本省百合病毒研究及檢定技術發展現況

張清安[1]、陳金枝[1]、鄧汀欽[1]

摘 要

百合為本省重要球根花卉之一，所栽培之種球絕大多數均由荷蘭進口，由於農民所生產之切花受制於進口種球品質而難以掌握，不僅獲利有限且產業體質無法正常。近年來政府成立"球根花卉發展方案"企能建立本土化百合種球產業。根據評估，病毒病為目前最困擾百合種球生產之病害。資料上共有 12 種病毒可危害百合，但最具經濟危險性且被荷蘭列為例行檢定對象者有百合隱徵型病毒(Lily symptomless virus，簡稱 LSV)，胡瓜嵌紋病毒(Cucumber mosaic virus，簡稱 CMV)，百合斑紋病毒(Lily mottle virus ，簡稱 LiMV)，鬱金香條斑病毒(Tulip breaking virus ，簡稱 TBV)及百合 X 病毒(LVX)等五種。本研究室自 82 年起奉命開始執行百合病毒病之研究，至今已證實除 LVX 外其餘四種病毒均已在本省百合上發生。其中尤以同屬馬鈴薯 Y 屬病毒之 LiMV 及 TBV 對本省百合影響最為嚴重。我國如欲建立本土自主性種球生產體系，必須能克服此二病毒之危害，技術上能夠發展不受此類病毒感染之種球生產流程。事實上荷蘭為保護其百合種球產業之獨占性，對有關之技術嚴格封鎖，特別是所製備之病毒抗血清從不公開銷售。本研究之主要職責即是突破荷蘭之技術封鎖，自行建立百合病毒檢定法與檢定試劑之製備，目前已完全克服困難，製備出上述四種病毒之抗血清，並已交由國內各試驗場所及檢疫單位實際應用。計畫中並完成病毒在百合植株體內各部位濃度分布之比較，確定進行田間病毒發生調查時各種病毒之最佳採樣部位。另外也釐清了不同溫度栽培環境對百合病毒檢出率之影響，藉此可提供作為提升病毒檢定準確度之參考。除抗體檢定試劑外本研究室亦已成功發展百合病毒之 RT-PCR 檢定法，建立百合 potyvirus 之鞘蛋白核酸裂解標準圖譜，可供病毒快速鑑定之用。另外對於上述四種病毒與田間百合各種病徵表現型發生之關係亦已釐清，此結果可提供作為田間病害快速診斷之參考。本研究室亦於最近完成針對進口百合種球之標準病毒檢定程序，此項檢定技術可顯著提升百合種球之病毒檢出率，且整個檢定程序可於 1-2 天內完成。未來本研究室之方向將是配合建立本土化百合種球生產體系之需求，發展百合健康種球生產程序中各環節所需之病毒檢定模式，並協助擬定降低病毒感染率之管理方法。

一、前 言

百合乃近年來在本省發展快速的一種球根花卉。主要栽培之品種有亞洲型百合(姬百合)、東方型百合及鐵炮百合等三大類。除鐵炮百合有少數本省自有原生品種在台灣繁殖種球外，絕大多數栽培用球根均由荷蘭進口。據估計國內每年由荷蘭進口之種球已達 2,000 萬

