



苗栗區農業專訊

第 105 期



土壤淨零碳排與植物保護

農業部苗栗區農業改良場發行
中華民國 113 年 3 月出刊 ISSN: 1561-2600
中華郵政苗栗雜字第 27 號登記證登記為雜誌交寄



健康植株產出之文旦



目錄

1	農地土壤自然碳匯管理技術	蔡正賢
4	減少水稻田甲烷排放之可行措施	林鈺荏
8	有機質肥料施用之功效	徐妤瑄
11	殺菌劑無效或藥效減退之原因及對策	劉東憲
16	草莓葉枯病介紹及防治方法	賴巧娟
18	草莓角斑病介紹及防治方法	賴巧娟 吳竝毅
22	文旦柚病蟲害防治技術介紹	張凱傑
27	電漿液於重要果樹病原防治之應用	鄭靜如、黃家姍 楊淳閔、許雅真 朱盛祺、林盈宏

發行人 / 呂秀英

總編輯 / 盧美君

審訂 / 朱盛祺

編輯委員 / 施佳宏、鍾國雄、賴瑞聲、朱盛祺
吳姿嫻、盧美君、鐘珮哲

執行編輯 / 楊美鈴、彭立宇

發行所 / 農業部苗栗區農業改良場

地址 / 363201 苗栗縣公館鄉館南村261號

電話 / (037) 222111

網址 / <https://www.mdares.gov.tw>

本場單一窗口服務

電子郵件 / mdares@mdares.gov.tw

農業諮詢服務 / (037) 236583

傳真 / (037) 221277、220651

展售書局 / 國家書店 (02) 25180207

五南文化廣場 (04) 24378010

GPN : 2008700208

ISSN : 1561-2600

農地土壤自然碳匯管理技術

蔡正賢（副研究員）

前言

氣候變遷是全球共同面臨的挑戰，為減緩全球暖化，各國政府陸續制定淨零排放策略，「淨零排放」並不等於零排放，而是指溫室氣體排放量與移除量達到平衡的狀態，即是在特定一段時間內，努力讓人為造成的溫室氣體排放極小化，再用自然碳匯等方法抵消。自然碳匯主要為森林、土壤或海洋碳匯等，其中土壤有機質既能提供作物養分，也能把碳存在土裡，是全球第二大的自然碳庫，對於氣候變遷的調適及減緩扮演重要的角色。農業系統每年都會有大量有機質投入土壤，有機質由 50% 以上的碳所組成，當土壤有機碳加入的速率大於消失的速率時便具有碳匯效益；但原本存在於土壤有機碳也容易因為管理不當，又分解成為二氧化碳而逸散至大氣，亟需透過有效的管理來促進土壤碳匯，以達成 2040 年農業淨零之目標。

農業操作與土壤碳匯能力

全球土壤的碳儲量大於大氣及植生的總和，土壤碳儲量小幅的增加，即可對大氣中溫室氣體含量降低造成顯著的影響，進而緩和氣候變遷的衝擊。目前全世界土壤碳儲量約為 24,000 億公噸，只要每年增加表土有機碳含量千分之四，就可抵消約 80% 每年大氣中增加的二氧化碳濃度，這就是著名的「千分之四倡議」。若以每公頃表土有機碳含量 50 公噸計算，千分之四相當於每年每公頃農地表土增加 0.2 公噸的碳匯。以國際研究資料來看，農地土壤碳匯能力很大，田間添加禽畜糞肥、沼渣沼液或施用堆肥，每年每公頃可增加 0.3~0.6 公噸碳；將作物殘體回田，每年每公頃可增加 0.3~0.5 公噸碳，而透過不整地栽培，不僅減少土壤有機質被分解，也避免土壤被沖蝕而導致的有機碳損失，每年每公頃土地可增加 0.2~0.3 公噸碳。

表一、不同農法或土壤管理土壤增匯速率（公噸碳 / 公頃 / 年）

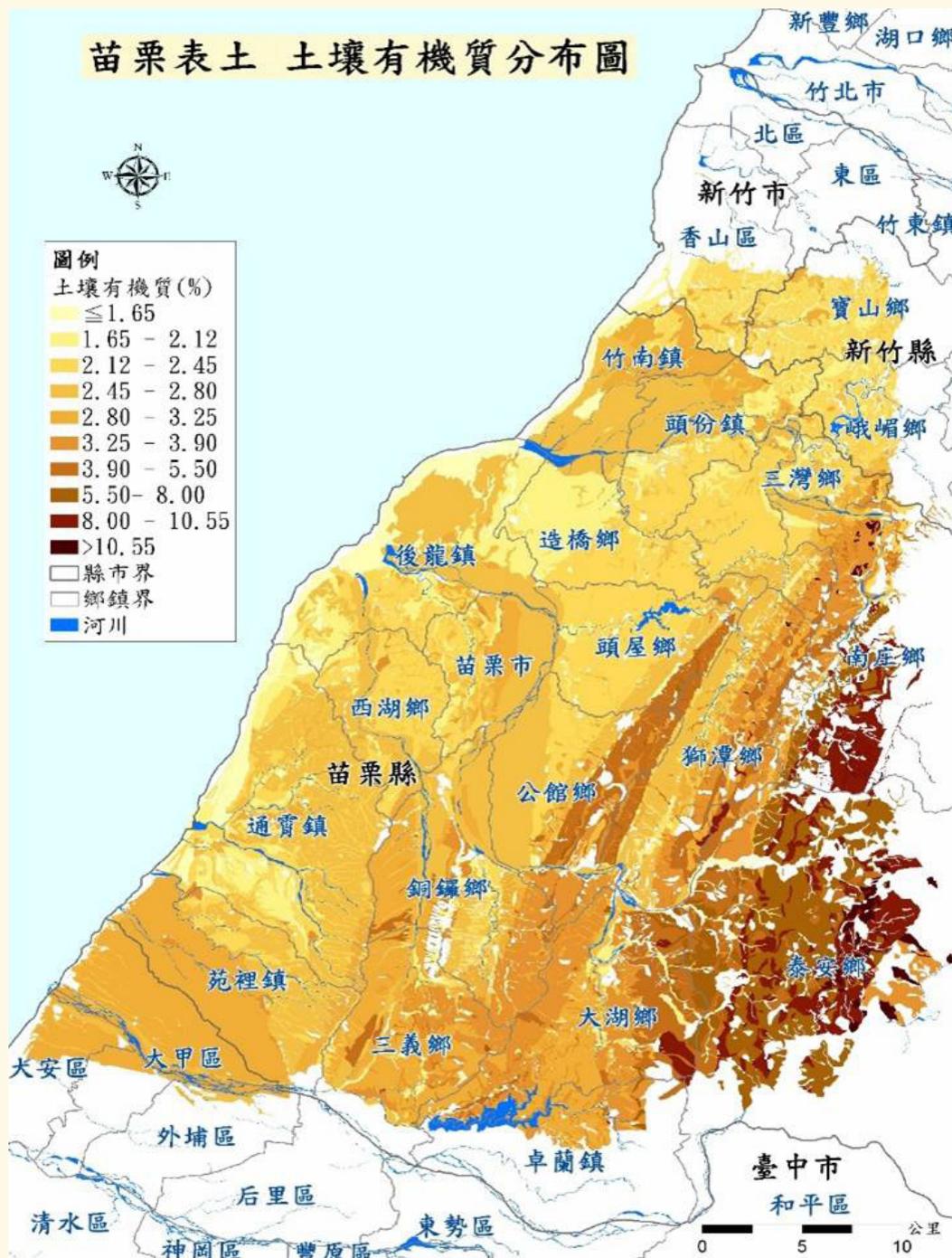
農法或土壤管理	國際	臺灣
添加有機物或施用堆肥	0.3~0.6	0.2~0.3
作物殘體回田	0.3~0.5	0.1~0.2
不整地栽培	0.2~0.3	--
水土保持式耕耘	0.25~0.5	--
地表覆蓋式耕作系統	0.1~0.5	--
農作轉牧草地	0.3~0.6	0.25
綠肥	--	0.05

資料來源：施雅惠、周孟群、陳琦玲。2022。氣候變遷下之土壤永續管理與增匯技術。土壤肥料推廣研發成果及氣候變遷下永續土壤管理技術說明會。（-- 原文無引用數據）

影響土壤碳匯的自然因素

土壤有機質含量受氣候、地形、土壤性質和植被類型等許多因子的影響。以苗栗縣為例（圖一），表土有機質最高的地方位於南庄鄉及泰安鄉等森林土壤，主要為溫度較低，且幾乎不受擾動，非常利於有機質儲存；

山谷間河道鄰近土壤，因河流沖刷或更頻繁的水分移動導致有機質流失。其餘農業區土壤，則因頻繁耕犁導致有機質儲量較低，而苑裡鎮等水稻耕作地區，由於水田可減緩有機質分解，土壤有機質可以維持在較高水準；沿海砂地土壤因黏粒含量太低，在相同的降



圖一、苗栗縣表土土壤有機質分布。（資料來源：農業部農業試驗所農業化學組）

雨、溫度及耕作制度下，無法形成良好的土壤團粒構造保護土壤有機質免於分解，因此有機質含量最低。

強化土壤保育作法

臺灣代表性農地每公頃表土有機碳含量約 28~38 公噸，土壤有機碳含量偏低，單位農地面積能增加的土壤碳匯量相當有限（表一），且根據長期試驗結果，土壤有機碳隨著時間達平衡後便不容易增加，後續的土壤增匯必須採取更有利土壤保育的作法，以盡可能留住土壤、強化土壤健康並增加土壤碳匯，主要有 3 原則：作物多樣化、減少土壤擾動及維持最大土壤覆蓋。

1. 作物多樣化：主要為透過輪作或間作，減少病蟲草害，降低風險，並有效使用作物殘質，增加土壤養分及有機碳等。
2. 減少土壤擾動：主要為透過減少耕犁，避免土壤密實及表層結皮，改進土壤構造，減少水蝕及風蝕，防止土壤有機碳的分解損失。
3. 維持最大土壤覆蓋：主要為透過草生栽培或前作敷蓋，降低土壤裸露並減緩土壤溫度、水分變化，防止地表沖刷，保持土壤肥力等。

本土碳匯方法學

促進土壤碳匯必須建立有效土壤管理技術，並根據本土的作物種類、耕作模式去進行調整。為了鼓勵農民能夠由慣行的耕作模式轉換成對於土壤保育的耕作模式，農業部正研擬適用本土之碳匯方法學，將各種可以增匯的耕作模式，例如減少耕犁 / 免耕犁、友善農法應用、草生栽培、肥培管理及以綠肥輪作等，整併成為單一方法學與應用範例，

後續農民則可透過實施這種方法學，增加土壤碳存量以取得「碳權」，提供交易給有需要的其他部門、公司企業進行抵換，進而增加農業與農民的額外收入。然而，這些耕作模式在不同環境與氣候下，其增匯的效益並非一致，必須透過第三方驗證方能取得碳權，還有下列事項必須注意：

1. 碳權是依據實施之後的土壤有機碳增加量來計算，現有的土壤有機碳量不算碳權。
2. 至少需要連續四年時間才能蒐集足夠數據證明土壤碳吸存。
3. 每件驗證費用高達數十萬元，且田間土壤碳量測的不確定性，故除非有足夠規模的專案場域，否則目前土壤增匯效益可能無法負擔驗證與定期查驗費用。
4. 由於申請碳權專案需要相當大的面積，且不同作物適用的操作方法顯然不一致，可能仍以大宗作物為主。

結語

農地土壤碳匯能力高，是農業淨零排放的重要手段，也是減緩氣候變遷的解方。促進土壤碳匯必須由廣大農地耕作者共同推動，而臺灣農友所擁有的平均農地面積僅約 0.5 公頃，為了鼓勵小農能夠配合，農業部正積極進行相關試驗研究，將各種可以增匯的耕作模式整併成為單一方法學，以供農友依循，並規畫整合大面積農地申請碳權專案，協助小農取得碳權收入。執行這些土壤增匯操作，同時也確保土壤的健康，或許這才是對於氣候變遷的最佳因應方式。

