

## 蓮霧裂果因子之探討與預防

賴榮茂<sup>1</sup>

### 摘 要

蓮霧裂果的現象已影響到產業的發展，本試驗針對裂果現象的發生進行調查及採取預防的措施以降低裂果率。由調查顯示，11月至2月採收的成熟果實平均裂果率18.4%至19.6%，3月份增高至40.2%，4月份雖略有下降，但5、6月則明顯地增加至67.5%。樹冠內不同的著果位置呈現不同的裂果率，樹冠內水平方向以著生在接近樹冠外側的果串裂果率最高，第一收42.0%，第二收80.1%，越往樹冠中心的位置越少，內側裂果率第一收僅18%，第二收45.6%；不同著果高度的裂果率不同，第一收中層及上層沒有差異，但顯著較下層部位的果實14.1%高，第二收則隨著結果高度增加，裂果顯著增加。以透氣袋保護的果實其裂果率54.5%，顯著低於網室保護的67.9%及紙袋保護的92.8%。透氣袋保護及網室保護的果實果其蒂端及果萼端鈣濃度比紙袋保護的果實高；盆栽蓮霧在中果期開始，當根系持續處於高濕及相對低水分的狀態下，其裂果率顯著從43%降低至4.3%及1.3%，但低水份的處理單果重較小。以氯化鈣及碳酸鈣進行噴施全株，至採收時果實裂果率有隨著鈣濃度提高，而顯著下降的趨勢。

關鍵語：蓮霧、裂果

### 前 言

目前台灣南部的蓮霧產期從每年的10月開始，可延續至翌年的6月，大部分蓮霧果農都以生產冬季果實為主，但春、夏果的產量也不少，冬春季因病蟲害少，較容易生產高品質果實，且採收時期市場上替代性的水果較少，加上年節的需求量較大，果農可獲得較多的利潤。因此為追求催早花的穩定性，常在高溫高濕的季節，對植株過度進行各種逆境處理，以抑制營養生長。近幾年來蓮霧栽培上，所慣用的抑制措施，包括過度強剪、淹水、斷根、重肥<sup>(1)</sup>、生長抑制劑<sup>(2,3)</sup>、遮光<sup>(7)</sup>等，對同一棵樹連續幾年，同時或連續採取數種抑制措施，雖然能克服催早花的穩定性，但樹勢往往低落，同時果實負荷量相對又較高，因此品質受到影響，產業問題陸續發生。

裂果現象除了發生在正常產期的夏季蓮霧果實之外，經過產期調節的早

---

<sup>1</sup>高雄區農業改良場副研究員

花蓮霧，其冬、春果產期的裂果率也逐年提高。在成熟階段的裂果，引起果實品質劣變及果肉柔軟，由於包裝時果實相互擠壓的破損，促使滋生黴菌導致腐敗果的發生<sup>(24,25)</sup>。另外，在運銷過程，裂果的外傷促使水分快速流失及果實乾涸等，皆會降低果實品質及櫥架壽命<sup>(34,37)</sup>。蓮霧果實一旦發生裂果，除了市場的賣價大受影響外，因貯運能力降低，也直接影響外銷的開展。

在文獻上常見發生裂果現象的種類有柑桔<sup>(5,8)</sup>、荔枝、芒果<sup>(32)</sup>、梨、蘋果<sup>(9)</sup>、桃、李<sup>(23)</sup>、甜櫻桃<sup>(29,30,31)</sup>、葡萄<sup>(36)</sup>、柿<sup>(16)</sup>等。甜櫻桃的裂果，有學者認為角質層產生裂縫，此裂縫的產生，起因於不規則的水分供應，引發果實的不規則生長<sup>(29,30)</sup>。亦有學者觀察到在甜櫻桃果實生長及成熟的過程，作用在果皮的膨壓增加，裂果乃膨壓作用的結果<sup>(35)</sup>。當以含氫氧化鈣成分之營養劑之各組合處理'Lambert'甜櫻桃，其裂果率皆低於不含鈣的處理<sup>(12)</sup>。在蓮霧栽培管理上，為了品質提升投入大量的資材，除了增加成本之外，是否影響果實裂果發生，有待從新檢視管理工作的每一細節。另栽培過程實施套袋，是否影響果實內鈣的輸送及累積而發生裂果有待探討，本試驗就蓮霧裂果的問題逐步進行調查及探討可行的預防方式，期能降低裂果率提昇蓮霧產業的競爭力。

