

# 採收方法對模擬銷日番木瓜果實機械傷害的影響

王仁晃、邱展臺

行政院農委會高雄區農業改良場、種苗改良繁殖場

## 摘 要

台灣外銷日本的番木瓜必須經過檢疫蒸熱處理及貯運，果實機械傷害的發生將造成處理成本巨大的損失。本試驗擬評估不同的採收農民、採收方法及採收籃對番木瓜果實機械傷害的影響。結果顯示，採收人員對機械傷害的發生率有顯著的影響；在採收方法的部分，以「採收棒」採果者，果實機械傷害顯著高於以刀切或徒手推折方式，若以果皮表面積輕微擦傷達1%為1級，並以1級以下作為外銷標準，達外銷標準果實比率只有55.2%。以傳統採收籃採收堆積方式，達外銷標準果實比率只有46.3%，而採收後立即以23公分的「舒果套」套住果實，並以單層放置於採收籃的方式，果實達外銷標準比率則有69.2%。根據以上結果，建議外銷日本採收作業，採收人員必須先經過訓練，田間採收只能以徒手採收，採收後立即以23公分以上的「舒果套」套住果實，並單層放置於採收籃，應可有效減輕果實機械傷害的發生。

## 前 言

番木瓜 (*Carica papaya* L.) 為台灣重要熱帶果樹，近5年來栽培面積約為2800—3500公頃，年產量約有14萬公噸，每公頃單位面積產量更可達45公噸以上（農業統計年報，2005），產值佔果樹重要地位，其外銷潛力更被視為重要外銷旗艦農產品之一。台灣番木瓜經歷8年的申請後終於在93年12月核准外銷日本，銷日品種為‘台農二號’，但由於台灣為果實蠅疫區，因此所有銷日的番木瓜果實均需經由蒸熱檢疫處理，由於該處理係將番木瓜果實中心溫度蒸熱至47.2°C（謝，2001），除檢疫處理造成成本的增加以外，也可能會加重番木瓜果實機械傷害表現影響（Quintana and Paull, 1993）。

番木瓜果實在採後處理階段相當容易造成機械傷害 (Mechanic injury)，機械傷害在番木瓜果實的基本表現為在受傷部位出現綠島 (Green island)，亦即隨果實轉黃，但受傷果皮部位不轉色而呈現綠色。番木瓜果實的機械傷害又可包含擦傷 (Abrasion injury)、挫傷 (Puncture injury) 及碰撞傷 (impact injury)，由於碰撞傷在果實表皮轉黃果肉軟化之前較不易發生，而擦傷及挫傷在採後處理各階段都會發生，而整個果實採後處理階段多為未軟化、轉黃果實，因此番木瓜果實擦傷及挫傷的表現較碰撞傷重要，且隨著採後處理時間延長及步驟愈多而增加果實擦傷及挫傷的發生率 (Quintana and Paull, 1993)。根據估計，因果實機械傷害所造成的損失，在菲律賓約有 10%，而夏威夷船運到美國本土紐約則有 14.8% (Paull, et al., 1997)，果實機械傷害與過熟、儲藏病害等更並列為夏威夷番木瓜重要儲運問題 (Cappellini, et al., 1988)。

台灣目前內銷番木瓜採收方法，在伸手可構及的部分，採取徒手採摘，在無法構及之高處，則以杯狀「採收棒」採摘。採摘後將果實以直立排列方式，3-4 層堆疊於塑膠籃中，部分農民於每層果實間隔報紙。完成採收後，將番木瓜運至集貨場等待分級包裝。然而，以目前的採收及載運作業，每個採收籃大約放置 30-40 公斤的番木瓜果實，果實間無個別保護，可能易造成果實機械傷害。為減少果實機械傷害的發生，根據目前「優質木瓜供果園作業規範」規定，外銷番木瓜果實在採收時，就須先套上舒果套，以個別保護果實；菲律賓及美國夏威夷外銷日本採收作業也是利用相同作業方式 (Paull, et al., 1997)。然而上述的採收作業，可能會因為栽培品種、農民、採收工具、採收方法等因子而有所改變，因此更需要田間試驗數據加以說明。對於過去以內銷為主的台灣番木瓜栽培者而言，番木瓜欲外銷日本是採用過去的採收方法，抑或發展出一套更便利且能減少番木瓜果實機械傷害的採收作業，值得進一步研究，提供採收作業建議與分析。因此本試驗將探討不同的採收方法及採收籃對果實機械傷害的影響，並檢視對果實貯藏性病害的影響，以嘗試提供番木瓜外銷日本採收作業之建議。

