

# 荔枝採收後處理機械之研發<sup>1</sup>

陸龍虎<sup>2</sup> 蔡致榮<sup>2,5</sup> 梁連勝<sup>2</sup> 徐武煥<sup>2</sup> 王怡玳<sup>3</sup> 鄧永興<sup>4</sup>

## 摘要

陸龍虎、蔡致榮、梁連勝、徐武煥、王怡玳、鄧永興。2005。荔枝採收後處理機械之研發。台灣農業研究 54:169-183。

本文旨在敘述荔枝脫粒、果粒分級及保鮮小包裝等一貫作業處理機械與技術之研發，其目標為節省人工、降低生產成本、確保貯運品質，並提升新鮮荔枝(果粒)之內、外銷市場競爭力。經研製與數度試驗改良後，已完成齒桿型荔枝脫粒機之研製、脫粒機與圓盤式分級機之整併、計數與計重式裝填裝置和輸送系統之研製，以及荔枝果粒保鮮小包裝機械之改良等。荔枝採收後處理機經測試效果良好，脫粒分級良品率、損傷率與帶梗率之平均值分別為 91.28、0.72 與 8.01%，其包裝作業能力為 360 盒/小時。果粒經保鮮膜小包裝處理後，其樣品於溫度 5°C，相對濕度 90~95%之條件下至少可貯存二週，此時果皮褐化比率約 30%。

**關鍵詞：**荔枝、脫粒、分級、處理機械。

## 前言

荔枝原產中國大陸華南地區，果實成熟時肉質多汁、甜潤可口、風味佳，色、香、味俱全，素有嶺南果王之美譽，栽培歷史達二千餘年，在 16~17 世紀傳播到世界各亞熱帶地區。臺灣荔枝栽培面積自民國五十二年種植一千公頃到目前栽培面積已近一萬二千公頃，由於風味特殊、產期和其他國家多有錯開，頗具外銷潛力，惟荔枝採收後果實極易產生褐化和黴腐，致造成荔枝保鮮貯運困難，採收後的果實素有「一日色變，二日香變，三日味變，四日色香味盡失」之說。

臺灣大學農機系研究指出，於 5°C、96%RH 空氣環境中，荔枝果實在 13 天中失水 2.39%(wb)；其果皮則於 5°C、42.5%RH 環境中，經 4 天其水分蒸散殆盡，荔枝果實之比熱經測得為 0.9cal/g·°C(陳 1984)。另有研究指出採收後的荔枝在 4°C 的低溫冷藏下有顯著的保鮮效果，可有效地減緩荔枝果皮顏色褐變之進行，荔枝貯存於相對濕度 96%之環境，可有效地緩和果實重量的損失；荔枝果實重量損失達 28%時，即開始呈現物理性果皮褐變(陳 & 蔡 1984)。另據中國熱帶農業科學院產品加工設計研究所指出，荔枝每年因腐爛變質而造成的損失約佔總產量的 20%以上(賴 & 敖 1998)，為此，相關研究人員

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2236 號。接受日期：94 年 9 月 12 日。
2. 本所農工組副研究員、研究員兼組長、研究員、助理研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
3. 本所園藝組助理研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。
4. 本所鳳山分所經營利用系副研究員兼主任。臺灣 高雄縣 鳳山市。
5. 通訊作者，電子郵件：jrsay@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23325144。

紛紛對荔枝採後生理品質變化規律及貯藏保鮮技術進行研究，並獲得一些進展，如荔枝果實的結構特點及採後生理、病理過程、防止荔枝果實褐變的研究、荔枝常溫保鮮研究、荔枝氣調保鮮研究及荔枝輻射貯藏保鮮的研究等，然而自出冷藏庫後在貨架上品質的保持及常溫保鮮方面，未能有進一步突破。

至於荔枝內、外銷與檢疫方面，目前國內荔枝銷售係沿用傳統方式以成串荔枝(含枝梗、果粒)銷售，不利於貯運。外銷日本與韓國之荔枝則以網袋及紙箱包裝，並須經蒸熱處理(46.2℃、20 分鐘)和低溫冷藏處理(2℃、24 小時)；銷美國荔枝經脫粒後，以透明塑膠盒包裝並經低溫冷藏處理(1℃、15 日或 1.39℃、18 日)，運輸過程中須進行檢疫，隨時抽驗有無東方果蠅。惟經上述蒸熱低溫複合處理或低溫冷藏處理後，荔枝抵達目的地時，其果皮褐化嚴重，影響商品販售價值至鉅。

試驗報告指出利用燻硫法(硫燻蒸)進行荔枝保鮮處理可延長荔枝之櫥架壽命，然而燻硫處理會產生殘留、後味…等，因此燻硫保鮮技術仍存有爭議(賴&敖 1998)。有鑑於此，為配合國產新鮮荔枝內、外銷需求，整合貯運技術與銷售方式，採單果粒進行分級與保鮮小包裝(約 1kg 重)方式作業，研發荔枝脫粒、果粒分級及保鮮小包裝等一貫作業處理機械與技術，以節省人工、降低生產成本、確保貯運品質，並提升新鮮荔枝(果粒)之內、外銷市場競爭力。

## 材料與方法

試驗設備：FUDOH NRM-2002J 型粘質物性測定機(RHEO METER, Kogyo Co., Ltd, Tokyo, Japan)與相關配件、METTLER LJ16 型微電腦水份測定電子稱(Mettler-Toledo AG, Greifensee, Switzerland, 精度 0.001g)、Minota® Chromameter CR-200(Minolta Camera. Co., Ltd., Osaka, Japan)、計時碼錶、游標卡尺及數位式轉速計等。

