

# 台灣之酪梨疫病<sup>1</sup>

安寶貞<sup>2,3</sup> 王姻婷<sup>2</sup> 張福炘<sup>2</sup> 蔡志濃<sup>2</sup> 石信德<sup>2</sup>

## 摘要

安寶貞、王姻婷、張福炘、蔡志濃、石信德。2006。臺灣之酪梨疫病。臺灣農業研究 55:13-24。

近年來，酪梨根腐病普遍發生於各栽培地區，受害株黃化、落葉、枯死，造成果農極嚴重之損失，尤其颱風過後，果園植株急性發病，病勢進展極速，於短時間內造成罹病株大量死亡，導致許多果園廢耕。數年來，採集14處罹病酪梨園中之腐敗根系，經分離鑑定，獲得兩種疫病菌，包括 *Phytophthora cinnamomi* 與 *P. palmivora*。其中 *P. cinnamomi* 分離自11處果園，共57菌株，包括7A<sup>1</sup>與50 A<sup>2</sup>菌株；而 *P. palmivora* 分離自3處果園，共24 A<sup>2</sup>菌株。此外，自罹病果實分離得一株之 *P. palmivora* (A<sup>2</sup>)。兩種疫病菌均屬標準型 (typical type)。經接種試驗，供試之 *P. cinnamomi* 菌株均對酪梨幼苗具病原性，引起幼苗死亡；而 *P. palmivora* 引起幼苗根腐與果實腐敗。在病害防治方面，亞磷酸、福賽得及鋅錳滅達樂對酪梨幼苗疫病具防治效果。

**關鍵詞：**酪梨、根腐病、*Phytophthora cinnamomi*、*P. palmivora*。

## 前言

酪梨 (*Persea Americana* Mill.) 為目前我國新興、高經濟價值之栽培果樹，總栽培面積約在 500 ha 左右 (台南改良場網路資訊)。近年來，酪梨根腐病普遍於各栽培地區發生，受害株黃化、落葉、枯死，尤其颱風過後，果園植株急性發病，病勢進展極速，於短時間內造成罹病株大量死亡，導致許多果園廢耕，造成果農極嚴重之損失。在國外，包括美國、澳洲與南非各地，酪梨疫病均為酪梨生產事業之致命因子，根腐病主要由 *Phytophthora cinnamomi* Rands 所引起 (Zentmyer 1980)；部份酪梨罹患頸腐病或果實腐敗，係由 *Phytophthora citricola* Sawada 引起 (Erwin & Ribeiro 1996)；此外，亦有記載 *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler 危害幼苗之報導 (Erwin & Ribeiro 1996)。由於酪梨疫病 (根腐病) 尚無單一有效之防治方法，在國外多利用抗病砧木、藥劑防治、施用土壤添加物與有機質、及加強栽培管理等方法，進行綜合防治管理，以減少損失 (Coffey 1987；Darvas 1984；Pegg *et al.* 1985；Zentmyer 1980)。在台灣，由於乏人研究，僅有柯氏等 (Ann & Ko 1985；Ko 1978) 報告腐敗酪梨根部可分離得到 *P. cinnamomi*，但均未完成柯霍氏法則鑑定病害之病因流程。至於，有關本病害在台灣之發生生態、流行病學及病害防治方法，則更無資料可查。本文旨在報告危害台灣酪梨之疫病種類及其病原性，同時亦提供酪梨疫病的防治方法，祈供農民防治本病害的參考。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2249號。接受日期：95年1月17日。

2. 本所技術服務組研究員兼組長、植物病理組約僱助理、前約僱助理、助理研究員、助理研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。

3. 通訊作者，電子郵件：pjann@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23338162。

## 材料與方法

### 病菌分離

自台灣各地酪梨園採集酪梨根系，將病根洗淨後，以0.5%之次氯酸鈉溶液消毒 3 min後，將病根剪成長度約1 cm之小段，放置於含抗生素之5% CV-8A選擇性培養基上。每直徑9 cm之培養皿中放置病根10小段，置於室溫下，讓病原菌自病根長出。其5% CV-8A (5% clarified V-8 juice agar) 中含有5% V-8 蔬菜汁 (Campbell Co.)、0.2% 碳酸鈣 (CaCO<sub>3</sub>) (兩者混合後經1500 rpm 離心5 min後，取上層液使用) 及1.5% 瓊脂。5% CV-8A經高溫高壓 (121°C, 15 lb) 滅菌後加入 ampicillin 100 ppm, PCNB 10 ppm, mycostatin 25 ppm, bavistin c-65 10 ppm, rifampicin 10 ppm 及 tachigarin 25 ppm (改良自Massago等人 (1977) 之配方)。約 3-5 天後，疫病菌自病根長出，切取前端菌絲，移植於新鮮之5% V-8A，並經單游走子分離，保存於無菌水中，供以下試驗。罹病果實則經洗淨後，切取新鮮罹病組織 (1 × 1 × 0.3 cm) 置於分離培養基上，等病菌長出與單游走子分離後供試。

### 疫病菌之形態、生理特性測定與鑑定

**菌落形態：**將供試菌株於室溫下 (25–28°C) 培養於含有5% CV-8A與PDA (馬鈴薯葡萄糖瓊脂，每公升培養基中含有200 g煮沸過切碎未去皮馬鈴薯塊莖的濾液、20 g 葡萄糖、1.5% Bacto agar) 的9 cm直徑培養皿 (9 cm dia., Pyrex Co.) 中培養4-6天。

