

2023年全國技專校院學生實務專題製作競賽暨成果展
研究成果報告書

有機智能盆栽

參賽類群：英文代碼 K 生技醫農 類群

112年2月1日

有機智能盆栽之研究

摘要

本研究動機乃期望利用自動化有機種植方式，達到對環境友善，永續發展的目標。藉由微型太陽能供電系統提供設備所需電力，並透過感測器收集即時環境數據，用以實現自動澆灌、補光、振動授粉等功能，達到提高產量、減少人力浪費、降低長期生產成本等成效。統整本次研究成果，整體有五項符合創新及實用性：1.微型太陽能供電系統，達到節約能源的效果。2.特殊盆栽設計，可根據所需產量及規模進行模組化擴充，建置成本較為彈性。3.有機種植，不使用生長調節劑及農藥，減少環境負擔。4.特殊棚架設計，實現整株機械振動授粉，有別於舊式單點振動授粉，速度更快。5.即時環境數據收集，進行自動澆灌、補光、監控等工作，減少人力成本。綜合上述特點，本次研究結合物聯網、太陽能光電、自動控制等技術，具創新性及市場應用性，可協助提升現有番茄種植技術，增加番茄授粉率及存活率，提高果實產量，並同時兼顧節能與永續發展之精神。

壹、前言

「玉女小番茄」味道可口，皮薄、較甜、價格高(如圖1)。但該品種與其他番茄相比，玉女小番茄更需要細心照顧。例如灑水量、溫度調控、授粉率等問題都會影響到當季的產量。目前台灣種植玉女小番茄的果農分為露天棚架或溫室棚架種植，兩者各有其優劣。但不論哪種方式，開花後的授粉率將是影響產量

的重大關鍵。

戴振洋[1]指出目前已知番茄授粉方式有：

一、化學生長劑授粉

大部分農民為求方便最常選擇此方法授粉但此法並非有機種植。

二、生物授粉

少部分農民為標榜有機栽種，選擇使用熊蜂進行授粉但熊蜂對環境要求相對嚴苛，使得授粉效果管控不易，且成本高。

三、機械振動授粉

其原理為透過振動方式，將振動器置於花序輕輕搖動使花粉散布於柱頭上[2]。目前最為常見的機械授粉方式，為手持振動式裝置(如圖2)，果農需背著供電裝置，手持振動棒，將前端靠近花蕊莖部輕碰0.5~1秒，使番茄花粉振落到柱頭上完成授粉(如圖3)，但選擇此授粉方式的農民最少，因為其技術門檻高，而且人工單點授粉方式效率極低。

因此本研究希望透過即時環境數據監控，實現自動調節，使番茄處於最佳生長狀態，並搭配特殊棚架設計，改良傳統機械振動授粉，實現整株振動授粉，提高授粉率與存活率，實現產量最大化，進而提升有機農民之產業競爭力。



圖1、盒裝玉女小番茄



圖2、番茄振動授粉器



圖3、傳統機械授粉方式

貳、作品介紹與特色

一、作品介紹

「有機智能盆栽」可分為振動棚架及生長盆栽兩個單元(如圖4)。

(一) 振動棚架採用三角形結構設計，方便番茄攀附，且具較高的穩定性，能應付淺土壤導致傳統棚架難以固定的問題。機械振動源則設在棚架上方，使振動由上往下傳遞，達到整顆植株共振授粉的效果。角柱的三個邊更設植物燈，以備光量不足時使用。

(二) 生長盆栽則搭載微控制器、太陽能板及各式環境感測器。於番茄生長時期，控制器將利用感測器(RS-ECTH-NO1-TR-1)持續收集土壤溫度/濕度/電解度、感測器(SHT20)收集環境溫度/濕度、感測器(BH1750FVI)收集光照度等重要環境參數，經由 Wi-Fi 上傳到雲端(ThingSpeak)進行儲存及顯示(如圖5)，當環境參數產生變化時，控制器將進行智慧判定，決定是否進行灑水、開燈或調溫等動作。使用者也可以透過 Blynk IoT 來遠端遙控開/關，進而形成一套智慧化自動種植流程(如表1)。

二、作品特色

有別於舊式機械授粉，本作品「有機智能盆栽」，將人工單點振動授粉方式進行改良。其做法是把振動源固定於特殊棚架上，利用棚架共振的現象使整株番茄振動，達到多點同時授粉的效果，大大縮短授粉所需時間，且提高授粉成功率。