## 材料與方法

### 一、試驗材料及採收作業

本試驗番木瓜果園植株定植日期約 2004 年 5 月，品種為「台農 2 號」，栽培方法以一般農民慣行方式實施。2005 年 4 月在高雄縣美濃鄉陳氏果園進行採收試驗，採收時間從 8 時 30 分到 11 時 30 分，採收當日晴朗。番木瓜果實採收成熟度約 25%—50%轉黃（約 3-5 溝黃），果重約 600-1000 公克。採收處理區分為不同裝載容器及採收方法共五個處理。處理 A1：傳統塑膠籃二層堆疊，塑膠籃內層周圍鋪棉布，採收番木瓜後堆疊於傳統塑膠籃中，番木瓜第一層以直立填塞，第二層朝向心圓斜插，層間以報紙間隔。處理 A2：果實套 23 公分「舒果套」單層放置傳統塑膠籃，塑膠籃同處理 A1。處理 B1：以徒手推折採收，採收後直接放至「好運籃」中，處理 B2：以刀切番木瓜果蒂採收，留 1 公分果蒂，放置於「好運籃」中，處理 B3：以「採收棒」推擠採收果實，採下後放置在「好運籃」中。

處理 A1、A2 採收時一台手推車放置兩個傳統塑膠籃，一籃放置符合試驗規格的番木瓜果實（外銷規格品），另一籃放置格外品，每個處理規格品採收至 30 粒時，計算每個採收處理所使用時間，處理 B1、B2、B3 方法相同，唯傳統塑膠籃改為「好運籃」。採收時將試驗人員進行分組，共分為三組，每一組視為一個重複，成員包含：採收者 1 名、正手推車操作者 1 名、副手推車操作者 1 名及計時者 1 名。採收者由美濃地區番木瓜農民擔任，遴選至少 7 年以上實務經驗者，採收者負責果實採收成熟度及外銷合格品（大小及果型）判斷。正手推車操作者負責將果實正確堆積到採收籃中，並負責確認果實規格。副手推車操作者，負責將正手推車上已經裝滿果實的籃子，送到網室外，並協助將空籃子送給正手推車。計時者，負責記錄每一個處理所花費的時間，並監督所有採收流程是否一致。每個採收組的採收處理順序以逢機排列。此外為避免試驗以外果實擦壓傷出現，參與試驗人員全程戴軟棉質手套。

### 二、番木瓜模擬銷日處理流程

完成採收後，果實運至美濃果樹產銷班第 6 班集貨場，利用傳統塑膠籃之處理 A1、A2，將番木瓜換至蒸熱場運輸籃，並計算使用時間。處理 B1、B2、B3 不

換籃直接送至位於台南縣左鎮鄉蒸熱場，在蒸熱場所有的果實均換至蒸熱籃，採用蒸熱場運輸籃運輸者 (A1、A2)，加計番木瓜由運輸籃換籃至蒸熱籃時間。進行蒸熱直至果實中心溫度達 47.2°C 後開始降溫，總時程約 4.5 小時。出蒸熱庫後，番木瓜放置在包裝場以室溫 25°C 隔夜晾乾，隔天完成包裝後運輸到高雄區農業改良場冷藏庫，進行海運模擬運輸，貯藏溫度 14°C，共貯藏 7 天，後續以 25°C 放置，模擬櫥架環境，3 天後調查其貯藏病害機械傷害發生率。

### 三、機械傷害級數訂定及資料分析

機械傷害之級數訂定如下：0 級：果實表皮無任何機械傷害。1 級：果實表皮面積 1% (約 6 cm<sup>2</sup>) 以下擦傷，無凹陷挫傷。2 級：果實表皮面積 1-3% (約 6-18 cm<sup>2</sup>) 擦傷，無凹陷挫傷。3 級：果實表皮有 1% (約 6 cm<sup>2</sup>) 的擦傷，且有 1 處以上陷入果肉的凹陷挫傷。4 級：果實表皮面積 1-3% (約 6-18 cm<sup>2</sup>) 的擦傷，且有 1 處以上陷入果肉的凹陷挫傷。5 級：果實表皮面積有 3% 以上的擦壓傷或凹陷，失去商品價值。百分率資料以 arcsin 進行資料轉換後，以 SAS GLM 分析。

