

# 作物細菌病害診斷鑑定案例

鄭安秀<sup>1</sup>、吳雅芳<sup>1</sup>、林志鴻<sup>2</sup>、王肇芬<sup>2</sup>

行政院農業委員會台南區農業改良場<sup>1</sup>、亞蔬-世界蔬菜中心<sup>2</sup>

電子郵件<sup>1</sup>：ascheng@mail.tndais.gov.tw；傳真：06-5912908

## 摘要

植物細菌性病害可由病徵及鏡檢病組織菌泥湧出進行初步診斷，在短時間內提供農友病因，以便於立即採取防治措施。進一步由分離培養基上之菌落特徵、菸草葉片的過敏性反應、重要生理生化特性、病原性測定、血清反應、核酸探針及聚合酵素連鎖反應等技術，鑑定出病原細菌的種或病原型。本報告介紹3個案例，包括以聚合酵素連鎖反應確認馬鈴薯青枯病病原細菌生理小種，利用 Biolog GN 細菌特性之快速系統及寄主範圍測定結果鑑定甘藍細菌性斑點病病原細菌病原型，利用 Biolog GN 細菌特性之快速系統及血清反應鑑定星辰花細菌性萎凋病病原細菌。

**關鍵詞：** 馬鈴薯青枯病、十字花科蔬菜細菌性斑點病、星辰花細菌性萎凋病

## **Case studies on diagnosis of crop bacterial diseases**

An-Hsiou Cheng<sup>1</sup>, Yea-Fang Wu<sup>1</sup>, Chih-Hung Lin<sup>2</sup>, Jaw-Fen Wang<sup>2</sup>  
Tainan District Agricultural Research and Extension Station, Council of  
Agriculture, Executive Yuan<sup>1</sup>  
AVRDC-The World Vegetable Center<sup>2</sup>  
E-Mail<sup>1</sup>: [ascheng@mail.tndais.gov.tw](mailto:ascheng@mail.tndais.gov.tw) ; Fax: 06-5912908

### **Abstract**

Plant bacterial diseases could be first diagnosed based on symptoms and bacterial streaming from diseased tissue within a short time, which could lead to selection of immediate control measures for farmers. Further, the pathogen could be identified by bacterial colony morphology, hypersensitive responses on tobacco, pathogenicity, physiological and biochemical characteristics, serological reaction, DNA probe and PCR. Three case studies were presented in this report. These include to identify the race of *Ralstonia solanacearum* caused brown rot of potato by multiplex PCR, to identify the pathovar of *Xanthomonas campestris* pv. *raphani* caused bacterial spot of crucifers by Biolog GN microplate system and host range, and to diagnose the pathogen caused bacterial wilt of *Statice* as *Burkholderia caryophylli* by Biolog GN microplate system and serological reaction.

**Key words: Brown rot of potato, Bacterial spot of crucifers, Bacterial wilt of *Statice***

## 緒 言

1990年2月起在農委會計畫下於全省各地陸續成立「作物病蟲害診斷服務站」，設置於各農業試驗改良場所及大學植物保護相關系所、推廣中心，接受農民電話詢問病蟲害問題及送樣檢查、診斷或實地到田間勘察病情及提供防治方法、資訊諮詢及開處方服務，對協助農民解決作物病蟲害疑難問題、正確用藥及作適當防治，助益甚大。「作物病蟲害診斷服務站」面對急需幫助的農民，做快速且正確的診斷，第一線工作者除需具備專業知識，更需累積經驗與蒐集資訊，不斷的磨練與挑戰，使每位植物保護人員均可以附上「植物醫生」的頭銜。服務站在接受案件的同時，可以瞭解田間病蟲害相的變異，也常發現新病蟲害或沉寂一段時間後再出現的病蟲害。