**孢囊的產生：**依Hwang等 (1976) 研發的方法讓供試菌株產生孢囊，先將菌株在5% V-8A (5% V-8 juice agar, 含5% V-8蔬菜汁、0.02%碳酸鈣、1.5%瓊脂) 上培養3-5 days，將菌落前端的菌絲切成3 × 3 × 3 mm小塊，移植於鋪有一層滅過菌之玻璃紙 (cellophane paper) 的新鮮10% V-8A上，每皿放置9-12塊菌絲塊。經24°C無光照培養24 hr後，將含菌塊之玻璃紙移入新鮮5% V-8B (不添加瓊脂的5%V-8A) 中再培養24 hr。接著以礦物鹽液 (mineral solution) 漂洗三次後，再經光照 (2000-3000 lux, 24°C) 1-4 days。孢囊長出後，在顯微鏡下觀察與測量孢子大小，每菌株至少100個。此外，將供試菌株在 5% V-8A培養5-7 days後，在顯微鏡下觀察是否會形成厚膜孢子 (chlamydo spores) 與菌絲膨脹體 (hyphal swellings)，並測量其大小，每菌株100個。

**配對型 (mating type) 的測定：**供試菌株先在5% V-8A上培養3-5 days後，切成3 × 3 × 3 mm小塊，移入含有10 mL 的新鮮10% V-8A培養皿 (6 cm dia., Pyrex Co.) 的中央，在24°C無光照培養6-10 days。爾後，在顯微鏡下鏡檢有無卵孢子產生。如有卵孢子形成，該菌即為同絲型 (homothallic)，如無則可能為異絲型的菌株，再依Ann & Ko (1989) 發展的方法將供試菌株與標準菌株 (*Phytophthora parasitica* Dastur A<sup>1</sup> 菌株 P991 與 菌株 A<sup>2</sup> P731) 進行對峙培養，測定供試菌株的配對型 (mating type)。各供試菌株與於24°C下與標準菌株對峙培養6 days後，如果僅與A<sup>1</sup> 配對培養會產生卵孢子者訂為A<sup>2</sup> 配對型，僅與A<sup>2</sup> 配對產生卵孢子者訂為A<sup>1</sup> 配對型；如果與兩者配對均可行有性生殖者訂為A<sup>1</sup> A<sup>2</sup>，而均不產生卵孢子者訂為A<sup>0</sup>。

**卵孢子產生：**利用Ko氏 (1978) 發展之夾膜 (nucleopore membrane) 方法，測定供試菌株產生之卵孢子 (oospores) 的大小。卵孢子成熟後 (約14 days後)，在顯微鏡下觀察與測量藏卵器、卵孢子、藏精器的大小，每菌株至少測量50個。

**菌絲生長與溫度的關係：**配置5% CV-8A平板，每直徑9 cm培養皿中含有20 mL。供試菌株先在5% V-8 瓊脂上培養3-5 days，將先端的菌絲切成3 × 3 × 3 mm小塊，移入培養皿的一端 (約距邊緣1 cm)。溫度每4°C一間隔，分成8、12、16、20、24、28、32和36°C等8處理，每一溫度兩培養皿，自第二天開始每日測量菌絲的直線生長速率，至菌絲長滿培養皿或第十天為止。試驗重複兩次。

**疫病菌的鑑定：**病原菌之鑑定以Waterhouse (1963) 之分類文獻為準，予以鑑定之。比對供試菌株的菌落形態、產生孢囊與厚膜孢子的條件、各種孢子（孢囊、厚膜孢子、卵孢子）的形態與大小、菌絲生長所需的溫度條件。

#### 病原性測定

**根系接種：**播種酪梨種子，等萌芽生長 3-6 個月後使用。配製供試菌株的菌絲+厚膜孢子懸浮液，將供試菌株 *P. cinnamomi* 培養於5% V-8B (5%V-8 vegetable juice broth) 中5-7 days，即可產生大量厚膜孢子。接種前，將培養液倒掉，再加入無菌水（或蒸餾水）約100 mL水洗兩次後，以打碎機 (Onmi mixer) 經4500 rpm 打碎1 min，並加入蒸餾水調整濃度至每毫升約有500-1000個厚膜孢子後供為接種源。將 100 mL 之打碎菌絲懸浮液與 20 L之無疫病菌土（經 80°C, 5 min 滅菌）混合後，種植酪梨幼苗一株。每菌株接種 9 株幼苗，對照組接種無菌水。定期觀察幼苗之萎凋死亡情形，並將萎凋株之根系取出，經表面消毒後，置於選擇性培養基上分離疫病菌，以確定病害係由 *P. cinnamomi* 引起。

**果實接種：**自市場購買酪梨果實，以自來水洗淨後，再以75% 酒精擦拭後備用。將*P. palmivora* 菌株移植於5% V-8A上，於室溫下培養5-7 days，即可產生大量孢囊。將孢囊以噴霧器洗下，調整濃度為1000 sporangia/mL。將沾有0.5 mL 孢囊之滅菌棉花球覆於酪梨果實上，每果實2-3處。接種後果實置於保溼盒內，於室溫下，逐日檢查發病情形，至10 days為止。

