

青芒果調製一貫自動化作業機械之研製及改進

陳秀文¹

摘 要

本研究目的在於針對青芒果收穫後之調製作業過程加以研究改進，使收穫後之青果原料經由本套作業自動化機械可一次加工完成。青芒果調製作業項目包括：去皮、剖半、去除果核、切片、果片成形等，現階段果實去皮部分已有本場開發完成之連續式青芒果去皮機可資利用。而後續處理部分包括整向供料，果粒剖半，導引翻向、圓軸多片式切削、果核與果肉振動分離等機構已聯結整合完成一貫化作業系統，使青芒果收穫後調製過程高困難度與耗工之後處理作業完全由本機取代。此調製一貫作業化之機械性能結果，每天可處理完整果片達2公噸以上，比人工作業快10 - 15倍，節省工時達80%。製成品在調製過程中，未經人手觸摸，更能維持產品品質與衛生。

關鍵語：青芒果、調製機械、一貫自動化作業

前 言

芒果學名Mangifera indica L.，英名Mango，屬漆樹科熱帶果樹，原產於印度與緬甸交界處，經濟栽培已超過4000年⁽¹⁾。果實外觀紅潤，色澤鮮麗，富含礦物質與維生素，可謂集色、香、味營養於一身之珍品，因而贏得果中之王封號。四百餘年之前(西元1561年)由荷人引進，今日所稱本地種，初植於台南縣六甲鄉，是為本省芒果栽培之源考。自民國49年正式推廣迄今，種植面積由數百公頃擴增為二萬一千餘公頃，為本省重要經濟果樹之一。年產量十九萬公噸以上，產值二十餘億元，為果農帶來龐大收益。

¹台灣省高雄區農業改良場助理研究員

芒果栽培品系種類繁多，其中在來品種(土樣仔)占42%，僅次於愛文種⁽²⁾。然而芒果生產季節相當集中，因此每逢豐產時容易因產銷失衡導至價格不穩，影響農民收益至鉅。因此若將未成熟之青芒果加以疏果，加工製成冷凍芒果青 - 俗稱情人果，清脆可口，頗受消費大眾的喜愛，年消費量在二萬公噸以上，市價以80元 / 公斤計算，則產值約16億元，市場潛力雄厚。此種經營管理方式頗受果農歡迎與接受，不僅可減輕芒果生產過剩問題，又能提高產品附加價值，增加農民收益。

然而根據調查，芒果青在調製過程中，採用傳統手持刨(切)刀方式進行作業，不但辛苦而且耗工，其僱工費占製成品之總成本約50%。有關芒果之去皮技術，國外報告證明利用蒸氣加壓法或添加NaOH在不同溫度下處理，可將芒果表皮除去，但此種方法僅適用於成熟之芒果果實，而不適用於綠色芒果果實⁽⁶⁾。由於近年來冷凍芒果青之銷路奇佳，必需採用機械化作業，才可有效提高工作效率及降低加工成本。因此高雄場在農委會計畫補助下乃積極研究青芒果之去皮技術，先行開發完成人工批次供料桶裝式去皮機⁽³⁾，再持續開發完成連續式青芒果去皮機⁽⁴⁾，該機性能穩定，用途廣泛、工作效率高並通過性能測定，已列入國產新型農機補助機種之一，目前已推廣36台，分佈於屏東縣、高雄縣、台南縣、台東縣、宜蘭縣等發展地區特產之鄉鎮農會或果農使用。隨後將整向供料、果粒剖半、切片、去除果核之機構與去皮機加以聯結整合完成為一貫自動化作業之機械⁽⁵⁾。

鑑於國內即將面臨WTO之衝擊，本項研究成果對於芒果產業經營型態之調適確有助益，不僅可解決農村僱工困難及提高產品品質與衛生，促進芒果加工機械化與擴展產品外銷競爭力。

實驗設備與材料

(一)實驗設備：

- 1.前研製完成之連續式青芒果去皮機、自動供料機。
- 2.本年度研製之整向機構、果粒剖半機構、導引翻向機構、圓軸多片式切削機構、果核與果肉分離機、振動篩等。
- 3.測試儀器：碼錶、轉速計、三用電錶、鹽度計等。