依據病徵、病組織鏡檢可以快速的分別真菌性或細菌性病害，但確認診斷則需進行病原菌分離、培養、接種試驗、詳細之鑑定特性測試，確認病原菌之種或病原型。對由細菌所引起的植物病害，將其病組織切下片段，置於載玻片上，於其上滴一小水滴，在光學顯微鏡下可見大量細菌由病組織的切口處湧出；如為侵染維管束的系統性病害，如番茄青枯病，將維管束褐變的莖部置於清水中，即可見到白色菌流自維管束中大量釋出，這種初步診斷結果可以提供農民防治病害的方向，而進一步確定病原細菌之種或病原型，則需參考文獻依據細菌之形態、染色反應、培養特性、生理生化特性、病原性測定、脂肪酸圖譜或核酸特性等加以鑑定，而血清反應、噬菌體反應、核酸探針、聚合酵素連鎖反應及細菌特性之快速測定系統等技術，亦常被用於細菌之快速鑑定。本文將針對台南區農業改良場與亞蔬-世界蔬菜中心合作，近年來進行的幾種作物細菌性病害診斷鑑定實務作介紹。

### 馬鈴薯青枯病 *Brown rot of potato*

青枯病病原細菌 *Ralstonia solanacearum* (原名 *Pseudomonas solanacearum*) 是由許多不同菌系組成的一個複合體(complex species)(Gillings and Fahy, 1994)，危害植物種類高達44科，數百種(Hayward, 1991)。用於界定 *R. solanacearum* 菌系的分類系統主要有兩種：一為依據菌株來源及寄主範圍的差異，區分為5個生理小種(race) (Buddenhagen *et al.*, 1962; He *et al.*, 1983)，

第一生理小種(race 1)之菌株能感染茄科植物、雙倍體香蕉及雜草；第二生理小種(race 2)之菌株危害三倍體香蕉及赫蕉屬；第三生理小種(race 3)之菌株主要危害馬鈴薯及番茄；第四生理小種(race 4)之菌株只感染薑；第五生理小種(race 5)之菌株主要危害桑樹。另一分類系統為依據菌株對氧化三種雙醣(lactose, maltose 及 cellobiose)及三種六醣醇(mannitol, sorbitol 及 ducitol)產酸之能力，區分為 5 種生化型(biovar)(Hayward, 1964; He *et al.*, 1983)。生理小種與生化型之間並無絕對的相關性，但第三生理小種菌株則屬於第二生化型(biovar 2)(Buddenhagen and Kelman, 1964)。1999 年冬天在台中縣神崗、后里地區大面積發生馬鈴薯青枯病，經生化型測定結果，顯示分離的菌株多屬第二生化型，在溫度較低之環境下，只對馬鈴薯與番茄有強病原性，且致病力高於第四生化型菌株，符合第三生理小種之特性(邱，2002)。利用可區分青枯病菌演化群之引子組 (OLI1 + Y2 + BV345) 進行多重聚合酵素連鎖反應(polymerase chain reaction, PCR)，即 multiplex PCR。供試的第三及第四生化型菌株皆可產生 292、409 與 840 bp 之 DNA 條帶，屬於第一演化群 (division I)；而供試的第二生化型菌株只產生 292 bp 的條帶，歸類於第二演化群 (division II) (邱，2002)。利用引子對 630 與 631，在較高黏合溫度下，可從所有第二生化型菌株增幅出 307 與 440 bp 之 DNA 條帶，而第三及第四生化型菌株則無任何條帶產生(邱，2002)。根據上述各項鑑定結果，由神崗及后里地區分離之馬鈴薯青枯病菌株大部份係由 *R. solanacearum* race 3, biovar 2 所引起，並非台灣本土之 race 1 菌株，推測可能與農民栽種自國外進口之食用馬鈴薯塊有關，使得 race 3, biovar 2 菌株經由馬鈴薯塊帶入台灣。

2006 年底至 2007 年元月於雲林縣斗南及虎尾馬鈴薯栽培區發現萎凋型病株，田間觀察成株病徵初呈現葉片葉緣褪色、稍上捲，嚴重時枯萎，切開已結球之薯塊，可見褐化的維管束(圖一)，而幼株罹病則直接呈現青枯狀病徵，橫切莖基部維管束均有褐化現象，將維管束褐化之莖直立於裝有清水試管中，可見細菌自維管束中大量湧出，產生菌流。將罹病植株帶回實驗室後，先鏡檢確定為細菌性病害，利用選擇性培養基(SM-1) (Tsai, *et al.*, 1985)及鑑別培養基(TTC) (Kelman, 1954)進行分離及純化，經 30°C 培養 2-3 天後，於培養基上呈現流質不規則圓形或橢圓形，中間為粉紅色，外圍乳白色之典型的青枯病病原細菌菌落。分離得之菌株以葉肉注射菸草，均有過敏性反應。由斗南及虎尾地區分離之馬鈴薯青枯病菌株，經生化型測定結果，顯示菌株都屬第二生化型。

