

# 愛玉子新品種特性及其分子標誌

林孟均<sup>1</sup> 彭淑貞<sup>1</sup> 盧美君<sup>1\*</sup>

## 摘 要

愛玉子 (*Ficus awkeotsang* Makino) 為桑科 (Moraceae) 常綠蔓性藤本植物，原生於臺灣 1,000~1,800 公尺的山區。為了提升愛玉子品質促進產業發展，本場於民國 101 及 102 年分別選育出具高產、抗膠蟲特性的「苗栗 1 號」及高產、具早生特性的「苗栗 2 號」。以簡單序列重複區間 (inter-simple sequence repeat, ISSR) 法篩選新品種特有的分子標誌，顯示「苗栗 1 號」利用 JFSR09、JFSR18 及 JFSR26 等引子，可增幅出 528bp、683bp 及 312bp 特有條帶，「苗栗 2 號」利用 JFSR09 引子，增幅出 346bp 特有條帶，可供作新品種保護使用。目前 2 個新品種共授權給 3 家業者，總推廣面積達 4 公頃以上。

關鍵字：愛玉子、育種、品種、專一性分子標誌

## 一、前言

愛玉子為桑科榕屬 (*Ficus*) 常綠蔓性藤本植物，原生於中低海拔 1000~1800 公尺山區，為臺灣特有種。愛玉子為隱頭花序 (Hypanthodium)，愛玉小蜂 (*Wiebesia pumilae* (Hill)) 寄生於愛玉子雄果中，以蟲癭繁衍後代，雌隱花果開花時，尾部會裂出小洞，小蜂由此進入協助授粉，果實成熟後經削皮烘乾形成愛玉子瘦果，加水搓揉會釋放出凝膠物質形成愛玉凍。其凝膠機制，是由愛玉子種子中的果膠酯酶 (pectinesterase, PE) 經由搓洗過程中，將溶出的

高甲氧基果膠 (high methoxyl pectin, HMP)，轉化為低甲氧基果膠 (low methoxyl pectin, LMP)，再與水中的鈣離子交聯 (cross-linking)，無需添加糖或酸，即可形成巨大的凝膠分子 (黃及陳, 1979)。臺灣多數農民所栽培之愛玉子多屬於未經選育之野生種，愛玉小蜂培育方法或栽培管理技術缺乏，促使萌果不足或大量落果，導致產量不穩定，進而影響了產業的競爭力。有鑑於此本場自民國 85 年起，進行愛玉子的種原蒐集、試種及愛玉小蜂研究。民國 98 年根據產

<sup>1</sup> 行政院農業委員會苗栗區農業改良場  
\* 論文聯繫人：Lumj@mdais.gov.tw

業現況，以高產、高果膠、抗病蟲害及具市場區隔性為育種目標，進行品種選拔檢定及病蟲害等試驗調查，分別於 101 年及 102 年育成愛玉子品種「苗栗 1 號」及「苗栗 2 號」，並開發出「改良式省工栽培管理方法」，希望藉此提高愛玉子的品質、提升產量穩定度並降低生產成本，並促進愛玉子產業發展。

愛玉子商業栽培以扦插繁殖為主，由於無性繁殖，容易造成品種外流，為了保護品種權，本試驗在新品種的開發同時，以簡單序列重複區間 (Inter-Simple Sequence Repeat, ISSR) 及切割擴增多型性序列 (cleaved amplified polymorphic sequences, CAPS) 兩種方法，進行分子標誌的篩選。其中 ISSR 分子標誌技術，被廣泛

的運用在馬鈴薯 (Prevost and Wilkinson, 1999)、杏仁 (Martins *et al.*, 2004)、橄欖 (Beiki *et al.*, 2012) 等作物的品種鑑定與開發上。CAPS 分子標誌技術是結合聚合酶連鎖反應 (Polymerase chain reaction, PCR) 及限制酶酵素酶切作用的共同運用，該技術多運用於草莓 (Kunihisa *et al.*, 2003)、豌豆 (Konovalov *et al.*, 2005)、茶樹 (Ujihara *et al.*, 2011)、人參 (Lee *et al.*, 2012) 等的作物分類上。

本報告依新品種的選育方法分述品種檢定調查、果膠特性調查，專一性分子標誌的篩選與運用，病蟲害的調查與分析，與栽培管理曆的建立如下：

## 二、材料與方法

### (一) 栽培試驗時間及地點

民國 99~102 年於行政院農業委員會苗栗區農業改良場嘉義愛玉子園區，進行栽培觀察，試驗方式採單株重複栽培，供試植株行株距為 3 × 3 公尺，株高約為 3.5 公尺。