#### 酪梨幼苗疫病之盆栽防治試驗

試驗處理5種，包括1000 ppm（亞磷酸+氫氧化鉀）溶液+病原菌、80% 福賽得可濕性粉劑（Fosetyl-aluminum WP）（稀釋200倍）+病原菌、鋅錳滅達樂可濕性粉劑（metalaxyl+mencozeb WP）（稀釋1000倍）+病原菌、接種病原菌之對照處理、無接種病原菌對照處理。每處理10株，實驗重複一次。亞磷酸溶液之配製為將市售98% 亞磷酸（曹達公司）溶於水中後，以氫氧化鉀中和至pH6.5時使用。培育酪梨萌芽之種子種苗（台南當地種）於塑膠盆中（20 cm dia. × 30 cm）。栽培土壤取自嘉義農業試驗所之水稻田田土，屬黏質壤土（clay loam），酸鹼值pH 5.5，使用前經高溫80°C滅菌30 min，並經放置一個月以上後使用。植株生長六個月後，接種病菌與施用化學藥劑。接種方法為將100 mL 之 *P. cinnamomi* 的菌絲+厚膜孢子懸浮液（配製方法如病原性測定），於傍晚灌注於盆栽苗木之土壤表面，第二日早上，再將每株依處理別各自灌注200 mL 的化學藥劑。3個月與6個月後個各再灌注藥劑一次。最後一次施藥後3個月調查植株生長勢，將所有供試植株自塑膠盆中挖出，去除土壤後，測量株高與株重。

## 結 果

#### 酪梨根腐病病徵與疫病菌之分離

酪梨根腐病普遍發生於各栽培地區，罹病植株首先出現葉片下垂現象，大樹則伴隨出現頂梢枝枯（die back）之情形；而後生長勢減緩終至完全停頓，枝葉則逐漸黃化與出現稀疏蕭條徵候（圖1）；嚴重時葉片完全脫落與枝條枯死，最後全株枯萎死亡。一般植株在初現病徵至果樹死亡大約須經過3-5年之時間。然而，颱風過後，如果果園排水不良，淹水數日時，酪梨植株會在1-2個月內急性發病，葉片褐化下垂，急速萎凋（圖2），病勢進展極速，於短時間內造成罹病株大量死亡，導致許多果園廢耕。檢視罹病植株之根部，根系稀少、褐變、壞疽，表皮亦脫落，與健康白色肉質根系之差異十分大（圖3）。疫病菌危害果實情形，於田間甚少發生，僅在南投鹿谷一處果園發現，病徵為近採收期果實出現黑褐色圓形斑，潮溼時患部長出白色霉狀物（圖4）。實驗中，共採集台灣14處出現生長衰弱病徵的酪梨果園之病根及1處果園的罹病果實，採集地點包括彰化、

嘉義、台南、高雄及南投等縣。每一個採集之果園的病株根系均可以分離到疫病菌，共分離到兩種形態不同之疫病菌（表1），經鑑定其中11處果園分離到疫病菌為 *Phytophthora cinnamomi* Rands，共57菌株；另3個果園（位於台南麻豆與大內，彰化永靖）分離到 *P. palmivora*，共24菌株。果實上分離的病菌則為 *P. palmivora*，共1菌株。



圖 1~4、罹患疫病之酪梨病徵。罹病植株慢性立枯（圖 1）與急性萎凋（圖 2）；罹病根系（圖 3）；罹病果實（圖 4）。

Fig. 1~4. Symptoms of avocado plants attacked by *Phytophthora*. Diseased plants showing slow decline and twig dieback (Fig. 1) or quick decline (Fig. 2); Diseased roots (Fig. 3); An infected fruit (Fig. 4).

### 酪梨疫病菌 *P. cinnamomi* 之形態與生理特性

所有分離到的 *P. cinnamomi* 供試菌株在 PDA 上形成之菌落均具有玫瑰花瓣狀圖紋 (rosette pattern) (圖5)，在5% V-8A或5% V-8B中會形成大量之球形厚膜孢子，並具有珊瑚狀 (coralloid) 與不規則成串球狀 (spherical) 的菌絲膨脹體 (圖6)，為 *P. cinnamomi* 特有的特徵。厚膜孢子大小平均約41-45  $\mu\text{m}$ 。供試菌株一般在固體或液體培養基不形成孢囊，但經礦物鹽液 (mineral solution) 水洗後則會。孢囊橢圓形、長橢圓形或洋梨形，無乳狀突起 (papilla) 亦不脫落 (圖7)，孢囊釋放游走子後，會再生內生孢囊 (proliferated sporangia)。孢囊大小平均約為55-74  $\times$  35-42  $\mu\text{m}$ ，孢囊長寬比平均為1.57-1.82。

