香蕉抗黃葉病植株網室檢定法及其選種效果

A Net-house Method for the Mass Screening of Resistance to Fusarium Wilt in Banana and Its Efficiency in Clonal Selection

鄧澄欣、李淑英、戴奇協[1]

by

Ching-Yan Tang, Shu-Ying Lee and Chi-Hsieh Tai

關鍵字：香蕉、黃葉病、抗病育種、體細胞變異

Key words：*Musa*, banana, Fusarium wilt, resistant breeding, somaclonal variation

摘要：本研究探討利用人工接種病原菌，在網室進行香蕉抗黃葉病選種的可行性。經分離後的黃葉病菌(*Fusarium oxysporum* f. sp *cubense*, race 4)菌絲在砂-玉米介質中培養 21 天後，取少量放置盤缽底部，再假植香蕉組織培養苗(de Beer *et al*. 1999)。經兩個月後，進行塊莖病徵檢查。本試驗探討苗齡大小及病原菌接種量對發病的影響。試驗結果顯示，假植一個月大的幼苗經接種後，發病速度及程度均高於三個月大的幼苗。比較病原菌用量，接種全量菌種的發病速度雖較快，但在兩個月後，接種全量或半量菌種引起的發病程度，差異不大，故使用半量可達相同效果。取用上述網室接種病原菌方法對「北蕉」進行抗病選種研究。從 20,176 株組織培養苗中，經單株選種，選出 46 個初步鑑定爲具抗性的品系。再經兩次田間病圃品系抗病性鑑定，選出高抗品系 GC-1089。在病園塊莖檢查 GC-1089 的嚴重病徵發生率約爲 13.1%，而抗病品種「台蕉三號」及感病品種「北蕉」的重病率分別爲 21.6 及 74.6%。在三個蕉農黃葉病感染的蕉園種植，GC-1089 的平均發病率爲 10.6-29.8%，而抗病品種爲 10.8-23.2%。可見使用網室檢定法，不但省工簡便，同時選出的抗病系，其抗病性極其穩定。

1.台灣香蕉研究所研究員、助理研究員及助理員。Reserarch fellow, assistant research fellow and research assistant, respectively, Taiwan Banana Research Institute, P.O.Box 18, Chiuju, Pingtung, Taiwan, R.O.C. E-mail：tbri@ksts.seed.net.tw.

2.本文於民國 91 年 4 月 23 日收到。Date received for publication：April 23, 2002.

前　言

香蕉黃葉病，又稱巴拿馬病爲真菌鐮刀菌(*Fusarium oxysporum* f. sp *cubense* (E.F. Smith) Snyder and Honsen)所引起的系統性病害。自 1967 年，台灣種植的「北蕉」原屬抗病品種卻首次發現感染黃葉病，其後鑑定病原菌爲第四生理小種[11,12]。此後，黃葉病在本省蕉區蔓延，成爲威脅本省香蕉產業最嚴重的問題。黃葉病病原菌從植株根部入侵，進入塊莖維管束後，引發褐化及黃葉等病徵，植株逐漸枯萎而死。除利用水稻輪作，可減低病害發生之外[6]，選育抗／耐病品種爲目前最佳防治途徑。台灣香蕉研究所自 1985 年開始，利用體細胞變異(somaclonal variation)進行抗黃葉病選種[8]。十多年來，育成「台蕉一號」[3]、「台蕉三號」[4,13]及「寶島蕉」[1]抗病品種，推廣農民種植，對穩定台蕉產業有重大貢獻。

從體細胞變異選出有用的變異成功率極低，有效的篩選方法是成功關鍵之一。利用組織培養苗進行抗病株篩選的主要方法有三[7]：一、田間檢定法：把假植盤缽三個月大的組織培養苗密植於病原菌平均分佈的蕉園中，經種植 4-5 個月後，檢查塊莖前端褐化情況。無病徵者，採其生長點進行組織培養繁苗，作品系抗病性鑑定。二、盤缽檢定法：南非Z.C. de Beer[5]以砂／玉米配合的介質培養黃葉病病原菌，其後，接種在盤缽底部，再把三個月大的蕉苗連根帶土放入盤缽中，使根與病原菌接觸，經四個星期後進行塊莖褐化檢查。三、試管檢定法：近年來，巴西學者[9,10]以液體培養基培養病原菌，再抽提其過濾液置入盛有香蕉多芽團(Multiple-bud-clumps)試管中進行抗病篩選。以上方法各有利弊。本研究利用上述盤缽檢定法，在網室進行抗病檢定效果試驗，對不同苗齡，病原菌用量，檢定時期等進行比較，從而找出適合本地環境操作的最佳步驟，作爲日後抗病選種的依據。本文並報導利用此方法進行「北蕉」抗病選種的初步成果。