### (二) 對照品種

對照品種 (系) MLJFA-1 為目前國內平地栽培最主要的愛玉子栽培品系，係本場 85 年自南投縣蒐集之地方品系。本場自 96 年技轉平地栽培愛玉子技術，皆提供此對照品

種 (系)，供農民種植，MLJFA-1 栽培面積約為 6 公頃，佔全國栽培面積 11.3%。

### (三) 試驗檢定

依據 98 年頒布的「愛玉子品種試驗檢定方法」，調查萌芽開始期、樹姿、生長勢、幼葉色、成熟葉色、葉截面積形狀、葉片長度、葉寬、葉厚、葉形、隱花果開始結果期、

採收成熟期、生理完熟期、鮮果重量、果實表面白斑尺寸、果形、果實尾部形狀、瘦果重量、瘦果比率、瘦果皮色及瘦果緊密度等。

### (四) 果膠含量及果膠酯酶活性

果膠含量測定參考 Blumenkrantz 和 Asboe-Hansen (1973) 之方法，以為當年生種子於 45°C 經 48 小時烘乾後，萃取其果膠液後，與含有四硼酸鈉 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) 的濃硫酸溶液作用後，加入 3- 苯基苯酚 (3-phenylphenol) 氫氧化鈉溶液，利用分光光度計於  $\text{UV}_{520\text{nm}}$  測量吸光值，並以半乳糖醛酸標準曲線，推算出果膠含量。果膠酯酶活性測定方法，係修改自 Lee 和 MacMillan (1968) 的酸鹼滴定法 (pH-stat 法)，以 4% 氯化

鈉萃取愛玉子瘦果的果膠酯酶萃取液，加入柑橘果膠液 (SIGMA-ALORICH)，已自動滴定儀測定每分鐘果膠酯酶消耗的柑橘果膠含量所降低的 pH 值，來推算果膠酯酶活性，推算的公式為 PE 活性 =  $A \times 0.01 \times F \times 1000 \div (T \times W)$ 。A 為總滴定量 (mL)；0.01 為 NaOH 當量換算；F 為力價 (NaOH=1)；1000 為換算  $\mu$  mole 係數；T 為總反應時間 (min)；W 為反應中愛玉液重量 = (加入愛玉子實際乾重 g) / 45mL × 加入酵素反應液量 (mL)。

### (五) 品種鑑定分子標誌建立

以簡單序列重複區間 (Inter-Simple Sequence Repeat, ISSR) 方法及切割擴增多型性序列分析 (cleaved amplified polymorphic sequences, CAPS) 等方法進行分子標誌篩選，參試引子選自 UBC Primer Oligonucleotide Set100/9 (John Hobb, NAPS Unit, University of British Columbia,

Vanconver, V6TI23, Canada) 進行愛玉子品系分子標誌篩選，以 QIAGEN 公司 DNeasy 試劑套組進行愛玉子 DNA 萃取，並以聚合酶連鎖反應技術進行檢測，ISSR 試驗引子取自 UBC (University of British Columbia) Biotechnology Laboratory 之 100 組隨機引子，PCR 反應液中含 100 ng 的 DNA 模

板，並加入 0.5  $\mu$ M 引子和 1xPCR 反應之緩衝液 (20mM Tris-HCl, pH9, 10mM KCl, 1.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 10mM (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.1mg/ml BSA, 0.2 mM dNTP, 1.25 U Real Taq DNA polymerase)。反應溫度和時間設定如下：95°C 分鐘 1 cycle、94°C 40 秒、55-65°C 60 秒及 72°C 60 秒共

40 cycles、72°C 7 分鐘 1 cycle。限制酶酵素反應，以限制酶 HhaI，於反應溫度 37°C 下作用 1 小時。反應物以 1 % 瓊膠在 TAE 緩衝液 (40 mM Tris-acetate, 1 mM EDTA, pH 8.0) 中進行電泳分析，再以溴化乙錠 (ethidium bromide) 染色後於 UV 燈下觀察分析。

## (六) 病蟲害發生調查

### 1. 病害調查

調查煤病、炭疽病、銹病及灰黴病之罹病率。煤病調查發法，自參試植株從東西南北中等 5 個方位各隨機取樣 5 支枝條，每株調查 250 葉片數，每枝條由頂端完全展開葉片開始向下調查 10 片成熟葉片，記錄病葉數及罹病度。罹病指數分別 0：代表葉片無病斑，1：代表 25% 以下發病面積，2：代表 26 % ~ 50 % 發病面積，3：代表 51% ~ 75 % 發病面積，4：代表 76 % 以上發病面積。炭疽病、銹病及灰黴病

