

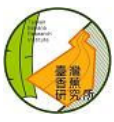
香蕉黃葉病田間綜合防治技術示範

臺灣香蕉研究所/蘇慶昌·趙治平·興大生科系/黃介辰

香蕉一向是臺灣重要果樹之一，過去數十載為我國提供不少外匯收入，對臺灣經濟成長有相當貢獻。然從一九六八年於屏東縣佳冬蕉區首次發現黃葉病後，由於當時未能及時採取防疫及撲滅措施，致使本病害在一九八〇年期間由南臺灣蔓延至臺蕉所有主產區，造成蕉區嚴重失收，產量減少，外銷量不足對臺蕉產業正常發展影響甚鉅。為減緩此一病害之蔓延速度，臺灣香蕉研究所（以下簡稱本所）自一九八三年全球首先研發組培健康蕉苗，提供蕉農在新植地區栽種。自一九八四年起更進一步利用組培蕉苗體細胞變異優良株系選育新技術，進行 Cavendish 華蕉系品種改良工作，並自一九九〇年起先後育成推廣如「臺蕉一號」、「臺蕉三號」、「寶島蕉」及「臺蕉五號」等兼具黃葉病抗病及傳統「北蕉」優良園藝特性之新品種（圖 1）供蕉農種植，對永續臺蕉產業之發展有明顯之功效。然黃葉病疫區自九十七年起改植「臺蕉五號」等黃葉病耐病新品種後，每年仍有部分蕉區或因產量較低、產期延後或外觀品質問題，或因田間管理問題等致蕉株黃葉病率達 30% 以上，可見僅藉抗病耐病單一新品種之推廣亦難全面有效達到黃葉病防治之優良成效。本文目的旨在藉由田間香蕉黃葉病綜合防治管理技術示範，期望蕉農能夠進一步了解土壤改良、蕉苗根系利用有益微生物進行根圈保護及其他栽培技術改進對黃葉病良好防治之重要性，為蕉農朋友提供較理想田間管理方法之參考，有效降低病害損失，提高農民植蕉意願並增進其收益。



圖一、健康組織培養蕉苗。



認識香蕉黃葉病

一、病原菌

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* Tropical race 4

二、形態

屬於真菌。與一般鐮刀菌外觀相似，香蕉黃葉病菌大分生孢子呈鐮刀形、隔成4~8細胞，頂端細胞細長 27~55 X 3.3~5.5 μm 。小分生孢子卵形至腎臟形，5~16 X 2.4~3.5 μm 。厚膜孢子 7~11 μm 。已發現四種生理小種(一至四號)，利用 KOMADA II 選擇性培養基可區分僅感染「呂宋蕉」之一號生理小種 (race 1) 及可感染「北蕉」、「仙人蕉」及「呂宋蕉」之四號生理小種 (race 4)；四號生理小種在該培養基上菌落邊緣一般呈放射狀。以營養親和性組別 (Vegetative Compatibility Group, VCG) 進行分類目前全球已發現 21 種 VCG (vegetative compatibility group)。臺灣當今黃葉病疫區出現之四號生理小種，多屬於 VCG1213~1216 系統，亦稱熱帶地區之四號生理小種 (Tropical race 4)。

三、地理分布

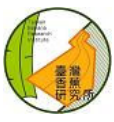
東南亞 (中國、印度、菲律賓、賓、馬來西亞、泰國、印尼、及臺灣)；大洋洲 (澳洲、巴布新幾內亞)；非洲 (坦尚尼亞、剛果共和國、蒲隆地、烏干達、盧安達、奈及利亞、南非)；美洲及加勒比海地區 (佛羅里達、墨西哥、尼加拉瓜、古巴、巴拿馬、宏都拉斯、哥斯大尼加、海地、巴西、馬拉威、牙買加)；馬德拉島 (葡萄牙)；加那利群島 (西班牙)；哥德洛普島 (法屬)。

四、寄主

香蕉、赫蕉、纖維蕉。

五、發生生態

整年發生，十月至次年二月為發生嚴重時期，由蕉株根部或球莖感染。病原菌可靠河水、灌溉水、農具及病苗而傳播。臺灣南部地區自民國五十七年出現黃葉病以來，病勢逐年擴散，現已波及多數蕉園，蕉農將發病殘株廢棄於水溝和自病區取苗乃本病傳播迅速之主要原因。病原菌在病株組織內可產生大分生孢子、小分生孢子和厚膜孢子，但在土壤中主要以厚膜孢子存活，其存活期可達數年之久。一般言之，本病在酸性砂質地較易發生，又排水不良及傷根情況下可促進本病發生。本病