材料與方法

一、病原菌接種試驗

本試驗用香蕉感病品種爲「北蕉」。利用莖端組織培養法[2]進行不定芽誘導，發根及馴化。然後，假植於盤缽或穴盤 1 至 3 個月後，進行黃葉病病原菌接種試驗。

採田間感病植株的假莖，在無菌箱中把褐化的維管束分離，置於K-2 培養基[12]中培養。根據病原菌獨特菌落形狀，確定爲*Fusarium oxysporum*第四生理小種後，選取單孢子置於盛有香蕉假莖碎塊的試管中培養及儲存備用。

菌絲增殖用的介質 (Z.C. de Beer 個人通訊) 爲：砂土(2500 c.c.)+玉米粉(500 c.c.)+蒸餾水(500 ml)。混合後，放入玻璃瓶以高壓高溫殺菌鍋消毒(1.01 kg/cm^{2}及 121℃)20 分鐘。冷卻後，在無菌箱中，接種一小片病原菌菌絲。然後置於生長箱中培養，溫度爲 20℃，光照 1,000 Lux。經 3 星期培養後，即作爲接種材料。

接種時，從瓶子倒出帶菌的介質，加入適量砂土，充分攪拌後，採少量(約 10 c.c.)放在假植用的盤缽或穴盤底部，然後把蕉苗連根帶土移植其上。接種後，每月調查總葉數及黃化葉片數。經接種兩個月後，進行塊莖褐化檢查：把蕉株拔起，清除介質，以香蕉刀切割塊莖前端，觀察內部維管束褐化情形(圖 2)，分無、輕微及嚴重病徵三級，作爲發病程度指數。

接種試驗分爲兩個子試驗：(一)苗齡及盤缽大小試驗：以假植盤缽後一個月及三個月大苗齡爲兩處理。一個月大蕉苗假植於 4 cm 直徑之穴盤，三個月大蕉苗則假植於 8 cm 的盤缽中。以全量菌種接種進行試驗。(二) 病原菌接種用量試驗：菌種用量分全量、半量(即菌種加砂土 1:1)及不接種三處理，以一個月大蕉苗種在 4 cm 直徑之穴盤進行試驗。在兩個子試驗中，每處理設二重覆，每重覆爲 20 株。發病情況之調查，除以發病程度指數(即 0 = 無病徵、1 = 輕微病徵、2 = 嚴重病徵)表示外，並計算其百分率。所有數據均以兩重覆之平均值及標準差表示其中值及試驗差異性。

二、抗黃葉病植株篩選試驗

根據上述試驗結果，以一個月大幼苗及 50 穴之穴盤(每穴直徑 4 cm)，以半量菌種爲接種材料，在網室內進行抗病植株選種。採用品種爲感病之「北蕉」。在接種 2-3 個月後，以刀切割蕉苗塊莖莖端檢查病徵。若爲無病徵或極輕微病徵之植株，採其分生組織在無菌狀態下進行組織培養繁苗，每系繁苗約 50 株。蕉苗經馴化及假植至 15 公分高(約三個月)，移植田間病圃進行品系抗病性鑑定。每系種二重覆，每重覆 20 株，以 RCBD 設計排列。經種植 4-5 個月，進行莖塊莖端褐化檢查。若發病率爲 0-10%，則分類爲高抗，11-30%爲中抗，>30%爲感病。經初步抗性鑑定入選之品系，再次繁苗約 100 株，在本所病圃進行第二次抗病性鑑定。試驗設計及調查如上，但每重覆株數增至 30 – 50 株。經二次鑑定入選品系，再經繁苗約 500 株，與抗病對照品種，在高屏地區三個農民蕉園進行大田抗病試驗，每試區每品系種 100-200 株，不設重覆。經種植 9 –10 個月，至抽穗後，以外徵爲標準，調查黃葉病發生率。