等病害調查方法，參試植株每株從東西南北中等 5 個方位各隨機取樣 25 葉片，每株調查 125 葉片，調查病害發生種類及罹病率。罹病指數以葉面病斑面積計算，0：代表葉片無病斑，1：代表 25% 以下發病面積，2：代表 26 % ~ 50 % 發病面積，3：代表 51% ~ 75 % 發病面積，4：代表 76 % 以上發病面積，並以下列公式算出罹病度，罹病度 =  $\Sigma$ (指數  $\times$  該指數罹病葉數) / 4  $\times$  調查總葉數  $\times$  100

### 2. 蟲害調查

調查膠蟲、螺旋粉蝨、蚜蟲、介殼蟲、天牛、毒蛾類及葉蟬等蟲害之被害率及抗性。膠蟲調查方法，從參試植株東西南北中等 5 個方位各取樣 5 支枝條，計每株調查 25 枝條數，依膠蟲密度佔枝條被害之

比例，計算被害率。抗性分為 1 級極強 (無膠蟲)。2 級強 (枝條被害度佔 1/4 以下)。3 級中 (枝條被害度佔 1/4~1/2)。4 級弱 (枝條被害度 1/2 以上)。天牛調查方式為發生天牛幼蟲危害之株數，計算

被害率。螺旋粉蝨、蚜蟲、介殼蟲、毒蛾類及葉蟬等蟲害危害調查，自參試植株從東西南北中等5個方位，各取樣25葉片，計每株調查125葉片，調查蟲害發生種類及記錄蟲

口數量。並利用黃色黏板進行蟲害並利用黃色黏板進行蟲害族群消長監測，每隔二週更新及回收黃色黏板1次，調查蟲相及重要害蟲族群之數量。

### 三、結果

#### (一) 愛玉子新品種

本場種原庫保有115種愛玉子新品種，民國98~101年間根據「愛玉子品種試驗檢定方法」，進行為期3年的品種試驗檢定及果膠特性

調查，並根據調查結果提出果樹品種權申請，於101~102年完成新品種之性狀檢定及取得品種權。

#### 1. 愛玉子苗栗1號

愛玉子新品種「苗栗1號」，為民國85年自南投山區收集而來，品種特性比較如表一，該品種萌芽始期介於3~4月間，枝條呈開張伸展（圖一），生長勢強，側枝著生密度高。幼葉為淺紅色，成熟葉為深綠色，葉片形狀為橢圓形，葉截面形狀為V形，成熟葉片長寬皆短，葉厚。雌隱花果結果期為4~5月，成熟期為8~9月，成熟需90~109天，每年約可採收2次，果實重量為150~249公克之間，果實外觀為橢圓形（圖一），尾端突出，果實

白斑大小大於2 mm，瘦果比率為78~82%，瘦果皮為淡褐色（圖二），呈重疊排列。果膠特性檢測顯示，「苗栗1號」果實平均果膠含量為1.7%。果膠酯酶活性為 $1.09 \mu\text{eq COOH min}^{-1}\text{g}^{-1}$ ，果膠含量高於對照品種42%。在同樹齡及相同生長環境下，果實平均產量為對照品種（系）MLJFA-1的4倍以上，具產業化潛力。於民國101年9月取得品種權（品種權字第A01379號），命名為愛玉子「苗栗1號」。

#### 2. 愛玉子苗栗2號

愛玉子新品種「苗栗2號」，86年選自南投山區。比較品種特性

顯示如表一，「苗栗2號」萌芽始期為2~3月，枝條呈下垂伸展（圖



一)，側枝著生密度高，生長勢強。幼葉為淺紅色，成熟葉為淺綠色，葉片形狀為橢圓形，葉截面形狀為平形，成熟葉長及葉寬中等，葉厚。雌隱花果萌果期為3~4月，成熟期為6~7月，成熟時期小於90天，每年約可採收2次。新品種相較對照品種，果實可提早一個月採收，具果實生長期短及早生特性。果實重量為150~158公克，果實為長橢圓形（圖一），尾端尖形，果實白

斑大小小於2 mm，平均瘦果比率為80~82%，瘦果皮為黃色（圖三），瘦果緊密排列。「苗栗2號」果實平均果膠含量為2.1%。果膠酯酶活性為 $0.74 \mu\text{eq COOH min}^{-1}\text{g}^{-1}$ ，果膠含量比一般品種高75%。果實平均產量為對照品種（系）MLJFA-1的4倍以上。於民國102年5月取得品種權（品種權字第A01443號），命名為愛玉子「苗栗2號」。

