

# 愛玉雌株隱花果天然變異之研究

胡大維 劉哲政 何政坤

## 摘 要

自全省六個地區之115雌性愛玉單株上共採集958個隱花果，分別對其14種形態及生理特性加以測量。對這些特性，在地區間及地區內單株間之變異數及其變異數在地區及單株等兩層級所佔成分之大小，及這些特性間的相關關係，實施統計分析，藉以明瞭其天然族羣之遺傳結構，以供進一步選種及育種之參考。

測量的14種特性如下：1.隱花果之鮮重、2.花托長、3.花托寬、4.花托之長寬比、5.花托厚、6.花托鮮重、7.花托乾重、8.瘦果鮮重、9.瘦果乾重、10.瘦果含水量、11.瘦果純度、12.每克瘦果數、13.果膠酯酶活性及14.發芽率。

〔關鍵詞〕 愛玉、隱花果、瘦果、果膠酯酶、天然變異

## 一、緒 言

愛玉 (*Ficus awkeotsang* Makino) 是屬於桑科桑屬的常綠藤本植物，藉氣根攀附樹幹或岩壁而向上生長，盛產於本省中央山脈海拔 800~1800 公尺之天然森林內，中國大陸亦有分佈。隱花果闊橢圓形、長卵形<sup>(6)</sup>或近梨形<sup>(7)</sup>先端有凸突，表面初為綠色，成熟果顏色為黃綠色，過熟果顏色變紫而後逐漸加深，且其內之肉質、瘦果、花被及果梗等部份含水量增加成漿質狀，此時採收加工及乾燥困難。

愛玉雌雄異株，雄株成熟隱花果內之雄花殘存物及蟲瘦果，其凝膠性能極低，無商品價值，但為雌花授粉所必需<sup>(3)</sup>。雌花隱花果內之瘦果，俗稱愛玉子，放入 60~100 倍冷開水中揉洗，在瘦果外附着之高甲氧性果膠 (High methoxyl pectin) 溶出後，並受愛玉子所含之一種特殊果膠酯酶 (pectinesterase) 作用，行脫甲基變成低甲氧性

果膠 (Low methoxyl pectin)，再與水中之雙價陽離子如  $Ca^{2+}$  交聯 (Cross linking) 而成為更巨大分子之低甲氧性果膠鈣鹽<sup>(4)</sup>，這一連串變化，使愛玉子溶液，在靜置約 10~30 分鐘後即凝結成褐色膠狀之愛玉凍，如果加配糖水、香料、再摻和碎冰塊，就是民間著名的冷飲食品愛玉冰。

近年來，由於中、低海拔山區闊葉林相變更的砍伐作業，而致原在林木上攀附生長之愛玉藤株同遭伐除，現在僅在保安林及偏遠之天然林區中，尚有少數保存，而隱花果之產量日趨減少。據林務局民國 71、72 年兩年標售副產物統計資料，本省年產乾燥瘦果 (含薄層花托) 重量平均為 6,700 公斤<sup>(8)</sup>，因產量有限，致價格高昂，現在市售價達每公斤新臺幣 500 元，因此林務機構及民間均已進行人工栽培經營，但天然野生愛玉雌株結實量及其品質之變異，至今尚無深入之調查及研究，故如欲進行瘦果產量及製凍率高之優良品系之篩選，將缺少正確理論之根據。作者等有見於此，乃自民國 66 年起，分

別自全省各分佈地區採集雌株隱花果，進行果實各種特性之量測，以探討不同地區及雌株之天然變異，並擬據此擴大而實施選種及有關地區適應性、栽植方法等之一系列研究。

## 二、試驗材料及方法

本研究在民國66年、69年、71年間進行，計六次採集六個天然林區 115雌株，共計 958個隱花果。茲將本報告有關之材料及方法分別說明如下：

### (一)研究材料：

1.材料採取：供試株先行編號後，待將全部果實割落地上後，逢機選取完整無破損之果實 5~10個，置入塑膠袋中即携回實驗室進行研究，在同一

林分中則避免採集相鄰藤株，俾使所採供試材料更具林分代表性。

2.瘦果之分離及處理：每一地區各別雌株所採得之隱花果先行編號，秤定果重，然後將其縱向剖開，挖出其中之瘦果，於量取由花托形成之隱花果花托之長、寬、厚及鮮重及其中挖出之瘦果鮮重後，置放於通風良好之室內陰乾約 1~2 週，至重量不再減輕為止。再秤得花托乾重及瘦果乾重。充分陰乾之瘦果裝於塑膠袋內密封，貯於 5°C 溫度冷藏庫備用。

3.供試雌株：採集雌株隱花果所在地區之位置、海拔及其他有關資料如表 1 及圖 1 所示。

表 1 採集愛玉隱花果地區有關資料

Table 1 Pertinent data of locations and fruiting plants of jelly fig

採集地 Locations	在本省採集之位置 Position in Taiwan	北緯 Lat. (N)	東經 Long.(E)	海拔 Elevation (m)	雌株株數 No. of F. P.	採集日期 Date of collection
苗栗虎山 Hu-Shan	北部 North	24°35'	120°55'	1,000	21	1982. 10. 22
嘉義達邦 Ta-Pang	中部 Central	23°27'	120°40'	1,200	7	1980. 1. 5
嘉義奮起湖 Fen-Chi-Hu	中部 Central	23°30'	120°39'	1,550	20	1982. 11. 19
南投神木 Shen-Mu	中部 Central	23°36'	120°50'	1,000	22	1977. 1. 20
南投奧萬大 Ao-Wan-Ta	中部 Central	23°56'	121°12'	1,550	19	1982. 12. 1
高雄樟山 Chang-Shan	南部 South	23°15'	120°42'	1,500	26	1982. 12. 28
合計					115	

