

重要植物細菌性病害之診斷鑑定

曾國欽、徐世典

國立中興大學植物病理學系

植物病原細菌之特性

細菌除可引起人及動物之疾病外，亦是引起植物病害之重要病原之一。細菌可分為球菌、桿菌、螺旋菌或其他形狀，但大部分植物病原細菌為桿菌，其長度一般為 1.0~4.0 μm （1 μm 是一公分的萬分之一長）。細菌經染色後，可用光學顯微鏡在 1000 倍的放大倍數下觀察其菌體，亦可用電子顯微鏡觀察其形態及微細構造。很多植物病原細菌具有鞭毛，使得細菌具有游動性，使其較易尋獲所需之營養物質，或遠離不宜的環境，增加其感染植物體的機會。細菌鞭毛的長度很長，常數倍於細菌的菌體。鞭毛着生的情形與數目是植物病原細菌鑑定和分類的重要依據之一。

植物細菌性病害之診斷與病原菌鑑定

植物病害之診斷可先依據病徵、病組織鏡檢及病原菌關鍵性之一、二項特性或血清反應等進行推定診斷(presumptive diagnosis)，診斷該病害可能是由何種病原所引起，在短時間內提供病害防治之參考，必要時則再進行確認診斷(confirmatory diagnosis)以確認推定診斷之正確性，確認診斷常需進一步進行病原菌分離培養、接種試驗及詳細之鑑定特性測試，確認病原菌之種或病原型。

植物病原細菌所引起之植物病害，其病徵與真菌所引起的病徵相類似，常見之病徵有葉斑、葉枯、葉燒 (leaf blight)、萎凋、軟腐、腫瘤 (gall) 等。但是由真菌所引起的植物病害，其病組織用肉眼或是光學顯微鏡觀察，常可見到真菌菌絲或其孢子；而由細菌所引起的植物病害，將其病組織切下片段，滴一小水滴於其上，在光學顯微鏡下觀察，則可常見大量細菌由病組織的切口處湧出，尤其在之系統性之罹病組織，此現象更是明顯。植物細菌性病害之診斷通常可依據病徵、罹病組織之鏡檢、病原細菌之分離培養與鑑定等加以診斷，此外血清反應、噬菌體反應、核酸探針及聚合酵素連鎖反應等快速偵測技術，亦常被應用於植物細菌性病害之診斷。植物病原細菌之鑑定則常依據細菌之形態、染色反應、培養特性、生理生化特性、病原性測定、脂肪酸圖譜、蛋白質圖譜及核酸特性等加以鑑定，而細菌之血清反應、噬菌體反應、核酸探針及聚合酵素連鎖反應等技術，亦常被用於細菌之快速鑑定。以下將針對台灣地區與國際之重要植物細菌性病害之診斷鑑定進行介紹。

臺灣重要之植物細菌性病害

細菌性軟腐病 Bacterial soft rot

由 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* 或 *Erwinia chrysanthemi* 所引起，可引起一般蔬菜、花卉、特用及糧食作物之軟腐，*Erwinia* 軟腐細菌具周生鞭毛，有游動性與趨化性，可逃離或避開不良環境，到達有利於存活或感染寄主組織之位置，並有助於其對寄主組織之致腐能力；為兼性嫌氧菌，可在無氧環境下生長，因而增加其與其他微生物在自然環境中競爭之能力；常由傷口侵入寄主之幼嫩組織或貯藏器官；可分泌大量之果膠分解酵素將植物細胞壁和中膠層中之果膠物質分解，因而造成植物組織之軟腐。本病之病徵最初會在被害部位出現變色水浸狀斑點，迅速擴大腐爛軟化成污泥狀。若在葉片，因空氣乾燥，病斑失水乾燥而破裂，即停止發展。*Erwinia* 軟腐細菌之侵入方式以傷口為主，若葉表具有水膜可幫助軟腐細菌之感染。本病菌可以低量殘存於土壤根圈中，若有植株殘體或低溫時，可延長其存活時間。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷，將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可先利用 NA 培養基進行分離純化，在 30°C 培養約 24 小時後，自其中挑取半透明、圓形之菌落，進一步利用 CVP 培養基(1 N NaOH, 4.5 ml; 10% CaCl₂·2H₂O, 3.0 ml; NaNO₃, 1.0 g; Agar, 1.5 g; Sodium polypectate, 10.0 g; 0.075% crystal violet, 1.0 ml; DW, 500 ml) 確認其是否具有果膠分解酵素，必要時可再進行相關之生理生化測試以進行確認診斷。此外也可利用引子對

5A (5'-GCGGTTGTTCCACCAGGTGTTTT-3')、

5B (5'-ATGGCACGCTACCTGGAAGTAT-3')、

Y1 (5'-TTACCGGACGCCGAGCTGTGGCGT-3')、

Y2 (5'-CAGGAAGATGTCGTTATCGCGAGT-3') (朱 1995、Darrasse et al., 1994) 運用 PCR 技術針對罹病組織進行偵測鑑定，其中引子對 5A/5B 可針對 *E. chrysanthemi* 增幅出 500 bp 之 DNA 片段，引子對 Y1/Y2 可針對 *E. carotovora* subsp. *carotovora* 增幅出 434 bp 之 DNA 片段。其它鑑定方式如血清技術與 Biolog 快速鑑定系統等則皆可用來快速鑑定 *Erwinia* 軟腐細菌之用。

青枯病 Bacterial wilt

由 *Ralstonia solanacearum* 引起，*R. solanacearum* 原名 *Pseudomonas solanacearum*，為革蘭氏陰性、好氣菌，生長適溫約於 30 °C。青枯病菌是由許多不同菌系組成的一個複合種 (complex species)，傳統上廣用於界定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，將青枯病菌區分為五個生理小種 (race)，第一生理小種 (race 1) 菌株能感染番茄、菸草等多種茄科植物、雜草及某些雙倍體香蕉，故又稱茄科菌系 (solanaceous strain)；第二生理小種 (race 2) 菌株主要引起三倍體香蕉及赫蕉屬 (*Heliconia*) 之萎凋病 (又稱 moko disease)，亦稱芭蕉科菌系 (musaceous strain)；第三生理小種 (race 3) 菌株主要危害馬鈴薯及番茄，但對其他茄科植物的病原性較弱，故稱馬鈴薯菌系 (potato strain)；第四生理小種 (race 4) 自菲律賓的薑上分離而得的

菌株，且只能感染薑，故稱薑菌系（ginger strain）；第五生理小種（race 5）為自中國大陸由桑樹分離到的菌株，主要危害桑樹，對馬鈴薯、茄子為弱病原性，又稱桑菌系（mulberry strain）。另一分類系統為依據菌株的生理生化特性，特別是氧化三種雙醣（lactose, maltose 及 cellobiose）和三種六醣醇（mannitol, sorbitol 及 ducitol）產酸之能力，將其區分為五種生化型（biovar）；而生理小種與生化型間並無關聯。在台灣常見之菌株皆屬於第一生理小種。此菌可危害 30 多科，200 多種植物大部分為草本植物，亦有少數木本植物，在台灣之寄主，如番茄、甜椒、馬鈴薯、蓖麻、蘿蔔、紫蘇、落花生、煙草、康富利（comfrey）、草莓、天堂鳥、火鶴花、洋桔梗、萬壽菊、銀柳、蓮霧、番荔枝、絲瓜、苦瓜等。本病所造成之病徵在初期會造成葉片褪色、下垂、矮化、植株萎凋而嚴重時會導致植株枯萎死亡，若將罹病植株根部及莖部切開時，可見其維管束產生褐化，將切開植株置於含有無菌水之試管中時，可見細菌自維管束中大量釋出，而產生菌流。本菌屬土壤傳播性病害，可在土壤中存活，在濕潤土壤中存活較淹水或乾燥土壤為長，此外，植物殘體有利於其存活，本菌亦可藉由機械、種苗及昆蟲傳播。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷，將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可利用 TTC (casein hydrolysate, 1.0 g; Peptone, 10.0 g; Glucose, 5.0 g; Agar, 17.0 g; after autoclave add 1% 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride) 培養基進行分離純化，經 28°C 培養 2~3 天後形成具流質不規則圓形或橢圓形，中間為粉紅色，外圍乳白色、平滑、黏液狀之菌落，並有褐色素產生。此外還可利用半選擇性培養基 SM-1 (TTC medium after autoclaving add Merthiolate tincture 5~50 µl, Crystal violet 50 mg, Polymyxin β sulfate 100 mg, Tyrothricin 20 mg, Chloromycetin 5 mg, Cycloheximide 50mg) 進行分離純化，必要時可再進行其他生理生化測試加以確認，此外還可利用引子對 759 (5'-GTCGCCGTCAACTCACTTTCC-3')、760 (5'-GTCGCCGTCAGCAATGCGGAATCG-3') (Opina et al., 1997) 應用聚合酵素連鎖反應進行罹病組織中病原菌之偵測與鑑定，而其它鑑定方式如血清技術與 Biolog 快速鑑定系統等則皆可應用於快速鑑定青枯病菌之用。