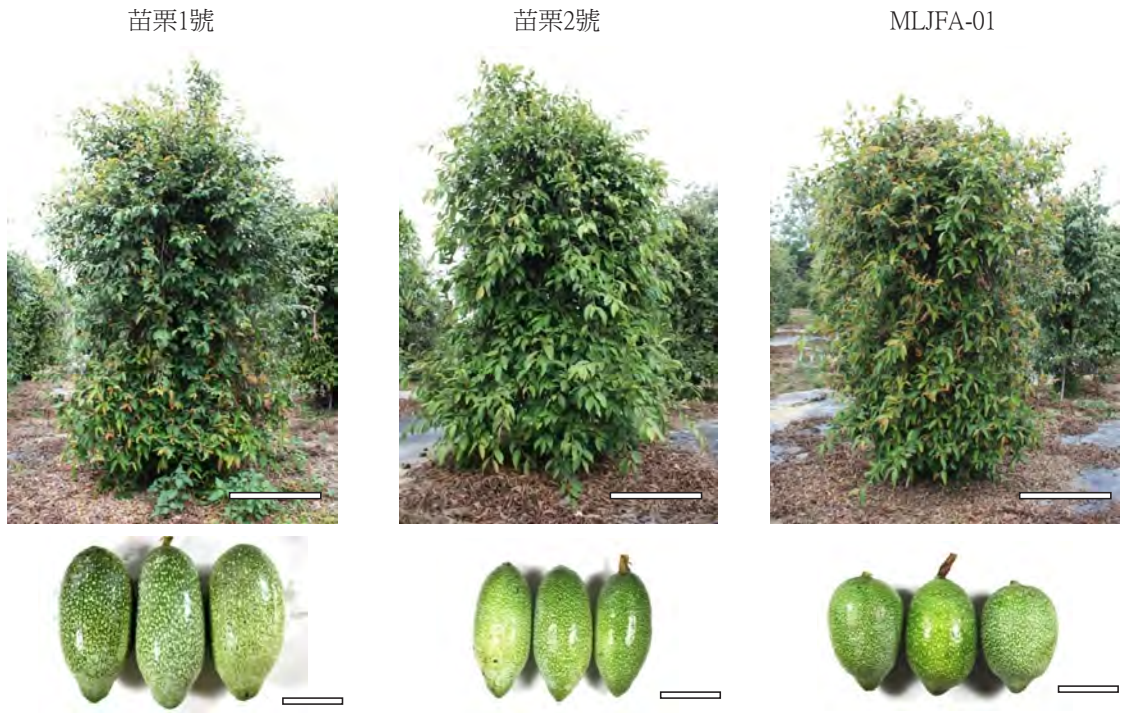
## （二）愛玉子品種分子標誌

為建立愛玉子新品種特有之分子標誌，俾利新品種推廣及保障，本試驗以UBC Primer Oligonucleotide Set100/9中的100組引子為基礎，總共篩選出19組在愛玉子具有多形性的引子，其中「苗栗1號」結果顯示如圖四，共篩選出3組分子標誌可區分「苗栗1號」及對照品系，以分子標誌JFSR09、JFSR18及JFSR26分別於528bp、682bp及312bp的位置，與MLJFA-1對照組有不同的條帶。「苗栗2號」結果顯示如圖五，共篩選出2組分子標誌可區分「苗栗2號」及其他13個品系的差異，

以分子標誌JFSR09於346bp的位置，與MLJFA-1、「苗栗1號」、MLJFA-03、MLJFA-11、MLJFA-13、MLJFA-14、MLJFA-15、MLJFA-17及MLJFA-18有不同的條帶，此片段經螢光定序後發現具有HhaI的切位，因此設計MLCAP1及MLCAP2的CAPS引子經核酸增幅及限制酶酵素作用後，可鑑別「苗栗2號」、MLJFA-09、MLJFA-11、MLJFA-13、MLJFA-19及MLJFA-38的差異性（圖六）。可將此6個品系劃分為3組，其中對照品系位於第1組，「苗栗2號」則出現在第2組之中。

表一、愛玉子品種特性比較表

部位	差異性狀	苗栗 1 號	苗栗 2 號	對照品種 (系)MLJFA-1
植株	萌芽開始期 (mouth)	3-4.9	<3	3-4.9
	樹姿	開張	下垂	下垂
	生長勢	強	強	中
葉片	成熟葉顏色	深綠	淺綠	綠
	葉片截面形狀	V 形	平形	葉緣捲曲
	葉片寬度 (mm)	短 <5.2	中 5.2-6.3	短 <5.2
果實	隱花果開始結果期 (mouth)	中 4-5	早<4	中 4-5
	隱花果採收成熟期 (mouth)	早 <8	早 <8	中 8-9
	隱花果生理完熟期 (days)	中 90-109	早<90	晚 ≥110
	隱花果重量 (g)	中 150-249	中 150-249	小 <150
	隱花果表皮白色斑點	>2mm	<2mm	<2mm
	隱花果外部形狀	橢圓	長橢圓	卵形
	隱花果尾端形狀	突出	尖形	突出
	瘦果比率 (%)	中 77-82	中 77-82	低 <77
	瘦果皮色	淡褐色	黃色	淡褐色
	瘦果緊密度	重疊	緊密	緊密
其他	果膠含量 (%)	1.5-2.0	>2.0	<1.5
	果膠酯酶活性 ( $\mu$ eq COOH min <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> )	1.09	0.74	0.98