減少水稻田甲烷排放之可行措施

林鈺荏（助理研究員）

前言

因應氣候變遷嚴重影響著全球各產業運作及經濟，國家發展委員會於 2022 年 3 月 30 日舉行「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」聯合記者會，說明規劃 2050 年全臺灣溫室氣體的淨排放量為零（https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=DEE68AAD8B38BD76）。農業部門除畜牧業外，就以糧食作物的水稻種植面積最大，且經研究顯示，水稻田由於長期湛水，使厭氧微生物（甲烷菌）產生大量甲烷排放至大氣中（7~7% 來自水稻田）。而甲烷是造成全球化的主要溫室氣體之一，影響暖化的潛勢是二氧化碳的 27.9 倍（資料來源：IPCC AR6 政府間氣候變化專門委員第六次評估報告），而全球水稻田每年將產生約 20~150 公噸的甲烷。因此，若從水稻耕作體系著手，優先減少甲烷排放，相信臺灣農業部門的淨零排放目標期程可以提前。

本篇以科學期刊資料為據，說明 1. 移除稻稈 2. 施用生物炭 3. 乾溼交替間歇灌溉三種作法，監測甲烷排放之效果，並分析操作成本，提供農友減少甲烷排放之可行措施。

移除稻稈

一、作法背景

由於農村人口老化缺乏勞動力，因此稻農很少將稻稈另外蒐集應用，加上水稻栽培多以密集的兩期作方式，最終透過田中焚燒

方式，加快清除並將稻草混入土壤後整地，然而露天焚燒常排放有毒物質，例如一氧化碳、碳氫化合物、揮發性有機化合物和可吸入細懸浮微粒（PM2.5）影響空氣品質。於 2006 年訂「空氣汙染防制法」環保法規，並明訂燃燒稻草罰則，並推廣稻草掩埋技術，然而水稻種植前的作物殘體是田區重要碳源，可刺激土壤微生物活動，因此管理插秧前的稻稈翻耕還田操作，常會加劇土壤甲烷排放。目前以全臺 111 年水稻收穫面積 238,701 公頃來算，每公頃可產生約 3,437.5 公斤稻草，當年度即產生 820,534.7 公噸稻草，若換算稻草掩埋所產生的甲烷約 18.7 萬公噸。

二、減少排放之效果

2012 年 Bhattacharyya 等研究者在印度東部的熱帶地區種植水稻品種 Gayatri，並於插秧前將稻稈翻耕土裡，試驗的整期作維持水深 6 公分左右直到收穫前 12 天放乾，並統計整個生長期甲烷排放量差異，結果稻稈還田的作法甲烷排放量每公頃增加了 22.8 公斤，另外，在 2017 年北越南試驗的 Tariq 等學者，比較收割後稻稈全部還田與 60% 還田的甲烷排放量，其種植期間水分管理與臺灣相似，而最後以全部還田排放量較高（一期作每公頃 92.1 公斤；二期作每公頃 486.5 公斤），若減少稻稈還田，則一期作可減少 1.4 公斤／公頃的甲烷排放，二期作更減少 234.2 公斤／

公頃，可見移除稻稈對於減少溫室氣體排放是有幫助的。

三、操作成本

對於水稻栽培幾乎完全機械化的臺灣，移除稻稈於水稻栽培體系中屬於需增加成本的操作，然而除了人力捆紮之外，目前已有曳引機附掛式的稻草捆包機，且已有代耕業者普遍服務於全臺水稻主要產區，傳統人力於稻稈濕潤狀態，即捆紮並豎立田區曬乾，每分地 1 個人需要 8 小時完成，雇工 1 個人 2,000 元／8 小時；機械捆包每分地耗時 1 小時，代捆包 1 分地 800 元，兩者換算 1 公頃分別花費 20,000 元／人力及 8,000 元／機械，因此透過機械捆包可有效率的移除收穫後稻稈（圖一），達減少溫室氣體排放的效果。



圖一、機械捆包（上圖）與人工捆紮（下圖）稻稈之比較。

施用生物炭

一、作法背景

生物炭是有機物在厭氧環境下，經過高溫（300°C~900°C）炭化後的產物，具作物栽培有益的生物炭所炭化的溫度區間為 500°C~600°C，農田施用生物炭是變相地將二氧化碳固定到土壤中，由於生物炭具備長時間不被分解的特性（500 年~1000 年），因此這也是目前農耕操作中，將碳封存起來的最快方法，而且由於生物炭的多孔隙特性，不僅可改善土壤通氣性、提供甲烷氧化菌棲息空間、增加土壤甲烷氧化量而減少甲烷排放，更可吸收養分增加土壤保肥力改善土壤健康，若配合肥料使用，可以提高肥料利用效率，並減少浸出和揮發造成的養分損失，有提升作物產量效果。

二、減少排放之效果

2019 年 Towprayoon 等於泰國水稻產區進行田間試驗，並於插秧前施用 1 公噸／分地（約 0.5%）的生物炭，生長期間以湛水方式管理，結果生物炭處理的平均甲烷排放量為 237 公斤／公頃，比未添加處理 266 公斤／公頃減少了 29 公斤／公頃，另外，南韓的研究者 Kim 等，於 2017 年則於插秧前施用 2 公噸／公頃稻殼炭（約 0.1%）進行試驗，結果甲烷累積量比當地慣行的處理減少 53.6 公斤／公頃，因此添加生物炭在水稻栽培上，確實可減少甲烷的排放（圖二）。

三、操作成本

生物炭於臺灣市面上的價格及用量不一，價格從每公斤 20~30 元不等，用量則介

於 1%~10% 之間，而從前述其他國家的研究顯示添加 0.1%（200 公斤／分地）即可達到減少甲烷排放效果，換算成本每公頃至少需要增加 40,000 元。臺灣有關生物炭研究已行之有年，但由於目前製造方法仍無標準化規定且炭化料源也不一致，因此在挑選使用上應多加留意，若使用來源或製程不明之炭，反而容易使農田發生重金屬及有毒化學物質汙染。



圖二、稻殼炭之外觀（上圖引用自 <https://www.newsmarket.com.tw/blog/85967/>）與竹炭（下圖）施用於田間狀況。

秧苗期排水或間歇灌溉

一、作法背景

由於甲烷是厭氧土壤條件下有機質分解的最終產物，因此水稻田的水分管理，是針對甲烷排放最常研究的主题。許多研究表明，在水稻生長期透過期中排水或間歇灌溉，可以中斷土壤還原狀態，進而減少甲烷排放，此操作也有其他好處，包括減少無效分蘖、降低硫化氫等有毒物質釋放、防止缺氧導致根腐病及減少用水量。

二、減少排放之效果

丹麥哥本哈根的研究團隊 Islam 等，在 2018 年比較不同灌溉方式的水稻甲烷排放量，其中一種灌溉方式與臺灣習慣的曬田管理方式類似，其甲烷排放量為 121 公斤／公頃，另外兩種灌溉方式，除了曬田排水之外，增加了插秧後排水 3 天及插秧後排水 7 天的試驗，相對的甲烷排放量為 54 公斤／公頃及 22 公斤／公頃，而於 2021 年印度的 Cowan 等研究者將水稻分成持續淹水及間歇性淹水 2 種灌溉方式進行處理，最後，間歇性淹水的甲烷排放量比持續淹水少了 2.6 公斤／公頃，可見單純透過灌溉管理，即可減少水稻田的甲烷排放。

三、操作成本

臺灣各地水稻栽培都有曬田習慣，因此相較其他習慣長期淹水栽培方式的國家，甲烷排放量已經減少，若是能更進一步精準管理水分，除了減少溫室氣體排放量，更達到節約水資源效益，而水稻種植期間的灌溉水，幾乎都來自灌溉溝渠，除遭遇如 2021 年全臺灣發生的嚴重水資源缺乏事件外，灌溉水源成本幾乎為零，唯需多負擔巡田交通燃料費，

因此臺灣水稻田若要減少甲烷排放，水分管理算是最容易操作的方法。近年稻作智慧技術發展中，利用水分自動監控及遠端手機操控等，可以取代傳統巡田作業，惟其成本目前屬偏高，且受現場灌溉溝渠條件的需求標準限制，尚待未來相關研發的努力。

結語

近年氣候變遷導致天候異常越顯頻繁，使減少溫室氣體排放成為改善困境的目標，其中農耕生產雖非主要排放源，但透過簡單的操作改變，即有減少排放之效果，其中又

以水稻的種植面積最廣，若全體執行相關減少排放措施，對於減少甲烷的排放量將很可觀。本篇探討的減排措施以稻稈移除減排效益最高（表一），可推薦為減少水稻田甲烷排放的栽培措施。目前國際間關於減少水稻田甲烷排放的科學報告不下百篇，本文僅呈現少數報告結果，目的為傳遞減少溫室氣體排放之可行做法，由於農田溫室氣體排放明顯受到氣候、翻耕、施肥方式、肥料種類、土壤母質等影響，因此相關減量數值僅供趨勢參考，並非絕對。

表一、減少水稻田甲烷排放之成本效益分析

項次	措施內容	增加成本 (元)	減少甲烷排放量 (公斤/公頃)	減排效益 ^a (%)
1	稻稈移除	8,000 ^b	128.5	1.60
2	施生物炭	12,000	41.3	0.34
3	秧苗期排水或 間歇灌溉	2,000 ^c	26.2	1.30

註：^a 減排效益：減少甲烷排放量 ÷ 增加成本 × 100；^b 以機械捆包為例；^c 交通燃料：1,000 元 × 2 期作。

有機質肥料施用之功效

徐好瑄（卓蘭鎮農會 儲備植物醫師）

前言

土壤有機質係指土壤內含碳的有機物質，由處於不同分解階段的動物及植物殘體組成，臺灣地處高溫多雨區域，土壤有機質分解快速，因此臺灣農田之土壤有機質含量多在 2% 以下，普遍偏低。為改善土壤地力，施用有機質肥料為最有效率之方法，亦可增加土壤碳匯來平衡人為所釋放多餘的二氧化碳，但市面上有機質肥料種類多樣且品質參差不齊，本文將依序為讀者介紹如何選用。

淨零排放

2015 年聯合國氣候變化大會 (COP21) 因應全球氣候變遷問題，提出「千分之四倡議 (4 per 1000 initiative)」，意指若每年表層土壤增加 0.4% 的碳儲存量，可平衡人為排放大氣中二氧化碳的含量，將農林地土壤視為減緩氣候變遷的解方，2021 年臺灣提出 2050 年淨零排放的目標後，2022 年農業部門也宣示在 2040 年將提前達成農業淨零排放，包含減少溫室氣體排放 50%、建立農林漁畜低碳永續循環場域、農業綠能發電等多項執行目標。

何謂土壤碳匯

碳匯 (carbon sink) 為二氧化碳的吸收儲存碳庫，土壤碳匯係指植物生長過程中，利用光合作用將大氣中的二氧化碳固定成有機物質進入到植物體，再藉由植物埋入土壤的過程中，將這些有機質沈積於土壤裡，最終成為難以再被分解的腐殖質 (humus)，因此又稱為「種碳」，其中包含種植綠肥作物、施用有機質肥料、增加地表植被、使用生物炭及減少耕犁等方式，都有助於增加土壤碳匯。

有機質肥料種類

一般市面上將調製後的有機資材及堆肥統稱為有機質肥料，依政府肥料種類品目及規格規範，有機質肥料編列在肥料品目 5，品目編號由 5-01 至 5-15，詳細規範可自農業部肥料種類品目及規格修正規定中查詢（表一）。另品目 6-05 雜項複合肥料，其主原料為化學肥料添加有機質而成，常與有機質肥料搞混，本質上屬於化學複合肥料，在此特別說明。