結　　果

一、蕉苗苗齡及盤缽大小試驗

本試驗以一個月及三個月苗齡之「北蕉」植株分別種在 4 cm 及 8 cm 直徑盤缽進行病原菌接種。經接種後一個月及兩個月，總葉數以一個月苗齡者較低，黃化程度亦較高(表 1)。經兩個月後進行內徵檢查，發病程度(指數)以一個月苗齡(1.63)較高，而三個月苗齡之發病指數爲 1.25，兩者有明顯差異。若以發病率計算(表 1)，亦有同樣趨勢。本試驗以三個月苗齡的抗病系(GCTCV-105)作爲對照，無論在葉片黃化及塊莖褐化指數，均明顯低於感病系。

二、病原菌接種量試驗

病原菌接種量分全量、半量及不接種(對照)三處理。接種病原菌一至兩個月後，各處理的總葉數維持在 3.9 至 4.1 片，各處理間無明顯差異。接種後一個月，黃化葉數以全量爲最多，半量次之，對照最少。兩個月後，半量處理的黃化葉數有明顯增加，與全量的黃化葉數接近(表 2)。經兩個月後檢查塊莖褐化程度，全量及半量的發病指數分別爲 1.47 及 1.34，兩者差異不大，而對照則沒有發病。以發病率計算，包括重病株及輕微病株，全量及半量處理分別爲 97.2 及 75%，以全量處理爲高。兩者的重病發生率各爲 44.5 及 45.8%，差異不大。

三、抗病植株篩選試驗

在 1998-99 年間，以假植後一個月大的「北蕉」組織培養苗，在網室接種半量病原菌進行抗病篩選，共篩選 20,176 株幼苗。經 2-3 個月後進行塊莖褐化檢查，選獲 124 株無病徵或輕微病徵之植株，採其生長點進行繁苗 20-40 株。繁苗成功的品系數爲 46 個。經田間初次抗病性檢定，平均發病率爲 62.6%，其中以 GC-1089 (6.7%)，GC-1093 (28.0%)及 GC-1113 (33.3%)三個品系的發病率比耐病品種「台蕉一號」(35.5%)爲低(圖 1)，尤以 GC-1089 的發病率少於 10%，達高抗特性。以上三品系繼續繁苗進入第二次田間抗病性評估。

第二次田間鑑定試驗結果見表 3。在病園種植 6 個月後，進行塊莖褐化檢查。其中 GC-1089 繼續表現高抗特性，嚴重病徵發病率爲 13.1%，而抗病品種「台蕉三號」爲 21.6%，感病品種「北蕉」爲 74.6%，其他兩個品系 GC-1093 及 GC-1113 分別爲 53.4 及 71.3%，因抗病力不足而淘汰。

在 2001 年 4 月，GC-1089 及抗病對照品種分別在高屏蕉園三試區進行大田抗病力測

定，每區種 100-200 株。經 10 個月種植，各試區植株已開花抽穗，進行黃葉病外徵調查。結果見表 4。GC-1089 的平均發病率爲 10.6-29.8%，而抗病對照品種爲 10.8-23.2%，兩者差異不大。經三年及多試區的觀察，證明 GC-1089 對黃葉病具高抗性(圖 3)，其抗病性表現穩定。

討　論

從本試驗結果顯示，在網室以人工接種黃葉病病原菌進行抗病選種，苗齡大小對感病的反應有明顯差異。一個月大的小苗種在 4 cm 直徑的穴盤的接種效果比三個月大種在 8 cm 直徑盤缽的大苗爲佳，並有節省時間及空間的優點。病原菌接種用量，以全量的致病速度比半量快，但在兩個月的接種期，二者的感病程度沒有明顯差別。因此，以半量病原菌及假植後一個月大蕉苗進行單株抗病選種，可達大量篩選(mass screening)的目的，此法比南非學者採用三個月大的蕉苗進行篩選更爲有效。

