

薑收穫雜型機之研製與開發

林建志¹、黃國祥¹、楊智凱²、柯平福³

¹行政院農委會農業試驗所農業工程組 助理研究員

²行政院農委會農業試驗所農業工程組 副研究員兼組長

³行政院農委會農業試驗所農業工程組 技術人員

摘要

本研究擬開發一套可資利用的薑採收機械，將採收作業機械化與自動化，減少農民勞力輸出，提升田間收穫作業的工作效率，增加薑產業競爭力，提高農民經濟所得，並達到農業輕勞力化，吸引年輕一代從事農業工作。研究初期將開發機構(械)分成動力底盤、破土機構以及夾持機構等三個部分，利用繪圖軟體建構模型，並利用機構模擬軟體進行動作模擬，以減少設計所需耗費之金錢與時間。預期能研製一套應用於田間作業的薑收穫機械，提升採收作業的效率，達到農業輕勞力化，吸引年輕一代從事農業，解決農村高齡化與勞力不足問題，應變未來大面積田區栽植勢趨，提升台灣薑農的產業競爭力。

關鍵詞：薑、收穫機、電腦模擬。

一、前言

薑是目前台灣常見的植物，其獨特風味與藥用功能(如保暖、刺激血液循環)，常常被國人用來製作辛香料或中藥藥材，配合其它的加工方式，可以製成薑母茶或薑糖等廣受國人歡迎產品，附加經濟價值高。薑屬於高溫性作物，其收穫期大都在夏季，農民必需在高溫惡劣環境下進行採收作業，加上農村勞力高齡化問題，導致薑農在採收薑時，造成嚴重的勞力負擔；再者，在政府的小地主大佃農政策推動下，大面積田區栽植勢將成為未來趨勢，對於勞力嚴重不足的傳統農村勢必造成影響。若是能夠發展一套薑機械採收系統，使收穫作業達到機械化與自動化，則可以解決勞力不足問題，並提升收穫效率。

臺灣薑的栽培品種主要為廣東薑，其分蘖較少但薑形肥大，新芽呈淡紅色，肉呈淡黃色，纖維少辛辣中等。台灣一年可以生產嫩薑、粉薑及老薑等三種，其中嫩薑用在生食，粉薑用在熟食料理以及湯品調味，老薑則是冬季進補或是做薑種用。3種不同成熟度的生薑，分別有不同的栽培方式，嫩薑與粉薑栽培方式大致相同，其差異在於收穫期，嫩薑約種植四至五個月，而粉薑則是八至十個月，其栽培特點是必須做比較深的畦隴，使根莖成長指狀，因在短期內收穫肥大的根莖，栽培管理及用藥用肥都較為繁複。至於老薑或薑種，種植期多達一年或一年以上，因組織纖維較多、水分含量少，具有較重辛辣味，不用深畦隴栽培，因此側芽生長旺盛，呈現團塊狀地下根莖。

近年因為農業人口老齡化，勞力出現缺口，生薑的栽培勞力相當密集，從薑種分切、畦隴整地、定植、培土、採收到洗薑，完全靠人力進行，其中又以『踩薑隴』人力需求最

大，且需要特殊的腳法，須多人共同完成，一般農民無法自行整地；圖1為嫩薑收穫作業情形，嫩薑採收時3人一組作業，1人負責拿長形鋤頭挖掘，1位負責採收的薑拿至後方並將表土去除，最後一位負責剪去枝葉並排列在搬運籠裡，所需人力龐大，因此常常會面臨找不到人工的窘境。