### (二)研究項目及方法：

本研究中分析比較之形態及生理特性計有：1. 隱花果鮮重。2.花托：花托之長、寬、長寬比、厚、鮮重及乾重等六種特性。3.瘦果：瘦果之鮮重、

乾重、含水量、純度、每克瘦果數、發芽率及果膠酯酶活性等七種特性。合計14項特性，茲繪隱花果的剖面圖如圖 2 及說明研究方法如下：

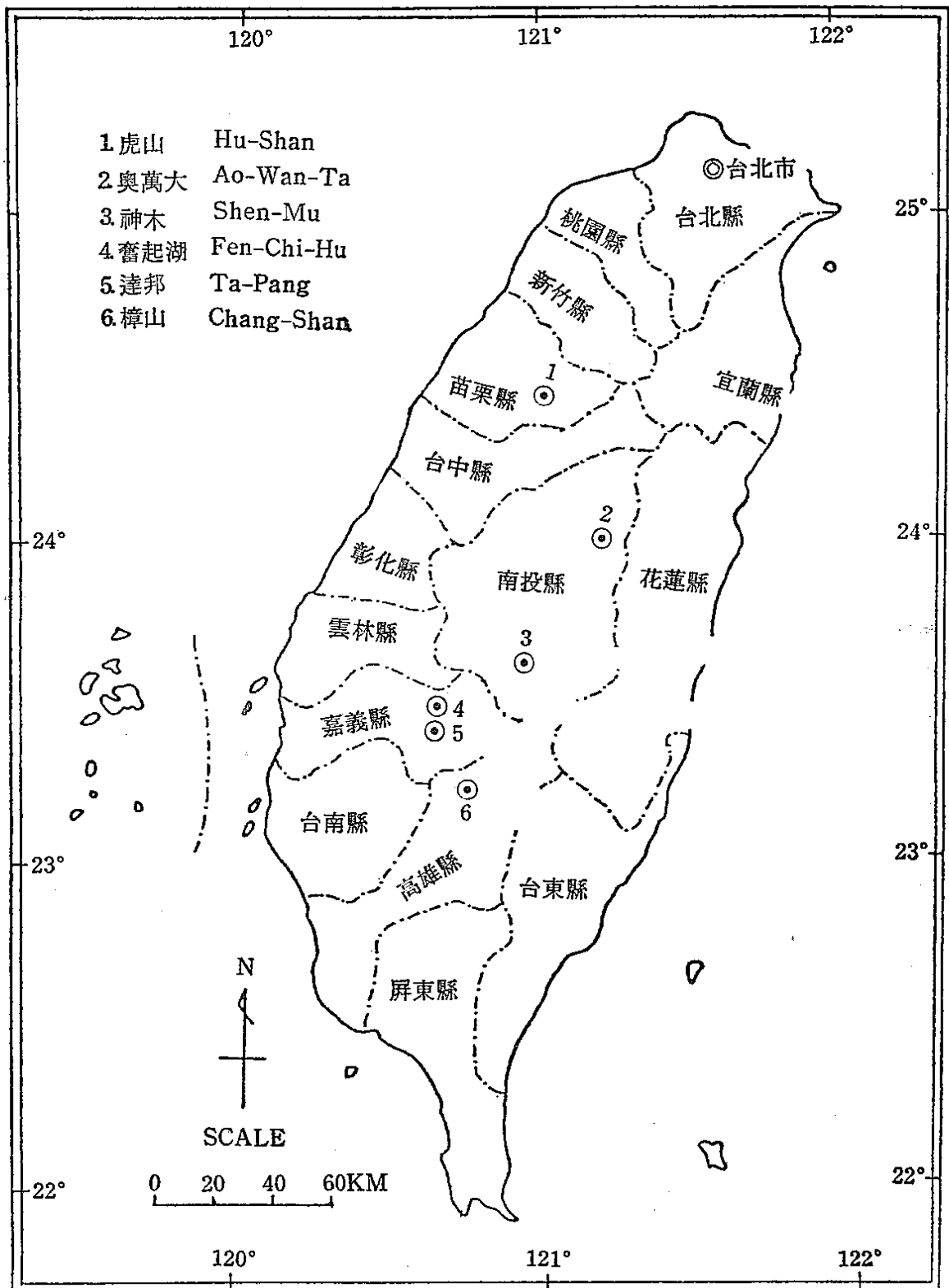


圖 1 愛玉隱花果採集地區位置圖

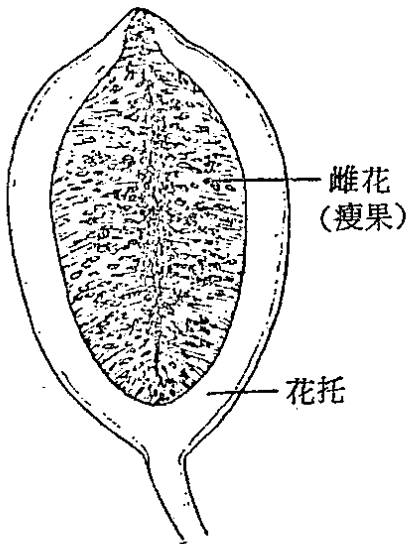


圖 2 愛玉雌隱花果剖面圖

1. 隱花果鮮重：重量以精密天平秤之，以公克為單位，至小數點一位。

2. 花托：花托長、寬、厚均以測微尺量測，以公分為單位，至小數點一位，並計算其長寬比 (L/W Ratio)。花托鮮重及乾重秤法同隱花果。

3. 瘦果：

(1) 鮮重及乾重：秤重方法同隱花果。

(2) 含水量：瘦果鮮重減瘦果乾重後除以瘦果鮮重再乘以100表示。計算式為：

$$\text{含水量} = \frac{\text{瘦果鮮重} - \text{瘦果乾重}}{\text{瘦果鮮重}} \times 100\%$$

(3) 純度：各單株每隱花果內瘦果，各抽出1克重，放進塑膠袋內搓揉後，再放進風選機篩除果梗、花被及不稔性瘦果等之雜質所得之純瘦果重量。其計算式為：

$$\text{純度} = \frac{1 \text{克瘦果純重}}{1 \text{克瘦果總重}} \times 100\%$$

1克瘦果純重是1克瘦果去除雜質後之重量。

(4) 每克瘦果數：每一單株逢機取4袋瘦果（各隱花果內之瘦果均各裝一袋），每袋逢機數已去除雜質後之瘦果100粒，於精密天平秤重，再估算每克瘦果數。其計算式為：

$$\text{每克瘦果數} = \frac{\text{每克瘦果純重}}{\text{每百粒瘦果重}} \times 100$$

(5) 發芽率：每株抽4袋瘦果，每袋再逢機抽數100粒瘦果，於民國71年12月16日開始實施發芽試驗，播種於發芽盤後置於25°C恒溫之發芽室內，定期紀錄發芽數計算其發芽率。

