

臺灣植物病害之微生物防治

撰文/吳文希

前言

按照目前人口增加的速率，預計於 2050 年時，全球人口將超過 91 億，因此世界糧食必須增產 86%，始足以因應全球之糧食需求，但生產所有農產品之際，必定面臨到日趨嚴重的極端氣候變遷，尤其是衍生出的高溫及乾澇；另外尚需面對土壤劣化、沙漠化及鹽化的問題，以及採用基因轉殖生物後所產生的更多病蟲害困擾；以往全球的作物因持續滋生的病蟲害於採收前，就已損失收穫量的 30-45%，若將採收後所遭受到的病蟲害列入計算，病蟲害便已將作物的產量減少了 50% 以上，所以病蟲害的問題，絕對是作物生產時的一項重要限制因子，因此受到世人關注，雖然設法降低作物因病蟲害所遭受到損失的方法很多，但生物防治必定是一種與生態環境友善，使用簡便，經濟又實惠的方法。

試驗成果

臺灣植病界的學術人才輩出，且均十分主動積極從事相關研究，有關生物防治的研究報告，於 1975 年前 (Wu, 1976) 在台似乎無正式的研究成果問世，而今全台設有農學院之大學，以及政府的農業研究機構，均有學者及研究人員從事生物防治方面之研究，研究成果豐碩 (表一)，然大多數的研究成果，僅限試驗室、溫室及試驗田的環境，鮮少商品化問世；可資產學合作開發的專利項目也少，此等現象可能和學術及研究機構的研究人員更替，追求

論文發表篇數及研究經費的持續性有關。

單純利用微生物可防治植物病害的研究成果，涵蓋的作物，包括糧食、蔬菜、花卉及果樹；防治的對象包括真菌、細菌及線蟲植物性病原；應用的拮抗微生物，包括真菌及細菌 (含放射線菌)。

商品化的成果

以拮抗微生物為唯一主要有效成份的生物製劑，主要是 *Bacillus subtilis* 的產品，百泰生技公司出品的「台灣寶」及沅漢公司出品的「金雞牌賜倍效」，前者的防治對象包括白粉病、露菌病、及灰黴病，而後者的防治對象則係一般作物幼苗的立枯病。

獲得我國及美國專利，可以防治百合灰黴病的 *Bacillus amyloliquefaciens*，已授權台鹽股份公司生產，但政府於 2000 年轉變執政黨之際，公司經營之理念產生轉變，以致至今仍未商品化，殊為可惜。

以 *Streptomyces saraceticus* 為主要成份之 LT-M (現俗稱蔡 18)，在每公頃葡萄園中添加 2,000 公斤，於夏及冬果期，與對照組相較 *Meloidogyne incognita* 引起之根瘤及罹病指數，依序分別為 47.5 比 67.8%，及 42.8 比 69.5%，而且 LT-M 可增加葡萄的產量及甜度 (3-5 度) (蔡, 1998)；也可明顯地減少存活在土壤中的 *Tylenchulus semipenetrans*, *Pratylenchus coffeae*, *Paratylenchus curvatus* 及 *M. incognita* 的族群數。LT-M 不僅可以有效防治線蟲病害，同時尚可促進花卉、蔬果作物根系之生長發