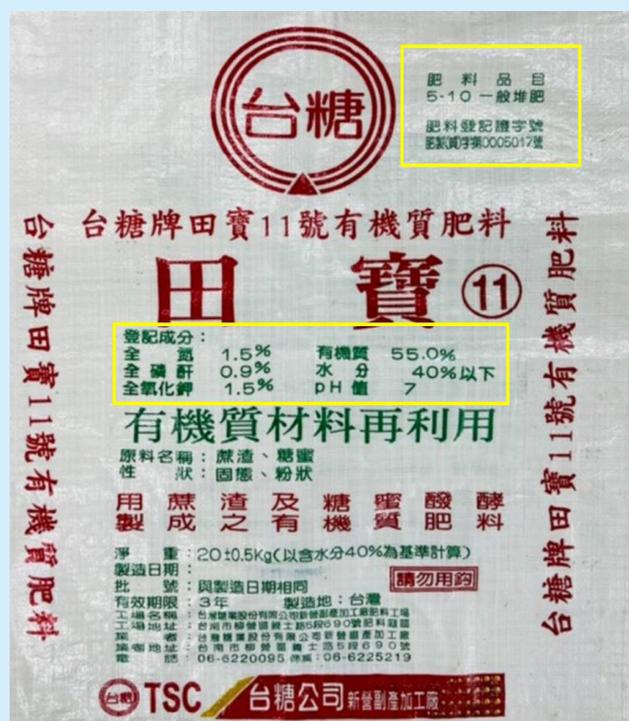
表一、有機質肥料登記品目

肥料種類	登記品目	備註
植物渣粕肥料	5-01	粕類
副產植物質肥料	5-02	如啤酒渣
魚廢渣肥料	5-03	如魚骨粉
動物廢渣肥料	5-04	如動物下腳料
副產動物質肥料	5-05	僅一產品登記
乾燥菌體肥料	5-06	臺灣無業者登記
氮質海鳥糞肥料	5-07	臺灣無業者登記
雞糞加工肥料	5-08	生肥
禽畜糞堆肥	5-09	腐熟堆肥
一般堆肥	5-10	腐熟堆肥
雜項堆肥	5-11	腐熟堆肥
混合有機質肥料	5-12	生肥
雜項有機質肥料	5-13	生肥、可添加化肥
液態雜項有機質肥料	5-14	液態、可添加化肥
液態有機質肥料	5-15	液態

登記肥料之選用

農民在選用肥料時應注意肥料包裝上之肥料品目及成分含量（圖一），選用有肥料

登記字號經合格檢驗的肥料，然農民因成本及便利性考量，選用市售無登記之有機資材自行混合後使用，生雞糞也因價格便宜而被大量使用，未經登記的肥料混合後養分含量未知，易使氮素過高，禽畜糞含有來自飼料添加物的成分如銅及鋅，長期施用會增加土壤重金屬的累積，未經檢驗之禽畜糞易有大腸桿菌及臭味，易吸引蒼蠅並造成土壤汙染，未經腐熟之肥料易造成燒根及根缺氧問題。



圖一、肥料包裝及成分含量。

有機質肥料功能及使用方法介紹

一、提供養分型

有機質肥料在土壤管理上，依功能區分為養分供應及土壤性質改善，常見有機資材種類及特性如表二所示。豆粕類（高氮）、植物性灰分（高鉀）、動物性骨粉（高磷）等有機資材，和有機質肥料品目 5-01 至 5-05、5-08、5-12 及 5-13，此類有機質肥料蛋白質含量較高且碳氮比低，易被微生物分解釋放養分，礦化速率較快，有些造粒後以兼顧緩效與速效，供

應作物養分能力佳，但土壤有機質累積效果較差，依土壤溫度和水分狀況不同，持續時間為幾周到數個月，對提高土壤有機質含量助益不大，且會釋放有機酸，長期過量施用會導致土壤酸化，可單獨使用或經調整比例、水分含量及造粒與否後混合使用。

表二、常見有機資材種類及特性

功能	種類	特性	舉例
提供養份	粕類	高氮	黃豆粕、大豆粕 花生粕、苦茶粕
	植物灰分	高鉀	草木灰、菸草粉
	其他	含氮磷鉀	米糠
	骨粉魚粉	高磷	魚骨粉
	禽畜糞	含氮磷鉀	雞糞、牛糞、豬糞
土壤改良	植物殘體	高碳 (粗纖維)	枯枝落葉、稻稈 椰纖、泥炭 菇包廢棄物 花生殼、蔗渣

養分型有機質肥料因未經腐熟，施用到土壤後，微生物會大量生長、消耗氧氣分解資材而產生熱能，需注意燒根及根系缺氧問題，短期葉菜類或蔬果作物作為基肥建議於栽種前兩周提早拌入土中施用，果樹類則於冬季休眠期以條施或穴施於土壤中，直接施用在表土上易造成浮根問題，若需作為追肥使用忌與植物根部直接接觸，以免發生肥傷。其中品目 5-08 雞糞加工肥因新鮮雞糞本身偏鹼，遇水容易發酵並產生氨揮失，逸散的氨氣會造成植株地上部燙傷。此外果樹類若早期施用過多豆粕類有機質肥料容易導致後期落果及爛果，依據不同氮含量及作物需求建議每分地使用 200~400 公斤，並減少化學氮肥施用。

二、土壤改良型

改善土壤性質以粗纖維有機資材如稻稈、菇包廢棄物及花生殼等，和有機質肥料品目 5-9、5-10 及 5-11 腐熟堆肥，此類有機質肥料養分含量低且碳氮比高，較難被微生物分解，礦化速率低，分解速率一般都超過一年以上，於土壤存留時間較久，土壤改良效果佳，提供養分效果有限，有機質肥料與化學肥料優缺點比較如表三所示。

表三、有機質與化學肥料優缺點比較

種類	有機質肥料	化學肥料
肥效	緩慢	快速
養分含量	較低	較高
土壤效益	改善通氣排水	無益
土壤微生物	多樣性增加	多樣性減少
土壤碳匯	增加	無益
登記品目	5	1、2、3、4、6

使用土壤改良型肥料，每公頃表土 20 公分深之土壤，增加 1% 有機質需添加 20 公噸之粗纖維有機資材或堆肥，依使用種類不同，每分地用量約 600~2,000 公斤，短期作物可於休耕期將有機質肥料以中耕機翻入田裡後再做畦，果樹類於秋季以條施開溝埋入土中，若直接施於表土上，則無法達到土壤改良效果，腐熟堆肥使用時不需等待期可直接栽種，使用新鮮資材則建議提早 7 天施用，農友亦常直接利用田間殘留之枯枝落葉，因碳氮比過高，分解時長較久，較少單獨使用，通常製成堆肥使用，單獨使用時須盡量打碎或灰化以增加分解表面積。

三、液態有機質肥料

品目 5-14 及 5-15 為液態有機質肥料，有

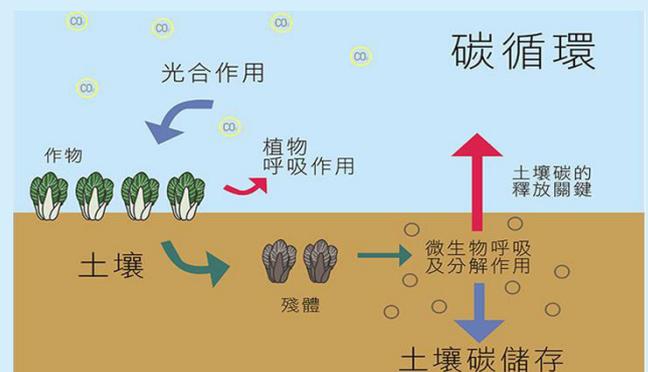
些產品含特定微生物發酵物，因養分釋放快速，可促進作物生長，常做為追肥使用，如糖蜜、海草精、奶粉、大豆蛋白等混合而成，含有多種養分及微量元素，一般市面上以營養液販售居多，使用上依產品建議倍數稀釋後均勻噴灑於植株上或澆灌於土壤中。

土壤碳匯與有機質肥料之關係

有機質肥料屬於農業資材循環再利用的部分，利用堆肥化或是再加工過程，將農業剩餘資源製成有益作物生長的肥料，除可減少傳統農業剩餘資源焚燒過程中所產生的二氧化碳，亦可將農業生產過程所產生的有機物質回歸到土壤中，屬於碳循環（圖二）的一部份，因此施用有機質肥料可增加土壤碳的儲存。

結語

市面上有機質肥料種類琳琅滿目，農民選用肥料時，應注意肥料品目及成分含量，適地、適時、適量施用有機質肥料，既能提供作物養分，也能把碳儲存在土壤，可有效平衡大氣中過多的二氧化碳，然而不當施用有機質肥料亦會造成作物及土壤負面影響，可配合種植綠肥作物、果園草生栽培及微生物肥料等方式來協助增加土壤碳匯。



圖二、碳循環示意圖（引用自慈心有機農業發展基金會網站）。

殺菌劑無效或藥效減退之 原因及對策

劉東憲（助理研究員）

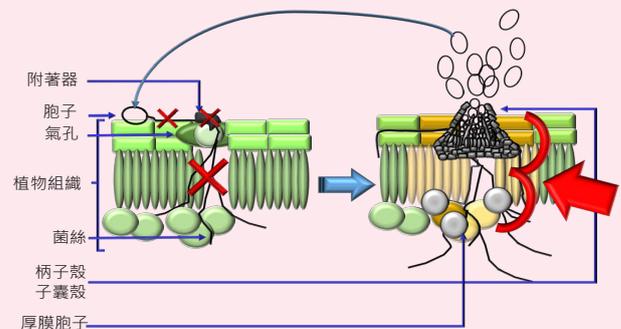
前言

國內核准登記使用殺菌劑，絕大多數功用在於殺死病菌或造成靜菌作用來抑制病原發展，減少病菌數量進而降低感染率。為減少農產品濫用情形，殺菌劑於核准登記前，需經過3場以上田間藥效完全試驗，證實可顯著減少病害，並完成其他必要流程，才有機會通過審查，取得許可證登記為特定作物及單一特定病蟲害防治用藥（§ 農業管理法第十條；第十五條）。但農藥在田間試驗驗證時，常倚賴「自然發生病害環境條件」，經過長期觀察病勢、調查發生率，研發者才能掌控用藥之時機，若非自然發生時，就必需仰賴人為創造類似環境，誘導病害發生，再投藥試驗效果。適合發病的環境條件前提，是殺菌劑使用時機、效果的關鍵，尤其是近年來氣候的條件改變，更是使許多殺菌劑難以發揮成效。本篇分析各種殺菌劑無效或藥效減退之原因，輔以實際案例解說，能提供農民更合理運用殺菌劑或是其他調適作為，發揮病害的控制。

一、錯失用藥良機

農藥很少像其他產品有使用說明書，藥物難以發揮藥效，錯失良機絕對是最常見的原因，如藥效試驗證實已有效，適用時機是在發病前預防性投藥者，卻等發病後才用藥常無法達同樣藥效，另在冬季休眠期，病原菌常形成厚實耐逆境型態的厚膜孢子、子實體如子囊殼、柄子殼，都是對藥劑很強的抗性結構，又是埋入土中或植株殘體中，菌體不容易碰觸噴灑的藥劑難有成效，所以一般

農藥並不建議在冬季使用，但民俗偏方常認為此時病原菌構造最脆弱，選此時大量對植株、果樹洗藥，反而忽略真正雨季來臨前，陣雨才是孢子散發萌芽關鍵時期，讓殺菌劑能達到抑制孢子發芽的功效（圖一），如柑橘黑點病防治，可參閱{苗栗區農業專訊第97期-柑橘黑點病的健康管理技術}一文。

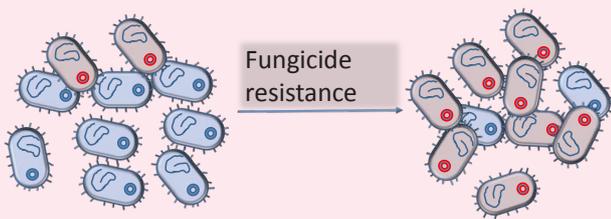


圖一、殺菌劑的功能為抑制菌體孢子發芽、附著器形成、菌體生長（紅色叉X），對於柄子（子囊）殼、厚膜孢子高環境抗性構造則難有效果（紅箭頭↘）。

二、抗藥性

此項是大多數人認為藥效無效原因，忽略必須有一定的條件才稱得上抗藥性：在同一病害在連續使用相同作用機制藥劑情形下，並與藥效試驗相同環境條件及相同使用方法，防護力隨藥劑使用頻率逐漸降低，並且從發病的植株下可分離到有對該藥劑非感受病原性病原（圖二）。在氣候環境日漸暖化下，有助於病原菌加速繁衍及基因重組，讓抗藥性問題更趨嚴重。若是在不同條件下使用而造成藥劑無效，便不能逕直認定為抗藥性產生，還需視藥劑在該環境使用是否合宜、分離出的病原菌是否真具有藥劑抗性等一一釐清。為避免抗藥性產生，現在藥劑都有根據殺菌

