

採收方法對檢疫蒸熱處理‘臺農二號’番木瓜果實機械傷害的影響

王仁晃¹

摘 要

外銷日本的番木瓜必須經過檢疫蒸熱處理，採收儲運過程中果實機械傷害會造成處理成本嚴重的損失。本試驗擬評估不同的採收方法對檢疫蒸熱處理後的番木瓜果實機械傷害的影響。結果顯示，不同採收方法會影響番木瓜果實機械傷害機率，採收方法對果實機械傷害的影響方面，以徒手或刀切採收果實後，放到「好運籃」中，或以「舒果套」逐粒保護果實放到傳統採收籃中，均可以降低果實機械傷害的發生機率；反之以徒手採摘後堆疊到採收籃中，或以「採收棒」採果，會增加果實機械傷害發生。採收人員對機械傷害的發生率有顯著的影響，可能與採收速度過快有關。根據以上結果，建議番木瓜外銷日本採收作業，採收人員必須先經過訓練，田間採收只能以徒手或刀切果蒂採收，採收後直接放置在「好運籃」中，或採收後立即以 23 公分以上的「舒果套」套住果實，並單層放置於採收籃，可有效減輕果實機械傷害的發生。

關鍵字：番木瓜、採收、採收人員、機械傷害

前 言

番木瓜(*Carica papaya* L.)為臺灣重要熱帶果樹，近 5 年來栽培面積約為 2,800—3,500 公頃，年產量約有 13 萬公噸，每公頃單位面積產量可達 44 公噸以上⁽¹⁾，產值佔果樹重要地位，由於可週年供果，因此深具外銷潛力。臺灣番木瓜經歷 8 年的申請後終於在 93 年 12 月核准外銷日本，銷日品種為‘臺農二號’，但由於臺灣為果實蠅疫區，且番木瓜為果實蠅寄主植物之一⁽⁸⁾，因此所有銷日的番木瓜果實均需經由蒸熱檢疫處理，該處理係將番木瓜果實中心溫度蒸熱至 47.2°C⁽³⁾，檢疫處理除造成成本的增加外，也會加重番木瓜果實機械傷害的表現⁽¹¹⁾。

番木瓜果實在採後處理階段相當容易造成機械傷害(mechanical injury)，機械傷害在番木瓜果實的基本表現為受傷部位出現綠島(green island)，亦即隨果實轉黃，但受傷果皮部位不轉色而呈現綠色。一般學者將

¹高雄區農業改良場助理研究員

番木瓜果實機械傷害區分為擦傷(abrasion injury)、挫傷(puncture injury)及碰撞傷(impact injury)等型態^(10,11)，根據研究擦傷及挫傷在採後處理各階段都會發生，而碰撞傷在果皮轉黃果肉軟化之前較不易發生，由於整個採後處理階段多為未轉黃軟化的果實，因此在番木瓜採後處理階段而言，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，擦傷及挫傷的發生率也隨之增加⁽¹¹⁾。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%⁽¹¹⁾，果實機械傷害與過熟、儲藏病害等更並列為美國番木瓜重要儲運問題^(5,10)。

臺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，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之間以報紙間隔，完成採收後，再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，容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」⁽²⁾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。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臺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，以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人員對果實機械傷害的影響，並檢視對果實儲藏性病害的影響，以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

本研究所使用的供試品種為‘臺農 2 號’番木瓜果實，植株定植於高雄縣美濃鄉陳氏果園，2004 年 5 月定植，栽培方法以一般農民慣行方式實施。

二、採收作業與採收處理組合

2005 年 4 月進行採收試驗，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 2-5 溝黃)，果重約 600-1000 公克，採收方法區分為不同採收動作及裝載容器等共 5 個處理組合。分述如下：

(一)A1：模擬傳統採收方法，番木瓜果實徒手推折採收後，以二層堆疊於塑

膠籃(62×43×32 cm)中，番木瓜果實第一層以果蒂向下方式直立填塞，第二層朝向心圓斜插，層間並以報紙間隔，塑膠籃內層周圍鋪棉布。

- (二)A2：果實徒手推折採收後立即套以 23 公分 EPE 網套(以下稱「舒果套」)，單層平放於塑膠籃，塑膠籃同 A1 處理。
- (三)B1：將塑膠籃中放置由高雄區農業改良場所研發之「果實載運裝置-好運籃」(發明第 I 269765 號)襯墊，以徒手採收果實後直接放至「好運籃」中。
- (四)B2：以刀切番木瓜果蒂採收果實，留 1 公分果蒂，直接放置於「好運籃」中。
- (五)B3：以市售杯狀「採收棒」推擠採收果實，採下後放置在「好運籃」中。