(二)試驗材料：青芒果、芋頭、馬鈴薯等五金及有關零組件材料。

實施方法

- (一)調查青芒果物性、傳統人工調製方法及市場需求量等。
- (二)規劃並設計調製機械一貫化作業流程，使青芒果收穫後從自動供料、去皮、果粒剖半、切片、果核分離等機構，使本機械作業流程更快速與實用化。
- (三)利用果實剖半後之物性，設計利用左右各一組呈 30° 傾斜角之輸送皮帶，已剖半後之果實以不規則狀態掉落於輸送皮帶上且呈不穩定狀態下使果實翻向，並配合設計A字型導流板，導引果實由橫向變成縱向。
- (四)設計單軸等距排列多片圓盤刀之切削機構，使剖半後之果肉果核切成長條狀，以取代人工手持切刀切削方法。
- (五)設計改進果核分離振動篩，將原利用風扇吹出機構改由振動與強力水壓沖刷方式。
- (六)設計後處理果片、果核分離出料機構，利用果肉與果核不同比重之物性，以適量濃度之食鹽水將果肉與果核加以分離。
- (七)整合各種不同處理之機構包括各項機構安裝排列，電路系統控制，水壓管路銜接，汙水排放，果核殘渣處理等並考慮安全性及環保需求。完成試製一台一貫作業化之調製機械，作為機械性能測試改良與輔導設立自動化示範工廠。

結果與討論

(一)青芒果之物理性狀

- 1.青芒果之外觀呈不規則之形狀，以概括分類可分為腎臟形、尖卵形、短卵形、斜卵形等。果皮呈綠色或暗綠色，帶有澀味，果肉色呈淺綠，纖維少，果酸味強烈，但經加工後則清脆可口。經調查發現，供製作芒果青之原料果實約有90%以上係屬在來品種(俗稱土樣仔)。由於冷凍芒果青頗受大眾消費者的喜愛，市場供不應求，因此一般改良品種(外來種)例如海頓、愛文、金煌等，除作為鮮食外，為調節產量經疏果後用以製成芒果青之比率日漸增多，以饗消費大眾(圖1)。
- 2.果實組織分為果肉、果皮、果核等三部分。若將加工用青芒果分為小、中、

大三等級則其平均果重分別為 38.4g、45.5g、66.7g。果皮厚度分別在 0.2~0.8mm，0.6~1.1mm，0.9~1.4mm之間。若利用人工削皮與除核並分別秤重，結果果實之大小與果肉之含量有密切關係。以果實小者之果皮薄，果核亦小，其果肉重約占總重量之72.8%，而果實大者則果皮厚，果核亦大，其果肉含量反而降為60.1%左右（表1）。



圖1. 冷凍芒果青之外貌

Fig.1. Freezing mango pieces.

表1. 加工青芒果之物理性狀

Table 1. Physical characteristics of processing green mango.

等 級 Rank	果實大小 fruit size				果實結構 fruit structure						果皮 厚度 Fruit thickness (mm)
	直徑 Diameter cm	長度 Length Cm	粒數 Piece	果重 Fruit Weight 粒/kg g/粒	果肉 Fruit flesh		果皮 Fruit peel		果核 Fruit core		
					重量 g/粒	比率 %	重量 g/粒	比率 %	重量 g/粒	比率 %	
小 Small	3以下(含) ~3.5	5以下(含) ~5.5	26	38.4	28	72.8	8	20.8	2.4	6.4	0.2~0.8
中 Medium	3.5~4	5.5~6	22	45.5	31.2	68.5	10.4	22.9	3.9	8.6	0.6~1.1
大 Large	4~5以上	6~6.5以上	15	66.7	40.1	60.1	17.5	26.2	9.1	13.7	0.9~1.4

註：a.調查品種:在來種(土樣仔)。

b.果實結構係按每等級取樣品一公斤，經去皮除核後分別秤得重量之比，而果皮厚度係量取果肉外緣綠皮部分，且表中數字為取樣四次之平均值。

c.直徑之大小係量取果實外緣之最大部分。

3.由於青芒果之果粒較小，如以人工削皮作業除耗工外，倘皮膚會過敏者，作業時必需帶手套否則手部會有紅腫現象。適合製作芒果青之原料果係以直徑3~4cm，長度5~6 cm，且果實粒數每公斤以22~26粒為最適宜，因其果核小(僅占果實總重6.4%~8.6%之間)且未呈木質化現象，果皮呈暗綠色，果肉堅實，製成冷凍芒果青之品質最佳，適於機械削皮作業，更可提高產品製成率。

(二) 一貫調製作業機械化流程之設計規劃

1.傳統人工調製方法：青芒果之調製處理，傳統方法係以手持刨(切)刀來削皮，接著以小刀對準果實長軸剖開成兩半，再以刀尖挑出果核，然後再持刀切成細片(圖2)。此工作流程每小時只能處理25-30kg之原料果，由於工作辛苦且耗費工時因此使產品之製造成本居高不下。



圖2. 傳統人工作業流程示意圖

Fig.2. Diagram for traditional manual operation.

