



## 導入智慧植栽照護管理系統推動食農教育

戴介三<sup>1</sup>、莊鎔瑋<sup>2</sup>、吳安娜<sup>3</sup>、楊雅淨<sup>4</sup>、李婷婷<sup>5</sup>

桃園區農業改良場助理研究員<sup>1</sup>、研究助理<sup>2</sup>、副研究員<sup>3</sup>、副研究員<sup>4</sup>、  
助理研究員<sup>5</sup>

cstai@tydais.gov.tw

### 摘要

《食農教育法》已於2022年5月4日經總統公布施行，明定推動的六大方針「支持認同在地農業、培養均衡飲食觀念、珍惜食物減少浪費、傳承與創新飲食文化、深化飲食連結農業、地產地消永續農業」，隨著食農教育的風潮逐漸流行，各個學校也積極將食農教育的精神與做法融入課程當中，讓學生透過課程了解到何謂粒粒皆辛苦，也更能珍惜每一口食物，以及對於農業生產有初步概念。藉由本場研發的「智慧植栽照護管理系統」，包括校園農耕適栽作物檢索工具、遠距澆水管理模組、LINE病蟲害諮詢診斷服務及土壤診斷與肥料應用技術等，可依據學校推動食農教育時所面對的不同需求進行模組化設計，以解決學校端的實際需求，從110年起逐步推廣到16所執行食農教育之學校，並因應學校食農場域的樣態多元，輔導初期依據訪前問卷以及研究人員實際場勘後，給予各校場域建置時該注意的事項；根據訪前問卷，可先盤點出86%學校的需求，以作為研究人員進場的參考依據，而目前所輔導的16所學校，澆水管理模組為94%學校最需要之技術，其次為土壤診斷與肥料應用技術的需求有81%，再者為校園適栽作物檢索應用的需求有63%，最後為病蟲害防治需求有38%。

關鍵字：食農教育、智慧植栽照護管理系統、專業輔導

### 前言

食農教育(food and farming education, FFE)可概分成農業教育與飲食教育，是一個強調親手做的體驗教育，參與者透過親身與土地、農作物、農民互動之過程，在這過程瞭解飲食和農業與自身的密切關係(董和蔡，2012)。食農教育的內涵包括「農業生產與環境」、「飲食健康與消費」、「飲食生活與文化」三個面向，並對應「農業生產與安全」、「農業與環境」、「飲食與健康」、「飲食消費與生活型態」、「飲食文化」、「飲食習慣」六項主題及相關學習內容，透過「體驗學習」之教學策略，以期經由「實踐」提升學生的學習興趣，並落實於日常生活之中



(林，2017)，進而提升農業、環境與人類的情感。

本場近年來積極配合政策推動食農教育，以落實飲食、環境與農業之連結，讓國人能認識從產地到餐桌、從生產端到消費端等相關知識；許多學校也開始在校園空間中建置菜園，如頂樓、大樓旁花圃、空地甚至是校園的閒置偏遠角落等，都常是學校選擇的地方。不過，大部分教師對於如何種好植物相對沒有基礎概念，從選擇不恰當的場地做為菜園就是失敗的開始，再加上是農業相關科系或是有栽培經驗的老師甚少，對於作物習性、澆水、施肥、病蟲害管理等操作方式都不甚熟悉，多個因素綜合在一起，導致教學現場作物生長效果不彰，老師及學生們也充滿挫折感。

本場研發的「智慧植栽照護管理系統」，包括校園適栽作物檢索應用、澆水管理模組、LINE病蟲害諮詢診斷服務及土壤診斷與肥料應用技術，希望透過這幾項技術解決校園食農教育場域種植時所遇到的困難。從110年開始，本場積極與轄區內的學校合作，將校園農耕技術導入校園之中，並教導老師基礎的植栽養護技巧，讓食農教學變成為一件輕鬆的事情。