表一 在臺灣發表的微生物防治植物病害的實例

作物	拮抗微生物	病原	資料來源
小麥、燕麥	<i>Trichoderma aureoviride</i> <i>T. harzianum</i>	<i>Drechslera sorokiniana</i> <i>Fusarium culmorum</i> <i>Rhizoctonia solani</i>	Wu, 1976
水稻	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i>	林等, 2008
大豆	<i>T. pseudokoningii</i> <i>T. harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	Wu, 1980
大豆	<i>T. pseudokoningii</i>	<i>R. solani</i>	Wu, 1982
玉米	<i>B. subtilis</i>	<i>Puccinia sorghi</i>	吳及林, 1990
玉米	<i>Trichosporon sp.</i>	<i>Bipolaris maydis</i>	Wang & Wu, 1987
玉米	<i>B. cereus</i>	<i>Bipolaris maydis</i>	Huang <i>et al.</i> , 2010
馬鈴薯	<i>Bacillus sp.</i> <i>T. pseudokoningii</i>	<i>R. solani</i>	Chu & Wu, 1980
向日葵	<i>T. harzianum</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Lee & Wu, 1979
向日葵	<i>T. viride</i>	<i>S. sclerotiorum</i>	Lee & Wu, 1986
紅豆	<i>T. koningii</i>	<i>R. solani</i>	劉, 1991
豌豆	<i>T. pseudokoningii</i>	<i>R. solani</i>	Chu & Wu, 1981
甘藍	<i>Gliocladium virens</i> <i>Penicillium oxalicum</i> <i>T. harzianum</i>	<i>Alternaria brassicicola</i>	Wu & Lu, 1984
蕃茄	<i>B. subtilis</i>	<i>Alternaria solani</i>	Liu & Wu, 1997
蕃茄	<i>Streptomyces sp.</i>	<i>Burkholderia solanacearum</i>	鄧等, 2006
胡蘿蔔	<i>B. cepacia</i>	<i>A. radicina</i>	Chen & Wu, 1999
胡蘿蔔	<i>B. amyloliquefaciens</i>	<i>Geotrichum candidum</i>	吳等, 1999
甜椒	<i>Pseudomonas putida</i>	<i>Xanthomonas axonopodis</i> <i>pv vesicatoria</i>	蔡等, 2004
萵苣	<i>B. mycoides</i>		陳等, 2010
白菜	<i>Streptomyces sp.</i>	<i>R. solani</i>	蔡等, 2010
一般園藝作物	<i>B. cereus</i> <i>T. harzianum</i> <i>T. koningii</i> <i>T. pseudokoningii</i>	<i>Phytophthora capsici</i> <i>Pythium aphanidermatum</i> <i>Pythium spinosum</i> <i>R. solani</i>	Wu, 1992

(待續)

表一 在臺灣發表的微生物防治植物病害的實例(續)

作物	拮抗微生物	病原	資料來源
胡瓜、聖誕紅	<i>B. insolitus</i> <i>B. subtilis</i> <i>T. harzianum</i>	<i>Py. aphanidermatum</i> <i>Pythium splendens</i> <i>R. solani</i>	吳, 1995
菊花	<i>Gliocladium deliquescens</i> <i>Paecilomyces marquandii</i>	<i>R. solani</i>	Tschen <i>et al.</i> , 1989
菊花	<i>B. cereus</i>	<i>R. solani</i>	Wu <i>et al.</i> , 1990
菊花	<i>B. subtilis</i>	<i>R. solani</i>	吳, 1996
百合	<i>B. megaterium</i>	<i>R. solani</i>	鍾及吳, 2000
百合	<i>B. megaterium</i>	<i>Botrytis elliptica</i>	Chiou & Wu, 2001, 2003
百合	<i>B. cereus</i>	<i>B. elliptica</i>	Liu <i>et al.</i> , 2008
百日草	<i>B. megaterium</i>	<i>Alternaria zinniae</i>	Wu & Yang, 1992
百日草	<i>B. megaterium</i>	<i>Alternaria carthami</i>	Wu & Chou, 1995
黃波斯菊	<i>B. amyloliquefaciens</i>	<i>A. cosmosa</i>	Wu <i>et al.</i> , 2007
孔雀菊	<i>B. amyloliquefaciens</i>	<i>A. patula</i>	Wu <i>et al.</i> , 2007
長春花	<i>Burkholderia gladioli</i>	<i>Phytophthora parasitica</i>	Ou-Yang & Wu, 1998
一般花卉	<i>T. harzianum</i>	<i>Phytophthora capsici</i> <i>Pythium aphanidermatum</i> <i>R. solani</i>	Wu, 1998
葡萄	<i>B. pasteurii</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> <i>Melanconium fulgineum</i>	Wu & Chang, 1993
果樹等	<i>Streptomyas saraceticus</i>	<i>Meloidogyne incognita</i>	蔡, 1998
金線蓮	<i>T. asperellum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	蔡等, 2008

育，而減少許多地下及地上部組織的各種病害的發生機會，是項應用對象及作用效果廣泛的製品，也是目前在臺灣應用最為廣泛且最受歡迎的一種生物農藥或生物製劑。

建議

在臺灣自 1976 年有正式的生物防治研究成果發表以來，至今已歷時 35 載，期間涉及直接利用拮抗微生物防治植物病害的研究成果，堪稱豐碩，但獲得專利及商品化的研究成果卻很少，政府若是真正