採收時一台手推車放置兩個塑膠籃，一籃放置符合試驗規格(外銷規格品)的番木瓜果實，另一籃放置格外品，每個處理規格品採收至 30 粒時，計算每個採收方法所使用時間。試驗人員分為三組，成員包含：採收人員 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。採收人員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，採收人員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。每個採收組的採收方法順序以逢機排列。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。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 A1、A2 處理，將番木瓜換至蒸熱場運輸籃。B1、B2、B3 處理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專用籃。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(約 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，進行海運運輸模擬，儲藏溫度 14°C，共儲藏 7 天，後續以 26°C 放置，模擬儲架環境，3 天後調查其果實機械傷害及儲藏病害發生率。

三、機械傷害級數訂定及儲藏性病害發生率調查

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 cm²) 以下擦傷，無凹陷挫傷。2 級：果實表皮面積 1-3% (約 6-18 cm²) 擦傷，無凹陷挫傷。3 級：果實表皮有 1% (約 6 cm²) 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 cm²) 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%以上的擦傷或凹陷挫傷，失去商品價值。本試驗訂定1級以下機械傷害為外銷番木瓜果實基本要求。儲藏性病害發生率調查項目為果實疫病、蒂腐病及炭疽病等3種果實病害，於調查果實機械傷害同時調查果實病徵，並計算果實病害發生百分率(%)。

四、資料分析

機械傷害級數調查資料以採收人員作為區集，每個採收人員逢機操作5種採收方法，每次採收30個果實，機械傷害發生百分率資料以arcsin進行資料轉換後，以最小顯著差異法(LSD)進行比較，以上資料以SAS GLM分析。

結果與討論

一、採收方法對番木瓜機械傷害發生率的影響

採收果實的目的在於將田間適當成熟度的可收穫果實，在最小的機械傷害及損失的情況下，盡可能以最迅速、經濟的方法完成採收作業⁽⁶⁾。番木瓜果實因表皮薄容易造成機械傷害，因此作業上以手採為主，除此之外，採收籃襯墊對番木瓜果實機械傷害的避免也能發揮一定的功效⁽¹¹⁾，因此在採收方法的討論上，有必要兼顧採收動作與採收籃的影響。試驗結果顯示，不論何種採收方法，第4、5級的機械傷害發生率均低(2.2%以下)，表示果實大面積的擦傷或深入果肉的挫傷或碰撞傷發生機率甚低，可能與採收者均為經驗豐富者及未完熟番木瓜果實較不易發生挫傷或碰撞傷有關⁽¹¹⁾。1-3級分別表示在果實上發生不同程度的機械傷害，其中模擬傳統採收方法以徒手採收番木瓜後2層堆疊於塑膠籃中(A1)及以「採收棒」採收後放到「好運籃」(B3)的處理組，有較高比率的機械傷害果實，且2級比率顯著高於其他採收方法(表1)，相對地0級(無機械傷害)果實的比率較低(15.6及24.0%)，因此以A1及B3的方法採收果實會增加機械傷害發生比率。A2、B1及B3等3種採收方法，0級(無機械傷害)果實的比率較高(33.1、50.3及51.3%)，機械傷害果實發生機率相對較低(表1)。

訂定果實機械傷害標準，除有助於外銷業者與供貨農民的溝通外，也可提供包裝場作業人員選別標準。本試驗以番木瓜機械傷害級數1級(果實上可見的擦傷面積少於1%以下)以下，訂為番木瓜外銷可接受的標準。以徒手採收果實後，套「舒果套」單層放置塑膠籃的A2處理，徒手採摘果實(B1)或以刀切果實(B2)後放到「好運籃」中的採收方法，分別可達到69.2、85、79.8%的可供外銷果實比率(圖1-A)，屬於機械傷害發生率較低的採收方法，因此可以被推薦使用；反之，A1及B3則只有46.3%及55.2%(圖1-A)，應避免使

表 1. 五種採收方法對番木瓜果實表皮發生機械傷害比率(%)的影響

Table 1. The percentage of severity of mechanical injury on papaya fruit skin harvesting by the 5 methods.