供試材料：荔枝、保麗龍盒與保鮮膜(厚度 0.01mm)。

試驗地點：臺中縣霧峰鄉。

試驗設計與資料分析：(一)荔枝果梗與果粒性狀調查：針對已成熟之黑葉荔枝，以粘質物性測定機及相關配件，分別進行果梗之拉(斷)力測定與果梗長 10mm 和 5mm 處(分離層)之剪(斷)力測定，並調查果梗直徑、果梗長度、果實重量、最大外徑、最小外徑及果實高度等相關因子，俾以進行 Pearson 樣本相關及 Duncan 多重範圍分析(multiple range analysis)，並進一步釐清各因子之相關與影響。(二)機械之研製改良：含荔枝脫粒、分級、裝填、輸送、保鮮小包裝(保麗龍盒加封保鮮膜)等作業機械之研製改良。(三)機械試驗與性能測定：作業處理機之試驗與相關性能測試。(四)荔枝果粒保鮮小包裝貯存力之試驗：荔枝果粒經機械作業處理後貯存力之試驗調查與資料整理分析。試驗樣品為帶枝葉的荔枝果串經機械脫粒與人工摘粒，比較機械脫粒包裝與人工摘粒包裝(對照組)對荔枝果實貯藏品質的影響。貯藏方式為 5.0±0.5℃(相對濕度 90~95%)冷藏 4 週，定期調查 1 至 4 週的出庫品質。調查項目包括果實失重率(%)、果皮機械磨損率(%)、目測果表出現乾黃的擦傷面積比率、果色(以色差值 L 及 +a\*表示，L 值愈高表示果色愈明亮，+a\*值愈高表示果色愈鮮紅；係以 Minota® Chromameter CR-200 測定；每果測定 4 個測點，包括赤道部位 2 點，果肩 1 點，果尖 1 點)、目測果表褐化面積比率(以下簡稱“褐皮率”)、黴腐率(%)及果表黴腐率(目測果表發黴面積比率)。每 1 包裝盒(每盒重約 1kg)抽樣 25 粒果實為 1 重複，每處理抽樣 4 盒為 4 重複。

## 結 果

### 荔枝果梗拉力與剪力測定及相關因子之調查

針對已成熟之黑葉荔枝，使用粘質物性測定機及相關配件，以 2cm/min 之測試速度分別進行果梗長 10mm 和 5mm 處(分離層)之剪斷力測定(圖 1-左)與果梗之拉斷力測定(圖 1-右)，經試驗調查黑葉荔枝果實重量與平均直徑、高度之三維度散佈情形(圖 2)，基本上果實重量分別與平均直徑及高度呈直線相關。以果實重量而言，平均值為 21.3g，標準偏差為 3.1g，最小值 12.5 g，最大值 27.2 g，變異係數為 14.37%；就果實平均外徑而言，平均值為 33.6mm，標準偏差為 1.9mm，最小值 28 mm，最大值 36.8 mm，變異係數為 5.59%；以果實高度而言，平均值為 32.5mm，標準偏差為 1.5mm，最小值 28.5 mm，最大值 35.5 mm，變異係數為 4.51%，上述相關參數之變異係數皆小於 15%，其變異不大應可接受。如圖 3 所示，其果實重量(W)與平均直徑(AD)及高度(H)之關係可由方程式(1)與(2)表示，顯然以具有高決定係數( $R^2=94\%$ )與較低標準偏差( $S=0.7535$ )之果實重量與平均直徑之線性關係為佳。

$$W = -31.714 + 1.578AD; R^2 = 94\%, S = 0.7535 \dots (1)$$

$$W = -34.943 + 1.731H; R^2 = 68.6\%, S = 1.7255 \dots (2)$$

經由 Pearson 樣本相關統計分析得知果實之重量、平均外徑、高度、果梗直徑與果梗所受剪斷力、拉斷力無顯著相關。影響果梗剪斷力與拉斷力大小之主要因素為果梗受力點所處之位置與受力方式。在不同果梗位置果梗所受剪斷力與拉斷力之關係如圖 4 所示，其中 S5、S10、T0 與 T5 分別代表黑葉荔枝果梗長 5mm(分離層)和 10mm(非分離層)處之剪斷力，以及果梗長 0mm(基部)和 5mm(分離層)處之拉斷力，顯然果梗離斷力由小至大分別為 T5、T0、S5 及 S10，就拉斷力與剪斷力而言分離層處所需之離斷力都較小，依據 95% 信賴位準 Duncan 多樣本比較，T5 與 T0 並無顯著差異，但與 S5 及 S10 卻係統計顯著差異之三個別族群，由此可知離斷果梗時倘考慮由小至大施力，基部或分離層之拉斷會先發生，之後才是分離層之剪切離斷，最後倘前述兩種情況沒有發生才發生非分離層之剪切離斷。



圖 1. 荔枝果梗剪力(左)與拉力(右)測定實況。

Fig. 1. Shearing (left) and tensile (right) testing of litchi stems.

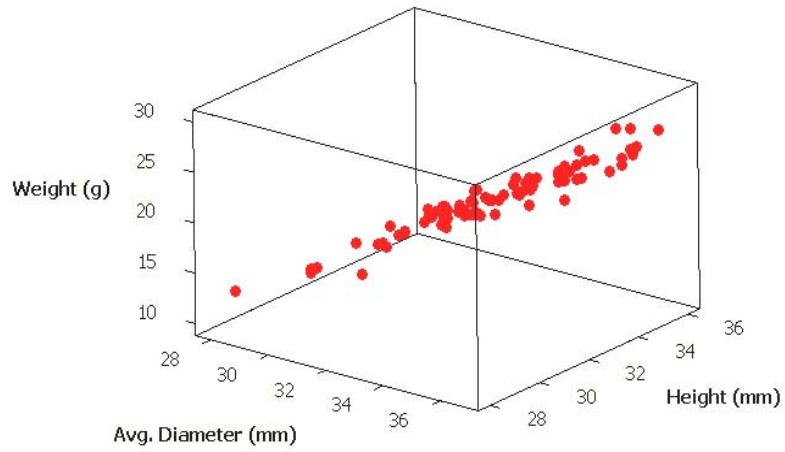


圖 2. 荔枝果實重量與尺寸之三維度散佈。

Fig. 2. Three dimensional scatter plot of litchi weight and dimension.

