花蓮區農業專訊

Hualien and Ilan Agricul tural Newsletter

136 植物保護









115.06
農業部花蓮區農業改良場 編印
ISSN: 10277684

本場
有機農業研究中心
有機循環示範場域
落成
資源昆蟲養殖技術新導入



▲本場於有機農業研究中心舉辦有機農業前瞻論壇，向來賓展示文旦剩餘副產物以厭氧發酵成黑水虻的餵養食料

本場有機農業研究中心近日有機循環示範場域順利啟用，內部設置傳統下方進氣式堆肥槽、通氣堆肥塔，以及資源昆蟲養殖區域級實驗室，將處理中心未來的農業剩餘資源。尤其是資源昆蟲養殖，主要是以黑水虻去化轄區文旦剩餘的果皮，本場也針對此建立了黑水虻循環技術、高值化技術應用於植物保護等多項研究成果。

轄區重要作物文旦柚產季集中且產量大，對此本場開發文旦全果利用技術，但仍有許多果皮等剩餘物資待處理。因此本場利用其飼養黑水虻，首先以厭氧發酵預處理，不但可長期保存常溫保存這些原料，幼蟲增重率也提升 2.2 倍。配合半自動養殖採收蟲體與蟲糞，可多元應用於植物健康管理。

經研究評估，蟲糞對作物營養有所助益，同時在防治十字花科作物立枯病有顯著作用。蟲體則富含蛋白質、脂肪與幾丁質，未來本場將朝向萃取物與生物資材開發，包括蟲脂抗真菌及病毒，亦能成為小型害蟲物理防治資材；蟲體蛋白可配合發酵前處理引入有益菌群，改善蟲糞有益細菌與真菌構成，發揮生物刺激素或有機防病功效。

本場未來將以有機農業研究中心循環農業示範場域為核心，以養殖資源昆蟲－黑水虻，串聯文旦皮、啤酒粕、清酒粕、豆粕等多元農業剩餘資源，轉化為昆蟲蛋白質、脂肪、幾丁質 / 幾丁聚醣及水解蛋白等高附加價值產品，打造兼具資源循環與植物健康管理之永續農業模式。

目錄 CONTENT



封面說明

本場致力於轄區作物健康及保護，在病害與蟲害的發生機制以及防治資材及方法均有著墨。

本期探討揮發性有機化合物(VOCs)在病蟲害整合性管理策略(IPM)的應用現況與潛力；調查宜蘭青蒜罹患病毒病情形。

同時本場以農業剩餘資源飼養黑水虻，產出可收成的動物性蛋白質及其產生的副產物也可做為有機肥或土壤改良資材，促進農業資源循環與永續利用。

植物保護

02 農業害蟲氣味誘引忌避研究初探
顏政昌、林　立、吳佳宜、林俊成、林孟蓉、李允中

06 宜蘭地區青蒜栽培與病毒病發生調查
吳佳宜、楊素絲、邱智迦

10 應用黑水虻處理文旦副產物效果評估
林俊成、林　立

農業新科技與新知

14 馬太鞍溪溢流受災農地土壤改良輔導推動：陪伴農友生產復耕的開始
蔡依真、倪禮豐、簡梓丞、吳岱融、葉育哲、宣大平、楊大吉

18 農民環境社會責任的探討及應用
林正木、陳佳利

22 荷蘭瓦赫寧恩大學植物表型體影像分析研習心得
張中行



花蓮區農業專訊 136
115.06
植物保護專輯

GPN:2008100099
ISSN:10277684
登記證 / 局板臺省誌字第 219 號
臺灣郵政花蓮雜字第 026 號執照登記為雜誌交寄

發 行 人 / 楊大吉
總 編 輯 / 劉興榮
編輯委員 / 宣大平 葉育哲 張同吳 邱淑媛 吳岱融 蔡依真 劉興榮 陳季呈 林　立
執行編輯 / 曾睜萌
輔導機關 / 農業部
發 行 所 / 農業部花蓮區農業改良場
地　　址 / 花蓮縣 97365 吉安鄉吉安路二段 150 號
電　　話 / (03)852-1108
設計印刷 / 光頡設計印刷實業有限公司
地　　址 / 新北市板橋區翠華街 6 巷 29-1 號 2 樓
電　　話 / (02)8245-7355

服務專線號碼 /
* 農業諮詢專線 /
本場：0800-521108
蘭陽分場：(03)989-9739
* 網址：https://www.hdares.gov.tw/
* 作物病蟲害診斷服務專線：0800-069-880
* 土壤及作物營養診斷服務站：(03)853-4914

展售書店 /
五南文化廣場 - 臺中總店 - 臺中市中山路 6 號
國家書店 - 臺北市松江路 209 號 1 樓
國家網路書店 -http://www.govbooks.com.tw/

工本費：30 元
本雜誌僅供場內同仁投稿
轉載本刊圖文 須經本場同意

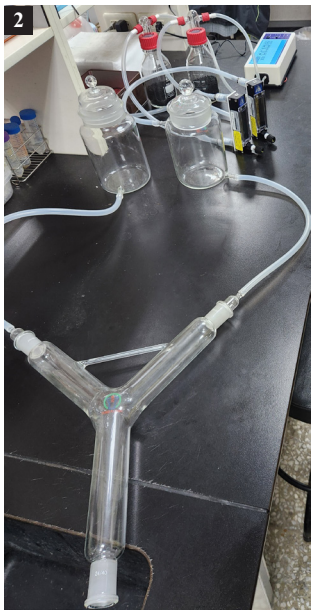
農業害蟲氣味誘引忌避研究初探

作者：顏政昌 助理研究員、
林　立 副研究員兼主任、
吳佳宜 助理研究員、
林俊成 研究助理、
林孟蓉 研究助理、
李允中 研究助理
作物環境科　植物保護研究室
電話：(03)852-1108 轉 3600

前　言

全球人口持續成長，預估到 2050 年，世界人口將達到 97 億人，糧食生產必須隨著提升，才能有效供應。在此情況下，作物非生物逆境、病害及蟲害的防護對維持並提高農作物產量至關重要。自二戰結束後，農藥開始廣泛用於農業栽培中，對糧食生產提升有巨大的貢獻。但伴隨多年來的使用，病原菌、害蟲、雜草對農藥的抗性日益提升，同時農藥亦對環境與人體健康造成負面影響，如土壤與水體汙染、對非靶標生物的毒性，以及食物中農藥殘留等問題。另一方面，氣候變遷使極端氣候事件增加，除影響作物生產外，其縮短物種的適應時間而影響病蟲害的抗性，也提升了生態系的脆弱性。為了降低化學農藥使用比例，現在積極推動整合性管理策略 (Integrated Pest Management, IPM)，結合預防、監測和多種防治方法的策略，將病蟲害控制在經濟危害水準以下。其中，揮發性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, VOCs) 應用為近年重視的標的之一，除可吸引害蟲天敵外，亦能加強植物本身的防禦作用，同時也能用於害蟲監測，是完善 IPM 防治技術中相當重要的一環，本篇將介紹 VOCs 在 IPM 中的應用現況與潛力。


1


2

揮發性有機化合物 (VOCs) 及在植物保護之作用

VOCs 普遍存在所有生物當中，是生物自體合成具有揮發性的次級代謝物，這些次級代謝物通常為低分子量 (平均低於 300 Da)、低沸點以及高蒸氣壓 (於約 20℃ 時在 0.01 kPa 便會揮發)(Morath *et al.*, 2012)。因此，它們可擴散至空氣、土壤及液相環境中，並在其可作用的距離範圍內發揮作用，使生



物得以與環境間其他生物進行互動。昆蟲本身會釋放 VOCs 作為種內溝通的手段，如集合、警戒與性費洛蒙等，此類費洛蒙 VOCs 也已有不少已商品化，如甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua*)、斜紋夜蛾 (*S. litura*) 性費洛蒙、誘引東方果實蠅 (*Bactrocera dorsalis*) 雄蟲的甲基丁香油等。