網室人工接種檢定法比田間檢查法省時，省地及省工，是其最大優點。但在高密度病原菌的環境中，耐病品系容易產生病徵而被淘汰，爲其缺點。對鑑定這些耐病品系田間檢定法比較有利。但田間病原菌分佈不均勻，被鑑定爲無病徵或輕微病徵的植株，實爲逃漏(escape)的機會較高。而網室檢定法以人工接種定量病原菌，確定每一植株與病原菌的接觸，逃漏的機會可大大減少。最近在巴西研究機構利用多芽團(multiple-bud-clumps)在病原菌提萃液進行抗病篩選，獲得初步成果[9,10]。此法簡便，可作爲大量篩選的方法。唯此法只篩選抗毒素的細胞團，選出的植株能否在田間抵抗病原菌的侵入及引發病徵，需視乎抗病機制而定。而網室人工接種法，以塊莖內徵爲選種標準，較接近田間實際情況。因此，選獲抗病品系之成功機率較高。

自 1997 年進行本試驗以來，在各試驗中均設置不同感病及抗病品種作爲對照。表 5 及圖 4 爲歷年來對五個品種在田間病圃及在網室人工接種病原菌處理下，發病情況的綜合結果。結果顯示各品種在田間發病率(外徵)與網室人工接種的嚴重病徵(內徵)發生率有相同的趨勢。但與輕微病徵(內徵)發生率，卻爲反向趨勢。此外，不同品種之田間發病率與網室中無病徵發生率及全部發病率(即輕微病徵 + 嚴重病徵之發生率)的相互走勢並無明顯相關趨勢。由此推論，在網室進行品系抗病力鑑定，可用嚴重病徵(內徵)發生率爲選擇標準，即嚴重病徵發生率低者，可鑑定爲具抗性的品系。再者，即使在田間表現爲高抗之品種，例如「台蕉三號」及 GCTCV-105 的發病率分別爲 10.7 及 12.8%，但在網室鑑定試驗中，兩者的輕微病徵發生率竟達到 62.5%。可見，網室人工接種檢定法

的選種效果與田間表現雖大致相同，唯此法對耐病品系不利，有被淘汰的危險。爲解決此矛盾，本所最近對網室選拔標準稍爲放寬，包括選拔輕微內徵的植株。但入選的植株，先以水耕方式，誘導發根，再行盤缽假植。待植株發育至 15 cm 高度，把植株移到病圃進行田間單株抗病性檢定，淘汰發病植株。保留的植株，取其生長點進行繁苗作田間品系抗病性鑑定。如此，可大大提高整個抗病選種的效率。

本試驗在 1998-99 年間，以網室人工接種檢定法對「北蕉」進行抗病選種。從兩萬多組織培養苗中選獲抗病品系GC-1089。在連續三年的田間鑑定，GC-1089 均表現高度抗病性，其抗病性可穩定遺傳，證明網室檢定法的可行性。GC-1089 現正參與品系比較試驗，深入探討其商業應用價值。Z.C. de Beer[5] 自 1996 年在南非開始使用三個月大之組織培養苗進行網室抗黃葉病篩選，經田間病圃鑑定，共選獲 17 個抗/耐性品系。可見此法在不同地區使用均有良好效果。

致　　謝

作者感謝南非熱帶亞熱帶作物研究所 Dr. Z.C. de Beer 提供人工接種黃葉病病原菌的方法。又對本所黃葉病小組陳其麗小姐協助分離本試驗用之黃葉病病原菌，深表謝意。本研究承蒙行政院農業委員會經費補助(86AST-1.4-FAD-35 及 90AST-1.1.1-FD-Z5(7))，特此致謝。