目前世界上有開發許多地下根莖類作物收穫機，像是芋頭(張與盧，1992)、洋蔥(陳，2011)、胡蘿蔔(王與尚，2012)、大蒜(王等，2012)、落花生(梁等，1992)以及甘藷(葉與邱，1998)...等收穫機，其中芋頭、洋蔥、胡蘿蔔以及大蒜都係利用挾持輸送機構將農作物拉拔出土壤，在輸送過程中利用刀具將葉與塊根分離，有時候也會進行簡單的清潔動作，減少農作物夾帶泥土量。落花生則是利用收割刀先進行作業，將農作物與農田分離，之後再利用運輸機構將作物往收穫機械後放運輸，其上方會設計振動機構，使作物夾帶之土壤在運輸過程中自動掉落，最後再利用翻轉機構進行翻藤作業。甘藷則是利用挖掘的方式，將塊根挖掘出土面，以進行收穫作業，其主要分成附掛式以及一貫化甘藷收穫機。附掛式甘藷收穫機係利用機構將甘藷挖掘至土面，之後在利用人工方式進行檢拾作業；一貫化甘藷收穫機其收穫功能與附掛式大致上雷同，然而其上方加裝一組輸送裝置，可將甘藷檢拾至後方，而輸送裝置兩旁設計分級台，進行人工分級，最後將附帶之泥土由機械後方排出口排出回歸農田。

二、材料與方法

2.1 薑的收穫模式與田間種植形式之研究探討

薑屬薑荷科是宿根性、顯花的單子葉草本植物(蔡與蕭，2013)，依據農情報告資源網公佈資料，102年全台灣薑種植面積為898.67公頃，其中南投縣約佔1/4，每公頃可收穫29323



圖1 南投名間嫩薑收穫情形

公斤，每公斤52.38元，每公頃收益約為1536K元，總產值為新台幣13.8億元(農情報告資源網，2014)。

薑栽種植適期在清明前後，忌強光直射和過分的炎熱，種植園地宜選較溫涼處，適合土質鬆、肥沃、土層深厚與排水良好之砂質壤土。老薑栽培可選地勢稍高的緩坡地，排水良好砂質壤土或壤質砂土。薑忌連作，所以栽植1次後隔年必須改種其他作物，否則容易產生病害，且產量也會銳減，一般常用新開墾的土地種植。

嫩薑栽培管理一般在立春前後(1月下旬到3月中旬)，種植地區大多是砂質壤土和壤質土，土層深厚以及排水極為良好的田地。為了減少病虫害發生和雜草滋生，最好是在新開墾之土地種植。開始時先挖50–60 cm深，把心土(底土)翻上，表土沒入底層，有時候為了節省勞力可使用挖土機操作，然後充分碎土、耙平，並施下已充分腐熟雞屎肥作為基肥。之後依據薑種植株距60 cm以及行距60 cm進行栽培。施肥時為防止初期分蘖，培土上層略顯鬆碎或破裂現象，就必須把畦面土壤用鋤頭輕輕鬆動，將行間土壤培於株側，培土高度約5–6 cm，可減少側芽叢生，並可使根部發育良好。

培土時可同時施用追肥，約隔15–20天施行1次，連續4~5次後，畦面土壤因供培土用就漸漸變成灌溉或排水的畦溝，而原來種植畦溝也就變成高畦了，此時畦高約35cm，大約為薑作物的收穫深度。收穫時枝莖分支數平均6–8支，塊莖寬、長而肥厚，薑內部平滑而淡白纖維極少，即為品質優良的產品。本次試驗量測薑寬度平均約為25cm(畦面寬為30cm)，長度平均約為35cm，植株高度約為30–80cm，根據調查挖掘薑的人工每人150元/小時，輸送及分級的人工每人100元/小時，常需要3人/組進行收穫作業，每小時約需450元/組，故收穫成本極高。

七月時有至南投名間進行田間調查並進行拉力試驗，一開始我們先將薑作物周邊的土壤利用圓鋤清除，於作物兩旁挖掘2 cm之泥土，使薑幾乎裸露出土面，之後利用拉力計量測將薑拉拔出土面的拉力，以方便進行後續設計。圖2為本試驗所使用之拉壓力計，其可與電腦連線記錄整個拉力歷程，圖3為拉力計與電腦連線後記錄拉力歷程的軟體，最後本研究取得薑拉拔出土面的拉力約為18–23公斤。