微生物揮發性有機化合物 (Microbial Volatile Organic Compounds, MVOCs)，主要由真菌、細菌與酵母等多種微生物所產生，在遠距離的生物互動與溝通中扮演重要角色。部分 MVOCs 在近年研究中發現能提升產量並增加作物病害抵抗力，多種真菌如木黴菌 (*Trichoderma* spp.)、麴黴菌 (*Aspergillus* spp). 及細菌如芽孢桿菌 (*Bacillus* spp.)、假單胞菌 (*Pseudomonas* spp.)、鏈黴菌 (*Streptomyces* spp). 以及酵母菌等所產生的 MVOCs 經試驗發現，這些 MVOCs 具有生物燻蒸作用，無論使用混合物或單一化合物，可有效控制多種造成收穫後損失的重要植物病原菌，如鐮孢菌 (*Fusarium* spp.)、黑穗病菌 (*Tilletia* spp.)、疫病菌 (*Phytophthora* spp.)、菌核菌 (*Sclerotinia* spp.)、青黴菌 (*Penicillium* spp.)、炭疽病菌 (*Colletotrichum* spp.) 等。

當植物受到植食性生物攻擊時，也會合成各種與防禦有關的 VOCs，稱為植食性生物誘導的植物揮發物（Herbivore-induced plant volatiles, HIPVs）。 HIPVs 的誘導可由不同因素引發，包括昆蟲取食葉片、昆蟲產卵行為、或昆蟲幼蟲對根部的取食等行為。HIPVs 會從受害與未受害的葉片、花朵、果實與根部釋放。多種植物激素參與 HIPVs 的調控，其中茉莉酸（Jasmonic acid, JA）、水楊酸（Salicylic acid, SA）、乙烯（Ethylene, ET）尤其重要，而這些植物激素訊號途徑之間的「交互作用」對植物調節反應至關重要。HIPVs 對植物防禦的影響，包括直接或間接影響植食性昆蟲的表現與發育、於植物未受損部位誘導防禦反應或通知鄰近未受害植物危險將至、作為昆蟲產卵

1 角肩椿象成蟲

2 氣味試驗用 Y 型管

3 茶角盲椿象寄主偏好性測試 (紅圈為茶茶角盲椿象成蟲)



4 經茶角盲椿象吸食後之寄主葉片，黑色點為盲椿象取食位置，寄主植物分別分別為 (a) 大花咸豐草、(b) 金露花、(c) 黑金剛蓮霧、(d) 珍珠拔、(e) 台茶 23 號祁韻

與取食之忌避物質、吸引捕食性或寄生性天敵等，HIPVs 極具開發為植物抗病蟲害防禦工具的潛力。

VOCs 於農業害蟲防治應用之研究

Weber 等人 (2022) 利用黃條葉蚤 (*Phyllotreta striolata*) 聚集費洛蒙主成分 (6R,7S)-10-hydroxyhimachalan-9-one (烴基酮類)、與黑葉蚤 (*P. cruciferae*) 聚集費洛蒙 (+)-(6R,7S)-himachala-9,11-diene(二烯類) 再搭配寄主植物油菜中酯類化合物 (Allyl isothiocyanates, AITC) 來對這兩種十字花科害蟲的誘引試驗，結果顯示複合費洛蒙使用對黃條葉蚤及黑葉蚤吸引力都優於單一成分，而費洛蒙搭配 AITC 測試中，多加 AITC 對黑葉蚤吸引力有明顯提升，但在對黃條葉蚤吸引上並無太大差異。Kim 等人 (2023) 以丁酸橙花酯 (neryl methylbutanoate, NMB) 及乙酸薰衣草酯 (lavandulyl acetate, LA) 兩種西方花薊馬 (*Franklonellia occidentials*) 聚集

費洛蒙成分來測試對西方花薊馬和台灣花薊馬 (*F. intonsa*) 吸引效果，試驗發現西方花薊馬偏好的誘引比例為 LA:NMB =1:7，而台灣花薊馬則偏好 LA:NMB =1:4 的配比，同時再利用薊馬警戒費洛蒙中兩種 VOCs 成分：乙酸癸酯 (decyl acetate)、乙酸十二烯基酯 (dodecyl acetate)，以癸酯：十二烯基酯 =1:1.5 比例來配置薊馬警戒費洛蒙，將聚集費洛蒙布置於辣椒田外，警戒費洛蒙佈置於田區內，以推拉策略將薊馬阻擋於田區外。Cao 等人 (2020) 利用不同寄主植物來進行花薊馬 (*Thrips hawaiiensis*) 偏好性測試，以槲子花、非洲菊、芍藥、月季等寄主植物觀察對花薊馬之誘引效果，試驗結果顯示槲子花為最具吸引力寄主植物，後續以氣象層析 (GC-MS) 分析槲子花之 VOCs 成分，主要成分共有 29 種，再將 3 種比例最高 VOCs 進行誘引測試後，發現 (z)-3-hexenyl tiglate (酯類化合物) 效果最佳，可望作為後續開發標的。Conboy 等人 (2020) 對溫室粉蝨 (*Trialeurodes vaporariorum*) 進行 VOCs 忌避測試，希望降低其對溫室中栽培的番茄危害。利用檸檬烯及水楊酸甲酯 (HIPVs 成分之一) 進行試驗，發現兩者分開使用均對溫室粉蝨有忌避作用，但共同使用並無加成效果。

本場初步測試成果

為了找出對柑橘角肩椿象 (*Rhynchocoris humeralis*) 及茶角盲椿象 (*Helopeltis fasciaticollis*) 具誘引性的 VOCs 成分，113 年本場利用不同柑橘青果，包括蜜柑、文旦、金柑等，以 GC-MS 分離出六種較具潛力的揮發物成分，後經室內初步測試，以　烯類及不飽和醛化合物對角肩椿象較具誘引效果，後續還須優化 VOCs 配比；114 年利用不同茶角盲椿象寄主植物來篩選其偏好性作物，以茶、番石榴、蓮霧、大花咸豐草、金露花、茄苳等進行測試，發現以茶最具吸引效果，番石榴、蓮霧次之，後續將此三種植物葉片也以 GC-MS 測試確認共同 VOCs 成分後，再進行茶角椿象像誘引測試，初步篩選測試以單　醇吸引力較高，後續尚須更多測試來確認其功效。另外為了降低三星蔥上甜菜夜蛾 (*Spodoptera exigua*) 危害，本場亦針對其開發忌避性 VOCs，甜菜夜蛾通常不會在已有卵粒附著或遭幼蟲取食的植株上再次產卵。本場初步於目標植株上施用幼蟲糞便 VOCs，或噴灑模擬受取食葉片的 HIPVs，皆能降低其產卵量。另近年本場觀察到轄區內山胡椒受小蠹蟲 (*Xylosandrus* sp.) 危害造成植株枯萎，本場利用酪梨及山胡椒枝條的水萃取物，皆可有效誘引危害山胡椒的小蠹蟲，後續可朝監測或防治用陷阱進行開發。

結論與未來研究目標

果樹椿象為有機農業上難防害蟲之一，角肩椿象取食宜蘭礁溪金柑，使金柑果皮硬化而喪失鮮食價值，茶角盲椿象可危害轄內茶、番石榴等作物，在非農藥施作的園區中因無有效抑制手段造成嚴重危害，過去筆者試驗以資材進行茶角盲椿象於有機番石榴上之防治，但效果有限，因此希望利用誘引劑開發來達到監測及誘殺椿象的效果，除了誘引劑開發外，筆者採集角肩椿象時，野外角肩椿象會釋放分泌物，當分泌物沾染一定濃度後，再靠近其他椿象時，椿象會因此驚飛，分泌物內或有警戒費洛蒙成分，後續或也可作為忌避資材開發之參考。



