

## 應用組織培養技術突破台蕉栽培瓶頸

台灣香蕉研究所 黃新川

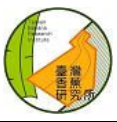
植物組織培養之發展迄今已有五十多年的歷史，對改良作物方面的研究發揮很大的功效，其直接利用於作物病害防治主要有兩個方向：培育健康種苗與抗病育種；前者已被廣泛應用，後者尚在研究階段，但已有少數成功的實例。

系統性植物病害如毒素病、維管束病害等，因病原菌在植物體內成系統性分佈，甚至可以達到種子，故可經由種苗傳播。此類病害目前尚無有效防治方法，預防根本之道必須採用健康種苗，以遏止病害蔓延猖獗。在培育健康種苗方面，由於組織培養操作可以達到去除病原、純化品種、及大量培育之效果，故已被廣泛採用，尤其在無性繁殖作物利用得最多。國內在馬鈴薯無病毒種薯的供應體系最早建立，爾後如草莓、柑桔之無毒種苗亦均用組織培養方法育成，其它如百香果、大蒜等亦因田間病毒危害嚴重，健康種苗取得不易，其以組織培養育苗之技術已在研究發展中。本省香蕉黃葉病（*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4）發生極為嚴重，農民自病區採苗（吸芽）為本病主要傳播方式之一，為減緩蔓延，必須大量培育健康蕉苗供應農民種植。傳統之香蕉繁殖方法需時甚久且成本高昂，乃於 1982 年發展以生長點分生組織（meristem culture）大量培育香蕉健康種苗技術，由於種植組織培養蕉苗有成活率高、生育整齊便利採收、病蟲害發生減輕、生產成本降低、以及香蕉品質提高等優點，自 1983 年開始推廣以來，共計培育七百餘萬株，推廣面積達三千八百多公頃，對減輕黃葉病危害，穩定台蕉生產，功效極為顯著。

### 組織培養蕉首培育過程

可經由種苗傳播之重要香蕉病害包括黃葉病、萎縮病及嵌紋病。為達到去除病原，以組織培養方法培育健康苗之過程包括：

- 一、自田間選取產量高、果型整齊之優良母株，取其吸芽種植於網室內保存和觀察，取其上方第一展開葉片經萎縮病、嵌紋病檢疫，確認無病毒潛伏感染（Virus-free），始可供做繁殖材料。
- 二、按馬溯軒、許圳塗（1972）之方法，取吸芽莖頂分生組織，置於 MS 培養基誘發不定芽，不定芽增殖成叢後，再經數次分切，增加芽數。
- 三、將不定芽移至添加有活性炭之 MS 培養基中，培育成小植株（Plantlets）。
- 四、小植株移出試管，假植於裝有砂土之盆鉢，置於網室生長 2~3 個月，待苗高 15 公分再經檢疫確認無病毒感染者，即可移至田間定植。



### 種植組織培養蕉苗之優點

根據本所試驗結果及蕉農種植試管蕉苗的反映，其優點可綜合歸納下列五點(表1)：

- 一、蕉苗體積小，便利搬運及種植，每公頃可節省種植工資 6,000 元。
- 二、成活率高達 95 % 以上，吸芽苗之成活率平均在 85 % 以下。
- 三、病蟲害少，健康葉片增多，葉斑病和黑星病之防治次數減半，每年每公頃可節省防治費用達 5,000 元左右。
- 四、蕉株發育整齊，方便採收，採收期可由原來之 3~4 個月縮短為 1~2 個月。
- 五、外銷合格率提高，吸芽苗所產果實之外銷合格率平均約 78~80 %，試管蕉苗平均達 90 %。

表 1. 組織培養蕉苗與傳統吸芽苗之比較

比較項目	組織培養苗	吸芽苗
田間成活率	>95 %	70~80 %
定植工資/公頃	2,000 元	8,000 元
病蟲害防治費用/公頃	5,000 元	10,000 元
產量/公頃	30~40 噸	30~40 噸
外銷合格率	>90 %	70~80 %
變異率	2~3%	0%