1.台灣省農業試驗所研究員、助理、副研究員。

個。我國發展百合栽培產業時間很短，雖然切花生產之栽培技術在近年來有長足進步，但是在品種之育成、種球之大量生產儲藏處理等技術實際上仍處於摸索養成階段。因此目前我國之百合產業幾乎類似工業產品之加工業，上游技術密集之種球生產完全仰賴荷蘭供應，經農民生產切花後轉銷日本或供應國內消費，農民只能賺取低成利潤，絕大部份收益必須償付種球成本，據估計種球佔本省百合生產成本之 80%，此種產業型態最大之獲利者其實是荷蘭。更何況近年來由於世界各國對於百合之狂熱造成種球之需求量大增，荷蘭在急於擴增產能之壓力下，所生產之種球品質不如以往，尤其近年來病毒之帶毒率普遍偏高，常造成部份農民切花生產之嚴重損失，甚至導致無力償還種球費用，連帶也影響百合產業體質之正常。其實此種產業現實早已為我國農政與研究單位人員所確知，然而在百合種球之生產技術與品種完全掌握於荷蘭手中之情況下，確也難以於短期內解決，必須仰賴全國產官學各界共同且長期努力方能突破。民國八十二年農林廳在層峰之指示下成立"球根花卉發展方案"，將百合種球生產列入施政重點，希望能自行研發百合種球生產之各項相關技術，根本改善百合產業體質。隨後台灣糖業公司經過審慎評估，亦將百合種球生產列為發展項目之一，據了解經數年之努力各項生產技術已有長足之進步。

根據當初農林廳球根花卉發展方案之評估結果，在各種已知的病蟲害中對百合產業影響最大的應屬無法以藥劑治療的病毒病。感染病毒之百合生長緩慢、植株矮化、開花數、花期與品質均會受到影響，而且病毒可潛伏於種球而繼續遺害後代植株。因此若球根之帶毒比率過高，將直接影響所生產切花之品質與產量。根據國內外研究資料，共有 12 種病毒危害百合之記錄。但是真正發生普遍且會造成經濟損失之病毒有百合隱徵型病毒(Lily symptomless carlavirus，簡稱 LSV)，胡瓜嵌紋病毒(Cucumber mosaic cucumovirus，簡稱 CMV)，百合斑紋病毒(Lily mottle potyvirus ，簡稱 LiMV)，鬱金香條斑病毒(Tulip breaking potyvirus ，簡稱 TBV)及百合 X 病毒(Lily X potexvirus，簡稱 LVX)等五種。這五種病毒也是荷蘭生產百合種球時列為例行檢定程序之對象病毒。這五種病毒中以屬於馬鈴薯 Y 屬病毒(*potyvirus*)的 LiMV 及 TBV 對百合危害最大，但因其特性不穩定，故病毒純化與抗血清之製備極不容易。目前除荷蘭、日本及美國外尚無其他國家能成功製備其抗血清。上述國家為保護其百合產業之獨占性，其所製備之血清完全不公開銷售，因此國際上並無商業化之抗血清可供購買。此乃荷蘭能長期獨占全球百合種球供應市場之主要原因。而且各國在輸入荷蘭種球時由於無力進行病毒檢疫監測，也難以有效避免常因種球帶毒率偏高所造成之農民切花生產損失。

本研究室早於八十年起即承農委會"花卉病蟲害研究計畫"補助，開始百合病毒病之研究，八十二年後更被列入"球根花卉發展方案"成為重點工作。多年來在所有曾參與此計畫之人員研發心力之投注下，已使我國對於百合病毒病之診斷方法、病毒種類鑑定技術、檢測試劑之製備、種球標準檢疫程序之擬定與發病環境需求之掌握上奠定深固基礎，本文將就這幾年來本研究室在百合病毒研究上所累積之成果扼要說明，希望能提供花卉產業界應用之參考，並請各方專家業者不吝指教，使本研究室研發方向能與產業發展密切契合，不至有所脫節。

二、百合病毒與檢定技術研究現況

(一)百合病毒病發生種類之鑑定及其基本特性資料之建立

根據國內外研究資料，共有 12 種病毒及一種擬菌質體病原(MLO)危害百合之記錄。這 12 種病毒分屬於八種不同病毒群。本研究室六年來已確定本省至少有三種以上之病毒種類危害百合。其中百合隱徵型病毒(Lily symptomless virus，簡稱 LSV)為 Carlavirus 屬病毒，在田間可經由機械傷口及蚜蟲以非永續型方式媒介傳播。不過 LSV 在大部份栽培品種上均不會形成病徵，只有在少數鐵炮品種上且於低溫環境下才會造成捲葉條斑型(Curl stripe) 病徵。