宜蘭地區青蒜栽培與病毒病發生調查

作者：吳佳宜 助理研究員、
楊素絲 副研究員、
邱智迦 約僱助理
作物環境科
植物保護研究室
電話：(03)852-1108 轉 3606

前　言

大蒜 (*A. sativum* L) 為蔥科蔥屬 (*Allium*) 之作物，在世界各地皆有種植，為重要之辛香料與蔬菜。大蒜在臺灣之種植與食用方式有採收地下部鱗莖之「蒜頭」，亦有地上葉部之「青蒜」，青蒜是地下部尚未結成蒜頭時，採食柔嫩蒜葉的大蒜，因其味道具特殊性，為不易取代的蔬菜，眾多料理中皆能看見其翠綠的身影。青蒜在臺灣可周年生產供應，根據 112 年農業統計年報，年度栽培面積約 286 公頃，總產量約 4,953 公噸，11 月至隔年 4 月青蒜可於平地生產，夏季 5-10 月則以高冷地青蒜栽培為主。大蒜常見的病害有銹病、黑腐病、炭疽病及病毒病等，其中病毒病為全株性病害，一旦感染則無藥劑可防治。宜蘭青蒜產區已近 20 年未有病毒病之調查，本場為瞭解目前田間之帶毒情況，112 年起著手進行調查。

宜蘭地區青蒜栽培模式

宜蘭縣青蒜 112 與 113 年栽培面積皆約 81 公頃，為全國最大的青蒜生產地區，主要栽培鄉鎮有壯圍鄉、五結鄉及三星鄉，在宜蘭市與大同鄉亦有零星栽培。農友多於國慶後 10 月中旬播蒜種，早植者於農曆春節期間可收穫，並可陸續採收至 4 月。由於宜蘭地區冬季多雨、日照少及晝夜溫差大等因素，所栽培之青蒜葉片纖維含量少、水分多，炒食後香甜爽脆，適口性及風味俱佳；又因其蒜白粗長潔白，更贏得「宜蘭白蒜」的稱號，在市場上享有良好的口碑。農友種植之青蒜蒜種多為自











留，以蒜頭剝蒜瓣種植。又因白蒜品種為軟骨蒜，為初春之際會抽蒜苔之品種，蒜苔可結珠芽或蒜花，如同蒜頭般可剝成瓣，亦可做為繁殖青蒜的材料。

臺灣紀錄之大蒜病毒

蒜因其染色體不對稱性，需以鱗莖進行無性繁殖，除品種更新不易外，亦容易感染並傳播系統性之病毒病。據文獻報導大蒜受病毒感染後，以帶毒蒜瓣持續種植，會降低整體品質與產量，包含生長勢較差及種球重量較輕。臺灣地區根據文獻記載曾紀錄的大蒜病毒多達 9 種：洋蔥黃萎病毒 (Onion yellow dwarf virus, OYDV, *Potyvirus*)、菸草嵌紋病毒 (Tobacco mosaic virus, TMV, *Tobamovirus*)、大蒜嵌紋病毒 (Garlic mosaic virus, GarMV, *Potyvirus*)、大蒜潛隱病毒 (Garlic latent virus, GarLV, *Carlavirus*)、分蔥潛隱病毒 (Shallot latent virus, SLV, *Carlavirus*)、大蒜蠕媒長絲狀病毒 (Garlic mite-borne filamentous virus, GarMbFV, *Allexivirus*)、大蒜普通潛隱病毒 (Garlic common latent virus, GCLV, *Carlavirus*)、韭蔥黃條班紋病毒 (Leek yellow stripe virus, LYSV, *Potyvirus*) 及分蔥黃條斑紋病毒 (Shallot yellow stripe virus, SYSV, *Potyvirus*)。近年因鑑定技術進步與接種試驗後，現存且可能流行者應為洋蔥黃萎病毒 (Onion yellow dwarf virus, OYDV, *Potyvirus*)、韭蔥黃條班紋病毒 (Leek yellow stripe virus, LYSV, *Potyvirus*)、分蔥潛隱病毒

1 宜蘭縣為冬季重要之青蒜供應地

2 位於壯圍鄉與五結鄉之河堤地為主要產區

3 宜蘭青蒜栽植品種為軟骨蒜，為春天會抽蒜苔之品種

4 受病毒複合感染的葉部病徵呈現不連續黃化條紋或嵌紋斑

5 新葉出現點狀或條狀黃化斑點


6


7

(Shallot latent virus, SLV, *Carlavirus*) 與大蒜普通潛隱病毒 (Garlic common latent virus, GCLV, *Carlavirus*)。上述病毒可感染多種蔥科作物，洋蔥黃萎病毒主要感染洋蔥、韭蔥黃條班紋病毒主要感染韭蔥，兩者為 Potyvirus 病毒，可經機械磨擦及蚜蟲媒介傳播，引起黃化與黃色條斑病徵。分蔥潛隱病毒及大蒜普通潛隱病毒為 Carlavirus 病毒，亦可機械磨擦及蚜蟲媒介傳播，在蒜上無明顯病徵，故目前無法以目視病徵直接判斷病毒種類，須以抗原抗體或分子檢測技術判定。

青蒜病毒病田間發生概況

青蒜經連年無性繁殖，且栽培區經常混植其他蔥屬蔬菜，作物間病毒交互感染，故田間觀察疑似病毒病感染的植株比例頗高，其病徵多呈現不連續黃化條紋斑、嵌紋或葉片萎黃捲曲、葉尖焦枯生長不良或有矮化現象。雖可維持生長與結球，但染病的蒜種長久累代種植，蒜的品質與產量仍會受影響。為瞭解宜蘭產區之現況，本場 112 年起著手進行調查，並測試田間取樣、樣本萃取、抗體濃度與反應時間等條件，建立酵素結合免疫吸附分析法 (Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 與分子核酸檢測法。113 年則進一步依據各鄉鎮種植面積，約每 3 公頃設 1 樣點，分別於宜蘭市、壯圍鄉、五結鄉、三星鄉、員山鄉及大同鄉共 21 位點採樣檢測，每樣點隨機採 9 株樣本。結果顯示田間病毒平均檢出率以分蔥潛隱病毒 (SLV) 最高達 90%，其次為洋蔥黃萎病毒約 76%，大蒜普通潛隱病毒約 32%。各產區帶毒種類雖有差異，但所有樣點 SLV 檢出率皆高，顯示 SLV 於產區普遍發生。

病毒病之管理策略

病毒病為系統性傳染之病害，受感染後全株皆會被感染。由於目前暫無治療病毒病的藥劑，需透過田間衛生管理與媒介昆蟲防治降低病毒傳播，管理建議如下：

1. 選用健康種蒜：選用外觀健康、無破損之種蒜進行種植，自留種蒜建議每隔幾年進行病毒篩檢，選用健康、無特定病毒種蒜可降低田間病毒發生率。
2. 田間衛生：於生育期間，若發現黃化、畸形、捲曲、條斑等明顯病徵的病株，請立即拔除帶離或確實掩埋，減少感染源。而出現明顯病徵的田區，建議勿作採蒜種圃。

3. 防治蚜蟲：蚜蟲為田間傳播病毒之媒介昆蟲，避免媒介昆蟲於取食時持續傳播病毒，可使用銀色反光布或掛設反光帶，干擾有翅型蚜蟲飛入，並掛設黃色黏紙減少初始蟲源。參考農藥資訊服務網，以核准藥劑如免扶克、納乃得或賽速安等，輪替使用進行防治。有機友善栽培農友可參考使用苦參鹼或葵無露防治。
4. 防除雜草：防除雜草除減少養分及空間競爭外，因媒介昆蟲易躲避其中，防除雜草避免成為害蟲感染源與棲息地，亦可使蚜蟲數量減少。