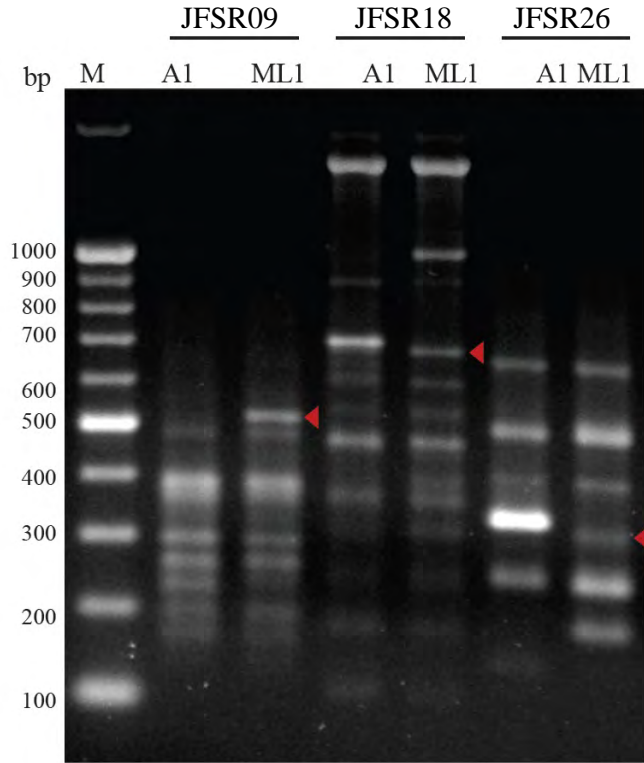
圖一、愛玉子新品種與對照品系植株及果實外觀比較 scale=50cm (上圖) scale=5cm (下圖)



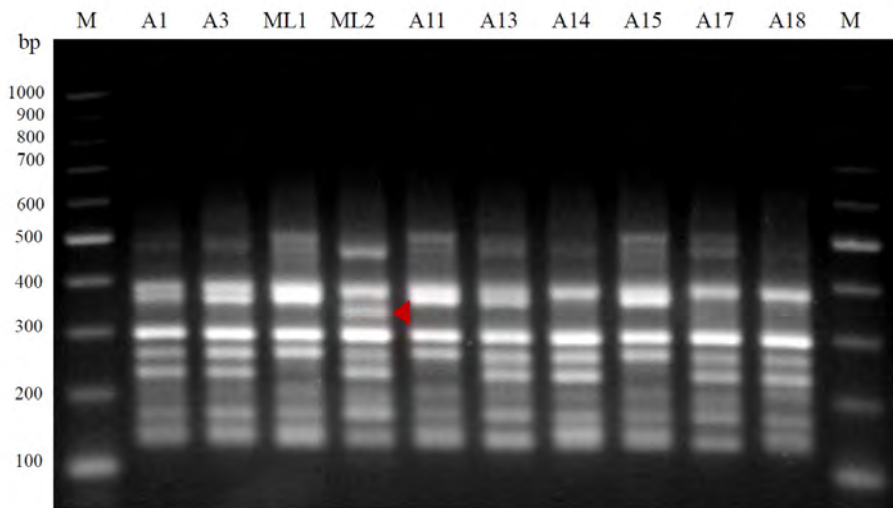
圖二、愛玉子「苗栗1號」(左)與MLJFA-01 (右)瘦果外觀比較 (Scale =5 cm)

圖三、愛玉子「苗栗2號」(左)與MLJFA-01 (右)瘦果外觀比較 (Scale =5 cm)