病原菌有四個生理小種，引起臺蕉（北蕉、仙人蕉）黃葉病者為第四生理小種（race 4），引起呂宋蕉（Latundan）黃葉病者屬第一生理小種 race 1）。病原菌自感染到出現外部病徵，潛伏期長達五至六個月；南部蕉園種植期多在三至五月，因此一般在每年十月以後才開始出現外部病徵。惟少數組培蕉區亦曾定植三至五個月後，即出現假莖縱裂及葉片黃化等徵狀。

六、病徵

外部病徵：發病蕉株的下方老葉葉緣首先黃化，並逐漸擴大至中肋，葉柄軟化，彎曲下垂，最後枯萎（圖 2）。上方幼葉亦逐漸變黃，終至整個蕉株枯萎死亡。有時病株假莖外圍的葉輔自基部發生縱裂（圖 3）。

內部病徵：縱切病株的假莖或塊莖可以發現維管束呈黃色至褐色（圖 4），在發病後期，黃褐色的維管束纖維上下貫穿成長條形。



圖 2. 香蕉植株罹患黃葉病

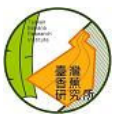


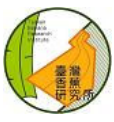
圖 3. 罹患香蕉黃葉病蕉株莖基部縱裂



圖 4. 香蕉植株內部維管束褐化

七、診斷技術

一般藉由蕉株內外部病徵予以鑑定即可。必要時，方可斟酌利用 KOMADA II 選擇性培養基生長特性鑑定，或以 PCCR 分生技術配合專一性探針進一步鑑定。



香蕉黃葉病田間綜合防治技術之不同處理區處理方式

一、對照區

(一) 植前

1. 蕉苗依正常馴化處理過程無添加任何物質。
2. 田間土壤無添加物質。

(二) 植後：依正常栽培管理方式進行。

二、施用有機肥處理防治區

(一) 植前

1. 蕉苗正常馴化期間澆淋 1,000 倍臺肥 T6 複合菌稀釋液，每星期一次，共六次。
2. 田間土壤添加適量（5~6 公斤/株）已發酵牛糞堆肥、碳化稻穀（2~3 公斤/株）及苦土石灰（1~2 公斤/株），攪田混合均勻並打破犁底層。

(二) 植後：每次配合施肥時加入酌量苦土石灰施用，其餘依正常栽培管理方式進行。

三、1,500 倍 80 %撲克拉錳可濕佳粉劑殺菌劑稀釋液處理防治區

(一) 植前

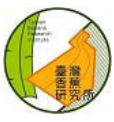
1. 蕉苗正常馴化期後，植前澆淋 1,500 倍撲克拉錳 80 %可濕性粉劑稀釋液。
2. 田間土壤添加適量已發酵牛糞堆肥，攪田混合均勻並打破犁底層且於植前植穴微撒每穴 5 公克撲克拉錳 80 %可濕性粉劑。

(二) 植後：以土壤灌注器將 1,500 倍撲克拉錳 80 %可濕性粉劑稀釋液以放射點狀，每隔二星期灌注一次，共三次，以每株三公升分配於蕉株根系附近四點灌注入土壤內；之後，也是每隔二星期亦灌注一次，共三次，但以每株四公升分配於蕉株根系附近八點灌注入土壤內；最後三次，則每隔四星期灌注一次，共三次，每株五公升分配於蕉株根系附近 12 點灌注入土壤內，其餘依正常栽培管理方式進行。

四、有益微生物（蕉苗接種內共生菌）處理防治區

(一) 植前

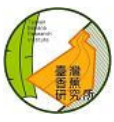
1. 於瓶苗期間將有益內共生菌接種於瓶苗中，之後蕉苗正常馴化。
2. 田間土壤添加適量已發酵牛糞堆肥，攪田混合均勻並打破犁底層。



