

如何設計一種 優良的

有機土壤添加物產品

—以設計S-H混合物的配方為例—



■黃振文 中興大學植物病理學系

如何設計一種優良的有機土壤添加物產品

前言

自古以來，我國農民多習慣在農田中施用人畜糞便，作物殘餘物，草木灰或堆肥等土壤添加物（圖一），以增進土壤肥力，並維持作物之生長，但卻少有人留意這種農事的操作具有減少或增進土壤傳播性病害發生的功效。六十餘年前，申佛博士有效利用綠肥添加物防治馬鈴薯瘡痂病的報導，給予土壤傳播性病害的防治研究者一個啓示：「適當的經營與管理土壤，可以有效的控制土壤環境，並抑制作物根部病害的發生」。隨後，許多植物病理學者逐漸研究作物殘渣、樹皮、堆肥、污泥、綠肥及大豆粉等添加物的利用，藉以防治土壤傳播性病害（圖二）。Lewis和Papavizas兩位博士指出添加甘藍、芥藍和芥菜渣於土中可以顯著降低豌豆根腐病的發生。Fassi等人利用泥炭土混合堆肥的添加處理，有效的防治松苗舞病。筆者曾發現添加洋菇堆肥可以降低西瓜蔓割病菌的存活，惟添加鐵杉鋸屑卻可延長病原菌的存活時間。蔡與林兩氏發現蓖麻粕、海草粉、糖蜜及蝦殼粉等添加物，可以降低柑桔線蟲及螺旋線蟲的蟲口數，但鋸木屑、泥炭土、黃豆粉等卻可促進柑桔線蟲與根腐線蟲的繁殖與存活。綜合上述多位學者的研究工作，發現添加物除可供給植物營養與防治作物根部病害外（圖三、四），亦有促進植物病害發生的案例。顯然，要調製一種有效且優良的土壤添加物，必須經過一系列有目標、有系統的規畫設計與試驗才行。

設計配方的思想脈絡

自然抑病土防病特性的啓示

Knudson氏於1922年在瓜地馬拉研究香蕉黃葉病時，首先觸及鏟孢菌抑病土的問題，其後世界各地研究抑病土的學者很多。Baker與Cook兩位博士將抑病土定義為：(1)病原菌不能在土壤中建立族群；(2)病原菌可建立族群，但不能致病；(3)病原菌建立族群初期可致病，但病害無法進一步擴展。目前菜豆根腐病、香蕉黃葉病、洋香瓜蔓割病、亞麻立枯病、棉花萎凋病、甘薯蔓割病等均已有的抑病土的報導。二十年前，筆者在彰化溪湖鎮陳耀南先生的農田也曾發現西瓜蔓割病及蘿蔔黃葉病的抑病土，其中每克土加入西瓜蔓割病菌或蘿蔔黃葉病菌1000至5000個菌體後，病原菌均無法引起西瓜或蘿蔔發病。隨後，筆者針對於該抑病土進行系列的分析研究，發現抑病土中除蘊含有豐富的微生物相外，尚擁有高量的有效磷、鈣與有機質等成分。這種奇妙的自然抑病現象啓發筆者嘗試研發土壤添加物作為改善土壤成為人造抑病土的啓動劑。



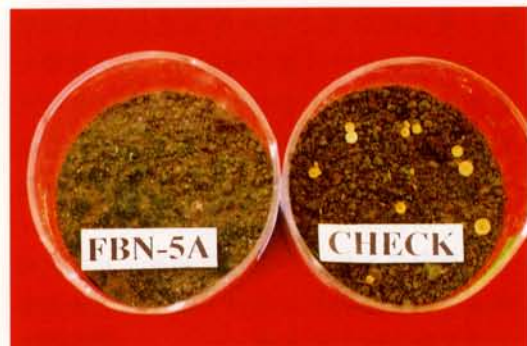
圖一：堆積如山的香菇太空包廢棄基質，可以用於研製有機堆肥與栽培介質。



圖二：(左)利用有機添加物可以降低高苜蓿凋病的發生；(右)對照組未處理區，高苜蓿凋病發生嚴重。



圖三：利用有機添加物防治豌豆立枯病(左)；未添加之對照區，豌豆立枯病發生較嚴重(右)。



圖四：利用有機添加物引誘木黴菌抑制蔬菜菌核病菌之菌核形成子囊盤(左)；未添加之對照組，菌核形成大量子囊盤(右)。

作物病害綜合管理理念的指引

「作物病害管理」是以「共存」為執行策略之準則，因此它的各種策略的設計與考量，均認定植物病原菌與病害是農業生態體系中固有的成員。是故作物病害的管理模式必須有經濟損失基準的設定；並在該作物經濟損失基準下，設法減低作物受害及損失的程度。此外，由於農業生態環境常有人、地、物的更動，是以病害管理的策略須持續不斷的修正與調整，才能有效減輕作物病害的發生與提高作物的生產潛能。綜觀這些理論基礎的指引，嘗試利用土壤添加物作為作物病害管理的方法時，添加物配方的設計，須優先考慮作物生產潛力的提昇與促進有益微生物的繁衍，進而間接削弱病原菌的生存空間。