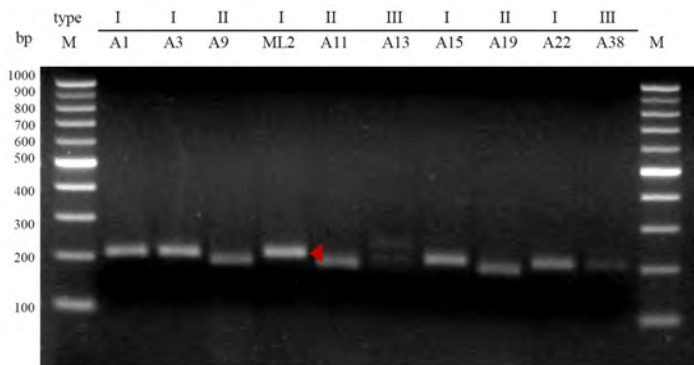




圖三、愛玉子「苗栗1號」以JFSR09~26分子標誌增幅之結果  
 JFSR09~26 mean ISSR primer, M means 100bp DNA ladder,  
 A1 means MLJFA-01 (control), ML1 means 'Miaoli No.1'



圖四、愛玉子「苗栗2號」以JFSR09 分子標誌增幅之結果  
 M means 100bp DNA ladder, A1~A18 mean MLJFA-01 to MLJFA-18,  
 ML1 means 'Miaoli No.1', ML2 means 'Miaoli No.2'



圖五、愛玉子「苗栗2號」以分子標誌 JFCAP1 及JFCAP2增幅之結果 M means 100bp DNA ladder, A 1~A 38 mean MLJFA-01 to MLJFA-38, ML2 means 'Miaoli No.2'

### (三) 病蟲害調查

比較新品種及對照品種的病蟲害危害情形如表二，對照品系 MLJFA-01 煤病發病率在 0~32% 之間，被害株 3~4 月及 8~10 月達發病高峰，平均發病率在 30% 以上，與膠蟲消長密度呈正相關關係。「苗栗 1 號」發病率在 2% 以下，無明顯發病高峰，「苗栗 2 號」發病率則在 0~28% 之間，被害株 3~4 月及 8~10 月達發病高峰，平均發病率在 25% 以上。炭疽病的調查顯示，MLJFA-01 發病率在 0-5.5% 之間，發生於老葉及落果。「苗栗 1 號」發病率在 0-4.5% 之間，「苗栗 2 號」發病率則在 0-5.5% 之間。未觀察到銹病及灰黴病發病現象。蟲害調查顯示，MLJFA-01 的膠蟲危害整年均會發生，被害率在 0-64% 之

間，3-4 月為若蟲發生高峰期，被害株之枝條危害率最高可達 60% 以上。「苗栗 1 號」則未調查到膠蟲危害。「苗栗 2 號」被害率在 0~56% 之間，若蟲高峰期被害株之枝條危害率最高可達 50% 以上。螺旋粉蝨危害調查顯示，12 月及 1-3 月為大發生期，對照組、「苗栗 1 號」及「苗栗 2 號」被害株之危害率分別為 5%、1% 及 5% 以下。蚜蟲危害調查顯示 11~12 月及 1-4 月為大發生期，MLJFA-01、「苗栗 1 號」及「苗栗 2 號」蚜蟲危害率分別為 6%、2% 及 7% 以下。毒蛾類幼蟲危害發生率則均為 6% 以下。葉蟬、薊馬、介殼蟲及天牛等其他蟲害未構成嚴重危害。

表二、愛玉子病蟲害發病率及危害率調查

病蟲害種類	苗栗 1 號	苗栗 2 號	MLFJA-01
病害	煤病	+ (25~28%)	+ (30~32.5%)
	炭疽病	+ (4.5%以下)	+ (5.5%以下)
蟲害	膠蟲	- (0%)	+ (60~64%)
	螺旋粉蟲	+ (1%以下)	+ (5%以下)
	蚜蟲	+ (2%以下)	+ (6%以下)
介殼蟲	毒蛾類	+ (6%以下)	+ (6%以下)
	葉蟬、薊馬	+ (4%以下)	+ (4%以下)
	介殼蟲	+ (2%以下)	+ (2%以下)
	天牛	+ (2%以下)	+ (2%以下)

#### 四、討論

愛玉子「苗栗 1 號」與推廣品系主要外觀辨別特點為，「苗栗 1 號」果實外觀具有大於 2mm 的白色斑點，其葉片為深綠色葉片，橫截面為 V 形。愛玉子「苗栗 1 號」與對照品系的萌果期及採收期相近，但整體產量為對照組的 2~3 倍。鮮果平均大小約為 165~168 公克，具有大果特性，其瘦果的直徑平均超過 10cm，且瘦果呈現多層次堆疊排列，瘦果重平均高達 26.4 公克。若在相同產量下，可減少削皮及烘乾翻轉的操作次數，有效減少人力的支出，達到省工的目標。此外，其枝條成開張形伸展，可促進植株通風，推測此特點可能是導致膠蟲、螺旋粉蟲及蚜蟲等蟲害危害率較低的因素之一。