Burkholderia caryophylli* 細菌性萎凋病 Bacterial wilt caused by *B. caryophylli

細菌性萎凋病除由 *Ralstonia solanacearum* 引起之青枯病外，在康乃馨、星辰花、滿天星及洋桔梗上之細菌萎凋病，則可由 *Burkholderia caryophylli* 所引起。*B. caryophylli* 原名 *Pseudomonas caryophylli*，為革蘭氏陰性菌，直桿狀，有時略呈彎曲，常具多條極生鞭毛，在 PDA 培養基上菌落為圓形、邊緣完整、光滑、具有光澤，常可產生褐色素，不具醱酵能力，在 king's B 培養基上不產生螢光，可產生過氧化氫酵素（catalase）與氧化酵素（oxidase），在菸草葉片上可引起過敏性反應。帶菌之種苗、介質、土壤及植株殘體，皆可能為其最初感染源，再藉灌溉、雨水飛濺、昆蟲、切花刀具及經由栽培過程中摘芽傳播，將病害傳播至健株。*B. caryophylli* 於土壤中之越夏能力不佳，因此在台灣中南部平地土壤中存活不易，故平地間之洋桔梗細菌性萎凋病主要之最初感染源，應為帶菌之種苗。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷，將罹病植

株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可利用 PDA 培養基進行分離純化，並進行菸草過敏性反應測試或接種試驗，必要時再進行生理生化測試以確認病原細菌確為 *B. caryophylli*。此外亦可利用引子對 20L/21R 運用 PCR 技術或以 ELISA 及組織轉漬免疫法等血清學之方式來檢測鑑定罹病組織中病原菌是否為 *B. caryophylli* (朱，1999、顏，1998)。

馬鈴薯輪腐病 Ring rot of Potato

由 *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* 引起，本菌屬革蘭氏陽性菌，菌體成桿狀。本病在最初在地上部呈現半邊萎凋，病勢進展甚慢，而下位葉葉緣向上捲起、葉色褪色，後期會出現壞疽、變褐。地下部塊莖則延維管束部分形成黃褐色病徵，形成輪狀之褐變，最後維管束變為乳白色至淡褐色腐爛，並呈空腔狀，之後隨軟腐細菌侵入，薯塊完全腐爛。本菌主要藉由種薯傳播，亦會藉由切種薯之刀具傳播。低溫有利於本病害發生，人工接種常需 30 天後才發病，本菌可引起菸草之過敏性反應，故可利用菸草作為檢測之工具 (張，1982)。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷，將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可再進行分離純化，但因本菌在生長時需 growth factors，如：biotin、nicotinic acid 及 thiamine；故可以 Tryptose 培養基進行分離，因菌落形成緩慢，於 20°C 下需經培養三天後方出現圓形小點菌落，然一旦出現後即逐漸擴大，直徑甚至可達 8~10 mm，有時菌落兼會互相癒合，成為乳滴狀或紡錘狀，表面極濕潤光滑之乳白色菌落。本菌最適生長溫度為 18~26°C。此外本菌可利用引子對 SP1f (5'-CCTTGTGGGGTGGGAAAA-3')、SP1r (5'-TGTGATCCACCGGGTAAA-3') (Li et al., 1995) 進行聚合酵素連鎖反應進行罹病組織中病原菌之偵測與鑑定，其他快鑑定方式還包括血清學技術及 Biolog 快速鑑定系統等皆可作為快速鑑定 *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* 之方式。

十字花科黑腐病 Black rot of crucifers

由 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 所引起，本菌屬革蘭氏陰性菌，屬好氣菌，具單極生鞭毛，含有黃色素 Xanthomonadin，使菌落成為黃色，在含碳水化合物之培養基中，可產生細胞體外多醣體 Xanthan gum，故菌落外表為光滑、黏稠。本病可藉由葉緣水孔侵入，因此常見之病徵為自葉緣向內形成倒 V 字型之黃褐色病斑，其周圍有黃暈，病斑內葉脈變黑，黃褐色部分乾枯而破裂。因本病菌屬系統性病害，在適宜環境下，病原細菌由葉脈之維管束向上向下蔓延。病原細菌可附著在種子表面或經維管束感染存在於種子內，若菌量過高可引起苗期 damping off，並成為最初感染源。本菌亦可藉由雨水飛淺或灌溉 (高灌) 傳播，有時在風雨過後，會在葉片上出現散布之點狀病斑。十字花科黑腐病菌可在雜草的根圈土壤中以低量殘存，而在植物殘體有利於其存活。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷，將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可利用 NA 或 PDA 培養基進行分離純化，進行分離可將細菌於 30°C 培養 72 小時後，挑取黃色、平滑圓形之菌落再將之純化，或利用選擇

性培養基 SMA (KH_2PO_4 , 1.0 g; Na_2HPO_4 , 2.6 g; NH_4Cl , 1.0 g; NaCl , 2.0 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.2 g; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 67.0 mg; Glucose, 1.0 g; L-methionine, 0.2 g; Starch (soluble potato), 10.0 g; Methyl violet 2B, 1.0 ml; Methyl green, 2.0 ml; Trace element solution, 1.0 ml; Triphenyltertrazolium chloride, 1.0 ml; Cycloheximide, 50.0 mg, Agar 20.0 g) 進行偵測分離，必要時可再進行相關之生理生化測試以進行確認診斷，而其它鑑定技術如血清學技術與 Biolog 快速鑑定系統等則皆可應用於快速鑑定 *X. campestris* pv. *campestris* 之用。

火鶴花細菌性葉枯病 Bacterial blight of anthurium

本病害係由 *Xanthomonas axonopodis* pv. *dieffenbachiae* 所引起，為火鶴花生產上，極具破壞性及威脅性之病害。本病原細菌屬格蘭氏陰性、好氣桿菌，具單極生鞭毛，含有黃色素 Xanthomonadin，使菌落成為黃色，在含碳水化合物之培養基中，可產生細胞體外多糖體 Xanthan gum，故菌落外表為光滑、黏稠。本病害之病徵會因寄主品種不同而有所差異，但主要之病徵為初期自葉尖或葉緣處開始出現水浸狀斑點，後漸轉為壞疽斑，並逐漸擴大呈不規則形，最後葉片乾枯而死。病原菌可由輸導組織向內蔓延，而使得葉片除葉脈外全面出現黃化病徵，在一般火鶴花栽培場中可同時發現水浸狀斑、黃化及壞疽斑等病徵，病勢進展較快，則可快速擴展至葉柄，並蔓延至莖部，在感染鄰近之葉柄，葉柄出現黃化時，此葉柄則極易掉落，此時將掉落之葉柄稍加擠壓可見黃色菌泥，植株最後整株由黃化轉為灰褐色死亡。本病害在高溫高濕之環境下，病勢進展迅速，在 28~32°C 下之病害發生最為嚴重。本病原菌可經由自然開口（如：氣孔、葉緣水孔）及傷口等侵入感染，病害傳播除可經罹病植株與健株之接觸感染進行傳播外，還可經雨水飛濺、灌溉水、機械傳播及帶菌介質或帶菌病土等進行傳播。將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可利用 NA 培養基進行分離純化，進行分離可將細菌於 30°C 培養 48~72 小時，後自上挑取黃色、平滑圓形之菌落再將之純化，或利用 Esculin-trehalose medium (Esculin 1.0 g, Trehalose 0.5 g, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.5g, NaCl 5.0 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2 g, K_2HPO_4 1.0 g, Agar 15.0 g, after autoclaving add Cycloheximide(1 g to 10 ml of 75% ethanol) 1.5 ml, Cephalexin(100 mg to 10 ml of 75% ethanol) 5 ml, Tirmethoprine 3.0 ml, Pyridoxine(1 mg/ml) 1.0 ml, D-methionine (1 mg/ml) 3.0 ml, Triphenyl-tetrazolium chloride(1% aqueous) 5.0 ml) 進行分離純化，經過分離之細菌可進一步利用菸草葉片的過敏性反應來測試其是否為病原菌，此外可利用引子對 Dif1 (5'-CCGGTATGCGAAAGTCCCATCA-3')、Dir1 (5'-GCGTATGGCCCCGAGGCAAC-3')(林氏 1999) 進行聚合酵素連鎖反應來偵測鑑定罹病組織中之葉枯病菌，其它如血清技術及 Biolog 等鑑定方式亦可利用來鑑定火鶴花細菌性葉枯病菌之用。