Methods ^y	Percentage of severity of mechanical injury (%) ^z					
	0	1	2	3	4	5
A1	15.6c ^x	30.7a	27.8a	24.9a	1.1a	0.0a
A2	33.1abc	36.1a	12.6bc	16.9a	1.3a	0.0a
B1	50.3ab	34.7a	6.7c	8.3a	0.0a	0.0a
B2	51.3a	28.5a	8.0 ^b	12.2a	0.0a	0.0a
B3	24.0bc	31.2a	20.8ab	20.6a	2.2a	1.1a

^z機械傷害級數，0級：果實表皮無任何機械傷害。1級：果實表皮面積1%以下擦傷。2級：果實表皮面積1-3%擦傷，無凹陷挫傷。3級：果實表皮有1%的擦傷，且有1處以上凹陷挫傷。4級：果實表皮面積1-3%(約6-18 cm²)的擦傷，且有1處以上凹陷挫傷。5級：果實表皮面積有3%以上的擦傷。Severity of mechanical injury: 0=none, 1= abrasion injury area under 1% of surface area. 2= abrasion injury area among 1-3% of surface area. 3= abrasion injury area under 1% of surface area and above 1 puncture injury area. 4= abrasion injury area among 1-3% of surface area and above 1 puncture injury area. 5= abrasion injury area above 3% of surface area

^y採收方法，A1：徒手採收番木瓜後二層堆疊於塑膠籃中。A2：徒手採收果實後，套「舒果套」單層放置塑膠籃。B1：徒手採收果實，採收後直接放至「好運籃」中。B2：以刀切番木瓜採收，放置於「好運籃」中。B3：以「採收棒」採收果實，採下後放置在「好運籃」中。Harvesting methods: A1: Papaya was picked by hand and arranged into the field plastid bin with double layers. A2: Papaya was picked by hand, placed into shoulder bag and arranged in the field plastid bin with single layer. B1: Papaya was picked by hand and transferred into the 'Lucky-bin'. B2: Papaya was picked with knife manually and transferred into the 'Lucky-bin'. B3: Papaya was picked by 'harvested-pole' and transferred into the 'Lucky-bin'.

^x同一欄內相同字母表示L.S.D.值未達5%顯著差異。In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test (n=3).

用。本試驗處理係由採收動作及載運裝置所構成，因此利用各處理的組合配置，可以瞭解採收動作間及載運裝置間，是否為造成果實機械傷害的來源或增加對果實的保護力。本試驗證明，利用不同的載運方式(採收籃)承載果實便可以減少果實機械傷害的發生，以同樣用手採收後放入傳統採收籃的A1及「好運籃」的B1處理，推估利用「好運籃」裝載果實可以增加30.7%的保護(B1-A1)；或是逐一使用「舒果套」包裝再放入傳統採收籃的A2處理，也可增加約22.9%的保護作用(A2-A1)；但是如果使用「採收棒」採收果實，則會減少29.8%可外銷果實比例(B3-B1)，而刀切採收比徒手採收少5.2%(B2-B1)(圖1-A)。另外由圖1-B可知，A1及B3處理累積2級以上的機械傷害發生率，分別達到53.8%及44.7%，顯示在外銷日本的採收作業上，