(二) 植後：依正常栽培管理方式進行。

結論

香蕉黃葉病係由土壤病原真菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (FOC) Race 4 引起，為土傳性病害，也是目前臺蕉產業發展主要限制因素。病菌自根系侵入後，影響水分運送，致使受害蕉株無法正常生長，嚴重時黃化枯萎。近年來利用「寶島蕉」、「臺蕉五號」等抗耐病經濟栽培品種明顯降低黃葉病之危害，但部分疫區定植「寶島蕉」、「臺蕉五號」後，其發病勢仍有偏高現象。又因「寶島蕉」低溫催熟條件下果皮轉色較慢，以及九十五年起的臺蕉外銷體系由產銷一元化改成自由出口機制後，「寶島蕉」被少數外銷業者在日本誤導為不良品種之故，國內蕉區目前仍以感病品種「北蕉」為主要栽培品種，種植面積也最為廣泛，每年經濟栽培區達 6,000 公頃以上。惜因「北蕉」易受黃葉病病害感染，近期田間調查顯示，每年 15~20% 蕉區仍明顯受到此病危害（圖 5），此次所選擇之示範推廣蕉園亦曾受香蕉黃葉病危害嚴重之區域，先前種植了北蕉占植株時香蕉黃葉病發生率多達五成之多，後輪作一年水稻及一年紅豆等作物，而去（一〇〇）年由採集此區土壤樣本經土壤平板稀釋法檢測測得黃葉病病原菌密度仍為 0.9×10^3 個大孢子/克土，依經驗判斷為一般田間中級疫區。在此示範蕉區共進行四種處理，以了解不同處理對黃葉病之預防效用。另一方面，每一處理區亦同時種植耐病品系「臺蕉五號」及感病品系「北蕉」。以觀察抗耐病品系在預防病害上之功能性。初步結果顯示由（表一、圖 6）示範對照區「臺蕉五號」蕉株受香蕉黃葉病危害情形的確明顯較同一植區「北蕉」為低，證明田間疫區種植抗耐病品種系是有其必要性及功能性。再者，經土壤改良之有機肥施用區及植株根圈系受有益微生物保護兩處理區無論是香蕉生長勢或降低黃葉病危害蕉株方面都具有一定成效。使用殺菌劑灌注土壤以保護植株根系處理區雖可獲得防病成效，但在促進蕉株生長方面，確無顯著性效果。檢測各處理區中土壤營養成分之初步結果發現，土壤改良之有機肥施用處理區其交換性鈣及鉀含量較其他各處理區高出一倍，此結果是否表示土壤內交換性鈣及鉀含量與田間香蕉黃葉病發生率有一定的相關性，值得日後再次做深入追蹤探討（表二）。然而此次示範田間香蕉黃葉病綜合防治管理技術所使用處理資材絕非萬靈丹，可能還必須配合良好的蕉園栽培管理制度同時併行以提升防治成效。有些試驗上之處理可能有環境污染之虞，其合適之使用方式上仍需加以修正改進。冀望以此讓全國有心栽培管理香蕉的蕉農朋友封預防香蕉黃葉病有些正確可依循參考方向，進而能夠更了解正面改良土壤後所獲得的益處及蕉苗根圈系受有益微生物進行根圈保護或其他栽培技術改進的重要性。希望未來臺蕉產業主要限制因素之一的香蕉黃葉病得以有效控制，提高農民植蕉意願及信心，並增進其收益。以此互勉之，最後，感謝行政院農業委員會動植物檢疫防疫局



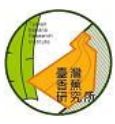
計畫支持與協助。



圖 5. 田間香蕉黃葉病嚴重疫區



圖 6. 同一疫區種植之耐病品種「臺蕉五號」(左)組培蕉株黃葉病發生率明顯低於感病品種「北蕉」(右)



表一、田間不同處理區植秩生長及發病情形比較

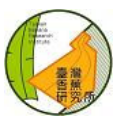
品種	處理方法	種植之組培 苗株數	株高 ¹⁾ (公分)	莖周 (公分)	健葉數 (片)	罹病率 ³⁾ (公分)
北蕉	對照區	49	231.3 ^{c2)}	61.1 ^b	12.5 ^{ab}	24.5
	施用有機肥	48	239.8 ^b	66.1 ^a	12.6 ^{ab}	0
	有益微生物(蕉苗接 種內共生菌 ⁴⁾)	87	263.9 ^a	65.2 ^a	12.2 ^b	3.4
	1,500 倍稀釋液 80 % 撲克拉錳可濕性粉劑 殺菌劑	39	237.9 ^{bc}	58.3 ^c	13.1 ^a	0
	對照區	154	235.6 ^c	62.4 ^b	14.1 ^a	0.6
臺蕉五號	施用有機肥	151	241.2 ^b	63.8 ^a	12.4 ^c	0
	有益微生物(蕉苗接 種內共生菌 ⁴⁾)	182	249.7 ^a	59.1 ^d	12.9 ^b	1.1
	1,500 倍稀釋液 80 % 撲克拉錳可濕性粉劑 殺菌劑	50	234.4 ^c	56.9 ^c	13.1 ^b	4
	對照區	154	235.6 ^c	62.4 ^b	14.1 ^a	0.6

