

曳引機附掛甘藷去藤收穫一貫作業機之研發¹

邱銀珍²、黃柏昇²

摘 要

有鑑於甘藷收穫慣行方式是分別採用去藤機械及收穫機械，農友需購置兩套農機除增加購置成本外，附掛機具拆裝也減少收穫效率。為提昇收穫效率，本研究研發一部可附掛於曳引機之甘藷去藤收穫一貫作業機，本機可附掛於 25-40 hp 曳引機，並能一次完成甘藷收穫過程中去藤及破畦挖藷工作。本機經實地進行甘藷去藤收穫作業測試，作業效率為 0.2 ha h^{-1} ，比人工（含去藤、掘收）收穫快 60 倍。甘藷皮完整率達 99%。

關鍵詞：塊根、收穫機

前 言

甘藷為我國大宗作物，根據行政院農業委員會 2017 年農業統計年報，全臺灣栽培面積約在 10,000 ha，產量每年約 240,000 ton。目前甘藷收穫都是採用 2 階段進行，農民收穫甘藷時，一般是先用鐮刀將甘藷蔓切斷，1 ha 的甘藷田，以人工手持鐮刀去除甘藷藤需 30 人工小時，背負式割草機作業需 16 人工小時，再來回犁 1 次，將畦之兩側犁開，最後再把中央甘藷挖起，然後由人工逐一撿藷，一切皆靠人力作業，既費時又費工。近年來由於農村勞力缺乏，僱工不易，且工資昂貴，農民種植甘藷之意願不高，究其主要原因是目前甘藷收穫尚無可一次性收穫之適當農業機械可使用；因此桃園場著手開發曳引機附掛甘藷去藤收穫一貫作業機，希望可以解決甘藷種植農友收穫費工問題。

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 518 號。

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

表 1. 甘藷收穫機械發展史

Table 1. The development history of sweet potato harvester.

年份 Year	單位 Unit	機械種類 Kind of Machine	機械應用情形 Mechanical application
1982 (開發)	農業試驗所 嘉義分所/ 林金墩	甘藷割蔓挖 藷聯合收穫 機	甘藷一貫收穫機作業情形，林金墩技士研發完成此機後委託千漢設計公司吳漢筠代為商品化，挖掘機前部為切蔓刀，可將甘藷藤蔓切碎，便於挖掘作業。構造上這是一部成熟的機械，工作效率很高。(馮，2008)
1985 (生產)	兩和工業公 司/ 吳漢筠父子	甘藷割蔓挖 藷聯合收穫 機	由於甘藷塊根在田土中容易保存，且農民採收人力不足因此每次採收量少，不需此種高效率機械。除需大面積採收的業者，如甘藷量販才會想到利用林氏挖掘機，只是量販業者人數不多，銷售量因而十分有限。
2007 (開發)	桃園區農業 改良場/ 邱銀珍、 葉永章	甘藷收穫機	作業方式先用去藤機進行去藤作業，再用鏈條式帶動滾桿之收穫機構翻起甘藷，最後以人工撿拾完成收穫作業。惟去藤及收穫需分兩次完成，無法去藤及收穫一貫作業同時進行，同時去藤機之動力由曳引機傳動軸傳動，常因曳引機轉彎換方向時行車速度慢，無法提供所需轉速，因此，去藤效果不佳。(葉和邱，2007)
2007 (開發)	農業試驗所/ 楊智凱	甘藷一貫化 收穫機	自走機體前進時，前端設有一雙叉桿(慣稱牛角)，可將甘藷藤蔓撩起，藉由高速迴轉除藤刀斬斷甘藷藤蔓，並利用附有回轉動力之圓盤犁，將田畦兩旁之藤蔓切除，同時將兩側之土壤切削，以多片式挖掘犁頭將甘藷挖起。挖掘深度可由收穫頭兩側之支撐輪調整，掘起後之甘藷連同土塊，經第 1 段輸送鏈桿組以較小角度後送，經由鏈條橫桿間隙篩除大部分土塊。由於其機體大，售價高，難以推廣給小農或產銷班之生鮮甘藷收穫使用。(楊等，2007)
2015 (引進)	彰化慶全地 瓜生產合作 社	日本松山株 式會社 GRA 650 型甘藷 收穫機	該機長 5.23 m，收穫寬度 66 cm，作業速度 0.3-1.5 km h ⁻¹ ，作業效率 0.012-0.059 ha h ⁻¹ ，1 次需要 2 到 4 人操作。該機所收穫的甘藷因輸送柵欄桿間距較密集，收穫時土壤尚未全部從柵欄桿縫隙流失，留下的土壤在甘藷及柵欄桿間形成一保護現象，惟作業效率低且不含去藤功能。

