

冬瓜削皮機之研發¹

黃柏昇²

摘 要

為平衡冬瓜產銷失調問題，促使農產加工業者能夠在冬瓜產量過多，以及市場價格低迷時收購冬瓜製成加工品，穩定冬瓜市場價格，本研究開發冬瓜削皮機 1 種，以紓緩冬瓜加工削皮人力不足問題。冬瓜削皮機透過旋轉削皮原理，將冬瓜置放於支撐底座後，並以頂部氣壓缸固定冬瓜上方，按下啟動按鈕機械即開始削皮。削皮原理係透過削皮刀上下移動，使削皮刀可接觸旋轉之冬瓜，完成削皮工作。經實地測試每顆冬瓜削皮時間約 60 s，並可適用重量 13.5 kg 以內之冬瓜。

關鍵詞：機械、旋轉、瓜類

前 言

根據農委會 2020 年農業統計年報，我國冬瓜種植面積為 876 ha，年產量為 19,413 ton，生產區域分布全臺，北中南東各區均有。惟時常發生產量過盛之滯銷問題，致使農民辛苦耕作長成之冬瓜，因產量過多價格驟降，致使農民採收不敷成本，而使冬瓜置於田區腐爛。另冬瓜製成加工品時均使用人工削皮，費時費力。因此，本研究開發冬瓜削皮機，將冬瓜置放於削皮平台上後，機械可自動削皮，取代人工削皮，冬瓜削皮機械化可促使農產加工業者收購冬瓜製成相關農產品，平衡產銷失調。

使用機械旋轉削皮原理進行蔬果削皮，可藉由彈性刀片使刀片貼近待削蔬果削皮而取得較高之削皮步留率；國立嘉義技術學院（現為國立嘉義大學）、桃園區農業改良場及臺中區農業改良場均曾應用此原理研發柿子削皮機（陳，1999；張，2006；李和張，2006；田等，2012）；農業試驗所亦有使用旋轉削皮原理開發水果削皮機械（梁等，1991）；近年高雄區農業改良場（黃等，2018；潘等，2018）及臺南區農業改良

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究彙報第 527 號。

² 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者，poshen@tydais.gov.tw)。

場（李，2019）也有使用旋轉削皮原理，分別開發鳳梨削皮機及芒果削皮機；本研究亦希望以該旋轉機械削皮原理開發適用於冬瓜之削皮機械。

材料與方法

一、試驗材料

本研究以實地設計及試製做為研究方法，試驗材料包括各式不鏽鋼材料及各項電控元件與馬達。本機之主要機體架構以不鏽鋼方管銲接而成，並以不鏽鋼板做為機體外殼之主要材料。底部旋轉動力係由安裝於底部之馬達所提供，頂部之待削冬瓜固定軸係採用氣壓缸進行固定。削皮刀之上下及前後移動使直線減速機做為削皮刀移動之電控元件，並採用近接開關做為削皮刀移動定位之感測裝置。本研究使用士林電機所製造之 AX1N-40MR-ES 可程式控制器做為主要電控核心元件。

二、旋轉削皮方式

本機之削皮原理採用旋轉削皮方式進行，機械削皮方式如圖 1。將待削冬瓜以直立方式置放於旋轉中心後，並透過機構方式將冬瓜之上頂端及下頂端固定，冬瓜由馬達帶動使其可旋轉，並於待削冬瓜直立旋轉時，再由具有彈性之削皮刀接觸待削冬瓜，並使削皮刀由上往下或由下往上移動，完成整個冬瓜的削皮。