其次胡瓜嵌紋病毒(Cucumber mosaic virus，簡稱 CMV)亦為本省百合上常見之病毒。不同品種百合對 CMV 之反應不一，鐵炮百合是受影響最嚴重的品種。CMV 於百合上經常造成葉脈黃化型(Vein yellowing)病徵，其單獨感染時對百合生育之影響並不嚴重，但是當與 LSV 同時感染鐵炮百合時會造成嚴重的壞疽型條斑(Necrotic stripe)。

據文獻上之記錄，危害百合最深遠的病毒應屬馬鈴薯 Y 屬(*potyvirus*)病毒。早期之報告把百合上所發現之 potyvirus 均認定為鬱金香條斑病毒(TBV)，但是最近荷蘭之報告指出百合上之馬鈴薯 Y 屬病毒有三個不同之種(species)，分別為 TBV、Rembrandt tulip breaking virus (RTBV)及百合斑紋病毒(LiMV)。三者中以 LiMV 在百合上發生最普遍。本研究室由本省鐵炮百合上分離出一個可以感染煙草 *Nicotiana benthamiana* 之分離株(TP1) ，經由生物、血清及理化特性比對確定此分離株與荷蘭所發表之 LiMV 極為類似，應屬相同之病毒。爾後本研究室進一步將此病毒之 3'端基因體約 2.0 kb 之部位利用反轉錄聚合酶連鎖反應(RT-PCR)加以選殖於 pCRII 載體上，此基因體包含部份之核內含體 b 蛋白 (nuclear inclusion b, NIb) 、全長度鞘蛋白(coat protein, CP)及尾端非轉譯區 (nontranslation region, NTR)序列。後經非放射性標幟法已將該病毒基因體 3'末端 1106 個核甘酸序列完整解出。經比對分析後發現 TP1 之鞘蛋白含 276 個胺基酸，在所有已知 potyvirus 之鞘蛋白核甘酸或蛋白質序列上均與荷蘭所報告之 TBV-lily (後改名為 LiMV) 最為接近。二者 CP 間之核甘酸序列相似度為 86.8% ，而 NTR 間則高達 96.6%。至於 CP 胺基酸序列則二者間相似度亦高達 91.3%。比對 TP1 與其他 potyvirus 之 CP 與 NTR 核甘酸之相似度分別僅有 52-61% 及 0.4-52% ，CP 胺基酸序列亦僅有 47-64%之相似度。此一結果進一步證實 TP1 確為 LiMV 之同種病毒。

除 LiMV 外，本研究在調查之過程中由不同東方型百合品種上共分離獲得四個 potyvirus 病毒分離株，在病原性方面此四個分離株與 LiMV-TP1 極為不同，四者均無法感染煙草 *(N. benthamiana)*及紅藜 *(Chenopodium armaranticolor)*，但利用免疫擴散反應比對各分離株與 LiMV-TP1 間之血緣關係卻無法分別出有任何差異。利用自行設計對 TP1 鞘蛋白具有專一性之引子對(primer pair)進行 RT-PCR 反應，結果均可將其他四個分離株之核酸複製出大小約為 0.8 kb 之 DNA 產物，將此產物回收再分別以 Hind III 等八種限制酶進行剪切，結果其限制酶剪切圖譜(restriction enzyme digestion fragment polymorphism pattern) 確與 LiMV-TP1 不同，顯示此四個分離株之鞘蛋白基因核酸序列確與 LiMV-TP1 仍有所差異。唯其基因序列之差異程度是否足以構成分類地位之不同，仍須進一步之比對方能確定。不過目前之結果發現，可直接將田間病株樣品經上述程序獲得 RT-PCR DNA 產物之限制酶剪切圖譜，若與已知之百合病毒圖譜比對，即可快速鑑別出病毒之種類或系統。

