

抑病介質的開發與應用

石信德¹ 黃振文²

¹行政院農業委員會農業試驗所

²國立中興大學植物病理學系

摘 要

農業廢棄物經過適當的處理後，可製成作物栽培介質，是一種經營永續農業的具體作為。國外進口的栽培介質中常攜帶有 *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* 及 *Fusarium* spp. 等植物病原菌，導致種苗的培育過程常出現猝倒與苗枯的病害問題。在栽培介質中，添加 FBN-5A 混合物或牛血粉，可誘發 *Trichoderma* spp.、*Bacillus* spp. 及 *Streptomyces* spp. 等有益微生物的增殖，並可有效防治蔬菜與花卉立枯病的發生。評估廢棄香菇培養基質、香菇太空包堆肥、廢棄金針菇培養基質、金針菇堆肥、稻殼及炭化稻殼等農業廢棄物的抑病效果，結果發現腐熟香菇太空包堆肥及金針菇堆肥均具有顯著抑制西瓜蔓割病 (*F. oxysporum* f. sp. *niveum*)，甘藍苗根瘤病 (*Plasmodiophora brassicae*) 與西瓜、番茄、甘藍及甜椒根瘤線蟲病 (*Meloidogyne incognita*) 等功效。此外，香菇太空包堆肥尚具有抑制番茄根腐病 (*P. myriotylum*) 的功效。將腐熟香菇太空包堆肥與炭化稻殼按體積三比一的比率均勻拌合後，分別再添加 0.5% (w/v) 蝦蟹殼粉、0.2% (w/v) 牛血粉與 0.3% (w/v) 石灰等資材後，即可製成 SSC-06 介質。SSC-06 介質除具有抑制甘藍種苗立枯病 (*R. solani* AG-4) 發生的效果外，尚可抑制 *P. myriotylum* 為害番茄與甜椒幼苗。利用極細泥炭土 (BVB No.4) 25%：芬蘭泥炭土 25%：溪湖抑病土 50% 調製成的種苗一號介質 (TSS-01 介質)，具有抑制番茄萎凋病菌 (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*) 及增進植株發育的效果。此外，以樹皮堆肥為主成分製成的樹皮堆肥介質 (TBC-03)，亦具有降低甘藍種苗立枯病的效果。

關鍵詞：農業廢棄物、抑病介質、永續農業。

緒 言

近年來，本省的農作物栽培管理過程中，利用各種介質培育健康蔬菜及花卉種苗，已成為農業自動化生產體系中不可或缺的主要栽培方式與技術。理想的介質除了要考慮其優良物理性、化學性及經濟性外，它的生物性更是不容忽視。一般言之，設施園藝所採用的介質主要是由珍珠石、砂、蛭石、泡棉、泥炭土，松樹皮與闊葉樹皮等成分組合而成。因為這些介質大多經由其他國家進口，價格昂貴，使得本省每年的農業生產成本增加新台幣一億五千萬至三億元左右。此外，進口介質的品質優劣不一，且經常夾雜有植物病原菌，致使蔬菜與花卉種苗病害的案例發生頻傳。因此，嘗試利用抑菌資材研發具有抑病功效且有助於作物種苗健康發育的栽培介質，確實是刻不容緩的工作。本文係彙整近年來有關抑病介質的研究資料，內容包括：(1)介質的種類(2)研發抑病介質的目的(3)抑病介質的研製流程(4)抑病介質的調製與應用(5)抑菌介質的抑病原理。

介質的種類

一般來說，栽培介質的質材可區分為無機和有機二類。無機介質所指的是砂類、泥土、蛭石、珍珠石、煤渣、礦渣、浮石、人造土、岩棉及發泡煉石等，這類介質的特色是不具分解性。有機介質則包括泥炭類、蛇木屑、水草及各種農工廢棄物如樹皮、稻桿、稻殼、米糠、花生殼、玉米穗軸、甘蔗渣、菜籽粕、蓖麻粕、黃豆粕、樹皮、木屑、椰子殼、污泥、廢棄菇類太空包培養基、蝦蟹殼粉、魚粉及禽畜糞便等，具保肥及保水性是此類介質的特性。

研發抑病介質的目的

理想的栽培介質應具備優良的物理性、化學性、生物性及經濟性。介質的重要物理特性包括有良好的通氣性和保水力。例如泥炭苔乾燥後再溼性較差常導致幼苗失水萎凋，是介質使用上必須注意的問題。選擇通氣性佳及不易崩解的介質相對地減少植株根部缺氧腐爛或生育