劑抗藥性行動委員會 (FRAC) 將農藥作用機制分類，參考個別病害研究報告，選擇輪用其他作用機制的登記用藥，但為避免藥劑殘留，輪用方式可參考 { 苗栗區農業專訊 101 期：現行農作物農藥殘留檢驗簡介及降低農藥殘留違規管理策略 } 一文內容，增強對病害的防護力。



圖二、抗藥性菌體本身存在於病原菌群體中，連續使用同樣殺菌劑選汰下會讓抗藥性群體增加。

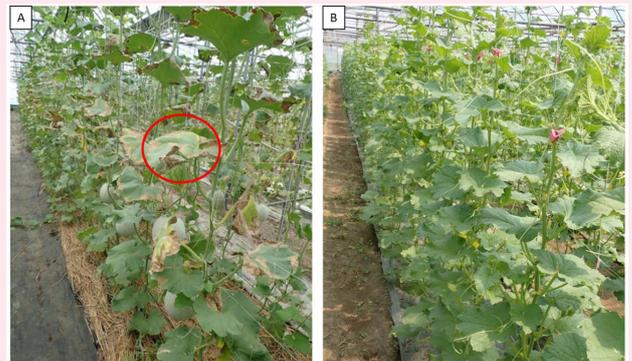
三、同病原菌但病害發展成因不同

雖然是同樣作物上有同樣病原菌，但病害發病條件如傳播方式，不同於藥效試驗有效時的環境條件，效果常見不如預期。例如瓜類露菌病自然發生環境條件為風和雨水噴濺傳播孢囊，造成植株間的葉部感染形成病斑，病斑處可見孢囊，所以核准登記藥劑最佳的使用時機是在雨季前，才有利於病害控制。

案例 1：設施內洋香瓜葉緣感染傳播的露菌病：不同於露天遭遇雨水噴濺的傳播環境，此案設施內孢子傳播的水分源自葉緣的泌液作用，泌液在水份蒸發後還形成高滲透壓溶液，造成葉緣細胞受損形成傷口，因泌液提供病原菌所需水分，又加上傷口導致更容易感染，多次使用登記用藥無法控制露菌病發展（圖三 A）。由於泌液現象是由於灌溉過甚導致土壤長時間潮濕所致，在輔導灌溉技巧後，沒有葉緣的泌液現象，隔年種植洋香瓜已不見露菌病發生（圖三 B）。

案例 2：設施內洋香瓜、美濃瓜葉部病斑均勻分布的露菌病：此案和核准登記藥劑都

是同葫蘆科作物與露菌病，但是發生條件是因為農友過度使用液態肥料葉面給肥，且高頻率的提供，如此一來完美地在設施內為病原菌提供養分和水分供給，發生樣態仔細觀察並不同於前兩者，病斑是均勻分布於葉上下表皮，病斑有不同發展大小（圖四）。農民同樣表示使用核准登記藥劑仍沒有減少趨勢。過度使用液肥的葫蘆科葉片，會比正常葉片更加肥大，葉片就像得了肥胖症，內部養分也不平衡。這發病解決僅需指導以土壤給肥技巧取代葉片高頻度液肥方式，能一併減少葉片養分過度吸收問題，正常以土壤給肥的田區並沒有露菌病問題（圖三 B）。



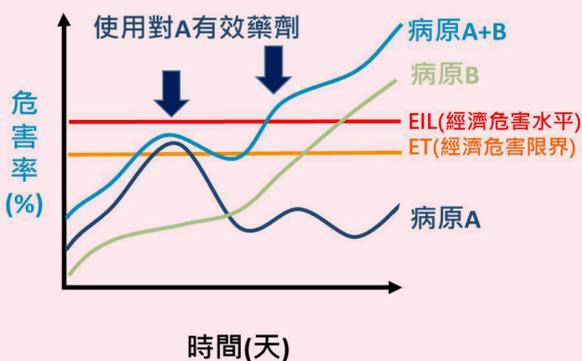
圖三、洋香瓜葉片常有泌液作用並形成焦枯造成露菌病從葉緣感染 (A)；指導澆水灌溉技巧後隔年種植大幅到減少泌液作用，已無再發生露菌病 (B)。



圖四、高頻度噴灑葉面液肥造成設施內甜瓜葉片上露菌病孳生。

四、農藥僅針對特定害物目標

多種病害造成症狀加劇，一種農藥核准登記試驗僅是對單一病原引起病害的控制，並非都能同時對抗多種病菌。常見同時複合感染多種土傳性病害，像是蔓割病、青枯病、疫病、腐霉病、立枯病、白絹病、菌核病、黑點根腐病、根瘤線蟲等，但殺菌劑未經試驗評估不能逕自斷論兼防效果，尤其是病原菌的種類、感染條件不一樣的時候，造成病害常是複合感染樣態，藥劑若無法抑制別的路原菌，病害仍接續發展，即使用了殺菌劑，依然是呈現病情（綜合危害率）越來越嚴重狀況（圖五）。



圖五、多種病原菌複合感染時殺菌劑僅對其中一種病菌有效，整體危害情形仍是增加。

五、起因非病菌造成

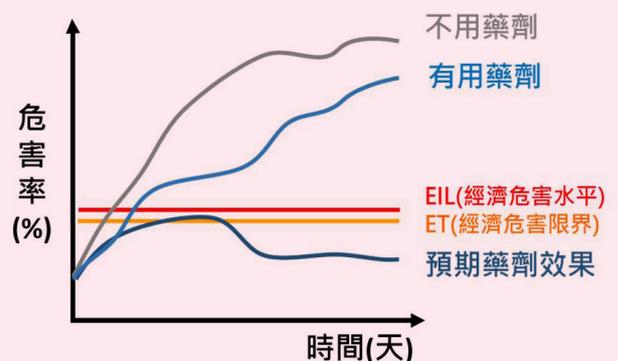
有些觀點很多會將與病原菌同時存在的症狀認定是病原菌導致，但對於大多兼營寄生的伺機性病原，如镰孢菌 (*Fusarium spp.*)、疫病菌 (*Phytophthora spp.*)、白絹病菌 (*Athelia rolfsii*) 需作物累積一定的創傷才容易侵入，但殺菌劑是針對抑制特定病原菌發展而不是使傷口癒合，對於創傷發展僅能治標不能治本，受傷程度是防治病害傳播的關鍵，例如瓜類因水分壓力變化過大莖基部維管束破裂產生蔓割表徵（圖六），易成土傳性病原菌侵入點，又如美濃瓜的果臍開裂（圖七A），或洋香瓜

自然裂紋（圖七B、C）傷口太晚癒合感染易造成果腐，而提升癒合速度減少病果的關鍵不是靠控制病菌的殺菌劑，而在於同時掌握滲透壓平衡與植株的活力的栽培技術。

六、防治效力不符合預期心理

田間病原密度太高時，殺菌劑靜菌或殺菌能力非 100%。因此當田間已充斥大量病原菌時，勿期待殺菌劑效果，只能發揮顯著效果，但無助於解決病害問題，案例如：

1. 木瓜連作造成疫病菌大量滋生問題，形成連作障礙，困擾夏威夷 30 年，最後是以無病土（處女土）培養木瓜苗根系健全，也大量降低與疫病菌的接觸機會，成功克服病害問題，而不是用殺菌劑。
2. 臺灣芒果外銷因果實炭疽病退貨，以催熟後果實抽驗發病情形，殺菌劑僅有減少病斑效果，但外銷果不能存在任何病蟲，故經濟危害水平相當嚴苛（圖八），最後是農業試驗所發表幼果期套袋技術，解決此病害問題。
3. 不斷連作或未清除病果、枯枝的田區，因為孳生的病菌量太大，造成作物的流行病外，殺菌劑也難有抑病成效，清除孳生源才是病害防治的關鍵。



圖八、有用殺菌劑但是病原菌量太大，或是外銷要求的危害水平嚴苛，效果不如預期。

七、診斷錯誤

類似病症由其他原因造成，不是殺菌劑防治目標是無法解決問題的，許多病徵相似度高，例如常見農民葫蘆科將葉斑認成露菌病，像是小黃瓜苗期因根系障礙吸收不良所引發的生理性缺鎂症，苦瓜的葉斑病（圖九），都不是露菌病，所以用核准登記於露菌病藥劑無法解決該問題，尤其是氣候影響下的複合型態類似問題很多，需要正確觀察與診斷再針對問題改善。

八、非採收部位的老化病害

採收後的葉齡老化後才發生病害，因為影響的是下一年度採收，殺菌劑作用於非採收部位之病癥，但對於經濟產量都欠缺直接

有利的評估，如綠竹銹病，綠竹母竹葉片老化後才感染，僅造成葉片上影響，殺菌劑也不能延緩葉片老化發生，葉的銹病在竹筍多收成時才開始發生（圖十 A），由於新的母竹不感染，因此經濟危害水準 (EIL) 容忍度極高，難證實藥劑對於下年度竹筍產量增益效果（圖十 B）。

結語

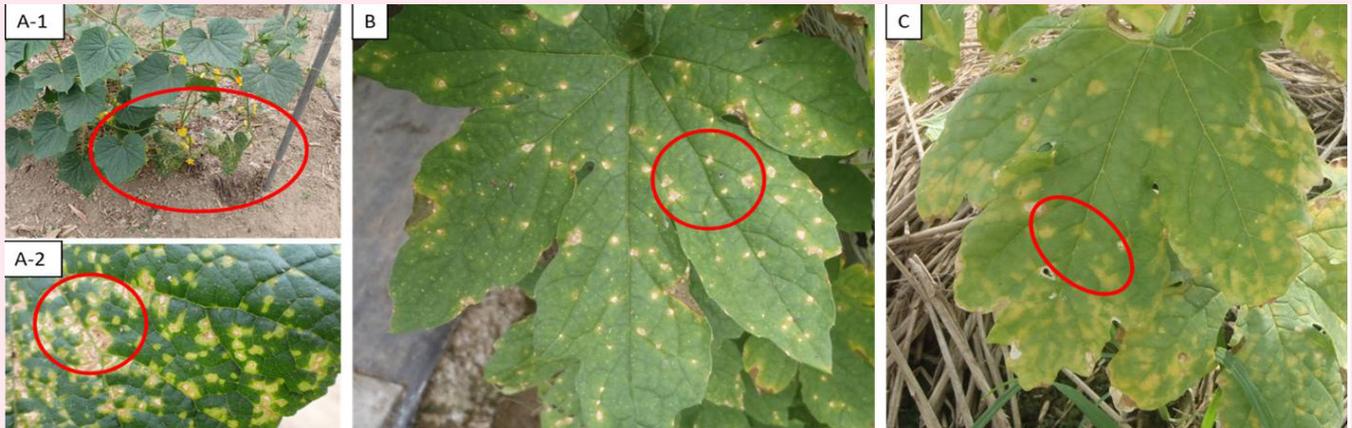
造成殺菌劑效果不佳的因素罄竹難書，大部分農藥知識著重於作用機制和使用對象，對於使用條件少有完整描述，緣自於很多農民對於作物病害僅停留在想知道發生什麼病？要用什麼藥？如此單向思維的 SOP 邏輯在氣候變遷的環境中加上田間複雜情形，讓病害