### 田間栽培管理

種植組織培養蕉苗雖然有上述的優點，但由於種植時蕉苗很小，故在初期四個月內必須特別注意下列栽培管理，否則就會引起減產的後果。

- 一、組織培養蕉苗的株高要達到十五公分以上才適合田間定植，蕉苗太小對病蟲害的抵抗力較低。
- 二、種植後之雜草控制方面，最好在蕉苗四周覆蓋稻草，或種植綠肥(如田菁)，應儘可能少用殺草劑。
- 三、組織培養蕉苗長高後，容易發生「浮頭」，故在植後兩、三個月必須中耕，並做高畦。
- 四、組織培養蕉苗在初期很容易感染嵌紋病(一種毒素病)，必須採取下列預防措施：
  - (一) 禁止在蕉園內或附近種植豆、瓜類蔬菜，很多豆、瓜類作物會感染嵌紋病，經由蚜蟲再感染蕉苗。
  - (二) 注意防治蚜蟲，定植時可在種穴及蕉苗四周撒施加保扶粒劑，種植後可噴施加保扶水懸粉 800 倍液，每兩星期噴藥一次。



- (三) 加強清園，若蕉園雜草太多，蚜蟲容易繁殖，發病的可能性高。
- (四) 若看到嵌紋病或萎縮病的病株，應立即拔除。
- (五) 在施肥方面，初期以少量多施（四號複合肥料）為原則，中期後可按一般傳統方法施肥。

## 加強研究 提高蕉苗品質

推廣試管蕉苗之主要目的在於遏止香蕉黃葉病及萎縮病經由種苗傳播。過去七年中已種植七百萬多株，推廣面積達 3,800 公頃，近年來高屏蕉區飽受黃葉病威脅，在尚無經濟有效防治對策之情況下，利用試管組織培養蕉苗拓展新蕉區的措施，的確發揮了相當的功效，它穩定了香蕉種植面積，使近年來之外銷數量每年尚可維持在 600 萬箱左右。

綜合以往田間種植調查顯示，種植組織培養苗與傳統吸芽苗比較，其成活率高、發育整齊、病蟲害少、香蕉品質提高及栽培省工為其優點，單就種植工資和藥劑防治費用兩項每公頃節省費用達 11,000 元。但組織培養蕉苗植體小而幼嫩，初期對嵌紋病之抗力弱、出現劣變株、容易發生殺草劑藥害、中株後普遍呈現浮頭問題則為主要缺點。藥害和浮頭利用覆蓋方式控制雜草和採行中耕築高畦即可克服；惟預防嵌紋病和變異問題比較困難，有待加強研究。注意若干栽培管理措施如清園，避免蕉園間作豆、瓜類蔬菜及防治蚜蟲等可減少嵌紋病的發生；辨認變異株在幼苗期的農藝特性，藉以淘汰劣變蕉苗，則屬馴化苗圃之重要工作。按以組織培養大量繁殖苗，一般均有變異的問題發生，劣變植株出現之頻率，依作物種類及操作過程不同，高者可達 30~40%，以現階段技術培育組織培養蕉苗，其變異率約 2~3%。引起組織培養變異之原因未明。

生產高品質的香蕉，始於培育高品質的健康蕉苗。今後在馴化苗圃階段應特別注種種苗的健康程度，有賴於建立一套完整的蕉苗檢疫制度，檢疫的病害包括黃葉病、嵌紋病、萎縮病。前者可用分離培養的方法檢定病原菌，後兩者屬毒素病則有賴於確立血清抗體檢驗法。

最後要強調的是目前推廣的組織培養蕉苗並非抗病（黃葉病）苗，過去尚有部分蕉農誤以為具有抗病性，將之種植於病園，結果仍發生嚴重的黃葉病。組織培養蕉苗僅宜種植在無病地區或經水稻輪作兩年以上的病園。本所已從試管蕉苗中尋得數個具有抗病性的變異株，且於今年五、六月間在中南部蕉區試種 140 公頃，如順利獲得具有經濟栽培價值的抗病品系，則組織培養蕉苗對台蕉產業的發展將可發揮更大的功效。