2.一貫化調製作業機械設計與作業流程(圖3,圖4)。

(1)一貫化調製作業機械配置及作業流程(圖3)

- a.自動供料機。
- b.連續式青芒果去皮機。
- c.雙軸螺旋整向機。
- d.果粒剖半機。
- e.果實翻向與導引機。
- f.圓軸式切片機。
- g.果核脫離機。
- h.果核振動篩。
- i.果片出料機。

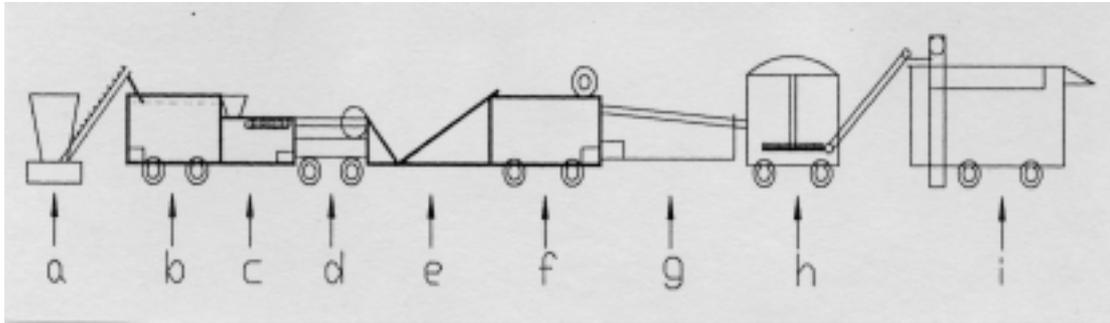


圖3. 一貫化調製作業機械配置

Fig.3. The layout of once-over operating machineries.

(2) 規劃作業流程

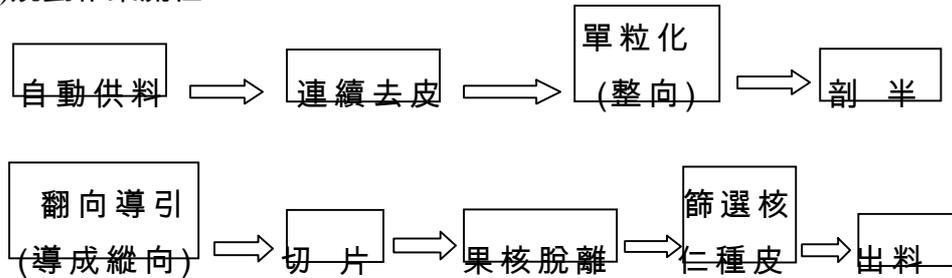


圖4. 一貫化調製作業流程示意圖

Fig.4. The flowchart of the once-over processing operation.

(三) 各項單機研製與作業性能

1. 自動供料機：係由2組1/2hp減速馬達，輸送皮帶，儲料槽，攪拌盤等組成(圖5)。當原料果放入儲料槽內後，隨著攪拌盤旋轉，驅使果實沿著每隔8cm設有撥片之輸送帶以撥出單粒或雙粒之果實。不同品種芒果其進料量與適用之輸送皮帶前進速度有密切關係。經試驗結果得知在來種芒果其輸送皮帶前進速度為2.8m/min時進料量可達100-150kg/hr，愛文種在1.9m/min時可達120 - 180kg/hr，金煌種則在1.9m/min時可達120-140kg/hr(表2)。
2. 去皮機之研製：本機主要構造係由10個直徑26.5cm、高15.5cm之圓形塑膠桶，2組變頻式馬達控速器、噴水裝置(沖洗皮屑)、皮屑收集槽、削刀盤(包括28支扇形削刀)等組成(圖6)。其作用原理利用帶料桶的移動與刀盤之迴轉，二組機構係分別由二個1/2HP馬達及一組減速機來傳動，其中桶的移