關切環境的維護及生物安全性，則應該主動積極輔導具市場潛力的研究成果獲得專利，並補助建立鑑定特定拮抗微生物的資訊系統。

每種拮抗微生物均有本身所喜好的棲息環境或小生境，有和特定作物的一定關係，如棲息的時機、位置，植物的生理變化對拮抗微生物的影響，以及在同一棲息環境中和其他各種微生物之間的關係等，都應該瞭解清楚，如此方可有效地施用拮抗微生物，否則必定會出現試驗結果，和實際在各種環境下應用結果的龐大落差。如在加拿大篩選出可以防治四季豆菌核病的 *Coniothyrium minitans* 在加拿大的西部平原地區，就比在其他地區的防治效果明顯 (Huang & Wu, 2009)。

植物病害的生物防治史中，除 *Peniophora gigantea* 及 *Agrobacterium radiobacter*，可以依序分別防治 *Fomes annosus* 及 *A. tumefaciens* 外，很少實際在田間可以以一種拮抗微生物，有效防治一種特定的病原菌，大多數的拮抗微生物皆有它一定的能耐，亦即它具一定的適用範圍，包括作物對象、地區限制、及季節變化等，為避免微生物防治效果的侷限性，其實應該設法激化環境中現存之各種拮抗微生物之活性，因為按理任何病原的拮抗微生物，是存在於各處環境中，病害之所以發生，乃是自然界裡的拮抗微生物之活性，不及抑制病原菌的活性之故，所以任何自然物質可激化自然界中的拮抗微生物，都應可表現出理想的間接生物防治果效，如 CH-100 營養液 (黃, 1992) 之所以可以有效防治蕁菜銹病及胡瓜白粉病，部份原因是它可促進酵母

菌，如 *Rhodotorula* 及 *Cryptococcus* spp. 生長之故；利用 FBN-5A (Shiau *et al.*, 1999) 防治 *R. solani* 所引起的苗腐病也是類似道理。其實任何能促使植物根系生長發育旺盛的方法，都應該會表現出和生物防治有關的原因及成效。

在臺灣雖然已有許多的植病生物防治研究成果，但是以森林病害為題材的研究卻缺如；另外，在採收後的儲藏性病害方面的生物防治，幾乎亦無眉目，其實利用生物防治手段防治儲藏性病害是值得有識之士及政府相關單位重視者，因為生物防治涉及食品安全，及環境固定且易控制之故。

利用微生物的二次代謝物防治植物病害，基本而言，已屬化學防治，因為所利用之抗生素均係源自人工培養醱酵的環境，其量及純度在自然環境中是幾乎不可能發生的現象；類似地，若以人工方法大量萃取植物組織中，對病原有毒的成份，然後用於防治病害，該等有毒物質已屬植物性殺菌劑；近半世紀以來，發現到植物也具誘導的全身抗病性，如利用 *B. cereus* 防治百合灰黴病 (Liu *et al.*, 2008)；此等主題均與本主題無直接關連。而且誘導的全身抗病是刺激因子 (含生物及非生物) 作用在擬防治的植物上，於是植物花費能量產生原本不會產生的一些抗病原的物質，病害雖然受到了控制，但植物卻必須在持續有刺激的狀況下，產生原本不需產生的抗病原物質，這種能量的消耗對作物的產量及品質，究有何等影響，其實是研究人員應該澄清者。

AgBIO

吳文希 國立臺灣大學 植物病理與微生物學系 名譽教授
中國文化大學 園藝暨生物技術學系 教授

參考文獻

1. 朱芬芬、吳文希 (1980) 馬鈴薯黑痣病之生物及化學防治。植保會刊, 22:269-286。
2. 吳文希 (1996) 防治菊花莖腐病生物性殺菌劑的研發。植病會刊, 5:85-90。
3. 吳文希 (1995) 胡瓜及聖誕紅幼苗腐敗病的生物防治。植病會刊, 4:97-105。
4. 吳慧珍、陳子偉、吳文希 (1999) 胡蘿蔔酸腐病之發病生態及防治。植病會刊, 8:1-8。
5. 陳和緯、林盈宏、黃振文、張碧芳 (2010) *Bacillus mycooides* CHT2402對萵苣幼苗生長之影響。植病會刊, 19:157-165。