茄科植物細菌性斑點病 Bacterial spot of tomato and pepper

本病害可由 *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Xav) 與 *X. vesicatoria* (Xv) 所引起，

此兩類病原細菌皆屬於革蘭氏陰性菌，屬好氣菌，具單極生鞭毛，含有黃色素 Xanthomonadin，使菌落成爲黃色，在含碳水化合物之培養基中，可產生細胞體外多醣體 Xanthan gum，故菌落外表爲光滑、黏稠。此兩類病原菌可利用澱粉及果膠分解能力之差異而區分，其中 Xav 不具水解澱粉及果膠能力，而 Xv 則具有水解此兩物質之能力。此兩種病原細菌皆可感染甜椒與番茄，且其所造成之病徵大致相同，在病原菌感染寄主 3~5 天後，則出現水浸狀斑點，之後斑點轉爲壞疽病斑，常發生在葉片、花、果實、枝條（易形成條斑），嚴重時引起落葉。此兩類病原細菌多從葉背下方之氣孔或從心葉或嫩葉入侵。侵入寄主植物之最適溫度於 25~32 °C，但需在高濕環境下才發病，溫度低於 20 °C，就不適發病。本病害可藉由種子傳播而成爲最初感染源，在田間則藉由灌溉水及雨水飛濺散佈，使病害迅速擴散。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷，將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定爲細菌性病害，可利用 NA 培養基進行分離純化，進行分離可將細菌於 30°C 培養 48~72 小時，後自上挑取黃色、平滑圓形之菌落再將之純化，或利用選擇性培養基 Tween medium (Peptone 10.0 g, Potassium bromide 10.0 g, CaCl₂ 0.25 g, Agar 15.0 g, after autoclaving add Tween 80 10 ml, Cycloheximide 75.0 mg, Cephalexin 25.0 mg, 5-Fluorouracil 6.0 mg, Tobramycin 0.4 mg) 進行分離純化，因本菌分解 Tween 80 產生脂肪酸，而與鈣結合沈澱故會有白色之沉澱帶出現，因此可依此特性與其他病原菌進行區分，此外還可利用引子對 RST13 (5'-TGGTTCCAGCCGTCCAGCAGGG-3')、RST14 (5'-CCCTAAAGGCACTGGGCGTCGG-3') 與 C-2-2L (5'-CAGCAACACGCTGAAATCGTAG-3')、C-2-2R (5'-TAGGGCGTCAGCTTGCAATG-3') 進行聚合酵素連鎖反應以偵測鑑定罹病組織中之病原菌，而利用此方式則可同時鑑定本病害是由 *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* 或 *X. vesicatoria* 所引起 (呂，2003)。

瓜類植物細菌性斑點病 Bacterial blotch of cucurbits

本病害係由 *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (原名 *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli*) 所引起。細菌性果斑病菌除了危害西瓜外還可以危害甜瓜、苦瓜、及南瓜等瓜類作物。瓜類細菌性果斑病菌爲革蘭氏陰性細菌、好氣性、具單極生鞭毛，可在 41°C 生長，無法利用葡萄糖作爲唯一的碳素源，在 king's B 培養基上爲非螢光性，具有解脂作用 (lipolytic activity)，能引起菸草葉片之過敏性反應 (hypersensitivity reaction)。本病害之病徵依其所感染之寄主不同而有所差異，其中西瓜於苗期受感染時，子葉和真葉初期呈現水浸狀斑點，後爲褐色壞疽斑，當胚軸部分受到感染時，則可引起幼苗倒伏死亡，易被誤判爲疫病菌所引起。於成株時，罹病植株真葉呈現褐色病斑，然相對溼度高時，病斑可沿葉脈中肋擴展。西瓜果實受害時，果皮朝上表面出現水浸狀小斑點，逐漸擴大成爲不規則的橄欖色水浸狀塊斑。罹病初期病組織只侷限在果皮，內部果肉組織正常，後期罹病的果實表皮常有龜裂現象，內部伴隨腐生菌的入侵使果實腐爛。甜瓜苗期受瓜類細菌性果斑病菌感染時，病徵與西瓜相似，成株真葉受感染時，亦會出現褐色病斑，高溼度時病斑上可見乳白色菌泥溢出，葉部病斑處

後期常破裂。光滑表皮之甜瓜果實病徵與西瓜果實上之病徵類似，常呈現大型不規則的橄欖色水浸狀塊斑，在網紋洋香瓜品系之罹病果實，表面則呈現凹陷之褐色壞疽斑點與果實蠅危害之斑點類似，病斑不會擴大，但內部果肉呈現褐壞疽腐情形。瓜類細菌性果斑病菌亦可感染苦瓜，罹病葉片呈現褐色壞疽病斑，罹病之果實表面則則呈現水浸狀褐色病斑，溼度高時可逐漸擴大。

病原菌可殘存於種子內部及表面，成爲此病害主要的初次感染源，病原菌於種子發芽時侵入子葉呈現水浸狀斑點，再藉雨水或噴灌之水飛濺，由少數之罹病幼苗散播。此些帶菌之幼苗移植於田間後，可再藉雨水或灌溉水而將病原菌散播於田間；在高溫多濕環境下，罹病組織常可沁出菌泥，而爲田間重要之感染源。果斑病菌由氣孔和傷口侵入，而成熟之瓜果表面會被臘質所覆蓋，所以幼果較成熟果實感病。罹病果實後期於田間腐爛時，殘留於田間之帶菌種子所長出之自生瓜苗與罹病植株殘體及葫蘆科野生植物等，亦爲此病原菌可能之感染源。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷，將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定爲細菌性病害，可以 king's B 培養基進行分離純化，於 30°C 培養 48 小時後，挑取可疑之菌落，將其劃線於改良之半選擇性培養基 WFB68 (5g Bacto-peptone, 0.25g Calcium chloride dihydrate, 10ml Tween 80, 0.2g Berberine, 0.0001g Methyl violet B, 15g Agar, 0.05g Carbenicillin, 0.05g Cefoperezone, 0.2g Cycloheximide, 1l H₂O) 上，經 30°C 培養 48 小時，觀察是否有細菌性果斑病菌菌落出現，典型之細菌性果斑病菌之菌落呈黃綠色圓形，菌落周圍有沉澱帶產生。由於細菌性果斑病菌可引起菸草葉片之過敏性反應，因此分離出之細菌，亦可先以菸草葉片的過敏性反應來測試其是否爲病原菌。確認診斷鑑定時，則需進行傳統之生理生化特性及病原性測定或以 Biolog GN Microplate™ (Biolog Inc. CA, USA) 測試，以鑑定是否爲細菌性果斑病菌。或以細菌性果斑病菌專一性引子對 SL1/SR1，應用 PCR 技術，快速準確地診斷鑑定罹病組織內之細菌性果斑病菌 (宋, 1999。)，或以細菌性果斑病菌之抗血清應用酵素聯結抗體檢測法 (Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 亦可進行瓜類細菌性果斑病之快速診斷，其靈敏度可達 10⁴~10⁵ CFU/ml，若結合免疫磁珠分離法與聚合酵素連鎖反應 (Immunomagnetic separation and polymerase chain reaction, IMS-PCR) 則可將其靈敏度提高 (楊, 2001。)。

楊桃細菌性斑點病 *Bacterial blotch of carambola*

本病害係由 *Pseudomonas syringae* 所引起，可爲害楊桃葉片、枝條及果實，造成落葉，對楊桃之產量品質影響甚大。*Pseudomonas syringae* 爲革蘭氏陰性，桿狀，不形成內生孢子，需氧性，具單極生鞭毛，具螢光色素，適宜生長的溫度在 30°C 左右，酸鹼值在 7.0，可產生菌果聚醣 (Levan)，不具 Kovacs' 氧化酶活性，在馬鈴薯組織塊上無致腐能力，不具精氨酸二水解酶 (Arginine dihydrolase)，在煙草上可產生過敏性反應 (tobacco hypersensitive reaction)。依據爲害寄主及病原性的不同而分成許多不同的病原型 (pathovar)，而楊桃細菌性斑點病菌並不屬於任一已知之病原型，但與大陸發現之楊桃細菌性褐斑病病原菌 *Pseudomonas syringae* pv. *averrhoi* 在病徵與寄主範圍上極爲相似。本病害之病徵爲葉片上之紫紅色斑點，周圍有明顯黃色暈環，且葉片易黃化脫