(6) 果膠酯酶活性測定：愛玉子以20倍量之6% NaCl液混合，置於30°C恒溫靜置24小時，過濾所得之粗酵素液，再置入5°C待1~2天，用以比較活性。活性測定時取酵素液4.0ml，基質果膠液0.1% 150ml，均採用BTB為指示劑預先以0.1N NaOH溶液中中和。基質液置於加熱電磁攪拌器上保持30°C，將酵素液倒入基質液中，令其作用並不斷滴入0.01N NaOH溶液保持pH7.2~7.3之BTB青綠色，此時作用液之全量為170~190ml之間，而作用液中之NaCl調為0.3%。每一分鐘讀出0.01N NaOH溶液所消耗之ml數，計算每克瘦果所抽出之酵素液20ml所表現之活性<sup>(5)</sup>。

$$\begin{aligned} 1\text{meq/min} &= 1\text{PEu (pectinesterase unit)} \\ &= 1000 \text{ milli PEu} \end{aligned}$$

上述各項特性，經分別量測後，計算其平均值及標準差，再依據層級分類設計進行變方分析，計算採集地區間及地區內各雌株間之變異，及其各在總變異成分中所佔之百分率，變方分析模式如下表所示。

變異來源 Sources	平方和 SS	自由度 df	均方 MS	均方期望值 Expected mean square	F 值 F value
地區間 Among locations	SSL	L-1	MSL	$\sigma_e^2 + C_1\sigma_t^2 + C_2\sigma_l^2$	MSL/MST
地區內雌株間 Among female plants within location	SST	T-L	MST	$\sigma_e^2 + C_3\sigma_t^2$	MST/MSE
機誤 Error	SSE	R <sub>p</sub> T-T	MSE	$\sigma_e^2$	

上表中L、T及R<sub>p</sub>分別表示地區 (location)、雌株 (female plant) 及重複次數 (replication),  $\sigma_t^2$ 、 $\sigma_l^2$ 及 $\sigma_e^2$ 則分別表示地區間、雌株間及機誤 (雌株內) 之變方, C<sub>1</sub>~C<sub>3</sub>各為其係數。

此外, 為明瞭各特性間之相關關係, 分別據各特性雌株別之平均值, 計算其相關係數, 並加以探討。

### 三、結果及討論

量測愛玉雌株隱花果之各種形態及生理特性包括: (一)隱花果鮮重。(二)花托鮮重等六項特性及(三)瘦果鮮重等七項特性。合計14項特性, 茲分別敘述其結果並加討論如下:

#### (一)隱花果鮮重之變異

各地區間、雌株間之隱花果鮮重變異情形如表2及表3。

表 2 六個地區愛玉雌株隱花果鮮重之均值與範圍  
Table 2 Means and range of fresh weight of receptacle fruits of jelly-fig plants from six locations

地 區 Locations	雌 株 數 No. of F.P.	範 圍 Range (g)	均值±標準差 Mean±S.D. (g)
虎 山 Hu-Shan	21	41.5- 90.9	60.9±11.9
達 邦 Ta-Pang	7	69.2-136.6	103.0±26.6
奮 起 湖 Fen-Chi-Hu	20	55.5-116.6	77.3±15.7
神 木 Shen-Mu	22	55.3-112.7	81.3±14.8
奧 萬 大 Ao-Wan-Ta	19	40.7-108.6	69.8±17.2
樟 山 Chang-Shan	26	39.4-138.5	86.7±24.2
雌株合計與隱花果鮮重範圍及均值	115	39.4-138.5	77.1

表 3 六個地區愛玉雌株隱花果鮮重之均方及變異成分百分率  
Table 3 Variance analysis and percentage of variance components for fresh weight of receptacle fruits of jelly-fig plants from six locations

變異來源 Source of variation	自由度 DF	均方 MS	變異成分百分率 (%) Percentage of V.C.
地 區 間 Among locations	5	25109 <sup>b</sup>	21.0
地區內各雌株間 Among female plants within location	109	2970 <sup>b</sup>	49.2
機 誤 Error	875	196	29.8

註: b表示0.01平準顯著 (Highly significant 0.01 level)

由表 2 雌隱花果鮮重之範圍在 39.4 公克至 138.5 公克之間，總平均重為 77.1 公克，以採集地區隱花果鮮重之平均值言，達邦之 103.0 公克最重，虎山之 60.9 公克最輕。

表 3 隱花果之差異，各地區間有極顯著差異，雌株間亦有極顯著差異，其變異成分，雌株間變異成分百分率為 49.2% 大於地區間之 21.0%。

(二) 花托各項特性之變異：

各採集地區間、雌株間之花托各項特性變異情形如表 4、表 5、表 6 所示：

由表 4 之花托長度變異範圍在 4.0 公分至 10.8 公分之間，總平均值為 7.7 公分。以採集地區花托長度之平均值言，奮起湖及達邦之 8.4 公分最大，虎山之 7.0 公分最小。花托寬變異範圍在 3.4 公分至 6.0 公分之間，總平均值為 4.7 公分。以採集地區花托寬之平均值言，達邦之 5.0 公分最大，虎山之 4.3 公分最小。花托長寬比之變異範圍在 1.2 至 2.5 之間，總平均為 1.7，花托長寬比表示其橢圓形狀之圓滿度，其值愈趨近於 1，表示愈近於圓形，反之則為愈長之橢圓形。自採集地區之花托長寬比之平均