除此之外，本作品在番茄生長的過程中，會持續收集土壤濕度、電解度、環境溫度、環境濕度及光照度等參數，即時自動化調控，使環境符合番茄的最佳生長狀態。更值得一提的是，本設備可透過太陽能供電，成為戶外自給自足的獨立系統。

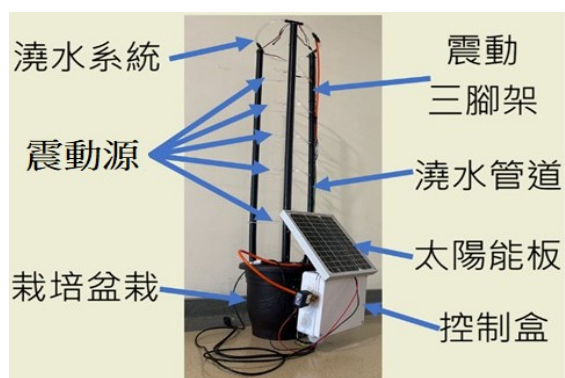


圖4、有機智能盆栽示意圖

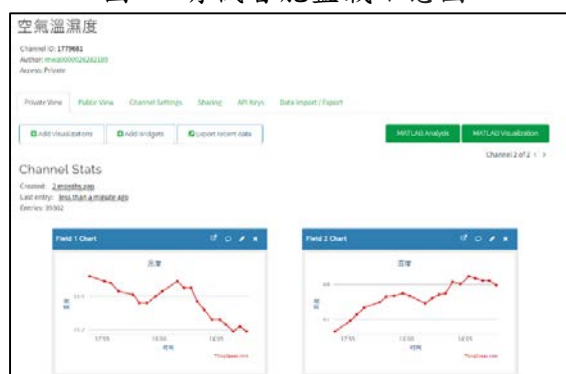


圖5、雲端儲存及即時數據顯示

表1、智慧化自動種植流程表

感測	感測土壤的溫/溼度、導電度，空氣中的溫/溼度。
上傳	將數據上傳至雲端儲存並透過網也顯示。
判定	由控制器進行判定，偵測數值是否有在設定範圍內。
動作	由控制器進行灑水或開燈等動作或由人工使用遠端開關。

參、市場概況與競爭優勢分析

一、市場概況

李慎恩等人[3]指出在1998-2020年間，臺灣小果番茄栽培面積成長了2倍以上，另由小果番茄批發市場供銷概況可發現，臺灣小果番茄以聖女品種為大宗，2012年至2020年平均交易量為1萬993公噸，玉女番茄為交易量第二大品種，2012年至2020年平均交易量為4,516

公噸。

行政院農業委員會資料顯示番茄的種植市場在民國110年[4]，種植番茄面積達到4103公頃(如表2)，比起109年[5]成長了2.6%(如表3)。

由於番茄營養價值高，受到許多民眾喜愛，在國內有往上攀升的趨勢，也代表市場對於番茄的需求上升。

表2、民國110年蔬菜生產概況表

地 區 別	番 茄			
	種植面積	收穫面積	每公頃平均產量	產 量
總 計	4,103	4,103	23,970	98,340
新北市	2	2	12,020	24
臺北市	19	19	13,231	253
桃園市	15	15	14,485	219
臺中市	112	112	23,538	2,641
臺南市	495	495	27,444	13,591
高雄市	626	626	25,414	15,921
台灣省	2,831	2,831	23,194	65,655
宜蘭縣	69	69	24,915	1,710
新竹縣	60	60	21,236	1,268
苗栗縣	166	166	18,994	3,160
彰化縣	280	280	25,945	7,269
南投縣	614	614	23,198	14,252
雲林縣	504	504	26,021	13,122
嘉義縣	956	956	22,014	21,049
屏東縣	61	61	25,909	1,588
臺東縣	49	49	24,370	1,198
花蓮縣	56	56	14,613	814
澎湖縣	8	8	10,385	84
基隆市	0	0	9,600	0
新竹市	1	1	16,978	15
嘉義市	6	6	21,475	126
福建省	2	2	20,167	37
金門縣	2	2	20,167	37
連江縣	-	-	-	-

