

殺菌劑無效或藥效減退之原因及對策

劉東憲（助理研究員）

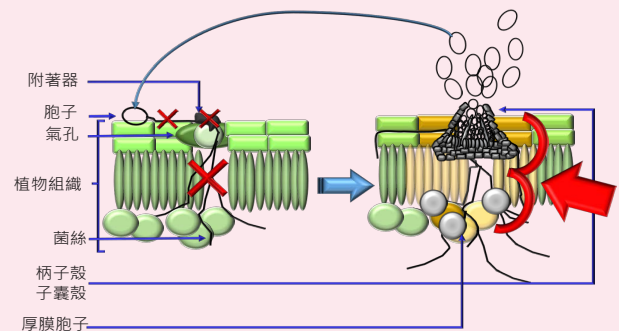
前言

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。

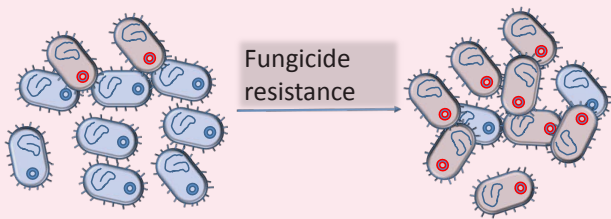


圖一、殺菌劑的功能為抑制菌體孢子發芽、附著器形成、菌體生長（紅色叉X），對於柄子（子囊）殼、厚膜孢子高環境抗性構造則難有效果（紅箭頭↘）。

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。

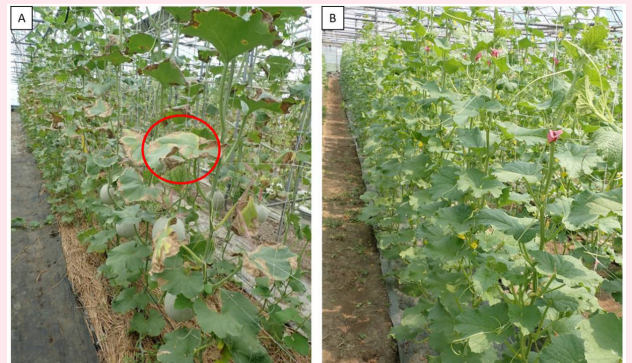
三、同病原菌但病害發展成因不同

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）。



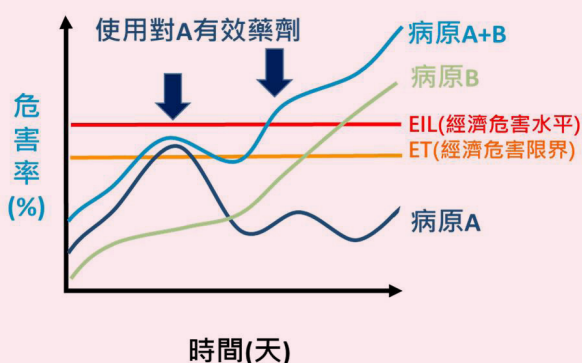
圖三、洋香瓜葉片常有泌液作用並形成焦枯造成露菌病從葉緣感染 (A)；指導澆水灌溉技巧後隔年種植大幅到減少泌液作用，已無再發生露菌病 (B)。



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

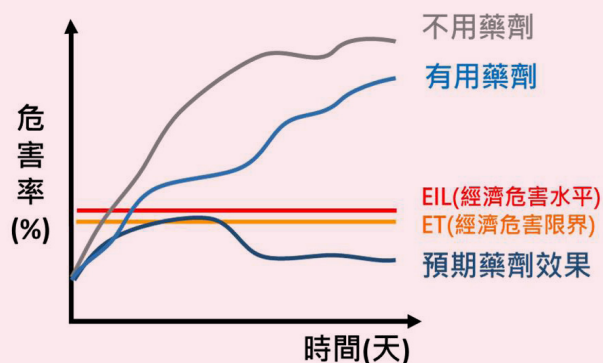
有些觀點很多會將與病原菌同時存在的症狀認定是病原菌導致，但對於大多兼營寄生的伺機性病原，如镰孢菌 (*Fusarium spp.*)、疫病菌 (*Phytophthora spp.*)、白絹病菌 (*Athelia rolfsii*) 需作物累積一定的創傷才容易侵入，但殺菌劑是針對抑制特定病原菌發展而不是使傷口癒合，對於創傷發展僅能治標不能治本，受傷程度是防治病害傳播的關鍵，例如瓜類因水分壓力變化過大莖基部維管束破裂產生蔓割表徵（圖六），易成土傳性病原菌侵入點，又如美濃瓜的果臍開裂（圖七A），或洋香瓜