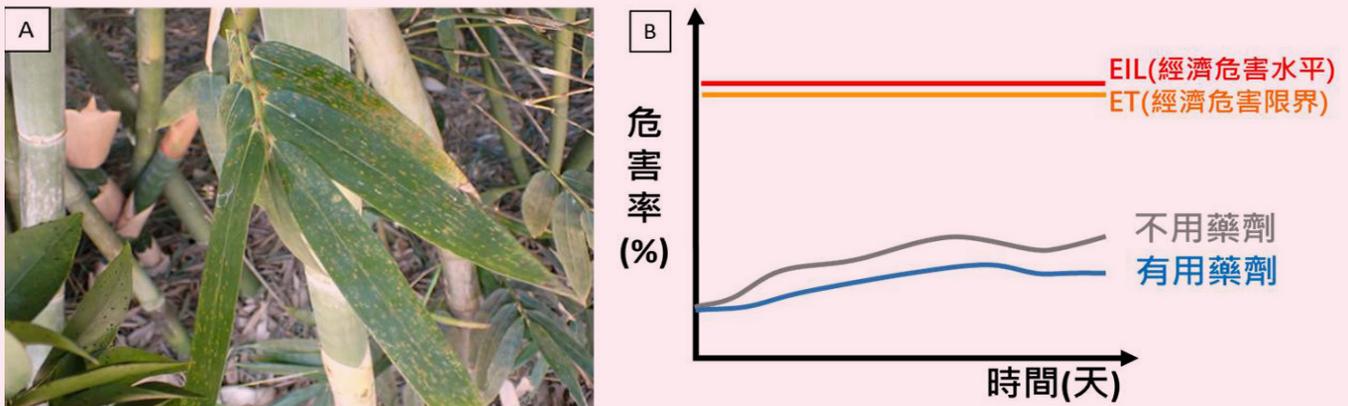
圖六、由內部膨壓形成不同程度的蔓割症狀：小黃瓜 (A)；洋香瓜 (B、C)。



圖七、水分滲透壓不平衡引起的自然傷口：美濃瓜（嘉玉）的果臍裂臍症 (A)；網紋洋香瓜（順心）網紋過大裂紋未感染 (B)；網紋洋香瓜（卡蜜拉）裂紋過大受鐮孢菌感染 *Fusarium* sp. 形成果腐 (C)。



圖九、常被誤認為露菌病的相似病徵：小黃瓜生理性缺鎂症 (A-1, A-2)；苦瓜由 *Cercospora* sp. 造成的葉斑病 (B)。苦瓜露菌病造成的葉斑 (C)。



圖十、次年母竹（綠竹）上老葉發生竹銹病 (A)；經濟收益對病害有極高的容忍性，用藥亦能降低危害率 (B)。

防治越來越困難，甚至將無效都責難於抗藥性產生，過分期待殺菌劑有延緩老化、傷口癒合功效，逕認定殺菌劑已無效用，但以上述多樣案例來說，實際上是對病害有很多不了解，《孫子兵法·謀攻篇》說：「知己知彼，百戰不殆」，認識病害不應該只有名字和核

准登記用藥，更需對於病害防治應該因地、因時、因人制訂出多方合宜策略，了解不同的前因併發症，就像醫生不會一直只開同樣的藥方而已，每一個案例都需輕重有別的客製化，整合其他的防治方法將殺菌劑合理運用，便能將效益最大化。

草莓葉枯病介紹及防治方法

賴巧娟（助理研究員）

前言

草莓是一廣受大眾喜愛之作物，具有特殊風味及高營養價值。在臺灣，草莓為一高經濟價值作物，種植面積約 565 公頃，年產值超過 13 億元以上 (111 年農業統計年報)，其中苗栗縣佔草莓種植面積九成以上，其中又以大湖鄉種植面積最廣，係苗栗縣一特色產物。

過去草莓產區主要以種植桃園 1 號 (豐香) 為主，2011 年起草莓炭疽病陸續發生，導致草莓植株於每年 4~9 月之育苗期及 9 月底至 11 月初之定植初期大量死亡，缺株率可達 30~40%。因香水相較於豐香對炭疽病具耐病性，產量高且第一花期早，以致近年來農友紛紛改種植香水，逐漸成為主流品種。

臺灣草莓葉枯病發生現況與防治

主流品種之更迭造成新興病害草莓葉枯病興起，2021 年於臺灣田間發現香水植株之葉片產生圓形或橢圓形褐色輪紋病斑 (圖一)，病斑邊緣為咖啡色或深紫色，病斑老熟時可見中心有黑色之分生孢子褥；冠部及根系感染後產生黑褐色壞疽斑，受感染之果實呈現褐色凹陷病斑，染病植株嚴重時出現大小葉、生長不良、葉片枯萎及死亡等病徵，影響其開花時程及減少產量等情況，經鑑定後確認臺灣草莓葉枯病以 *Neopestalotiopsis rosae* 此病原菌引起為主。

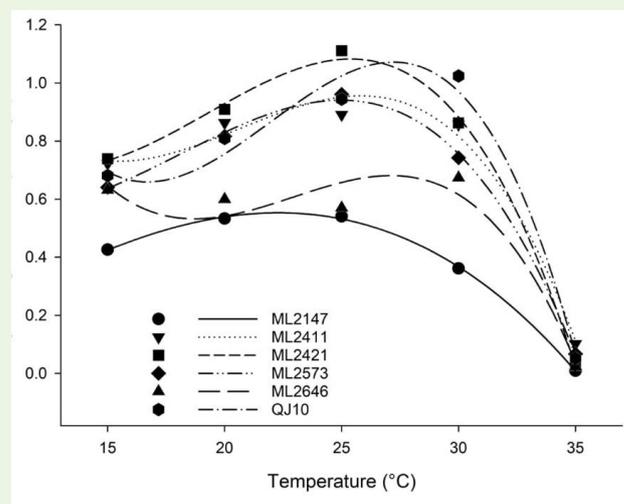
本場以離葉接種方式測試本場草莓種原庫共 44 個品種 (系) 對葉枯病之抗感病性，以接種 7 天後之結果顯示，常見品種 (系) 包含香水、美姬、聖誕紅對葉枯病感病，但桃園 1 號 (豐香)、苗栗 1 號 (戀香)、天來 3 號、桃薰、紅顏等對葉枯病具有抗性，而優雪、甘



圖一、草莓葉枯病菌造成葉片產生圓形或橢圓形褐色輪紋病斑。

王、幸香等之病斑大小介於香水 (感性品種) 和桃園 1 號 (抗性品種) 之間 (未發表資料)。

由於葉枯病菌具有潛伏感染特性，農民育苗期間若挑選帶有葉枯病菌而無病徵之繁殖母株，加上頂頭噴灌的給水方式，將促使病菌快速在育苗圃傳播，且葉枯病菌最適生長溫度為 22~27°C (圖二)，涵蓋臺灣草莓育苗期



圖二、草莓葉枯病菌分離株於 15~35°C 之生長速率。

及產果期環境溫度，若農民疏於管理，園區罹病率可高達 50% 以上。

防治策略方面，許多文獻指出化學農藥測試結果皆可有效抑制菌絲生長，而我國農業部防疫檢疫署於 110 年 6 月 17 日公告草莓葉枯病緊急防治藥劑與使用方法，讓農民能依法用藥。而臺灣草莓葉枯病菌對不同藥劑之敏感度測試中，以腐絕快得寧、待克利、賽普護汰寧、百克敏、得克利、依普同及普克利對菌株菌絲生長具較高抑制效果，惟亞托敏與三氟敏（strobilurin 類之殺菌劑）具較低之抑制菌絲效果，一旦發現該病害發生，應先清除病葉或病株，再輪替施用藥劑，才能減少葉枯病發生與散播。

因草莓葉枯病具潛伏感染特性，農民無法從外觀辨別繁殖母株是否帶菌，本場已積極開發草莓葉枯病之分子檢測技術，期望透過此技術可快速且大量協助農友診斷及管理病害。

國外草莓葉枯病發生現況與防治

不僅臺灣草莓產業受到新興病害影響，近十年全世界草莓產區亦爆發草莓葉枯病，包含西班牙、埃及、義大利、阿根廷、墨西哥、中國、孟加拉、比利時等國家，其病原菌皆為擬盤多毛孢類群 (Pestalotioid genera) 之真菌所引起，此類別真菌隸屬 Amphisphaeriaceae 黑盤孢科，大部分缺少有性世代，類群內有植物病原菌、腐生菌、內生菌及少許為動物病原菌。早期皆以孢子形態外觀作為分類依據，後因分子生物學技術興起，以 internal transcribed spacer (ITS)、 β -tubulin (*TUB*) 及 translation elongation factor 1-alpha (*TEF-1 α*) 基因序列作為進一步分類依據。配合形態分類，將擬盤多毛孢類群分成新擬盤多毛孢屬 (*Neopestalotiopsis* sp.)、假擬盤多毛孢屬 (*Pseudopestalotiopsis* sp.) 及擬盤多毛孢屬 (*Pestalotiopsis* sp.)。

美國為世界第二大草莓產區，面積約 20,000 公頃，其中加利福尼亞州 (加州, California) 為美國最大產區，佛羅里達州 (佛州, Florida) 僅列第二，但為世界冬季最大生產區。2021 年加州草莓產區出現 *N. rosae* 危害草莓植株，而佛州則於 2017 年開始出現草莓葉斑及果腐病徵，2018 年開始爆發大規模危害，2019~2020 年更加嚴重，至少危害 80 公頃草莓田區。經基因定序發現為有別於 *N. rosae* 之新擬盤多毛孢屬 *Neopestalotiopsis* spp. 真菌所造成，且菌絲生長速度、產孢能力及致病力皆優於 *N. rosae*。另有學者測試多種化學藥劑對防治 *Neopestalotiopsis* spp. 之效果，結果顯示包括單點作用機制類別如賽普護汰寧、扶吉胺、得克利、待克利等，多點作用機制如蓋普丹、得恩地、四氯異苯晴，皆可有效抑制病原生長和抑制病害發展，但甲基多保淨、免賴得、氟派瑞、福多寧等抑制效果不好，亞托敏等藥劑則對 *Neopestalotiopsis* spp 具抗性。

為了擬定防治管理方法，2023 年美國學者應用聚合鏈鎖反應技術與限制切割多型性技術，高解析度解離分析來檢測新的 *Neopestalotiopsis* spp. 所造成的葉枯病，此技術可協助研究人員正確且快速診斷病害，減少農民產量損失。

結語

雖然國外造成葉枯病的主要病原相當多元，但仍以擬盤多毛孢類群 (Pestalotioid genera) 之真菌為主，且透過基因序列等分子技術發現更多不同菌種產生，造成更嚴重之流行病害。草莓係主要利用走蔓苗進行無性繁殖之作物，繁殖母株之健康程度及栽培環境深深影響種苗之罹病率，並關係未來本田期定植之補植率。建議透過種植健康種苗、病害檢測技術、清園及合理化施肥等綜合管理技術，生產高質量草莓，提升食安品質。

草莓角斑病介紹及防治方法

賴巧娟（助理研究員）
吳竑毅（科技計畫助理）

前言

草莓為一種小漿果類作物，具有特殊之風味與討喜的外型，並且同時具有高營養與高經濟價值。於臺灣 2022 年栽種總面積約 565 公頃，總產量約 6,572 公噸，總產值高達 14 億元，其中苗栗縣為全臺灣的草莓主要產區（約占全國 90% 種植面積）。近幾年草莓主要種植品系改變，由從前的桃園一號（豐香）變更為香水品種，跟以往不同之病害隨之發生，並且因全球氣候變遷日益嚴重，草莓葉枯病 (leaf blight)、草莓角斑病 (angular leaf spot) 及草莓萎凋病 (Fusarium wilt) 更是成為目前草莓的主要病害。面對新興病害與氣候變遷的雙重影響，對於病害之管理應該更加全面與完備。本文對於草莓角斑病之國內外發生概況、病徵與發生生態進行介紹，並提出防治方法與建議，以期農民能對角斑病有更深入之了解。

草莓角斑病之病原

草莓角斑病為一種細菌性病害，目前於美國、加拿大、墨西哥、巴西、以色列、中國、韓國與許多歐洲國家皆有發生的報導。在全世界部分國家（如以色列、中國、墨西哥、紐西蘭等）將其列為檢疫性有害生物 (quarantine pest)，並在歐洲和地中海植物保護組織 (EPPO) 將其列入 A2 list，代表建議成員國將其列為檢疫性有害生物。在臺灣於近 3 至 5 年前開始發生，病原為 *Xanthomonas fragariae*，為黃單胞菌屬之細菌。依據美國佛羅里達大學於 2009 年之研究發現，該病原細菌適合於 15~25°C 生長，高於 32°C 或低於