動由雙向螺旋齒輪同步導引對稱星形齒的迴轉，驅使帶料桶沿著長橢圓的軌跡周而復始的移動。而刀盤之迴轉係藉雙層皮帶輪來帶動，二者以順時鐘方向同時旋轉，當果實經由自動進料機送進帶料桶後隨桶的移動將果實帶入迴轉中的刀盤上進行去皮，完成後經由桶的移動又將果實帶出，構成連續供料與出料之作業機構。經試驗得知以芒果不同品種其果粒大小不一，致有不同作業時結果。由於在來種與改良種之粒徑差異大，因此供料粒數不同，每個儲料桶的供料量在來種約15~20粒(1kg)，愛文種約6~8粒(2kg)，金煌種約3~4粒(2.5kg)。其刀盤轉速每分鐘分別為180、168、160RPM時其去皮率均達95%以上。本機已技術轉移給廠商製造生產，於83年3月通過性能測定，列入新型農機補助機種，目前已推廣36台(圖7)。

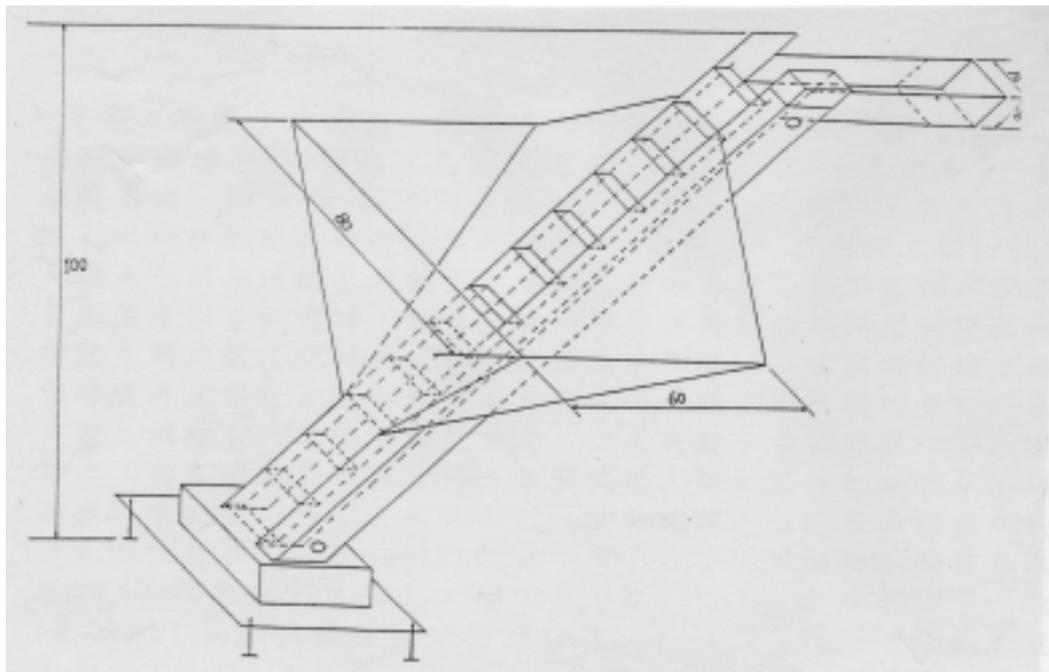


圖5. 自動供料機示意圖

Fig.5. Diagram For automatic feed machinery.

表2. 芒果不同品種對皮帶前進速度與進料量之影響

Table 2. The effect of mango varieties on the transporting belt speed and the feeding capacity.

品種 Variety	項目 Item	儲料桶容量 Container of capacity of container (kg)	粒數 Piece (粒)	輸送帶前進速度 Speed of Transporting belt (m/min)	進料量 Feeding capacity (kg/hr)
在來種 Sai Lai (土樣仔)		60	800-850	2.8	120-150
愛文 Ai Wen		60-65	180-250	1.9	120-180
金煌 Gold Bright		70	95-110	1.6	120-140