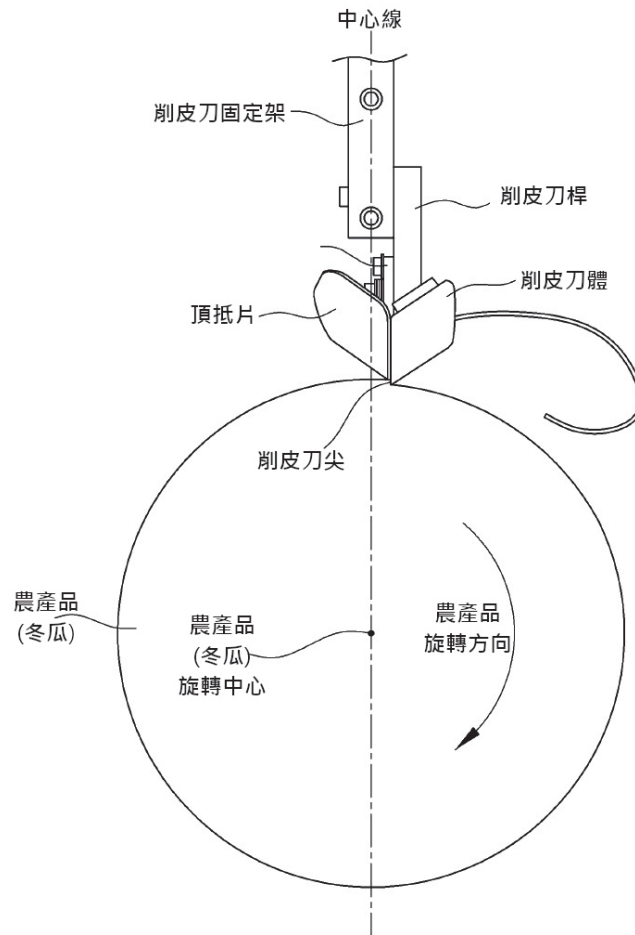


圖 1. 冬瓜削皮機之旋轉削皮原理

Fig. 1. Rotating peeling principle of the wax gourd peeler.

旋轉削皮之削皮刀結構主要由削皮刀體、頂抵片及削皮刀桿所組成。透過削皮刀體接觸待削之冬瓜，削皮刀尖可切入正在旋轉之冬瓜表皮進行物理性切削，而頂抵片透過頂抵冬瓜表面，使削皮尖刀切入冬瓜表皮的厚度得以控制，而透過此法削下表皮之厚度約為頂抵片與削皮刀尖間之間隙厚度。因此，透過調整削皮刀尖及頂抵片間之間隙，可調整削皮之厚度。

而旋轉削皮的厚度除透過調整削皮刀尖與頂抵片調整外，亦可透過調整削皮之旋轉速度及削皮刀之上下移動速度調整。冬瓜旋轉速度與削皮厚度成正比，而削皮刀上下移動速度則與削皮厚度成反比。因此，可透過調整冬瓜旋轉速度與削皮刀移動速度來調整冬瓜之削皮厚度。