## 材料與方法

### 一、技術介紹

#### 1. 校園農耕適栽作物檢索工具

校園食農教育場域，其方位受教室、圍牆等建築物或景觀花木間的高度落差，隨日照時間在相互遮蔽下，日照量與全日照環境下環境差異大，學校學生體驗農業栽培生產之作物生長反應常不如預期，致影響農作生產體驗學習效益。本場利用不同光照強度環境下觀測作物生長量，並評估其耐陰性，建立70種蔬果及香藥草作物在都市環境的適栽條件資訊，包括參照日照、建築樓層與居住方位等條件供篩選，學校老師能透過此方式找到各校食農場域合適的栽種作物，大大提升作物存活率以及收成。

#### 2. 遠距澆水管理模組

依照作物生長需水性，本場研發建置24種蔬果香藥草作物適合的「澆水管理模組」，省水可高達50%以上，該模組設備運用物聯網科技，將即時偵測土壤水分含量狀況，傳輸至雲端監控系統運算，當到達設定條件自動啟動設備澆水，除了可有效管理控制澆水量多寡，讓作物在合適的土壤溼度下生長，而且也能夠過行動裝置、電腦等設備遠端操控澆水設備，讓老師們放假期間難以到校澆水的問題也得到了改善。

#### 3. Line病蟲害諮詢診斷服務



植物生長過程中，像是植物葉片出現不明孔洞，亦或者是葉片上布滿蟲體等問題，都能夠藉由本場提供的「Line病蟲害診斷服務」，不知道是什麼病蟲害，或是防治資訊，都能夠過專家線上診斷，給予最即時的資訊與處理方式，對於老師們在菜園中所碰到病害或蟲害問題，再也不會求助無門，只要及時地發現並進行病蟲害的防治處理，就能讓作物有好收成。

#### 4. 土壤診斷與肥料應用技術

植物生於土壤，因此種植的土壤對於植物生長影響至關重要。然而，大部分的老師並不了解各種栽培土壤或介質的特性，以及肥沃優良的土壤該具備哪些要素，本場提供「土壤診斷服務」，讓各學校種植作物前能夠將土壤改良在最佳狀態，並搭配合適的施肥，讓作物可以健康成長。有些學校也就地取材，將校園中的落葉變成堆肥再回到菜園中，本場也輔導相關堆肥技術，讓學校能夠做出品質不錯的落葉堆肥，達到資源循環再利用。

## 二、案例分享

行政院農業委員會所屬的試驗改良場一直以來都擁有豐富的栽培經驗與技術，自110年開始，本場積極將「智慧植栽照護管理系統」導入校園，並於111年開始輔導農委會食農教育推廣計畫(樂農城市組)徵選通過之學校，建置各校食農教育場域及相關技術的導入，老師再將技術以課程的形式進行擴散(圖1)。輔導時為配合學校行事曆，將輔導進程分為初期、中期、後期三個階段(圖2)。因應學校食農場域的樣態多元，輔導初期依據訪前問卷以及研究人員實際場勘後，給予各校場域建置時該注意的事項，根據訪前問卷，約可先盤點出86%學校的需求，讓研究人員在實地訪查前對於學校先有一定的認識；輔導中期協助各校所需技術之導入，如設備的安裝，以及舉辦技術研習活動，讓老師能充分了解後將相關技術融入課程中，並在學期中實際操作；輔導後期由學校老師負責教案的設計與執行，本場也會有專員提供問題諮詢及不定期訪視，讓學校老師執行教案時不會無所適從。

兩年來輔導16間學校場域之經驗，透過各校現況調查後，分析各項技術之需求(表1)，遠距省工澆水為94%學校最需要之技術，主要因為澆水需要安排人力，對於老師是非常大的負擔，使用自動化的設備進行澆水管理，透過IoT物聯網感測溫溼度，雲端控制澆灌系統，是非常有吸引力的解決方式，也可以培養學生跨領域綜合知能與技術。土壤診斷與肥料應用技術需求為81%，對於大部分人來說，土壤的好壞很難透過肉眼判斷，因此在種植前透過專業技術來進行土壤診斷，以及後續的改良是非常重要的事情。作物推薦與篩選需求為63%，超過半數的老師對於什麼環境與季節



要種植什麼作物沒有概念，因此要在課程中選出教學效果好的作物是很重要的事情。然而在病蟲害防治需求為38%，根據觀察發現，因為大部分老師對於作物能活著就非常開心，不會在乎是否有病蟲害，亦或是無察覺病蟲害的發生，而且很多場域甚至無法讓作物活到有病蟲害發生，因而讓病蟲害防治技術的需求偏低。