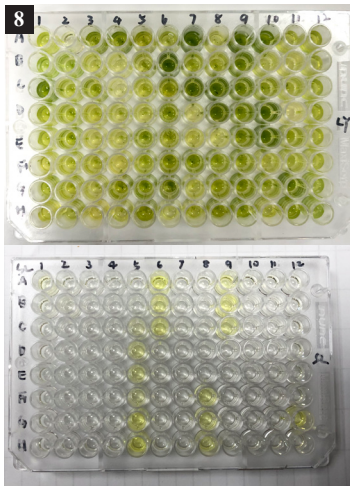
收集與培育優良健康種蒜

基於 112 年病毒檢測結果，分別選擇宜蘭市及三星鄉兩處病毒罹病率最低之青蒜田區優良蒜種，於 112 年 10 月於蘭陽分場試驗田定植。定植前施用稀釋 300 倍溶磷菌，生育期間每個月再施用稀釋 300 倍溶磷菌灌注於土壤。113 年 1 月調查單欉重、株高、蒜白長及葉寬等性狀，顯示經篩選之健康種蒜加溶磷菌處理，其平均單欉重為 105.1 公克，較對照組 92.4 公克明顯較高，建議培育健康種蒜時可搭配施用溶磷菌。

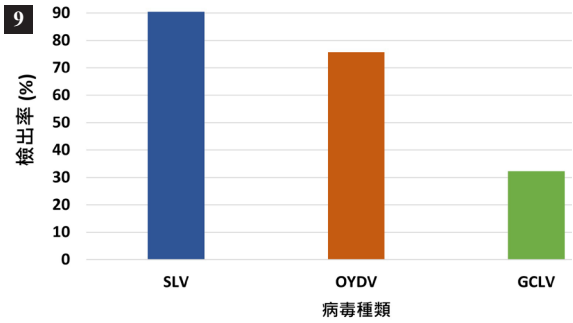
結　語

青蒜為宜蘭地區重要蔬菜作物之一，因為大蒜栽培屬無性繁殖，導致其品種更新不易且病毒帶毒率極高，對大蒜的品質與產量影響極大，為青蒜繁殖多年後性狀退化的因素。本場建立檢測技術，後續可協助農友進行種蒜檢查，並完成宜蘭地區青蒜帶病毒率調查、篩選及繁殖作為健康種蒜之材料，改進農民繁殖生產技術，以利青蒜產業永續經營。

8



9



10

樣區	帶毒率(%)			
	整體	SLV	OYDV	GCLV
壯圍	94.4	85.2	92.6	11.1
三星	91.7	80.6	88.9	77.8
宜蘭	100	100	72.2	0
員山	94.4	88.9	66.7	16.7
五結	100	100	59.3	44.4
南山	88.9	88.9	44.4	0

6 改良採樣方法，減少樣品汙染與提升處理速度

7 種蒜材料定期採集進行病毒檢測

8 以酵素結合免疫吸附分析法進行分析，呈現明顯黃色者為檢出

9 以分蔥潛隱病毒 (SLV) 檢出率最高

10 各樣區之分蔥潛隱病毒 (SLV) 檢出率皆高，顯示此病毒普遍發生



1

應用黑水虻處理文旦副產物效果評估

作者：林俊成 研究助理、
林　立 副研究員兼主任
作物環境科
植物保護研究室
電話：(03)852-1108 轉 3610

前　言

農業資源的循環與永續利用為近年來世界關注的議題，面對氣候變遷與生產成本上升，如何把農業生產過程中的各種資源再次利用，減少浪費並提升效益，是農業產官學界共同面對的課題。而利用食碎屑動物進行資源循環應用的技術已行之有年，包含麵包蟲 (*Tenebrio molitor*)、大麥蟲 (*Zophobas morio*)、黑水虻 (*Hermetia illucens*)、家蠅 (*Musca domestica*)、蟑螂、蚯蚓等，食碎屑動物將剩餘資源快速減量、產出可收成的動物性蛋白質，其產生的糞便與其他殘渣亦可以作為有機肥或土壤改良資材，具有創造多方收益來源的潛力。

黑水虻在農業資源循環的應用

傳統的堆肥處理法利用真菌、細菌等生態系中的「分解者」，將農業剩餘資源中的氮、磷等營養，轉換為植物可利用的形式，但堆肥法受限於真菌、細菌的體型和取食方式，在資源循環利用上較為耗時，而自然界中的「清除者」或食碎屑者例如蠅蛆、白蟻、蟑螂、馬陸、蚯蚓等，以動植物的殘骸、糞便與各種碎屑為食，清除者普遍體型較大，具有可以高效率進食的口部，雖然無法直接將營養分解為植物可以利用的型態，但可以快速將有機物轉換成讓分解者有效利用的形式，分解者和清除者兩者配合，具有加速物質循環的效果。

近年在眾多候選清除者中，黑水虻脫穎而出，躍升為備受矚目的生物轉化工具。黑水虻是一種雙翅目水虻科的腐食性昆蟲，幼蟲體型大、食量大、生長快速，能高效處理多種農業剩餘資源、廚餘、禽畜糞便等並將這些有機物轉化為高品質蛋白質與有機肥，成蟲主要負責繁殖，只喝水與少量糖蜜，不取食污物，相較於同為雙翅目的家蠅與麗蠅，衛生安全疑慮更低，對處理廢棄物、循環農業有重要應用。

轄區農業剩餘物餵飼黑水虻

文旦柚是花蓮栽培面積最大的果樹，在栽培過程中會產生無法販售的落果以及大果，文旦加工利用後則會產生大量的果皮，文旦果皮氮含量低，且富含各種抗蟲、抗菌物質，在自然環境下分解緩慢，造成氣味與環境衛生問題，而黑水虻正好提供了一種既環保又實用的去化方式。然而文旦皮在被轉化為黑水虻飼料之前，必須先經過切碎、混拌高氮含量物質、以及發酵的前處理過程，其目的主要在解決兩項問題：

1. 文旦皮含有檸檬烯、柚皮苷、類黃酮、香豆素等多種機能性成分，雖對人體有多種有益機能，但對微生物與昆蟲卻有一定毒性，若未降低其在飼料中的含量比例，則可能抑制黑水虻幼蟲的取食與生長。
2. 文旦的產季集中，產量龐大，若能在產季期間先將文旦皮以發酵方式妥善保存，便能讓黑水虻養殖產線於非產季分批使用，可降低因應旺季產量所需的黑水虻養殖規模。



2



3



4

1 黑水虻幼蟲食量大能高效處理農業副產物
2 飼養塔內養至五齡的幼蟲
3 進入前蛹期和蛹期的黑水虻
4 以一般箱子飼養需每天用手翻動


5

因此處理時先將文旦皮切碎為小於 1 立方公分的顆粒，接續混合豆粕作為營養源，並加入市售 EM 菌種並密封厭氧發酵一個月後，用於飼養黑水虻幼蟲，此方式與直接餵食新鮮文旦皮的對照組相比，幼蟲餵食發酵飼料的生長情形明顯較佳，經測試幼蟲在餵食 4 日後，其體重為對照組的 1.5 倍，顯示厭氧發酵確實能提升文旦皮作為飼料的利用效率。因此，厭氧發酵可視為文旦皮儲存與預處理的有效方法，不僅能延長原料保存時間，還能在過程中透過微生物合成氨基酸、維生素等營養物質，使發酵產物在飼料用途上具備更佳的營養組成，一舉多得。

半自動化飼養黑水虻效能評估

轄內的黑水虻養殖產業，目前仍以傳統層架式養殖為主，其優點在於設備簡單便宜，但耗費人力。為節省人力時間，以市售旋轉式自動養殖塔飼養黑水虻並同時評估黑水虻在發酵文旦皮基質中的生長效能與去化能力。養殖塔由 4 層養殖槽、每層 9 小格組成，透過定時旋轉使基質與幼蟲均勻混合，減少飼養基質底部缺氧問題、提升操作效率並降低人工負擔。

※ 取食新鮮文旦皮與厭氧發酵文旦皮飼料的幼蟲生長效能對比

	餵食前幼蟲鮮重 (g)	餵食後幼蟲鮮重 (g)	幼蟲增重率 (%)	減少基質乾重 (g)
新鮮柚皮	20	31.63	58.17	11.17
厭氧發酵柚	20	46.03	130.17	9.40