表 1. 疫病菌自罹病酪梨之分離情形

Table 1. Isolation of *Phytophthora* species from diseased avocado tissues

<i>Phytophthora</i> species isolated	Disease	No. of isolates obtained	Identifying number	Mating type	Location	Isolation year
<i>P. cinnamomi</i>	Root rot	6	PCiA 1-1~6	6 A <sup>2</sup>	Matou, Tainan	1977
<i>P. cinnamomi</i>	Root rot	15	PCiA 2-1~15	15 A <sup>2</sup>	Chia-yi,	1977
<i>P. cinnamomi</i>	Root rot	3	PCiA 3-1~3	3 A <sup>2</sup>	Chia-yi	1978
<i>P. cinnamomi</i>	Root rot	2	PCiA 4-1,2	2 A <sup>2</sup>	Chia-yi	1988
<i>P. cinnamomi</i>	Root rot	4	PCiA 5-1~4	4 A <sup>2</sup>	Tainan, Chiali	1990
<i>P. cinnamomi</i>	Root rot	8	PCiA 6-1~3	3 A <sup>2</sup>	Chia-shian, Kaohsiung	1990
<i>P. cinnamomi</i>	Root rot	4	PCiA 7-1~4	4 A <sup>2</sup>	Min-hsiung, Chia-yi	1991
<i>P. cinnamomi</i>	Root rot	7	PCiA 8-1~7	7 A <sup>1</sup>	Chung-pu, Chia-yi	1991
<i>P. cinnamomi</i>	Root rot	4	PCiA 9-1~4	4 A <sup>2</sup>	Tian-wei, Changhua	1991
<i>P. cinnamomi</i>	Root rot	3	PCiA 10-1~3	3 A <sup>2</sup>	Chia-yi	1994
<i>P. cinnamomi</i>	Root rot	1	PCiA 11	1 A <sup>2</sup>	Chung-liau, Nantow	2004
Subtotal		57		7A <sup>1</sup> :50 A <sup>2</sup>		
<i>P. palmivora</i>	Root rot	19	PPaA1-1~19	19 A <sup>2</sup>	Matou, Tainan	1977
<i>P. palmivora</i>	Root rot	4	PPaA2-1~4	4 A <sup>2</sup>	Da-nei, Tainan	1998
<i>P. palmivora</i>	Fruit rot	1	PPaA3	1 A <sup>2</sup>	Lu-gu, Nantow	1998
<i>P. palmivora</i>	Root rot	1	PPaA4	1 A <sup>2</sup>	Yu-chin, Changhua	2004
Subtotal		25		25 A <sup>2</sup>		
Total		82				

*Phytophthora cinnamomi* 為異絲型 (heterothallism)，單獨培養時不形成卵孢子，但與 *P. parasitica* 標準菌株對峙培養後則會；除在嘉義中埔地區分得之疫病菌菌株7株為 A<sup>1</sup> 配對型外，其餘10個地區分得之50菌株均為 A<sup>2</sup> 配對型。當利用夾膜法 (Ko 1978)，測試菌株均會單獨產生卵孢子。卵孢子較一般疫病菌者為大，藏卵器 (oogonia) 表面平滑，卵孢子為非充實性，藏精器 (antheridia) 底著，大部分單室 (圖8) 偶有二室者 (圖9)。有性生殖器官大小：藏卵器 (oogonia) 平均為33-36  $\mu\text{m}$ ；卵孢子大小平均約30-32  $\mu\text{m}$ ；藏精器大小平均19-20 $\times$ 16-17  $\mu\text{m}$ 。

經選取兩菌株 (PCiA2-5與PCiA9-1) 測試, 菌絲之最低、最適、最高生長溫度為 (10-)30(-33)°C (圖10)。

#### 酪梨疫病菌 *P. palmivora* 之形態與生理特性

分離到的 *P. palmivora* 供試菌株在PDA上形成之菌落平滑, 不具特殊圖紋, 在5% V-8A尚會形成大量之球形厚膜孢子, 體積比 *P. cinnamomi* 形成者小, 大小平均約27-29  $\mu\text{m}$ 。供試菌株培養在5% V-8A上經光照處理後會形成大量之胞囊。胞囊以單假軸 (simple sympodium) 方式著生於胞囊梗上, 數目3-10個不等, 有時可超過20個以上。胞囊橢圓形或長橢圓形, 兩側大致對稱、乳狀突起顯著、脫落性 (deciduous)、具短梗 (pedicel)。胞囊大小平均約為45-52  $\times$  30-34  $\mu\text{m}$ , 胞囊長寬比平均為1.49-1.53 (表2)。

自酪梨分離之 *P. palmivora* 為異絲型, 兩地區共獲得25菌株, 均為 A<sup>2</sup> 配對型。利用夾膜法 (Ko 1978), 測試菌株均會單獨產生卵孢子。藏卵器表面平滑, 卵孢子為充實性, 藏精器底著,