不良的機會。因此，在考量介質物理性狀上大多傾向選擇多孔物質、低總體密度及不易崩解的介質。優良介質的重要化學特性包括適當的酸鹼度、電導度(EC)、陽離子交換能力(CEC)、營養元素含量及不具有毒物質等特性。一般無機介質在應用上因缺乏均衡的營養，容易造成植株缺肥而發育不良，須配合有機物質或肥料使用。介質中所含有的營養元素過多或過少對作物的生長都有不良的影響，例如以泥炭苔栽培作物必須使用緩效性肥料或作追肥補充。一般栽培介質除了常會攜帶植物病原菌外，均極少具有抑菌或抑病的功能，因此研發抑病介質的目的在於(1)培育健康種苗，防治植物病害的發生；(2)防止病原菌經由種苗傳播至田間；(3)節省農藥的防治經費；(4)提供農業栽培介質及廢棄資材的附加價值。

抑病介質的研製流程

欲將農業廢棄物開發作為抑病介質時，首先必須了解廢棄物的物理、化學及生物特性等方面的優缺點，並考量其相互間的交互影響關係，將這些經妥當處理改良後，才能使這些廢棄物再回歸到作物的生產線上，進而減少其對環境不利的衝擊。抑病介質的研製流程包括：(1)介質主配方的篩選包括：1. 設定欲防治的標的病原菌；2. 選擇適合栽培的作物種類及 3. 擬定主配方資材的種類與數量；(2)綜合考量欲調製之介質抑制作物根部病原的效果，其中包括：微生物相的分析、抑菌因子的分析、有益微生物的分析、物理特性的分析與化學特性的分析，評估其對作物幼苗與其根部病害發生的影響；(3)交互評估各種資材對標的作物，病原菌及拮抗微生物的功效，進而找出適當的候選資材；(4)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，進而調製抑病介質(表一)。

抑病介質的調製與應用

經過評估各種資材對作物生育、促進拮抗微生物與抑制作物病原的效應後，篩選出對標的病原具有抑制效果且促進植株生長的潛力資材，利用不同的添加物調整其協力組成百分比，以提昇其防病的功效

及降低施用量和成本。藉著溫室與田間的試驗以獲得如何有效利用合成介質與添加物防治作物病害的訊息，作為未來配方之修正及追蹤其抑菌特性與防病機制的理論基礎。蕭氏(1993)利用極細泥炭土(BVB No.4) 25%：芬蘭泥炭土 25%：溪湖抑病土 50% 調製而成的種苗一號介質(TSS-01 介質)，具有顯著抑制番茄萎凋病菌及增進植株發育的功效。邱氏(1996)以香菇太空包堆肥(SFMC)及金針菇太空包堆肥(SGMC)作為培育蔬菜種苗的抑病介質，研究中發現這二種介質均具有顯著抑制西瓜蔓割病，甘藍苗根瘤病與西瓜、番茄、甘藍及甜椒根瘤線蟲病等效果，而香菇太空包堆肥(SFMC)尚具有抑制番茄根腐病的效果。黃及黃氏(2000)利用腐熟香菇太空包堆肥與碳化稻殼按體積三比一的比率均勻拌合，再分別添加 0.2% (w/v)牛血粉、0.3%(w/v)石灰及 0.5% (w/v)蝦蟹殼粉後，製成的 SSC-06 介質可顯著減少甘藍苗感染立枯病菌的效果。楊氏(1994)將魚粉、血粉、硝酸氨、生石灰、香菇太空包堆肥及丙烯醇調製成 FBN-5A 混合物，經田間試驗顯示其具有防治豌豆立枯病的效果。Shiau 等氏(1999)在荷蘭泥炭苔(BVB No.4)中添加 FBN-5A 混合物，證明可以有效防治立枯絲核菌危害甘藍幼苗及降低穴盤缺株的比例。劉與黃兩氏(2000)則發現添加 FBN-5A 混合物的土壤有快速降低蘿蔔黃葉病菌的功效。筆者利用樹皮堆肥添加血粉及生石灰組合成 TBC-03 介質，除了可充作甜椒、萵苣、胡瓜及甘藍等作物之栽培介質外，亦具有防治甘藍苗立枯病的功效。