參考文獻

1. 台灣香蕉研究所八十九年年報. 2001. 台灣香蕉研究所. 屏東九如. P.40-52.
2. 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 18:135-142.
3. 黃新川、柯文雄、趙治平. 1992. 香蕉抗黃葉病品種之選育及防治成果. 病蟲害非農藥防治技術研討會專刊. P.259-280.
4. 鄧澄欣、劉程江、戴奇協、邱讚秀、黃新川. 2000. 香蕉(*Musa* spp, AAA 組)園藝性狀改良研究(I)：中矮性抗黃葉病品系的選育與評估. 中國園藝 46：173-182.
5. de Beer, Z.C., A. Seven-Ellis and J.H. Husselman. 1999. Preliminary assessment of Cavendish banana clones for resistance/tolerance to fusarium wilt. p.194-200. In:A.B. Molina, N.H. Nik Masdek and K.W. Liew (eds). Banana fusarium wilt management: Towards sustainable

cultivation. Proceedings of the International workshop on the banana fusarium wilt disease held at Genting Highland Resort, Malaysia, 18-20 October 1999. INIBAP/ASPNET, Los Banos, Philippines.

6. Hwang, S.C. 1985. Ecology and control of Fusarial wilt of banana. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 27:233-245.

7. Hwang, S.C. and C.Y. Tang. 1999. Unconventional banana breeding in Taiwan. p.449-464. In: D.R. Jones (ed.), Diseases of Banana, Abaca and Enset. CABI , Oxon. England.

8. Hwang, S.C. and W.H. Ko. 1987. Somaclonal variation of bananas and screening for resistance of Fusarium wilt. p. 157-160. In : G.J. Persley and E.A. De Langhe (eds.), Banana and Plantain Breeding Strategies. ACIAR Procceedings No. 21. Canberra. Australia.

9. Matsumoto, K., L.A.C. Souza and M.L. Barbosa. 1999. *In vitro* selection for Fusarium wilt resistance to banana I. Co-cultivation technique to produce culture filtrate of race 1 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Fruits 54:97-102.

10. Matsumoto, K., M.L. Barbosa, L.A.C. Souza and J.B. Teixeira. 1999. *In vitro* selection for Fusarium wilt resistance to banana II. Resistance to culture filtrate of race 1 *Fusarium oxysporum f. sp. Cubense.* Fruits 54:151-157.

11. Su, H.J., S.C. Hwang and W.H. Ko. 1986. Fusarial wilt of Cavendish banana in Taiwan. Plant Dis. 70:814-818.

12. Sun, E.J., H.J. Su and W.H. Ko. 1978. Identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4 from soil or host tissue by cultural characters. Phytopathology 68:1672-1673.

13. Tang, C.Y. and S.C. Hwang. 1998. Selection and asexual inheritance of a dwarf variant of Cavendish banana resistant to race 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38: 189-194.

Abstract

The objective of this study was to investigate the feasibility of a modified procedure using artificial inoculation of the Fusarium pathogen for the mass screening of resistant clones in banana under the net-house environment(de Beer *et al.* 1999). After isolation, the mycelium of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (race 4) was cultured in the sand-maize mixture for 21 days. Small quantity of this Fusarium culture was placed at the bottom of plug-holes before transplanting the banana tissue-cultured plantlets. After 2 months of inoculation , the tip of the rhizomes were cut to examine the internal symptom of the disease. Experiments were designed to evaluate the effect of the plant ages and amount of the innoculum on the occurrence of the disease. It was observed that the expression of the disease symptom in 1-month old plantlets was more prominant than that of 3-month old plantlets. In the experiment to test the amount of inoculum, development of the disease symptom was faster in the treatment using full dosage of inoculum than that of the half dosage. However, at the end of the 2-month period, the degree of disease infection in both treatments was not significantly different. Therefore, half dosage of the inoculum was used for later experiments. By using the above procedure, selection of resistant clones was made from 'Pei Chiao', a Giant Cavendish cultivar. After screening of 20,176 plants, 46 of them were selected as putative resistant plants and were used for multiplication by tissue culture. These clones were subjected to two subsequent clonal evaluations in the disease nursery. A resistant clone, designated as GC-1089 was selected. The percentage of heavily-infected plants of GC-1089 was 13.1% in the disease nursery, while that of the resistant and susceptible check cultivars were 21.6 and 74.6%, respectively. In three on-farm experiments, the percentages of diseased plants of GC-1089 and the resistant check cultivars were 10.6-29.8% and 10.8-23.2%, respectively. The results indicated that the modified net-house method for screening resistance to Fusarium wilt in banana was simple and effective. The resistance of the selected clones was stable during several generations of evaluation.