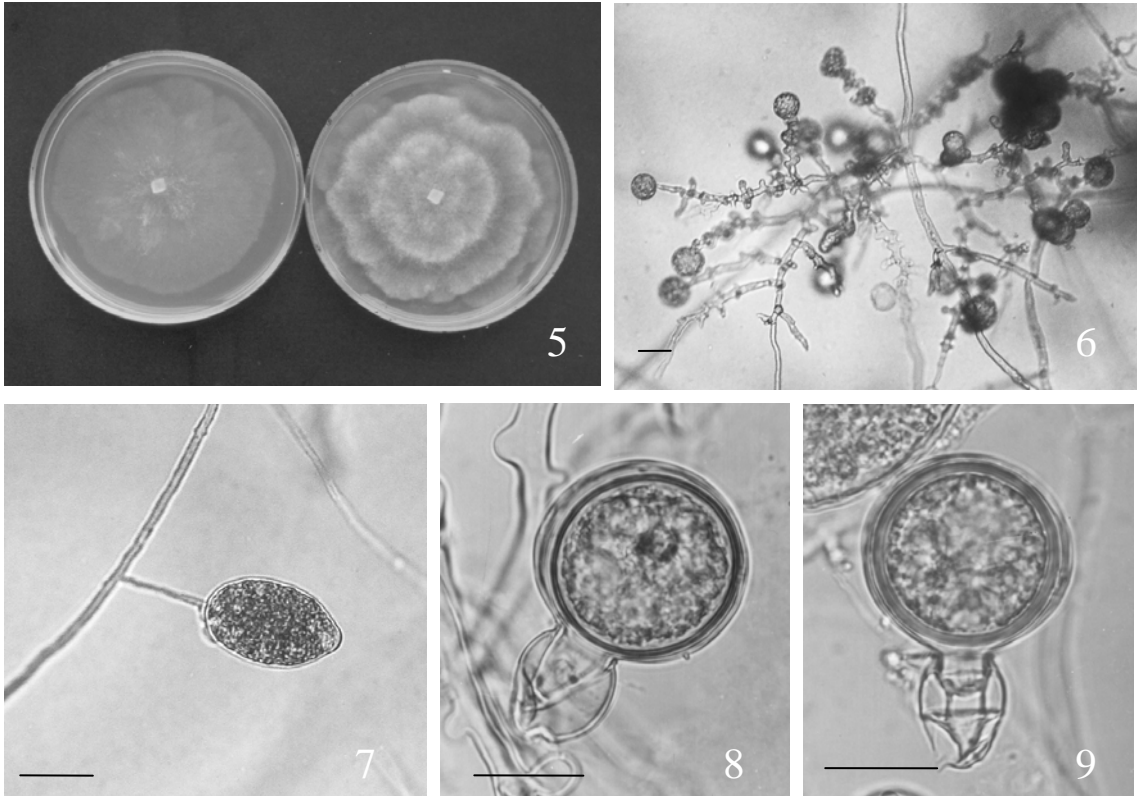


圖 5~9、酪梨疫病菌 *Phytophthora cinnamomi* 的形態特徵。PCiA<sup>2</sup> 菌株於 24°C 生長 6 日之菌落形態 (圖 5); 厚膜孢子與菌絲膨脹體 (圖 6); 胞囊 (圖 7); 卵孢子—藏精器單室 (圖 8) 與藏精器雙室 (圖 9)。(線長 = 20  $\mu\text{m}$ )

Fig. 5~9. Characteristics of *Phytophthora cinnamomi* isolated from avocado root. Colonies of isolate PCiA<sup>2</sup> growth on PDA (left) and 5% V-8 agar (right) at 24°C for 6 days (Fig. 5); Chlamydospores and coralloid hyphal swellings (Fig. 6); A sporangium (Fig. 7); Oospore in oogonium with 1-celled antheridium (Fig. 8); 2-celled antheridium (Fig. 9). (bar = 20  $\mu\text{m}$ ).

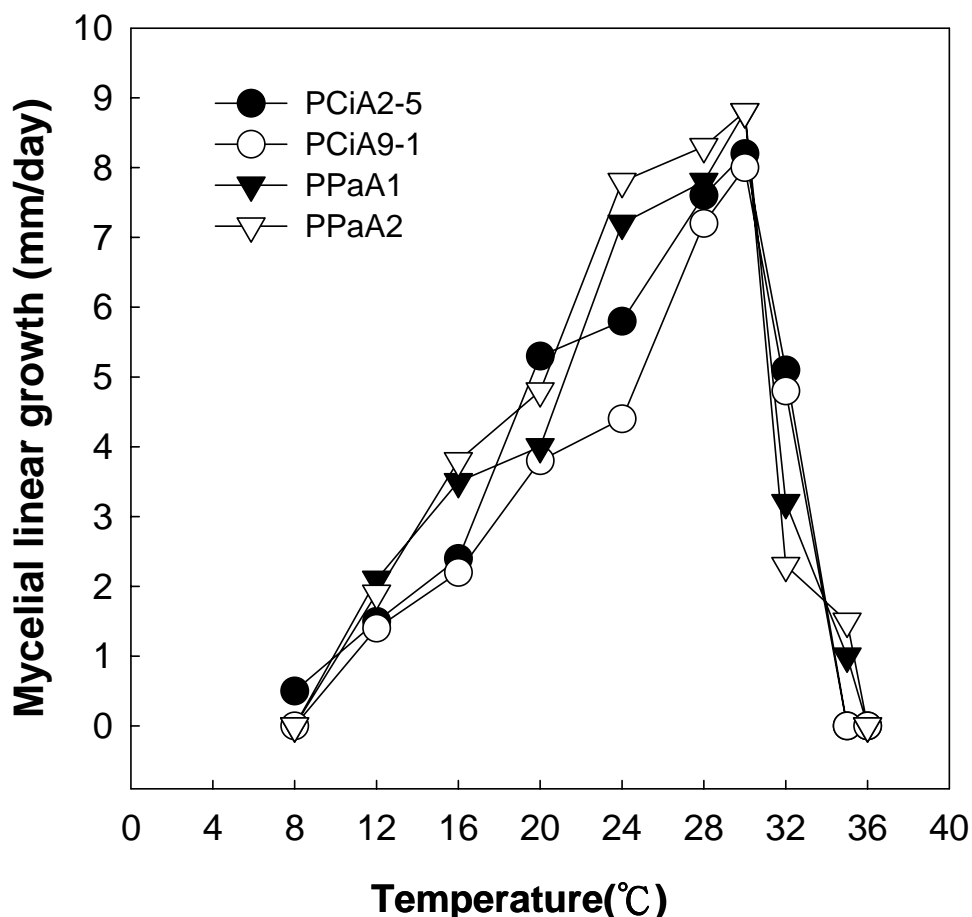


圖 10、酪梨疫病菌於不同溫度下在 5% V-8 瓊脂上之直線生長速率。

Fig. 10. Mycelial growth of avocado *Phytophthora* isolates on 5% V-8 agar at different temperatures.