## 材料與方法

### 一、蓮霧不同月份果實裂果率變化

在屏東縣鹽埔、麟洛、潮州、枋寮等蓮霧產區的粉紅種果園，從11月份起，每個月份從正在採收的果園逢機進行採樣，每個果園每次逢機取10袋果實，重複4次，計算總果實粒數及發生裂果粒數，換算裂果率。以4個果園的平均值代表該月份的裂果率。

### 二、樹冠內不同部位果實裂果率調查

以屏東縣鹽埔鄉15年生粉紅種果園為材料，取樣位時間第一收以88年8月5日催花的植株，在11月15日進入採收期，採樣調查時間為11月25日。第二收採樣時間為5月10日。取樣的位置，水平方向著果位置的劃分，以樹冠半徑最寬的位置275公分，平均分成3段，分別在各段採位於100公分至200公分之間的果串5個；垂直方向的著位置分別在以130公分以下，130~230公分及230公分以上三個位置取樣，每個位置5串。分別計算總果實數及裂果數。取樣的植株，以單株為1重複，共4重複。

### 三、蓮霧果實不同保護方式對裂果及品質的影響

9年生的粉紅種植株為材料，在11月中旬催花，1月下旬至2月上旬盛花，果實生長至吊鐘期，果實分別以3種不同的處理進行保護，每重複1株，每株留果穗數200-220個，重複4次。處理的方式分別為慣用的紙套袋，改

良式透氣性套袋，及簡易網室保護全株。網室保護的植株其果穗不再進行套袋。調查裂果率及果實的品質。

#### 四、水分控制與蓮霧裂果之探討

以2年生的粉紅種植株栽培於100公升的圓形黑色塑膠桶，內裝80公升的栽培土，植株材料為2年生的粉紅種。在盆口包覆塑膠布隔絕雨水，在栽培盆40公分深埋設土壤張力計，監控土壤水分的含量。1月30日萌花芽，3月27日盛花。果皮開始著色時，開始控制水分的供給量，分別為-10cbar以下、-10~-30cbar、-30cbar以上等3個處理，每處理1株，重複5次。供水處理於每日8時及16時視土壤的濕度以人工控制澆灌的水量，直至採收。探討不同水分供給量對、果實品質、果實大小、裂果率。

#### 五、蓮霧全株噴施不同種類與不同濃度的含鈣藥劑對蓮霧果實的影響

粉紅種蓮霧，11年生，在果實生長期間以不同種類且不同濃度的含鈣試劑( $\text{CaCl}_2$  0.3%、0.15%； $\text{CaCO}_3$  0.3%、0.15%； $\text{CaSO}_4$  0.3%、0.15%)噴施於蓮霧全株上(每隔一週噴施一次)，加上對照組共7個處理組，3重覆，待果實達成熟可售階段(92年3月29日)，分別觀察果實的裂果情形與一般果實特性的調查。且在果實成熟後(92年3月29日)取部分樣品作含鈣量的分析。

#### 六、調查分析項目

- (一)果寬及果重測定：果實長寬以電子游標尺測量之，果長為果萼端至果梗端之間的長度，果寬為果萼端最寬的部位十字交叉取兩個方向的值平均，單果重以電子天平(Ohaus, EOF110, Switzerland)測量之。
- (二)顏色測定：於蓮霧果萼最寬的部位取三點平均，以色差計(Nippon Denshuku ND-3000A, Japan)測量果皮之L值(亮度)、a值紅色值與b值(黃色值)。
- (三)可溶性固形物測定：自果實之果萼端進行切片取樣，以糖度計(ATAGO N1, Japan)測定之。
- (四)鈣的測定以原子吸收光譜儀測定。將蓮霧果實自果蒂至果萼端分切成三段，每一段各自將果切成丁塊，經液態氮急速凍結，依各部位裝於封口袋，進行冷凍乾燥，約72小時後完全乾燥脫水，取出後，以研鉢研磨成粉末，置於封口袋內密封，貯於-20°C冷凍庫下備用。
- (五)花青素測定：修改自 Downs & Siegelman(1963)的方法，取直徑10mm的果皮圓片5片，加入5ml的萃取液(1% HCL-Methanol)，置於4°C黑暗中萃取24小時後，測定530nm的吸收值<sup>(13)</sup>。