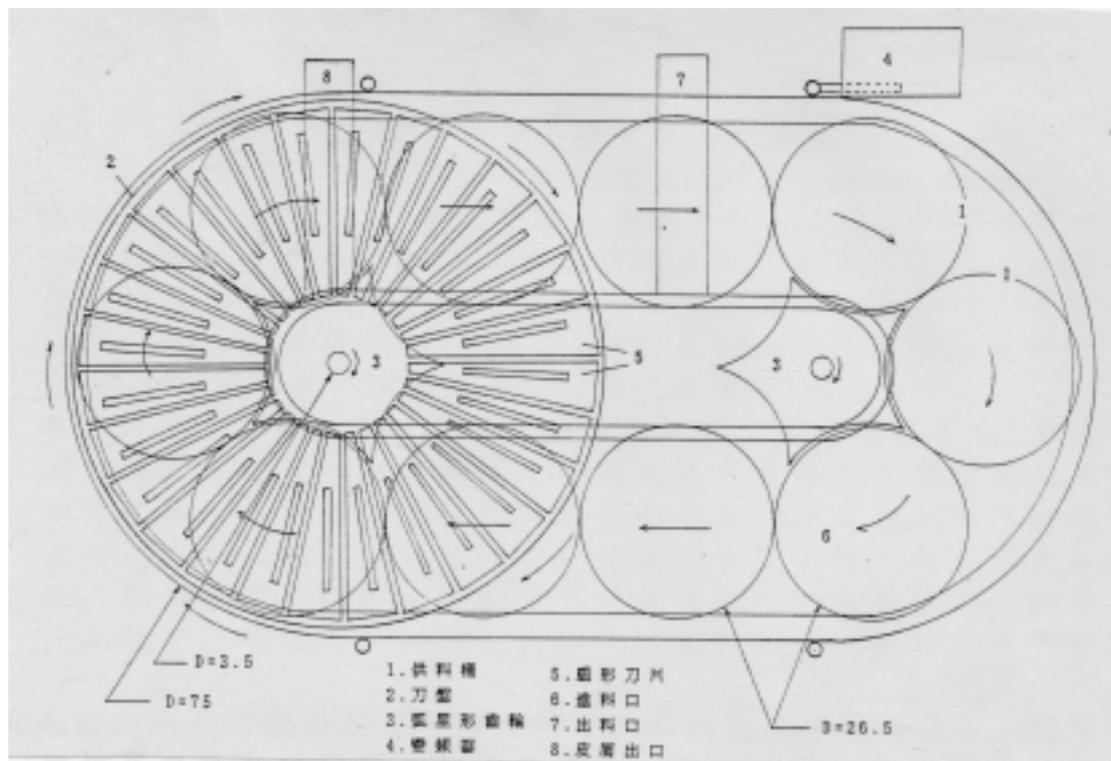


圖6. 青芒果去皮機之機體示意圖

Fig 6. Diagram Peeling machinery for green mango.



圖7. 連續式青芒果去皮機之外貌

Fig.7. Peeling machinery for green mango.

3. 雙軸螺旋整向機構：傳統芒果切法係採用縱切方式才能使果實內果容易脫落。由於進料機傳送來芒果均呈不規則狀，因此雙軸螺旋整向機構之設計目的在使進料單粒化，並將果粒由不定向排列導引成縱向。此機構係由2支直徑60cm，長50cm之優力膠螺旋桿及一組1/2hp馬達組成。測試結果，整向性能達到100%。
4. 果粒剖半機：最初設計利用二組逆轉滾輪，其外緣各挖取6個半圓形弧槽，底部置一組圓盤刀之機構使具有夾持及剖半作用，但測試結果顯示漏剖率達15%及果實夾率高達30%左右。因此新機型乃改良以二條長58cm、寬12cm皮帶構成v字型槽，動作時具有輸送及夾持果粒之作用。中間另置一組直徑30cm不銹鋼之圓盤刀，此機構可將通過之果粒剖成二半，功能及效果均良好，剖半率達到100%。
5. 果實翻向與導流板裝置：經由剖半機構切成二半後果實呈不規則狀態掉落於後處理部份之輸送皮帶上，因此必須將果實翻向（即縱剖面向皮帶面伏貼）與導引成縱向，使後處理作業時果片形狀一致之整齊性。原設計機構以毛刷滾動翻向，因性能不穩定，翻向率僅60%，而且容易發生阻塞現象，因此改良後機型係乃利用果實物性改經由一組二條傾斜角 30° 之輸送皮帶及三組A字型彈性導流板組成，當果粒經由剖半機切成二半後由於不規則狀態掉落於傾斜角 30° 之輸送皮帶，其半圓弧面接觸到傾斜面會呈現不穩定狀態而可以翻向，翻向效果達到95%以上。再經由三組A字型彈性整向導流板將不定向排列之果實導引成縱向前進，以利切片作業。