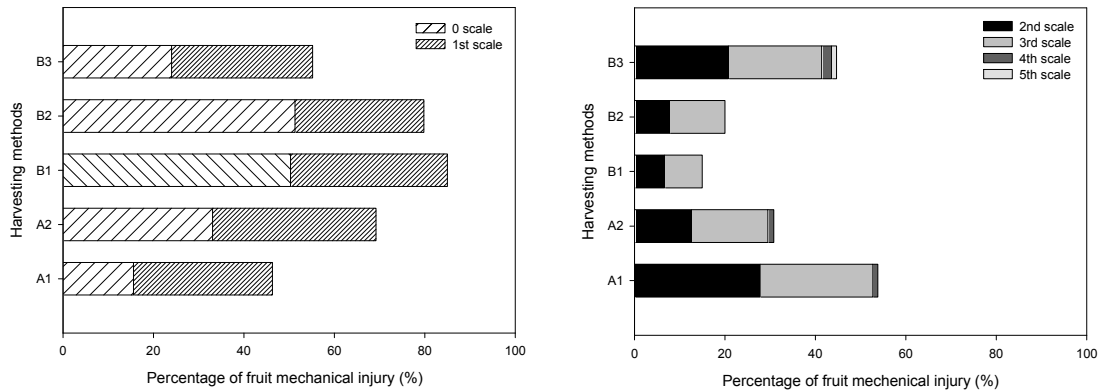


圖 1. 不同採收方法^z對番木瓜果實機械傷害級數^y0、1 級(A)及 2、3、4、5 級比率(B)(%)的影響

Fig 1. The effects of harvesting treatments on the percentage of severity of 0 and 1, A, scale 2, 3, 4 and 5, B, of mechanical injury.

^z機械傷害級數，0 級：果實表皮無任何機械傷害。1 級：果實表皮面積 1%以下擦傷。2 級：果實表皮面積 1-3%擦傷，無凹陷挫傷。3 級：果實表皮有 1%的擦傷，且有 1 處以上凹陷挫傷。4 級：果實表皮面積 1-3%(約 6-18 cm²)的擦傷，且有 1 處以上凹陷挫傷。5 級：果實表皮面積有 3%以上的擦傷。Severity of mechanical injury: 0=none, 1= abrasion injury area under 1% of surface area. 2= abrasion injury area among 1-3% of surface area. 3= abrasion injury area under 1% of surface area and above 1 puncture injury area. 4= abrasion injury area among 1-3% of surface area and above 1 puncture injury area. 5= abrasion injury area above 3% of surface area.

^y採收方法，A1：徒手採收番木瓜後二層堆疊於塑膠籃中。A2：徒手採收果實後，套「舒果套」單層放置塑膠籃。B1：徒手採收果實，採收後直接放至「好運籃」中。B2：以刀切番木瓜採收，放置於「好運籃」中。B3：以「採收棒」採收果實，採下後放置在「好運籃」中。Harvesting methods: A1: Papaya was picked by hand and arranged into the field plastid bin with double layers. A2: Papaya was picked by hand, placed into shoulder bag and arranged in the field plastid bin with single layer. B1: Papaya was picked by hand and transferred into the 'Lucky-bin'. B2: Papaya was picked with knife manually and transferred into the 'Lucky-bin'. B3: Papaya was picked by 'harvested-pole' and transferred into the 'Lucky-bin'.

未經任何保護的傳統採收方法及利用「採收棒」的採收方法，必須被嚴格禁止，以避免果實機械傷害的發生。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」，「採收棒」的使用方法為套住果實後向上推擠，在推擠過程中不易控制力道，因而造成「採收棒」摩擦果皮或推擠採收時果實互相摩擦造成擦傷或挫傷。相同的推論，因為 A1 及 B1 處理都是採用徒手採摘後放到不同的採收籃中，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。由以上結果顯示，可將採收方法方法對果實機械傷害的影響概分為二類，A1 及 B3 處理屬於較容易

發生果實機械傷害的採收方法，而 A2、B1 及 B2 相對較不會發生果實機械傷害，為達到減少番木瓜果實機械傷害的目的，必須使用正確的採收方法及載運裝置(採收籃)。

Quintana和Paull(1993)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。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(1993)研究指出，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⁽¹⁰⁾。此外，挫傷的傷口易造成病原菌的入侵，加速儲運過程的腐敗^(4,5,7,9,10)。據研究指出，'Solo'番木瓜果實機械傷害主因源自於番木瓜果實與採收籃周圍摩擦，因此為降低番木瓜果實在採收集運期間發生機械傷害的比率，建議在籃體的周圍加上保護襯墊⁽¹¹⁾，目前巴西也是如此(筆者觀察)。臺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，放置期間番木瓜果實堆積在籃中，加速後熟作用的進行，加劇機械傷害的表現。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)，因此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，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，但是冬季結果的「臺農二號」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或提出相關對策。

二、採收人員對番木瓜機械傷害發生率的影響

採收人員也影響番木瓜果實機械傷害發生率，本試驗 H2 採收人員 1 級的果實機械傷害級數發生率達 40.2%，顯著高於其他採收人員，相對地，無機械傷害的 0 級比率低於其他採收人員，只有 26.4%(表 2)。探究其因，可能與採收速度過快造成小擦傷或切割傷的增加有關。根據調查，H2 採收人員每採收 30 粒番木瓜果實平均只花了 459 秒，顯著高於 H1 的 626 秒及 H3

表 2. 採收人員對番木瓜果實機械傷害級數各級比率的影响

Table 2. The percentage of severity of mechanical injury on papaya fruit skin harvesting by the 3 harvesters.