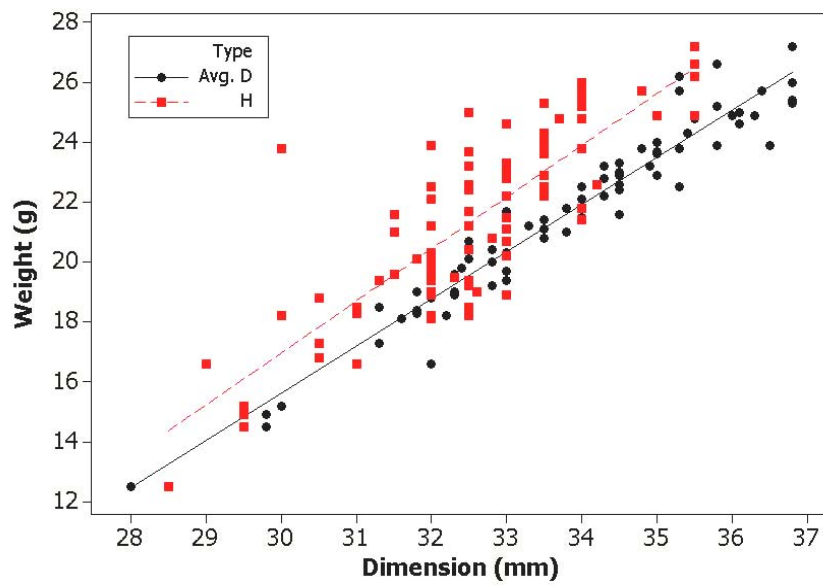


圖 3. 荔枝果實重量與尺寸之線性關係。

Fig. 3. Linear relationship of litchi weight and dimension with regressed lines.

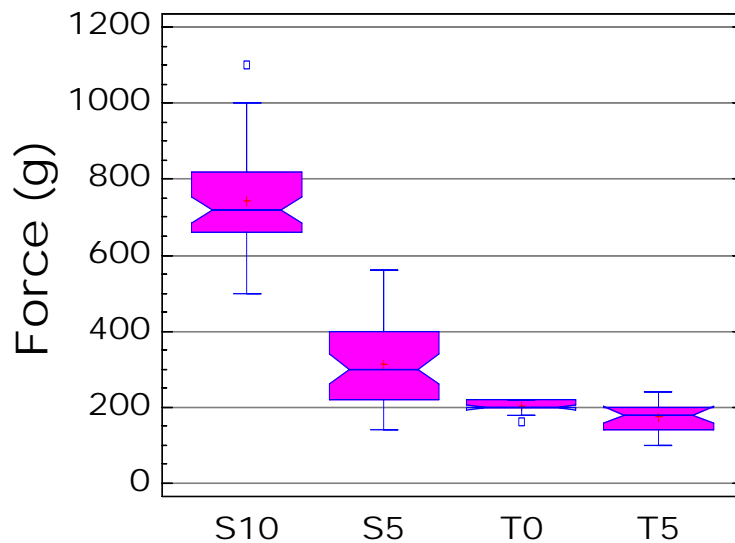


圖 4. 荔枝果梗剪斷力與拉斷力之鬚盒圖比較。

Fig. 4. Comparison of shearing and tensile force of litchi stems at breaking points using box-and-whisker plot.

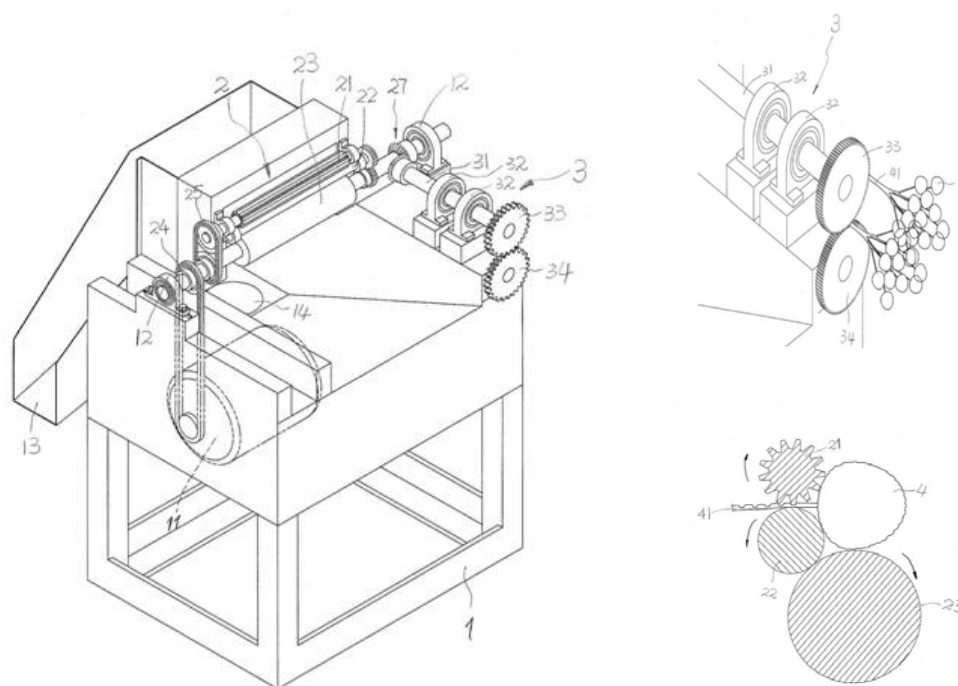
為提供參考，摘述相關數據如下：果梗長 5mm 和 10mm 處之剪斷力平均值分別為 311.6g 與 742.4g，標準偏差為 101.8g 與 138.7g，最小值為 140g 與 500g，最大值為 560g 與 1100g，變異係數為 32.66% 與 18.68%；而果梗長 0mm 和 5mm 處之拉斷力平均值分別為 202g 與 175g，標準偏差為 16.6g 與 41.1g，最小值為 160g 與 100g，最大值為 220g 與 240g，變異係數為 8.2% 與 23.46%。就果梗拉斷力而言，由 33 個荔枝果粒試驗數據得知在果梗分離層(約 5mm 處)被拉斷之果粒數為 18 個(受處理果粒皆為良品)，而在果梗基部被拉斷之果粒數達 15 個(受處理果粒皆被判為損傷)。