抑病介質的抑菌原理

Malek 與 Gartner (1975)報導闊葉樹皮堆肥可以抑制 *Meloidogyne hapla*、*Pratylenchus penetrans* 及 *Trichodorus christiei* 等線蟲。Tamura 與 Taketani (1977)發現稻殼與樹葉堆肥可防治十字花科根瘤病 (*Plasmodiophora brassicae*) 的效果顯著優於鋸木屑堆肥。Kato 氏等(1981)報導落葉松樹皮堆肥可以有效防治鐮胞菌引起的山藥褐腐病。Hoitink 和 Fahy (1986)指出某些作物殘渣，樹皮堆肥與污泥等具防治作物土媒病原的特性。Paulitz 等氏(1986)指出泥炭苔或蛭石中添加 *Trichoderma harzianum*，可有效減少 *Pythium* spp. 對蘿蔔的危害。Boehm *et al* (1993)、Chen *et al* (1988)和 Mandelbaum & Haradar (1990)等學者指出微生物的靜菌作用是堆肥防治作物根腐病的主要機制。Hardy & Sivasithamparam 兩氏(1991a)報導尤加利樹皮堆肥

(Eucalyptus bark compost, CEB) 濾液可抑制 *Phytophthora cinnamoni*, *P. cryptogea*, *P. drechsleri* 及 *P. nicotianae* var. *nicotianae* 產生孢子囊，然而經滅菌處理的尤加利樹皮堆肥卻無抑菌的效果。同年，Hardy 和 Sivasithamparam 兩氏(1991b)證明 CEB 內蘊含的放線菌雖不具有抑制病原菌的效果，但卻與 *P. drechsleri* 間具有競爭腐生的能力。Boehm 等人(1993)證明添加樹皮堆肥的栽培基質所培育的植物，其根圈擁有大量的 *Pseudomonas* spp.，是以植物根腐病的發生率顯著減少。此外，Boehm *et al* (1993)認為微生物間競爭碳源的現象也是堆肥抑菌的部分效應。換句話說，微生物的種類與活性在堆肥的防病效應中，佔有極為重要的角色。

調配抑病介質的利基在於組合二種以上的有機物與無機物，以增強土壤微生物的活力與競爭作用，並誘使植物病原菌受害及促進作物的生長。一般言之，優良抑病介質之防病與抑菌原理常隨防治病原的對象與其添加物的種類而有所差異。種苗一號介質(TSS-01 介質)抑制番茄萎凋病菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersica* 的機制在於介質中含有大量的木黴菌(*Trichoderma* sp.)及細菌，導致番茄萎凋病菌的厚膜孢子發芽受抑制。香菇太空包堆肥(SFMC)抑制番茄萎凋病菌(*Pythium myriotylum*)的效果，係介質釋放的酚類化合物可顯著抑制 *P. myriotylum* 游走子的發芽，進而使植株免受根腐病菌的威脅。SSC-06 介質防治甘藍苗立枯病菌(*R. solani* AG-4)的原理，在於其組成中添加的蝦蟹殼粉與牛血粉可釋放氨氣，具有毒傷或弱化 *R. solani* AG-4 的效果。此外，TBC-03 樹皮堆肥介質也含有抑菌的酚類化合物及蘊含有大量的放線菌，才表現抑制病原菌的效果。

結 論

農業廢棄資源的回收利用，除可減少環境污染外，亦可開發有機堆肥與栽培介質，創造農產品的附加價值，是農業經營的努力方向。基於追求新世紀的生物資源管理體系須建構在生態平衡和經濟利益平衡的基礎上，因此作物病害防治的觀念亦逐漸採納整合型的病害管理模式。筆者認為利用農業廢棄物研製具有抑制植物病害功效的栽培介質，不但可以達到防治作物病害的功效外，尚可培育健康的蔬菜及花卉種苗；此外亦可將農業廢棄物重新導入作物栽培體系，協助農業之永續經營與發展。因此，開發與利用抑病介質確是值得吾輩努力深入探討的工作。

參考文獻

1. 王才義。1993。農作廢棄物作為容器栽培介質有機成分之探討園藝作物生產與發展研討會專刊。p.69-82 國立中興大學園藝學系編印。
2. 李晔。1992。國內外常用介質概論。農藥世界 112:27-32。
3. 邱安隆。1996。利用農工廢棄物研製可供培育蔬菜種苗之抑病介質。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文。
4. 陳士略。1996。金針菇棄堆肥作為育苗介質之研究。國立大學園藝研究所碩士論文。
5. 黃振文。1996。農業廢棄物防治作物病害的展望。植物保護新科技研討會專刊。p151-157。臺灣省農業試驗所編印。
6. 黃振文。1992。發展有機添加劑培育健康而強壯的農作物。興農月刊 288:65-67。
7. 黃振文。1999。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。興大農業 30: 2-4。國立中興大學農學院農業推廣中心編印。
8. 黃振文、石信德、蕭芳蘭。1996。抑菌介質的調配與應用。健康清潔植物培育研習會專刊 pp.149-153。中華植物病理學會出版。
9. 黃振文、石信德。1998。利用農業廢棄物研製植物保護製劑的展望。農業與生態平衡研討會專刊。pp.197-208。國立中興大學土壤環境科學系編印。
10. 黃振文、黃錦河。1994。從土壤添加物管理作物病害的研究趨勢找到永續農業的務實訊息。農藥世界 126:27-31。
11. 黃振文、蔡東纂、高清文、孫守恭。1995。作物病害綜合管制之實例。植保會刊 35:15-27。
12. 黃錦河。1995。本土化蔬菜穴盤育苗介質之開發利用。國立中興大學園藝研究所碩士論文。
13. 楊秋忠。1995。亞熱帶地區本土化介質應用手冊。國立大學土壤學系編印。
14. 劉俊合、黃振文。2000。土壤添加 FBN-5A 混合物防治蘿蔔黃葉病的效果與原理。植保會刊 42: 169-182。
15. 謝森明、游俊明、廖乾華、張簡秀容、張學琨。1995。農業廢棄物製成本土化育苗介質之研究。永續農業研究及推廣研討會專輯 p.136-145。中華永續農業協會與台中區農業改良場編印。彰化。