## 結果與討論

### 一、蓮霧不同月份果實裂果率變化

高屏地區蓮霧經過產期調節的結果，自11月份起進入量產至翌年6月，11月至2月採收的成熟果實平均裂果率18.4%至19.6%，3月份增高至40.2%，4月份雖略有下降，但5、6月則明顯地增加至67.5%(圖1)。從天氣變化的觀點，11-2月，平均氣溫19.5°C至22.5°C屬於較涼爽，且高低溫變化幅度較小，3月份氣溫回升至23.7°C且日夜溫差變化幅度較大，5-6月份則增高至27.0~28.8°C。從蓮霧的生育的最適溫度在25~30°C，果實發育期最適溫度在15~25°C來看，3月份如氣溫超過30°C時，其生長勢增強，尤其至5、6月份的平均氣溫增高，抽梢變的非常旺盛，裂果率伴隨著迅速飆升。根據本調查資料顯示，當蓮霧植株生長勢轉強時，對水分的需求同時增加，造成果實發生裂果的機會增加。尤其在自然的環境下，蓮霧在果實的生長期，果園的土壤都維持在較高的水分含量，水分的供應不虞匱乏，任其根系吸收，造成膨壓過大，裂果現象增加，wood<sup>(33)</sup>等強調胡桃果實生長環境如土壤水分的含量與波動、降雨及空氣相對溼度的高低變化過大等因素，皆會促使果實水分含量及膨壓的改變，最後導致裂果的發生。從蓮霧的實際生長過程來看在高溫期偶而的雨水，使吸水增加，蒸散減少，裂果率明顯飆升。在裂果現象尚無法有效控制之前，產期的調節分配可參考自然環境下裂果率的高低進行產期調控，選擇環境變化的較小的季節來生產。

### 二、樹冠內不同部位果實裂果率變化

本調查所選用的果園，土壤屬於砂質土，15年生植株高大。第一收果實在11月下旬開始，成熟果的裂果率，在不同的位置呈現不同的程度(表1)，水平方向以著生在接近樹冠外側的果串，裂果率42.0%最高，越往樹冠中心的位置越少，內側所採的成熟果裂果率僅18%，垂直方向不同的著果高度的裂果率，也有不同的差異，以下層部位的果實14.1%最低，中層及上層則顯著較高。第二收的果實在3月中旬採收。3月份採收的果實平均裂果率67.5%，水平方向不同部位發生裂果的比例與第一收的趨勢類似，以接近外側部位的裂果率最高達80.1%最高，至內側則為45.6%。第二收在垂直方向隨著著果位置升高其裂果率顯著差異。第一收及第二收成熟果採收時，水平方向的各著果位置裂果率有差異，推測外側的著果位置受日照及溫度的影響較大，果實生長較快，內側的著果位置因枝葉的保護微氣象變化較小。垂直方向的著果位置，在第一收下層的裂果率顯著較低，在第二收高度越高裂果越嚴重，同時普遍有較第一收增加的趨勢。有關這方面的研究，有趙等<sup>(6)</sup>提出5年生的'黃冠'梨植株生長勢過弱或過旺會增加裂果的發生，本試驗的植株

在大環境的氣溫升高，各部位的生長勢轉強，生長速度加快所致，尤其越高位置的果實越受影響。因此在栽培上為了降低裂果的發生，著果位置的選留以靠近樹冠內部及較低的部位較理想，尤其高溫期採收的果實。

