

植物疫病菌的診斷鑑定技術

安寶貞

台中縣 行政院農業委員會農業試驗所 植物病理系；

電子郵件信箱: pjann@wufeng.tari.gov.tw; 傳真機: 04-3338162

摘要

植物疫病菌種類甚多，目前可被接受之有效種(species)約有五十餘種。目前疫病菌的傳統分類，以病原菌的形態特徵為主，以生理生化特性與病原性為輔。疫病菌供分類定位之特性，重要者包括：孢囊、有性器官、菌絲膨脹體、厚膜孢子、菌落形態、生長溫度、寄主、病原性及生化反應。一些選擇性培養基，可用來分離疫病菌，並與其他菌類區隔。近年來科技發達，分子生物技術亦用來輔助疫病菌之分類鑑定，例如分析“蛋白質電泳圖譜”與“同功異構酵素”，及利用 RFLP、RAPD 及 PCR 技術來進行“核酸指紋圖譜”與“核酸序列”的分析，或利用“核酸探針”進行偵測工作。而診斷病害是否由疫病菌引起，在傳統上有兩大方法。(1)病徵(symptoms)與病兆(signs)鑑定：依據染病部位之病徵特性，再以顯微鏡觀察病斑上之病原菌特徵，可以幫助病害快速診斷。而氣象因子與栽培情況也可以幫助判別病害是否可能與疫病菌有關，露天栽培之植物，地上部位罹患疫病，一般都發生在陰雨季節，或連續降雨後；溫室植物，只要濕度過高，隨時可被疫病菌感染。疫病病徵依染病部位之不同，可大別為三類。(a).新梢、葉部、花器染病：植物地上部組織受疫病菌侵染後之共同病變過程為，被害部初現水浸狀褪色斑點，病斑迅速擴大而後褐變。在感染初期，病組織仍保有相當之韌性，到後期患部才腐敗、崩潰、瓦解。在高濕環境下，病斑上長出白色透明之黴狀物，為疫病菌之菌絲與孢囊。(b).莖基部或主根染病：莖基部稍微隘縮，病組織褐變色崩潰，但未被水解。唯引起莖基部病變之病原菌甚多，且可能有複合感染 (c).根部染病時：地下部病徵為根系稀少，褐變壞疽與腐敗，有時因組織流膠而黏有土粒。疫病菌引起之根腐病，在病害輕微時，地上部不會出現明顯病徵；病害嚴重時，地上部顯現黃化、萎凋、生長衰弱、甚而死亡之情形。(2)誘釣法(baiting)：將病根或土壤浸水，再以寄主葉片懸浮其上，來誘釣疫病菌游走子。可用來偵測土壤或流水中是否有疫病菌。(3)病原菌分離(isolation)：進行組織-病原菌分離，雖然耗時耗力，但可獲得病原菌，為較為正確與科學的方法。分離時，可以輔以選擇性培養基。而且配合前述(2)方法，可自土壤與水源中獲得疫病菌。

關鍵詞：疫病菌、診斷鑑定、傳統技術、誘釣法

緒言

由於台灣高溫多濕，有利於疫病菌胞囊與游走子之形成與傳播，且冬季又缺乏低溫來降低土壤中之病原菌的密度，因此疫病發生十分嚴重。全世界的疫病菌的有效種有 50 餘種，危害作物百屬以上(Erwin, 1999)。依據「台灣植物病害名彙」(蔡雲鵬, 1991)之記載，危害本省農作物之較重要疫病菌共有 15 種(寄主在 2 種以上，且於近 20 年尚於田間出現過者)，寄主則在百種以上，為本省重要土壤傳播性病害之一。茲將本省重要作物疫病種類、危害部位、病徵列於表一；將疫病菌之特性，病徵及診斷要領，分述於下：

病原菌之形態與生理特徵(Waterhouse, 1970)