表 4 六個地區愛玉雌株花托各項特性之均值與範圍  
Table 4 Means and range for characteristics of receptacles of female jelly-fig plants from six different locations

地區 Locations	雌株 No. of F.P.	花托 Receptacles					
		長 Length (cm)		寬 Width (cm)		長/寬 Length/Width	
		範圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.	範圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.	範圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.
虎山 Hu-Shan	21	5.8-7.8	7.0±0.5	3.5-5.2	4.3±0.4	1.4-2.1	1.7±0.2
達邦 Ta-Pang	7	7.6-9.4	8.4±0.7	3.8-6.0	5.0±0.7	1.5-2.1	1.7±0.3
奮起湖 Fen-Chi-Hu	20	6.8-10.7	8.4±1.2	3.9-5.6	4.6±0.4	1.2-2.5	1.9±0.3
神木 Shen-Mu	22	6.6-8.9	7.8±0.7	3.9-5.5	4.7±0.4	1.4-2.1	1.7±0.2
奧萬大 Ao-Wan-Ta	19	5.6-10.1	7.3±1.1	4.0-5.4	4.8±0.3	1.3-2.2	1.5±0.2
樟山 Chang-Shan	26	4.0-10.8	7.5±1.5	3.4-5.8	4.9±0.6	1.2-2.2	1.6±0.3
雌株合計與各特性均值及範圍	115	4.0-10.8	7.7	3.4-6.0	4.7	1.2-2.5	1.7
地區 Locations	花托 Receptacles						
	厚 Thickness (cm)		鮮重 Fresh Weight (g)		乾重 Dry Weight (g)		
	範圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.	範圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.	範圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.	
虎山 Hu-Shan	0.6-0.8	0.7±0.1	23.8-52.5	34.7±6.4	3.7-8.5	5.0±1.1	
達邦 Ta-Pang	0.7-1.1	0.8±0.1	45.0-83.2	58.1±12.9	4.9-15.5	8.7±3.5	
奮起湖 Fen-Chi-Hu	0.7-1.1	0.8±0.1	32.5-66.8	45.9±9.3	4.3-9.6	6.6±1.6	
神木 Shen-Mu	0.5-0.9	0.7±0.1	33.3-83.6	55.9±13.3	4.8-19.4	11.2±3.5	
奧萬大 Ao-Wan-Ta	0.6-0.9	0.7±0.1	24.1-55.0	38.6±9.7	3.5-9.3	6.0±1.5	
樟山 Chang-Shan	0.6-1.2	0.8±0.1	25.0-79.8	49.1±13.4	4.2-12.8	8.1±2.4	
雌株合計與各種特性均值及範圍	0.5-1.2	0.76	23.8-83.6	44.6	3.5-19.4	7.2	

表 5 六個地區愛玉雌株花托長、寬、長寬比、厚、鮮重和乾重變方分析的自由度和均方  
 Table 5 Degree of freedom and mean squares in variance analysis for length, width, length over width, thickness, fresh weight and dry weight of receptacles of different female jelly-fig plants from six locations

變異來源 Source of Variation	自由度 DF	花托各項特性之均方 Mean squares for characteristics of receptacles					
		長 Length	寬 Width	長/寬 Length/ Width	厚 Thickness	鮮重 Fresh weight	乾重 Dry weight
地區間 Among locations	5	47.0 <sup>b</sup>	8.1 <sup>b</sup>	2.5 <sup>b</sup>	0.4 <sup>b</sup>	9822.3 <sup>b</sup>	616.1 <sup>b</sup>
地區內 Among female plants 各雌株間 within locations	109	9.2 <sup>b</sup>	1.8 <sup>b</sup>	0.7 <sup>b</sup>	0.1 <sup>b</sup>	930.7 <sup>b</sup>	34.1 <sup>b</sup>
機誤 Error	875	0.3	0.1	0.0	0.0	51.0	2.0

註：b表示0.01平準顯著 (Highly significant 0.01 level)

表 6 六個地區愛玉雌株花托長、寬、長寬比、厚、鮮重及乾重變異成分百分率  
 Table 6 Percentage of variance components for length, width, length over width, thickness, fresh weight and dry weight of receptacles of different female jelly-fig plants from six locations

變異來源 Source of variation	花托各項特性之變異成分百分率 (%) Percentage of variance components for characteristics of receptacles					
	長 Length	寬 Width	長/寬 Length/ Width	厚 Thickness	鮮重 Fresh weight	乾重 Dry weight
地區間 Among locations	15.1	10.8	11.3	10.9	27.1	39.5
地區內 Among female plants 各雌株間 within location	66.9	56.6	73.6	57.3	49.1	40.0
機誤 Error	18.0	32.6	15.1	31.8	33.8	20.5

值言，奮起湖之1.9為最長。花托厚變異範圍在0.5公分至1.2公分之間，總平均值為0.76公分，以採集地區之花托厚平均值言，虎山、神木、奧萬大之0.7公分屬較薄，達邦、奮起湖、樟山之0.8公分較厚。花托鮮重變異範圍在23.8公克至83.6公克之間，總平均值為44.6公克，以採集地區之花托鮮重平均值言，虎山之34.7公克最輕，達邦之58.1公克最重。花托乾重變異範圍在3.5公克至19.4公克之間，總平均值為7.2公克，以採集地區之花托乾重平均值言，虎山之5.0公克最輕，神木之11.2公克最重。

由表5之層級分類法變方分析，六個地區雌

花果花托之長、寬、長寬比、厚、鮮重及乾重等六種特性，每一種特性，地區間者差異均極顯著，雌株間者亦均為極顯著差異。再看表6，六種特性中之每一種，其變異成分，採集地區者佔總變異成分之百分率依序分別為15.1%、10.8%、11.3%、10.9%、27.1%及39.5%，地區內雌株間者依序分別為66.9%、56.6%、73.6%、57.3%、49.1%及40.0%，雌株間之變異百分率均高於採集地區間者。