## 結果與討論

試驗結果顯示，不同的採收方法及採收籃對番木瓜果實 5、4、3、1 級機械傷害發生率均無顯著的影響 (表 1)。但是以徒手採收後放到傳統採收籃 (A1) 及以「採收棒」採收後放到「好運籃」(B3) 的處理組有較高的機械傷害發生率，累積第 2 級以上機械傷害 (亦即在果實上可見的擦傷面積至少在 1% 以上) 發生率分別達到 53.8% 及 44.7%，而該差異最主要的原因來自於 A1 及 B3 處理的 2 級機械傷害發生率均顯著高於其他處理，該結果表示 A1 及 B3 的處理組合會增加果實機械傷害的發生率。利用舒果套逐粒套果實後放置到傳統採收籃 (A2) 及徒手採摘果實 (B1) 或以刀切果實 (B2) 後放到「好運籃」中，累積發生率則分別只有 30.8、15.0 及 20.2% (表 1)。若以機械傷害級數 1 級以下作為番木瓜外銷日本的標準，A2、B1 及 B2 等處理組合均有很好的保護作用，分別可達到 69.2、85、79.8%。由於 A1 與 B1 的處理差別在於採收籃，因此推估利用「好運籃」裝載果實可以增加 30.7% 的保護 (B1-A1)，舒果套可增加 22.9% 的保護 (A2-A1)，利用採收棒則會

減少 29.8%可銷日果實比例(B3-B1)，而刀切採收比徒手採收少 5.2%(B2-B1)。由於利用「好運籃」裝載的 B1、B2 處理均有很好的保護作用，可推論「採收棒」採收後放置在「好運籃」的處理組(B3)，其果實機械傷害應來自於「採收棒」，因為其使用方法為套住果實後向上推擠，因此果實機械傷害有可能來自「採收棒」本身或推擠採收時果實互相摩擦所造成的擦傷或挫傷。相同的推論，因為 A1 及 B1 處理都是採用徒手採摘，因此可推論 A1 處理果實機械傷害主要的來源為採收籃本身及果實間的互相摩擦。

學者曾以番木瓜果實表面機械傷害「綠島」顏色深淺訂定級數，顏色愈深表示機械傷害愈嚴重，但並未訂定受傷面積的多寡(Quintana and Paull, 1993)。而巴西聖保羅市場的番木瓜分級規範，則以番木瓜受到深傷(含挫傷及刀傷等)及撞擊傷所佔果實表面積的比例來訂定分級標準。但是若以 Quintana 和 Paull 等學者的研究，番木瓜果實擦傷及挫傷的表現較碰撞傷重要，在訂定果實機械傷害的標準上，擦傷及挫傷應為重要考量，而且應該將擦傷的面積一併列入考量，因為擦傷面積的多寡除嚴重影響果實外觀外，也造成果實失水的增加(Paull, et al., 1997)。此外，挫傷更易造成細菌侵入傷口，儲運過程的腐敗(Kader, 2002)。為減少番木瓜果實在採收集運期間發生機械傷害的比率，夏威夷調查'Solo'果實機械傷害主因源自於番木瓜果實與採收籃周圍摩擦，因此建議在籃體的周圍加上保護襯墊(Quintana and Paull, 1993)，目前巴西也是如此(筆者觀察)。台灣內銷市場的採收集運方法如處理 A1，籃體周圍亦加上保護襯墊，但根據觀察在一般零售市場所販售的番木瓜果實，其機械傷害發生率幾乎達 100%，且至少在 2 級以上，推究其因，一般農民所使用的採收籃周邊雖有用帆布或棉墊等保護，但是每一籃裝載重量可達 40 公斤，大約堆積 3-4 層，送到集貨場後，又必須等到隔天才進行分級包裝，因此在放置期間番木瓜果實堆積在籃中，將加速後熟作用的進行，並可能加劇機械傷害的發生。菲律賓輸日番木瓜果實的採收方法採逐粒套舒果套後單層放在採收籃中如處理 A2(筆者觀察)，這種方法每一粒果實可以得到獨立的保護，確實可減少果實機械傷害的發生，但是因為舒果套體積龐大，且送到蒸熱場後又必須取出丟棄，會增加生產成本及製造污染，值的進一步改進。

「好運籃」的研發便是利用相同的概念，將每一粒果實定位區隔開來，除了利用可重複使用的材質以外，試驗證實也有很好的保護作用。以刀切果蒂採收雖然不影響果實機械傷害的發生，但是結果初期‘台農二號’果房結果較緊密，不易以刀割採收果實，且常發生更多的切傷或誤割鄰果，因此宜再加以評估其功效。