Harvester	Percentage of severity of mechanical injury (%) ^z					
	0	1	2	3	4	5
H1	36.5a ^y	26.9b	17.1a	17.5a	1.3a	0.7a
H2	26.4a	40.2a	12.8a	19.1a	1.4a	0.0a
H3	41.7a	29.6b	15.5a	13.1a	0.0a	0.0a

^z機械傷害級數，0級：果實表皮無任何機械傷害。1級：果實表皮面積1%以下擦傷。2級：果實表皮面積1-3%擦傷，無凹陷挫傷。3級：果實表皮有1%的擦傷，且有1處以上凹陷挫傷。4級：果實表皮面積1-3%(約6-18 cm²)的擦傷，且有1處以上凹陷挫傷。5級：果實表皮面積有3%以上的擦傷。Severity of mechanical injury: 0=none, 1= abrasion injury area under 1% of surface area. 2= abrasion injury area among 1-3% of surface area. 3= abrasion injury area under 1% of surface area and above 1 puncture injury area. 4= abrasion injury area among 1-3% of surface area and above 1 puncture injury area. 5= abrasion injury area above 3% of surface area.

^y同一欄內相同字母表示L.S.D.值未達5%顯著差異。In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test (n=5).

的564秒，換算H1、H2、H3等三位採收人員的採收效率分別約為1380、1882及1531 Fruits⁸·h⁻¹Day⁻¹(表3)。參考夏威夷的採收效率約360-450 Kg⁸·h⁻¹Day⁻¹(⁹)，若以‘Solo’種果重約每果0.5Kg計算，約720-900 Fruits⁸·h⁻¹Day⁻¹，相較之下，臺灣農民的採收速度似乎過快，有可能在追求採收速度的過程，增加小擦傷發生的機率，甚至在使用刀割果蒂時切傷果實表面，造成3級(果實表皮有1%的擦傷，且有1處以上陷入果肉的凹陷挫傷)機械傷害的發生，但是在本試驗中並非所有的採收人員在使用刀割採收法時都有嚴重機械傷害的發生，所以針對採收人員的教育訓練便格外重要。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。

三、採收方法對番木瓜儲藏性病害發生率的影響

果實疫病、蒂腐病及炭疽病等為番木瓜重要的果實病害(^{4,5,7,9,10})，本試驗亦調查不同的採收方法對蒸熱處理番木瓜果實儲藏性病害發生率的影響，結

表 3. 採收人員採收 30 粒番木瓜果實所需時間(秒)及採收效率(Kg⁸^{-h}Day⁻¹)
Table 3. Spending average time and harvesting efficiency on harvesting 30 papaya fruits by harvester.

	Harvester		
	H1	H2	H3
Harvesting time (sec.)	626a ^z	459b	564a
Harvesting efficiency ^y (Kg ⁸ ^{-h} Day ⁻¹)	1380a	1882b	1531a

^z採收效率=(28800 秒/各員採收時間)×30。假設臺農二號平均果重為 1 公斤。Harvesting efficiency=(28800sec./harvesting time per harvester)×30. Assume the average fruit weight of 'Tainung No2' is 1 Kg.

^y同一欄內相同字母表示L.S.D.值未達 5%顯著差異。In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Fisher's least significant difference test (n=5).

果顯示僅有少數果實儲藏性病害的發生，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的A1處理，有較高的蒂腐病發生率達 6.7%(表 4)，蒂腐病病原菌主要由機械傷害傷口侵入^(4,7)，因此可能與A1處理果實機械傷害較高，果實又多層堆積有關。此外，除了少數炭疽病發生以外，並無果實疫病發生。以上的果實儲藏性病害的發生都與採收期的多濕環境有關^(4,7)，本試驗果實儲存性病害發生率並不高，可能與採樣季節冬季為臺灣旱季少雨有關。

表 4. 各採收方法對番木瓜果實病害發生率的影響

Table 4. The effect of harvesting treatments on percentage of fruit disease

Methods ^z	Percentage of fruit disease(%)		
	Anthraco	phytophthora	stem-end
A1	1	0	6.7
A2	1	0	0
B1	2	0	4
B2	0	0	1
B3	2	0	2