三、機體架構設計

本機機體架構部分，主要包括機體、底座、機箱、待削冬瓜頂部固定機構、削皮刀及削皮刀移動機構等所構成，整體機體架構如圖 2 所示。

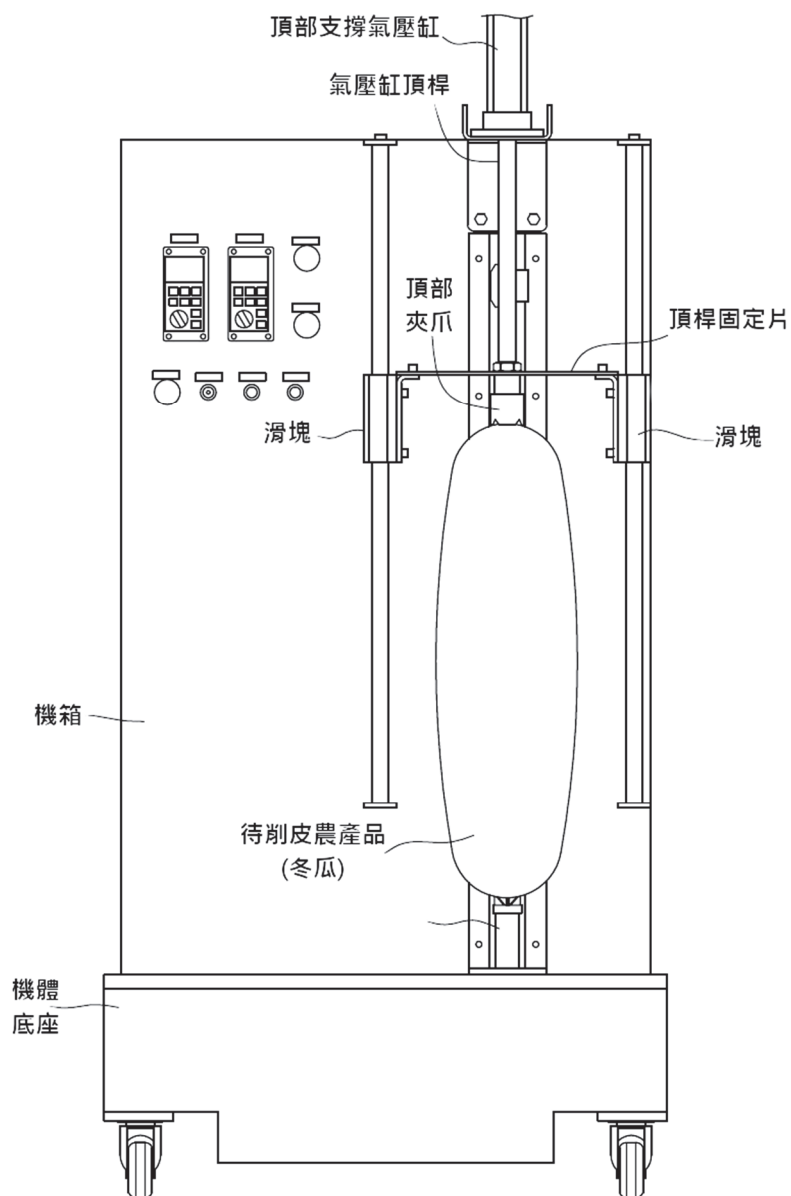


圖 2. 冬瓜削皮機之機體架構

Fig. 2. The structure of wax gourd peeler.

(一) 機體底座

機體底座主要提供待削冬瓜支撐及削下之果皮暫時存放，而機體底座內含電動馬達，馬達額定功率為 1/2 HP 並搭配減速比 30:1 之中空旋轉平台，由馬達帶動中空旋轉平台旋轉，使待削冬瓜底部支撐軸轉動，使其帶動待削冬瓜旋轉。

(二) 機箱

機箱內部裝有本機之各項電控設備，包括可程式控制器、配電線路、感測器、變頻器及減速機等。機箱立面設有控制面板，可提供使用者透過變頻器調整削皮刀之移動速度及待削冬瓜的旋轉速度。控制面板上並設有電源開關、啟動、停止、急停、控制冬瓜頂部固定機構氣壓缸頂桿位置之上下按鈕等使用者控制元件。

(三) 待削冬瓜頂部固定機構

待削冬瓜頂部固定機構包括頂部支撐氣壓缸、氣壓缸頂桿、固定待削冬瓜的頂部夾爪，以及避免頂部夾爪晃動而固定用之滑軌、滑塊及頂桿固定片等。待削冬瓜的頂部夾爪係以鋸齒狀方式刺入待削冬瓜內，使待削冬瓜之頂部可於旋轉削皮時固定位置，而夾爪軸心係採套入軸承方式設置，故其可自行空轉，因此，削皮時夾爪係隨著待削冬瓜一起轉動。

(四) 削皮刀及削皮刀移動機構

在削皮過程中，削皮刀係於待削冬瓜旋轉的過程中由上往下或由下往上移動，以達到削皮的作用，另削皮刀可以透過直線減速機與齒條上下及前後移動。削皮刀之前後移動控制，係於待削冬瓜旋轉時，削皮刀始透過直線減速機前進緊靠待削冬瓜，而不削皮時削皮刀透過直線減速機後退，以使操作人員方便取下削皮完成的冬瓜及放入下一個待削冬瓜。

四、機體架構試製

主機體架構設計高 160 cm、寬 85 cm、長 90 cm，主要機體使用不銹鋼材料製造。電氣控制箱體深 45 cm、寬 80 cm、高 120 cm；削皮平台設計寬 85 cm、深 40 cm。上方固定軸氣壓缸設計之缸軸直徑 25 mm、缸徑 50 mm、衝程 800 mm；全機電力使用單相 110V 電壓。主機體上安裝削皮刀升降輔助軸 2 支，長 80 cm，削皮平台旋轉支撐座由馬達帶動旋轉；旋轉支撐座旋轉速度及削皮刀上下移動速度可經由機體上的旋鈕調整。該機並具備「急停」、「復歸」、「啟動」等控制按鈕可控制機械旋轉，頂部支撐軸並可由機體上之按鈕控制升降；試製完成之冬瓜削皮機如圖 3 所示。



圖 3. 本研究所研發之冬瓜削皮機

Fig. 3. Wax gourd peeler developed by this research.