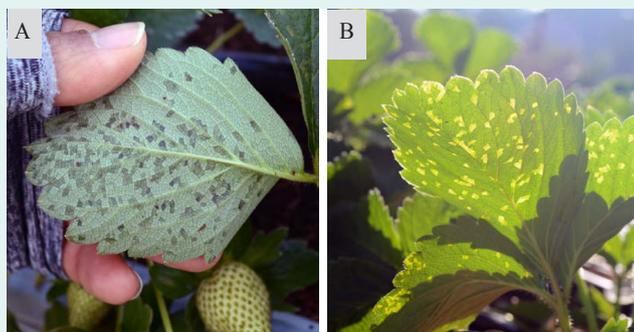
5°C 則生長受到抑制，然而要殺死病原菌需要於 44~48°C 處理 2~4 小時（大部分死亡）或是 52~56°C 處理 15~60 分鐘（完全死亡）。根據美國 2023 年的研究，該病原細菌在一般常見物體表面（如厚紙板、棉花、棉質衣物、草莓葉片等）可以殘存 7~14 天，於低溫環境更能增加殘存的時間（例如在厚紙板上，-4°C 環境下可長達 270 天），因此防治策略的擬定除了使用健康母本與種苗、減少雨水或灌溉水的飛濺之外，亦需要著重在環境清潔消毒、器械消毒及農事操作時機順序等環節上。

草莓角斑病之病徵

草莓角斑病可以感染草莓各個部位，主要常見於感染葉片，亦可感染花萼、果實及冠部，在局部感染嚴重時可入侵植物維管束，造成植株系統性感染。草莓角斑病具有潛伏感染的特性，在植株表面或初期入侵感染後會有一段時間沒有明顯的病徵，直至環境適合發病時才會看到病徵出現。

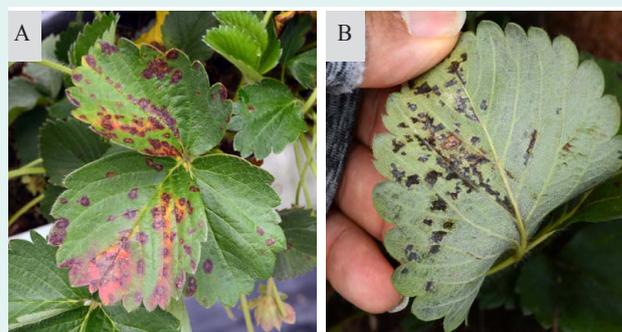
葉片是草莓角斑病最容易觀察到病徵的地方，一開始在葉片背面會出現約 1~4 公厘之角狀水浸狀斑點，會被最小的葉脈所局限而呈現角狀斑，初期病徵多出現在下位葉（老葉），且需透過光線或是仔細觀察葉片背面才容易發現（圖一），而後病斑開始變多，並且擴散到較上位之葉片與附近植株，較老的病斑於葉片正面會開始變為紫紅色至暗褐色暈斑（圖二），感染中後期水浸狀病斑有時可擴展至葉脈中勒進入葉片維管束內，可以看到葉脈旁邊出現水浸狀融合病斑，沿著

葉脈擴展，嚴重感染的葉脈呈現紅褐色暈斑（圖三）。發展至後期，葉片會出現黑褐色壞死區塊，常由葉緣往內延伸呈現V字形（圖四A），壞死區域附近常見黃化暈斑。在潮

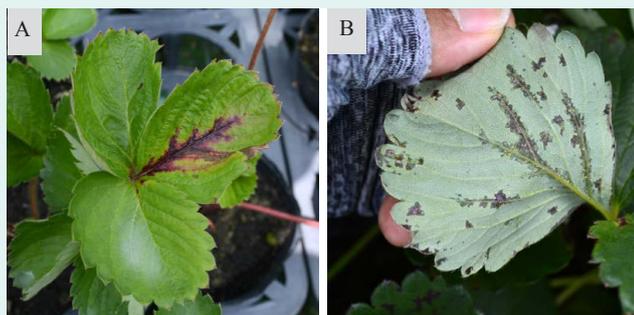


圖一、草莓角斑病之初期病徵。葉片背面出現角狀水浸狀斑點(A)，透過陽光可明顯觀察到(B)。

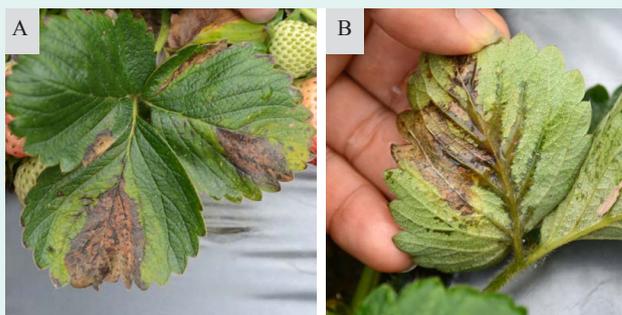
濕的環境下，角斑病病斑會分泌出乳白色至乳黃色混濁黏性菌泥（圖四B），為大量的病原細菌所組成，為田間主要的二次感染來源。



圖二、草莓角斑病之中後期病徵。葉片正面出現紫紅色至暗褐色暈斑(A)，葉片背面水浸狀角斑轉為暗綠色(B)。

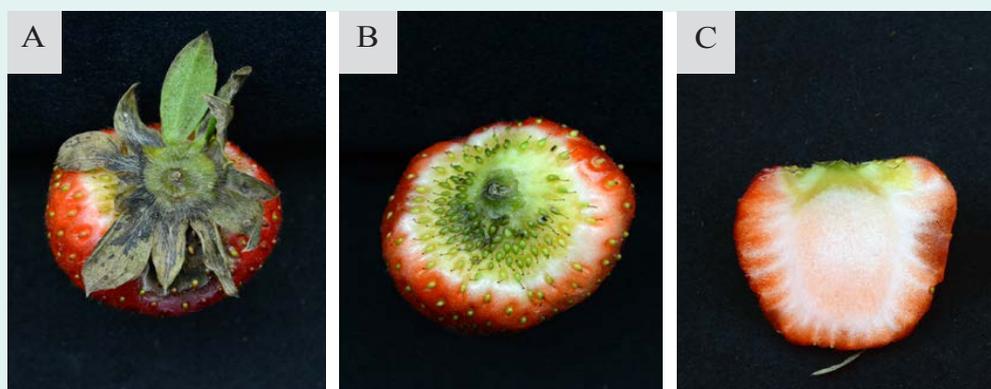


圖三、草莓角斑病入侵維管束之病徵。感染嚴重時葉脈呈現紅褐色暈斑(A)，並於葉片背面可觀察到葉脈旁邊出現水浸狀融合病斑，沿葉脈擴展(B)。



圖四、感染中後期病徵。葉片出現黑褐色壞死區塊並沿葉緣往內延伸而呈現V字形(A)。於潮濕的環境下，角斑病病斑會分泌出乳黃色混濁黏性菌泥(B)。

角斑病感染萼片與果實時，在萼片上初期會呈現與葉片感染類似的水浸狀斑點病徵，而後萼片轉黑枯萎，並會藉由蒂頭影響果實，造成果實在蒂頭附近出現發育不良，轉色不全，果實硬化等病徵（圖五），失去商品價值。



圖五、草莓角斑病感染萼片與果實之病徵。萼片受感染而轉黑枯萎(A)，果實蒂頭附近出現發育不良、轉色不全與果實硬化等病徵(B)，果實內部靠近蒂頭處果肉呈現淡黃色水浸狀之病徵(C)。

角斑病亦可感染冠部，但通常較為少見，其可能因為病原菌藉由移除老葉時產生的傷口入侵，或是藉由葉片經葉脈維管束往下進入冠部感染，受感染的植株冠部嚴重時會呈現紅褐色壞死區塊，並可觀察到葉背的主要葉脈基部呈現水浸狀透明或呈現紅褐色，並且往葉片外圍擴散，植株生長緩慢不抽芽，冠部容易斷裂，定植前冠部受到感染的植株通常於定植後開花結果前死亡，這樣的情形在中國 2021 年也有報導。

草莓角斑病之發生生態與傳播方式

草莓角斑病主要可以藉由風雨傳播、灌溉水傳播、器械傳播與種苗（草莓苗）傳播。受感染的植株葉片背面在潮濕的環境可產生菌泥，其可因風雨飛濺或灌溉水滴濺傳播到其他健康葉片或是附近健康植株。於 2018 年荷蘭瓦赫寧恩大學的研究也發現受到嚴重感染的植株在下雨或是使用頂頭噴灌時可產生帶有病原菌的氣膠 (aerosol)，且能感染下風處 5 公尺遠的健康植株，並且在葉片潮濕的情況下更有利於其入侵與感染。

草莓角斑病亦可藉由器械傳播，例如修剪老葉或走蔓所使用的刀具、工具或手指，在沾染菌泥後再去碰觸其他健康葉片或植株，造成病原菌的傳播與入侵。

除了上述傳播方式，草莓角斑病也可藉由種苗（草莓苗）進行傳播，初期受感染（潛伏感染）的草莓苗通常病徵不明顯，因而被當成健康的植株進行定植或是當成健康母株進行育苗，在病株進入一個乾淨沒有發生過角斑病的田區後，便將其帶入該田區，若是農友清園執行不夠徹底，使用頂頭噴灌，自

行於田間留苗進行育苗，角斑病菌便有機會潛伏在草莓植株，殘存於病葉病株與環境當中，從此每年皆會容易有角斑病發生。

草莓角斑病容易於潮濕的環境中發生，並於日夜溫差大時發展較快，實際田間亦觀察到在迎風面的植株發病較為嚴重。目前臺灣的幾個主要草莓品種（豐香、香水與戀香）皆為感病品種，德國育種研究中心於 2014 年以及中國西北大學於 2024 年，有較大規模對於草莓商業品種、雜交品種與野生種進行抗性試驗，結果顯示大部分測試的品種對於草莓角斑病皆為感病，少數具有抗性的品種也是屬於部分抗性（即代表仍會受到角斑病菌感染），目前似乎沒有對角斑病具有完全抗性的草莓品種。

草莓角斑病之防治建議

- 一、使用健康種苗進行育苗或定植，避免使用有角斑病發生的母株進行育苗。
- 二、選擇種植地點，避免於潮濕不通風，日照不良，露水多的區域進行種植。
- 三、園區內雜草雜物應徹底清除，種植前進行園區消毒。
- 四、清除的老葉、病葉與病殘株應裝袋並帶離田區，避免丟棄於田間或田區附近。
- 五、避免使用頂頭噴灌給水，配合使用遮雨設施。
- 六、避免於葉片潮濕時（如清晨露水未乾或下雨過後）進行除老葉，拉走蔓，翻撥葉片等會接觸植株的農事操作。
- 七、若園區內有部分區域發生角斑病時，進行農事操作應先從健康區域開始，最後才於有角斑病發生的區域進行操作。

八、農事操作所使用之工具、剪刀、手套等物品需在結束後進行消毒清洗。

九、可使用銅劑進行防治（表一），但需要

注意該保護型藥劑是以預防為優先，並且使用頻率不可太高，否則容易發生藥害。

表一、草莓細菌性角斑病緊急防治藥劑

藥劑名稱	每公頃施藥量	稀釋倍數	注意事項
27.12% 三元硫酸銅 SC (tribasic copper sulfate)	2~3 公升	800	1. 為預防性藥劑，宜於發病前開始施藥。 2. 應單獨施用，避免與石灰硫黃、礦物油及有機磷等農藥混合使用。
53.8% 氫氧化銅 WG (cupric hydroxide)	1.5~1.9 公斤	800	
85% 鹼性氯氧化銅 WP (copper oxychloride)	1.6~4 公斤	500	