Fegan 及 Prior (2005)提出新的演化型分類系統，主要根據 16S 與 23S rRNA 基因間的內轉錄間隔區(transcribed intergenic spacer region, ITS)的序列

分析，設計出演化型的專一性引子 Nmult21:1F (5'-CGT TGA TGA GGC GCG CAA TTT-3')、Nmult21:2F (5'-AAG TTA TGG ACG GTG GAA GTC-3')、Nmult22:InF (5'-ATT GCC AAG ACG AGA GAA GTA-3')、Nmult23:AF (5'-ATT ACG AGA GCA ATC GAA AGA-3')及 Nmult22:RR (5'-TCG CTT GAC CCT ATA ACG AGT-3')，並配合青枯病菌的專一性引子對 AU759f (5'-GTC GCC GTC AAC TCA CTT TCC-3')及 AU760r (5'-GTC GCC GTC AGC AAT GCG GAA TCG-3') (Opina, *et al.*, 1997)進行 multiplex PCR，可將 *R. solanacearum* 區分為四個演化型或譜系型(phylo type)。Phylo type I 菌株可產生 144 與 281 bp 的條帶，此型菌株屬於 biovar 3、4 及 5，主要分離自亞洲地區；Phylo type II 菌株可產生 281 與 372 bp 的條帶，此型菌株屬於 biovar 1、2 及 2T 主要分離自美洲地區，第三生理小種的馬鈴薯菌株與第二生理小種的香蕉菌株皆屬於此演化型；Phylo type III 菌株可產生 91 與 281 bp 的條帶，此型菌株屬於 biovar 1 及 2T，主要分離自非洲地區及其周圍島嶼；Phylo type IV 菌株可產生 213 與 281 bp 的條帶，此型菌株屬 biovar 1、2 及 2T 主要分離自印尼，而與 *R. solanacearum* 類源關係極為相近的 *Pseudomonas syzygii* 及 blood disease bacterium 同屬於 Phylo type IV。將前述分離的馬鈴薯青枯病菌菌株進行 multiplex PCR (Fegan 及 Prior, 2005)，multiplex PCR 反應之各反應物濃度為 1x 的反應緩衝液，1.5 mM 的 MgCl<sub>2</sub>，0.25 mM 的 dNTPs，Nmult23:AF 引子濃度為 80 ng，其餘引子濃度皆為 40 ng，*Taq* DNA 聚合酶為 1 單位，青枯病菌模版 DNA 濃度為 50 ng (或 2 µl 的細菌懸浮液)，加無菌水至總反應體積為 25 µl。multiplex PCR 反應條件如下：初始變性 96°C，5 分鐘，1 循環數；變性 94°C，15 秒，35 循環數；煉合 59°C，30 秒，35 循環數；延伸 72°C，30 秒，35 循環數；終了延伸 72°C，10 分鐘，1 循環數。經 multiplex PCR 反應結果顯示供試的馬鈴薯菌株均產生 281 與 372 bp 的 DNA 條帶，屬於 Phylo type II，而代表 Phylo type I 的 Pss4 菌株(race 1, biovar 3)則產生 144 與 281 bp 的條帶(圖二)。根據演化型及生化型鑑定結果，由斗南及虎尾地區分離之馬鈴薯青枯病菌係由 *R. solanacearum* race 3, biovar 2 所引起。此次於斗南及虎尾馬鈴薯栽培區大面積遭受青枯病菌危害，推測可能與農民栽種來自台中疫區的種薯有關，因此欲杜絕溫帶地區馬鈴薯青枯病菌菌株(race 3, biovar 2)持續蔓延危害，健康種薯的供應是成敗關鍵，種薯檢測則扮演著非常重要的角色。