表3、民國109年蔬菜生產概況表

地 區 別	番 茄			
	種植面積	收穫面積	每公頃 平均 產量	產 量
總 計	3,999	3,992	24,447	97,603
新北市	2	2	12,658	27
臺北市	18	18	13,820	251
桃園市	14	14	16,497	238
臺中市	102	102	23,157	2,354
臺南市	510	510	27,881	14,210
高雄市	497	497	25,975	12,902
台灣省	2,855	2,849	23,730	67,598
宜蘭縣	65	65	25,682	1,665
新竹縣	67	67	20,587	1,384
苗栗縣	181	175	19,522	3,420
彰化縣	262	262	26,298	6,901
南投縣	668	668	25,190	16,821
雲林縣	489	489	25,480	12,465
嘉義縣	903	903	22,261	20,110
屏東縣	80	80	25,971	2,089
臺東縣	62	62	26,142	1,612
花蓮縣	62	62	14,524	894
澎湖縣	8	8	10,585	81
基隆市	-	-	-	-
新竹市	1	1	16,391	11
嘉義市	6	6	22,079	143
福建省	1	1	20,788	23
金門縣	1	1	20,788	23
連江縣	-	-	-	-

二、競爭優勢分析

王仕賢等人[6]指出在一般種植方式，每株所需的距離為60~75公分，行距75公分至150公分。而我們作品本身就有盆栽，直徑為30公分，在相同面積的種植範圍，本作品種植的密度更高(如圖6)，在水泥地也可種植，且比一般種植方式所需要的人力也更少(如表4)。

所謂「知己知彼，百戰百勝」，製作 SWOT 分析除了知道作品的優點與缺點，也可了解到市場的威脅，並積極改善劣勢以創造機會(如圖7)。

除了透過 SWOT 分析以外，我們也做了以下兩種風險評估方式，希望獲取使用者對於此作品的想法及建議，即時進行改善及優化。

(一) 觀察使用者:

實際觀察農民使用本作品的情況，確認自動振動授粉、環境數據收集、智能調控等功能對於農民的實用性。

(二) 問題訪談:

尋找潛在目標客戶(非有機種植戶)進行問題訪談。結果顯示，農民對於降低人力成本及轉職有機栽種，有著極大興趣；但礙於轉型資金及技術服務問題，最後還是選擇保持原有種植方式。未來如果有政府補助，是非常願意嘗試此種種植方式的。

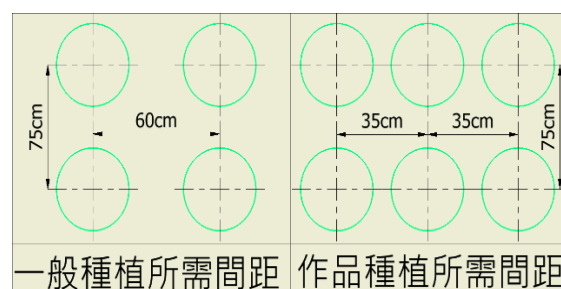


圖6、一般種植距離與作品種植距離比較圖



圖7、有機智能盆栽 SWOT 分析

表4、一般種植的方式與有機有機智能盆栽比較表

名稱	一般種植方式	有機智能盆栽
授粉方式	化學授粉	振動授粉
棚架材質	竹子(一次性使用)	壓克力(可重複使用)

種植過程	繁雜	簡單
人工需求	4~5人	1~2人
植物訊息	現場觀察	雲端觀看
所需設置空間	長60cm 寬75cm 高180cm	長30cm 寬30cm 高90cm
硬體設備	無	感測器 控制晶片 電路設備
是否對農地有害	化學授粉 藥劑使用	無

肆、專題實作過程

為了能夠更精準開發出符合市場應用之產品，本次專題研究分為兩階段執行，第一階段為前導實驗，挑選50株玉女番茄苗進行栽種，進行數據收集；第二階段為有機智能盆栽開發，根據第一階段實驗成果，進行最佳化番茄種植所需之相關功能開發。

一、前導實驗(玉女番茄種植實驗)

為獲取玉女番茄生長的最佳參數，本次專題實驗總共種植50株玉女番茄，每盆4株共9盆，透過文獻蒐集及團隊成員家中種植玉女番茄之經驗，調控種植參數，驗證光照、環境溫/濕度、土壤濕度等條件對番茄生長之影響。

本次實驗採室內種植，3月開始栽種。實驗規劃將盆栽分為三排三列以利方便管理(如圖8)，因為番茄種植室僅有單邊開窗，考慮到日照不足的情形，因此加裝6盞植物燈，以3乘2的方式排列確保每盆番茄都有充足的光照。