參考文獻

6. 林漢釗、黃文的、楊尚書、曾德賜 (2008) 枯草桿菌*Bacillus subtilis* WG6-14對水稻秧苗之生長促進及對*Sclerotium rolfsii*所造成水稻秧苗立枯病之防治效果。植病會刊, 17:53-74。
7. 黃振文 (1992) 利用合成植物營養液管理蔬菜種苗病蟲害。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊, 頁221-232。
8. 劉顯達 (1991) 利用拮抗菌*Trichoderma koningi*對紅豆根腐病之生物防治。植保會刊, 33:63-71。
9. 蔡東纂 (1998) 植物寄生性線蟲之生物防治。國立台灣大學植物病蟲害學研究所博士論文, 頁101。
10. 蔡金池、曾德賜、謝式坪鈺 (2008) 木黴菌*Trichoderma asperellum* TA菌株在台灣金線蓮莖腐病防治上之應用。植病會刊, 17:243-254。
11. 蔡依真、鍾文全、鍾文鑫 (2010) 應用鏈黴菌*Streptomyces* sp. A272防治白菜立枯病。植病會刊, 19:149-155。
12. 蔡均龍、陳敏瑞、徐世典、曾德賜、曾國欽 (2004) 葉表螢光假單胞菌*Pseudomonas putida* YLFP14對甜椒細菌性斑點病之防治潛力。植病會刊, 13:191-200。
13. 鄧雅靜、曾國欽、徐世典 (2006) 促進蕃茄生長根棲細菌之篩選及防治青枯病之測試。植病會刊, 15:83-95。
14. 鍾宜穎、吳文希 (2000) 利用 *Bacillus megaterium* 防治百合 *Rhizoctonia* 根腐病。植病會刊, 9:61-70。
15. Chen, T.W. and Wu, W.S. (1999) *Biological control of carrot black rot*. J. Phytopathol. 147:99-104.
16. Chiou, A.L. and Wu, W.S. (2001) *Isolation, identification and evaluation of bacterial antagonists against Botrytis elliptica on lily*. J. Phytopathol. 149:319-324.
17. Chiou, A.L. and Wu, W.S. (2003) *Formulation of Bacillus amyloliquefaciens B190 for control of lily grey mould (Botrytis elliptica)*. J. Phytopathol. 151:13-18.
18. Huang, H.C. and Wu, M.T. (2009) *Plant disease management in the era of energy conservation*. P. P. Bull 18:1-12.
19. Huang, C.J., Yang, K.H., Liu, Y.H., Lin, Y.J., and Chen, C.Y. (2010) *Suppression of southern corn leaf blight by a plant growth-promoting rhizobacterium Bacillus cereus CIL*. Ann. Appl. Biol. 157:45-53.
20. Lee, Y.A. and Wu, W.S. (1979) *Management of the sclerotinia disease with biological and chemical methods*. Memoirs of the College of Agriculture(NTU)19:96-108.
21. Liu, C.H. and Wu, W.S. (1997) *Chemical and biological control of tomato early blight*. Pl. Pa. Bull. 6:132-140.
22. Liu, Y.H., Huang, C.J., and Chen, C.Y. (2008) *Evidence of induced systemic resistance against Botrytis elliptica in lily*. Phytopathol. 98:830-836.
23. Ou-Yang, W. and Wu, W.S. (1998) *Biological control of Phytophthora blight in periwinkles by Burkholderia gladioli*. Pl. Pa. Bull. 7:27-32.
24. 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.
25. Wu, W.S. (1980) *Biological and chemical seed treatments of soybeans*. Memoirs of the College of Agriculture(NTU)20(2):1-16.
26. Wu, W.S. (1992) *The application of bioagents to control Rhizoctonia solani and other soil-borne plant pathogens*. Pl. Pa. Bull. 1:1-12.
27. Wu, W. S. (1998) *The effects of bioagent-amended potting medium to control Rhizoctonia solani, Phytophthora capsici and Pythium aphanidermatum for cultivating healthy horticultural crops*. Pl. Pa. Bull. 7:54-65.
28. Wu, W.S. and Chang, L. (1993) *Biological control of grape ripe rot and bitter rot*. Pl. Pa. Bull. 2:20-25.
29. Wu, W.S. and Chou, J.K. (1995) *Chemical and biological control of Alternaria carthami*. Seed Sci & Technol. 23:193-200.
30. Wu, W.S. and Yang, Y.H. (1992) *Alternaria blight, a seed-transmitted disease of zinnia in Taiwan*. Pl. Pa. Bull. 1:115-123.
31. Wu, W.S., Wu, H.C., and Li, Y.L. (2007) *Potential of Bacillus amyloliquefaciens for control of Alternaria cosmosa and A. patula of Cosmos sulfurous (Yellow Cosmos) and Tagetes patula (French Marigold)*. J. Phytopathology 155:670-675.
32. Wu, W.S., Kuo, M.H., Tschen, J., and Liu, S.D. (1990) *Integrated control of chrysanthemum stem rot*. Pl. Prot. Bull. 32:77-90.