※ 旋轉式自動養殖塔養殖效能重要指標

	30 幼蟲濕重 (g)	飼料轉換效率（濕重）(%)	飼料轉換效率（乾重）(%)
柚皮養殖組	2.32	25	30
標準配方飼料組	4.30	27	30

飼養時以每批次放入 9 克卵孵化出的 8 日齡幼蟲作為起始個體，並設定 12 日的養殖時間。在此期間，每日視各層養殖密度仍須投餵 0.5 至 3 公斤不等的發酵文旦皮豆粕基質，在採收蟲蛹前，幼蟲進行 3 日的降濕處理，以添加乾麥麩方式使飼料基質含水量降低至 55% 左右，成乾燥鬆散狀，以利震動篩分離蟲體與蟲糞。

評估整體生長表現，餵食發酵文旦皮基質的黑水虻幼蟲，整體生長速度略慢於餵食標準配方飼料 (50% 小雞飼料 +50% 麥麩飼養) 的對照組，採收時蟲體重量僅對照組一半。而兩組以乾重計算的飼料轉換效率（FCE）相當接近，均約為 30%，代表每公斤乾飼料投入，可轉換為 300 克乾蟲粉。顯示文旦皮基質在經過厭氧發酵後餵食黑水虻，雖蟲體生長速度較慢，但已具備可供幼蟲有效利用的營養組成。而以設備最大運載量推估全年處理能力，基質去化量可達 21,353 公斤，並可生產約 5,338 公斤幼蟲與 5,955 公斤蟲糞，此方式不僅能在節省人力下有效降低農業廢棄物量，亦能穩定產出具利用價值的黑水虻蟲體蛋白與蟲糞，是推動區域型循環農業的潛力工具。


6


7


8

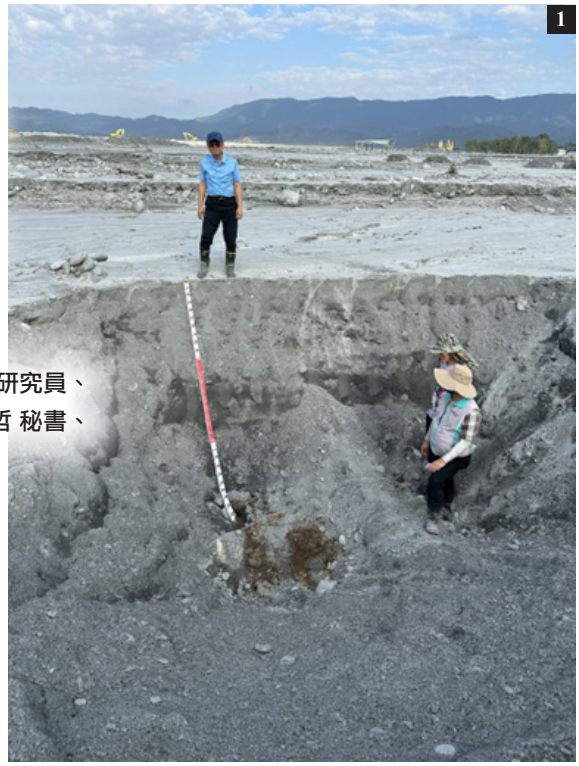
結　語

透過黑水虻分解文旦副產物，不僅能縮短堆肥時間、減少體積，還能把原本無法利用的果皮轉換成可再利用的資源，對推動循環農業、提升農場永續經營而言，具有相當大的潛力。接續將再以餵食文旦柚皮飼料基質的蟲糞和蟲體，進行農業上的應用或技術開發，以完善實踐循環利用，提供花蓮地區果園與加工廠「就地循環處理」示範，為農業永續提供具體可行的方向。

5 發酵柚皮與新鮮柚皮的餵養實驗
6 旋轉式自動養殖塔
7 投料餵飼養殖塔中的黑水虻
8 黑水虻幼蟲取食發酵文旦皮

馬太鞍溪溢流受災農地
土壤改良輔導推動
陪伴農友生產復耕的開始

作者：蔡依真 副研究員兼科長、
倪禮豐 副研究員、簡梓丞 助理研究員、
吳岱融 副研究員兼科長、葉育哲 秘書、
宣大平 副場長、楊大吉 場長
作物環境科
電話：(03)852-1108 轉 3200


1

前　言

馬太鞍溪溢流事件，造成花蓮地區廣大農地受災，對農民而言無異為沉重打擊，看著原本從事生產的土地被泥沙覆蓋，作物心血毀於一旦，本場會勘田區的同仁全都感同身受。而面對天災，我們不能只是被動承受。抱著「田地在，希望仍在」的理念，本場楊大吉場長、宣大平副場長與葉育哲秘書率土壤肥料研究室倪禮豐等研究人員，以及邀請國內頂尖土壤專家團隊，第一時間投入災後農地關懷與土壤改良輔導工作，盡全力協助農民，讓受災的土地重新恢復生機，早日迎來收成。

溢流事件對農地的實質影響

114 年 9 月 23 日樺加沙颱風造成馬太鞍溪堰塞湖災害，其中溢流河水夾帶大量的泥沙、石礫與雜物沖入農地，對受災地區的土壤和農作環境產生了多重且複雜的影響，大量的泥沙與石礫缺乏土壤有機質與土壤結構，農地表面覆蓋坋質土壤，排水不良與通氣性下降，影響作物根系呼吸。第一時間農民擔心重金屬或其他有害物質，但目前經本場與農業試驗所 (農試所) 檢測樣本，結果顯示土壤重金屬皆未超標。然，溢流後對於田區的耕作管理仍有其困難，包括石礫和垃圾清除、水源取得等，將妨礙未來的田間作業，影響曳引機、插秧機等農機具的操作。因此，必須透過科學、務實的改良手段，才能重新恢復地力，達到永續耕作的目標。

齊心協力：土壤改良專家團隊的輔導過程

面對這樣大規模且複雜的災情，本場立即採取行動，整合跨單位、跨領域的專業力量，為農友們擬定復耕策略。





一、快速集結土壤專家會診

同年 10 月 5 日，本場邀集農業部農田水利署 (農水署) 及農試所，特別委請經驗豐富的郭鴻裕組長（農試所退休）協助籌組「土壤專家團」。專家團隊成員包括：臺灣大學陳尊賢教授（退休）及許正一特聘教授、中興大學黃裕銘教授（退休）及簡士濠教授、宜蘭大學蔡呈奇教授等國內頂尖的土壤學、肥料學與環境科學權威，一同為花蓮災區田土把脈診斷。在技術支援方面，農試所團隊提供受災前後空拍圖及現地測量儀器設備，協助掌握全區的受災樣態。

二、持續深入田間，精確診斷受損情況

10 月 7 日至 8 日：在農水署協助下規劃了具代表性的現勘路線。土壤專家團和本場同仁們不畏辛勞，攜帶可攜式儀器，深入田間，親自挖掘超過 30 個土壤剖面，現場定位量測外來土壤層深度、石礫的分布狀況，這是決定後續翻耕、清除或客土均勻化的關鍵數據。經鑑定，多數受災土壤質地多為砂土及坋質壤土，並使用元素分析儀快速檢測各土層的微量元素濃度，確認重金屬含量均符合我國標準，故對後續復耕生產方面較無此方面之安全疑慮，也為農友們生產時提供重要關鍵資訊。10 月 9 日，本場召開內部專家會議，根據田間土壤資訊與檢測結果凝聚共識，擬訂出務實可行的土壤改良及復耕操作建議方案。

三、傾聽農民意見，共商復耕規劃

在光豐農會協助下，114 年 10 月 22 日我們邀請光復鄉 17 位農民代表座談，與農民們雙向溝通、瞭解大家復耕想法；10 月 27-31 日連續 5 天，本場研究人員參與由農水署主辦的農業復原重建座談會，親向農民報告土砂分析結果，並詳細說明復耕的建議措施，同步耐心聆聽、蒐集農友們的寶貴意見，讓土壤改良與復耕建議操作方案更能貼近實際需求。

四、設置示範田，務實試驗先行

本場於 114 年 10 月組成跨科室團隊，在東富、大安及水廣段等受災區域，針對不同淤土程度的農地，設置了不同樣態示範田，在冬季裡作試驗中施用足量有機質肥料後，優先處理農民有意願種植的蘿蔔、蕎麥、南瓜、野菜