單室。有性生殖器官大小：藏卵器 (oogonia) 直徑約 (30-) 32.4 (-36)  $\mu\text{m}$ ；卵孢子大小約 (22-) 26.4 (-30)  $\mu\text{m}$ ；藏精器大小平均 (4-) 9.3 (-12)  $\times$  (10-) 13 (-16)  $\mu\text{m}$  (表2)。

經選取兩菌株 (PPaA1與PPaA2) 測試，菌絲之最低、最適、最高生長溫度為 (12-)30(-33-35) $^{\circ}\text{C}$  (圖10)。

#### 病源性測定

生長 6 個月大之酪梨幼苗種植於人工病土中4 個月時即開始出現外觀病徵，葉片下垂萎凋。不同地點採集之菌株之致病力不同 (表3)，其中以採集自嘉義中埔之 A<sup>1</sup> 菌株之致病力較強，六個月內可以使 44.4% 之接種酪梨植株死亡；而自嘉義分所與彰化田尾分離之菌株之致病性較弱。植株發病後，*P. cinnamomi* 均可自接種植株之根系再分離得到。

果實接種 *P. palmivora* 胞囊懸浮液約三日後，開始出現水浸狀病斑，病斑逐日擴大，呈黑褐色圓形斑，與田間病徵相同。發病果實經再分離，均可分離到 *P. palmivora*。此外，以胞囊懸浮液接種酪梨幼苗根系，亦可造成幼苗快速萎凋死亡，一個月內之罹病率為100%。

#### 酪梨幼苗疫病之盆栽防治試驗

兩次試驗結果顯示三種供試藥劑均對酪梨幼苗疫病有某種程度之防治效果，但均以稀釋200倍之福賽得表現之結果最佳，防治酪梨幼苗疫病之效果最好；其次為稀釋1000倍之亞磷酸+氫氧化鉀溶液；稀釋1000倍之鋅錳滅達樂在第一次實驗時表現結果較差，但第二次實驗時亦表現良好，與接種病菌之對照不施藥處理達顯著性差異（表4）。

表 2. 分離自酪梨根部之兩種疫病菌(*Phytophthora cinnamomi* 與 *P. palmivora*)菌株之胞囊與有性器官大小

Table 2. Size of sporangia and sex organs of *Phytophthora* isolates isolated from diseased root tissues of Avocado

<i>Phytophthora</i> species and isolate	Sporangia		Chlamydo-spores (Diam. in $\mu\text{m}$ )	Oogonia (Diam.in $\mu\text{m}$ )	Oosporea (Diam.in $\mu\text{m}$ )	Antheridia (Length $\times$ width) ( $\mu\text{m}$ )
	Length $\times$ width ( $\mu\text{m}$ )	Length/ width				
<i>P. cinnamomi</i>						
PCiA2-5, A <sup>2</sup>	45-95 $\times$ 30-55 (74.4 $\times$ 41.2) <sup>z</sup>	1.38-2.25 (1.82)	27.5-56 (44.0)	23-45 (36.2)	20-40 (32.3)	15-28 $\times$ 13-20 (20 $\times$ 17.2)
PCiA9-1, A <sup>2</sup>	55-95 $\times$ 35-45 (70.1 $\times$ 42.0)	1.3-2.3 (1.67)	35.5-57.5 (44.8)	25.0-42.5 (33.2)	20.0-38.0 (29.9)	16-28 $\times$ 15-20 (19.2 $\times$ 16.3)
PCiA11, A <sup>2</sup>	32.5-80 $\times$ 25-50 (59.7 $\times$ 37.8)	1.1-2.2 (1.58)	35-45 (41.1)	— <sup>y</sup>	—	—
<i>P. palmivora</i> , A <sup>2</sup>						
PPaA1-5	41-65 $\times$ 30-40 (52.1 $\times$ 34.2)	1.21-1.91 (1.53)	15-25 (21.4)	—	—	—
PPaA2-1	29.5-60 $\times$ 22.5-40 (45.7 $\times$ 30.5)	1.22-1.85 (1.49)	17.5-30.5 (27.1)	26-36 (32.4)	22-30 (26.4)	5-10 $\times$ 5-10 (9.3 $\times$ 13)

<sup>z</sup> Data in parenthesis refer to average value.

<sup>y</sup> -: Not tested.

表 3. 酪梨幼苗種植於接種 *Phytophthora cinnamomi* 後之發病情形

Table 3. Pathogenicity of *Phytophthora cinnamomi* to avocado seedling

Isolate of <i>Phytophthora</i>	Seedling killed (%) after		
	3 months	6 months	9 months
PCiA 4-1	0	11.1	66.7
PCiA 8-1	0	44.4	80.9
PCiA 9-1	0	0	33.3
Control	0	0	0

<sup>z</sup> Soil containing 6-month-old seedlings planted in pots (7.5  $\times$  7.5  $\times$  45 cm) was drenched, individually, with 100 mL mycelial solution of test isolate of *P. cinnamomi*. Nine seedlings were used for each treatment.