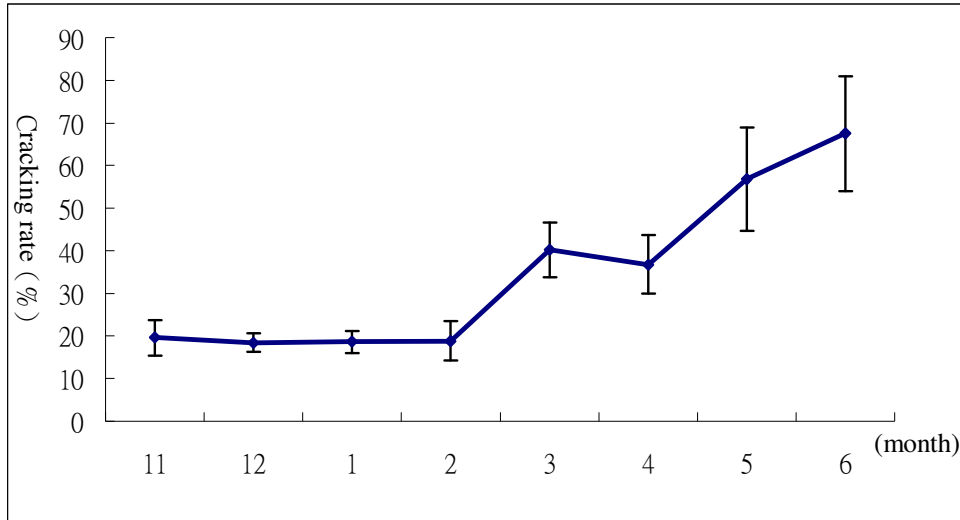


圖 1. 蓮霧不同月份裂果發生的趨勢

Fig 1. The trend of fruit cracking in different month of wax apple

表 1. 不同著果位置果實裂果率變化

Table 1. The variation of fruit cracking on different position in wax apple canopy

Position Crop	Mean cracking fruit (%)	Horizontal direction			Vertical direction		
		Inside (%)	Mid. (%)	Outside (%)	Lower (%)	Mid. (%)	Upper (%)
First crop	30.0	18.0c*	30.4b	42.0a	14.1b	30.2a	31.0a
Second crop	67.5	45.6c	69.1b	80.1a	42.4c	67.2b	79.2a

\* : Means followed by different letters within the same row and direction are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test

### 三、蓮霧果實不同保護方式對裂果及品質的影響

為保護蓮霧果實避免東方果實蠅的危害，自幼果期開始必須實施套袋或是以網室的進行保護，以 4 月上中旬採收的春果進行調查，用透氣袋保護的果實其裂果率 54.5% 顯著低於網室保護的 67.9% 及紙袋保護的 92.8% (表

2)。將霧果實從果蒂端至果萼端橫切三等分進行鈣的測定，結果在果蒂端及果萼端均以套紙袋的果實鈣濃度最低，透氣袋的果實最高。鈣含量的多寡被認為與裂果有重要的關係，一般認為細胞壁中主要成分為  $\text{Ca}^{+2}$ 、纖維、半纖維、果膠及酵素等，荔枝裂果果實比正常果實  $\text{Ca}^{+2}$  的含量低<sup>(21)</sup>。從透氣性的大小來看，透氣性越低的保護方式裂果率越高，三種套袋的方式以紙袋的透氣性最差，推測其果皮的蒸散受到阻礙，鈣的輸送受到影響。此與櫻桃的栽培管理，應用遮雨設施來預防雨害，當下雨時以未遮雨者裂果發生最嚴重，以通風及相對溼度低的傘狀遮雨之裂果率最低的結果相近<sup>(10、32)</sup>。另有 Yamamoto<sup>(34)</sup> 等提出果實生長壓力為縱向時果實開裂的位置會集中於果實頂端或果梗的窪部<sup>(34)</sup>。果實生長壓力為橫向時則開裂的位置集中於果實赤道週圍<sup>(17、18、19、20)</sup>。裂果的發生與果實成熟度有關，在 'Gala' 蘋果果實的不同部位，其成熟度會有所差異，當果實接近成熟時噴施 AVG(乙烯抑制劑)於果實果梗注附近，可降低 SES 之發生<sup>(9)</sup>，從蓮霧果實的裂果發生位置大部份在果蒂端，該部位的鈣濃度卻相對高於果萼端，推測蓮霧的裂果不完全受鈣濃度的影響。三種保護果實的方式其單果重及果皮的紅色值(a)、黃色值(b)在處理間沒有差異，但透氣袋的果實甜度 9.8 °Brix 較其他兩種方式高，果皮亮度(L)則較其他兩個處理低。