1 災區田區土壤剖面
2 溢流造成農地受災情形
3 國內土壤專家集結共同會診


4


5


6

等適合在冬季種植的裡作作物，本場協助以無人機灑播蕎麥、利用白花三葉草及油菜等綠肥養護土壤、進行復耕試驗與示範，以最快速度恢復土地生產力，並觀察改良效果。115 年春作則進行栽培量產試驗，栽培玉米及大豆等雜糧作物，找出在田土改良後符合農民預期與經濟表現效益較佳的管理方式。

重建地力：農地土壤改良與復耕技術建議

根據專家的診斷與田間調查結果，我們為受災農地建議了一系列分階段的土壤改良技術建議。農友們可根據自己的受災狀況與需求，進行較有效率的改良處置，以下流程提供輕度與中度受災農民田區土壤改良與復耕參考：

一、田區整地處理

1. 田地如有垃圾散布，建議先行清除後，再進行田土翻耕。
2. 對於淤積深度 10 公分以內者，使用一般迴轉　即可與原本土層混合，再依原耕作習慣管理即可。
3. 淤積深度超過 10 公分以上但未達 20 公分內者，可使用圓盤犁或其他可達 30 公分深耕之犁具，將淤土與原本土層混合，再使用一般犁具整平，即可依原耕作習慣管理。
4. 中度受災田區 (20-50 公分)，可利用怪手將表面淤積坋土和原土層混合，搭配迴轉犁或深耕犁，先打破表面坋土不透水層，再進行後續改良操作。
5. 如田區有表層積水不退或含水量高的情況，則建議應先整地曬乾後再行處理上述作業。

二、土壤改良與復耕作物肥培管理

1. 由於淤積土壤偏鹼性，20-50 公分間的中度受災田區，因較難與原土層充分混合，建議以怪手將表面淤積坋土與原土層混合，每公頃可施用 1-2 噸硫磺，中和淤土的鹼性，再進行後續改良。
2. 有機質補給建議施用量為每公頃 20 公噸，施用品質優良、腐熟完全的有機質肥料或堆肥，可協助增加砂質土壤保水力，同時提供微生物養分，加速土壤團粒結構形成，改善通氣性，並緩慢釋放作物所需的營養元素，提升土壤保肥能力。
3. 搭配綠肥：在冬季裡作或春作，建議種植綠肥作物（如田菁、白花三葉草等）。綠肥不只可以增加有機質，作物的根系還有助於土壤團粒形成，進一步改善土壤的物理結構
4. 作物養分管理建議
   (1) 基肥：磷、鉀肥可以依照目標作物特性和土壤分析結果（本場可協助分析）適量施用。



(2) 氮肥：建議追肥少量多次施用，確保作物在生長過程中能穩定獲得氮素。

(3) 微量元素：雖然檢測結果安全，但新形成的砂土層微量元素仍有可能不足。可先藉由有機質肥料補充，或在作物生長中後期，若發現缺乏症狀，再透過葉面噴施補充。

結語：科學為復耕的強大後盾

本場建立災區農地土壤改良技術後，第一時間已於 114 年 11 月 25 日於光復鄉東富段辦理首場示範講習會，跟大家實地分享土壤改良過程與效果，現場參加農友非常踴躍，很多人關心農地改良當中可能遇到的種種挑戰與額外需投入成本，本場後續也因應農民反映意見，在不同受災農地測試不同工法，並在農業部指示下投入政府經費資源，由本場來推動農地一般受災區 (淤積 50 公分以下，約 380 公頃) 的「農業生產環境重建專案」，於 115 年 4 月 22-24 日在光復與鳳林已辦理三場「農業生產環境重建專案說明會」，向農民說明本場將各別針對輕度 (淤積 20 公分以下) 及中度 (20~50 公分) 受災農地進行大面積專案，目標為 2 年執行 300 公頃。

本場會繼續秉持著「在農民的需要上，看見自己的責任」信念，推動農地災後的土壤改良輔導。這不僅是本場研究人員的職責，更是我們對這片土地、對所有農友的支持。從現場勘查、科學檢測、專家會診、到設置示範田區，未來還有很長的路要走，雖然復耕之路充滿挑戰，但我們相信秉持科學專業，在以農民謀求最大福利與生產環境永續發展的前提下，花蓮區農業改良場將持續努力作為農民朋友最堅強的後盾。





4 本場與土壤專家團開會研議土壤改良可行方案

5 本場土肥研究室同仁於災區採樣土壤並關心農民復耕想法

6 本場組成跨科室團隊前往受災田區採土與討論復耕規劃

7 本場在光復災區辦理首場土壤改良技術講習會，農民反應熱烈

8 本場在災區辦理三場「農業生產環境重建專案說明會」，農民表示感謝

9 說明會中本場特別請族語老師翻譯重建專案內容，讓族人資訊不漏接



農民環境社會責任的探討及應用

作者：林正木 助理研究員、
陳佳利 研究助理
農業推廣科
農業推廣教育研究室
電話：(03)852-1108 轉 1960

前　言

企業社會責任（Corporate Social Responsibility，簡稱 CSR）在全球已推行多年，強調企業在追求利潤之餘，應積極回饋社會並分擔環保責任。事實上，基層農民亦是履行社會責任的核心力量；他們以大自然為生產基地，透過環境友善耕作守護土地、水源與生態，正是與企業並行的 ESG（Environmental, Social, and Governance，簡稱 ESG）精神實踐。近年來，農業部延伸 CSR 概念，推動「農業社會責任」（Agricultural Social Responsibility，簡稱 ASR），本文將以「環境面向」，引導農民將社會責任轉化為具體行動。這不僅帶動生產技術的升級，更展現了農業對社會的永續承諾，以及無可取代的環境價值。

農民可承擔農業環境社會責任

農業部參考 ESG 精神推動「農業社會責任（ASR）」，明確制定環培、社會、經濟三大面向及其評估指標。考量農民經營規模與實踐可行性，本篇論述聚焦於環境面向。透過將指標與日常生產技術融合，引導農民將耕作技術內化為「善盡義務」的態度，並歸納出六大實踐路徑，協助農民在永續浪潮中轉型升級，進而提升農業整體的社會價值。

合理化施肥與精準管理

農民應落實「合理化施肥」以守護土地健康。具體作法包含選擇對農地與環境危害較低的肥料品牌與種類，並嚴格依照推薦的劑量進行施肥，避免因過度投入造成浪費。同時，農民應定期檢測土壤營養元素的習慣，精準掌握



土地肥力狀況以適時調整栽培策略。這種科學化管理方式能有效降低資材成本，並防止肥料流失造成的環境汙染，落實對耕地永續經營的社會義務。

安全用藥與廢棄物回收

安全用藥是農民落實責任的重要環節。在施藥作業前，必須確實檢查噴施設備並穿戴完整的防護衣物，確保操作安全與藥劑精準投放。針對使用後的農藥空瓶，應嚴格執行「三洗」程序，即用清水反覆沖洗三次以避免藥劑殘留。最後，農藥廢容器必須與一般回收物分開裝袋再行回收，防止化學物質汙染農村生態，透過完善的廢棄物控管流程，降低農業生產活動對自然環境的負擔與潛在危害。

水資源節用與能源維護

農民應積極使用可再生資源，並致力於水資源的高效利用。針對節水需求，應加強運用噴灌、微灌或施用保水劑等技術，取代傳統的大水漫灌模式。同時，生產所需的灌溉水源必須維持乾淨，農民應主動巡視並維護灌溉系統，避免水源遭受化學藥劑或人為汙染物質侵害。透過優化灌溉設備與水源環境管理，農民