LiMV 等 potyvirus 屬病毒單獨感染百合時病徵之表現隨品種之忍受性不同而有所差異，若與 LSV 同時感染百合，則由於彼此間之協力作用(synergism)會使病毒濃度顯著提升，而出現遠較單獨感染植株更為嚴重之病徵。事實上上述 LSV，CMV 及 LiMV 三種病毒正是荷

蘭生產百合種球時列為必須例行檢定監控之對象病毒。此三種病毒目前在本省發生之情形與國外之報告大致相同，就發生率而言以 LSV 最高，其次為 LiMV 或 TBV，而以 CMV 最低。但以危害性而言，則以 LiMV 等 potyvirus 最明顯，CMV 次之，LSV 則因病徵不明顯對百合切花生產影響輕微。

(二)百合重要病毒抗血清之製作及免疫偵測法之發展

本研究室已完成危害百合產業最嚴重之三種病毒 (CMV , LSV 及 LiMV) 檢定用抗血清之製備。上述病毒中特別是 LiMV 之特性極不穩定，危害百合之病徵雖極嚴重但濃度極低，造成其純化與抗血清之製備極不容易。目前除荷蘭、日本及美國外尚無其他國家曾經成功製備其抗血清。上述國家尤其荷蘭為保護其百合產業之獨占性，至今從不公開銷售其抗血清，因此 LiMV 抗血清製備技術之開發成功，使我國能突破荷蘭之技術封鎖成為具有自主完成無病毒百合種球生產能力之國家。由於百合上之 LiMV，TBV 或 RTBV 等 potyvirus 在血緣關係上極為接近，本研究室所製備之 LiMV 抗血清不僅可偵測 LiMV 且可與 TBV 及 RTBV 等反應，具有廣效性偵測之優點。經糖業試驗所、種苗繁殖場及農林廳種子檢查室實際測試後確定其偵測百合 potyvirus 之效果優於購自美國 Agdia 公司之 potyvirus 廣效性單元抗體。其原因為部份百合 potyvirus 分離株無法與此單元抗體反應，因此會發生漏檢現象，而本研究室所製備之 LiMV 抗血清乃多元抗體(polyclonal antibodies)對於親緣接近之病毒反應極佳，不會有漏檢情形，以因應健康種苗認證及檢疫之需求而言，多元抗體遠較單元抗體適用。

雖然 LiMV 之多元抗體製備流程已經於本研究室發展成功，然而由於此病毒之不穩定特性，的確在製備之過程中耗費相當的人力與時間。為突破此項困難，本研究室於去年度進一步將 LiMV-TP1 之鞘蛋白基因選殖於表現載體(pET-30b, Novagen)上並將其轉型於專一性宿主 *Escherichia coli* 細菌 BL21 菌株體內，再成功地利用 IPTG 之誘導可以讓細菌於試管內快速且大量製造 LiMV-TP1 之鞘蛋白，所製造之鞘蛋白經血清比對證實與病毒本身之鞘蛋白完全相同，應可作為免疫用抗原供抗血清製備之用。此技術之發展成功突破了此類病毒不易純化之障礙，使我國未來對於該病毒之抗體檢定試劑之穩定供應成為可能。

除抗體之製備外本研究亦已針對百合病毒之特性發展出適用之免疫偵測法，如專供檢定大量標本之間接式酵聯抗體法(Indirect ELISA)，及採樣迅速較為簡便之免疫點漬法(Immuno-printing test)，另外也發展出適用於可迅速判別病毒親緣關係之免疫擴散法(SDS-immunodiffusion test)。值得一提的是免疫擴散法對於抗體品質之要求極高，若含有非專一性抗體即無法應用於親緣判別，過去有關百合 potyvirus 之報告中尚未有應用此法鑑定親緣關係之記錄，本研究室首度將其應用於親緣鑑定，顯示所製備之抗體品質極高，未來在百合 potyvirus 親緣關係之鑑定上極具應用性。

除免疫偵測法外，本研究室亦已針對 LiMV 發展出聚合酶連鎖反應偵測法（PCR)可將潛藏於種球中濃度極低之 LiMV 加以檢出，其敏感度優於免疫偵測法，唯成本與技術門檻較高，廣泛使用雖不可能，但可應用於重要特殊品種之原原種種球病毒檢定之用。