#### 荔枝採收後處理機械之研製改良

荔枝脫粒機之研製改良：脫粒機經研製改良後如圖 5 所示，長、寬與高分別為 57、60.8 與 111cm。其包括：機架(1)、脫粒裝置(2)及結果枝條碾壓裝置(3)，其動力來自變速馬達(11，100W-110V)。而脫粒裝置後方設一結果枝條排出槽(13)，並於脫粒裝置下方設一果粒收集槽(14)。其詳細運作原理如下所述：

脫粒裝置：具有上下並列之一平滑軋桿(22，外徑 17mm、長 250mm)與一由正齒形所構成的齒狀軋桿(21，外徑 17mm、長 250mm、模數 1.00、齒數 15 齒)，俾供結果枝條(41)可嵌入於該二軋桿間，利用齒狀軋桿與平滑軋桿間的旋轉壓合與咬合力，進行結果枝條與果粒(4)分離的摘粒作業，果粒可由果粒收集槽收集之，而結果枝條則由結果枝條排出槽排出。

結果枝條碾壓裝置：係包括由傘形齒輪組(27)所驅動的軸桿(31)，軸桿穿經兩軸承座(32)，並於機架右前側端面上方與軸桿端部處設置第一碾壓輪(33，正齒形、外徑 52mm、模數 1.00、齒數 50 齒)，對應第一碾壓輪於機架右前側端面處設置第二碾壓輪(34，正齒形、外徑 52mm、模數 1.00、齒數 50 齒)，藉第一碾壓輪與第二碾壓輪之相對旋轉，將較粗之結果枝條的前端先進行碾壓處理後，再置入脫粒裝置進行脫粒作業。



Item annotation :

1	Frame	22	Smooth roller	32	Bearing
11	Variable speed motor	23	Shaft	33	First crushing gear
12	Bearing	24	Chain one	34	Second crushing gear
13	Branch discharge chute	25	Chain two	4	Branch and fruits
14	Fruit collecting chute	27	Bevel gear set	41	Fruited branch
2	Snapping device	3	Crushing device for fruited branches		
21	Gear-shape roller	31	Shaft		

圖 5. 荔枝脫粒機(左為外觀、右上為結果枝碾壓示意圖以及右下為脫粒示意圖)。

Fig. 5. View of the developed snapping machine for litchis shows the appearance (Left), the mechanism for squelching the litchi branches with fruits (Upper Right), and the mechanism for snapping the litchis (Lower Right).

動力傳動系統：當啟動變速馬達，藉鏈條(24)的設置帶動圓桿(23)，圓桿轉動後，間接帶動鏈條(25)使平滑軋桿及結果枝條碾壓裝置中的軸桿同步轉動，使脫粒裝置與結果枝條碾壓裝置開始運作。

荔枝脫粒機與分級機構之整合：李(1996)報告指出合格之外銷荔枝每粒重需 20g 以上，因此施行荔枝果粒分級淘汰不合乎外銷規定標準之荔枝仍為必要之工作，為獲得最佳之分級機構，蔡等(2003)曾進行現有水果分級機(圓盤式、滾筒式、皮帶式、重量式與人工目測分級)之工作效率與分級性能之比較評估，惟經整體考量作業能力、分級精度、構造複雜性與製造成本等，採用圓盤式分級機構與前節所述之脫粒機整合組裝成荔枝脫粒分級機乙部如圖 6 所示，其長、寬、高尺寸分別為 178、163、111cm。分級機構則由可迴轉圓盤與固定於圓盤外圍機臺上方之分級模板組成，藉由圓盤之迴轉離心力使荔枝果粒緊靠圓盤外圍與分級模板依序前進，按圓盤外圍與分級模板間之高低間隙，進行分級作業，每級模板高低可依需要調整，驅動圓盤之動力源為 110V 與 1/4HP 之馬達。

荔枝果粒保鮮小包裝相關機構之研製改良：中國南方果樹於 1997 年「荔枝保鮮原理與技術」報告中指出貯運荔枝採用小包裝(0.25~0.5kg)比大包裝(15~25 kg)效果好，此係本研究規畫保鮮小包裝(1 kg 果粒)的因素之一。經研製荔枝果粒保鮮小包裝處理相關裝置主要含自動取盒(盤)機構、裝填裝置、輸送系統、搬盒機構、保鮮膜包裝裝置與控制系統等如圖 7 所示，其各部內容簡述於后。

取盒(盤)機構：主要功能在於從整疊空包裝盒中，自動抓取並排放於輸送帶上，以供荔枝果粒裝填用，如圖 8 所示，主要係由排盒骨架(40-40 鋁擠型)、插臂(爪)、插臂氣壓缸(SMC-CXSM-20-15-Y59A，左右各 1)、插臂電磁閥、放盒撥桿、放盒氣壓缸(SMC-CXSM-20-15-Y59A，左右各 1)、放盒計時器、待料(盒)感測器(光電式)、放盒電磁閥、三點組合(SMC-AC2010-02)、B 式氣壓調速閥、PVC 風管、PLC 可程式控制器(40 點)等組成。



圖 6. 荔枝脫粒分級機(由左而右依次為外觀實體、脫粒與分級實況)。

Fig. 6. View of the integrated snapping and sorting machine for litchis shows the appearance (Left), the situations of snapping (Middle) and sorting (Right) operations.