表 2. 蓮霧果實不同保護方式對裂果及品質的影響

Table 2. Effects of different protecting mode on fruit cracking and quality of wax apple

Type of protection	Cracking rate (%)	Ca conc.(%)			Single fruit wt.(g)	Total soluble solid (°Brix)	L	a	b
		Stalk end	middle	Calyx end					
Ventilative bag	54.5c*	0.059a	0.034a	0.017a	122.4a	9.8a	34.43b	16.32a	6.71a
Net house	67.9b	0.057a	0.038a	0.019a	112.0a	8.7b	37.20a	17.01a	7.07a
Paper bag	92.8a	0.044b	0.032a	0.013b	123.2a	9.0b	38.09a	19.59a	6.90a

\* : Means followed by different letters within the same column are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test

#### 四、水分控制與蓮霧裂果之探討

蓮霧在中果期開始，分別維持不同的水份供應狀態，當根系持續處於高濕(小於-10 cbar)及相對乾旱(大於-30 cbar)的狀態下，其裂果率發生的比例差異顯著(表 3)。García-Luis 等人提出臍橙及茂谷柑於果實快速生長期，突

然降雨或水管理不當導致土壤水分供給波動變化劇烈，最容易發生裂果<sup>(14)</sup>。在台灣蓮霧於果實成熟期，遭遇雨害造成裂果亦是相當嚴重<sup>(4,22)</sup>。蘋果的果園管理是決定果實內生理化學物質含量變化及 CES 的發生，果實在滿花後 20 週開始有裂果情形發生，在滿花後 14 週至 26 週(商品採收期)，進行斷水處理可降低的裂果率<sup>(26,27)</sup>。本試驗水分含量的變動情形以-10~-30 cbar 較大，因此造成裂果率的大幅提升，持續浸水或相對乾旱狀態，發生裂果的比例均能減少。在果實的品質的調查，-10~-30 cbar 的處理，其單果重及果皮的亮度(L 值)顯著高於其他處理，甜度及 a 值卻顯著低於高濕及低水分含量的處理。本試驗是在可控制供水的情況下進行，田間的供水常受天氣變動之影響，很難確實的控制水分變動，為了降低裂果率唯有經常保持土壤濕潤或是以適當的材料覆蓋畦面，減少乾濕的劇烈。

表 3. 果實生育後期土壤水分含量對裂果及品質的影響

Table 3. Effects of soil moisture during later stage on fruit cracking and qualities of wax apple

Treatment	Cracking Single fruit		Total			
	rate (%)	wt. (g)	soluble solid (°Brix)	L	a	b
<-10 cbar	4.3b	93ab	12.5a	14.45a	27.22a	1.18
-10~-30 cbar	43.0a	103a	10.2c	15.21a	19.16b	1.74
>-30 cbar	1.3b	87b	11.8b	9.33b	25.69a	1.86

\*Means followed by different letters within the same column are significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test

#### 五、蓮霧全株噴施不同種類與不同濃度的含鈣藥劑對蓮霧果實的影響

以含鈣的化合物進行噴施全株，至採收時果實的裂果率顯著下降，其中氯化鈣及碳酸鈣的處理有隨著濃度提高，而顯著下降的趨勢，(表 4)。鈣可穩定細胞壁膜系，櫻桃在滿花後 3 及 6 週分別施用  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  及無處理者，有噴施  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  者對於經由浸水處理或降雨，其果實的完整、果實硬度、細胞壁的厚度，另外內容物含量如果膠、木質素及纖維素皆高於未處理者<sup>(11)</sup>。荔枝果皮中  $\text{Ca}^{+2}$ 、纖維、半纖維、果膠以裂果敏感性低的'淮枝'高於裂果敏感性高的'糯米糍'，因此前者果皮的張力強度、伸長性及果皮韌性亦較高<sup>(15,17,28)</sup>。在'Gala'及'Pacific rose'蘋果隨著採收期延後果實的硬度逐漸降低，但可溶性固形物則相反<sup>(24,25)</sup>，在各個採收期又以裂果者明顯低於未裂果者<sup>(26,27)</sup>。本試驗中全株噴施鈣化合物使裂果率降低，尤其  $\text{CaCO}_3$  處理可溶性固形物隨噴施