不同的採收人員對番木瓜果實機械傷害發生率也有顯著差異，本試驗乙員在 1 級機械傷害的發生率顯著高於其他 2 位採收人員(表 2.)，可能與採收速度過快造成小擦傷的增加有關，乙員每採收 30 粒番木瓜果實平均只花了 459 秒，顯著高於甲員 626 秒及丙員 564 秒，換算甲、乙、丙三位採收人員的採收效率分別約為 1380、1882 及 1531Fruits8-hDay<sup>-1</sup> (表 3)。參考夏威夷的採收效率約 360-450Kg8-hDay<sup>-1</sup> (Nakasone and Paull, 1998)，若以 Solo 種約 0.5 公斤/粒計算，約 720-900Fruits8-hDay<sup>-1</sup> 相較之下，台灣農民的採收速度似乎過快，有可能在講究速度的過程，增加小擦傷的發生。根據田間觀察結果，採收番木瓜果實應盡量雙手並用，一手輕托起上層果實，另一手手掌深入果頂處以推折方式採收，若採單手旋轉果實採收，除將造成目標果實頸部旋轉性嚴重擦傷以外，同時影響鄰近果實。本試驗在進行前已先教育採收人員，一律採雙手並用推折果實方式採收，因此應可將採收過程因採摘手法不同所造成的差異減至最輕。而實際進行外銷日本番木瓜採收作業時，採收人員必須先經訓練，應可有效減少番木瓜果實機械傷害的發生。

果實疫病、蒂腐病及炭疽病等為番木瓜重要的貯藏性病害 (Cappellini, et al., 1988; Kader, 2002)，本試驗亦調查不同的採收方法及採收籃對模擬銷日番木瓜果實貯藏性病害發生率的影響，結果顯示僅有少數果實貯藏性病害的發生，其中以蒂腐病發生率最高，雖然不同處理組間均無顯著差異，但以傳統採收籃堆積方式 A1 處理，有較高的蒂腐病發生率達 6.7% (表 4)，是否與果實堆積有關則需進一步證實。此外，除了少數炭疽病以外，並無果實疫病發生。以上的果實貯藏性病害的發生都與採收期的多濕環境有關 (Kader, 2002)，本試驗果實貯存性病害發生率並不高，可能與採樣季節為台灣旱季少雨有關。

根據以上結果，針對目前番木瓜外銷日本採收作業，提供以下建議：採收人員必須先經過訓練，田間採收時採收者戴軟棉質塑膠手套，只能以徒手或刀切果蒂採收，嚴禁使用「採收棒」採收，採收後立即以 23 公分以上（或適當長度，以超過番木瓜長度為原則）的「舒果套」套住果實，並單層放置於採收籃，或可選擇使用「好運籃」，應可有效減輕果實機械傷害的發生。

表 1、採收方法及採收籃對模擬銷日番木瓜果實機械傷害級數的影響。

採收方式	果實機械傷害級數(%) <sup>z</sup>					
	0 級	1 級	2 級	3 級	4 級	5 級
塑膠籃 <sup>x</sup>						
A1-堆積	15.6 <sup>cy</sup>	30.7 <sup>a</sup>	27.8 <sup>a</sup>	24.9 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
A2-舒果套	33.1 <sup>abc</sup>	36.1 <sup>a</sup>	12.6 <sup>bc</sup>	16.9 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
好運籃						
B1-手採	50.3 <sup>ab</sup>	34.7 <sup>a</sup>	6.7 <sup>c</sup>	8.3 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
B2-刀切	51.3 <sup>a</sup>	28.5 <sup>a</sup>	8.0 <sup>b</sup>	12.2 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
B3-採收棒	24.0 <sup>bc</sup>	31.2 <sup>a</sup>	20.8 <sup>ab</sup>	20.6 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>

<sup>x</sup>: A1: 塑膠籃內層周圍鋪棉布，採收番木瓜後堆疊於傳統塑膠籃中，番木瓜第一層以直立填塞，第二層朝向心圓斜插，層間以報紙間隔。A2: 果實套 23 公分「舒果套」單層放置傳統塑膠籃。B1: 徒手推折採收，採收後直接放至「好運籃」中。B2: 刀切番木瓜果蒂，留 1 公分果蒂，放置於「好運籃」中。B3: 「採收棒」推擠採收果實，採下後放置在「好運籃」中。