疫病菌(*Phytophthora* deBary) 屬於藻菌綱(Phycomycetes)中之卵球菌亞綱(Oomycetes)，其菌絲白色透明，無隔膜，分歧處成直角；菌落白色，平滑或有特殊花紋；菌絲一般可在 12-32°C 下生長，但有的種(species) 可以耐 36-37°C 高溫(Stamp, *et al.*, 1990)，最適生長溫度約為 24-28°C。疫病菌之無性繁殖器官為胞囊(sporangia) 與游走子(zospores)。胞囊暗褐色，圓形、卵圓形、橢圓形、洋梨形、或不規則形，脫落或不脫落，有乳頭狀突起(papilla) 或無；胞囊間接發芽形成游走子。游走子腎臟型，有兩根鞭毛，但無細胞壁，可在水中游泳，是疫病菌之動物性時期。有些種之疫病菌會形成球型之厚膜孢子(chlamydospores)。疫病菌之有性器官為卵孢子(oospores)，有些種單獨培養時即可形成卵孢子，稱為同絲型(homothallism)(或稱為 self-inducing type)(Ko, 1980)，如：*P. citricola*。有些種需不同配對型(A¹ 與 A²)之菌株對峙培養才會行有性生殖，為異絲型(heterothallism)(或稱為 cross-inducing type)，如：*P. parasitica*, *P. palmivora* 等。卵孢子由藏卵器(oogonia) 與藏精器(antheridia)結合而成，藏精器為單室偶爾雙室，單生底著(amphigynous) 或側著(paragynous)；藏卵器球型。胞囊與游走子為疫病菌之傳播與侵染器官；厚膜孢子與卵孢子是疫病菌之殘存器官。

疫病菌之鑑定

與其他病菌之分別

形態與生理上之區別：最容易與疫病菌混淆者為同屬(Pythiaceae)之腐霉菌(*Pythium* Pringsh)(Van Der Plaats-Niterink, 1981)。兩者最大之差異為疫病菌在間接發芽時，游走子的分化是在胞囊中進行，而腐霉菌則是胞囊的先端先長出 extrusion tubes 與 viscles，原生質在 viscles 分化。兩者在形態與生理上之主要差異詳列如表二。

選擇性培養基：利用選擇性或半選擇性培養基亦可區分疫病菌與其他病原菌，任何培養真菌之培養基均可，但以 V-8 培養基較佳，製作方式為將市售之 V-8 蔬菜汁(5%) 混合 0.02% 碳酸鈣後，加入 1.5% 瓊脂(洋菜粉)與蒸餾水，經高溫高壓(121°C, 15 min) 滅菌後，加入抑制其他病原菌生長之抗生素與藥劑，混合均勻後，將培養基倒入塑膠培養皿中，等洋菜凝固後即可使用。

(a).疫病菌與腐霉病菌均可生長(Ko, *et al*, 1978)

Ampicillin	100 ppm
Mycostatin	50 ppm
PCNB	10 ppm

(b). BNPR+HMI，僅疫病可以生長(Massago, *et al*, 19778)

Ampecillin	500 ppm
Benlate	10 ppm
Mycostatin	25 ppm
PCNB	25 ppm
Rifampicin	10 ppm
HMI(Tachigarin)3-Hydroxy-5-methylisoxazole	25-50 ppm

此培養基僅疫病菌之菌絲可生長，而胞囊、游走子無法發芽。

屬內（種間 *intraspecies*）分類

供疫病菌分類定位之特性，其重要性依序為胞囊、有性器官、生長溫度、菌絲膨脹體、厚膜孢子、菌落形態、寄主與病原性（但有時單由寄主即可判別種名，如芋疫病菌即為 *P. colocasiae*），再參考各分類書籍(Ho, *et al*, 1995; Stamp, *et al*, 1990; Waterhouse, 1963,1970)，如 Waterhouse (1963) 之 “Key to the Species of *Phytophthora* de Bary.” Stamp et al (1990) 之 “Revised Tabular Key to the Species of *Phytophthora*.” 及 Ho et al (1995) “The Genus *Phytophthora* in Taiwan” 再將疫病菌分種。

近年科技發達，一些分析「分子層次」異同性之技術亦用來做為疫病菌分類輔助之用，例如蛋白質電泳圖譜、同功異構酵素、核酸指紋圖譜、核酸序列等。

台灣之疫病菌種類 (Taiwan Species of *Phytophthora*)

- 1.*P. arecae*(Coleman)Pethybridge (Huang, unpublished)
- 2.*P. boehmeriae* Sawada
- 3.*P. cactorum* (Lebert & Cohn)Schroeder
- 4.*P. capsici* Leonian
- 5.*P. cinnamomi* Rands
- 6.*P. citricola* Sawada
- 7.*P. citrophthora* (R.E. Smith & E.H.smith)Leonian
- 8.*P. colocasiae* Raciborski
- 9.*P. cryptogea* Pethybridge & Lafferty
- 10.*P. cyperi* (Ideta) Ito
- 11.*P. drechsleri* Thompaon
- 12.*P. heveae* Thompson