圖 7. 荔枝果粒保鮮小包裝處理之相關裝置。

Fig. 7. Related devices of the developed small-package handling system for fresh-keeping litchi fruits.

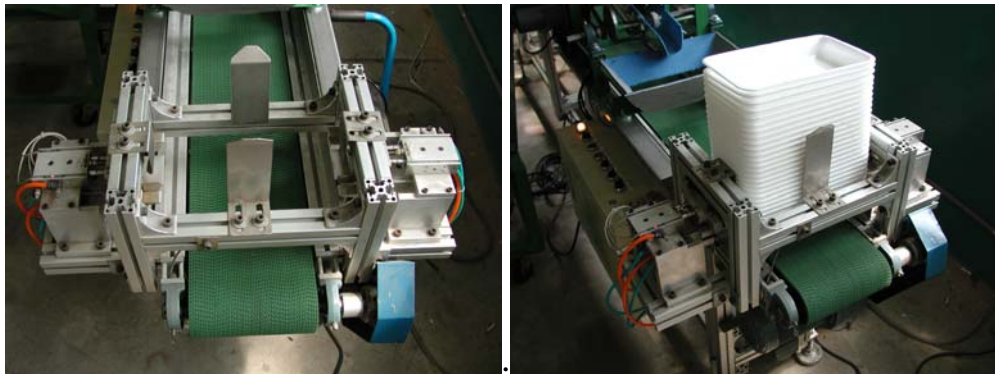


圖 8. 取盒(盤)機構(右圖置有托盤)。

Fig. 8. Tray-delivering mechanism without (Left) and with (Right) stacked trays.

裝填裝置：係將荔枝果粒裝填入包裝盒(1kg 裝)內，並有計數式與計重式兩種裝填方式。如圖 9 所示之計數式裝填裝置主要由機架、入料斗、擋板輸送帶與其驅動煞車馬達(AC220V、25W、90:1)、調速器、單粒化輸送皮帶與其驅動煞車馬達(AC220V、25W、60:1)、果粒均分裝置(左、右擺動 30 度)、盒感測器與果粒感測器(光電式)、計數器(數位式 30~3000cps)及電控箱等組成。而圖 10 所示之計重式裝填裝置主要由機架、入料斗、主擋板輸送帶(帶寬 250mm、厚 3mm、擋板高 20mm)、副擋板輸送帶(帶寬 50mm、厚 3mm、擋板高 20mm)與其驅動煞車馬達(AC220V、60W)、荷重感測裝置(設定 1kg 裝)、負荷元(load cell, 5kg)計重控制器(GSC+)、電控箱、調速器、盒感測器(光電式)等組成。

輸送系統：將裝填好荔枝果粒之包裝盒輸送至搬盒機構，如圖 11 所示，主要包含輸送帶骨架(40-80 鋁擠型-6M)、平移段花紋平皮帶(2800×200mm)、上升段花紋平皮帶(3400×200mm)、煞車馬達(1/2HP)及馬達變頻器等。

搬盒機構：將來自輸送系統之包裝盒搬移至包裝裝置，如圖 12 左所示，主要包含骨架(40-40 鋁擠型)、夾爪氣壓缸(SMC-MHL2-10D)、升降氣壓缸(SMC-CDQ2A32-150DCM)、平移氣壓缸(SMC-CDA1LN40-300)、夾爪組件、定位組件(擋板)、待料(盒)感測器(光電式)、電磁閥、電控箱、三點組合(SMC-AC2010-02)、B 式氣壓調速閥、PVC 風管、承接輸送帶及馬達(6W)等。

保鮮膜包裝裝置：挾送包裝盒(置滿荔枝果粒約 1kg)並施行加封保鮮膜之小包裝作業，如圖 12 右所示，主要包含機架、包裝盒推送板、盒感測器、保鮮膜供應裝置、盒挾送(持)皮帶、中間封膜裝置、切(膜)刀組、溫度控制器、加熱板、馬達兩組(40W 與 90W)及電控系統等。

#### 機械試驗與性能測定

荔枝脫粒分級機經以成串荔枝進行性能測試(軋桿迴轉數 120rpm)，測試結果良品率、損傷率與帶梗率之平均值分別為 91.28、0.72 與 8.01%，對應之變異係數值為 3.7、97.2 與 41.2%。使用此荔枝脫粒分級機每小時可處理荔枝 80kg(果粒淨重)。

取盒(盤)機構一次至少可堆疊 50 個保麗龍盒(盒之長、寬、高與凸緣為 281、168、44mm 與 7mm)，可依設定每次自動排放壹個空包裝盒，以供荔枝果粒裝填入，經測試效果良好，惟包裝盒必須有凸緣邊。裝填裝置可依設定每盒自動裝填 1kg + 25~50g，經測試計數式之裝填作業能力為 1 盒/30 秒(經實際調查人工裝填與包保鮮膜為 1 盒/3 分鐘)，計重式之裝填作業能力為 1 盒/10 秒；輸送系統之輸送速度可配合包裝盒排放作業、裝填作業與搬移包裝盒工作進行調整。搬盒機構經測試其動作確實，成功率達 100%。保鮮小包裝作業處理機連續作業試驗與測試，其包裝能力約 360 盒/小時。



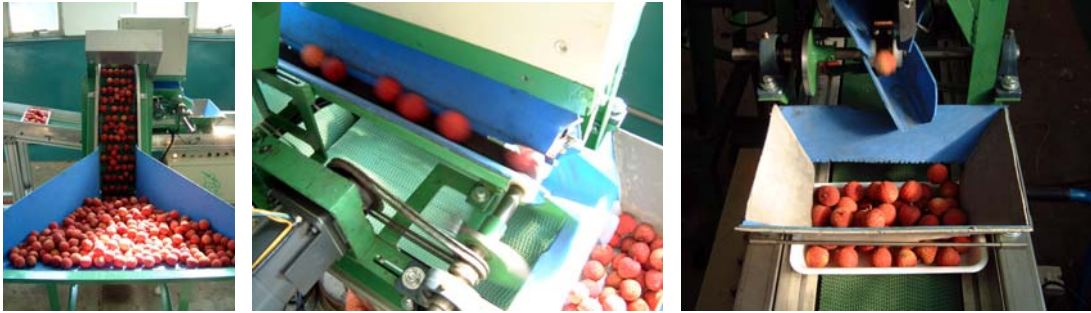


圖 9. 計數式裝填裝置(由左而右依次為入料、單列送料、裝填)。

**Fig. 9.** View of the counter-type filling device of litchi fruits shows the supplying (Left), single-line transporting (Middle) and loading operations.