## 輔導與推動架構



圖 1. 輔導與推動架構  
Fig.1. counseling and promoting structure

## 111年計畫執行進度



圖 2. 111年食農教育推廣計畫(樂農城市組)輔導執行進度圖  
Fig.2. progressing chart of the project Food and Farming Education of 2022



表 1. 本場都市農耕作物便利管理技術輔導校園食農教育活動應用實況  
Table 1. The application of the urban farming crop convenience management technology guidance campus food and agriculture education activities

場 域	輔導期間	技術服務項目	目前輔導情況
新北市立板橋高級中學	109 年 4 月 迄今	● 遠距監控澆水管理系統	導入本場開發之智慧農業溫室系統，透過 IOT 物聯網感測溫溼度，雲端控制澆灌系統於「食育實驗室」，培養學生跨領域綜合知能與技術。
桃園市立內壢國民中學	110 年 2 月 迄今	● 校園農耕適栽作物檢索工具 ● 遠距監控澆水管理系統 ● Line 病蟲害診斷服務 ● 土壤肥力檢測服務及土壤改善輔導	專家輔導土質改善後，現在基地土壤非常適合種植，後續種植前會先補充有機質。遠距監控澆水管理系統目前持續運作中，並不定時線上巡視設備狀況。110 學年上學期準備種植地瓜葉，由本場提供扦插苗。
新北市立福營國民中學	110 年 3 月 迄今	● 校園農耕適栽作物檢索工具 ● 遠距監控澆水管理系統 ● Line 病蟲害診斷服務 ● 土壤肥力檢測服務	110 年完成 4 區定時灌溉區，可以依據作物種類進行分區澆水，111 年重新配置澆水設備，導入遠距監控澆水管理系統，重新整理網室，並建議植栽配置。
新北市立鶯歌國民中學	110 年 8 月 迄今	● 遠距監控澆水管理系統 ● 土壤肥力檢測服務	目前多種植葉菜，如萵苣、地瓜葉、十字花科蔬菜(冬季)。遠距監控澆水管理系統運作中，灌溉水來自雨水回收裝置、魚菜共生中，但是水量不足時會以自來水補充，避免魚缸中沒水。並與聯合大學能源工程學系張祐維教授合作，建立一套太陽能發電系統，供應遠距監控澆水管理設備所需的電能。
新北市立永和國民中學	110 年 8 月 迄今	● 遠距監控澆水管理系統 ● 校園農耕適栽作物檢索工具	目前在露臺、教師宿舍、溫室都有建置遠距監控澆水管理系統，種植作物多元。校園中的落葉都會蒐集並做成堆肥，本場堆肥技術導入測試中。
新北市淡水區新市國民小學	110 年 8 月 迄今	● 遠距監控澆水管理系統 ● 土壤肥力檢測服務及土壤改善輔導	借出遠距監控澆水管理系統設備給老師測試，尚未正式使用。土壤檢測後，校園農場內土壤偏鹼性，建議不要施用鹼性肥料以及蚵殼粉等石灰土壤改良劑。



