殖 1 年後僅有 1 個種球，但種球鮮重

達 6.79 g，剝得 27 個鱗片(表四)，繁殖 2 年後得 201 個種球，存活率 80.6%，單球比例 87.2%(表五)。

L408S-1 於繁殖 1 年後有 13 個種球，種球鮮重 6.89 g，取得 147 個鱗片(表四)，繁殖 2 年後獲得 122 個種球，存活率 96.5%，單球率 77.1%(表五)。其餘的 5 個植株(L399S-1、L399S-2、L409S-5、L409S-6 及 L410S-1)繁殖 2 年後種球數量在 17-84 個之間，存活率為 39.9%-62.0%(表五)。

綜合 2 年種球培養的結果，鐵炮型百合多數植株無法以種球繁殖，選拔株 54 株僅有 11 株收到種球，鱗片繁殖僅 9 株成功。

L399S-4、L408S-1、L408S-5 及 L423S-1 經 2 年的培養可獲得 556-122 個種球，其餘 5 個單株的種球數均低於 100 個，L399S-4、L408S-1 及 L408S-5 養球期間種球存活率較高，可達 80.6% 以上，為適合養球的臺灣百合單株，而其單球比例分別為 87.2%、77.1% 及 62.8%，三者中以 L399S-4 最佳，L408S-1 次之，而 L408S-5 最差。其餘植株的存活率在 39.9%-64.8% 之間，因此養成之種球數量較少，其中 L423S-4 雖然養成 222 個種球，但存活率僅 64.8%，約 1/3 的種球在培養過程中死亡，這些植株相對而言較不適合養球。

誌 謝

本研究承蒙國立中興大學園藝學系臺灣原生百合種原庫提供試驗用鐵炮型百合種子，國立中興大學園藝學系 H803 研究室師生協助種子播種、冷藏、田間採樣調查及鱗片繁殖等技術指導，埔里分場退休之王玉成技工、何再生先生及黃慧珠小姐協助田間管理，謹致謝忱。

參考文獻

1. 李文立、戴廷恩、陳世賢、許圳塗 2009 臺灣原生鐵炮型百合型態及 RAPD 多型性分析 p.25-47 園藝作物遺傳資源利用與組織培養應用研討會。
2. 林學詩、蔡月夏 2009 台灣原生百合復育 p.120-130 園藝作物遺傳資源利用與組織培養應用研討會。
3. 張嘉恩 2016 臺灣原生鐵炮型百合種子貯藏、育苗及開花之研究 國立中興大學園藝學系碩士論文。
4. 張嘉恩、陳亭霈、張正 2021 臺灣原生鐵炮型百合族群間種子苗生長速率及開花之比較 農林學報 67(4)(刊印中)。
5. 張嘉恩、陳亭霈、張正 2020 臺灣百合自然資源研究概況 臺灣園藝 66(4): 159-170。
6. 許圳塗、金石文、阮明淑 2002 百合 實用花卉栽培技術專輯 5 財團法人臺灣區花卉發展協會 台北。
7. 農業統計年報 (<https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>)
8. 農糧產銷資訊整合平台 (https://pbi.afa.gov.tw/AFABI_Open/Query/?importantcode=00404035079000001)

9. 臺灣地區農產品批發市場年報 (<https://amis.afa.gov.tw/doc/109年報.pdf>)
10. 蔡月夏、林學詩 1993 台灣原生百合遺傳資源之開發利用研究 花蓮區研究彙報 9: 15-23。
11. 蔡月夏 1999 以胚珠培養法創造百合雜交新品種 花蓮區農業專訊 30: 6-11。
12. 蔡月夏 2001 台灣原生種百合之繁殖與復育 花蓮區農業專訊 36: 11-14。
13. 戴廷恩、李文立、許圳塗 2006 原生台灣百合及鐵炮百合形態及分子標誌變異之研究 臺灣園藝 52(1): 37-56。
14. Hiramatsu, M., H. Okubo, K. L. Huang, C. W. Huang and K. Yoshimura. 2001. Habitat and reproductive isolation as factors in speciation between *Lilium longiflorum* Thunb. and *L. formosanum* Wallace. J. Japan Soc. Hort. Sci. 70(6): 722-724.
15. Yan, R., Y. Sun and H. Sun. 2020. Current status and future perspectives of somatic embryogenesis in *Lilium*. Plant cell, tissue, and organ culture.143(2): 229-240.
16. Yan, R., C. Wang, J. Wang, R. Nie and H. Sun. 2020. High-efficiency somatic embryogenesis techniques for different hybrids of cut lilies. Plant cell, tissue, and organ culture.143: 145-157.
17. Ying, S. S. 2000. Lilium. pp.49-52. Flora of Taiwan Second Edition Volume Five, Editorial Committee of the Flora of Taiwan, Department of Botany, National Taiwan University, Taipei.

Selection of Longiflorum-type Lily Suitable for Early Maturity and Bulb Propagation¹

Hui-Chuan Hung², Chen Chang³, Mei-Ling Chen² and Ying-Chun Chen⁴

ABSTRACT

The longiflorum-type lily seeds of 23 collection number were collected from 9 counties and cities in Taiwan and used in the experiment. Three hundred to 800 seeds per collection number were used for this experiment. After stratification, sowing and plug propagation, seedlings were transplant to field in Puli Branch, TDARES. Survival rate of nursery, emergence percentage and flowering ratio were investigated. Fifty-four seedlings with strong growth vigor and early maturity were selected. Eleven bulbs for scald propagation were dig from 54 selected plants after dormancy in fall. Bulblets from scale were cultured and harvested after one growth season for second times scale propagation to select plants with high scale propagation rate and survival rate. In this experiment, three individual plants of longiflorum-type lily were selected via three section, including the screening of early maturity, bulb growth and scale propagation rate. These 3 plants will continue to undergo strain test and regional test to develop new longiflorum-type lily varieties.

Key words: longiflorum-type lily, early maturity, bulb, propagation

¹ Contribution No. 1028 from Taichung DARES, COA.

² Associate Researcher and Assistant, Puli Branch, Taichung DARES, COA.

³ Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

⁴ Assistant professor, Department of Post Modern Agriculture, Mingdao University, Changhua, Taiwan, ROC.