濃度增加而增加，裂果率卻隨著下降。蓮霧以目前的慣行管理操作，裂果的預防，從幼果期開始有規則地全株的噴施，推測更能降低裂果率。

表 4. 蓮霧全株噴施不同種類及濃度的含鈣化合物對裂果之影響  
Table 4. Effects of calcium treat on fruit cracking of wax apple

Treatments	Single fruit wt. (g)	volume (ml)	Total soluble solid (°Brix)	Antho-cyanin (A <sub>530</sub> )	Cracking rate (%)
CaCl <sub>2</sub> 0.3 %	135 a <sup>#</sup>	158 a	10.4 b	1.58 a	31 c
CaCl <sub>2</sub> 0.15 %	113 b	139 b	9.3 c	1.06 b	46 b
CK	135 a	170 a	12.4 a	1.57 a	69 a
	**	**	***	***	***
CaCO <sub>3</sub> 0.3 %	118 b	144 b	11.5 a	1.35	52 c
CaCO <sub>3</sub> 0.15 %	109 b	129 c	10.4 b	1.21	60 b
CK	135 a	170 a	12.4 a	1.57	69 a
	***	***	*	ns	***
CaSO <sub>4</sub> 0.3 %	128	142 b	12.7	1.62	61 b
CaSO <sub>4</sub> 0.15 %	135	164 a	12.9	1.48	56 c
CK	135	170 a	12.4	1.57	69 a
	ns	*	ns	ns	***

# : The letters within the same column means significantly different by Duncan's multiple range test

## 結 論

影響蓮霧發生裂果現象的因子錯綜複雜，由本試驗的數據顯示，氣溫的高低、著果位置、套袋的透氣性、水分的控制、鈣肥的處理等均有影響，而且可能同時受到兩種以上因子的影響，但本試驗僅調查個別因子之影響。不同月份有不同的發生比例，隨著成熟期氣溫的升高而升高，冬果的採收期氣溫涼爽，裂果發生的比例不到 20%；春、夏果則明顯增加，尤其中果期在 2 月份、成熟期在 3 月份的果實，氣溫的回升，使裂果急劇增加。果實在樹冠內的著果位置方面，接近樹冠外側及上層的果實裂果率明顯增加，第二收比第一收明顯，除了受溫因素影響之外，當氣溫升高時，促使水分蒸散及樹液流動加快，這些現象可能是直接牽動裂果發生的原因。增加套袋的透氣性，果皮的蒸散量較多，鈣的濃度跟著提升，而噴施鈣化合物亦能降低部分裂果率。在所有處理中，以維持植株生長在土壤水分含量呈高濕及相對低濕的狀