桃園市立文昌國民中學	110年8月迄今	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠距監控澆水管理系統</li> <li>● 土壤肥力檢測服務</li> </ul>	已建置遠距監控澆水管理系統。
新竹市香山區南隘國民小學	110年11月迄今	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠距監控澆水管理系統</li> <li>● 校園農耕適栽作物檢索工具</li> </ul>	已建置遠距監控澆水管理系統。
臺北市北投區清江國民小學	111年1月迄今	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠距監控澆水管理系統</li> <li>● 校園農耕適栽作物檢索工具</li> </ul>	已建置遠距監控澆水管理系統。開學後舉辦研習與進班講解技術。
新北市立忠孝國民中學	111年1月迄今	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠距監控澆水管理系統</li> </ul>	建置遠距監控澆水管理系統。
新北市立板橋國民中學	111年1月迄今	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 校園農耕適栽作物檢索工具</li> <li>● 遠距監控澆水管理系統</li> <li>● 土壤肥力檢測服務及土壤改善輔導</li> </ul>	輔導土質改善，填入大量有機質墊高土面。導入遠距監控澆水管理系統進行管理。使用校園農耕適栽作物檢索工具請老師選出合適的作物。
新北市立桃子腳國民小學	110年12月訪視	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 校園農耕適栽作物檢索工具</li> <li>● 遠距監控澆水管理系統</li> </ul>	導入遠距監控澆水管理系統進行管理。請老師使用檢索工具選出了萵苣、青梗白菜及紅鳳菜作為課程種植之作物。
新北市金山區中角國民小學	111年1月線上訪視	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠距監控澆水管理系統</li> </ul>	老師自行安裝遠距監控澆水管理系統測試，以線上教學程式的使用。
新北市立八里國民中學	111年5月	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Line 病蟲害診斷服務</li> <li>● 土壤肥力檢測服務及土壤改善輔導</li> </ul>	土壤檢測與植體分析後，確認文旦樹為缺肥非黃龍病，已建議改善施肥方式。
新北市萬里區大坪國民小學	111年5月	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 遠距監控澆水管理系統</li> </ul>	已建置遠距監控澆水管理系統。
桃園市桃園區快樂國民小學	111年5月	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 校園農耕適栽作物檢索工具</li> <li>● 遠距監控澆水管理系統</li> <li>● 土壤肥力檢測服務及土壤改善輔導</li> </ul>	已建置遠距監控澆水管理系統。土壤蟲害多且不適耕作，後續會逐步更新土壤。開學後以校園農耕適栽作物檢索工具選出適合的作物種植。並舉辦研習。



根據上述分析，將實際說明各項技術導入校園的成果如下：

校園在推動食農教育時無論選在屋頂、陽(窗)台或露臺栽植，往往難掌控不同方位的栽植空間中，光照時間和強度其實有明顯差異，藉此可以提升植物生長成功率。例如桃園市內壢國中的「食農花園」分為三個區域(圖3、圖4)，都有不同的光照變化，除了專家現場給予栽培建議，也教導老師使用「校園農耕適栽作物檢索表」篩選適合的當季作物，後續在學期中有採收到小芥菜(圖5)、萵苣等蔬菜，並在社團活動課進行烹飪(圖6)，也會不定期供給蔬菜到食物銀行，提供給社區弱勢族群取用。新北市桃子腳國中的種植基地遮陰嚴重，之前種植常常失敗，老師們透過「校園農耕適栽作物檢索表」篩選適合低光環境下可種植的作物，如青梗白菜、紅鳳菜等(圖7)，生長狀況良好。



圖3. 內壢國中食農花園技術導入前狀況  
Fig.3. Situation of Food and Farming garden before introducing the technic from Nei-Li Junior High School



圖4. 內壢國中食農花園技術導入後狀況  
Fig.4. Situation of Food and Farming garden after introducing the technic from Nei-Li Junior High School



圖5. 學期末老師帶領學生採收蔬菜  
Fig.5. At the end of the semestre, teacher leads students to harvest vegetables



圖6. 老師帶領學生將採收蔬菜進行烹飪  
Fig.6. At the end of the semestre , teacher leads students to cook



圖7. 桃子腳國中小種植適合低光環境下生長的紅鳳菜、青梗白菜  
Fig.7. Suitable for plating vegetables (Okinawan spinach and spoon cabbage) of low-light environment from Tur Ya Kar Elementary and Junior High School

校園畸零地及校舍屋頂為師生從事食農教育之重點場域，惟其日照、降雨及風速等環境條件差異大，師生利用學習餘暇進行管理，如遇連假或寒暑假，到校管理不便，需要導入自動灌溉系統因應，減輕管理的時間壓力。例如內壢國中(圖4)、鶯歌國中(圖8)、永和國中(圖9)等校相繼導入「遠距澆水管理模組」，透過環境監控與程式排程，配合作物種類的不同選擇最佳澆水模式，達成自動化及省水的目的，此系統也能串聯Line做即時通知與簡單的指令去遠端操作設備澆水。若只需要簡單的維護管理，則推薦使用定時澆水設備，例如福營國中使用分區定時澆水管理(圖10)，以管理景觀植物、蔬菜等不同類型的作物，而且設備也好維護，同時也能讓植物長得不錯，這些方式都大大減少了老師管理的負擔，也讓作物無時無刻都能獲得最合適的水分管理。