<sup>y</sup> Data were taken 3, 6 and 9 months after inoculation.



表 4、盆栽酪梨幼苗疫病防治試驗

Table 4. Control of *Phytophthora* root rot of avocado seedlings with a neutralized phosphorous acid solution and two fungicides<sup>z</sup>

Treatment	Concentration (dilution times)	Seedling killed (%)	Plant vigor	
			Height (cm)	Weight (g/plant)
Test 1				
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> <sup>y</sup>	1000 ppm	0	98.8 a <sup>x</sup>	311 b
80% Fosetyl-aluminum WP	200 X	0	106.3 a	366 b
Metalaxyl mancozeb WP	1000 X	20	60.3 b	124 c
Control (with pathogen)		60	47.5 b	99 c
Control (without pathogen)		0	112.5 a	497 a
Test 2				
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	1000 ppm	0	94.4 a	360 b
80% Fosetyl-aluminum WP	200 X	0	98.2 a	466 ab
Metalaxyl WP	1000 X	0	99.3 a	414 ab
Control (with pathogen)		50	62.8 b	186 c
Control (without pathogen)		0	109.6 a	514 a

<sup>z</sup> Pots containing of seedlings were drenched individually with 200 mL chemical solution 3 times with a 3 months interval and each tested seedling was inoculated with 100 mL mycelial solution of *Phytophthora cinnamomi* before first chemical application. Disease and plant vigor were investigated 3 month after the last chemical application.

<sup>y</sup> H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> solution was neutralized to pH 6.5 with 1N KOH.

PPPPPPPP<sup>x</sup> Data followed by the same letters in each column within the same test were not significantly different at 5% according to LSD analysis.

## 討 論

依據國外報導 (Erwin & Ribeiro 1996; Zentmyer 1980)，危害酪梨之疫病菌主要有3種，包括 *P. cinnamomi*, *P. citricola* Swada 及 *P. palmivora*，其中 *P. cinnamomi* 主要引起酪梨根腐病，而 *P. citricola* 主要引起頸腐病 (collar rot)，後者在本試驗中並未偵測到。本實驗調查結果，發現危害台灣酪梨疫病之疫病菌共有兩種，包括 *P. cinnamomi* 與 *P. palmivora*，其中前者分布較為廣泛，分離頻度較高，為引起我國酪梨根腐病之主因；而另一病原菌 *P. palmivora* 亦自酪梨根系與果實分離得到，為首次報導。

經形態特性比較，危害台灣之酪梨之疫病菌 *P. cinnamomi* 與 *P. palmivora* 菌株均為標準型 (typical type) (Waterhouse 1963)。但病原性方面，接種實驗之結果顯示，*P. cinnamomi* 不同菌株間之致病力略有差異。無論在國外或國內，此兩種疫病菌的寄主範圍均十分廣泛，在國內，有記錄之 *P. cinnamomi* 的寄主種類約有11種 (Ann *et al.* 2004; Hsieh *et al.* 2001; Hsu 2002)，除酪梨外，尚包括鳳梨、樟樹、肉桂、茶花、蘇鐵、百合種球及多種林木幼苗；而 *P. palmivora* 的寄主種類約有25種 (Ann 1980, 1995 a, 2000a, 2000b; Hsu 2002)，除酪梨外，尚包括柑橘、木瓜、枇杷、蓮霧果實、印度棗果實、檬果果實、文心蘭、嘉德麗蘭、蝴蝶蘭、石斛蘭、萬代蘭、拖鞋蘭、紅鶴蘭、大蕙蘭 (虎頭蘭)、小蕙蘭 (九華蘭、春蘭、藝蘭)、常春藤、矮牽牛、薑荷花、鐵線蕨、無花果 (*Ficus carica*)、倒掛金鐘、泡桐等。

目前，根腐病已成為我國酪梨經濟栽培之最重要限制因子，該病害已普遍發生於全國各酪梨栽培地區，尤其颱風過後，果園植株急性發病，病勢進展極速，於短時內造成罹病株大量死亡，導致許多果園廢耕，此種急速萎凋之情形在國外甚少發現。有關酪梨疫病之防治方面，在國外，主要以抗病砧木、藥劑及加強栽培管理制度之綜合防治為主 (Coffey 1987; Zentmyer 1980)，亞磷酸 (Ann 2001; Pegg *et al.* 1985) 與化學藥劑福賽得 (Darvas *et al.* 1984)、滅達樂等均使用於田間病害防治。在我國，目前尚無防治酪梨疫病之推廣藥劑可供使用，但本實驗亦證實亞磷酸、福賽得、鋅錳滅達樂等藥劑對酪梨幼苗疫病有防治效果，因此該等方法可作為我國酪梨疫病的防治參考。