態下，其裂果率下降最多。顯示中果期以後，水分的供應狀態最具關鍵性，至於如何將結果應用到田間管理，實有再繼續探討的必要。

### 參考文獻

1. 王德男. 1983. 促進蓮霧提早開花產期調節之研究. II.化學藥劑及耕作處理對蓮霧催花效果之研究. 中華農業研究 32(2):129-138。
2. 王德男. 1987. 蓮霧結果期間使用生長抑制劑對催花效果之影響. 園藝作物產期調節研討會專集(台中區農業改良場特刊第10號):P85-90。
3. 王德男. 1988. 植物生長調節劑在蓮霧栽培上之應用. 植物生長調節劑在園藝作物上之應用研討會專集 253~266。
4. 郭同慶、賴榮茂、申雍、唐琦、廖志翔、李炳和、郭嘉樹、黃基倬. 2004. 台灣南部地區熱帶果樹氣象災害防護技術研究(第一年). 高雄區農業改良場研究彙報 15(1):1-17。
5. 黃阿賢. 2003. 柑桔生理障礙性裂果與縐皮病. 柑橘保護 p.309-312。
6. 趙京獻、王春榮、秦素洁. 2000. 黃冠及冀蜜梨裂果的原因及預防. 河北林業科技 2:44-45。
7. 賴榮茂、楊耀祥. 1997. 遮光對蓮霧催花之影響. 興大園藝 22(2):1-15。
8. Agusti, M., A. Martinez-Fuentes, and C. Mesejo. 2002. Citrus fruit quality physiological basis and techniques of improvement. *Agrociencia* 6:1-16.
9. Andrews, P. K. 2001. 'Gala' splitting. <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/proc/PC2001A.pdf>
10. Borve, J. and M. Meland. 1998. Rain cover protection against cracking of sweet cherries. I. The effects on marketable yield. *Acta Hort.* 468:449-453.
11. Brown, G., A. E. Kitchener, W. B. McGlasson, and S. Barnes. 1996. The effects of copper and apple fruit quality. *Sci. Hort.* 67 : 219-227.
12. Callan, N. W. 1986 Calcium hydroxide reduces splitting of 'Lambert' sweet cherry. *J. Amer. Hort. Sci.* 111(2):173-175.
13. Downs, R. J., Siegelman, H. W., Butler, W. L. and Hendricks, S.B. 1965 Photoreceptive pigments for anthocyanin synthesis in apple skin. *Nature* 205:909-910.
14. García-Luis, A., A. M. M. Duarte, I. Porras, A. García-Lidoón, and J. L. Guardiola. 1994. Fruit splitting in 'Nova' hybrid mandarin in relation to the anatomy of the fruit and fruit set treatments. *Sci. Hort.* 57:215-231.

15. Hang, H. C., B. W. Wei, F. F. Gao, and H. B. Huang. 2000. Studies on the relation among fruit skin structure ,cell division and fruit cracking in litchi(*Litchi chinensis* Sonn.). J. South China Agr. Uni. 21(2):10-13.
16. Hasegawa, K. and Y. Nakajima. 1990. Effect of seediness on fruit quality of Japanese persimmon cv. 'Maekawa-Jiro'. J. Japan. Soc. Hort. Sci.59(2):255-262.
17. Huang, X, M., H. C. Wang, F. F. Gao, and H. B. Huang. 1999. A comparative study of the pericarp of litchi cultivars susceptible and resistant to fruit cracking. J. Hort. Sci. Biotech. 74(3) : 351-354.
18. Knoche, M., S. Peschel, and M. Hinz. 2001. Studies on water transport through the sweet cherry fruit surface:II conductance of the cuticle in relation to fruit development. Planta 213:927-936.
19. Knoche, M., S. Peschel, and M. Hinz. 2002. Studies on water transport through the sweet cherry fruit surface:III. Conductance of the cuticle in relation to fruit size. Physiol. Plant. 114:414-421.
20. Lang, A. and H. During. 1990. Grape berry splitting and some mechanical properties of the skin. Vitis 29 : 61-70.
21. Lin, L. 2001. The effect of mineral nutrition on fruit cracking of *Litchi chinensis*. Soil Environ. Sci. 10(1):55-56.
22. Lu, P. L., M. J. Tseng, and C. H. Lin. 2004. The Mechanism of fruit cracking in wax apple(*Syzygium samarangense* Merr. et perry).webmaster@abstracts.aspb.org.
23. Milad, R. E. and K. A. Shackel. 1992, Water relations of fruit end cracking in French prune (*Prunus domestica* L. cv. French). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(5) : 824-828.
24. Opara, L. U. and C. T. Tadesse. 2000. Galyx-end splitting and physico-chemical properties of 'Pacific Rose' apple as affected by orchard management factors. J. Hort. Sci. Biotech. 75(5):581-585.
25. Opara, L. U., A. J. Hodson, and C. J. Studman. 2000. Stem-end splitting and internal ring –cracking of 'Gala' apples as influenced by orchard management practices. J. Hort. Sci. Biotech. 75:465-469.
26. Opara, L. U., C. J. Studman, and N. H. Banks. 1997a. Fruit skin splitting and cracking. Hort. Rev. 19 : 217-262.
27. Opara, L. U., C. J. Studman, and N. H. Banks.1997b. Physico-mechanical properties of 'Gala ' apples and stem-end splitting