(二) 瘦果各項特性之變異

各採集地區間、雌株間之瘦果各項特性變異情形如表7、表8及表9所示。

表 7 六個地區愛玉雌株瘦果鮮重、乾重、含水量、純度、每克瘦果數、果膠酯酶活性之均值及範圍  
 Table 7 Means and range for fresh weight, dry weight, moisture content, purity, seeds per gram and pectinesterase activity of achenes of jelly-fjg plants from six locations

地 區 Locations	雌 株 數 No. of P.P.	瘦 果 Achenes					
		鮮重 Fresh weight(g)		乾重 Dry weight (g)		含 水 量 Moisture content (%)	
		範 圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.	範 圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.	範 圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.
虎 山 Hu-Shan	21	14.2-36.8	24.7± 6.4	4.6-15.8	10.1±2.8	42.1-65.5	59.3±5.2
達 邦 Ta-pang	7	26.2-80.8	48.1±18.9	8.9-21.5	14.3±4.8	66.3-73.7	71.1±2.7
奮起湖 Fen-Chi-Hu	20	18.4-53.2	29.9± 8.4	5.5-20.2	12.1±3.4	52.7-73.4	59.6±4.6
神 木 Shen-Mu	22	15.0-32.3	24.5± 5.9	3.7-16.7	11.0±3.5	46.1-77.2	55.3±7.9
奧萬大 Ao-Wan-Ta	19	16.8-51.5	30.2± 8.9	7.1-18.9	11.7±3.9	55.4-69.3	61.0±3.8
樟 山 Chang-Shan	26	14.1-61.4	36.9±12.3	5.9-24.6	14.7±5.2	53.6-71.9	60.2±4.7
雌株合計與各特性均值及範圍	115	14.1-80.8	30.8	3.7-24.6	12.3±3.9	42.1-77.2	61.1

地 區 Locations	瘦 果 Achenes					
	純 度 Purity (%)		每克瘦果數 Seeds/g		果膠酯酶活性(milli PEu/g)	
	範 圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.	範 圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.	範 圍 Range	均值±標準差 Mean±S.D.
虎 山 Hu-Shan	76.7-92.4	81.2±5.2	625-1480	631±249	0 -123.8	39.4±37.0
達 邦 Ta-Pang	—	—	—	—	—	—
奮起湖 Fen-Chi-Hu	74.7-85.5	81.4±4.4	684-1276	907±191	16.4- 75.9	42.6±16.3
神 木 Shen-Mu	—	—	—	—	—	—
奧萬大 Ao-Wan-Ta	70.0-87.4	79.9±4.3	731-1354	1027±290	2.8- 66.9	26.7±20.7
樟 山 Chang-Shan	76.4-90.5	83.3±4.2	593-1140	920±215	0.8- 65.1	34.6±19.5
雌株合計與各特性均值及範圍	70.0-92.4	81.5	593-1480	988	0 -123.8	35.9

由表 7 之瘦果鮮重變異範圍在14.1公克至80.8公克之間，總平均值為30.8公克，以採集地區瘦果鮮重之平均值言，神木之 24.5公克最輕，達邦之 48.1公克最重。瘦果乾重變異範圍在3.7公克至24.6公克之間，總平均值為12.3公克，以採集地區瘦果乾重平均值言，虎山之10.1公克最輕，樟山14.7公克最重。瘦果含水量變異範圍在42.1%至77.2%之間，以採集地區瘦果含水量平均值言，神木之55.3%最低，達邦之71.1%最高。瘦果去除果梗、花被及不稔性瘦果等雜質後之純度，變異範圍在70.0%

至92.4%之間，純度低乃不稔性瘦果多之緣故，以採集地區瘦果純度平均值言，樟山之83.3%最高，奧萬大之79.9%最低。大粒而飽滿之瘦果重量高，瘦果數則少，每克瘦果粒數之變異範圍在 593粒至 1480粒之間，以採集地區每克瘦果數平均值言，虎山之 661粒最少，奧萬大之1027粒最多。每克瘦果果膠酯酶活性之變異範圍在 0 至 123.8 milli PEu 之間，以採集地區每克瘦果果膠酯酶活性之平均值言，奧萬大之 26.7 milli PEu 最弱，奮起湖之 42.6 milli PEu 最強。



表 8 六個地區愛玉雌株瘦果鮮重、乾重、含水量、純度、每克瘦果數、發芽率及果膠酯酶活性變方分析之自由度和均方

Table 8 Degree of freedom and mean squares in variance analysis for fresh weight (F.W.), dry weight (D.W.), moisture content (M.C.), purity (P.), seeds per gram (S/G), and germination percentage (G.P.) and pectinesterase activity of achenes of jelly-fig plants from six locations

變異來源 Source of variation	瘦果各項特性之均方 Mean squares for characteristics of achenes													
	自由度 DF	鮮重 F.W.	自由度 DF	乾重 D.W.	自由度 DF	含水量 M.C.	自由度 DF	純度 P.	自由度 DF	每克瘦果數 S/G	自由度 DF	發芽率 G.P.	自由度 DF	果膠酯酶活性 PE A.
地區間 Among locations	5	6248 <sup>b</sup>	5	595 <sup>b</sup>	5	456 <sup>b</sup>	3	331 <sup>b</sup>	3	168 <sup>a</sup>	3	12417 <sup>b</sup>	4	1416
地區內各雌株間 Among female plants within location	109	770 <sup>b</sup>	108	127 <sup>b</sup>	108	74 <sup>b</sup>	83	95 <sup>b</sup>	83	43 <sup>b</sup>	83	2405 <sup>b</sup>	82	1244 <sup>b</sup>
機誤 Error	843	60	840	11	839	47	731	16	730	3	260	156	87	6

註：a 表示0.05平準顯著 (Significant 0.05 level)

b 表示0.01平準顯著 (Highly significant 0.01 level)