13. *P. humicola* Ko & Ann
14. *P. infestans* (Montagne) de Bary
15. *P. insolita* Ann & Ko
16. *P. katsurae* Ko & Chang
17. *P. leersiae* Sawada
18. *P. lepiroanae* Sawada
19. *P. macrospora* (Saccardo) Ito & Tanaka
20. *P. multivesiculata* Ilieva, Man in 't Veld, Veenbaas-Rijks & Pieters
21. *P. meadii* McRae
22. *P. nicotianae* Breda de Haan (*P. parasitica* Dasturr)
23. *P. palmivora* (E. Butler) E. Butler
24. *P. tropicalis* Aragaki & Uchida
25. *P. vignae* Purss

Dichotomous Key to Taiwan Species of *Phytophthora* (Ho, 1992, modified)

1. Fungus cannot be cultured on agar media
 - 2
1. Fungus can be cultured on agar media
 - 5
 2. Oogonia over 50 μ m diam
 - 3
 2. Oogonia under 50 μ m diam
 - 4
 3. Antheridia paragynous *macrospora* (*Sclerophthora*
macrospora)
 3. Antheridia amphigynous
leersiae
 4. Sporangia oblong-ovoid (length/breadth: 1.6-1.7)
cyperii
 4. Sporangia spherical-ovoid (length/breadth: 1.1-1.2)
lepiroanae
 5. Sex organs produced readily in singly culture
 - 6
 5. Sex organs not or scarcely produced in singly culture
 - 13
 6. Antheridia absent

insolita

6. Antheridia present

7

7. Antheridia predominantly paragynous

8

7. Antheridia amphigynous

9

8. Sporangia non-papillate

humicola

8. Sporangia semi-papillate

citricola

8. Sporangia papillate

cactorum

9. Sporangia non-papillate

10

9. Sporangia papillate

11

10. Good growth on agar at 35C

drechsleri

(*melonies*)

10. No or slight growth on agar at 35C, but good growth at 30C

vignae

10. No or slight growth on agar at 30C

multivesiculata

11. Oogonia spherical

boehmeriae

11. Oogonia pyriform with tapered base

12

12. Oogonia wall smooth

heveae

12 Oogonia wall verrucose

katsurae

13. Sporangia non-papillate

14

13. Sporangia papillate to semi-papillate

15

14. Hyphae coralloid with large spherical swellings in clusters
cinnamomi
14. Hyphae uniform to uneven with small swellings in network; sporangia regularly ovoid to obpyriform in short close sympodia; mostly no or limited growth at 35C
cryptogea
14. Hyphae uniform to uneven, sometimes with small swellings; sporangia ovoid or ellipsoidal, usually single terminal on unbranched or lax sympodially branched sporangiophore; good growth at 35C
drechsleri
15. Sporangiphore branching compound sympodial, nodose
infestans
15. Sporangiphore branching simple sympodial, undifferentiated
16
16. Sporangia non-deciduous 17
16. Sporangia deciduous
18
17. Good growth on agar medium at 35C, mycelium tufted
nicotianae
(*parasitica*)
17. No or slight growth on agar medium at 35C, mycelium finely radiate
citrophthora
18. Sporangial pedicel over 20 μ m long
19
18. Sporangial pedicel 5-20 μ m long
20
18. Sporangial pedicel under 5-20 μ m long
21
19. Chlamdospores absent
capsici
19. Chlamdospores present
tropicalis
20. Sporangia regularly elongate, ellipsoidal to fusiform
colocasiae
20. Sporangia ellipsoidal to variable, often asymmetrical, bifurcate
meadii
21. Sporangia broadly ellipsoidal to obturbinate (length/breadth under 1.4) in short irregular sympodia
palmivora *areace* (P.)