落，在小枝及小果上亦可造成病徵，會引起小果稜部黑褐化，嚴重者導致畸形、落果；小枝條上則為紫紅色斑點，但較少見。本病害全年皆可發生，可存活於楊桃枝葉及果實中，罹病之枝葉及果實即為病害發生之主要感染源，藉由雨水及風傳播，由氣孔及傷口侵入感染，楊桃修剪枝條後及在春雨、梅雨期及颱風季節，為本病最易傳播之時期。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷，將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可利用 King's B 培養基進行分離純化，必要時可再將純化之菌株以菸草進行過敏性反應測試，並進行生理生化測試及接種試驗以進行確認病原菌確為楊桃細菌性斑點病菌。此外還可以楊桃細菌性斑點病菌之專一性引子對 S1 (5'-CTAAAGTCATTCATCCACTCC-3')/R-S1 (5'-GAAAATGAGACGCTGATCC-3') (宋氏 2002) 進行 PCR 反應，以快速診斷鑑定罹病植株內病原細菌之種類。

柑橘潰瘍病 Bacterial canker of citrus

本病害係由 *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* 所引起，可危害芸香科之植物。對所栽植的經濟柑橘類而言，葡萄柚及甜橙為最感病品種，檸檬次之，桶柑和柚子、文旦類為較抗性，椪柑則為強抗性。柑橘潰瘍病可能源自於東南亞，之後隨著病原菌散播至亞洲、非洲、大洋洲及南美，近年此病害甚至已在印度洋、中東及北美發生，其中在南美所發現之菌株所造成之病害較為微弱，寄主範圍亦較小。潰瘍病菌為革蘭氏陰性桿菌，具有一條極生鞭毛，大小為 0.5~0.7×1.1~2.0 μm，在 NA 平板上可形成圓形、中高、邊緣完整、表面光滑、具黏性之黃色菌落，好氣菌，最適生長溫度為 25~30℃。 *X. axonopodis* pv. *citri* 可危害葉片、枝條及果實，病害嚴重時，葉片大量脫落使樹勢衰弱，罹病果實不但外觀難看，其所含之糖分、維生素 C、果膠酸減少，蛋白質、檸檬酸及酚類增加，使果實市場價值降低，因而造成經濟上很大的損失。因此潰瘍病為目前國際上柑橘產區之一重要細菌性病害，台灣在葡萄柚、甜橙及檸檬等作物上亦普遍發生，且危害嚴重，為台灣柑橘栽培管理上之一重要病害。潰瘍病之病徵會依寄主種類不同而略有差異，一般而言，在葉片上首先出現水浸狀暗綠色細點，隨著病勢的進展，病斑逐漸擴大，中央部成灰白凹陷，周圍木栓化，表皮破裂而粗糙堅硬；病斑形狀，初期雖為圓形，老舊病斑則頗不規則，病斑常融合成較大之不規則大疤，同一病斑於葉片上下表面皆可見到，在病斑邊緣常有黃色暈環。病斑大小依寄主而定，葡萄柚上為最大，直徑可達 8 毫米，甜橙類上次之，檸檬上又次之。枝條上之病徵與葉片上相似，唯其邊緣缺乏暈黃。果實上病斑也常缺乏鮮明的暈黃，又其病斑表面木栓化更甚，外觀也更粗糙。將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可利用 NA 培養基進行分離純化，進行分離可將細菌於 30℃ 培養 48~72 小時，後自上挑取黃色、平滑圓形之菌落再將之純化，經過分離之細菌可進一步利用菸草葉片的過敏性反應來測試其是否為病原菌，或以橘子植株之病原性接種測試進行確認診斷。此外還可以 Hartung 等人在 1993 年所發表之潰瘍病菌專一性引子對 2 (5'-TGGTGTCGTCGCTTGTAT-3')、3 (5'-CACGGGTGCAAAAATC-3') (Hartung et al., 1993)，這組引子對可以針對潰瘍病菌增幅出 222 bp 之專一性 DNA 片段，可供快速診

斷鑑定罹病組織內之潰瘍病菌，或以潰瘍病菌之單元抗體（monoclonal antibodies）亦可進行潰瘍病菌之快速血清檢測。

檬果黑斑病 Black spot of mango

本病害由 *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*，可危害檬果果實、葉片、花穗、枝條及枝幹，而引起落葉、落果，於颱風期尤為嚴重。本菌屬格蘭氏陰性、好氣桿菌，具單一極生鞭毛，不具黃色素，故菌落呈白色，在含碳水化合物之培養基中，可產生細胞體外多糖體 Xanthan gum，故菌落外表為光滑、黏稠。本病原菌所產生之病徵，在葉片初期為水浸狀，後形成墨綠色病斑，上下表面均可發生，後期病斑呈黑色隆起狀，如柏油一般，病斑大小不一，且病斑常互相融合。在葉柄及枝條上均可產生不規則病斑，嚴重時病斑呈潰瘍狀，罹病花穗之小花會黑腐脫落，果實初期為水浸狀，稍隆起，而後呈黑色中央突起星狀破裂現象之病斑，亦可向內蔓延破壞果肉組織，果實罹病後易落果。在果梗或枝條可形成之黑色條斑，於高濕時可出現菌泥為病害之重要感染源。本病原細菌主要由傷口侵入，高溫高濕之環境有利於病勢進展（曾珍，1995）。將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可利用 NA 培養基進行分離純化，進行分離將細菌於 30°C 培養 48~72 小時後，自其上挑取白色半透明之菌落，將其培養於 PDA 培養基上，於 30°C 培養 48~72 小時後，若出現白色黏稠之菌落，則可將此菌落進行進一步之生理生化測試或病原性測定，以確認鑑定之結果。

玫瑰癌腫病 Crown gall of rose

本病害係由 *Agrobacterium tumefaciens* 所引起，本菌為革蘭氏陰性、好氣菌，成桿棒狀，具 1~6 根周生鞭毛，最適生長溫度介於 25~28°C。癌腫病菌可感染多數雙子葉植物及少數單子葉植物與裸子植物，其中包含桃、梨、蘋果、杏等果樹，菊花、玫瑰等觀賞作物，及松、樺木、白楊等森林植物。本病菌之病原性是因其所攜帶之大型質體具有致瘤之能力，因此會產生細胞異常增生之現象，而導致腫瘤病徵之出現。遭到 *A. tumefaciens* 感染後，植株不會立即死亡，但會影響植物生長，造成植株生長衰弱及矮化等（許等，1997）。初生之癌腫組織易遭受昆蟲與腐生菌感染，而造成腐爛使植株受到傷害。本病原菌可殘存於土壤之中，因此病害之發生往往在根冠處發生，本病原菌在田間主要之傳播方式是藉由機械傳播，因此若修剪枝條之農具遭受污染，則於枝條之修剪處意見此病害之發生。在分離本菌時可先將植株進行表面消毒後，將腫瘤部位切碎，再投入無菌水中製成細菌懸浮液，在劃線於 PDA 培養基之上，於 28°C 下培養 48~72 小時後，若見白色黏稠之菌落，可將之進一步純化，並利用紅蘿蔔進行病原性接種測試，以確認所分離出之細菌確為 *A. tumefaciens*。此外還可利用引子對 VirD1F（5'-ATGTCGC AAGGCAGTAGGCCACCT-3'）、VirD1R（5'-CTACAAGGCGTCTTTCAGCAGCGA GC-3'）運用 PCR 技術對具病原性之 *Agrobacterium* sp. 進行偵測與鑑定（廖氏 2000）。

國際重要之植物細菌性病害

菜豆暈環葉燒病 halo blight of bean

由 *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* 引起，本病多發生於溫帶地區（20℃），本病原菌屬 Gram（-）的細菌，在 King's B 培養基上可產生螢光色素，可引起菸草過敏性反應，此病原菌會產生 phaseolotoxin，造成葉片上產生之病斑常帶有黃色之暈環，若溫度大於 28℃ 則暈環不產生，本病菌可感染種子莢造成黑色深陷的病斑（dark-sunken spots），但在種子莢上並不產生暈環，高濕時會在病斑處出現白色菌泥（bacterial ooze），有時亦造成種莢、種子扭曲變形之現象，溫度若大於 28℃，則病害量發生降低，若使用帶菌量高之種子則有 Girdling of seedling stem。病害主要就由種子傳播，也可因灌溉水、雨水飛濺及風力等傳播。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷，將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可利用 King's B 培養基進行分離純化，之後再將純化之菌株，以菸草進行過敏性反應測試，以進一步進行確認，以及進行相關之生理生化測試，亦可利用引子對 HM6（5'-CGTGTCCGTGGATAAAAAGC-3'）、HM13（5'GTTGAATTCCTACTACCCG-3'）應用聚合酵素連鎖反應進行此病原菌之快速鑑定。（Prosen et al., 1993.）而目前也已有商品化之產品 ELISA Kit（ADGEW, Scotland, UK）可供鑑定之用。