表 9 六個地區愛玉雌株瘦果鮮重、乾重、含水量、純度、每克瘦果數、發芽率及果膠酯酶變異成分百分率

Table 9 Percentage of variance components for fresh weight (F.W.), dry weight (D.W.), moisture content (M. C.), purity (P.), seeds per gram (S/G), germination percentage (G.P.) and pectinesterase activity of achenes of jelly-fig plants from six locations

變異來源 Source of variation	瘦果各項特性之變異成分百分率 (%) Percentage of variance components for characteristics of achenes						
	鮮重 F.W.	乾重 D.W.	含水量 M.C.	純度 P.	每克瘦果數 S/G	發芽率 G.P.	果膠酯酶活性 PE A.
地區間 Among locations	19.8	11.0	16.2	4.5	7.9	15.8	2.4
地區內各雌株間 Among female plants within location	47.0	48.7	53.6	33.3	57.2	66.1	96.6
機誤 Error	33.2	40.3	30.3	62.2	34.9 <sup>e</sup>	18.1	1.0

由表 8 瘦果各項特性之變方分析結果，六個地區瘦果鮮重、乾重、含水量、純度、每克瘦果數、發芽率及果膠酯酶活性等七種特性，其中每一種特性，在採集地區間及地區內雌株間者均呈極顯著或顯著差異，但僅果膠酯酶活性之差異在採集地區間者不顯著。再看表 9，瘦果七種特性中每一特性之

變異成分，採集地區間者佔總變異成分之百分率，依序分別為 19.8%、11.0%、16.2%、4.5%、7.9%、15.8% 及 2.4%，雌株間者依序分別為 47.0%、48.7%、53.6%、33.3%、57.2%、66.1% 及 96.6%，雌株間之變異百分率高於採集地區間者。

瘦果為洗製愛玉凍之原料，具有商品之經濟價

表 10 六個地區愛玉每隱花果之瘦果乾重之頻度  
Table 10 Frequency of dry weight of achenes per receptacle fruit of jelly-fig plants from six locations

地 區 Locations	瘦果平均乾重等級 Size class of D. W of achenes (g)									合 計 Total
	<8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	>22	
	愛 玉 株 數 No. of jelly-fig plants									
虎 山 Hu-Shan	6	5	4	4	2	0	0	0	0	21
達 邦 Ta-Pang	0	1	2	0	1	1	1	1	0	7
奮起湖 Fen-Chi-Hu	1	3	7	5	2	0	2	0	0	20
神 木 Shen-Mu	3	5	5	6	1	2	0	0	0	22
奧萬大 Ao-Wan-Ta	2	4	6	2	2	2	1	0	0	19
樟 山 Chang-Shan	2	2	6	2	2	6	1	3	2	26
合 計 Total	14	20	30	19	10	11	5	4	2	115

瘦果平均乾重：12.3g±3.9g

值，因此瘦果乾重量為評價雌株優良與否之因素之一，但本試驗所有雌株係採自天然野生族羣，立地環境、年齡互異，必須用其無性繁殖苗栽植於同一環境之試區，方能予以比較。為便於了解各地區雌株每隱花果內之瘦果平均乾重之產量，茲將其乾重自 8 公克至 22 公克，每隔 2 公克分組歸級後，計算其雌株數列如表 10，從表 10 中可以看出大部分雌果乾重等級均分佈於 8 至 14 克範圍（佔全部株數的 60

%)。因目前商品值以瘦果乾重為交易單位，亦為本研究優良單株選種的標準之一，因此特就表 10 中高瘦果乾重的單株，依據標準常態分佈面積積分表，在  $\bar{x} + \sigma_x$  之單尾面積有 84% 之機率，則瘦果乾重大於  $12.3 + 3.9 = 16$  (克) 之單株理論上有 16% 之機率顯著優於其他單株，實際上大於 16 克之株數有 21 株，佔總株數之 18.4%，茲列表於 11。

表 11 六個地區內每隱花果瘦果乾重最高之 21 株愛玉之分佈  
Table 11 Distribution of top 21 jelly fig plants having highest dry weight of achenes per receptacle fruit from six locations

地 區 Locations	株 數 No. of plants	瘦果乾重量最高之 21 株 Top 21 jelly-fig plants for dry weight of achenes	
		株 數 No. of plants	百分率 percentage (%)
虎 山 Hu-Shan	21	0	0
達 邦 Ta-Pang	7	2	28.6
奮 起 湖 Fen-Chi-Hu	20	2	10.0
神 木 Shen-Mu	22	2	9.5
奧 萬 大 Ao-Wan-Ta	19	3	15.8
樟 山 Chang-Shan	26	13	46.2
合 計 Total	115	21	18.4

依據上表每個隱花果之瘦果乾重平均值最高之前21雌株，在達邦、奮起湖及神木三個地區各有二株，各佔該區採集株數之 28.6%、10.0%及9.5%，屬於奧萬大者 3 株，佔15.8%，屬於樟山地區者有12株，佔46.2%，虎山地區者未出現。如以此特

性做為選擇優良品系雌株之依據，則以在樟山地區可選得多量優良雌株。

果膠酯酶活性高意指同一重量愛玉子可採出更多之愛玉凍，即製凍率高<sup>(5)</sup>，茲將各地區雌株之每克瘦果之果膠酯酶活性列如下表：

表 12 四個地區愛玉雌株瘦果果膠酯酶活性之株數頻度  
Table 12 Frequency of pectinesterase activity of achenes of jelly-fig plants from four locations

地 區 Locations	果膠酯酶活性等級 Size class of PE A. (milli PEu/g achenes)						合 計 Total
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-60	60以上	
	愛 玉 株 數 No. of jelly-fig plants						
虎 山 Hu-Shan	6	1	3	3	4	4	21
奮 起 湖 Fen-Chi-Hu	0	1	4	6	6	3	20
奧 萬 大 Ao-Wan-Ta	5	5	1	4	3	1	19
樟 山 Chang-Shan	4	2	4	6	8	2	26
合 計 Total	15	9	12	19	21	10	86