圖2 拉力計

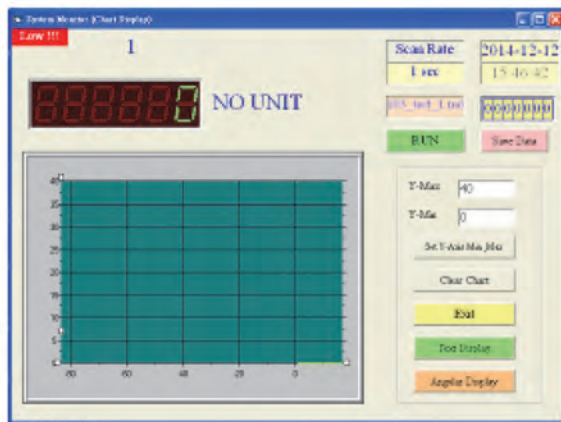


圖3 拉力歷程紀錄軟體畫面

2.2 薑收穫機之設計與研製

薑收穫機主要由動力底盤、破土機構以及翻轉犁等三個機構組成。原始設計如圖4所示，其中夾取式為一開始設計之薑收穫機雛形，前方有一破土機構，用於將作物兩旁之泥土撥離，減少收穫時阻力，之後利用夾取機構夾住薑葉，將其慢慢往後上方拉動，最後將作物拉拔出土面。

然而經過田間試驗後發現，薑的出土拉力約為18-23公斤，拉力極大可能會造成薑在收穫過程中斷裂，因此改採犁耕式。犁耕式與夾取式類似，不同點在於破土機構位置在於犁的前方，利用破土機構將作物附近之土壤挖鬆，在利用犁將其挖掘出土面，最後仍須人工協助將作物拾取運輸至後方進行簡易的田間清潔與分級動作。

動力底盤：動力底盤係由耕耘機進行改裝，圖5即為耕耘機改造之電動啟動動力底盤。由於量測的畦高約為35cm，原本的輪胎太小，使收穫機容易卡在田裡，因此將原本輪胎改成直徑100 cm之水田輪，可避免因田間路況不佳導致底盤卡在田裡，圖6即為本研究所使用之水田輪。

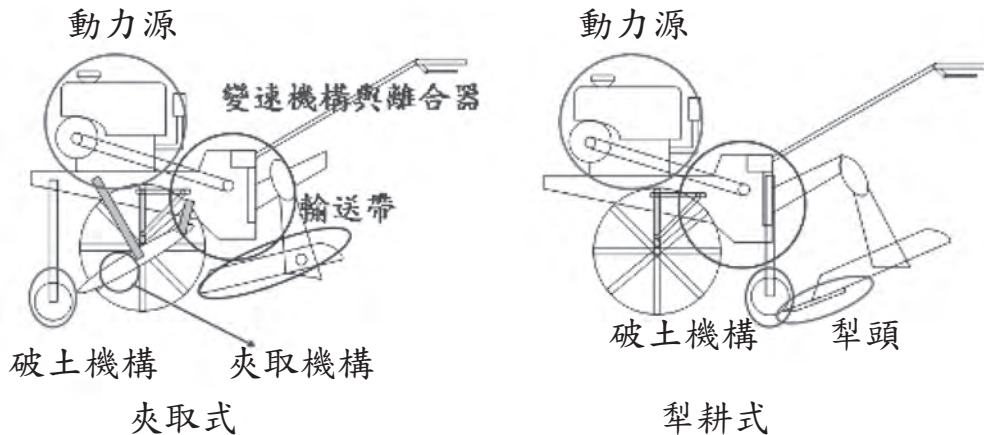


圖4 夾取式與犁耕式薑收穫機雛形



圖5 動力底盤主體



圖6 薑收穫雛形機使用之水田輪

破土機構：破土機構係由一對迴轉犁所組成，圖7為本研究使用之迴轉犁，其動力由動力底盤提供，藉由鍊條與鍊輪傳遞動力，刀距約為26 cm，作業深度約20 cm，由於畦面寬約30 cm，因此作業寬度約2 cm。

翻轉犁：位於薑收穫雛型機後方，介於破土機構與後輪之間，圖8即為本雛型機所使用之翻轉犁，收穫時將翻轉犁插入土壤裡，利用動力底盤拖動，迫使薑翻離土面，最後只需要利用人工抓住薑葉即可將作物拉拔出土壤。