五、削皮試驗規劃

將冬瓜置放於冬瓜削皮機平台上進行削皮試驗，所試驗之冬瓜品系為青皮大冬瓜，並重複試驗削皮情形。機械削皮試驗時記錄冬瓜削皮前重量、削皮後重量、削下表皮重量、削皮厚度及削皮所需時間，並觀察冬瓜削皮時之情形及削皮品質。供給氣壓缸氣壓之空氣壓縮機使用山野牌 YM-2025 空氣壓縮機，馬力為 2 HP，空氣桶容量為 25 公升。

結果與討論

一、冬瓜削皮機試驗結果

為測試削皮機設計及試製之成果是否符合預期，進行冬瓜削皮試驗，削皮試驗情形良好，試驗結果符合預期。使用本機進行冬瓜削皮後之情形如圖 4，削皮試驗結果如表 1 所示。削皮步留率平均為 94.00%，標準差為 0.86%，且各次削皮步留率均在 92%以上，機械削皮步留率穩定；削皮平均厚度為 1.82 mm，標準差為 0.16 mm，削皮厚薄情形亦為穩定。冬瓜機械自動削皮工作時間平均為 37.9 s，標準差為 5.0 s；削皮後之冬瓜表面因旋轉削皮而呈螺紋狀，惟不影響後續冬瓜加工使用，經評估所研發之冬瓜削皮機削皮工作效率、削皮厚薄與步留均屬穩定，並已達可商業應用水準。



圖 4. 使用本機進行冬瓜削皮後之情形

Fig. 4. The situation after using this machine to peel wax gourd.

表 1. 冬瓜機械削皮試驗情形

Table 1. The results of mechanical peeling test of wax gourd.

日期：2021 年 10 月 12 日						
試驗冬瓜品系：青皮大冬瓜						
削皮樣本編號 Test Sample No.	削皮前重量 Weight Before Peeling (kg)	削皮後重量 Weight After Peeling (kg)	削下表皮重量 Weight of Peeled Skin (kg)	步留率 First Pass Yield (%)	削皮厚度 Peeling Thickness (mm)	削皮時間 Peeling Time (s)
1*	14.4	13.4	1.1	93.06	1.81	40
2*	9.6	9.0	0.7	93.75	1.94	33
3*	9.5	9.0	0.6	94.74	1.86	30
4	17.2	16.2	1.0	94.19	1.62	48
5*	14.0	13.1	1.0	93.57	2.03	36
6	16.7	15.6	1.0	93.41	1.75	46
7*	13.2	12.4	0.9	93.94	2.12	35
8*	17.0	16.3	0.9	95.88	1.46	40
9	12.4	11.5	0.9	92.74	1.82	40
10	12.3	11.5	0.8	93.50	1.98	34
11	15.0	14.1	0.9	94.00	1.72	43
12*	12.5	11.8	0.9	94.40	1.85	34
13	14.5	13.7	0.9	94.48	1.81	39
14	14.0	13.0	1.0	92.86	1.74	36
15	14.2	13.5	0.7	95.07	1.80	35
平均 Average	13.77	12.94	0.88	94.00	1.82	37.9
標準差 S. D.	2.32	2.21	0.13	0.86	0.16	5.0

註 1：步留率(%) = 削皮後重量 / 削皮前重量。

註 2：削皮厚度為該顆冬瓜所削下之表皮經隨機取樣 5 次以精度 0.01 mm 之游標卡尺量測厚度後進行平均。

註 3：*號測試削皮樣本結果具有削皮後重量與削下表皮總重加總後，大於削皮前重量之情形，係因指針型磅秤讀數誤差所導致。

Note: 1. First Pass Yield (%) = Weight After Peeling / Weight Before Peeling.

2. The peeling thickness is the average of the thickness of the peeled skin of the wax gourd by randomly sampling 5 times.

3. The result of the test peeled sample No. with * mark is that the sum of the weight after peeling and the weight of the peeled skin is greater than the weight before peeling, which is caused by the reading error of the pointer weight scale.

二、冬瓜機械削皮各項削皮試驗數據之相關性分析

針對機械削皮試驗測定之各項數據（如表 1）進行相關分析，其相關係數如表 2 所示。各項削皮試驗數據之相關性分析結果顯示：冬瓜重量與削下表皮之重量呈顯著正相關，研判可能的因素係因重量較大之冬瓜體積較大，因此表皮面積較大，所以削下之表皮重量較多。而冬瓜重量亦與削皮時間呈顯著正相關，研判可能之因素係因為冬瓜重量較重則體積較大，因此，需較多的時間進行削皮。而削下表皮重量亦與削皮時間呈顯著正相關，可能的原因研判係因較大或較重的冬瓜因體積較大，因此，削皮時間較久，且因外皮面積較大因而削下的表皮重量也較大。步留率則是與削下表皮重量及削皮厚度均呈現顯著負相關，研判係因為削下越多或越厚的皮，可能使削皮後的重量減少越多。值得注意的是，削皮厚度與冬瓜重量呈現負相關，研判係因為重量較重之冬瓜體積及直徑均較大，而進行較大直徑之冬瓜削皮時，冬瓜旋轉時表面會有較大之切線速度使刀片向後推動，致使削皮厚度略微降低；因此，在針對機械旋轉蔬果削皮之削皮厚度調整考量時，需考慮旋轉削皮時蔬果表面旋轉切線速度造成之削皮厚度影響。