(三)LiMV、LSV 及 CMV 與田間百合不同病徵表現型之關係

本研究利用上述自行製備之抗血清以 Indirect ELISA 偵測此三種病毒在田間之發生，藉

以澄清病毒種類與數種主要病徵型產生之關係。結果發現香水百合及其他東方型百合品系感染 LSV 情形較鐵炮百合普遍，其中尤以香水百合最為嚴重幾達 100%，其他東方型百合則品系推出時間愈久，感染 LSV 之情形愈普遍。其次不管任何品系發生斑紋或嵌紋病徵均與 LiMV 關係最密切，而 LiMV 單獨感染即可造成嵌紋型病徵，與 LSV 複合感染僅可能加重病徵嚴重程度而並非必要因素。另外葉脈黃化型病徵之發生與感染 CMV 有極高之相關性，若與其他二病毒複合感染則可能刺激病徵趨於明顯之傾向。至於近年來香水百合發生嚴重之葉脈壞疽病徵則與 LSV 及 LiMV 之複合感染有極高相關，尤其與 LSV 相關性達 100%，但本試驗結果暫時仍無法排除有其他病毒介入之可能。

(四)建立百合病毒檢定技術以配合我國發展本土化健康種球繁殖供應體系

本研究之目的在於以現有已發展之免疫偵測法為主要方式，確定進行百合健康種球繁殖時應如何執行病毒檢定。研究項目包括百合繁殖生長過程中病毒分布情形之監測，及外界環境變化對病毒濃度之影響等。此一研究攸關病毒檢定時之採樣時期、部位與方法，對檢查結果之準確度有極高之影響。目前已完成之結果包括：

a. 掌握 LiMV、LSV 及 CMV 等三種病毒於百合植株上分布之差異

比較此三種病毒於田間生長中之香水百合植株花部、葉片、莖部、鱗片及根部之分布，發現 LiMV 及 LSV 存在於莖部之濃度最高，其次為葉部，而花部最低。至於 CMV 則以鱗片中濃度稍高，其餘部位彼此間並無差異。比較各部位之病毒檢出率時發現，以 LiMV 及 LSV 為檢測對象時，採取葉、莖及鱗片均可獲得 90%以上之正確檢出率。若以 CMV 為標的時則必須以莖部為採樣依據，其餘部位之檢出率均偏低。因此若須同時調查此三種病毒之發生，應以莖部為採樣依據可獲得最正確之病毒感染比率。

b. 不同溫度栽培環境對 LiMV、LSV 及 CMV 等三種病毒檢出率之影響

過去本研究累積之經驗顯示若將百合種植於本省冬季常溫(20-25℃)下，其種植前種球之病毒檢出率常明顯高於種植後之病徵出現比率。此現象經本研究以定溫生長箱實際測試結果，證實若將檢定後種球栽培於 12℃低溫環境則病徵出現比率即等於種球植前病毒檢出率。而同一批種球若栽培於 25℃定溫或日夜溫(25/12)變化之情況下，則生長良好且病徵出現之比率明顯較 12℃處理者低。經比較不同溫度下百合組織之病毒濃度後發現，低溫環境確有刺激病毒濃度提升，進而增加病毒被正確檢出之效果。三者中尤以 CMV 對溫度之影響最為敏感，而 LiMV 亦有相同趨勢。因此栽培環境尤其是溫度對帶病毒百合種球之病徵表現有相當關鍵之影響，此一發現正說明過去幾年來百合病毒病經常於冬季寒流來襲後大量發生之成因。也可提供作為擬定預防對策減輕病毒危害之參考。

c. 建立百合種球之標準病毒檢定程序

本研究利用已知帶有病毒之香水百合種球作為材料，測試不同採樣方式與部位對病毒檢出率之影響，結果發現 CMV 及 LiMV 在種球鱗片中之分布極為不均，若要以鱗片為檢定對象時，同一種球應逢機採取至少三個鱗片混合為一樣品進行偵測，方能獲得較正確結果，若僅取一個鱗片偵測，則結果常與正確帶毒率有所偏離。另外本研究發現，若將百合種球於種植前先置於 4-12℃下，可於一週內刺激種球長出新芽，此時若採取新芽基部葉片進行偵測，