## 十字花科蔬菜細菌性斑點病 Bacterial spot of crucifers

於 2004 年及 2005 年由雲林縣甘藍栽培區採集呈斑點型病徵之葉片，病組織經鏡檢確定為細菌性病害，利用 NA 培養基進行分離，經 30°C 培養 2-3 天後形成乳黃色、光滑、圓形菌落，共分離得 36 個似黑腐病菌菌株（編號分別為 CA1-CA21、CA22-CA36），將各菌株調製成  $10^8$  cfu/ml 細菌懸浮液，分別以剪除葉緣接種法及葉片噴霧接種法接種於初秋品種甘藍，剪葉接種法為以剪刀沾細菌懸浮液後於葉緣往內約 1 公分處剪下，噴霧接種法以細菌懸浮液噴霧接種於葉片上下二面。接種結果顯示 CA1-CA21 等 21 個菌株以噴霧接種時均先於葉面出現斑點型病徵，約 2 星期後才形成倒 V 字型之萎黃病斑，偶有葉緣皺縮現象，與黑腐病菌同一時間接種於甘藍葉片僅呈現平整之萎黃 V 字型病斑略有差異，而以剪葉接種時，在剪葉切口附近有小斑點出現，隨之往內蔓延亦呈 V 字型之萎黃病斑。而 CA22-CA36 等 15 個菌株，除 CA25 菌株外，無論以噴霧或以剪葉接種，均呈現典型黑腐病病徵。

CA25 菌株以剪葉接種時，於接種後 3 天，葉緣切口處葉脈變黑稍內捲但並未繼續進展，變黑之葉脈周圍葉肉僅輕微黃化，與黑腐病菌沿葉脈往內快速蔓延，致使葉脈變黑及葉肉黃化之病徵有明顯區別(圖三)。以噴霧接種時，於第 3 天即可見明顯病徵，初呈 0.1-0.2 公分大小之圓形斑點，周圍無黃暈，斑點中間灰色，漸變薄似紙質化，終至破裂，與田間採集之病徵相符，病斑多時會導致葉片捲曲皺縮，多數病斑癒合時呈現較大的壞疽斑，最後葉片轉為乾枯，葉脈若感染呈橢圓形斑點，外圍黑色，病斑不沿葉脈進展，僅以斑點型存在，但發病快速，可造成 5-6 葉之甘藍植株在接種後 7 天全株壞死。

CA25 菌株於 2005 年分離自雲林縣荊桐鄉，為鑑定其種名或病原型名，將其培養於 NA 培養基平板，挑取單一菌落移殖於 BUGA(Biolog universal growth agar)培養基平板上，於 30°C 下培養 24 小時後，以 biolog inoculating fluid 製成細菌懸浮液，接種到 GN2 Microplate 中培養，利用 Biolog 全自動菌種鑑定系統(Microstation TM ID System)鑑定此菌株為 *Xanthomonas campestris* pv. *raphani*(SIM=0.84)，為台灣首次報導此種病原型(pathovar)之出現。

由 *X. campestris* 引起之十字花科蔬菜細菌性斑點型病害 (bacterial leaf spot disease)，主要病原細菌為 *X. campestris* pv. *raphani* 及 *X. campestris* pv. *armoraciae*。1983-1986 年日本發生之十字花科蔬菜細菌性斑點病被證實由 *X. campestris* pv. *raphani* 所引起(Tamura, et al., 1994)，該病原細菌最早被發現

感染蘿蔔 (*Raphanus sativus*) 及蕪菁 (*Brassica rapa*) (White, 1930)，葉片出現斑點型病徵，病勢不藉由維管束蔓延(Vicente, *et al.*, 2006)，葉柄及莖部出現凹水浸狀、橢圓形黑斑，幼株感染造成死亡(Zhao, *et al.*, 2000)。本研究室之 CA25 菌株接種於甘藍葉片亦呈現相似病徵。