玉女番茄在台灣南部為春夏作及秋冬作，當平均日溫高於35℃及夜溫高於25℃時會影響著果。為了

降低白天室內溫度，本實驗在窗戶貼上隔熱紙，降低日曬對室溫造成的影響(如圖9)。此外，為實現自動化澆灌、溫度調控及補光功能，本實驗採用微控制器收集安裝於室內之環境溫/濕度、光照度感測器(如圖10)及盆栽中之土壤濕度感測器(如圖11)之參數，即時上傳雲端進行儲存，做為即時調控依據。相關控制如下：

- (一)室溫過高時，自動開啟抽風扇將接近天花板的熱空氣抽出(如圖12)，進而調節室溫。
- (二)光照度不足時，自動開啟植物燈補光，以利番茄正常生長(如圖13)。
- (三)土壤濕度低於25%時，開啟電磁閥進行澆灌，若土壤濕度高於60%時，則關閉電磁閥(如圖14)。



圖8、室內番茄種植情形



圖9、隔熱紙黏貼



圖10、環境溫/濕度、光照度感測器



圖14、由電磁閥控制開關水土



圖11、土壤濕度感測器



圖12、調節環境溫度



圖13、植物燈補光情形

二、有機智能盆栽開發

基於前導實驗，本團隊吸取了相關種植經驗用於開發有機智能盆栽，最終將整套種植流程微型化及模組化，以利使用者按照功能需求及規模進行選配。

有機智能盆栽採用三角形支架設計，有別於傳統隧道式棚架，能夠更有效利用種植空間並獲取更多的光照量(如圖15)，材質選用 PVC 水管及壓克力，相較於一般竹製棚架，其具有較高的強度及穩定性，使用年限也較長。用於振動授粉之振盪源，則安裝於支架中央的三角形固定架(如圖16)，利用共振形式達到整株同時授粉之效果。搭配微型太陽能發電系統及智慧監控感測，其能實現自動化澆灌、補光、授粉、監控等功能，且無須耗費額外電力。



圖15、三角形棚架



圖16、三角形固定架

伍、結論

人類科技快速進步，過度的碳排放造成全球氣候變遷，使得極端氣候事件發生頻繁，進而衍生糧食危機及大規模災難。因此人類開始反思永續發展的重要性，各國紛紛提出減碳計畫，最終目標為淨零排放。其中多個國家已將有機農業當作達成淨零排放的解決方法之一，台灣也不例外。將依循減量、增匯、循環和綠趨勢四大淨零主軸，建立農業永續經營模式。

但有機種植過程並不容易，不論是在土壤的選擇、耕作模式、使用益蟲益菌防治等等...，都需要大量時間及成本。在這個物價飛漲的時代，價格變成了民眾最優先的考慮，也讓有機種植番茄陷入困境。本作品有機智能盆栽，能夠實現自動澆灌、補光、授粉、監控等功能，有助於農民提高產量、減少人力浪費，進而降低長期生產成本，提高有機番茄競爭力，利於政府持續推廣有機種植，

減少農民對於化學藥劑的依賴，降低農地的損害實現永續農業之目標。

參考文獻

- [1]戴振洋(2020)。怕熱難著果！促進番茄著果三大招對抗高溫逆境的設施番茄促進著果法。取自農傳媒，豐年雜誌網址
<https://www.agriharvest.tw/archives/34035>
- [2]drenema1315(2022)。大棚番茄授粉器點花機點花器圣女果小西紅柿電動授粉器茄子授粉機。取自露天市集網址
<https://www.ruten.com.tw/item/show?22208967674755>
- [3]李慎思、楊承運、林恒生(2021)。小果番茄產業拚轉型！無萼片供應模式保鮮又便利。取自農傳媒，豐年雜誌網址
<https://www.agriharvest.tw/archives/65148>
- [4]行政院農業委員會 (2022)。蔬菜生產概況。取自農糧署，公務統計網址
<https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/official/OfficialInformation.aspx>
- [5]行政院農業委員會 (2021)。蔬菜生產概況。取自農糧署，公務統計網址
<https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/official/OfficialInformation.aspx>
- [6]王仕賢、鄭安秀、陳文雄(1999)。小果番茄栽培管理。取自台南區農業改良場，技術專刊 88-10 (No.96) 網址
<https://book.tndais.gov.tw/Brochure/tech96.htm>