材料與方法

由於目前種植甘藷田區較分散，且勞動力短缺，因此，亟需小型甘藷去藤收穫機以減低收穫作業的辛勞。然而國內並無整合型甘藷去藤及收穫一貫作業機，國外雖有類似機種，惟其機體大且售價高，加上採收的甘藷外皮極易破損，難以適用於臺灣目前甘藷生產模式，因此 2013 年本場為因應甘藷生鮮市場需求，從事甘藷一次性去藤及收穫機械之研發。

一、附掛甘藷去藤收穫一貫作業機尺寸及動力規劃

設計長 1.3 m、寬 1.1 m、高 0.8 m 之附掛於曳引機之去藤機架，該機架後方裝置 2 支機身支撐輪用於維持機架距地高度，每支支撐輪由直徑 30 cm 充氣橡膠輪及可旋轉長型螺桿所組成；機架距地 40 cm 處安裝含有長 18 cm、寬 4 cm、高 4 cm，雙刀面 24 支去藤軸 1 組，並由放置於機架上 8 馬力四行程汽油引擎經由減速齒輪提供 1,800 rpm 去藤軸所需動力。經測試，甘藷畦去藤採用 2 次來回，去藤效果較好，但因去藤時塵土飛揚，提供去藤軸所需動力之汽油引擎進氣口空氣濾清器無法完全去除塵土，以致於縮短汽油引擎使用壽命。為此經修改為由曳引機 PTO 動力軸再經齒輪箱提速，提供去藤刀軸 1,800 rpm 所需動力，採用畦面來回 2 次去藤可以達到 95% 去藤效果。2015 年於不同場域（桃園市新屋、大園及楊梅區）3 處農友甘藷田測試結果顯示，平均去藤作業效率為 0.16 ha h^{-1} ，即 1 ha 僅需 6-7 h 即可完成甘藷畦去藤作業。

二、附掛甘藷去藤收穫一貫作業機構造及機件

本成型機主要構造及機件如下：

(一) 動力行走母機

25-40 馬力以上之曳引機、具有 3 點連接裝置供附掛本機，並由曳引機 PTO 動力軸提供本機去藤所需動力，同時於田間操作時提供抬起放下附掛甘藷去藤收穫機供調整入土深度。

(二) 傳動裝置

去藤動力由曳引機 PTO 動力軸傳到 1：2 變速齒輪箱，再經由齒輪及鍊條將動力傳到去藤機構。

(三) 去蔓機構

去蔓機構上之刀片由每片長 12 cm、寬 4 cm、高 4 cm，雙面除藤刀 28 支所組成，除藤刀安裝在去藤軸上的底座，讓雙面除藤刀可自由甩動，當去藤軸經由曳引機 PTO 傳動軸提供的動力，帶動去藤軸產生高速旋轉，藉由去藤軸上甩動的刀片將甘藷畦面上之甘藷蔓打碎，以利甘藷採收機採收作業。

(四) 甘藷掘起裝置

甘藷掘起裝置上之挖掘刀共 2 支，每支長 60 cm，於曳引機向前行走時，將畦上之甘藷與土壤全部切割掘起，掘起後土壤與甘藷分離時，甘藷易掉落於土面上，再由人工撿拾收穫。挖掘刀切割深度可依甘藷生長之深度加以調整，挖掘刀入土角度為 20° 。

(五) 支撐輪

安裝於機架最後方左右兩側，用於平時放置支撐機台，以保護挖掘刀頭避免造成變型，於田間操作則將其提升 10 cm 高度。

以上材料透過螺絲與螺帽等扣件接合，或以熔接方式結合組成本機。全機機長 150 cm、寬 116 cm、高 150 cm，機組總重 200 kg（圖 1）。除蔓裝置之刀片迴旋動力係透過曳引機 PTO 傳動軸提供動力，並由 PTO 軸傳遞到本機側邊之鍊條箱，再由鍊條箱帶動除蔓裝置之迴轉軸，藉此帶動除蔓裝置迴轉除蔓。整體機組除由 5 大主構造組成外，外加 PTO 傳動軸、齒輪箱、L 型傳動機構、鏈輪組、3 點連接點、前叉桿、切刀、犁板及可調高低支撐輪所組成，本機不採用柵欄式滾動機構，預期可降低採收過程中甘藷外皮的破損。