則可獲得比偵測鱗片為高之病毒檢出率。而且此法所獲得之種球帶毒率與種球種植於 12℃低溫下之病徵顯出率相等。此項結果促成本研究得以針對進口或國內自行生產之種球規劃出標準病毒檢定程序如下：

進口種球：種球無新芽時，每一種球逢機採取三鱗片混合為一樣品檢定；若種球已有新芽者 則取新芽之基部葉片進行 ELISA 病毒檢定。此項程序最快可於一天內獲得球種帶毒率資料。

國內自行生產之種球：將種球置於 4-12℃下待新芽長出後，採取其基部葉片進行 ELISA 病毒檢定。

三、結　語

綜合以上有關現階段百合病毒檢定技術之研發成果，應已堪為本省百合種球生產所應用，而且其技術水平與先進國家甚至荷蘭已無差異。未來此技術與所生產之檢定試劑不僅可供我國發展本土化百合健康種球生產之用，而且可供進口種球檢疫之品質把關。未來國內百合產業若能進一步解決品種專利問題，或自行研發專有品種，加上種球生產儲藏處理等技術之建立，則百合產業之本土化將可水到渠成。

參考文獻

1. 張清安 1996。 球根花卉病毒及預防。p. 160-173. 球根花卉產業研討會專刊。農林廳種苗改良繁殖場編印。280 pp。
2. 張清安、陳金枝、鄧汀欽、蔡惠婷 1996。 百合斑紋病毒之血清學性質與檢定技術研究。植物病理學會刊 5:222。
3. 張清安、陳金枝、鄧汀欽、蔡惠婷 1996。百合斑紋、百合隱徵型及胡瓜嵌紋等三種病毒於百合植株上分布之差異及三者對不同病徵型表現之影響。植保會刊 38:372。
4. 張清安、劉逸琪、陳金枝、鄧汀欽 1997。 百合斑紋病毒鞘蛋白基因之選殖及其在 *Escherichia coli* 之表現。植物病理學會刊 6:215-216.
5. Chang, C. A., Chen, C. C., Liu, Y. C., Deng, T. C., and Hiang, T. 1997. Cloning and sequencing the 3' terminal region of TP1 isolate of lily mottle virus RNA. Plant Pathology Bull. 6: 216.
6. Dekker, E. L., Derks, A. F. L. M., Asjes, C. J., Lemmers, M. C., Bol, J. F., and Langeveld, S. A. 1993. Characterization of potyviruses from tulip and lily which cause flower-breaking. J. of Gen. Virol. 74:881-887.
7. Derks, A. F. L. M. 1995. Lily. p.313-321. In: Virus and virus-like diseases of bulb and flower crops. Loebenstein et. al. (eds.), John Wiley & Sons, West Sussex, United Kingdom, 543 pp.

Current status of lily virus research and the development of its detection techniques in Taiwan

Chin-An Chang Chin-Chih Chen and Ting-Chin Deng[1]