資料來源：農業部公告 - 草莓細菌性角斑病之緊急防治藥劑與使用方法及其範圍。

文旦柚病蟲害防治技術介紹

張凱傑（技佐）

前言

文旦柚 (*Citrus grandis* Osbeck) 為芸香科柑橘屬亞熱帶果樹，源生於中國南方，後續衍生出甚多品種，臺灣品種則以文旦、紅柚及大白柚為主。根據 111 年農業統計年報顯示，文旦柚全臺栽培面積 3,983 公頃，產量 70,816 公噸，臺南市及花蓮縣為生產大宗地區，北部地區則以新北市及苗栗縣為主，面積分別為 442 及 419 公頃，產量位居全臺第三及第四位。雖然文旦柚在柑橘作物中屬於早熟品種，但從 3 月的開花結果至 9 月採收期長達半年，受病蟲害威脅的風險亦較其他作物高，因此本文將介紹文旦柚主要病蟲害發生生態以及其防治方法，供農友及讀者參考。

病害生態

一、黑點病

黑點病可感染葉片、枝條或果實，葉片病徵呈現密集的小黑點（圖一），有時會稍微隆起，手觸摸會有粗糙感，病斑過多時容易導致葉片黃化並提早脫落；果實被感染時同樣出現小黑點，病原密度大時，病斑形成泥塊狀（圖二），如遇下雨或灌溉時，隨著水流形成淚斑狀。然新鮮組織包括果實、葉片、枝條上的病斑都不具傳染能力，只有在脫離樹體，變成枯枝落葉後，其上的黑點才會長出柄子器，並形成孢子，成為田間的初次感染源，為黑點病的特性。因此本病的防治首重清除枯枝落葉，尤其在冬季修枝時剪

除的枝條，務必帶離園區避免成為隔年的感染源。



圖一、文旦葉片上的黑點病。



圖二、文旦果實上的泥塊狀病斑。

二、油斑病

油斑病大多出現在老葉、成熟葉上，病斑會在葉背產生不規則的褐色斑點，病斑周圍具有黃暈，中央產生褐色隆起且粗糙的顆粒，呈污黃褐色、紫黑色或黑色，因狀似油污且葉片正面呈現明顯的黃斑而稱為油斑病。油斑病感染葉片的時期主要在每年 4 至 5 月間，藉由在枯枝落葉上形成的子囊孢子，作為初次感染源，病原菌在入侵健康葉片後行潛伏感染，一直到葉片成熟、老化時才會出現病斑，期間可達 1 至 4 個月。因為油斑病

尚無核准登記藥劑可使用，且常在樹勢較弱的植株出現，所以在防治上主要透過適當的肥培、水分管理以及修枝等維持健康樹勢，同時去除罹病枝葉、落實田間衛生為主。

三、流膠病

引起流膠（養分滲漏）之原因很多，舉凡病原菌感染與生理因素（水管理不當、施肥不當、機械傷害及昆蟲蛀蝕）等均可能造成柑橘樹幹與枝條大量流膠（圖三），尤其是柑橘生理失調後，樹勢逐漸衰弱使病原菌易於侵入而誘發病害，是引起柑橘流膠病之主要原因之一。若是已經有流膠傷口存在，可先將傷口清創後施用石灰硫磺合劑保護傷口，再搭配肥培、水分管理恢復樹勢。



圖三、文旦流膠症狀。

四、藻斑病

藻斑病是由病原在葉片、枝條上生長所形成的柵狀細胞層組合而成，稱之為葉狀體，其顏色為明亮的黃色、橘色或紅色（圖四），由一中心點往外輻射生長，牢固的附著於植



圖四、文旦枝條上的藻斑病。

物表面。藻斑病主要感染時期一般在雨季，通常入秋後因氣候轉涼及乾燥，藻斑病會減少或完全消失。若園區內長期存在藻斑病，則須檢視園區是否因通風日照不良、密植等問題導致果園相對濕度偏高。

蟲害生態

一、小黃薊馬

小黃薊馬以口器銼吸幼嫩組織汁液，主要為害新梢、花器與幼果，新梢嫩葉受到危害時會在葉緣或葉片主脈兩側呈縱向褐化痕跡，使葉片捲曲、皺縮、葉片變小無法展開；花器受害時出現落花情形，如薊馬密度過高，花瓣、柱頭則因乾枯而不易掉落；幼果受害時，會造成果皮粗糙、褐化（圖五），危害痕跡隨果實長大而變明顯，嚴重影響果實外觀。因為小黃薊馬體型偏小，不易以肉眼觀察，建議在開花前大量懸掛黃色黏紙誘殺或使用核准登記用藥及時防治。



圖五、受小黃薊馬為害的文旦柚果實。

二、東方果實蠅

東方果實蠅是果樹類的重要害蟲，生活史具卵、幼蟲、蛹及成蟲四個階段，成蟲在傍晚時交尾，雌蟲於白天將卵產在果皮與果肉之間，卵孵化成幼蟲後於果實內潛行蛀食，使果肉腐爛，並造成落果。幼蟲發育至三齡老熟期後，會從產卵孔鑽出並跳入、鑽進土壤約4到10公分處化蛹，到羽化為成蟲完成一世代。除了幼蟲在果肉內鑽食危害以外，

東方果實蠅雌成蟲在柚類果實上產卵所造成的物理傷害，也會使表皮出現流膠的症狀。在防治上可以在果實接近成熟時在果園外圍以相隔 50 公尺的距離懸掛甲基丁香油誘殺器監測東方果實蠅密度以及來向，在觀察到數量上升時便可於來源較多的方向加掛誘殺器，同時配合酵母球（蛋白質水解物）誘殺器誘殺雌成蟲。

三、柑橘潛葉蛾

柑橘潛葉蛾俗稱畫圖蟲，屬於小型蛾類，主要危害新芽及嫩葉，雌蛾將卵產在嫩芽或新葉之中脈附近，幼蟲孵化後潛入嫩葉取食葉肉危害，形成薄膜狀的隧道食痕（圖六），造成新葉捲縮無法正常展開；幼蟲在發育成熟後會潛食至葉片邊緣，將葉緣捲起，在其中吐絲結繭化蛹。除了幼蟲鑽食葉肉的直接危害以外，取食危害留下的傷口也間接成為病原菌入侵的途徑。本蟲在春梢時期便會開始出現，但此時危害程度較輕，整體為害在 2 成以下時大部分柑橘類果樹都具耐受性，但到了夏稍期密度就會開始上升，所以應把握在夏稍初期採取防治措施，以防成蟲至嫩葉產卵，一旦幼蟲蛀入葉片內，藥劑防治效力便會不盡理想；而到秋梢期，田間會開始有寄生蜂自然抑制潛葉蛾密度，此時應避免用藥，以保護自然天敵。



圖六、柑橘潛葉蛾幼蟲鑽食葉肉形成的隧道狀食痕。

四、銹蟎

主要為害中果期果實，以刺吸式口器刺吸果皮表皮細胞，吸取汁液危害，果實油胞受到危害，內含的芳香油溢出碰到空氣氧化，使被害部位產生暗褐色至黑色的細小黑點。當銹蟎密度高、聚集危害時便會出現果皮外表整面褐化的現象，難以有效防制。而銹蟎體型較小，肉眼不易察覺，若要觀察需使用 10 到 15 倍的放大鏡，由於好發於乾熱環境，可搭配氣象資訊，當長時間高溫未雨時，就須注意田間銹蟎發生情形，及早防治。

五、介殼蟲類與粉蝨類

文旦柚上常見的介殼蟲包含黑片盾介殼蟲（圖七）、球粉介殼蟲、吹棉介殼蟲（圖八）等，粉蝨類則以柑橘刺粉蝨（圖九）較常見。



圖七、黑片盾介殼蟲。



圖八、吹棉介殼蟲之成蟲（右）與若蟲（左）。



圖九、柑橘刺粉蝨的若蟲。

此類小型害蟲以刺吸式口器吸取植物組織汁液，包括葉片、枝條、果實都可為害，密度高時會導致枝葉枯黃，葉片、果實提早脫落等，而分泌的蜜露除了吸引螞蟻共生外也會誘發煤煙病，雖然煤煙病屬於表生型病害，不至於侵染植物，但枝葉被煤煙病覆蓋會阻礙光合作用、影響樹勢。而此類害蟲除了透過修枝保持通風日照、減少躲藏地點、剪除害蟲聚集的枝條外，若是使用礦物油或植物油類的資材防治，須注意全面、均勻的噴灑，以免油劑未完整包覆害蟲而無法達到窒息的效果。使用上述資材應留意避免在強日照的時候使用，且勿與石灰硫磺合劑混用，避免出現藥害。

病蟲害整合管理技術

過往因為在防治病蟲害上過度依賴化學農藥，導致抗藥性頻傳，殘留的農藥也對人體健康以及環境造成負面影響。為避免形成惡性循環，近年來推廣使用作物有害生物綜合管理技術 (IPM) 防治病蟲害，以預防為優先的概念，搭配種植期間的持續監測，確認病蟲害種類後再對症下藥，藉此達到減少農藥用量與節省防治成本的目的。

而所謂預防，舉凡可以避免病蟲害再於下一種植期發生或防止新病害入侵的手段都是預防的一種，包括肥培、水分管理、修剪枝維持強健樹勢等等。而在預防的策略中，首重的便是田間衛生，因為園區內當期發生的大部分病蟲害其實都是從前一個種植期殘存過來的，所以清除田間的枯枝落葉，尤其是冬季修枝時剪除的枝條，可有效降低園區中的感染源密度。

在了解各種病蟲害的診斷方法及生態習性後，可在平時巡田時確認病蟲害發生種類，對於肉眼不易觀察的害蟲，也可以透過生態習性搭配氣象資訊掌握防治時機，確認種類再對症下藥。因為登記農藥會隨著時間更新，在選擇要使用的防治藥劑時可透過農藥資訊服務網或植物保護資訊系統查詢最新的核准登記用藥，使用時也須輪用不同作用機制藥劑。若發現藥劑防治效果不佳，應改用其他作用機制藥劑，而非自行提高施用濃度，避免抗藥性出現。

結語

因為果樹類作物一年一次的收穫關係到農友整年的收入，柑橘類的掛果時間又比其他作物長，病蟲害種類相當多，所以以往不管是用藥的種類還是施用量都較大，期望透過本篇文章能讓讀者更加瞭解文旦柚病蟲害的習性與辨認方法，確認種類後再對症下藥，節省防治成本的同時也兼顧環境與人體健康。

電漿液於重要果樹病原防治之應用

鄭靜如、黃家姍、楊淳閱（碩士班研究生）

許雅真（博士班研究生）

朱盛祺（農業部苗栗區農業改良場科長）

林盈宏（國立屏東科技大學植物醫學系教授）

前言

果樹病害對於農業產量和品質為一關鍵挑戰，尤其在果樹的生長、發育及果實產量的影響。傳統上，果樹病害的防治主要依賴化學農藥的使用。然而，隨著公眾對永續農業關注的提升，環境友好且具有強效抑菌能力的電漿技術受到廣泛關注，被視為防治果樹病害的替代方案。本文旨在介紹電漿技術的基礎原理、對果樹病害的抑菌效能，並探討電漿技術在此領域的應用方式。本文將揭示電漿技術在果樹病害防治的應用潛力，為果樹病害管理策略提供新的視角和解決方案。

臺灣常見果樹及病原菌

臺灣因多樣化的氣候和地理環境，果樹栽培佔據重要地位。然而，果樹栽培期間常面臨各種病原菌的威脅。特別值得注意的是炭疽病菌，它不僅危害果實，還會影響枝條和葉片，造成表面果肉軟化，並出現黑色、圓形、略微凹陷的病斑。此外，還有其他病原菌對果樹和果實造成影響，例如會使木瓜植株傾倒的疫病菌、能讓整個花序枯死的灰黴病菌，以及在果實套袋期間易感染的瘡痂病菌。這些病原菌不僅降低果實的產量，也影響其市場價格。傳統上，透過加熱或使用化學藥劑來防治這些病害，但加熱會導致果實失重，而化學物質則可能引起環境汙染。因此，為了確保果樹品質的穩定性和農業的永續發展，低環境影響且高效抑菌的電漿技術成為病害防治的新選擇。