21 Sporangia ovoid to ellipsoidal (length/breadth over 1.4) in long regular sympodia
palmivora

疫病菌之診斷鑑定要領

利用非分生技術來診斷病害是否為疫病菌引起，或鑑定植體上是否被疫病菌污染，可經由病徵檢定與誘鈎、分離技術來判斷。首先，診斷鑑定者要熟知真菌學，知道疫病菌的一些重要特徵。使用的診斷鑑定技術，快則幾分鐘，慢則一星期，一般需要 2-3 天的時間。在檢定過程中，如果發現疫病菌，則 100% 可以確定其存在；但如果檢定不出疫病菌，顯示可能是病原不存在，或者因採樣技術與檢定術的限制，而無法檢出。

病徵與病兆檢定

依據染病部位之病徵特性，再以顯微鏡觀察病斑上之病原菌特徵，可以幫助病害快速診斷，有時只需幾分鐘而已。而氣象因子與栽培情況也可以幫助判別病害是否可能與疫病菌有關，露天栽培之植物，地上部位罹患疫病，一般都發生在陰雨季節，或連續降雨後；溫室植物，只要濕度過高，隨時可被疫病菌感染。疫病病徵依染病部位之不同，可大別為三類。

新梢、葉部、花器之病徵：植物地上部組織感染疫病後之共同病變過程為，被害部初現水浸狀病斑，組織褪色而後褐變。在感染初期，病組織仍保有相當之韌性並不軟化，到後期，患部才腐敗、崩潰、瓦解。露天栽培之植物，其地上部位罹患疫病，一般都發生在陰雨季節，或連續降雨 2-3 日後。溫室植物，只要濕度過高，隨時可被疫病菌感染。罹患疫病之葉部組織，初現水浸狀之灰綠色或灰褐色病斑，病斑迅速擴展，1-2 天後病斑直徑可達 2-3 公分，病斑成灰褐色，中心往往因腐敗而破裂，患部與健部相連之組織沒有明顯界限，罹病組織不易被水解，亦無惡臭。疫病菌引起之病徵特殊，且有特殊之發病條件，一般不難與其他病害引起者區別，唯一困擾的是，較易與腐霉菌(*Pythium spp.*)引起者混淆，宜加注意。

莖基部、主根之病徵：植物出現萎凋或枯死現象時，往往是莖基部或主根受土傳病原菌危害，此時切開患部，由疫病菌引起者，其莖基部稍微隘縮，罹病組織呈褐色，腐敗但未被水解，組織偶而乾裂崩潰，有特殊之霉腥味道，為其特徵。除疫病菌外，鐮刀菌、立枯絲核菌、白絹病菌、軟腐與萎凋型細菌、線蟲、或一些其他土傳病原菌亦會引起植物萎凋。白絹病菌引起者往往伴有菌核形成；罹患維管束病害(由 *Fusarium oxysporum* 或 *Pseudomonas spp.* 引起)之植株其維管束褐變；細菌引起者，測試時其組織有菌泥滲出，軟腐細菌引起者更經常因二次感染而有惡臭氣味產生；線蟲引起者，或有根瘤形成，或鏡檢時可以發現蟲體。然而，一種植物往往同時罹患兩種或兩種以上的病害，成為複合感染，因而病徵似是而非，不易正確判斷病因。

根部染病之病徵：疫病菌引起之根腐病，在病害輕微時，地上部不會出現明顯病徵；病害嚴重時，地上部顯現黃化、萎凋、生長衰弱、甚而死亡之情形。但因根腐病造成之地上部病徵往往與營養缺乏、施肥不當、藥害、土壤理化性質不佳、或其他根部病原菌

引起者相似，區別十分困難。疫病引起之地下部病徵為根系稀少，褐變壞疽與腐敗，有時因組織流膠而黏有土粒。但因根部病害常為複合感染(包括其他土壤真菌、細菌、線蟲，或因土壤理化因子不適)，病因較複雜，需經科學方法鑑定，才能確定病因。

病兆鑑定：在潮濕的環境下，病斑上的病菌會長出球形或近似球形的胞囊，在顯微鏡下非常容易觀察。此外經由切片與染色，可以看到組織內的管狀菌絲，亦容易與其他非藻菌類病菌引起者區別。在田間或溫室，如果氣候陰霾且濕度繼續高時，病斑上長出白色透明之黴狀物，可能為胞囊或菌絲，可立即鏡檢；如果採集時天氣已晴朗或溫室濕度改善，病斑上之疫病菌較難觀察，可將病組織放在高濕密封盒或塑膠袋內於24°C下經過24小時再鏡檢，千萬不可放在冰箱內。但檢定者如為晚疫病的標本時，則應放在較低溫度20°C下。