圖8. 鶯歌國空中菜園技術導入後狀況  
Fig.8. Situation of Sky garden after introducing the technic from Yingge Junior High School



圖9. 永和國中露臺菜園建置狀況  
Fig.9. Constructing the Garden of balcony from Yonghe Junior High School



圖10. 福營國中分區澆水實際狀況

Fig.10. Situation of watering management module from Fuying Junior High School

臺灣位處於亞熱帶與熱帶地區，溫度與濕度均高，相對病蟲害發生狀況時有所見，然而學校老師常常是植物已經病入膏肓才發現，亦或是發現植物生病後卻不知如何處理，就擱置在田間，容易造成病蟲害擴散，例如內壠國中種植十字花科作物的葉片被菜蟲嚴重地啃食(圖11)，專家建議使用蘇力菌進行防治，使用後效果顯著(圖12)，也讓學生在學期末有好收成；地瓜葉被啃食嚴重，經過專家診斷後，是跳盲椿危害(圖13)，則建議移除地瓜葉。福營國中所種植的火龍果得到病毒病，但老師卻沒有察覺，經本場專家診斷後為病毒病，後續已剷除，草莓則是防治時產生藥害(圖14)，造成了草莓葉片受損甚至整株死亡，原因是藥劑施用濃度過高導致，後續請老師施用正確的藥劑濃度，以減少藥害的發生。



圖11. 內壠國中高麗菜被菜蟲嚴重啃食  
Fig.11. Cabbages eaten by worms before introducing the technic from Nei-Li Junior High School



圖12. 進行防治後，高麗菜蟲害減少，並順利結球  
Fig.12. With diagnosis service of insects, worms of cabbages are reduced. Cabbages going to be in form of ball



圖13. 地瓜葉受到跳盲椿危害  
Fig.13. Sweet potato leaves menaced by *Halticus minutus* Reuter



圖 14. 福營國中草莓產生藥害，葉片葉色暗沉且捲縮，嚴重時產生黑斑  
Fig.14. Strawberry with phytotoxicity, leaves and plants turn black from Fuying Junior High School

當我們走進校園進行土壤檢測後，發現許多學校土壤劣化或流失嚴重，要再進行栽培活動變得困難，發生的原因通常是種植過後沒有適當的補充有機質，導致土壤變得不適合種植，例如內壢國中(圖3)、板橋國中(圖15)的栽培土壤都是因為有機質偏低，使得土壤物理性質不佳，之後以有機肥、有機質(培養土、堆肥等)混入至土壤中，將土壤改良回鬆軟、通氣的良好狀態(圖16)。也有學校是施肥問題導致植物生長不良，如八里國中的柚子樹葉片有黃化，被誤以為是黃龍病，經由土壤與植體檢測後，發現只是施肥不足導致，後續追肥後植物缺肥的狀況也漸漸好轉。



圖15. 板橋國中栽培基地土壤流失、且有機質偏低，土壤非常堅硬  
Fig.15. Depletion of soil at the cultivation site, low in organic matter, the soil is very hard from Banqiao Junior High School



圖 16. 拌入大量有機質進行土壤改良，土壤變為鬆軟，非常適合栽培  
Fig.16. Mix a lot of organic matter for soil improvements, soil has loosen and is suitable for cultivation



## 結果與討論

### 一、結果

近年來學校食農教育如火如荼的進行中，根據兩年來輔導 16 間學校場域之經驗，發現學校老師們有以下問題：1.對於土壤基礎知識不足，在不適種植土壤栽培、2.學校人力不足，對於場域的管理人力不足，導致菜園的荒廢、3.教育人力不足，只有少數老師要負責整個教案的進行、4.缺乏農業專業知識，大部分老師對於栽培或者植物沒有基本概念。本場運用農業物聯網結合環境監測數據，對應植物生長狀態，透過程式設計，以科技方法蒐集不同農作物在光照、土壤濕度、溫度及病蟲害等各步驟上的細部差異，將其賦予科學性的紀錄與解釋；藉由「智慧植栽照護管理系統」則可提升校園推動食農教育時相關知識及應用操作能力，並結合在地農業知識與經驗，作為日後在地發展使用，期以改善人與食物的關係，重建人際的情感，並喚起對土地的關懷。