愛玉子「苗栗 2 號」植株，從幼苗期葉片顏色就偏淺，成株的成熟葉片也為淺綠色，葉橫截面呈平行，其瘦果顏色偏黃為其主要判斷依據。「苗栗 2 號」的萌果期為 3 月上旬，果實成熟期為 6 月中旬，相較於對照品系 MLJFA-01，採收期提早了 30 天以上，具有提早上市的潛力。「苗栗 2 號」平均瘦果重量為 155~157 公克，瘦果平均重量為 24.7 公克，雖果重僅高於對照組 10%，但單株可採收之果實數量將近為對照組的 1.9 倍，因此整體的產量約為對照品種的 2~3 倍，可提升

單一面積栽培的總產量。

對於新品種開發而言，除了以品種外觀特性來做為品種權的侵權依據外，開發核酸層次的分子標誌以保護品種權，可提高鑑定的準確性。常見的分子標誌篩選方法包括 RAPD、AFLP、SNP、SSR、ISSR 及 CAPS 等，本試驗採取的 ISSR 分子標誌技術，由於其引子在各作物及動物間保守性高，因此不需建立愛玉子專屬的資料庫，所開發出來的分子標誌具有再現性高的特性，可降低分子標誌開發的成本。CAPS 分子標誌技術以增幅特異性片段作為第一次的分群，再以限制酶酵素進行片段的分析做出第二次分群，此方法穩定性高，且可同時對於多個品種進行分類。Kunihisa 等人 (2005) 就曾利用 CAPS 分子標誌技術，將日本草莓品種進行分群，結果顯示可同時辨識出 64 種草莓品種。本試驗開發「苗栗 2 號」CAPS 分子標誌 ML2CAPS1 及 ML2CAPS2，以 ISSR 增幅出的特異性片段作為基礎，分析片段中有的限制酶切位，再設計該片段對應的增幅引子，經酶切後可將 6 種愛玉子分類為 3 群，雖無法立即辨識愛玉子「苗栗 2 號」個體，但若在眾多品種的混淆情形下，可做初步的分群，再配合其他分子標誌的共同判別，可加速品種辨識的速度。

## 五、結語

本試驗於計畫初期訂定育種目標為高產量、高果膠量、具抗病蟲害特性及具區隔性的新品種。經過淘汰選拔及檢定調查，選育出具有高產、高果膠量、大果及抗膠蟲的「苗栗1號」。及具高產、高果膠量、果多、早生等特性的「苗栗2號」。同時開發出新品種的 ISSR 及 CAPS 分子標誌，提供品種權轉移業者多一層的保障。依新品種的試驗過程，整理出一套愛玉子的「改良式省工栽培管理方法」，繪製栽培管理作業曆如圖六，值得一提的是，觀察愛玉子小蜂生育情況，繪製的愛玉

小蜂「生育期」及「越冬期」，可提供栽培者培育小蜂及用藥參考。本場嘗試以有機栽培管理愛玉子示範園區，初步已獲得良好的效果，苗栗、南投及嘉義等3個園區共1.1公頃，已於101年度取得MOA農產品有機栽培管理認證（認證字號：MOA1510305）。未來也將持續推動此栽培管理技術，以提高愛玉子產量的穩定度。在技術移轉推廣方面，2個新品種已於102年完成非專屬授權技術移轉，新品種總推廣面積達4公頃以上。

## 六、致謝

本文承行政院農業委員會科技計畫補助（99~102農科-1.1.9-苗-M1），試驗期間承蒙林秀滿小

姐、本場劉茂榮、陳慶旺、陳榮宗、蔡新墩、邱家玉先生等同仁的協助，謹此一併誌謝。

## 七、參考文獻

- 林讚標、劉哲政、何坤耀、謝煥儒、李國忠。1991。愛玉子專論 臺灣省林業試驗所編印。pp127。
- 吳輝虎、吳登楨、邱家玉。2007。影響愛玉子品質與凝膠力因子之研究。苗栗區農業改良場研究彙報 1:59-67。
- 吳輝虎、吳登楨、盧美君。2008。愛玉子平地栽培生產技術。農政與農情 197: 87-90。
- 黃永傳、陳文彬。1979。愛玉凍原料植物—愛玉之回顧與前瞻。中國園藝 25(4): 103-111。
- 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)117-126。



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。 臺灣省林業試驗所試驗報告第 428 號。

**Beiki, A. H., S. Saboor, M. Ebrahimi.** 2012. A new avenue for classification and prediction of olive cultivars using supervised and unsupervised algorithms. PLoS One. 7(9):e44164.