依上表每克瘦果果膠酯酶活性在60milli PEu以上者，虎山有 4 株，奮起湖 3 株，奧萬大 1 株，樟山 2 株，在 40milli PEu至 60milli PEu間者虎山有 4 株，奮起湖 6 株，奧萬大 3 株，樟山 8 株，如依果膠酯酶活性為選擇優良品系之依據，則應在虎山、樟山及奮起湖進行選擇優良雌株。

(四)各形態及生理特性間之相關係數

經以各種形態及生理特性之雌株別平均值，分別計算各形態及生理特性間之相關係數之結果如表 13 所示。

由表 13，隱花果鮮重與花托之長、寬、厚、重量及瘦果之重量、含水量分別呈極顯著之正相關，而與每克瘦果數呈極顯著的負相關，表示隱花果的鮮重愈重者，其花托必愈長、愈寬、愈厚、愈重，且其內瘦果愈重，含水量亦愈高，但每克瘦果數則愈少，此一結果與李承輝、羅天平兩氏<sup>(1)</sup>研究杉木毬果大小及重量與種子粒數、大小及重量關係時指出，毬果與種子大小等皆呈顯著正相關之結果相

同。

花托長與花托之長寬比呈極顯著的正相關，花托寬與花托之長寬比呈極顯著的負相關，表示花托長愈長者，其長寬比愈大，花托之形狀愈趨向長橢圓形，花托寬愈大者，長寬比愈接近於 1，其形狀愈接近圓形。花托之長、寬分別與花托重呈極顯著的正相關，表示花托愈長、愈寬，其花托愈重。花托長、寬、重三種分別與瘦果重呈極顯著的正相關，三種並分別與每克瘦果數呈極顯著的負相關，表示花托愈大而重者，其內瘦果愈重，每克瘦果數則愈少。

瘦果乾重與瘦果純度、發芽率呈極顯著的正相關，但與每克瘦果數、含水量呈極顯著的負相關，表示瘦果乾重愈大者，所含的果梗、花被及不稔性瘦果者愈少，也就是純度愈高，每克瘦果粒數少時，純瘦果即愈大愈重，均使發芽率愈高。此一結果與吳瑤階等氏<sup>(2)</sup>研究與愛玉同科之構樹種子及幼木生長變異時，指出較大且較重之種子其發芽率亦高

表 13 愛玉雌株隱花果14種特性均値之外表型相關係數

Table 13 Phenotypic correlation coefficient based on the means of 14 characteristics of receptacle fruits of female jelly-fig plants

特性 Characteristics	花 Flower			托 Receptacles				瘦 Achenes				
	長 L.	寬 W.	長/寬 L./W.	厚 Th.	鮮重 F.W.	乾重 D.W.	鮮重 F.W.	乾重 D.W.	含水量 M.C.	純度 P.	每克瘦果數 S./G.	發芽率 G.P.
花托 Receptacles	鮮重 R.F. F.W.	0.59 <sup>b</sup>										
	長 L.											
	寬 W.	0.81 <sup>b</sup>										
	長/寬 L./W.	-0.07	0.71 <sup>b</sup>									
果 Achenes	厚 Th.	0.17 <sup>b</sup>	0.21 <sup>b</sup>	-0.10								
	鮮重 F.W.	0.90 <sup>b</sup>	0.73 <sup>b</sup>	0.01	0.25 <sup>b</sup>							
	乾重 D.W.	0.75 <sup>b</sup>	0.64 <sup>b</sup>	-0.09	0.19 <sup>b</sup>	0.86 <sup>b</sup>						
	鮮重 F.W.	0.89 <sup>b</sup>	0.71 <sup>b</sup>	-0.08	0.07	0.62 <sup>b</sup>	0.49 <sup>b</sup>					
瘦 Achenes	乾重 D.W.	0.79 <sup>b</sup>	0.67 <sup>b</sup>	-0.12 <sup>b</sup>	0.01	0.55 <sup>b</sup>	0.50 <sup>b</sup>	0.88 <sup>b</sup>				
	含水量 M.C.	0.16 <sup>b</sup>	0.06	0.14 <sup>b</sup>	0.12 <sup>b</sup>	0.11	-0.12 <sup>a</sup>	0.20 <sup>b</sup>	-0.15 <sup>b</sup>			
	純度 P.	0.13 <sup>a</sup>	0.15 <sup>b</sup>	-0.13 <sup>a</sup>	-0.04	0.06	0.11	0.20 <sup>b</sup>	0.32 <sup>b</sup>	0.10		
	每克瘦果數 S./G.	-0.32 <sup>b</sup>	-0.22 <sup>b</sup>	-0.09	0.00	-0.34 <sup>b</sup>	-0.32 <sup>b</sup>	-0.26 <sup>b</sup>	-0.32 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>	-0.31 <sup>b</sup>
發芽率 G.P.	0.01	0.02	0.01	-0.12	-0.03	-0.01	0.07	0.20 <sup>b</sup>	-0.35 <sup>b</sup>	0.22	0.08	-0.08
果膠酯酶活性 PE A.	0.02	0.13	-0.05	0.08	0.03	-0.03	-0.03	-0.14	0.22	-0.21	0.08	-0.08

之結果相同。瘦果含水量少者表示瘦果愈趨成熟，其與純度、發芽率呈極顯著的負相關，表示瘦果含水量愈少者，純度高，發芽率亦愈高。

瘦果果膠酯酶活性與隱花果鮮重等14種特性無顯著的相關，表示要選擇果膠酯酶活性強之品系，並不能依據隱花果鮮重及花托大小、形狀或瘦果鮮重、含水量、純度、每克瘦果數等之特性判知。惟各雌株取樣測定時先隨機選取5個隱花果之瘦果混合，活性測定時重複二次而得此結果，仍有待進一步研究探討。