表 1. 蕉苗苗齡及盤缽大小對黃葉病發病程度的影響

Table 1. The effect of the age of plant and pot size on the occurrence of Fusarium wilt.

品 系 clone	苗齡(月) Plant age (month)	盤缽直徑 Pot diameter (cm)	一個月後 After 1 month 總葉數 No. of Leaves*	一個月後 After 1 month 黃葉百分率 % yellow leaves	兩個月後 After 2 months 總葉數 No. of leaves	兩個月後 After 2 months 黃葉百分率 % yellow leaves	塊莖病徵 Internal symptom 發病指數 Index**	塊莖病徵 Internal symptom 發病率 % Infected plants	塊莖病徵 Internal symptom 重病率 % heavily infected plants
北蕉*** (Pei Chiao)	1	4	3.55±0.13	37.4±14.8	3.34±0.38	53.8±7.1	1.63±0.9	93.4±9.4	63.4±4.7
北蕉 (Pei Chiao)	3	8	4.83±0.16	11.4±3.3	4.81±0.51	30.5±12.0	1.25±0.11	75.0±11.7	50.0±0.1
GCTCV-105	3	8	4.03±0.12	17.5±1.2	4.78±0.08	14.3±3.5	0.5 ±0.27	50.0±23.6	2.8±3.9

* 爲兩重覆的平均值，每重覆 12-18 株。接種全量病原菌。Means of two replications, 12-18 plants in each replication; Full dosage of inoculum was used.

** 內徵檢查：0 = 無病徵 1 = 輕微病徵 2 = 嚴重病徵。Internal symptom ： 0 = symptomless 1 = mild 2 = heavy.

*** 「北蕉」：爲感病品種，GCTCV-105 爲抗病品系。'Pei Chiao' is a susceptible cultivar; GCTCV-105 is a resistant clone.

表 2. 病原菌接種量對黃葉病發病程度的影響

Table 2. The effect of the amount of inoculum on the occurrence of Fusarium wilt

接 種 量 Amount of inoculum	一個月後 After 1 month 總葉數 No.of Leaves*	一個月後 After 1 month 黃葉百分率 % yellow leaves	兩個月後 After 2 months 總葉數 No.of leaves	兩個月後 After 2 months 黃葉百分率 % yellow leaves	塊莖病徵 Internal symptom 發病指數 Index**	塊莖病徵 Internal symptom 發病率 % Infected plants	塊莖病徵 Internal symptom 重病率 % heavily infected plants
全量 Full dosage	4.05±0.07	42.3±11.8	3.99±0.56	47.6±18.7	1.47±0.19	97.2± 3.9	44.5± 7.8
半量 Half dosage	3.89±0.41	30.5± 2.2	4.04±0.06	47.0±17.1	1.37±0.24	75.0±11.7	45.8±17.7
0 Check	4.04±0.06	19.3± 1.4	4.24±0.22	20.9±11.0	0	0	0

* 爲兩重覆的平均值，每重覆 12-18 株。試驗品種爲感病品種'北蕉'。Means of two replications, 12-18 plants in each replications. Susccptible cultivar 'Pei Chiao' was used in this experiment.

** 內徵檢查：0 = 無病徵 1 = 輕微病徵 2 = 嚴重病徵。Internal symptom：0 = symptomless 1 = mild 2 = heavy.

表 3.　抗病系二次田間病圃抗病力鑑定

Table 3. Determination of the resistant level of putative resistant clones in the disease nursery.

品　系	觀察株數	發病率(% infected plants)**		
Clone	No. of plants observed	無病徵* Symptomless	輕微病徵 Mild	嚴重病徵 Heavy
GC-1089	35	73.8 ±3.4	13.1±11.8	13.1±8.4
GC-1093	71	21.2 ±6.4	25.4±8.5	53.4±14.9
GC-1113	109	11.3 ±10.5	17.4±6.3	71.3±16.8
台蕉三號Tai Chiao #3***	69	63.9 ±13.6	14.5±3.8	21.6±9.8
北蕉 Pei Chiao	68	10.0 ± 8.3	15.3± 4.0	74.6±12.3

*　爲兩重覆平均。Means of two replications.