^z採收方法，A1：徒手採收番木瓜後二層堆疊於塑膠籃中。A2：徒手採收果實後，套「舒果套」單層放置塑膠籃。B1：徒手採收果實，採收後直接放至「好運籃」中。B2：以刀切番木瓜採收，放置於「好運籃」中。B3：以「採收棒」採收果實，採下後放置在「好運籃」中。Harvesting methods: A1: Papaya was picked by hand and arranged into the field plastid bin with double layers. A2: Papaya was picked by hand, placed into shoulder bag and arranged in the field plastid bin with single layer. B1: Papaya was picked by hand and transferred into the 'Lucky-bin'. B2: Papaya was picked with knife manually and transferred into the 'Lucky-bin'. B3: Papaya was picked by harvested-pole' and transferred into the 'Lucky-bin'.

四、結論

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，田間採收時採收人員戴軟棉質或塑膠手套，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。

參考文獻

1. 行政院農業委員會. 2006. 九十五年農業統計年報. 臺北. 臺灣.
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. 臺灣.
3. 謝慶昌. 2001. 採收成熟度、儲藏溫度、後熟溫度及蒸熱處理對'臺農 2 號'番木瓜品質之影響. 臺灣園藝 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. Thompson, J. F. 2002. Harvesting system, p.63-79. In: A.A. Kader (ed.). Postharvest technology of horticultural crops. 3rd. ed. University of California Agriculture and Natural Resources, U.S.A.
7. Sommer, N. F., R. J. Fortlage, and D. C. Edwards. 2002. Postharvest disease of selected commodities, p.197-249. In: A.A. Kader (ed.). Postharvest technology of horticultural crops. 3rd. ed. University of California Agriculture and Natural Resources, U.S.A.
8. Liquido, N. J., R. T. Cunnigham, and H. M. Couey. 1989. Infestation rates of papaya by fruit flies (Diptera: Tephritidae) in relation to the degree of fruit ripeness. J. Econ. Entomol. 82:213-219.
9. Nakasone, H. Y. and R. E. Paull. 1998. Papaya, p.239-269. In:H.Y. Nakasone and R. E. Paull (eds.). Tropical Fruits. CAB Int, Wallingford. UK.
10. Paull, R. E., W. T. Nishijima, M. Reyes, and C. Cavaletto. 1997. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). Postharvest Biology and Technology. 11:165-179.
11. Quintana, M.E.G., and R.E. Paull. 1993. Mechanical injury during postharvest handling of 'Solo' papaya fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(5):618-622.

Effects of Harvesting Methods on The Mechanical Injury of Papaya Fruit (*Carica papaya* L. cv. Tainung No2.) through Vapor Heat Quarantine Treatment

Ren-Huang Wang¹

Abstract

The occurrences of mechanical injury on papaya fruit will cause a great loss of processing cost during exporting to Japan through the procedures of quarantine handling. The objective of this research was to study the effect of harvesting methods on the mechanical injury of papaya fruit through vapor heat treatment. The results of our investigation were harvesting methods had significant influence on the proportion of mechanical injury of papaya fruit. The effect of harvesting treatments on proportion of mechanical injury was that papaya fruit was picked with hands or though the pedicel cut, and transferred into the 'Lucky-bin', as well as picked by hand then placed into shoulder bag and arranged in the field plastid bin with single layer may reduce the incidence of fruit mechanical injuries. Otherwise, picked by hand then arranged into the field plastid bin with double layers or picked by 'harvested-pole' then transferred into the 'Lucky-bin' may increase the incidence of fruit mechanical injuries. The effect of harvester on percentage of mechanical injury, our inference is possibly that the speed of harvesting was excessively quickly and it may be the major causes of fruit mechanical injuries. Based on the above findings, several recommendations are made for Japan exported papaya harvesting and postharvesting operations. Training is required for harvesting and handling. Fruit should be carefully picked with hands or though the pedicel cut, and placed in the shoulder bag with 23 cm or longer size immediately. Packed fruit should be laid on the harvesting basket without piling or put in "Lucky-bin" directly. With this procedure, the incidence of fruit mechanical injury can be effectively reduced.

Key words: papaya, harvest, harvester, mechanical injury

¹Assistant scientist, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA, Pingtung, Taiwan, R.O.C.