誘釣法

其原理為誘釣疫病菌游生子，因為在淹水的狀態下，病菌會形成胞囊釋放遊生子。

(1) **葉片塊誘釣法**(Grimm & Alexander, 1973)：將五至十公克要檢定的病根或土壤置於廣口瓶內，加入蒸餾水掩蓋組織與土壤1-2公分以上，再將幼嫩柑桔葉片之片段(0.7X0.7 cm)或寄主葉片塊懸浮其上，放置於有光線且通風良好之處，2-5天後葉片會變色，將葉片塊夾起再在顯微鏡下觀察，如果是疫病菌引起者，可以見到非常多的疫病菌胞囊，有時並可以直接鑑定疫病菌之種類(有時根部同時受兩種以上之疫病菌感染)。此法亦可用來偵測灌溉水中是否有疫病菌存在。

(2) **果實誘釣法**：將果實(柑橘、檸檬、蘋果)一半埋於淹水之土中，露出上半部，可以誘釣土壤中的疫病菌，與水接觸的部位較易被疫病菌感染而變色。但因果實不易在顯微鏡下觀察，故需配合病原菌分離技術，才可確定土壤中有無疫病菌存在。

(3) **流水中疫病菌之偵測**(Ann & Ko, 1994)：將葉片的(柳橙)邊緣剪掉，放在尼龍網做的籠內(10X10X10 cm)，將尼龍網籠以繩子固定於岸邊並懸浮於灌溉流水上，3-4天後可將葉片取出，直接在顯微鏡下觀察。誘釣的方法很多，除葉片誘釣者可以直接觀察外，其餘均需與病原菌分離技術一起使用，才可以診斷檢體中是否有疫病菌。

病原菌分離—選擇性培養法

將要檢定的罹病根段洗淨，或經消毒或不經消毒，瀝乾水分後，放置於選擇性培養基上，三至五天後檢查培養基上有無疫病菌自根段長出。此方法的最大優點是可以獲得病原菌。一般在鏡檢後發現有疫病菌時，均會再進行分離手續，將病菌純化出來保存，以供病原菌分類鑑定、配對型測定、病原性及生理小種測定、基因型鑑別及其他試驗使用。

引用文獻

1. 蔡雲鵬. 1991. 植物病害名彙 (三版). 植保學會 & 植病學會刊印. 台中. 604 頁。
2. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1994. An asexual variant of *Phytophthora insollita*. Can. J. Microbiol. 40:810-815.

3. Erwin, D. C., and Ribeiro, O. K. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS press, St. Paul. Minnesota, 562 pp.
4. Grimm, G. R., and Alexander, A.F. 1973. Citrus leaf pieces as traps for *Phytophthora parasitica* from soil slurries. *Phytopathology* 63:540-541.
5. Ho, H. H., Ann, P. J., and Chang, H. S. 1995. The Genus *Phytophthora* in Taiwan. *Acad. Sin. Mo. Ser.* 15. 86 pp.
6. Ko, W. H., Chang, H. S., and Su, H. J. 1978. Isolates of *Phytophthora cinnamomi* from Taiwan as evidence for an Asian origin of the species. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 72:496-499.
7. Ko, W. H. 1980. Hormonal regulation of sexual reproduction in *Phytophthora*. *J. Gen. Microbiol.* 116:459-461.
8. Massago, H., Yoshikawa, M., and Fukada, M. 1977. Selective inhibition of *Pythium* spp. on a medium for direct isolation of *Phytophthora* spp. from soils and plants. *Phytopathology* 67:425-428.
9. Stamp, D.J., Waterhouse, G.M., Newhook, F.J., and Hall, G.S. 1990. Revised Tabular Key to the Species of *Phytophthora*. *Mycol. Pap.* 162:1-28.
10. Van Der Plaats-Niterink, A. J. 1981. Monograph of the Genus *Pythium*. Centraalbureau Voor Schimmelcultures Baarn, Netherlands. 242 pp.
11. Waterhouse, G. M. 1963. Key to the species of *Phytophthora* de Bary. *Mycol. Pap.* 92. *Comm. Mycol. Ins. Kew, Surrey, England.*
12. Waterhouse, G. M. 1970. The genus *Phytophthora* - Diagnoses (or Descriptions) and Figures from the Original Papers. *Mycol. Pap.* 122. *Comm. Mycol. Ins. Kew, Surrey, England.*