能確保在氣候變遷下穩定生產，並達成與周邊水系生態和諧共榮的環保目標。

土地管理與友善農耕

農民應具體落實合法土地開發，以維護水土保持。在耕地配置上，不應為追求居住便利而過度興建農舍或非生產設施，避免因建物零

1 農民透過不整地栽培技術 減少翻耕保護土壤團粒構造

2 農民種植原生野花 營造農田生物多樣性

3 滿江紅的強大固氮力 減少作物化肥需求

4 種植覆蓋植物 可增加果園土壤碳匯

散導致農地破碎化，不利於機械耕作與排水；應以便利耕作為核心，嚴格守法並拒絕違法開發。實務上應採行「友善農耕」模式，透過減少翻耕或保留田間植被守護地貌，提升土壤碳匯以應對氣候變遷，確保生產基地的完整與永續。

污染防治與酸化風險控管

農民應高度重視土壤酸化與汙染防治，確保耕地永續。使用藥劑前應確認其對酸鹼度及鹽化的影響，避免損害地質。因汙染常源於水、空氣或過度施肥，應建立環境監測意識，嚴防汙染物堆積。此外，農場廢水須經妥善處理後方可排放，避免二次汙染。透過嚴謹控管投入品並構築環境防線，能有效保障農產品質量與土地健康。

生態多樣性與土壤品質

提升生物多樣性是達成農業永續的關鍵。農民應採取不同作物輪作制度，並施用有機質肥料以幫助土壤微生物菌群的多樣性生長。同時展現學習熱誠，積極參加合理化施肥技術講習會，吸收最新的環境友善新知。在實務端，則應嘗試各種不同的土壤品質改善方法，因地制宜恢復地力。透過多樣性維護與技術升級，農民能建立穩定且強健的生產系統，落實農業對自然生態保護的社會價值。

農民實踐環境社會責任可採之技術

本場研發了多項具體技術，能協助農民透過調整耕作行為來保護土地、水源及生態，進而實踐農業社會責任。以下是可參考應用相關技術：

一、土壤保護與合理化施肥

1. 不整地栽培技術：透過減少翻耕保護土壤團粒構造，強化碳匯功能。實務上利用滾壓機將田菁等作物製成「草毯」，取代除草劑並調節土溫，結合自然固氮落實合理化施肥。搭配不整地播種能省工省油，提升抗旱韌性，達成生態與生產雙贏。
2. 精準合理化施肥；運用合理化施肥技術，農民可精準用肥，避免土壤酸化與水土污染。搭配溶磷菌等微生物資材，可降低化肥用量，不僅節省成本、提升品質，更能減少碳足跡，讓農耕轉向高效利用的永續管理模式。

二、減碳與氣候變遷因應技術

1. 水稻間歇灌溉：透過乾濕交替管理，模擬自然循環節水，並有效抑制湛水產生的甲烷排放。實務上經由分蘗期曬田強化根系活性，確保產量穩定。採用此低碳農法，能降低氣候風險，落實綠色經營價值。









2. 滿江紅綠肥應用：以滿江紅取代田菁，利用其強大固氮力減少化肥需求。此模式可改善土壤健康並減少溫室氣體排放。農民以滿江紅作為綠肥，可兼具減碳、省肥與提升土壤健康的效果，實現低碳農業。

三、生態多樣性維護技術

1. IPM 病蟲害綜合管理：利用黃色黏紙與精準防治技術守護土地生態，預防監測與生物防治，降低資材成本並穩定收益，積極回應消費者對安全農食的期待，並落實減藥政策，達成永續農業目標。
2. 草毯技術與綠籬棲地營造：運用草生栽培與營造昆蟲棲息，選育仙草等原生野花進行田埂植被，為天敵建立綠籬棲所並優化土壤結構。結合病蟲害綜合管理策略，減少農藥依賴與碳排，讓農民具體參與生物多樣性守護。
3. 生物防治輔助設施：架設「老鷹棲架」與「獨居蜂旅館」，利用黑翅鳶抑制害鼠，並吸引益蟲授粉與捕食害蟲。不僅可以減少藥劑依賴，將農田轉化為生態補償空間，實現棲地守護與產量兼顧。

四、資源循環利用技術

1. 循環農業資源轉化：盤點農田廢棄物，利用快速堆肥與炭化技術轉化為有機資材。炭化稻殼對土壤具中和酸性、增進保肥力等功效，應用於有機栽培能減少病害並增產，實現廢棄物資源化與永續經營。
2. 低碳產製與碳足跡管理：針對金針等加工熱點，導入生質燃料或綠能熱源降低能源碳排，並開發循環包材。農民積極參與碳盤查與減碳研發，從源頭落實低碳生產，提供消費者綠色選擇，履行永續責任。

結　語

農民環境社會責任的實踐已從觀念倡導落實為具體的技術應用。透過不整地栽培、間歇灌溉及 IPM 綜合管理等研發技術，不僅能有效強化土壤碳匯與生物多樣性，更從源頭落實減碳與資源循環。農民將這些友善環境的技術內化為日常耕作習慣，即是從單純的生產者轉型為環境守護者。透過前瞻技術引導價值重塑，讓農田轉型為兼顧生產與生態補償的綠色空間，農民在穩定收益的同時，更履行了對社會與未來世代的永續承諾，展現農業共榮發展的深遠環境價值。

5 架設猛禽棲架 抑制田間害鼠

6 設置獨居蜂旅館 吸引益蟲授粉與捕食害蟲

7 農民運用炭化稻殼，對土壤具中和酸性、增進保肥力等功效

8 農民選擇越橘葉蔓榕 適合作為水稻田埂地被植物



1

荷蘭瓦赫寧恩大學植物表型體影像分析研習心得

作者：張中行 助理研究員
蘭陽分場
園藝研究室
電話：(03)989-9707 轉 204

前　言：氣候變遷下的農業挑戰與表型體科技之崛起

隨著全球極端氣候對農業生產的影響日益顯著，產地對於具氣候韌性的作物品種需求逐漸提高。2000 年以來基因定序技術的突破性發展，研究人員已能快速取得龐大的遺傳資訊，但傳統的外表型 (即表型體) 資料收集仍高度仰賴人工調查，除過程緩慢、主觀且難以標準化外，成本也不斷提高。基因體學與表型體學發展上的落差，因而成為現代育種的瓶頸。為了解決此問題，自動化與高通量的表型體影像分析技術成為國際農業研究的熱門趨勢。為了解上述技術發展現況，筆者前往有歐洲生命科學領航者之稱的荷蘭瓦赫寧恩大學暨研究中心（Wageningen University & Research, WUR）參與「植物表型體影像分析」研習課程，期望將這些先進技術帶回臺灣落實於在地農業研究，以因應氣候變遷的挑戰。

全球農業創新重鎮：荷蘭瓦赫寧恩大學暨研究中心

荷蘭瓦赫寧恩大學暨研究中心（WUR）名列世界農業大學排名榜首，其研究聚焦於氣候調適、循環經濟與生物多樣性等永續發展目標，並長期投入影像分析與人工智慧的農業應用，具備先進技術與豐富的實務經驗。WUR







高度重視產學合作，不僅扶植新創團隊，跨國消費品公司聯合利華（Unilever）與荷蘭最大乳製品公司 Friesland Campina 等企業更在其校園內設立研發中心。這種公私協力、共享研究設施的生態系，使其成為全球農業專業人才進修的重鎮。本次植物表型體影像分析研習課程匯集了來自全球 12 個國家的專業人士，學員背景涵蓋官方研究單位、學術機構與私人農企業，透過跨國與跨領域的實務交流，共同深入探討影像分析與人工智慧（AI）在未來農業的加值應用。

無人機與多光譜：從大面積監測到微觀生理之解析

本次 WUR 研習系統性地教授多項先進的作物影像分析與 AI 應用技術，理論與實作緊密結合，主要涵蓋無人機、多光譜、3D 影像、機器學習並邀請業界分享目前產業現況。

在大面積田間試驗，無人機已成為現代重要科研設備，WUR 建置了極具規模的無人機研究小組，廣泛將技術應用於生態監測、農林業系統分析與作物性狀調查，例如曾利用多光譜無人機監測夏季綠肥輪作作物與土壤間的交互作用，藉此精準預測綠肥氮的供給量，以規劃最適當的輪作品種與模式。在實作課程中，學員們學習操作 Agisoft Metashape 軟體，處理藜麥品種比較試驗的田間空拍影像，透過正射影像轉換與模型建立，能夠自動化大範圍且精準估算作物的株高，有效取代傳統人工測量的高昂成本。