表 2. 冬瓜機械削皮試驗測定項目間之相關係數

Table 2. Correlation coefficients between test results of mechanical peeling test of wax gourd.

測定項目 Test Result Items	削皮前重量 Weight Before Peeling (kg)	削皮後重量 Weight After Peeling (kg)	削下表皮重量 Weight of Peeled Skin (kg)	步留率 First Pass Yield (%)	削皮厚度 Peeling Thickness (mm)
削皮後重量 Weight After Peeling	0.9984**				
削下表皮重量 Weight of Peeled Skin	0.6786**	0.6461**			
步留率 First Pass Yield	0.1701	0.2245	-0.4470**		
削皮厚度 Peeling Thickness	-0.6247**	-0.6415**	-0.2075	-0.3990**	
削皮時間 Peeling Time	0.8343**	0.8180**	0.6529**	-0.1198	-0.5814**

**：表示各項目間在 1% 水準下達顯著性相關。

**：Significant correlation among factor at 1% probability levels.

三、機械性能討論

本研究所研發之冬瓜削皮機，經實地測試可完成冬瓜削皮，約每 60 s（包含機械削皮時間 40 s 及人工取放冬瓜時間 20 s）可完成 1 顆長約 80 cm、重量約 13.5 kg 之冬瓜削皮；且人工僅需將冬瓜置放後並按下按鈕，即可離開機器從事其他工作，待冬瓜削完皮後再取下冬瓜，可發揮省工效益；且機械削皮厚薄固定，可使削皮品質齊一。惟經實地測試發現，部分較彎曲之冬瓜應用本機削皮時，會發生較彎曲處有削不到皮之情形，因此，本機應用於形狀筆直之冬瓜之削皮情形較應用於形狀彎曲之冬瓜之削皮情形為佳。

四、成本效益分析

經以約 13.5 kg 冬瓜進行削皮實際測試，每顆機械削皮時間約在 60 s，在此 60 s 中包括人工將冬瓜置放於機械上並固定於旋轉基座上費時約 10 s、機械自動削皮工作耗時約 40 s 及人工將削皮完成之冬瓜取下費時約 10 s。於每顆冬瓜機械削皮 60 s 工作流程中，僅 20 s 需人工進行操作動作，機械自動削皮時之 40 s 時間操作人員可進行其他工作。相較人工進行每顆冬瓜削皮約需 180 s，本項機械可節省人力約為 $(180\text{ s} - 60\text{ s}) / 180\text{ s} \approx 66.66\%$ 。

(一) 機械削皮人工

以削皮工作人員每人每日工資 NT\$ 1,600 元、每日工作 8 hr、每顆冬瓜人工削皮需 180 s 計算，可得每顆冬瓜人工削皮之成本為 $\text{NT\$ } 1,600 \text{ 元} / [(8\text{ hr} \times 60\text{ min} \times 60\text{ s}) / 180\text{ s}] = 10 \text{ 元}$ ，以使用本機可節省 66.66% 人工成本計算，每顆冬瓜機械削皮之人工成本約為 $10 \times (1 - 66.66\%) = 3.33 \text{ 元}$ 。

(二) 每顆冬瓜機械削皮機械費用攤提成本

以每台冬瓜削皮機商品機售價 NT\$ 500,000 元、耐用年限 10 年攤提計算，並以 1 年進行冬瓜削皮 6 個月，1 個月削皮 22 個工作天，1 個工作天削皮 8 hr，1 hr 削皮 60 顆計算，每顆冬瓜機械削皮之機械攤提成本即為 $500,000 / [(10\text{ 年} \times 6\text{ 個月} \times 22\text{ 工作日}) \times 8\text{ hr} \times 60\text{ 顆}] \approx 0.79 \text{ 元}$ 。