菜豆褐斑病 Brown spot of bean

由 *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* 引起，本菌屬 Gram（-）的細菌，多發生於溫帶地區（20℃），可殘存於雜草之上，此菌在菜豆葉片上產生褐色之病斑，但沒有暈環的產生。此菌寄主範圍很廣，可引起豆類的褐斑病、木本植物之潰瘍、葉燒、花器感染及霜害 *P. syringae* pv. *syringae* 部分菌株具有冰核活性，在低溫易造成作物的霜害。病原菌可藉由種子傳播，田間亦可藉噴灌、雨水飛濺及風力等傳播。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷，將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可利用 King's B 培養基進行分離純化，之後再將純化之菌株以菸草進行過敏性反應測試，以進一步進行確認，以及進行相關之生理生化測試。

番茄細菌性潰瘍病 Bacterial canker of tomato

由 *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* 引起，本菌屬革蘭氏陽性菌，菌體成桿狀。此病多在 16~28℃ 發生，目前台灣並無正式的研究報告證實有此病害存在。本病之病徵常出現在果實上，內為壞疽斑、外圍白色暈環，似鳥眼，有時會產生半側萎凋，莖部或枝條上產生深褐色之條斑，在高濕時可見菌泥溢出。本菌之傳播主要藉由種子傳播，在田間則藉由灌溉水及雨水散佈，本菌亦可在土壤中存活 2~3 年，故亦可藉土壤傳播。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷，將罹病植株樣本帶回實驗室後，經鏡檢確定為細菌性病害，可利用 CMS 選擇性培養基（Sucrose 10.0g, Yeast extract 0.1 g, K₂HPO₄ 2.0 g, KH₂PO₄ 0.5 g, MgSO₄·7H₂O 0.25 g, Boric acid

1.5 g, after autoclaving add nicotinic acid 100 mg, nalidixic acid 30 mg, potassium tellurite 10 mg, cycloheximide 200 mg) 進行分離純化 (Schaad et al., 2001), 必要時再進行其他生理生化測試與病原性測試進行確認診斷, 或可以引子對 CMR16F1 (5'-GTGATGTCAGAGCTTGCTCTGGCGGAT-3')、CMR16R1 (5'-GTACGGCTACCTTGTTACGACTTAGT-3') 進行聚合酵素連鎖反應進行偵測鑑定, 並可利用如 Biolog 進行快速診斷鑑定。

蘋果、梨火傷病 Fire blight of apple and pear

本病害係由 *Erwinia amylovora* 所引起, 本病菌可感染 138 種薔薇科植株, 包含蘋果、梨、枇杷等經濟作物, 為世界各地廣泛發生之細菌性病害, 並為種植蘋果、梨之主要限制因子。此病原菌為革蘭氏陰性菌, 具有周生鞭毛的桿狀細菌, 在 YDC 培養基上為黃色菌落, 能引起菸草之過敏性反應 (hypersensitivity reaction) 及具白明膠水解之能力。梨之花、葉、枝條、樹幹等各部位組織, 皆可被 *E. amylovora* 感染而成黑褐色如火燒傷般, 當溼度高時, 罹病之組織常可見菌泥溢出。病徵通常於早春遇溫暖多濕環境時發生。受感染之嫩梢或枝條組織呈深或黑褐色, 枝條頂端常向下彎曲, 使枝條如曲柄拐杖 (Shepherd's crook) 般, 受感染葉片之葉脈與葉柄常變黑, 葉片則自外緣開始壞疽乾枯; 罹病之花器初為水浸狀後枯萎, 並呈深褐至黑色; 受感染之果實亦會變黑褐色, 後呈乾枯如木乃伊狀; 又病原菌亦可蔓延至樹幹, 而引起潰瘍病徵, 嚴重時亦可使整棵果樹死亡。罹病蘋果、梨植株會導致產量降低, 嚴重時甚至導致植株死亡。然而部分病植株在罹病後, 仍可持續存活數年。在溫暖環境中生長旺盛之幼株最易感病。火傷病菌除可藉由風雨傳播外, 還可藉由昆蟲如螞蟻、蜜蜂、胡蜂及蠅類等傳播。本病害之診斷可藉由田間病徵進行初步之推測診斷, 並將可疑之標本採回實驗室進行組織鏡檢, 經確認病害為細菌所引起, 可利用 NA (nutrient Agar) 培養基上, 於 30°C 培養 24 小時後, 挑取可疑之菌落, 將其劃線於半選擇性培養基 CCT (100 g Sucrose, 10 g Sorbitol, 2 ml Crystal violet, 23 g Nutrient agar, 30 ml Tergitol anionic 7, 2 ml Thallium nitrate (1%w/v), 50 mg Cycloheximide, 1 l H₂O) (Ishimaru and Klos 1984) 上, 經 30°C 培養 72 小時後, *E. amylovora* 會產生約 4-7mm 有完整邊緣之淡藍色、半透明、平滑菌落, 由底下觀察可見自菌落中央放射出藍色之線條。經過分離之細菌可進一步利用菸草葉片的過敏性反應來測試其是否為病原菌。確認診斷鑑定時, 則需進行傳統之生理生化及病原性測試, 或以 Biolog GN Microplate™ (Biolog Inc. CA., USA)、API 20E 及 API 50 CH 進行測試, 以鑑定是否為火傷病菌 (Schaad et al., 2001)。或以 Bereswill 等人在 1992 年所發表之火傷病菌專一性引子對 A (5'-CGGTTTTTAACGCTGGG-3')、B (5'-GGGCAAATACTCGGATT-3'), 這組引子對可以針對 *E. amylovora* 增幅出 900 bp 之專一性 DNA 片段, 可供快速診斷鑑定罹病組織內之火傷病菌。此外以火傷病菌之抗血清 ELISA 技術亦可進行火傷病菌之快速檢測 (Lin et al., 1987)。