**　在田間種植 5-6 個月後，作塊莖褐化檢查。Internal symptom of the corm after 5-6 months planting in the disease nursery.

***「台蕉三號」及「北蕉」分別爲抗病及感病對照品種。'Tai Chiao #3'and 'Pei Chiao'are resistant and susceptible check cultivars, respectively.

表 4.　抗病品系 GC-1089 在高屏地區農民田間抗病表現

Table 4.　Performance of resistant clone GC-1089 in the farmers' fields in Kao-Ping region, Taiwan.

試　區	品　系	觀　察　株　數	發　病　率*
Location	Clone	No.of plants observed	% infected plants
九如(Chiuju)	GC-1089	189	10.6
	台蕉三號Tai Chiao #3**	37	10.8
新園(Hsin Yuen)	GC-1089	168	29.8
	台蕉三號Tai Chiao #3**	82	23.2
溪洲(Zi Chou)	GC-1089	108	13.0
	寶島蕉Formosana**	55	21.8

* 2001 年 4 月種植，2002 年 2 月抽穗時期病株調查。Planted in April, 2001; the infected plants were surveyed at the shooting stage in Feburary, 2002.

**「台蕉三號」及「寶島蕉」均爲抗病品種。'Tai Chiao #3' and 'Formosana' are resistant check cultivars.

表 5. 五個香蕉品種在田間病圃及網室人工接種進行抗病性檢定的結果

Table 5. Degree of infection of five banana check cultivars in the disease nursery and in the net-house using artificial inoculation.

品種 Cultivars	抗病性 Degree of resistance	田間發病 Degree of infection in the field*		網室發病率 Degree of infection in the net-house**			
		觀察株數 Plants observed	發病率 % infected plants	觀察株數 Plants observed	無病徵 % no symptom	輕微病徵 % mild	嚴重病徵 % heavy
北蕉Pei Chiao	S***	176	64.4	104	14.4	8.1	77.4
台蕉二號 Tai Chiao #2	S	181	60.1	103	6.4	7.2	86.3
台蕉一號 Tai Chiao #1	MR	400	24.2	54	19.3	42.0	38.7
台蕉三號 Tai Chiao #3	R	208	10.7	32	15.6	62.5	21.9
GCTCV-105	R	206	12.8	24	33.3	62.5	4.2

* 田間黃葉病病株(外徵)。External symptom after planting in the disease nursery for 10 months.

** 網室塊莖褐化病徵(內徵)。Internal symptom: discoloration of vascular bundles appeared in the rhizome after treatment in the net-house for 2 months..

*** S = 感病 Susceptible; MR = 中抗性 Moderately resistant; R = 高抗性 Resistant.

圖 1.　46 個入選品系及 3 個對照品種在田間病圃的抗病力表現

Fig 1. Performance on the resistance to Fusarium wilt of 46 putative resistant clones and 3 check cultivars in the disease nursery. TC1 and TC3 are resistant check cultivars and GC is a susceptible check cultivar.

圖 2.　網室人工接種黃葉病病原菌進行抗病選種的過程

Fig 2. Procedure for the mass screening of resistance to Fusarium wilt by inoculation of pathogen in the net-house. A. Mycelia of Fusarium culture.　B. Inoculation of mycelia at the bottom of plug-holes. C. Tissue-culture banana plantlets were transplanted to the plug-holes; D. Examination of disease symptom after 2 months of inoculation; left showing discoloration of vascular bundles; right: without symptom.

圖 3.　利用網室檢定法選出的抗病品系 GC-1089

Fig 3. A highly resistant clone, GC-1089 was selected by using the net-house method. A. Performance of GC-1089 (left) vs a susceptible clone GC-1113 (right) in a Fusarium infected field. B. The fruit bunch of GC-1089.

圖 4. 五個對照品種在田間及網室進行抗病鑑定試驗時之抗病程度

Fig 4. Degree of resistance of 5 check cultivars evaluated in experiments conducted in the diseased nursery and in the net-house using artificial inoculation. % diseased plants in the field were determined by the external symptom while those in the net-house were determined by the internal symptom. TC = Tai Chiao.