(三) 每顆冬瓜機械削皮雜項成本

機械削皮雜項成本包括機械削皮之電力費用、氣壓供給費用、機械清潔保養、維修等成本，以每顆冬瓜 1 元計算。

(四) 每顆冬瓜機械削皮總成本

每顆冬瓜之機械削皮成本 = 3.33 元 (人工成本) + 0.79 元 (機械攤提成本) + 1 元機械削皮雜項成本 = 5.12 元。

(五) 機械削皮相較人工削皮之費用節省

相較每顆冬瓜人工削皮需 10 元人工成本計算，機械削皮每顆冬瓜可節省 $10 - 5.12 = 4.88$ 元，約可節省 $(4.88 / 10) \times 100\% = 48.8\%$ 的削皮費用成本。

結 論

為平衡冬瓜產銷失調問題，促使農產加工業者能夠在冬瓜產量過多，以及市場價格低迷時收購冬瓜製成加工品，穩定冬瓜市場價格，並紓緩冬瓜加工削皮人力不足問題，本研究研發適用於冬瓜加工產業所需之冬瓜削皮機 1 種。所研製之冬瓜削皮機經實地測試可完成冬瓜削皮，每顆冬瓜削皮時間約 60 s。實地以青皮大冬瓜測試機械削皮 (重量約 13.5 kg) 削皮效果良好，每顆冬瓜機械削皮時間約 60 s，步留率約 94%，經評估該機已達可引入產業使用水準。未來將配合技轉廠商將冬瓜削皮機導入生產場域，並觀察冬瓜加工業者使用機械之情形及建議，針對機構或是電控部分進行微調，以更符合業者之需求，促進研發成果產業化。本研究所研發之削皮裝置榮獲中華民國專利新型第 M603728 號。

致 謝

本研究感謝行政院農業委員會及桃園區農業改良場給予研究經費、設備及研究人力上的支援，並感謝國立中興大學謝教授廣文及國立臺灣大學葉教授仲基給予文稿斧正建議，謹此致謝。

參考文獻

- 田雲生、張金元、陳令錫、張旭志。2012。筆柿削皮機之研製。臺中區農業改良場研究彙報 115:1-11。
- 李健。2019。批次式芒果削皮商品機研發。臺南區農業改良場 108 年度年報。p. 49。

李汪盛、張金發。2006。柿子加工削梗修蒂與削皮機之研發。桃園區農業專訊 58:26-27。

陳文彬。1999。柿子削皮機之研製。農業機械學刊 8(2):47-61。

張金發。2006。柿子加工削梗修蒂與削皮機之研發。臺灣農業機械 21(1):4-6。

梁連勝、蔡致榮、顏秀榮。1991。全自動水果削皮機之研究。中華農業研究 40(3):291-296。

黃柏昇、潘光月、邱馨標、顏克安、賴威澂。2018。鳳梨削皮機之研究改良。高雄區農業改良場 106 年度年報。p. 69。

潘光月、邱馨標、黃柏昇、顏克安、賴威澂。2018。鳳梨削皮機之研究與改良。2018 農機與生機學術研討會論文集。中華農業機械學會編印。p. 23-31。

Development of Wax Gourd Peeling Machine¹

Poshen Huang²

Abstract

In order to balance the problem of imbalance in the production and sales of wax gourd, this research had developed a novel wax gourd peeling machine. Agricultural processing industry can stabilize the market price of wax gourd by making it become processed products. Because insufficient manpower for wax gourd peeling, this research had developed a wax gourd peeling machine. After placing the wax gourd on the peeling platform of the machine, the machine can automatically peel it instead of manual peeling. The mechanization of wax gourd peeling can promote agricultural production. The processing industry of agricultural product can purchase wax gourd to make related agricultural products to balance the imbalance in production and sales of wax gourd in the market. Through the rotating peeling method, the wax gourd can be placed on the peeling platform of the machine, and the top of the wax gourd is fixed by the top air cylinder, then operator just need to press the start button to start the peeling. The peeling method is to move the peeling knife up and down so that the peeling knife can touch the rotating wax gourd to complete the peeling work. The peeling time of each wax gourd is about 60 seconds, and it can be used for wax gourd which weighing less than 13.5 kg. The peeling device developed by this research had awarded the Taiwan model patent No. M603728.

Key words: Machine, Rotate, Melons

¹. Contribution No. 527 from Taoyuan DARES, COA.

². Assistant Researcher (Corresponding author: poshen@tydais.gov.tw), Taoyuan DARES, COA.