農業永續經營的落實

土壤中添加有機質，除可改良土壤理化性與生物性外，還可提供作物需求的營養源。然而台灣地處亞熱帶與熱帶地區，氣候高溫多濕，耕作高度集約化，長期施用化學肥料與農藥，致使農地普遍缺乏有機質外，自然生態環境也逐漸失衡。因此政府單位及民間團體大力倡導少用化學肥料與農業化學藥劑，並鼓勵農友儘量施用有機肥或再利用農業廢棄資材，藉以維繫農業生態的平衡，進而協助農業的永續發展。為了減緩農業廢棄物對於環境的衝擊，設法將農業廢棄物堆肥化，並充分掌握各種廢棄資材的特有抑菌或殺菌成分及微生物資源，將有助於研製具有抑制作物病原功效的土壤添加物，達成農業廢棄資源再利用的目標。

考量資材間長短處的互補效應

施用土壤添加物於不同種類的土壤，往

往未能有效的控制作物病害，更何況，在農田中常有兩種或兩種以上的土壤傳播性病原菌共存一處，導致時有複合感染的病害問題。因此，許多的研究工作者經常發現單獨一種或兩種的添加物或作物殘渣無法有效的防治作物之根部病害。一般而言，每公頃的農田，至少須施用14-28公噸的有機添加物，才能達到防治根部病害的效果，然而在現階段的機械化經營體制下，這種用量是不合乎經濟原則，也無法為農民所接受。此外，在潮濕、寒冷的、氣候條件下，鉅量施用有機添加物，偶有毒傷作物根部之虞。相反的，利用無機添加物，除可直接促進作物的生長與抑制植物病原菌外，它的農田施用量亦遠少於有機添加物的用量。然而，連續大量（重複）施用化學肥料（無機添加物），可導致土壤有機質的耗損及造成有毒物質的累積。為了避免有機與無機添加物彼此間對於農田（農作物）的不良效果，且考慮採取兩者彼此間的優點，因此嘗試結合有機與無機添加物以開發合成土壤添加物（formulated soil amendment），確是今後綜合防治多種作物之土壤傳播性病害的努力方向。

配方設計的基本原則

在作物病害綜合管理體系中，設法採用土壤添加物作為防治病害的一種手段時，須針對下列原則設計土壤添加物的組成配方，即：(1)選定目標—針對土壤添加物施用的土壤性質，作物種類，防治對象及可能採納的拮抗微生物等標的，進行文獻的搜尋與專家的諮商；(2)擬訂主配方資材的種類與數量—確定施用土壤添加物的主要目標後，設法找尋可用且無副作用之資材；(3)篩選試驗與資材濃度的決定—在室內利用快速生物分析檢定法，交互評估各資材對標的作物，病原菌及拮抗微生物的功效，進而找出適當的候選

資材；(4)副方資材的篩選—在選定的主配方中，嘗試補充副方資材，藉以提昇整體配方的優異表現；(5)溫室與田間進行系列的修正試驗，找出土壤添加物在不同區域，不同土壤質地及不同時期的功效表現。

S-H混合物配方設計模式

何謂S-H混合物

民國69年，中興大學植病系孫守恭教授及筆者利用農業及工業副產物，再加三種肥料混合而成一種合成土壤添加物，名曰S-H混合物。其組成份包括：甘蔗渣4.4%、稻殼8.4%、蚵殼粉4.25%、尿素8.25%、硝酸鉀1.04%、過磷酸鈣13.16%及矽酸爐渣60.5%。這種混合物可以有效防治西瓜蔓割病、蘿蔔黃葉病、豌豆萎凋病、十字花科根瘤病及胡瓜猝倒病的發生。

配方設計的緣由

最初研發S-H混合物的動機，係針對西瓜蔓割病的棘手問題，進行系列的資材篩選試驗。茲在此簡述添加各資材的緣由如下：(1)添加矽酸爐渣可以調整土壤酸鹼值及提高土壤微生物活性外，尚可補充作物需求的微量元素；(2)添加甘蔗渣的目的在於誘引土中西瓜蔓割病菌厚膜孢子的發芽；(3)尿素除可補充氮肥外，在較高酸鹼值下，可以釋放氨氣，藉以削弱或毒傷病原菌感染植株的能力；(4)蚵殼粉除可補充鈣肥外，尚可攜帶大量放線菌，提高土壤中微生物族群的多樣化與穩定性；(5)稻殼與蔗渣可改善土壤的理化性質外，也可充當微生物生長的基質，並延續微生物的活力。就整個配方的設計而言，這些資材的長短處間均有互補性，且彼此間尚具有協力與調和的功效，確是作物病害綜合管理理念衍生的產物。☑