將 CA25 菌株分別以剪葉及噴霧接種法接種於甘藍、花椰菜、青花菜、黑芥藍菜、結球白菜、小白菜、耐龍菜、蘿蔔、油菜、番茄、洋香瓜、西瓜、冬瓜、越瓜、蒲瓜、絲瓜、苦瓜、南瓜、胡瓜、紫蘿蘭、紅豆、大豆等供試作物，結果顯示，噴霧接種可感染上述十字花科蔬菜、葫蘆科作物、番茄及大豆，呈現斑點型病徵，但不感染紫蘿蘭。於甘藍葉片上接種後 3 天即出現斑點，進而癒合成嚴重壞疽斑。於花椰菜、青花菜、黑芥藍菜、油菜及蘿蔔葉片上，出現直徑約 0.1 公分的圓斑，中央灰白色變薄漸破，周圍明顯，葉柄出現橢圓黑斑，無黃暈，斑點多時，葉片捲曲呈現黃化病徵。在結球白菜及小白菜葉片葉肉部分呈斑點型病徵，病斑會癒合，但受葉脈限制無法擴展。洋香瓜、西瓜、冬瓜、越瓜、蒲瓜、絲瓜、苦瓜、南瓜、胡瓜等葫蘆科作物、番茄及大豆之接種葉片均出現小型白斑或褐斑。剪葉接種十字花科蔬菜，切口部位呈黑色偶有輕微黃化或無黃化，但未擴展或受葉脈限制，而葫蘆科作物、番茄、紫蘿蘭、大豆及紅豆均不呈現任何症狀。

Vicente 等人依不同寄主病徵表現認為引起十字花科蔬菜非維管束型 (nonvascular) 之葉部斑點病徵之病原型為 *X. campestris* pv. *raphani* 而非 *X. campestris* pv. *armoraciae* (Vicente, *et al.*, 2006)。比較本研究及文獻記載之寄主作物測試結果 (表一)，除在大豆上的表現外，判定 CA25 菌株之病原型應為 pv. *raphani*。

## 星辰花細菌性萎凋病 Bacterial wilt of *Statice*

由台南縣麻豆鎮及嘉義市星辰花栽培區採集之萎凋病株，病組織經鏡檢確定為細菌性病害，利用 PDA 培養基進行分離，經 30°C 培養 2-3 天後形成邊緣完整、光滑、具有光澤、可產生褐色素之圓形菌落，共計分離得 21 個菌株。所有菌株之細菌懸浮液以棉花棒塗抹接種於經針刺傷口的葉片後 14 天，接種葉片葉脈轉為紅色，失水軟化，逐漸黃化萎凋，呈現與田間相同病徵 (圖四)。

1982 年首次被証實 *B. caryophylli* 造成佛州星辰花冠腐及葉腐 (Crown

and leaf rot)，呈現葉脈變紅、莖冠(crown)髓部變黑、腐爛，植株萎凋死亡為其典型病徵，接種於菸草會產生過敏性反應(Jones and Engelhard, 1984)。國內報導指出該病原細菌亦可危害康乃馨(曾等，1987；朱，1998)、洋桔梗(朱，1998)及滿天星(劉，1990；1990；朱，1998)等花卉，造成植株萎凋枯黃，莖部橫切面可見維管束褐化現象。病原細菌可藉由傷口或自然開口侵染植株，亦可經由根部感染(吳等，2007)。帶菌之種苗及於土壤或介質中之病株殘體為主要之初次感染源。

21 個細菌菌株以葉肉注射菸草，均有過敏性反應。經 Biolog 全自動菌種鑑定系統鑑定為 *Burkholderia caryophylli* (*Pseudomonas caryophylli*) (吳等，2007)。另參照 Purcifull *et al.* 的 SDS 免疫反應擴散法，在培養皿內倒入含 0.85% NaCl、0.5% SDS 之 0.8% 瓊脂 (Difco noble agar) 液，凝固後以制式打孔器在中央挖一穴，周圍等距離挖六穴，每穴直徑 7mm，穴間距離 5mm。中央穴加入康乃馨細菌性萎凋病病原細菌 (*B. caryophylli*) 之抗血清原液，周圍則分別加入分離得之星辰花細菌性萎凋病病原細菌及康乃馨、滿天星、洋桔梗細菌性萎凋病病原細菌之 2% SDS 細菌懸浮液，經 16-24 小時後觀察，四種寄主來源之病原細菌均能與康乃馨細菌性萎凋病病原細菌 (*B. caryophylli*) 抗血清形成反應帶，進一步証實本研究室分離得之星辰花細菌性萎凋病病原細菌為 *B. caryophylli*。