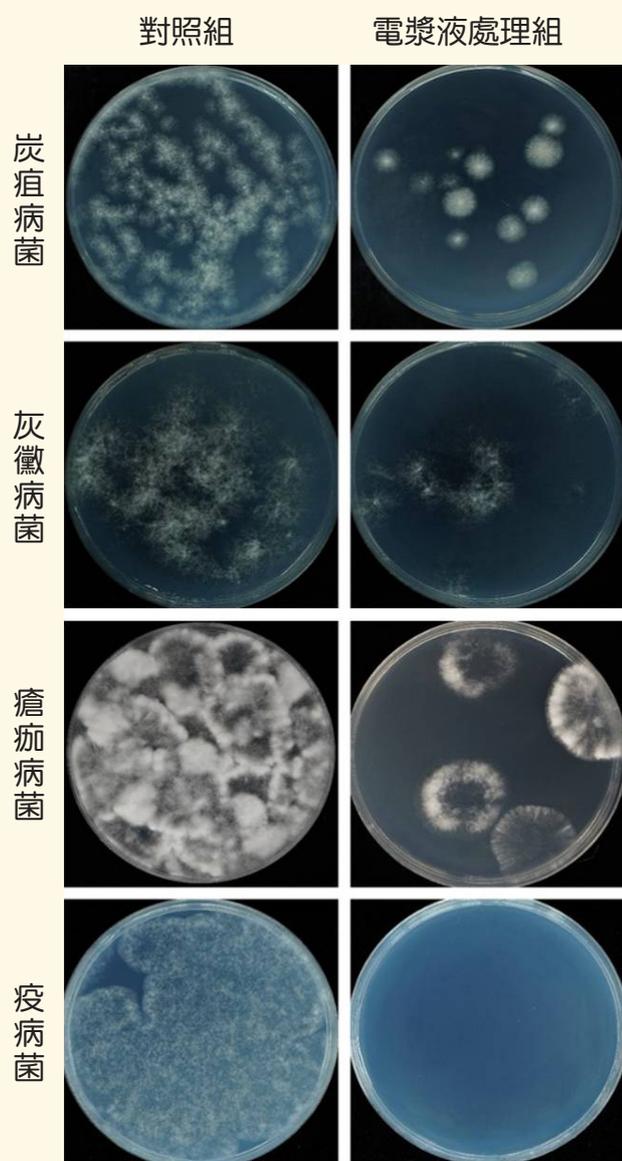
電漿技術介紹與抑菌效果評估

電漿技術乃運用電場來解離氣體分子，進而將這些分子引入水中，創造出含有活性物質的電漿液。這種電漿液富含各種活性物質，例如超氧陰離子（ $O_2^{\cdot-}$ ）、過氧化氫（ H_2O_2 ）和氫氧自由基（ $\cdot OH$ ），它們都具有強大的氧化作用。這些活性物質對病原菌具有顯著的抑菌效果，能夠破壞病原菌的細胞膜，並對其內部結構造成損害。電漿技術的這一特點使其在控制植物病害，特別是對於果樹病害的防治中展現出巨大的應用潛力，既有效又環保。

學者對電漿技術在農業病害控制上的實際應用進行了深入研究。以芒果炭疽病菌（*Colletotrichum gloeosporioides*）為例，經過電漿技術處理後，病菌的細胞膜受到損害，且其 DNA 遭到降解。研究者進一步將處理過的炭疽病菌接種於芒果果實上，結果顯示，與未經處理的對照組相比，使用電漿技術處理過的芒果在 10 天後的發病率降低了 48%。

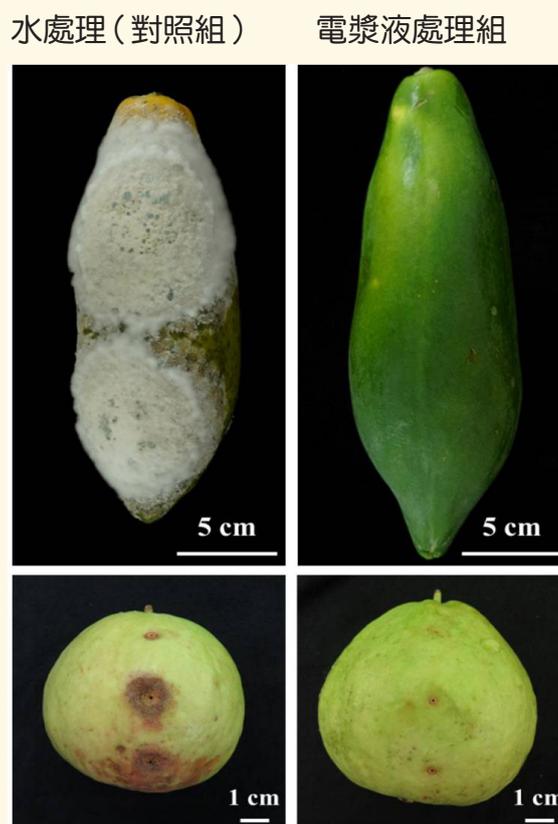
此外，相關研究也顯示，使用電漿液浸泡處理草莓後，其上的金黃色葡萄球菌（*Staphylococcus aureus*）相比水處理組的發病情形有顯著降低。經過電漿處理的葡萄球菌在外部形態上出現了明顯變形，甚至在 15 分鐘處理後開始出現破裂現象。這些研究結果進一步證明電漿技術在農業病害控制中的有效性和應用潛力，特別是對於保護和提升農產品品質方面。

本研究室目前正在對多種果實上常見的病原菌進行抑菌實驗，涉及的病原菌包括炭疽病菌 (*Collectotrichum* spp.)、灰黴病菌 (*Botrytis* spp.)、瘡痂病菌 (*Pestalotiopsis* spp.) 以及疫病菌 (*Phytophthora* spp.)。首先，我們探究了這些病原菌是否能被電漿液抑制。實驗結果顯示，相比於未處理組，經電漿液處理後的病原菌生長明顯受到抑制(圖一)，顯示電漿液對不同類型的病原菌都具有一定的抑制效果。



圖一、不同果實病原菌經電漿液處理後之菌落形成照。

接下來，我們對電漿液用於防治果實上病原菌的效果進行測試。透過觀察處理後的病原菌在果實上的發病情況，與對照組相比，使用電漿液處理的木瓜果實表面沒有出現明顯的疫病病斑，而且在番石榴上的瘡痂病病勢發展也明顯減緩，導致病斑相對較小。這證明了本研究室使用的電漿技術能有效減緩木瓜疫病和番石榴瘡痂病的病勢發展(圖二)。



圖二、電漿液對木瓜疫病與番石榴瘡痂病罹病果實之防治試驗。

由於電漿液對多種病原菌具有抑菌效果，其應用範圍比傳統農藥更廣泛。此外，電漿液的製備過程中不需添加任何化學藥劑，減少對環境的影響。

然而，在將電漿技術實際應用於果樹生產過程中，尚需進一步研究以確定最佳的應用方式和條件，以確保電漿液能夠發揮最大的效益。

電漿應用方式

電漿技術在農業中的應用方式主要包括噴灑電漿液和結合採後水洗處理兩種方法。

首先，噴灑電漿液是一種普遍的應用方式。這種方法通過將含有活性物質的電漿液均勻地噴灑在果實表面，以抑制病原菌的生長。電漿液中的活性物質可以直接與病原菌接觸，破壞其細胞膜，從而降低病原菌的生長能力。噴灑電漿液不僅可以在果樹的不同生長階段進行，尤其在病害初期感染時最為有效，有助於在病原菌擴散前控制其生長，減少感染風險。此外，與噴灑傳統化學農藥相比，電漿液的毒性相對較低，既可以減少對環境的影響，也降低了對操作人員的風險。

其次，採後使用電漿液進行水洗處理主要是為了保持果實的新鮮度及抑制病原菌。電漿液中的活性物質有效地抑制果實表面的病原菌生長，延緩果實腐爛，從而提高了果實的儲架壽命，減少運輸和倉儲過程中的損失。此外，採後水洗還有助於電漿液中的活性物質分解果實表面殘留的農藥，進一步提升果實的食用安全性。

結語與未來發展

在果樹病害防治領域，電漿技術作為一種新的果樹病害防治方案，其未來的發展和應用前景值得進一步探索和改良。為了提高電漿技術在防治病害方面的效果，我們需要更精細地調整電漿液的應用方式。這包括了解不同品種的果樹、它們的生長階段以及病原菌對電漿液的抑制反應，從而制定更加精準和有效的應用策略。

進一步的田間試驗和大規模應用研究，

將有助於深入了解電漿技術的實際效果，並推動其在果樹病害防治中的應用。此外，將電漿技術與其他現代農業技術結合，如與精準農業技術的整合，有望創造出更全面的果樹病害防治系統，進而提高整體的防治效率。

總之，電漿液作為一種高效抑菌且對環境友好的果樹病害防治手段，將有望在提升果樹生產品質和產量的同時，減少對環境的負面影響。展望未來，我們期待這項技術在農業領域中持續進步，為實現更加永續的病害防治方法作出貢獻。

本場重要紀事(112年12月1日~113年2月29日)

日期	重 要 紀 事
12月1日	於三義鄉農會辦理「柑橘類有害生物綜合管理暨友善農業資材管理講習會」，介紹柑橘物候期、栽培管理及病蟲害 IPM 防治，共計 50 位農友參與。
12月6日	於西湖鄉辦理「石虎在我家」輔導成果發表暨農產品展示會活動，活動包括成功建置石虎生態廊道，輔導 11 家有機農戶，拓展面積達 25 公頃。當日同時辦理農產品直播及愛玉子食農體驗，現場及線上吸引共 1,581 位農友參與。
12月6日	於農業部召開「植物病害快篩行動箱 炭疽病無所遁形」記者會，說明植物病害快篩行動箱具備微型可攜式、快速檢測、成本低及未來更可擴充應用至多種病害檢測等優勢，有效提升草莓種苗品質。
12月7日	於南庄鄉蓬萊村辦理「原民行動學堂 - 木耳栽培管理班」，介紹木耳的各種知識、栽培管理及病蟲害防治，協助原鄉農友們往提高產量、增加品質的目標邁進，共計 31 位農友參與。
12月15日	於大湖鄉永遠草莓園辦理「草莓土壤改良及病蟲害綜合管理 IPM 示範觀摩會」，介紹草莓損害原因、病害發生生態及微生物農藥導入等，協助農民面對草莓萎凋病危害，輔導成果顯著，共計 90 位農友參與。
12月18日	中興大學農業推廣中心周明儀研究員陪同泰國皇家計畫基金會 12 位貴賓來訪，由盧美君科長代表接待，全程英文導覽臺灣蠶蜂昆蟲教育園區，外賓對本場的導覽解說及接待的專業與熱誠表達滿意及感謝。
12月26日	本場榮獲農業部「第三屆永續善農獎 - 技術創新組」，由呂秀英場長率領草莓團隊領獎，本場研發草莓 IPM 相關技術並輔導農民操作深受認同，期望激勵各機關與農友投入 IPM 管理，共同發展永續農業。
1月10日	與農業部生物多樣性研究所、林業及自然保育署新竹分署及苗栗縣政府共同辦理「苗栗地區友善石虎農作標章說明會」，藉由友善石虎農作標章介紹及經驗分享，讓更多農友能認識友善石虎農作，進而加入保育石虎的行列，共計 77 位農友參與。
1月30日	於大湖鄉大鬚草莓園辦理「草莓土壤改良及病蟲害綜合管理 IPM 示範觀摩會」，介紹草莓有害生物綜合管理技術，共計 90 位農友參與。
2月17日	於卓蘭鎮辦理「農業張老師 - 葡萄催芽技術及田間管理診斷」活動，解說氫滿素應用於葡萄催芽的效果，並介紹葡萄產銷履歷、農災 LINE 等，共計 95 位農友參與。



12月6日「石虎在我家」輔導成果發表暨農產品展示會活動，產官學者共同合影。



12月6日「植物病害快篩行動箱-炭疽病無所遁形」記者會，團隊合影。



12月7日「原住民行動學堂-木耳栽培管理班」與會人員合影。



12月18日泰國皇家計畫基金會蒞臨本場，全體人員合影。



12月26日本場榮獲「第三屆永續善農獎-技術創新組」，陳代理部長駿季與本場團隊合影。



2月17日「農業張老師-葡萄催芽技術及田間管理診斷」，與會人員合影。