1) 由地面至莖頂之蕉株高度。

2) 以鄧肯式多重變域分析 (P=0.05) 之不同處理平均值。同一處理具相同英文字母者彼此間之差異不顯著。

3) 一〇〇年四月種植至十一月發病調查資料。

4) 內共生菌為 Burkholderia 屬。



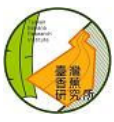
表二、香蕉植株定植於田間後，不同處理區土壤營養情形比較

分析項目	單位	植蕉土壤 營養標準 含量	對照區土壤 營養含量	施用有 機肥區 土壤營 養含量	有益微生物 (蕉苗接種 內共生菌 ¹⁾) 區土壤營養 含量	1,500 倍稀釋液 80%撲克拉錳 可濕性粉劑殺 菌劑土壤營養 含量
有機質	%	2~3	3.09	3.60	2.42	3.06
pH 值		5.8~6.8	7.53	7.6	7.63	7.33
鹽分	DS/m	0.26~0.6	0.11	0.10	0.08	0.08
有效磷	ppm	>80	201.8	225.5	140	148.3
交換性鉀	ppm	>150	59.5	105.5	45.5	64
交換性鈣	ppm	>1,200	2,711.5	4,586.5	2602	2307
交換性鎂	ppm	>140	163	212	115.5	136
鐵	ppm	50~300	1,063.4	872.4	994	1,213.6
錳	ppm	20~140	148.9	175.6	148.8	132.6
銅	ppm	12~20	12.0	10.2	11.5	13.6
鋅	ppm	11~25	31.9	30.7	27.2	33.2

1) 內共生菌為 Burkholderia 屬

參考文獻

- 馬溯軒、許圳塗. 1972. 香蕉幼莖切頂組織培養應用於不定芽誘發之研究 中國園藝 18 (3): 135-142。
- 賴宏輝. 1985. 香蕉栽培手冊. 95pp.
- 黃新川、柯文雄、趙治平. 1994. 香蕉黃葉病優良品系. 植保會刊 36:281-291.
- 孫守恭、黃振文. 1996. 臺灣植物鐮胞菌病害. 世維出版社. 170 頁.
- 張碧芳、張景宜、劉恩慈、陳盈如、黃振文. 2003. 利用隨機增幅核酸多型性分析及聚合酵素連鎖反應技術檢測香蕉黃葉病菌. 中華民國植物學會九十二年年會. 台中. 台灣.
- 植物保護圖鑑香蕉系列。
- Bentley, S., K. G. Pegg., N. Y. Moore., R. D. Davis., and I. W. Buddenhagen. 1998. Genetic variation among vegetative compatibility groups of *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* analyzed by DNA fingerpringting. Phytopathology 88:1283-1293.



8. Dai. C. Y., T. H. Chou, C. P. Chao , S. C. Hwang, H. J. Su, and S. S. Tzean. 2006. Developing specific nucleic acid probe for *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Race 4. International banana fusarium wilt diagnosis and characterization training workshop. Malaysian Agricultural Research and Development Institute. Serdang, Malaysia. 24-28 April 2006.
9. Hwang, S. C., C. L. Chen., J. C. Lin., and H. L. Lin. 1984. Cultivation of banana using plantlets from meristem culture. Hort Sci. 19:213-233.
10. Hwang, S. C., and C. Y. Tang. 1999. Unconventional banana breeding in Taiwan. In D.V. Jones (ed.) Disease of banana, abaca and enset. CABI Publishing, CAB International. 544pp.
11. Hwang., S. C., and W. H . Ko. 2003. Cavendish banana cultivars resistant to Fusarium wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan. Plant Diseases. 88:580-587.
12. Jones, D. 2000. Diseases of banana, abaca and enset. CAB International. 544pp.
13. Persley. D, 1993, Diseases of fruit crops. Queensland. Department. of Primary Industries. Brisbane, Australia. 178pp.
14. Liberato JR, Gasparotto L, Henderson J, Smith LJ, Daly AM & Shivas R 2007. Panama disease of banana (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) Pest and Diseases Image Library. Updated on 21/12/2007 9:21:46 AM. Available online: <http://www.padil.gov.au>.
15. Stover. R. H. 1972. Banana, Plantain and abaca diseases. Commonwealth Mycological Institute, Kew. 316pp.
16. Stover, R. H., and N. W. Simmonds. 1987. Bananas (3rd ed) . Longman, S. C and Tech. England. 468pp.
17. Su, H. J., S. C Hwang., and W. H. Ko. 1986. Fusarial wilt of Cavendish banana in Taiwan. Plant Diseases 70:814-818.
18. Sun, E. J., H. J. Su., and W. H. Ko. 1978. Identification of *Fusarium xysporum* f. sp. *cubense* race 4 from soil and host tissue by cultural characters. Phytopathology 68:1672-1673.