**Blumenkrantz, N. and Asboe-Hansen, G.** 1973. New method for quantitative determination of uronic acids. Anal. Biochem. 54 (2):484-489

**Kunihisa M, N. Fukino, and S. Matsumoto.** 2003. Development of cleavage amplified polymorphic sequence (CAPS) markers for identification of strawberry cultivars. Euphytica 134:209-215

**Lee, J. W., K. H. Bang, Y. C. Kim, A. Y. Seo, I. H. Jo, J. H. Lee, O. T. Kim, D. Y. Hyun, S. W. Cha, J. H. Cho.** 2012. CAPS markers using mitochondrial consensus primers for molecular identification of *Panax* species and Korean ginseng cultivars (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Mol Biol Rep. 39(1):729-36

**Konovalov, F., E. Toshchakova, S. Gostimsky.** 2005. A CAPS marker set for mapping in linkage group III of pea (*Pisum sativum* L.). Cell Mol Biol Lett. 10(1):163-71.

**Kunihisa, M., N. Fukino, S. Matsumoto.** 2005. CAPS markers improved by cluster-specific amplification for identification of octoploid strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cultivars, and their disomic inheritance. Theor. Appl. Genet. 110: 1410–1418.

**Lee, M. and Mac Millan, J. D.** 1968. Mode of action of pectin enzyme. I. purification and certain properties of tomato pectinesterase. Biochem. 7 (11):4005-4010.

**Lin, T. P., C. C. Liu, S. W. Chen, and W. Y. Wang.** 1988. Purification and Characterization of Pectinmethylesterase from *Ficus awkeotsang* Makino Achenes. Plant Physiol. 91:1445-1453.

**Martins, M., D. Sarmiento, M. M. Oliveira.** 2004. Genetic stability of micropropagated almond plantlets, as assessed by RAPD and ISSR markers. Plant Cell Rep. 23(7):492-496.

**Prevost, A., and M. J. Wilkinson.** 1999. A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars. Theor. Appl. Genet. 98:107-112.

**Tautz, D.** 1989. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers. Nucleic Acids Res. 17: 6463–6471.

**Ujihara, T., F. Taniguchi, J. Tanaka, N. Hayashi.** 2011. Development of Expressed Sequence Tag (EST)-based Cleaved Amplified Polymorphic

Sequence (CAPS) markers of tea plant and their application to cultivar identification. *J Agric Food Chem.* 59(5):1557-1564.

**Vos, P., R. Hogers, M. Bleeker, M. Reijans, van de Lee, T., M. Hornes, A. Frijters, J. Pot, J. Peleman, M. Kuiper, M. Zabeau.** 1995. AFLP: A new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res.* 23:4407-4414.

**Williams, J. G. K., M. K. Hanafey, J. A. Rafalski, and S. V. Tingey.** 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res.* 18: 6531-6535.

**Zietkiewicz, E., A. Rafalski, and D. Labuda.** 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics* 20: 176-183.

表三、愛玉子管理作業曆

月分	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
栽培管理曆												
果園管理	█											
生長期	█											
施肥期	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
採收期	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
病蟲害防治	█											
小蜂生育期	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
小蜂越冬期	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
病蟲害發生曆												
煤病	█											
炭疽病	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
膠蟲	█											
螺旋粉虱	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
蚜蟲	█											
毒蛾類	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
葉蟬	█											
薊馬	█											
介殼蟲	█											
天牛	█											

黑色長條表示重要工作/重要病蟲害；灰色長條表示次要病蟲害

# Analysis on the Variety Characteristics and Establishing the Molecular Marker of *Ficus awkeotsang* Makino

Meng-Jin Lin<sup>1</sup>, Shu-Chen Peng<sup>1</sup>, and Mei-Chun Lu<sup>1\*</sup>

## Abstract

Jelly fig (*Ficus awkeotsang* Makino), a member of the family Moraceae, is a vine plant native to the mountainous area above the sea level 1,000 to 1,800 meter of Taiwan. In order to improve the fruit quality and industrial development of jelly-fig, two new varieties 'Miaoli No.1' with traits of *Laccifer lacca* tolerance and high productivity, and 'Miaoli No.2' with traits of early ripening and high productivity, were bred. Sequence-specific markers for 'Miaoli No.1' were developed, which 528bp, 683bp, and 312bp lands were completed by JFSR09, JFSR18, and JFSR26 primers. However, 'Miaoli No.2' could be identified by amplifying a sequence specific 346bp band JFSR09 primer. The sequence-specific markers for new jelly-fig varieties protect the right of breeders. Two varieties were authorized to three farmers and over 4 hectares' cultivation were achieved.

**Keyword:** Jelly-fig (*Ficus awkeotsang* Makino), Breeding, Variety, Sequence-specific marker

---

<sup>1</sup> Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R.O.C.

\*Corresponding author: lumj@mdais.gov.tw