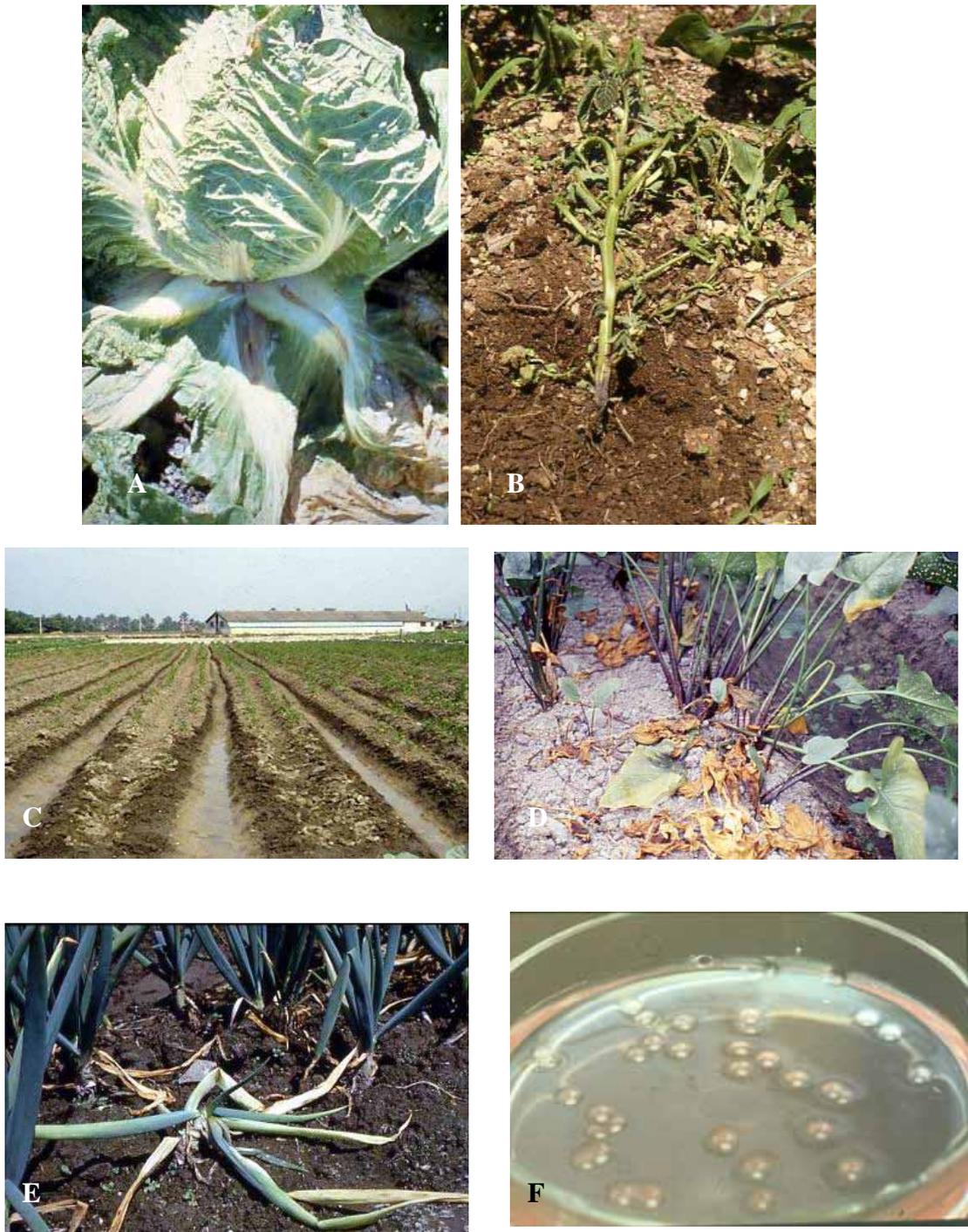
結語

植物病原細菌所引起之作物病害常可造成農民嚴重之損失，因此快速且準確的診斷鑑定技術為防治細菌性病害之重要關鍵，本文在此提供診斷鑑定常見植物細菌性病害之方式，希望提供植物檢疫人員診斷鑑定植物細菌性病害與病原及擬定病害防治策略之參改。

參考文獻

1. 朱木貴。1995。 *Erwinia chrysanthemi* 之遺傳差異性、藍色基因選殖及 PCR 偵測。國立中興大學植物病理學系博士論文。
2. 朱軒宇。1999。 *Burkholderia caryophylli* 偵測技術之發展與應用。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
3. 宋秉峰。1999。鑑定及偵測瓜類細菌性果斑病菌之聚合酵素連鎖反應技術。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
4. 宋子承。2002。鑑定及偵測楊桃細菌性斑點病菌之聚合酶連鎖反應技術。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
5. 呂昫陸。2003。鑑定及偵測茄科植物細菌性斑點病菌 *Xanthomonas vesicatoria* 之聚合酵素連鎖反應技術。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
6. 林貝珊。1999。火鶴花細菌性葉枯病菌核酸探針及 PCR 引子之研發與應用。國立台灣大學植物病理學研究所碩士論文。
7. 陳谷婷。2000。楊桃細菌性斑點病菌之特性。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
8. 楊文仁。2001。西瓜及甜瓜種子上細菌性果斑病菌之偵測。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
9. 曾珍。1995。檬果黑斑病菌之特性與其在檬果葉組織顯微鏡觀察。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
10. 許秀惠、林俊義、陳福旗。1997。榕樹細菌性癌腫病菌 (*Agrobacterium tumefaciens*) 在台灣之發生。植保會刊 39: 195-205。
11. 張瑞璋。1982。馬鈴薯輪腐病菌之特性及血清診斷法。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
12. 顏久焯。1998。應用聚合連鎖反應偵測 *Burkholderia caryophylli*。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
13. 廖惠玲。2000。台灣植物癌腫病菌之 PCR 鑑定及偵測。國立台灣大學植物病理學研究所碩士論文。
14. Bereswill, S., Pahl, A., Bellemann, P., Zeller, W., and Geider, K. 1992. Sensitive and species-specific detection of *Erwinia amylovora* by polymerase chain reaction analysis. Appl. Environ. Microbiol. 58:3522-3526.
15. Darrasse A, Priou S, Kotoujansky A, Bertheau Y, 1994. PCR and restriction fragment-length-polymorphism of a *pel* gene as a tool to identify *Erwinia carotovora* in

- relation to potato disease. Appl., Environ. Microbiol. 60:1437-1443.
16. Hartung, J. S., Daniel, J. F., and Pruvost, O.P. 1993. Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* by polymerase chain reaction method. Appl. Env. Microbiol. 59:1143-1148.
 17. Ishimaru, C. and Klos, E. J. 1984. New medium for detection of *Erwinia amylovora* and its use in epidemiological studies. Phytopathology 74:1342-1345.
 18. Li, Xiang and de Boer, S. H. 1995. Selection of polymerase chain reaction primers from an RNA intergenic spacer region for specific detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. Phytopathology 85:837-842.
 19. Lin, C. P., Chen, T. A., Wells, J. M., and van der Zwet, T. 1987. Identification and detection of *Erwinia amylovora* with monoclonal antibodies. Phytopathology 77:376-380.
 20. 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. N. 1997. A novel method for development of species and strain-specific DNA probe and PCR primers for identifying *Burkholderia solanacearum* (formerly *Pseudomonas solanacearum*). Asia-Pacific J. Molec. Biol. Biotechnology 5:19-30.
 21. Prosen, D., Hatziloukas, E., Schaad, N. W., and Panopoulos, N. J. 1993. Specific detection of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* DNA in bean seed by PCR-based amplification of a phaseolotoxin gene region. Phytopathology 83: 965-970.
 22. Schaad N. W., Jones, J. B., and Chun, W. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 3rd ed. APS press, The American Phytopathological Society. Minnesota, U.S.A. 373pp.

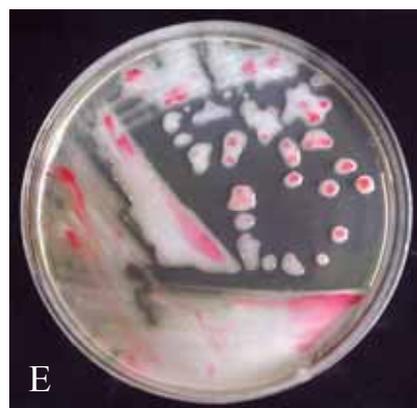


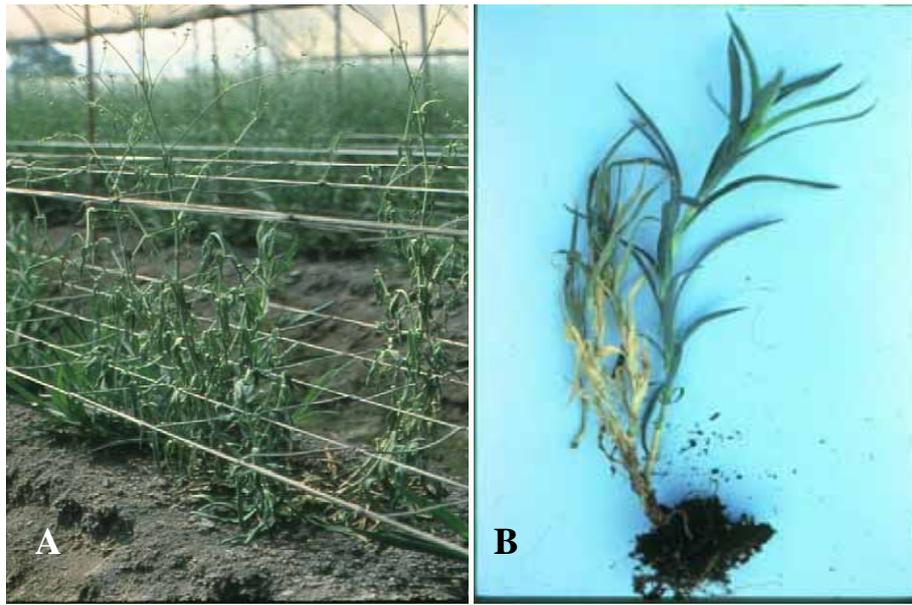
圖一、*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* 或 *Erwinia chrysanthemi* 引起之細菌性軟腐病

- A. 細菌性軟腐病菌感染結球白菜造成組織軟腐之病徵。
- B. 馬鈴薯細菌性軟腐病罹病植株莖基部腐爛之病徵。
- C. 馬鈴薯細菌性軟腐病菌造成田間馬鈴薯缺株情形。
- D. 彩色海芋細菌性軟腐病罹病植株呈現軟腐倒伏病徵。
- E. 青蔥細菌性軟腐病罹病植株呈現植株倒伏病徵。
- F. *Erwinia* 軟腐細菌在 CVP 培養基上呈現凹陷之菌落。