- 6.圓軸式切片機：接著原開發之初型機為人工放料之切片機構，作業效率雖然高，但切出果片厚薄不一，不易被果農接受。改良後由一組軸長55cm，軸上排列直徑30cm，厚0.2cm之圓盤刀共計20支，可將前置導引成縱向剖半後之果粒切成厚薄一致之果片，切片效果比前項機構佳，而切片厚度可視果農需要調整，每小時處理量可達300 - 500kg。
- 7.果核脫離機與振動篩：由於前項切片作業即連果核一起切齊，因此果片上仍黏有未脫離之果核需要加以處理，傳統上在人工剖半時即同時挖除果核，在機械處理上係採二階段方式處理，第一處理機構利用一密閉式圓桶底部裝置二支旋轉葉片及齒狀式撥脫器，含有果核之果片進入經由旋轉之葉片所造成強力水流的漩渦時，可將果核甩脫，或由撥脫器將果核括落，其脫離效果達90%以上。果核經脫離機處理後，部分核仁外層(種皮)會因強力離心漩渦而脫落並漂浮在水面上，影響果片出料時之純潔度，因此第二處理機構即針對種皮之篩選而開發設計，由16支直徑6mm長80cm不銹鋼空心圓管每隔5mm排列、三支3/8" pvc高壓水管、1組1/2hp振動馬達及1/2hp抽水馬達組成之振動篩選機構，其作用原理係利用偏心輪直線往復運動方式作二次篩選，當種皮通過圓管時會呈不穩定狀態，經由高壓水之沖洗及振動，種皮即會沖洗掉下落，其篩選效果高達95%以上。
- 8.果片、果肉分離出料機構：較堅實又碩大的核仁經二次篩選後仍未被沖掉者，會連同果片一齊帶出，因此必需要加以分離。經由試驗證實果肉及果核二者比重不同，果核在稀釋2~3%鹽水濃度下均會呈下沉現象，果肉則呈上浮情形。最後之處理機構係由直立式螺旋輸送器及葉片撥板與稀釋2%之鹽水濃度儲存槽所組成，經由試驗證實果核及果肉在稀釋2%鹽水濃度下沉及上浮現象最佳，因此沉積在水底部之果核由螺旋輸送器送出槽外，而上浮在水面之果片則由撥板撥出。

(四)調製一貫自動化作業機之示範推廣與成本分析

- 1.調製一貫化作業機之試用示範：將開發完成之自動供料、去皮機、整向、果實剖半、翻向與導引、切片、果核分離、振動分離、果片出料等單項機構聯結作業機械。其機體規格為長813cm寬45cm高85cm(圖8)。並於86年於本場農機實驗工廠、屏東縣春日鄉公所前廣場辦理青芒果調製機械一貫化作業示範觀摩會(圖9)。根據兩次示範觀摩與機械測試及使用結果本機確實已達實用階段，深具推廣價值。至87年6月底止已推廣2台，分別由高雄縣鳳山市農會及台南縣玉井鄉農會購置使用。



圖8. 一貫化調製作業機之外貌

Fig.8. Appearance of once-over processing operation machineries.



圖9. 一貫化調製作業機示範觀摩

Fig.9. Demonstration of the once-over processing operation machineries.

2. 青芒果調製一貫化作業機作業成本及效益分析

利用所研發青芒果調製一貫化作業機來加工處理以每台每天作業量2,000公斤計，則每年作業量為180,000公斤，利用機械作業成本僅1.74元/公斤比人工作業可節省3.26元/公斤(表3)。同時採用機械作業係比人工作業快10-15倍，其製成率亦可提高15%(表4)。

表3. 青芒果調製一貫化作業機作業成本分析

Table 3. Cost analysis for the once-over processing operation machineries.

	項 目 Items	單 位 Unit	金額或數量 The once-over Processing Numevic values	說 明 Direction
固 定 成 本 Fixed cost	購入金額 Buy costs	元/台	620,000	去皮機核定售價為220,000元，其餘為後處理機構
	殘值 Remainder	元/台	62,000	$620,000 \times 10\% = 62,000$
	年加工量 Capacify	公斤/台	180,000	$2,000(\text{kg}/\text{天}) \times 90 \text{天} = 180,000\text{kg}$
	使用年限 Use time	年	8	
變 動 成 本 Variable costs	折舊費 Depreciation	元/公斤	0.125	$620,000 - 62,000 \div (180,000 \times 8)$
	修理費 Repair	元/公斤	0.17	$(620,000 \times 5\%) \div 180,000$
	利息 Interest	元/公斤	0.34	$0.09 \times (620,000 + 62,000) \div 180,000$
	電費 Electricity	元/公斤	0.5	$1\text{hp}:50 \text{度} \times 2.6 \text{元} \times 8 \text{小時} \div 2000$
	工資 Earnings	元/公斤	0.6	$1200 \text{元}/\text{天} \div 2000 \text{公斤}/\text{天}$
合計 Total	每公斤成本 Cost/ kg	元/公斤	1.74	$0.125 + 0.17 + 0.34 + 0.5 + 0.6 = 1.74$