圖 10. 計重式裝填裝置(由左而右依次為入料、主與微量送料、裝填)。

**Fig. 10.** View of the weigher-type filling device of litchi fruits shows the supplying (Left), mass/small-amount transporting (Middle) and loading (Right) mechanisms.



圖 11. 輸送系統。

**Fig. 11.** View of the belt-conveying system for litchis in trays.



圖 12. 搬盒機構(左)與保鮮小包裝裝置(右)。

Fig. 12. View of the tray-transporting mechanism (Left) and the small-package packing device (Right) for fresh-keeping of litchis.

### 荔枝果粒保鮮小包裝貯藏力試驗

荔枝經機械脫粒包裝與人工摘粒包裝(對照組)後,隨即於溫度 5.0°C(相對濕度 90~95%)之冷藏庫冷藏 4 週,試驗調查結果顯示,機械脫粒包裝處理對荔枝果粒並未造成明顯的擦碰傷,貯藏期間果皮顯現的乾黃擦傷程度與對照組差異不大(如圖 13 所示);但因機械脫粒包裝處理組有少數脫粒損傷,致貯藏期間近果蒂部位偶有輕度發霉,但尚不影響果實外觀品質。機械脫粒包裝處理組對於果皮品質的維持效果約 2 週(如圖 14 所示);貯藏 4 週期間雖然果表發霉面積平均小於 5%(如圖 15 所示),但貯藏 3 週時,褐皮率與發霉果粒數迅速增加(如圖 14 與圖 16 所示),而色差 L 值與色差 a\*值迅速下降(如圖 17 與圖 18 所示),商品價值遽降。

## 討 論

經荔枝果實與果梗性狀試驗獲知,就果梗剪斷力而言,在果梗分離層(約 5mm 處)所受之剪斷力平均值(311.6g)比非分離層之剪斷力(742.4g)小很多,試驗結果亦顯示使用旋轉剪斷方式進行脫粒其剪斷力應低於 560 g(即分離層 5mm 處之最大值);就果梗拉斷力而言,在果梗分離層(約 5mm 處)所受之拉斷力平均值(175g)與果梗基部之拉斷力(202g)相近,然經由數據得知在果梗分離層(約 5mm 處)被拉斷之果粒數佔 54.5%(受處理果粒皆為良品),而在果梗基部被拉斷之果粒數達 45.5%(受處理果粒皆被判為損傷),因此,使用拉斷方式進行脫粒,會有較高損傷率產生。反之,以旋轉剪斷方式進行脫粒,雖亦有可能由於果實脫粒過程中緊縮相互擠拉而導致果實從果梗基部被拉斷造成損傷,且需使用較大之力量,但就減少機械損傷而言絕對優於採用拉斷方式進行脫粒。

機械經研製與數度試驗改良,已完成齒桿型荔枝脫粒機之研製、脫粒與圓盤式分級機之整併、計數與計重式裝填裝置和輸送系統之研製,以及荔枝果粒保鮮小包裝機之改良等,並進行荔枝採收後處理機之機械性能測試與果粒保鮮貯存試驗等。荔枝採收後處理機經測試效果良好,就荔枝脫粒分級機而言,荔枝脫粒分級良品率、損傷率與帶梗率之平均值分別為 91.28、0.72 與 8.01%,對應之變異係數值為 3.7、97.2 與 41.2%,每小時處理荔枝能力達 80kg(果粒淨重),與人工脫粒每小時 33.76kg 相較,可節省人力需求甚多。就裝填裝置而言,計重式裝填裝置之作業能力為 1 盒/10 秒,比計數式裝填裝置高出 3 倍;而保鮮小包裝作業處理機,經測試其包裝作業能力為 360 盒/小時,相較於人工裝填並包覆保鮮膜高出 10 倍以上,對節省人力相當有助益。

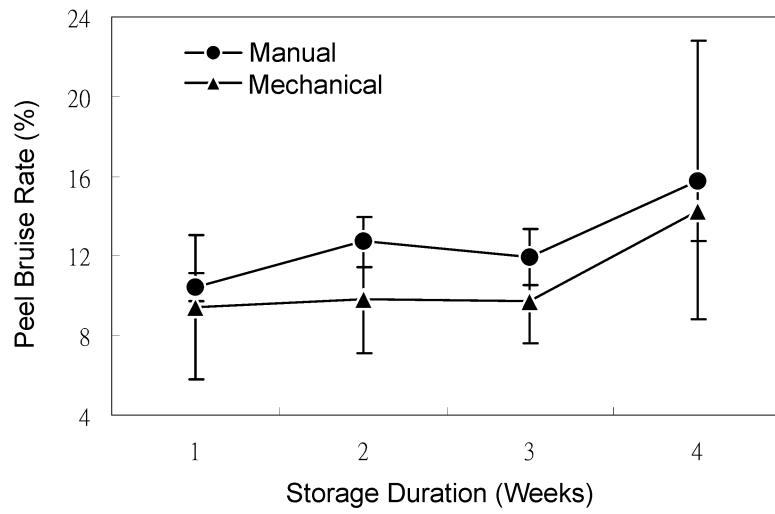


圖 13. 機械脫粒包裝與人工摘粒包裝果皮磨損比較。

Fig. 13. Comparison of the peel bruise rates of processed litchis between mechanical and manual (check) snapping-and-packing operations.