- as influenced by orchard management practices and harvest date. J. Agric. Engng. Res. 68:139-146.
28. Peng, J., T. Xudong, and F. Huyuan. 2004. Effects of brassinolide on the physiological properties of litchi pericarp (*Litchi chinensis* cv. nuomoci). Sci. Hort. 101 : 407–416.
  29. Sekes, L. 1995 Cuticular Cracking in fruit of sweet cherries (*Prunus avium* L.) resulting from changed soil water contents. J. Hortic. Sci., 70(4):631-635.
  30. Sekes, L. 1995 Fruit Cracking in sweet cherries (*Prunus avium* L.). Some physiological aspects – a mini review. Scientia Hort., 63:135-141.
  31. Sekse, L. 1998. Cuticular fractures in fruits of sweet cherry (*Prunus avium* L.) affect fruit quality negatively and their development is influenced by cultivar and rootstock. Acta Hort. 468:671-676.
  32. Singh, R. and A. K. Singh 1993 Fruit Cracking. In: Advances in Horticulture Vol.4-Fruit Crops: pp2119-2127. Molhotra Publishing House, New Delhi, India
  33. Wood, W. and C.C. Reilly. 1999. Factors influencing water split of pecan fruit. HortScience 34(2):215-217.
  34. Yamamoto, L., N. Kitamura, T. Niida, and H. Satoh. 1996b. Interrelationships between cell shape, cell arrangement, proportion of cell wall area to radial section area of epi-and subepidermal tissue and cracking susceptibilities in apple cultivars. J. Japan. Soc. Sci. 65:267-282.
  35. Yamamoto, T. , K. Hosoi, and S. Watanabe. 1990. Relationship between the degree of fruit cracking of sweet cherries and the distribution of surface stress of the fruit analysed by a newly developed system. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 59( 3): 509-517.
  36. Yamamoto, T. and H. Satoh 1994 Relationship among berry cracking susceptibility, berry morphology and skin stress distribution in several grape cultivars. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 63(2)247-256.
  37. Yamamoto, T., E. Sugai, and T. Niida. 1996a. Interrelationship between the characteristics of fruit growth and cracking susceptibility in apple and sweet cherry cultivars. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 64(4): 787-799.

## Study on Fruit Cracking Factors of Wax Apple

Jung-Mao Lai<sup>1</sup>

### Abstract

The fruit cracking of wax apple has been affecting its industrial development. The purpose of this study was to investigate and develop several preventive measures as well as to reduce fruit cracking rate. The results of investigation indicated that an average fruit cracking rate ranged from 18.47% to 19.67% in November to next February, and 40.27% in March, and 67.57% in May to June. The fruit crack varied with different position of canopy. Fruit located on outer position of canopy showed the highest fruit cracking rate, 42% in the first crop, and 80.1% in the second crop. However fruit cracking rate was drastically declined when fruit at center part of canopy, 18% for the first crop, and 45.6% for second crop. The fruit cracking rate was also affected by different height of fruits position, Fruit located at middle to upper layers were no difference for the first crop, but they had obviously appeared fruit cracking rate as compared to lower layer fruit ( 14.1%). Fruit cracking rate varied with setting fruit altitude for the second crop. The higher setting fruit position the more fruit cracking rate. The fruit cracking rate were 54.5%, 67.9%, and 92.8% for ventilative bag, paper bag and net house respectively. The concentration of fruit calcium content in ventilative bag and net house are both higher than paper bag. Starting with the middle fruit stage of potted wax apple finding 43% of fruit cracking rate was significantly declined to 4.3% and 1.3%. When its root system stood up high moisture and relative low water status continuously, the relative low water treatment plot had a small single fruit weight. Using calcium compound sprayed on whole tree, fruit cracking rate was remarkably declined when fruit tree applied with high concentration of calcium content.

Key words : Wax Apple 、 Cracking(splitting)

---

<sup>1</sup> Associate researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station