<sup>y</sup>: 各欄英文字母相同者，表示 L. S. D. 測驗 5% 機率之差異不顯著。

<sup>z</sup>: 數字經 arcsin 資料轉換。

表 2、採收人員對番木瓜果實機械傷害的影響。

採收員	果實機械傷害級數(%) <sup>z</sup>					
	0 級	1 級	2 級	3 級	4 級	5 級
甲員	36.5 <sup>ay</sup>	26.9 <sup>b</sup>	17.1 <sup>a</sup>	17.5 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>	0.7 <sup>a</sup>
乙員	26.4 <sup>a</sup>	40.2 <sup>a</sup>	12.8 <sup>a</sup>	19.1 <sup>a</sup>	1.4 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>
丙員	41.7 <sup>a</sup>	29.6 <sup>b</sup>	15.5 <sup>a</sup>	13.1 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>

<sup>y</sup>: 各欄英文字母相同者，表示 L. S. D. 測驗 5% 機率之差異不顯著。

<sup>z</sup>: 數字經 arcsin 資料轉換。

表 3、採收者採收 30 粒番木瓜果實所需時間(秒)及採收效率 (Kg8-hDay-1)

採收時間及效率	採收者		
	甲員	乙員	丙員
採收時間 (秒)	626 <sup>az</sup>	459 <sup>b</sup>	564 <sup>a</sup>
採收效率 <sup>y</sup> (Kg/8h Day)	1380 <sup>a</sup>	1882 <sup>b</sup>	1531 <sup>a</sup>

<sup>y</sup>: 採收效率 = (28800 秒/各員採收時間) × 30。假設台農二號平均果重為 1 公斤。

<sup>z</sup>: 各列英文字母相同者，表示 L. S. D. 測驗 5% 機率之差異不顯著。



表 4、採收方法及採收籃對模擬銷日番木瓜果實貯藏性病害發生率的影響。

採收方式	果實病害發生率 (%)		
	炭疽病	疫病	蒂腐病
塑膠籃 <sup>z</sup>			
A1-堆積	1	0	6.7
A2-舒果套	1	0	0
好運籃			
B1-手採	2	0	4
B2-刀切	0	0	1
B3-採收棒	2	0	2

<sup>z</sup>: A1: 塑膠籃內層周圍鋪棉布，採收番木瓜後堆疊於傳統塑膠籃中，番木瓜第一層以直立填塞，第二層朝向心圓斜插，層間以報紙間隔。A2: 果實套 23 公分「舒果套」單層放置傳統塑膠籃。B1: 徒手推折採收，採收後直接放至「好運籃」中。B2: 刀切番木瓜果蒂，留 1 公分果蒂，放置於「好運籃」中。B3: 「採收棒」推擠採收果實，採下後放置在「好運籃」中。

## 致 謝

本試驗期間，蒙杜普國際股份有限公司提供蒸熱設備，台大園藝系林宗賢教授、張龍生副教授提供試驗諮詢，美濃果樹產銷班第六班劉尚輝班長、陳劭旻先生全家等大力協助，特致謝忱。

## 參考文獻

1. 行政院農業委員會. 2005. 九十四年農業統計年報. 台北. 台灣.
2. 行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所. 2004. 優質木瓜供果園作業規範. 高雄. 台灣.
3. 謝慶昌. 2001. 採收成熟度、儲藏溫度、後熟溫度及強烈熱風處理對「台農 2 號」番木瓜品質之影響. 中國園藝 47 (4): 391-408.

4. Alvarez, A.M. and W. T. Nishijima. 1987. Postharvest disease of papaya. 71 : 681—686.
5. Cappellini, R. A., M. J. Ceponis, and G. W. Lightner. 1988. Disorders in apricot and papaya shipments to the New York market 1972—1985. Plant Dis. 72 : 366—368.
6. Kader, A. A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops. 3<sup>rd</sup>. ed. p. 218-219.
7. Nakasone, H. Y. and R. E. Paull. 1998. Papaya. In: H. Y. Nakasone and R. E. Paull. Edit. Tropical Fruits. CAB International Press, Wallingford. UK. p. 239-269.
8. Paull, R. E., W. T. Nishijima, M. Reyes, and C. Cavaletto. 1997. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.) Postharvest Biol and Technol. 11 : 165—179.
9. Quintana, M. E. G., and R. E. Paull. 1993. Mechanical injury during postharvest handling of Solo papaya fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118 : 618-622.