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

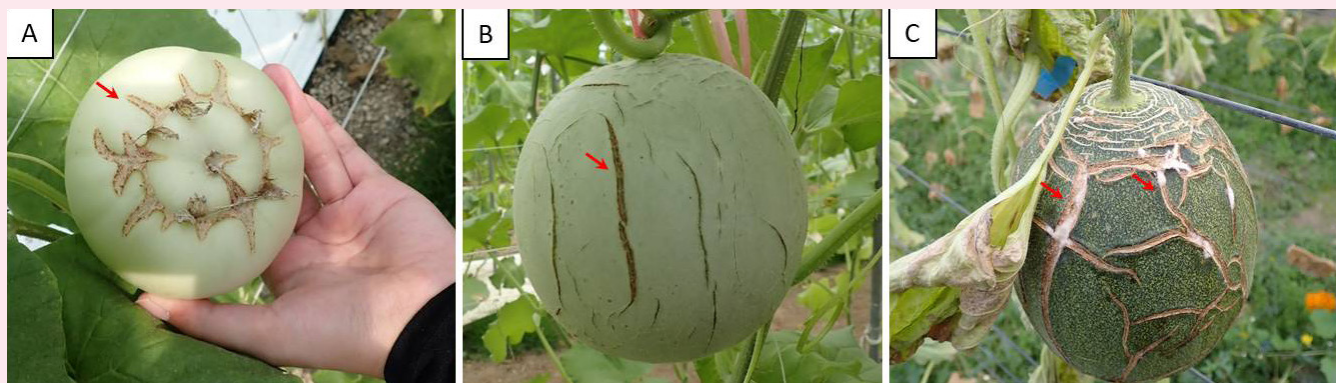
有利的評估，如綠竹銹病，綠竹母竹葉片老化後才感染，僅造成葉片上影響，殺菌劑也不能延緩葉片老化發生，葉的銹病在竹筍多收成時才開始發生（圖十 A），由於新的母竹不感染，因此經濟危害水準 (EIL) 容忍度極高，難證實藥劑對於下年度竹筍產量增益效果（圖十 B）。

結語

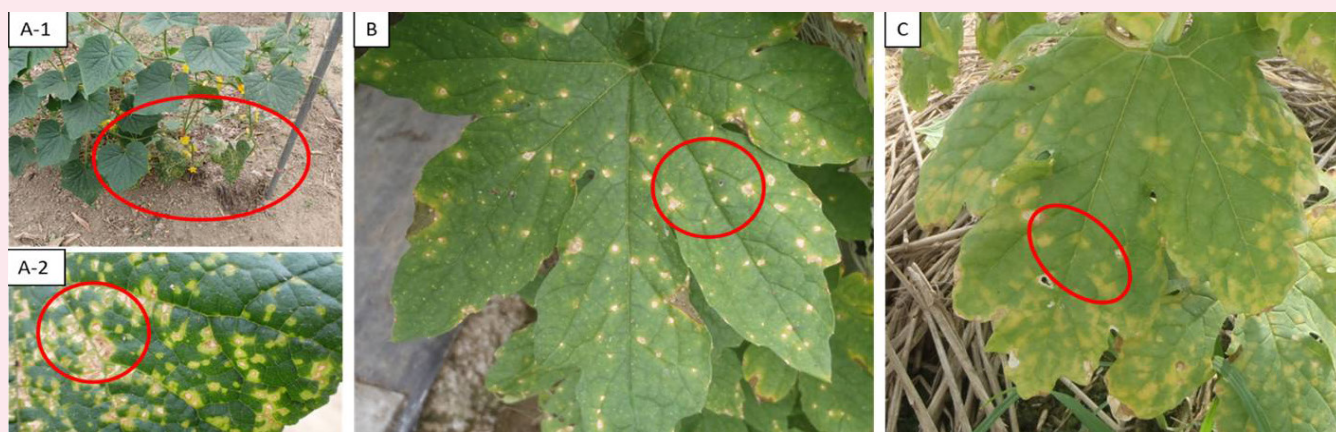
造成殺菌劑效果不佳的因素罄竹難書，大部分農藥知識著重於作用機制和使用對象，對於使用條件少有完整描述，緣自於很多農民對於作物病害僅停留在想知道發生什麼病？要用什麼藥？如此單向思維的 SOP 邏輯在氣候變遷的環境中加上田間複雜情形，讓病害



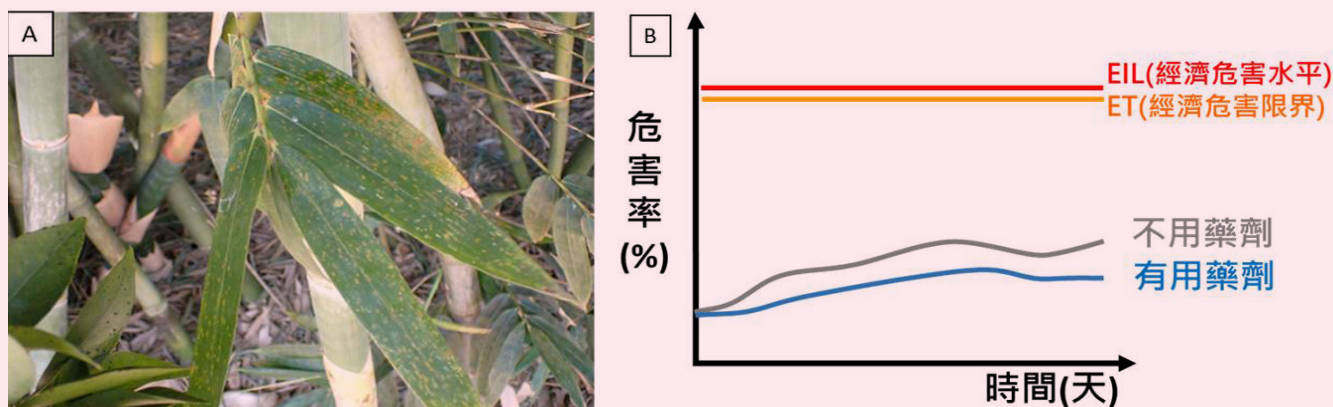
圖六、由內部膨壓形成不同程度的蔓割症狀：小黃瓜 (A)；洋香瓜 (B、C)。



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。