圖二、*Ralstonia solanacearum* 引起之青枯病病徵
A. 田間蕃茄青枯病之病徵。
B. 田間菸草青枯病之病徵。
C. 蘿蔔青枯病之病徵。
D. 番荔枝青枯病罹病植株呈現維管束褐化病徵。
E. 具毒力青枯病菌 *Ralstonia solanacearum* 菌株在
TTC 培養基上之菌落。

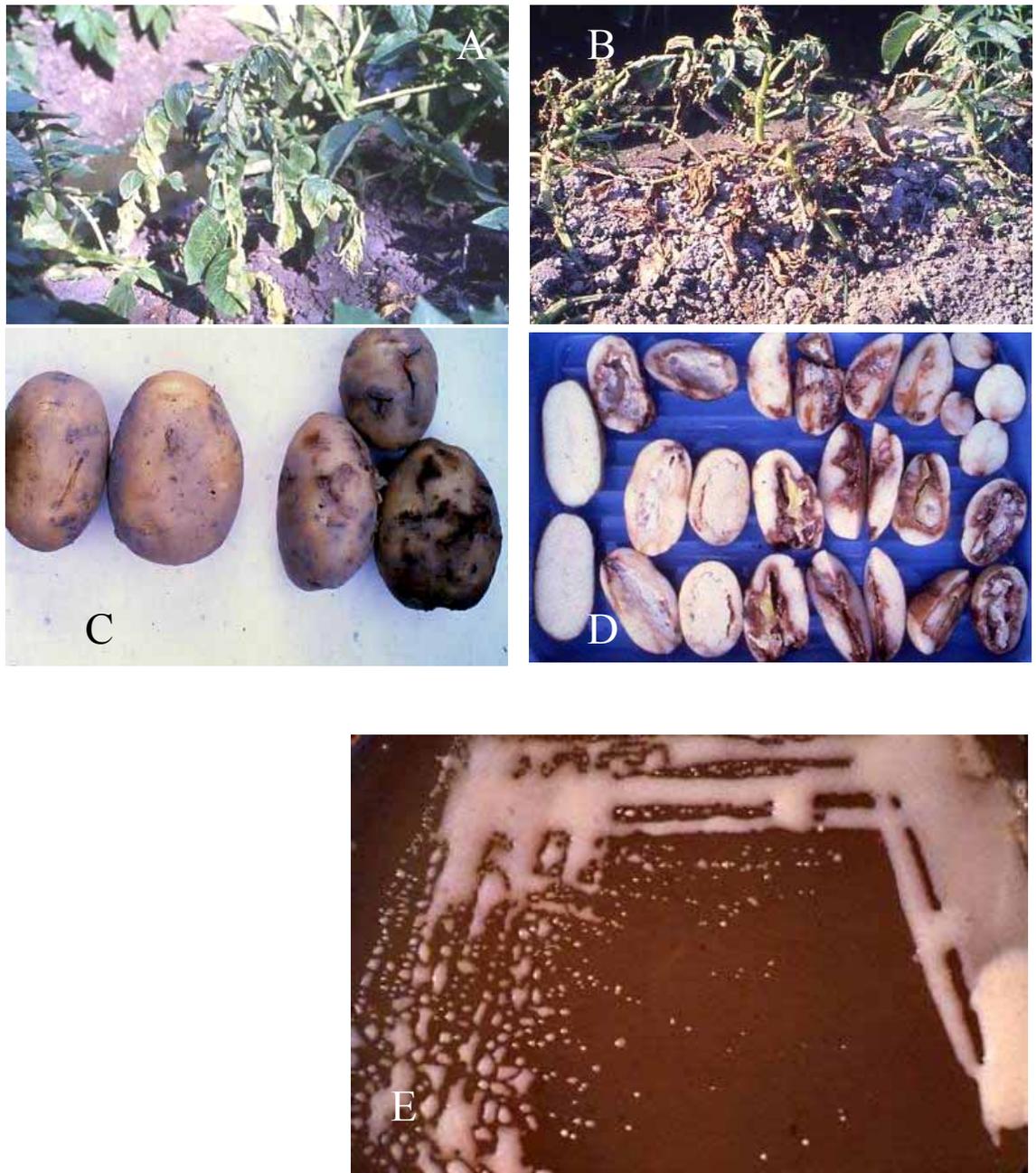




圖三、*Burkholderia caryophyllii* 引起之細菌性萎凋病

- A. 康乃馨罹病植株出現半邊萎凋之病徵。
- B. 滿天星罹病組織在田間呈現萎凋之病徵。
- C. 洋桔梗罹病植株出現植株萎凋之病徵。
- D. 星辰花罹病植株莖部出現維管束褐化之病徵。
- E. *Burkholderia caryophyllii* 在 PDA 培養基上形成之褐色菌落。