#### 四、結 論

- 一、愛玉隱花果鮮重、花托之長、寬、長寬比、厚、鮮重、乾重及瘦果之鮮重、乾重、含水量、純度、每克瘦果數、發芽率等13種特性，每一特性在採集地區間及地區內雌株間者均呈極顯著或顯著之差異，僅果膠酯酶這一特性在採集地區間呈現不顯著差異，但其在地區內雌株間者則呈極顯著差異。
- 二、上列隱花果14項特性在各層級間之變異百分率各不相同
  - 1.在地區間者，依上列特性次序各為(1)21.0%、(2)15.1%、(3)10.8%、(4)11.3%、(5)10.9%、(6)27.1%、(7)39.5%、(8)19.8%、(9)11.0%、(10)16.2%、(11)4.5%、(12)7.9%、(13)15.8%及(14)2.4%。
  - 2.在單株間者，依序各為(1)49.2%、(2)66.9%、(3)56.6%、(4)73.6%、(5)57.3%、(6)49.1%、(7)40.0%、(8)47.0%、(9)48.7%、(10)53.6%、(11)33.3%、(12)57.2%、(13)66.1%及(14)99.6%。
- 三、根據各特性相關分析之結果，隱花果的鮮重與花托之長、寬、厚、鮮重、乾重及瘦果的鮮重、乾重、含水量呈極顯著的正相關，與瘦果每克粒數呈極顯著的負相關，表示隱花果重量愈重者，其花托、瘦果均愈大、愈重，相反的瘦

果粒數愈少。花托之長、寬分別與花托長寬比、重量、瘦果之重量呈極顯著的正相關，瘦果乾重與其純度、發芽率均呈極顯著的正相關，但與其含水量、每克瘦果數呈極顯著的負相關。果膠酯酶活性與13種特性間均無顯著的相關。

四、自每個隱花果之瘦果平均乾重言，六個地區中最高之前21株，在樟山採者佔10株，為該地區全部株數之46.2%。再自每克瘦果果膠酯酶活性在40 milli PEu 以上者，樟山地區有10株，佔該區採集株數的38.4%，為四個地區中果膠酯酶活性高瘦果重之株數最多地區。

綜合上述結果，顯示對於愛玉選種策略，雖應同時重視地區及雌株之變異成分，但在各不同雌株間之變異成分顯然高出甚多，特別以果膠酯酶在單株間之變異特性，最值得將來對優良結膠性品系之選種時之參考。

#### 五、引用文獻 Literature cited

- 1.李承輝、羅天平(1957)：杉木毬果大小及重量與種子粒數、大小及重量之關係 臺灣大學實驗林報告第13號。
- 2.吳瑤階、呂錦明、胡大維(1983)：構樹變異之研究(1)種子及幼苗生長之變異 林業試驗所報告402號。
- 3.胡大維、劉哲政(1985)：愛玉的選種、繁殖、栽培 豐年35(5)p. 32-38。
- 4.黃永傳、陳文彬、邵雲屏(1980)：愛玉凍凝膠機構之研究，中國園藝，26(4) p. 117-126。
- 5.黃永傳、劉哲政(1984)：愛玉瘦果中果膠酯酶之抽取條件及活性測定方法之釐定 林業試驗所報告第428號。
- 6.劉棠瑞(1962)：臺灣木本植物圖誌Vol. II p. 711 國立臺灣大學農學院印行。
- 7.謝高權(1963)：臺灣榕屬之研究 Vol. XVI N<sub>DS</sub> 3 & 4 pp. 197-198 臺灣省立博物館季刊。
- 8.臺灣省林業統計(1984) p. 150 臺灣省林務局編印。

## Natural variation of receptacle fruits of female jelly fig (*Ficus awkeotsang* Makino)

Ta-Wei Hu   Chih-Chen Liu   Cheng-Kuen Ho

### Summary

Fourteen morphological and physiological characteristics were measured on 958 receptacle fruits collected from 115 different female jelly fig plants (*Ficus awkeotsang* Makino) from six locations of Taiwan. Statistical analysis was conducted for the variance, the magnitude of the variance components at different levels and the phenotypic correlation among the following characteristics: (a) fresh weight of the receptacle fruit (receptacle+achenes); (b) length of the receptacle; (c) width of the receptacle; (d) the ratio of length/width of receptacle; (e) thickness of the receptacle; (f) fresh weight of the receptacle; (g) dry weight of the receptacle; (h) fresh weight of the achenes; (i) dry weight of the achenes; (j) moisture content of achenes; (k) purity of the achenes; (l) number of achenes per gram; (m) activity of the pectinesterase and (n) germination percentage of the achenes.

The results are:

- (1) There are highly significant differences of the above mentioned characteristics both at the level of locations and individual sample plants within location with only a few exceptions.
- (2) The magnitude of the variance components of these characteristics at the location level are: 21.0%, 15.1%, 10.8%, 11.3%, 10.9%, 27.1%, 39.5%, 19.8%, 11.0%, 16.2%, 4.5%, 7.9%, 2.4% and 15.8% while the variance components of these characteristics at the individual plants within location level are: 49.2%, 66.9%, 56.6%, 73.6%, 57.3%, 49.1%, 40%, 47%, 48.7%, 53.6%, 33.3%, 57.2%, 96.6% and 66.1% for (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h), (i), (j), (k), (l), (m) and (n) respectively.
- (3) Correlation analysis shows that there are positively highly significant relationship of (a) to (b), (c), (e), (f), (g), (h), (i) and negatively highly significant relationship to (l). Characteristic (b) and (c) are highly significantly correlated with (d), (f), (g), (h) and (i). Characteristic (i) is highly significantly correlated

with (k) and (n). Characteristic (m), that is the activity of pectinesterase shows nonsignificant correlation with other thirteen characteristics.

The strategy for the genetic improvement of this species will be the appropriate manipulation of the variation at both the levels of locations and individuals within location. Moreover, as the variance component percentages at the latter level are much higher than the former, it will be more economically feasible, if superior individual selection is emphasized. The result of that the activity of pectinesterase showing nonsignificant correlation with any other characteristics is especially a valuable reference for the future selection program.