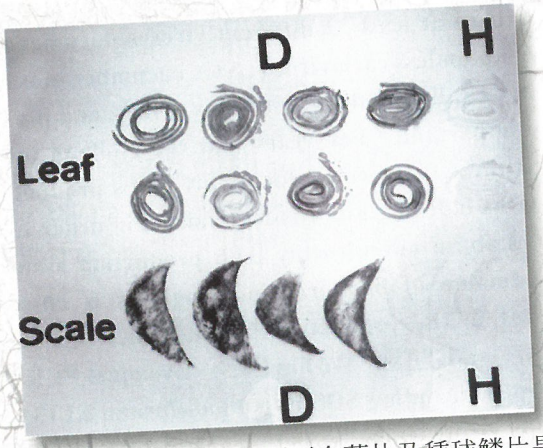
Abstract

Lily is currently one of the economically important ornamental bulb crops in Taiwan. About 20 million bulbs are imported annually from the Netherlands for lily cut flower production. Due to the unstability in the quality of the imported lily bulbs, lily growers have been unsatisfying with the outcome of their cut flower production. To combat this obstacle, the government has implemented some action plans e. g. the establishment of a self-supporting healthy lily bulb production system since 1993 to promote the domestic lily industry. In the literature, virus disease is considered as the most devastating one to lily production. There have been at least 12 different viruses documented to infect lilies, while only five, including lily symptomless carlavirus (LSV), cucumber mosaic cucumovirus (CMV), lily mottle potyvirus (LiMV), tulip breaking potyvirus (TBV), and lily X potexvirus (LVX) are considered economically important. For years that the Holland government has enforced indexing program against these five viruses during lily bulbs production, however, they have never allowed their lily virus indexing kits commercialized in order to maintain their leading competition status. To establish our own lily bulb production system, the development of technologies for the production of lily virus indexing kits is absolutely necessary. Our laboratory have succeeded in the production of antibodies against LSV and CMV and recently those against LiMV and TBV. We have also developed PCR detection protocols and several serological techniques including SDS-immunodiffusion, ELISA, and immuno-blotting tests for the detection of lily viruses in bulbs and plant tissues. For routine indexing purpose, we found that by sampling stem tissues from field grown lily plants or leaf tissue of newly emerged young shoot from bulbs could both give the best results of virus infection percentage. We have also found that there are very high correlation between the successful detection of lily viruses and the growth environment especially when the temperature is below 12℃ Growth temperature of lily higher than 25℃ will reduce virus detection rate by ELISA and the percentage of plant showing symptoms. Field symptoms which are induced by different lily viruses have been elucidated by looking for the correlation between different symptoms and from which the viruses are detected by ELISA. By putting all the information together, we have developed a standard virus indexing protocol for lily bulbs especially for those newly imported from foreign countries. This protocol has been shown to be time efficient and sensitive enough to reveal the actual virus infection percentage in lily bulbs.

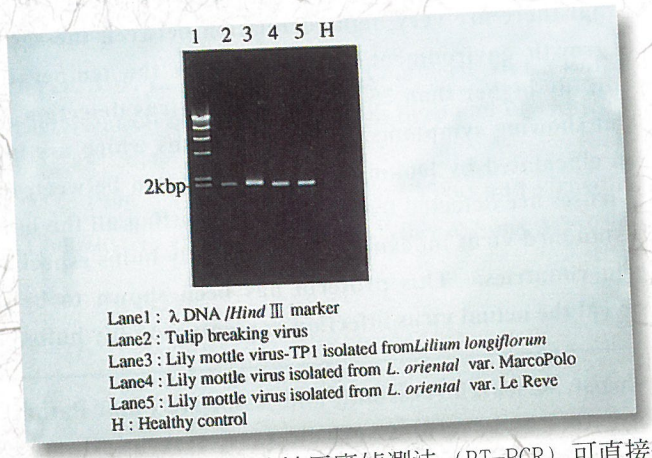
1.Senior Plant Pathologist, Research Assistant, and Associate Plant Pathologist, respectively, of the Dept. of Plant Pathology in Taiwan Agricultural Research Institute (TARI)



↑圖一、東方型百合品種“Stargazer”罹患病毒造成葉部畸形嵌紋，最左邊葉片爲感染LSV者並不顯現病徵，其餘爲複合感染LIMV與LSV者。



↑圖二、應用免疫點漬法可檢測百合葉片及種球鱗片是否帶毒，呈藍色者爲帶毒植株。



↑圖三、應用反轉錄聚合連鎖反應偵測法（RT-PCR）可直接偵測葉片或種球中之LIMV。