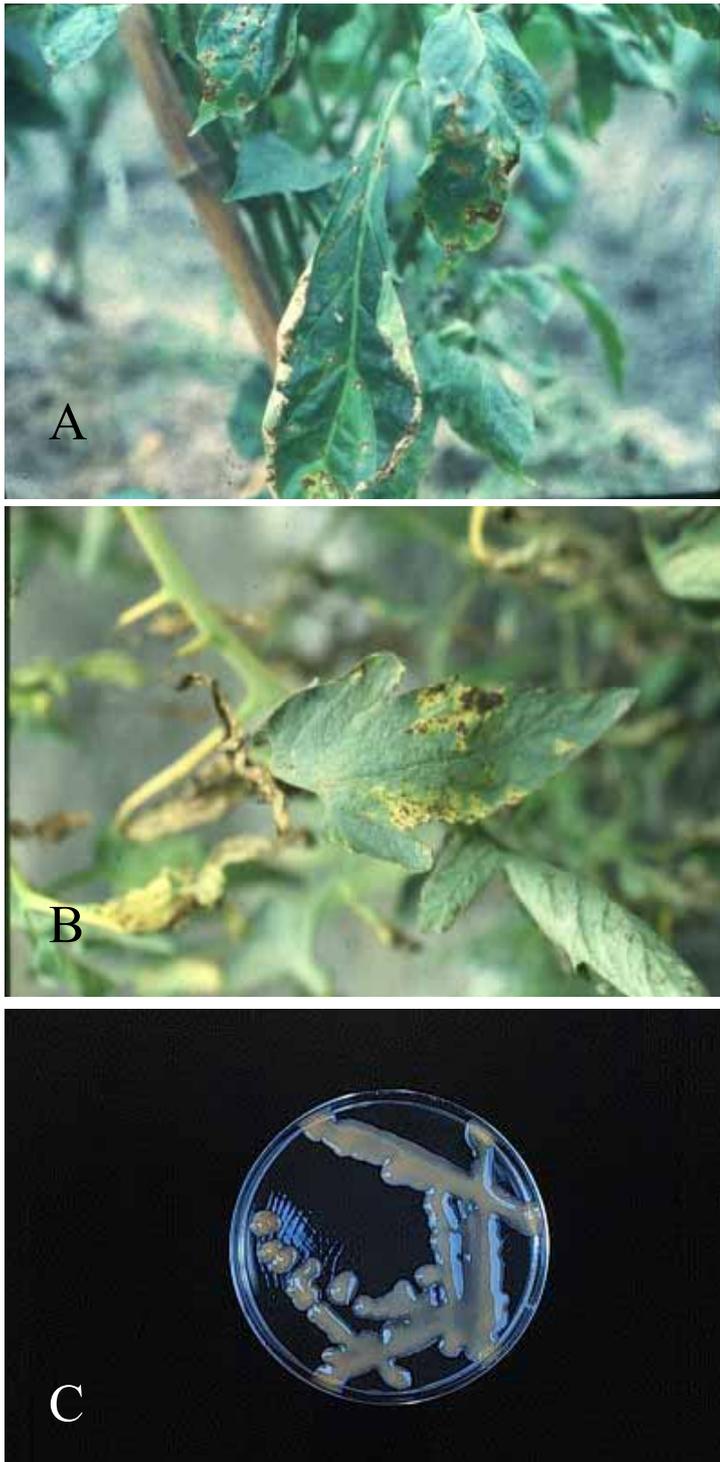


圖四、*Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* 引起之馬鈴薯輪腐病

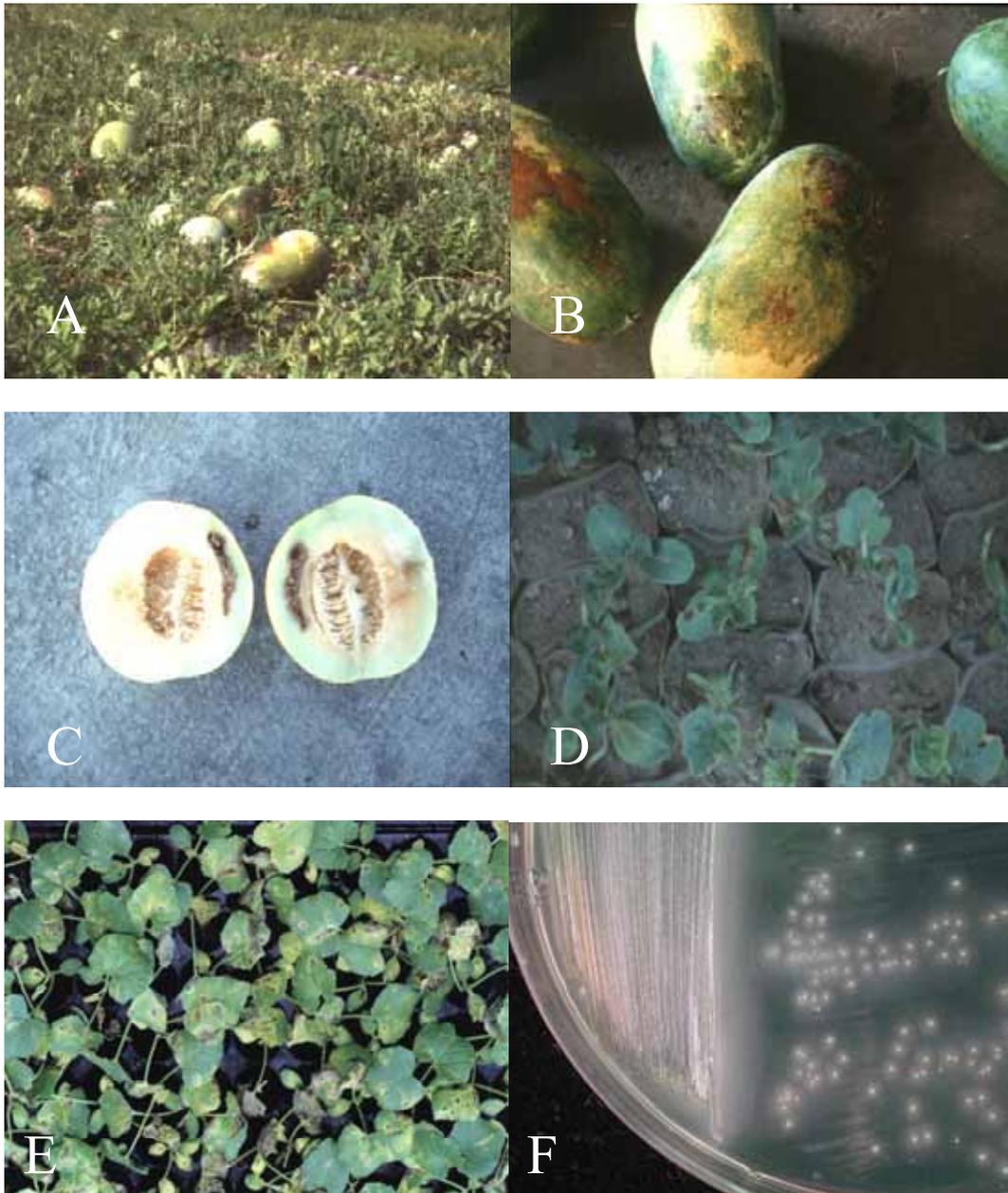
- A. 馬鈴薯輪腐病之罹病植株出現半側萎凋之病徵。
- B. 馬鈴薯輪腐病之罹病植株出現植株黃化萎凋之病徵。
- C. 馬鈴薯健康薯塊（左）與輪腐病罹病薯塊（右）之比較。
- D. 罹病馬鈴薯塊剖開後可見維管束黑褐化，因而產生輪腐之病徵。
- E. *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* 培養後之菌落型態。



圖五、十字花科黑腐病菌 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 感染甘藍葉片呈現 V 字型之病徵。

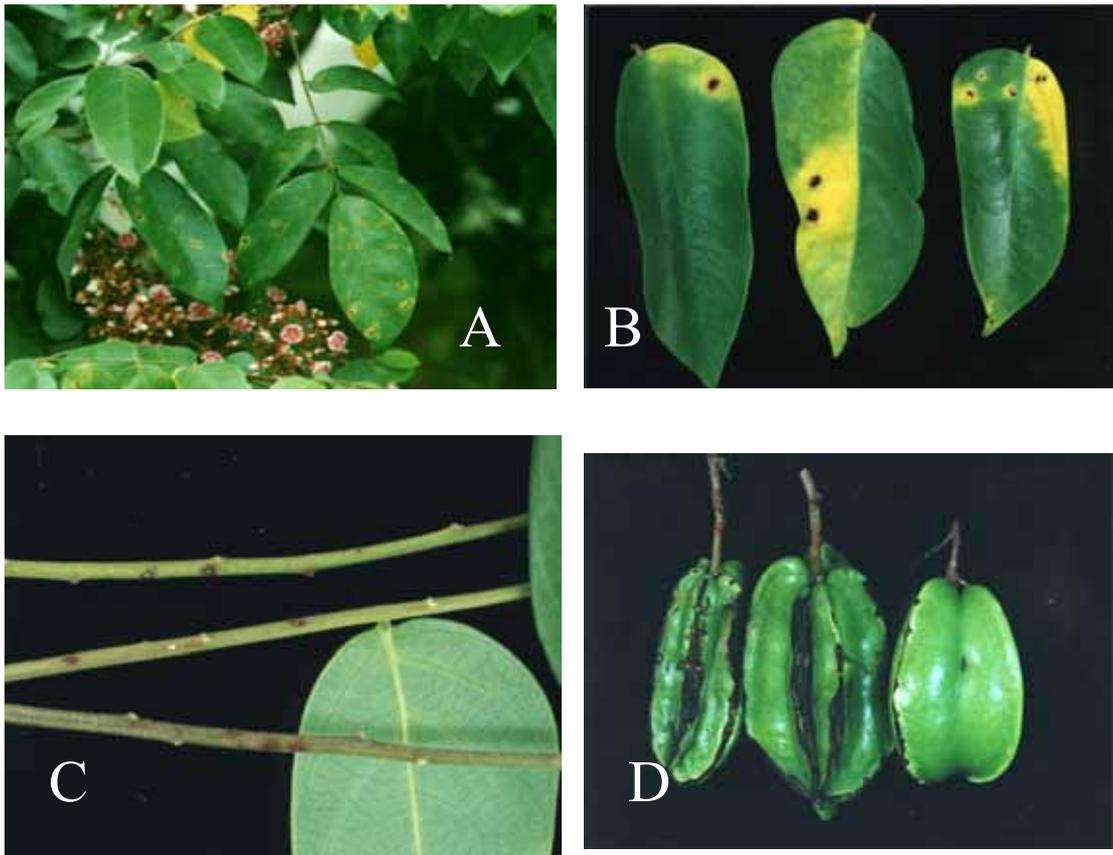


圖六、茄科植物細菌性斑點病菌危害甜椒(A)與番茄(B)葉片之情形與茄科植物細菌性斑點病菌在 PDA 培養基上之菌落型態(C)。



圖七、瓜類細菌性斑點病菌危害瓜類作物之情形。

- A. 西瓜在田間發病之情形。
- B. 果斑病菌危害西瓜果實，造成果實表皮上形成橄欖綠之水浸狀斑塊。
- C. 果斑病菌危害洋香瓜果實時，侵入果實並造成果肉壞疽褐變。
- D. 果斑病菌危害西瓜幼苗，造成幼苗葉片出現褐色壞疽病斑。
- E. 果斑病菌危害洋香瓜幼苗，造成幼苗葉片出現黃化壞疽病斑。



圖八、*Pseudomonas syringae* 引起之楊桃細菌性斑點病之病徵

- A. 楊桃細菌性斑點病罹病葉片，呈現周圍具黃暈之紅褐色病斑。
- B. 楊桃細菌性斑點病罹病葉片呈現黃化之病徵。
- C. 桃細菌性斑點病罹病枝條上呈現紅褐色橢圓之病斑。
- D. 桃細菌性斑點病罹病果實呈現果稜畸型之病徵。



圖九、*Agrobacterium tumefaciens* 引起之玫瑰癌腫病，罹病之條呈現之癌腫病徵