16. 蕭芳蘭。1993。番茄萎凋病抑病介質的開發與應用。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文。
17. 蕭芳蘭、黃振文、林俊義。1993。栽培介質對番茄萎凋病發生的影響。植保會刊 35:157-162。
18. 蕭芳蘭、黃振文、高清文。1994。番茄萎凋病抑病介質的抑菌特性。植保會刊:271-279。
19. Cook, R. J., and Baker, K. F. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. The American Phytopathological Society, St. Paul. MN.
20. Shiau, F. L., Chung, W. C., Huang, J. W., and Huang, H. C. 1999. Organic amendment of commercial culture media for improving control of *Rhizoctonia* damping-off of cabbage. Can. J. Plant Pathol. 21: 368-374.
21. Hoitink, H. A. J., and C. P. Fahy. 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Annu. Rev. Phytopathol. 24: 93-114.
22. Huang, H. C. and Huang, J. W. 1993. Prospects for control of soilborne plant pathogens by soil amendment. Current Topics in Bot. Research Vol. 1: 223-235.
23. Huang, J. W. and Huang, H. C. 2000. A formulated container medium suppressive to *Rhizoctonia* damping-off of cabbage. Bot. Bull. Acad. Sin. 41: 49-56.
24. Papavizas, G. C. 1975. Crop residues and amendments in relation to survival and control of root-infecting fungi : An introduction. Page 76 in G. W. Bruehl, ed. Biology and Control of Soilborne Plant Pathogens. The American Phytopathological Society, St. Paul. MN.
25. Sivasithamparam, K. 1981. Some effects of extracts from tree barks and sawdust on *Phytophthora cinnamomi* Rands. Aust. Plant Pathol. 10: 18-20.
26. Spencer, S., and Benson, D. M. 1982. Pine bark, hardwood bark compost, and peat amendment effects on development of *Phytophthora* spp. and lupine root rot. Phytopathology 72: 346-351.

27. Stephens, C. T., and Stebbins, T. C. 1985. Control of damping-off pathogens in soilless container media. *Plant Dis.* 69: 494-496.
28. Sun, S. K. and Huang, J. W. 1985. Formulated soil amendment for controlling *Fusarium* wilt and other soilborne diseases. *Plant Dis.* 69 : 917-920.

Development and Utilization of Plant Disease-Suppressive Culture Medium

Hsin-Der Shih¹ and Jenn-Wen Huang²

¹Department of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute

²Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University

ABSTRACT

Agricultural wastes such as spent forest mushroom compost, spent golden mushroom compost and tree bark, were effective in inhibiting plant pathogens and able to partially replace imported peat in container media used for agronomic and horticultural crops. To develop plant disease-suppressive culture medium, a series of studies including (1) screen agricultural wastes for formulating container media to suppress important plant pathogens, (2) evaluate effectiveness of each amended container medium, and (3) investigate mechanisms involved in the suppression of individual pathogen in container media, were conducted. Two disease-suppressive container media, SSC-06 and TBC-03 and a medium adjuvant, FBN-5A mixture have been formulated by using agricultural wastes, tree bark and fertilizers for the management of plant pathogens such as *Rhizoctonia solani* AG-4, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* and *Pythium aphanidermatum* in Taiwan. Experiments revealed that multiple effects of biotic factors such as increasing populations of antagonistic and saprophytic microorganisms, changing plant structure and effects of abiotic factors like increasing or lowering soil pH of the culture media play an important role in reducing disease incidence.

Key words: Plant disease-Suppressive culture medium, agriculture wastes, biocontrol.