三、結果與討論

本研究有實際至南投調查薑生長環境以及其田間資料，詳細資料如下：種植土壤為排水性良好之紅土，大部分在山坡地，行距與株距皆為60 cm，畦頂高35 cm，嫩薑收穫期在六至八月，收穫時需3人一組進行收穫作業，田間之搬運係利用直徑6吋以上塑膠水管進行搬運，搬運時將方形水果籃放在塑膠水管上方，並使用針車油在接觸面進行潤滑，塑膠水管可沿著地形進行小幅度的變化，能有效減少搬運時間與勞力輸出，圖9為薑收穫時田間搬運情形。

目前已完成薑收穫機雛形之設計並已經完成組裝，圖 10 即為本所開發之薑收穫雛型機。圖 11 即為耕深試驗測試圖。結果發現其深度約為 10 至 15 cm，未能達到採薑時所需的 35 cm，可能原因一為翻轉犁角度不對，另一可能原因為土質不同。



圖7 破土機構使用之迴轉犁



圖8 翻轉犁



圖9 薑在田間搬運之情形



圖10 薑收穫雛形機



圖11 耕深試驗測試

四、結論

本研究已完成薑的收穫模式與田間種植形式之研究探討，其人工收穫需3人一組進行收穫作業，其人工成本約450元/小時/組，尤其係挖掘薑的人工成本高達150元/小時(經驗老到者更可以高達250元/小時)，人工收穫成本極高。薑栽培的行距60 cm、株距60 cm、畦面寬度30 cm、畦頂高度35 cm以及作物深度35 cm之排水性良好紅土，屬於畦隴窄、畦頂高、土質鬆且排水好之栽培模式，因此收穫機械需克服在窄且寬且土壤鬆弛抓地力不足之情況下進行收穫作業。

已完成薑收穫機雛形機之設計並已經完成組裝，目前尚未進行田間作業，預定明年七月薑開始收穫時至南投名間進行田間收穫試驗。

誌謝

本研究由行政院農業委員會提供研究經費，計畫名稱「薑收穫機之研製開發」，特此致謝。

五、參考文獻

1. 于昭洋、胡志超、胡繼紅、王海鷗、彭寶良。2012。大蒜收穫機械研發現狀及作業質量影響因素。中國農業化 (5) 68-71。
2. 王家勝、尚書旗。2012。自走式雙行胡蘿蔔聯合收穫機的研制及試驗。農業工程學報 28(12):38-43。
3. 張福祥、盧福明。1992。芋頭收穫機之研究。農業機械學刊 第1卷 第1期 50-59。
4. 梁連勝、顏秀榮，蔡製榮，陸龍虎。1992。落花生聯合收穫機之改良試驗。中華農業研究 41(4):405-413。
5. 陳寶川。2011。洋蔥收穫機之設計研究。碩博士論文。台中：中興大學生物產業機電工程學系。
6. 葉永章、邱銀珍。1998。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。
7. 農情報告資源網。2014。網址：http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp。上網日期：2014-08-15。
8. 蔡正宏、蕭政弘。2013。薑生產技術問題與改進方法。農業世界雜誌 356期 80-84。

Development of the Ginger Harvester

Lin-JianJhih¹, Guo-shiang Hwang¹, Chih-kai Yang², and Ping-fu Ko³

¹ Assistant Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

² Associate Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

³ Technical Worker, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

Abstract

The study is to develop a ginger harvester, with mechanization and automation harvesting processes, it saves farmer's labor and improve efficiency of harvesting. It increases the competition and economic income for the farmers of ginger industry. It's labor-saving attract younger to agriculture. Developmental mechanism segment three sections in initial processes, power chassis, ground-breaking mechanism and clamping mechanism. We use CAD software to building models and simulation software to simulate motion, it can time-saving and money-saving. The ginger harvester increase the efficiency of harvesting, furthermore attract younger to agriculture. It solves the problem of rural labor shortage and aging, it increase competitiveness of ginger industry of Taiwan.

Keywords: Ginger, Harvester, CAD.