## 結語

台灣已記載的細菌性病原有 80 餘種(徐等，2002)，但在一切走向國際化的今日，藉由種子、種苗、介質或人為攜帶，近年來田間不斷出現新細菌性病害，冀望站在第一線病蟲害診斷工作者、學校、研究單位，能互相配合，即早發現，快速診斷及正確鑑定，將有利於新病害生態之探討及研擬有效的防治對策。

## 引用文獻

朱軒宇。1998。 *Burkholderia caryophylli* 偵測技術之發展與應用。國立中興大學植物病理學研究所第 28 屆碩士論文。



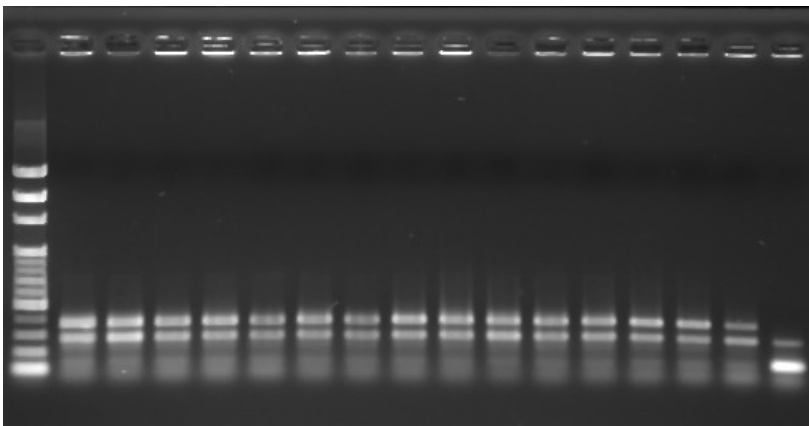
- 吳雅芳、陳紹崇、黃淑惠、鄭安秀。2006。星辰花細菌性萎凋病之研究。台南區農業改良場研究彙報：48：1-8。
- 邱硯詩。2002。最近為害台灣中部馬鈴薯之青枯病菌菌系之特性。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
- 徐世典、張東柱、張清安、蔡進來、蔡東纂主編。2002。台灣植物病害名彙（第四版）。中華民國植物病理學會出版。386 頁。
- 曾國欽、徐世典、鄭雅文。1987。台灣康乃馨細菌性萎凋病原之特性。植保會刊 29：422。
- 劉興隆。1990。滿天星細菌性萎凋病之研究。植保會刊 32：327。
- 劉興隆。1990。*Pseudomonas caryophylli* 引起之滿天星細菌性萎凋病。台中區農業改良場研究彙報 28：33-42。
- Buddenhagen, I., Sequeira, L., and Kelman, A. 1962. Designation of races in *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology* 52:726.
- Buddenhagen, I. and Kelman, A. 1964. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2:203-230.
- Fegan, M. and Prior, P. 2005. How complex is the “*Ralstonia solanacearum* species complex”? Pages 449-461 in: Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex. C. Allen, P. Prior, and A. C. Hayward, eds. APS press, St. Paul, MN.
- Gillings, M. R. and Fahy, P. 1994. Genomic Fingerprinting: towards a unified view of the *Pseudomonas solanacearum* species complex. In Bacterial wilt: the disease and its causative agent, *Pseudomonas solanacearum*, ed. Hayward, A. C. and Hartman, G. L. Wallingford: CAB International.
- Hayward, A. C. 1964. Characteristics of *Pseudomonas solanacearum*. *J. Appl. Bacteriol.* 27:265-277.
- Hayward, A. C. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 29:65-87.
- He, L. Y., Sequeira, L., and Kelman, A. 1983. Characteristics of strains of *Pseudomonas solanacearum* from China. *Plant Dis.* 67:1357-1361.
- Jones, J.B., and Engelhard, A.W. 1984. Crown and leaf rot of statice incited by a bacterium resembling *Pseudomonas caryophylli*. *Plant Disease* 68 : 338-340.
- Kelman, A. 1954. The relationship of pathogenicity in *Pseudomonas solanacearum* to colony appearance on a tetrazolium medium. *Phytopathology* 44:693-695.
- Opina, N., Tavner, F., Hollway, G., Wang, J.-F., Li, T.-H., Maghirang, R., Fegan, M., Hayward, A. C., Krishnapillai, V., Hong, W. F., Holloway, B. W., and Timmis, J. 1997. A novel method for development of species and strain-specific DNA probes and PCR primers for identifying *Burkholderia*