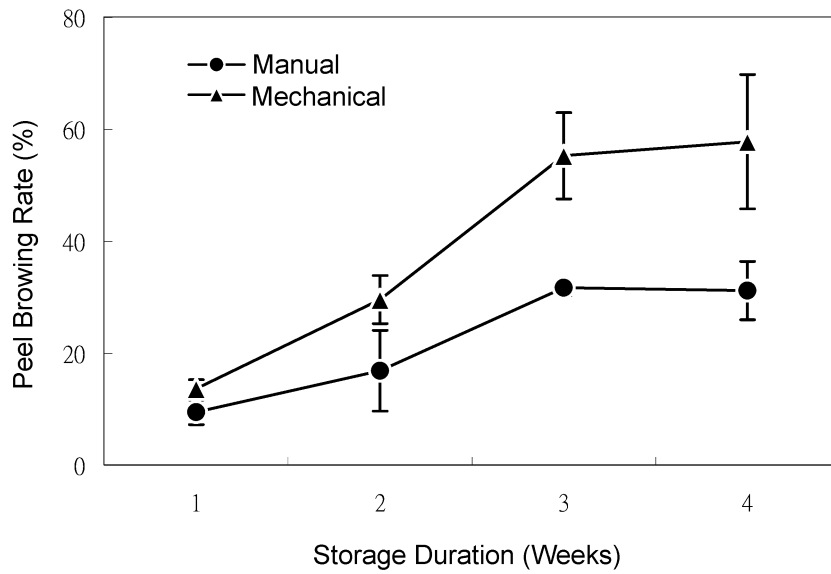


圖 14. 機械脫粒包裝與人工摘粒包裝貯藏期果皮褐化劣變比較。

Fig. 14. Comparison of the peel browning rates of processed litchis between mechanical and manual (check) snapping-and-packing operations.

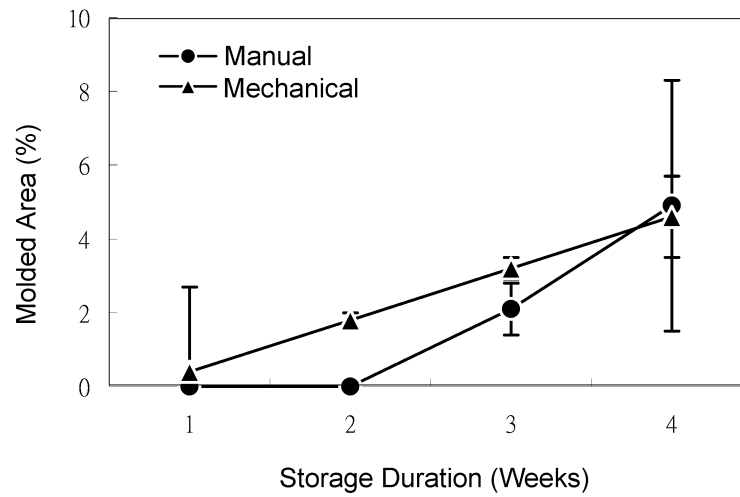


圖 15. 機械脫粒包裝與人工摘粒包裝貯藏黴腐比較。

Fig. 15. Comparison of the molded area rates of stored litchis between mechanical and manual (check) snapping-and-packing operations.

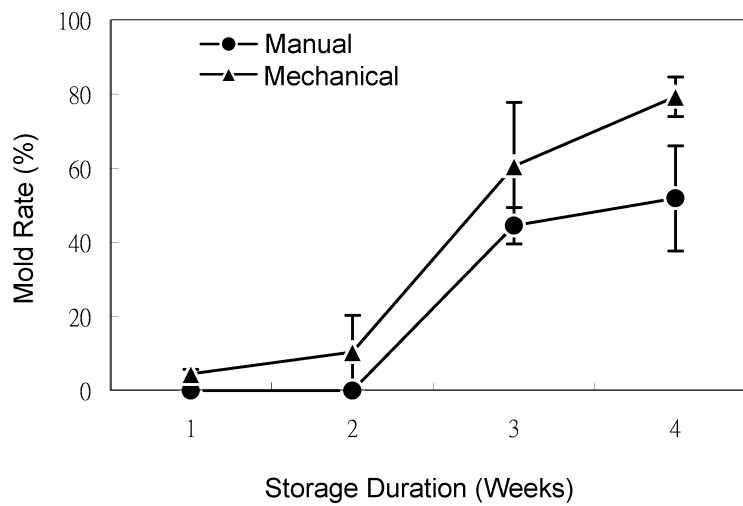


圖 16. 機械脫粒包裝與人工摘粒包裝貯藏期發黴比較。

Fig. 16. Comparison of the mold rates of stored litchis between mechanical and manual (check) snapping-and-packing operations.

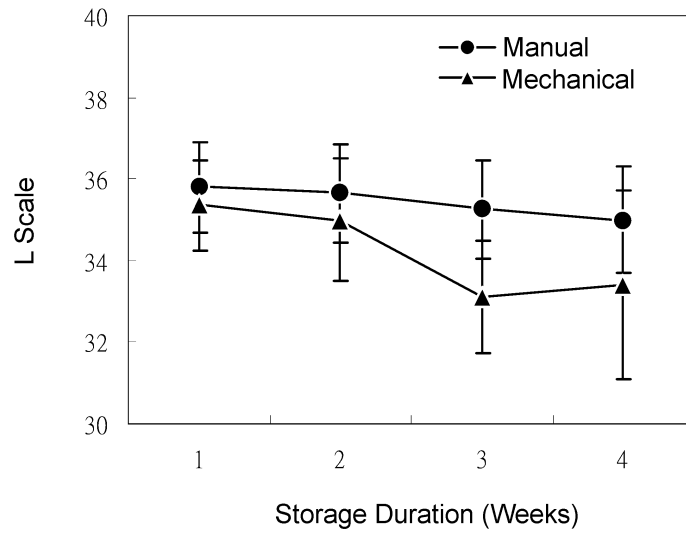


圖 17. 機械脫粒包裝與人工摘粒包裝貯藏期赤道部位果皮色差 L 值比較。

Fig. 17. Comparison of the colorimetric measurement (L scale) of peels at equatorial portions of stored litchis between mechanical and manual (check) snapping-and-packing operations.