註：1.利用本作業機來處理青芒果，其使用成本為1.74元 / kg。

2.每年4-6月為青芒果加工產期，工作天可達90天。

表4. 一貫化調製機械與傳統人工作業效率與成本比較

Table 4. Comparison of the cost and efficiency between machinery of this research and manual operation.

項目 Item	工作效率 Efficiency(kg/天)	製成率 Production ratio(%)	成本 Cost(元/kg)
機械 Machine (A)	2000	80	1.74
人工 Manual (B)	176	60~65	5.0
比較 Comparison A-B	快10倍以上	15%以上(+)	3.26元/kg(-)

註：人工作業成本係數次訪查結果之平均值。

結論與建議

- (一)芒果生產季節相當集中，致每逢豐產時，易發生產銷失衡，價格不穩情事，影響農民收益至鉅，因此農民已漸漸改變經營管理方式，即將未成熟之青芒果加以疏果，加工製成冷凍芒果青，此種經營型態之調適頗受果農歡迎與接受，不僅可減輕芒果生產過剩問題，又能提高產品附加價值，增加農民收益。
- (二)本場研製開發完成連續式青芒果去皮機，性能穩定，用途廣泛，已商品化量產推廣36台，本場適時開發完成後處理調製一貫化作業之機械，有效大幅降低加工成本及解決僱工問題，更可提高產品品質與衛生。
- (三)青芒果收穫後之調製機械係從自動送料、自動去皮、果粒剖半、果實翻向、果實切片、果核分離、果片出料等一系列機構組合而成一貫自動化之作業機械，本機根據兩次示範觀摩及機械測試及使用結果，已達實用化階段，深具推廣價值。一台調製機械每天約可處理完整果片達2,000公斤以上，比人工作業快10-15倍左右，節省工時達80%。

誌 謝

本試驗承蒙行政院農業委員會補助(87科技-1.1-糧-21(25))，試驗期間承蒙農機研究室李俊文先生協助，國誠機械公司合作製造，謹此致謝。文稿幸蒙本場鄧副場長耀宗詳加審閱，匡正謬誤，深表謝忱。

引用文獻

- 1.曾錫恩.1980.芒果.P743-750.臺灣農家要覽.梁鵬主編.豐年出版社編印.台北市。
- 2.廖春梅.1989.臺灣芒果調查報告.P1-8.台灣省政府農林廳編印。
- 3.陳秀文.1992.桶裝式青芒果去皮機簡介.P81-83.農藥世界第109期。
- 4.陳秀文.1994.連續式青芒果去皮機之研究改良.P35-43.高雄區農業改良場研究彙報 5(2).高雄場編印。
- 5.陳秀文.1997.青芒果去核切片機之研製.P57-61.農林廳試驗研究報告.台灣省政府農林廳編印。
- 6.Luh,B.S.1980.Tropical fruit beverages.pp.389-395 In P.E. Nelson and D.K. Tressler (ed.).Fruit and Vegetable Juice Processing Technology,AVI Publishing Co. Westport, Connecticut,U.S.A.

Development and Improvement of the Once-over Operating Machineries for Post-harvest Green Mango

S.W. Chen¹

Abstract

The objective of this study was to develop and improve a processing operation machineries once-over for green mango. The machinery includes following function: feeding, slices cutting discarding seed and packaging. This type of machine has been manufactured 35 units then were released to farmer association and farmers. In order to prompt the machine have better efficiency all the operation steps should be consist as green mango processing. The automatic machine could peel 2 tons of green mango daily. It is about 10-15times faster than a skilled manual worker. It could save about 80% labor hours. The machine not only increased the product quality but also maintained the sanitation condition.

Key words: Green mango, Processing equipment, Once-over operation

¹ Assistant researcher of Kaohsiung District Agricultural Improvement Station.