- solanacearum* (formerly *Pseudomonas solanacearum*). Asia Pacific J. Mol. Biol. Biotech. 5:19-30.
- Purcifull, D. E. and Bstchelor, D. L. 1977. Immunodiffusion Test with Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) treated Plant Viruses and Plant Viral Inclusions. Florida Agric. Expt. Sta. Bull. No. 78, 39pp.
- Sahin, F., and Miller, S.A. 1997. A new pathotype of *Xanthomonas campestris* pv. *armoraciae* that causes bacterial leaf spot of radish. Plant Dis. 81:1334.
- Tamura, K., Takikawa, Y., Tsuyumu, S., and Goto, M. 1994. Bacterial spot of crucifers caused by *Xanthomonas campestris* pv. *raphani*. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 60 : 281-287.
- Tsai, J. W., Hsu, S. T., and Chen, L. C. 1985. Bacteriocin-producing strains of *Pseudomonas solanacearum* and their effect on development of bacterial wilt of tomato. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 27:267-278.
- Vicente, J.G., Everett, B., and Roberts, S.J. 2006. Identification of isolates that cause a leaf spot disease of brassicas as *Xanthomonas campestris* pv. *raphani* and pathogenic and genetic comparison with related pathovars. Phytopathology 96:735-745.
- White, H.E. 1930. Bacterial spot of radish and turnip. Phytopathology 20:653-662.
- Zhao, Y., Damicone, J.P., Demerzas, D.H., Bender, C.L., and Zhao, Y.F. 2000. Bacterial leaf spot diseases of leafy crucifers in Oklahoma caused by pathovars of *Xanthomonas campestris*. Plant Dis. 84:1008-1014.





圖一、馬鈴薯青枯病植株(上)及薯塊(下)病徵  
Fig. 1. The symptom of bacterial wilt of potato



圖二、多重 PCR 產物的膠體電泳圖評估供試馬鈴薯青枯病菌菌株的演化型。  
Fig. 2. Gel electrophoresis of the multiplex PCR products to assess the phylotype for potato strains. Lane 1, molecular weight marker (100 bp ladder); lane 2 - 16, tested strains isolated from potato plants; lane 17, a representative phylotype I Pss4 strain (race1, biovar3).



圖三、甘藍細菌性斑點病病徵

Fig.3. Symptom of bacterial spot of cabbage



圖四、*Xanthomonas campestris* pv. *raphani* CA25 菌株以噴霧接種於甘藍葉後之病徵(接種後 3 天)

Fig. 4. Symptoms on cabbage leaves spray-inoculated with *Xanthomonas campestris* pv. *raphani* strain CA25 (3 days after inoculation).



圖五、星辰花細菌性萎凋病葉脈變紅、植株萎凋病徵

Fig. 5. Symptomatic leaf tissue showing red veins and wilting for bacterial wilt of statice

表一、CA25 菌株與 *Xanthomonas campestris* 不同病原型之寄主範圍比較  
Table 1. A comparison of host range of strain CA25 with that of several pathovars of *Xanthomonas campestris*

Host plant	Strain CA25	<i>X. campestris</i> pv. <i>raphani</i> <sup>2</sup>	<i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>	<i>X. campestris</i> pv. <i>armoraciae</i> <sup>2</sup>
Radish	+ <sup>1</sup>	+	V	—
Cabbage	+	+	V	+
Chinese cabbage	+	+	V	+
Cauliflower	+	+	V	+
Broccoli	+	+	V	+
Tomato	+	+	—	—
Cucumber	+	+	—	—
Pumpkin	+	+	—	—
Stock	—	—	—	—
Soybean	+	—	—	—

<sup>1</sup>、 + : Leaf spot symptom ; V : Vascular symptom ; — : No symptom

<sup>2</sup>、 Data from Tamura *et al.*, ( 1994 ) and Vicente *et al.*, (2006)