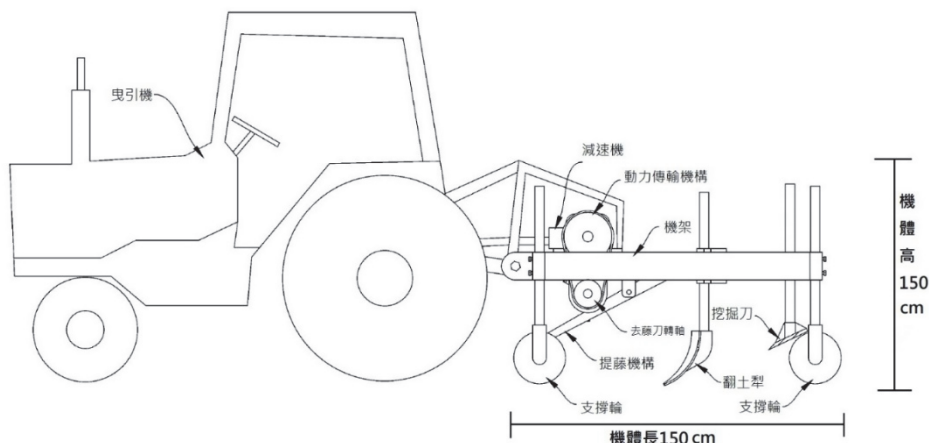


圖 1. 曳引機附掛甘藷去藤收穫一貫作業機示意圖

Fig. 1. Schematic diagram of tractor-attached sweet potato harvester.

三、試驗方法

實地將本機附掛於曳引機後方進行甘藷挖掘試驗，作業時先將本機附掛在曳引機之 3 點連接機構上並連結 PTO 動力軸，保持去藤部與畦面上之適當間距高度，以去藤刀迴轉時不打到甘藷為原則，調整好收穫機犁刀入土之角度及深度，以不傷藷塊表皮之深度為原則，調整後即進行甘藷去藤採收試驗作業。在作業中須隨時留意甘藷是否有損傷情形發生，並隨時調整收穫機犁頭之深度（圖 2）。掘起之甘藷再經由輸送及集束裝置將甘藷收集成一排，進行人工分級裝箱完成採收作業。動力傳遞部分由曳引機 PTO 傳動軸再經齒輪箱提速，提供去藤刀軸 1,800 rpm 所需動力，採用畦面來回 2 次去藤，預期可以達到 95% 去藤效果。本機自 2016 年於新竹縣竹東鎮、2017 年於桃園市大園區、新屋區、觀音區及新竹縣竹東鎮，苗栗縣苑里鎮、2018 年於桃園市新屋區、大園區、新竹縣湖口鄉、2019 年於桃園市大園區、彰化縣福興鄉、雲林縣水林鄉等處配合農會、農友辦理示範觀摩會共計超過 2,000 人次參與活動。而本場經由多場次的操作汲取農友建議做為提升功能的參考。



圖 2. 曳引機附掛甘藷去藤收穫一貫作業機田間作業

Fig. 2. Tractor-attached sweet potato harvester working on the farm.

結果與討論

甘藷去藤在無農機具可用時，慣行方式為一手握甘藷藤一手持鐮刀割藤，同時把割後甘藷藤移走，1 ha 1 個人需要 80-120 h；挖掘收穫則需要 200-240 h，耗時又費力。農機去藤所需動力從由曳引機改為由 1 具汽油引擎提供動力，再改為由曳引機 PTO 傳動軸經增速齒輪箱提升轉速以確時達到去藤功效，其中採用 8 馬力汽油四衝程引擎，由於馬力較小，去藤時略顯動力不足，因此，去藤效果較差；且灰塵滿園時引擎乾式空氣濾清器過濾塵土效果不佳，除了造成進氣量不足致使引擎熄火外，更易造成引擎汽缸壁磨損導致引擎報廢。同時‘臺農 57 號’品種甘藷藤比‘臺農 66 號’甘藷藤韌，田間操作時，‘臺農 66 號’就比較容易去藤，而‘臺農 57 號’比較容易纏繞去藤軸。