### 二、討論

因應於教師在農業技術專業領域的不足，造成教學效益不佳、老師無力承擔過大的業務量等問題，本場將這些問題整理後，研發一系列栽培技術，並依照各學校需求導入，從環境、作物、澆水施肥等栽培技術、病蟲害防治等栽培作物所需知識，經由本場專業人員從旁給予技術支援與輔導，讓學校老師都能輕鬆上手，種菜變得簡單，學生也能在體驗中獲得更多成就感，提升食農教育的成效，希望在未來隨著食農教育的進行，能增強人們對於土地、食物與生活的情感連結。

為協助校園規劃食農場域管理應用，發展符合各校特色及需求的學生教學方案，提高學校在農業教育功能及執行人員的知能，規劃辦理農事技術教育訓練課程(初階班、進階班)，包括蔬果育苗設備認識與育苗、移植技巧實務操作、校園食農場域特質與蔬果花卉栽培選擇、蔬果栽培容器與栽培介質、肥料管理運用實務、蔬果輔助澆水管理工具認識與合理土壤溼度控制、蔬果常見病蟲害診斷及友善防治資材的利用、校園枯枝落葉、生廚餘堆肥的製作與栽培土的循環利用、蔬果營養元素的認識與合理施肥技巧及蔬果生理障礙診斷與防治等；以協助食農活動場域導入農作管理技術，提供農作管理技能多元學習方法，期能提高學校師生農業生產與安全教學執行成效，並透過農業界與教育界的相互學習，提升食農教育觀念及實務操作的能力。

## 參考文獻

1. 林如萍。2017。食農教育之推展策略(一)學校教育實施之概念架構分析。國立臺灣師範大學產學合作計畫研究報告。
2. 食農教育法。2022。第四條：食農教育的推動方針。
3. 董時叡、蔡嫦娟。2012。農村綠色生活推廣方案規劃研究：食農教育課程規劃設計。臺灣農業推廣文彙。p. 48

## Introducing Intelligent Plant Care Management System to promote Food and Farming Education

Chieh-San Tai<sup>1</sup>, Rong-Wei Zhuang<sup>2</sup>, An-Na Wu<sup>3</sup>, Ya-Ching Yang<sup>4</sup>,  
Ting-Ting Li<sup>5</sup>

Assistant Researcher<sup>1</sup>, project appointed assistant<sup>2</sup>,  
Associate Researcher<sup>3</sup>, Associate Researcher<sup>4</sup>, Assistant Researcher<sup>5</sup>,  
Taoyuan DARES, COA.

cstai@tydaisi.gov.tw

### Abstract

The "Food and Farming Education Law" was promulgated and implemented by the President on May 4, 2022. It clearly promotes six major policies "supporting the recognition of local agriculture, cultivating a balanced diet concept, cherishing food and reducing waste, inheriting and innovating food culture, and deepening the connection of food culture, agriculture, producing and consuming local foods and sustainable agriculture". With the growing popularity of Food and Farming Education, various schools are also actively integrating the spirit and the practice of Food and Farming Education into their course arrangement, so that students can understand what "every grain on the plate comes from hard working" means through the course, thus they will cherish every bite of food, and have a preliminary concept of agricultural production. With the "Intelligent Plant Care and Management System" developed by our station: including application of suitable planting on campus, module of watering management, disease and insect pest consultation via LINE and diagnosis service, soil diagnosis and fertilizer application technology, etc., the school can promote Food and Farming education according to the school Modular design is carried out to meet the different needs of the school to meet the actual needs of the school. Since 2010, Food and Farming education has been gradually extended to 16 schools. The questionnaire and the researcher's actual site research will give each school the precautions for setting up the site. Among the 16 tutored schools, the watering management module is the most in-demand technology in 94% of the schools, followed by soil diagnosis and fertilizer application technology, in 81% of the schools, and application of suitable planting on campus in 63% of the schools. 38% of the schools demand for pest control.

**Key words:** Food and Farming Education, Intelligent Planting Care Management System, professional counseling