多光譜技術能捕捉肉眼無法察覺的光波反射訊號，掌握葉綠素、花青素或水分等化學物質的含量，進而發現作物的生理變化，是作物影像分析領域當前的顯學。課程中特別強調光源在多光譜分析中的關鍵性，建議研究人員應採用波長範圍較完整的鹵素燈作為人造光源，以避免因光源波長不均而導致反射光譜資料產生偏斜。此外，針對植物葉片因表面不平整而造成的測量誤差，課程也介紹了化學計量標準

1 本次研習課程學員合影 **2** 影像擷取理論實作課程
3 研習課程專題討論
4 荷蘭植物環境表型體中心（NPEC）







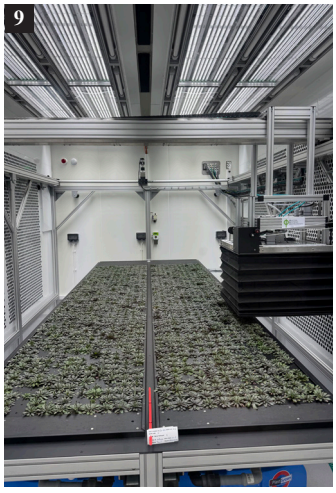
化（Chemometric normalisation）等創新校正演算法，以過濾這些干擾效應。在實作部分，學員實際分析阿拉伯芥在乾旱試驗中的多光譜特徵，學習如何提取光譜資料並評估不同乾旱時間對植物生理的影響。

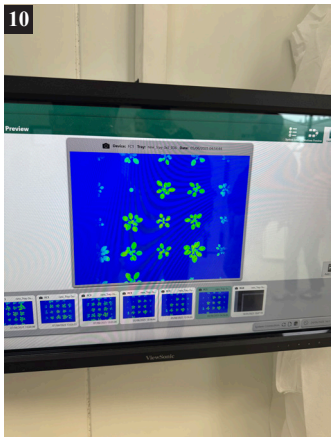
3D 影像與 AI 模型：強化科研品質與產學接軌

3D 影像技術能克服平面影像在分析時所面臨的葉片遮蔽問題，WUR 運用光達（LiDAR）、三角定位（Triangulation）及多視立體重建等技術，將作物轉換為空間座標數據，能更有效捕捉節間長度或花梗長度等複雜的立體性狀。然而 3D 影像資料通常極為龐大，且由於葉片數量遠多於莖部或花朵，因此資料通常具有不平衡的問題，會嚴重干擾機器學習模型的辨識準確度。對此，WUR 創新地導入生成式 AI 技術，透過 AI 擴增資料集，以協助複雜的 3D 影像標註工作。在實作部分，學員運用 Pytorch 深度學習模組，分析番茄幼苗的 3D 影像，並嘗試建立能夠精準分辨葉片與莖部的分割模型。

在業界的部分，課程邀請了先正達數位農業公司分享跨國農企業的產業觀點。目前實務上他們確實在田間試驗分析過程大量導入影像分析及 AI 技術，並指出利用擴散網路（Diffusion Network）能逐步迭代生成精準標註的高品質影像，雖然運算成本較高，但能顯著提升模型精確度。產業界也正開發孿生神經網路（Siamese Neural Network），期藉此客觀比對試驗處理組與對照組，消除人為判斷與環境變異的主觀誤差。他也分享該公司透過深度學習建立能夠精準辨識田間雜草的模型，搭載噴藥設備可降低 90% 的除草劑使用









量，展現出這些技術在維護農業環境永續上的潛力。

荷蘭植物環境表型體中心：高通量自動化國家級研究設施

研習期間，筆者實地參訪了設立於 WUR 內的荷蘭植物環境表型體中心（NPEC）。NPEC 於 2023 年開始營運，是具備先進高通量自動化軟硬體的作物表型體國家級研究設施。該中心共包含七大表型體分析模組，本次重點參訪了其中三項核心設施。

首先，溫室表型體分析模組由 4 個獨立溫室組成，具備精密的完全環境控制與自動滴灌系統，並配有龍門式或輸送帶式的影像擷取系統，能自動高通量地收集可見光、多光譜或 3D 結構等影像資料，有效減少人為操作成本及變數。

其次，該中心亦具備四座走入式生長箱模組，能夠自動化調控溫度、濕度、二氧化碳濃度以及光照，由一個生長平台及一座龍門式影像擷取系統所組成，目前以栽培阿拉伯芥等低矮作物為主，能夠自動化收集葉綠素螢光及可見光影像，並立即透過軟體分割影像及分析即時產出具科研意義的數據資料。

最後，在田間表型體分析模組部分，NPEC 開發了名為 TraitSeeker 的影像監測載具，能在農田中移動，以非破壞性方式標準化收集作物的田間影像。

結　語

本次赴荷蘭 WUR 研習，不僅系統性學習了先進的影像分析及 AI 技術，在將前瞻科技落實於實務研究方面，課程導師反覆強調了兩項核心科學觀念，深具指導意義。首先是「釐清命題的優先性」，在導入先進的技術前，研究人員必須明確定義出具體的目標與問題。若缺乏明確命題，盲目收集大量且無效的表型體大數據，不僅無法進行有效分析，更會造成研究資源與時間的損失。有些時候，傳統技術便能更有效解決的任務需求。第二是「跨域合作的必要性」，表型體影像分析技術絕非單一學科所能獨立完成，從栽培管理、影像擷取到模型建立與統計判讀，皆需不同領域的專家緊密溝通，唯有跨域協調方能將科技發揮最大綜效。放眼臺灣農業，農業部已於 113 年正式啟用國家植物表型體分析中心，期盼本次汲取的創新科技與務實經驗，能實際應用於農業研究，加速品種選育，提升科研效率，以穩步落實智慧與韌性農業的政策目標。

5 NPEC 溫室表型體分析模組
6 溫室表型體分析模組內藜麥試驗情形
7 溫室表型體分析模組內草莓試驗情形
8 溫室表型體分析模組內大豆試驗情形
9 NPEC 走入式生長箱模組
10 生長箱模組即時自動化影像分析軟體
11 田間表型體分析模組 TraitSeeker

青蔥蟲害管理
智慧農業科技來助攻

隨著農業科技數位轉型升級，智慧農業技術成為農友對抗病蟲害的新利器，本場與蜂巢數據科技 (阿龜微氣候)6 月 12 日於宜蘭縣三星鄉陳麗茹農友田區，辦理「甜菜夜蛾警示預測模型整合開發數位服務工具」技術推廣觀摩會，展示青蔥甜菜夜蛾蟲害預測模型應用及田間實務經驗成果。

本場有機農業研究中心林立主任表示，場內進行青蔥甜菜夜蛾發生趨勢調查，配合在地歷年氣候資料、蟲害發生周期與防治研究，與蜂巢數據科技合作開發這套預測模型與自動化蟲害管理系統，可預測未來 10 日蟲害可能造成的影響，並即時啟動防治措施。蜂巢數據盧安邦執行長也提醒農友，目前該資訊系統免費試用至年底，若有意購入者，農田水利署亦有相關經費補助。

本場楊大吉場長感謝多年來，農業部農業科技司、防疫檢疫署、三星地區農會等各單位與農友共同努力解決青蔥病蟲害問題，他期待透過青蔥病蟲害 IPM 整合管理，讓預防更勝於治療，讓青蔥產業健康永續。



▲本場與蜂巢數位科技共同舉辦甜菜夜蛾警示預測模型整合開發數位服務工具，目前系統可免費使用至年底

ISSN10277684
9 771027 768006
GPN:2008100099
115 年 06 月
1,500 本
工本費 30 元

PRINTED WITH SOYINK
行政院消費者保護會 全國消費者服務專線 1950
fb 粉絲團
歡迎來按讚
LINE
歡迎加入 LINE