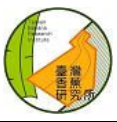
### 抗病育種 已有成果

香蕉屬無性繁殖草本植物，發生自然突變微乎其微。在種植傳統吸芽苗之蕉園調查 40,000 棵蕉株，未發現到外觀異常者，但是在種植組織培養苗之蕉園，卻發現外觀呈現異常者高達 3% 變異性狀包括植株大小、假莖和葉片顏色、以及葉片和果房性狀等。利用其高變異率的特點，自七十三年起，開始以組織培養蕉苗做抗病篩選的材料，以期提高獲得抗病株的機會。抗病測定於溫室內的病土成自然發病園進行，種植前將帶有大量病菌的病組織加入病土，並用耕耘機打碎攪拌均勻，以提高發病率，組織培養蕉苗移出試管後，先移植到假植鉢生長兩個月，待苗高約 15 公分左右，才定植到抗病檢定園，種植四個月後檢查塊莖內部病徵，淘汰被感染者，塊莖內部無褐化跡象者，則保留繼續觀察。兩年中共測定 17,979 株，獲得 6 個株系呈抗病性（表 2）。為進一步觀察其抗病性之穩定程度，第三年將抗病株系分別以吸芽苗和組織培養苗種植於 8 筆病園，至採收期之發病調查結果顯示 GCTCV-40、-44、-46、-53、-119 等 5 個株系之發病率仍維持在 0~2%，GCTCV-62 之發病率 9.1~11.1%，均顯著低於一般北蕉對照蕉株之發病率 39.5~59.7%。從本試驗結果方可看出抗病株系之組織培養苗和吸芽苗具有相同的抗病程度，以 GCTCV-40 株系為例，吸芽苗之發病率為 1.4%，組織培養苗為 0.3%。六個抗病品系均屬變異株，植株外觀農藝性狀不良、產量偏低，然進一步研究發現，其後代植株中，發現少數農藝性狀較好、產量提高的植株，目前已選其中三個品系在高屏病區試種 140 公頃，未來之研究著重於從大批試種蕉株中，繼續尋找農藝性狀及產量品質均合乎理想的抗病植株，以達成全面推廣徹底防治香蕉黃葉病之目標。

表 2. 抗病株系之抗病測定

株系代號	種苗類別	種植株數	病株數	*發病率 (%)
**GCTCV-40	TC 苗	965	3	0.3
	吸 芽	291	4	1.4
GCTCV-44	TC 苗	50	0	0
	吸 芽	98	1	1.0
GCTCV-46	TC 苗	593	3	0.5
	吸 芽	216	1	0.5
GCTCV-53	TC 苗	467	6	1.3
	吸 芽	173	1	0.6
GCTCV-62	TC 苗	45	5	11.1
	吸 芽	33	3	9.1
GCTCV-119	TC 苗	18	0	0
	吸 芽	72	0	0
一般北蕉	TC 苗	863	515	59.7
	吸 芽	271	107	39.5

註：TC：組織培養



## 抗病育種 研究展望

從前在中南美洲曾發生嚴重的香蕉黃葉病，數十年間摧毀了大約四萬公頃蕉園，使許多產蕉國家經濟陷於危機，當時栽植的香蕉品種是 Gros Michel，病原菌屬生理小種第一型，雖經長期廣泛深入的研究，並未找到經濟有效的防治方法，至一九六〇年被迫改種抗病品種～華蕉 (Cavendish)，黃葉病隨即銷聲匿跡，也挽救了中南美洲的香蕉產業。台灣種植約北蕉、仙人蕉亦屬華蕉系統，對生理小種第一型具有高度抗病性，但由於往本省出現新的生理小種 (第四型)，致使台蕉也發生嚴重的黃葉病，自民國五十六年本病首被發現以來，已陸續傳遍全高屏蕉區，蕉農的損失每年高達新台幣二億元左右，對台蕉產業構成相當大的威脅。本病之最佳防治方法為改種抗病品種，但從世界各地收集諸經濟栽培品種，在南部病園種植結果對生理小種第四型皆呈感病性。從南部病區選種也未找到抗病株，而過去六十年在國外雜交育成的幾個優良四倍體如 Hybrid 972、I. C.2、SH 2742、SH 3436 等經測定結果對生理小種第一型呈抗病性，但對生理小種第四型則不抗病。

自從以組織培養方法大量繁殖蕉苗之技術開發成功後，改用組織培養苗做抗病篩選的材料，往短短約三年中，已從將近二萬株中找到六個抗病株系，證實這是一條可行的捷徑，雖然在其它作物已不乏從組織培養變異中發現抗病株的例子，但在香蕉黃葉病則屬首創。最初發現到的抗病株系均屬劣變株，產量偏低，不具經濟價值，但最近往其後代蕉株中又找到回復變異株，有較良好的農藝性狀，產量較其母系顯著提高，更珍貴的是它們仍維持原母系的抗病性，此項研究進展令人鼓舞。為進一步瞭解回復變異株系之抗病穩定程度及產量品質，本年度已在各疫區擴大試種一百四十公頃，希望能從這些回復變異株系中，找到具有經濟價值的抗病蕉株。即使農藝性狀仍有缺陷，今後仍可利用回復變異途徑予以改良。

即使從以上的研究途徑無法獲得具有經濟價值的抗病品種，但在研究過程中，可以鑑定出與抗病性相關之農藝性狀，目前利用原生質體融合，或基因轉化而達成體細胞雜交之生物科技日新月異，這些與抗病性有關之因子將可被利用於基因遺傳工程，而發展出兼具有經濟價值和抗病性之香蕉新品種。