本機械經實地進行甘藷去藤收穫作業測試，作業效率為 0.2 ha h^{-1} ，比人工（含去藤、掘收）收穫快 60 到 80 倍，機械收穫 0.1 ha 成本約 400 元。甘藷經本機收穫後鮮少有破皮現象（圖 3）。本機完成去藤、破畦及挖藷，每公頃需時 5 h，對比人工割蔓、破畦及挖藷每公頃需 312 h，本機較人工約快 60 倍（表 2）。

在採收作業時需隨時注意甘藷表皮的損傷情形，並調整收穫機之掘起機構，對於不同的土壤質地，須適時調整輸送帶輸送速度與收穫機前進採收速度，否則會使甘藷損傷率增加。操作期間如果發現表皮擦傷嚴重時，應馬上調整收穫機耕犁角度，以及將輸送帶傳送速度減慢。本機以去藤與塊根收穫結構裝置名義取得中華民國新型第 M558518 專利，有效期至 2027 年 11 月 23 日。本機 2018 年並榮獲 2018 台灣創新技術博覽會競賽金牌獎。該機已於 109 年元月 21 日農試工字第 1092149613 號函通過行政院農業委員會農業試驗所性能測定；並於中華民國 109 年 4 月 20 日，行政院農業委員會農糧署農糧產字第 1091055602 號函，通知有關增修「農糧類小地主大專業農企業化經營補助作業規範」之農機設備補助基準表一案，作業規範「附表一之二、果樹、蔬菜、花卉、特作、雜糧、種苗及其他小型生產設備補助項目表」增列「甘藷採收機」。



圖 3. 甘藷去藤收穫一貫作業機收穫後的甘藷

Fig. 3. Sweet potatoes which had dug by the machine.

表 2. 甘藷去藤收穫機與人工收穫甘藷作業時間比較（單位：h ha⁻¹）

Table 2. The comparison of operation time of harvest between the sweet potato harvester and human. (unit: hours/per hectare)

收穫方式 Harvesting method	割蔓 Vine Cutting	破畦與挖藷 Digging	撿藷 Picking Sweet Potato	總計需時 Total Time
本機收穫 Harvest by the machine	5(±1)	-	25(±5)	30(±6)
人工收穫 Harvest by human	32(±6.4)	280(±56)	25(±5)	337(±67.4)

結論與建議

本機透過 3 點連接機構附掛於曳引機後方，即可進行田間收穫操作，同時機身短，田間掉頭轉向方便，具有去藤及挖掘收穫 1 次完成且甘藷不破皮之特色。本機已於 2018 年 5 月完成技術移轉授權泰利機械有限公司生產銷售。本台機械的研發應可以幫助甘藷產業紓緩缺工問題，發揮機械省工效益。

參考文獻

- 馮丁樹。2008。台灣農業機械概論。擷取自：<<http://taiwan-agbook.blogspot.com/2008/04/10.html>>，擷取日期 2019 年 1 月 31 日。
- 葉永章、邱銀珍。2007。甘藷收穫機之研製與改良。桃園區農業改良場研究彙報 32:38-43。
- 楊智凱、蔡致榮、黃禮棟、周廷弘。2007。甘藷一貫化收穫機之研製。2007 農機與生機論文發表會論文集 p. 141-142。

Development of Tractor-attached Sweet Potato Harvester¹

Yn-Jen Chiou² and Poshen Huang²

Abstract

The traditional sweet potato harvesting procedure is to use a vine cutter and a harvester separately. The farmer needs to pay for the two sets of machinery besides the low efficiency due to attaching and detaching of the implements. To increase the sweet potato harvesting efficiency, this study developed a tractor-mounted once over harvester capable of cutting vines, breaking furrows and harvesting sweet potatoes simultaneously. This harvester can be attached to a 25-40 hp tractor. It is capable of harvest 0.2 ha per hour which is 60 times faster than the human labor. The integrity rate of sweet potato skin is 99%.

Key words: Tuberous roots, Harvester

¹. Contribution No.518 from Taoyuan DARES,COA.

². Associate Researcher (Corresponding author,yjchiou@tydais.gov.tw), Assistant Researcher respectively, Taoyuan DARES,COA.