## 誌 謝

本文部份經費承蒙農委會83科技-2.4-糧-27計畫補助，謹此誌謝。

## 引用文獻 (Literature cited)

- Ann, P. J. 1984. Species, mating types and pathogenicity of *Phytophthora* distributed in citrus orchards in Taiwan. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 82:631-634.
- Ann, P. J., and W. H. Ko. 1985. Variants of *Phytophthora cinnamomi* extend the know limits of the species. *Mycologia* 77:946-950.
- Ann, P. J. 1995. *Phytophthora* diseases of orchids in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 4:152-162. (in Chinese with English abstract)
- Ann, P. J. 2000a. New disease records of flowering potted plants caused by *Phytophthora* species in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 9:1-10.
- Ann, P. J. 2000b. *Phytophthora* diseases of some ornamental foliage plants as new records in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 9: 47-5.
- Ann, P. J., 2001. Control of plant diseases with non-pesticide compound-phosphorous acid. *Plant Pathol. Bull.* 10: 147-154. (in Chinese with English abstract)
- Ann, P. J., and W. H. Ko. 1989. Effect of chloroneb and ethazol on mating type of *Phytophthora parasitica* and *P. cinnamomi*. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 30:207-210.
- Ann, P. J., J. N. Tsai, and I. T. Wang. 2004. *Phytophthora cinnamomi* on *Zamia furfuracea* in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 233-236. (in Chinese with English abstract)
- Coffey, M. D. 1987. *Phytophthora* root rot of avocado: An integrated approach to control in California. *Plant Dis.* 71:1046-1052.
- Darvas, J. M., J. C. Toerien, and D. L. Milne. 1984. Control of avocado root rot by trunk injection with phosethyl-Al. *Plant Dis.* 68:691-693.
- Erwin, D., and O. Ribeiro. 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. APS press. Minnesota. 562 pp.
- Hsieh, T. F., P. J. Ann, and E. T. Wang. 2001. Bud blight of imported lily bulbs caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Pathol. Bull.* 10: 115-122. (in Chinese with English abstract)
- Hsu, S. T. et al (eds). 2002. List of Plant Diseases in Taiwan. Taiwan Phytopathological Society. Taichung. 386 pp. (in Chinese)

- Hwang, S. C., W. H. Ko, and M. Aragaki. 1976. A simplified method for sporangial production by *Phytophthora cinnamomi*. Mycologia 68:1233-1234.
- Ko, W. H. 1978. Heterothallic *Phytophthora*: evidence for hormonal regulation of sexual reproduction. J. Gen. Microbiol. 107:15-18.
- Ko, W. H., H. S. Chang, and H. J. Su. 1978. Isolates of *Phytophthora cinnamomi* from Taiwan as evidence for an Asian origin of the species. Trans. Br. Mycol. Soc. 71:496-499.
- Massago, H., M. Yoshikawa, and M. Fukada. 1977. Selective inhibition of *Pythium* spp. on a medium for direct isolation of *Phytophthora* spp. from soils and plants. Phytopathology 67:425-428.
- Pegg, K. G., A. W. Whiley, J. B. Saranah, and R. J. Glass. 1985. Control of *Phytophthora* root rot of avocado with phosphorus acid. Aust. Plant Pathol. 14: 25-29.
- Waterhouse, G. M. 1963. Key to the Species of *Phytophthora* de Bary. Mycol. Pap. 92, CMI, Kew Surrey, England. 21 pp.
- Zentmyer, G. A. 1980. *Phytophthora cinnamomi* and the Disease Its Causes. Monogr. 10. APS Press. St. Paul, MN. 96 pp.

# Phytophthora Diseases of Avocado in Taiwan<sup>1</sup>

Pao-Jen Ann<sup>2,3</sup>, In-Ting Wang<sup>2</sup>, Fu-Hsin Chang<sup>2</sup>, Jyh-Nong Tsai<sup>2</sup> and Hsin-Der Shih<sup>2</sup>

## Abstract

Ann, P. J., I. T. Wang, F. H. Chang, J. N. Tsai, and H. D. Shih. 2006. Phytophthora diseases of avocado in Taiwan. J. Taiwan Agric. Res. 55:13-24.

Decline and death of avocado trees are very common in Taiwan in recent years. Diseased plants showed symptoms of stem dieback, leaf yellowing and defoliation, and serious root rot and necrosis. All infected trees died eventually 3-5 years after appearance of declining symptoms. Avocado trees also showed quick decline symptoms. The whole trees wilted and died within 1-2 months after flooding as a result of serious Typhoon. A total of 14 diseased avocado orchards were surveyed from 1977 to 2004. *Phytophthora* was detected from diseased tissues of all tested orchards and two species, *P. cinnamomi* and *P. palmivora*, were obtained. *P. cinnamomi* (7A<sup>1</sup> and 57A<sup>2</sup> isolates) was isolated from 11 orchards, and *P. palmivora* (24A<sup>2</sup> isolates) was obtained from 3 orchards. An A<sup>2</sup> isolate of *P. palmivora* was also obtained from a diseased fruit. Both *Phytophthora* species were of the typical type based on Waterhouse's Description. Tested isolates of *P. cinnamomi* and *P. palmivora* were shown to be pathogenic to avocado seedling roots and fruit, respectively, and the same fungi were reisolated from inoculated diseased tissues. Phosphorous acid, Fosetyl-aluminum and Metalaxyl mancozeb were effective in decreasing Phytophthora root rot of avocado seedlings in pot study.

**Key words:** Avocado, Root rot, *Phytophthora cinnamomi*, *P. palmivora*.

---

1. Contribution No.2249 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: January 17, 2006.  
2. Respectively, Director of Technical Service Division, and Program Assistants, Program Assistants, Assistant Research and Assistant Research of Plant Pathology Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.  
3. Corresponding author, e-mail: pjann@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (04)23325186.