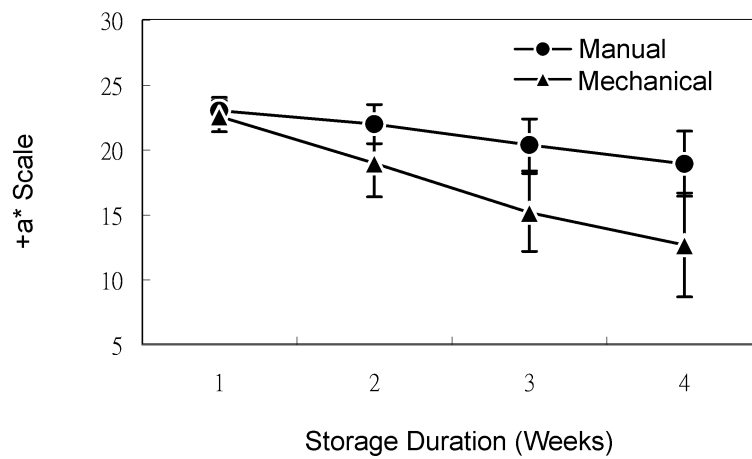


圖 18. 機械脫粒包裝與人工摘粒包裝貯藏期赤道部位果皮色差+a\*值比較。

Fig. 18. Comparison of the colorimetric measurement (+a\* scale) of peels at equatorial portions of stored litchis between mechanical and manual (check) snapping-and-packing operations.

果粒經保鮮小包裝處理後，其樣品於溫度 5°C，相對濕度 90~95%之條件下至少可貯存二週，此時果皮褐化比率約 30%。就整體而言，本研究所研發之荔枝採收後處理機械其功能已達預期目標，惟利用本處理機械進行荔枝採後處理與外銷供貨，建議應注意供果來源與品質的穩定，以確保機械處理之功效不受外在因素之干擾，進而提升競爭力。

## 誌 謝

本研究承蒙行政院農業委員會 93 農科-1.1.4-農-C1 計畫補助經費，以及本組柯平福先生、簡文章先生、魏阿娟小姐與臺中縣太平市統農機械有限公司協助試驗始得以完成，謹此誌謝。

## 引用文獻

- 李皇照。1996。荔枝輸日與外銷出口制度之分析。臺灣農業 32(2):16-31。
- 陳貽倫。1984。荔枝果實之預冷與其有關物性。農業工程學報 30(4):74-84。
- 陳貽倫、蔡慶隆。1984。荔枝收穫後不同處理方式對其失重褐化之影響。農業工程學報 30(4):125-132。
- 蔡致榮、梁連勝、陸龍虎、王怡玓。2003。荔枝脫粒分級機之研製。p.58-69。中正農業科技社會公益基金會九十二年科技研究計畫成果研討會專刊。
- 賴巧云、敖宁建。1998。國內外荔枝採後生理貯藏保鮮研究的進展。雲南熱作科技 21(3):27-31。

# Development of Postharvest Handling Machine for Fresh Litchis<sup>1</sup>

Lung-Hu Lu<sup>2</sup>, Jyh-Rong Tsay<sup>2,5</sup>, Lien-Sheng Liang<sup>2</sup>, Wu-Huann Shyu<sup>2</sup>,  
Yee-Ting Wang<sup>3</sup> and Yong-Hsing Teng<sup>4</sup>

## Summary

Lu, L. H., J. R. Tsay, L. S. Liang, W. H. Shyu, Y. T. Wang, and Y. H. Teng. 2005. Development of postharvest handling machine for fresh litchis. *J. Taiwan Agric. Res.* 54:169-183.

This paper describes the research work to develop a serial of postharvest handling machines, including a snapping machine, a sorting machine, and a packing machine using fresh-keeping films, for fresh litchis. The final goal of the research is to lessen the labor requirement, to reduce the production cost, to preserve the litchi quality in storage and portage, and to strengthen the competition ability of the processed litchis in foreign and domestic markets. The snapping machine using rotary gear-shape rollers and disk-type sorter had been developed and integrated for processing fresh litchi fruits. Two kinds of fruit filling systems, including a counter-type and a weigher-type, were also manufactured and modified. Besides, the once over small-package packing machine using fresh-keeping films was tested and demonstrated. The fresh-keeping performance of litchis processed by the developed system was evaluated experimentally. Results from tests indicated that the snapping machine and the disk-type sorter were integrated successfully with a successful snapping rate of 91.28%, a damage rate of 0.72%, and a with-stalk rate of 8.01%. The automatic handling system could run smoothly with a working capability of 360 packs per hour. The litchis, mechanically wrapped in food fresh-keeping films, could be stored for at least two weeks at 5°C (RH 90~95%). The peel browning rate of the stored litchis was found to be about 30% in two weeks.

**Key words:** Litchi, Snapping, Sorting, Handling machine.

- 
1. Contribution No.2236 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: September 12, 2005.
  2. Respectively, Associate Researcher, Senior Engineer and Director, Senior Engineer, Assistant Researcher, Agricultural Engineering Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
  3. Assistant Researcher, Horticulture Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
  4. Associate Horticulturist and Chairman, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, ARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
  5. Corresponding author, e-mail: jrtsay@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (04)23325144.