表一：臺灣重要之植物疫病

Table 1. Important *Phytophthora* diseases in Taiwan

Host	Infection sites	Symptoms	<i>Phytophthora</i> species
Fruit			
柑桔 Citrus	Root, basal stem, fruit, young shoot	Root rot, gummosis, foot rot, fruit brown rot, yellowing, wilt	<i>P. parasitica</i> , <i>P. palmivora</i> , <i>P. citrophthora</i> , <i>P. cinnamomi</i>
木瓜 Papaya	Seedling, fruit, root	Damping off, fruit rot, fall	<i>P. palmivora</i>
酪梨 Avocado	Root	Decline	<i>P. cinnamomi</i>
百香果 Passion fruit	Basal stem, fruit	Wilt, fruit rot	<i>P. parasitica</i>
鳳梨 Pineapple	Cutting	Heart rot	<i>P. parasitica</i> , <i>P. cinnamomi</i>
洛神葵 Rosello	Basal stem	Wilt	<i>P. parasitica</i>
番石榴 Guava	Fruit	Fruit rot	<i>P. parasitica</i>
印度棗 Jujube	Fruit	fruit rot	<i>P. palmivora</i>
草莓 Strawberry	Fruit	fruit rot	<i>P. citrophthora</i> , <i>P. citricola</i>
Vegetable			
甜椒與辣椒 Peppers	Basal stem, whole plant	Wilt and blight	<i>P. capsici</i>
番茄 Tomato	Seedling, whole plant	Seedling wilt, blight	<i>P. capsici</i> , <i>P. infestans</i>
馬鈴薯 Potato	Stem, leaf, tuber	Blight	<i>P. infestans</i>
茄子 Egg plant	Fruit	Fruit rot	<i>P. parasitica</i> , <i>P. capsici</i>
胡瓜 Cucumber	Basal stem, whole plant	Wilt and blight	<i>P. melonies</i>
芋 Taro	Leaf, stem	Blight	<i>P. colocasiae</i>
芝麻 Sesame	Stem, leaf	Wilt and blight	<i>P. parasitica</i>
Flower & ornamental plant			
非洲菊 Gerber	Root, basal stem	Wilt	<i>P. cryptogea</i>
瓜葉菊 Cineraria	Root, basal stem	Wilt	<i>P. cryptogea</i>
嘉德麗蘭 Cattleya	Whole plant	Black rot	<i>P. palmivora</i>
蝴蝶蘭 Phalaenopsis	Whole plant	Rot, wilt	<i>P. palmivora</i>
石斛蘭 Dendrobium	Whole plant	Water soaking spot	<i>P. parasitica</i> , <i>P. palmivora</i>
文心蘭 Dancing-lady	Whole plant	Water soaking spot	<i>P. palmivora</i>
國蘭 Cymbidium spp.	Whole plant	Bud blight, black rot	<i>P. parasitica</i> , <i>P. palmivora</i>

一葉蘭 pleione	Taiwan	Whole plant	Black rot	<i>P. citricola</i>
康乃馨	Carnation	Root, basal stem	Wilt	<i>P. parasitica</i> , <i>P. capsici</i> <i>P. cryptogea</i>
滿天星 breath	Baby's	Root, basal stem	Wilt	<i>P. parasitica</i> <i>P. capsici</i>
百合	Lily	Whole plant	Leaf spot, stem blight, wilt	<i>P. parasitica</i>
火鶴花 Anthurium		Leaf, root	Leaf spot, root rot, shoot blight	<i>P. parasitica</i> , <i>P. citrophthora</i>

Table 1. Important Phytophthora diseases in Taiwan (continued)

Host		Infection sites	Symptoms	<i>Phytophthora</i> species
白鶴芋 Spathiphyllum		Whole plant	Leaf blight, wilt	<i>P. parasitica</i>
黛粉葉 Diefenbachia		Whole plant	Leaf blight, leaf spot	<i>P. parasitica</i>
黃金葛 vine	Pothos	Leaf, whole plant	Wilt, vine blight	<i>P. parasitica</i> , <i>P. citrophthora</i>
粗肋草 Aglaeonema		Leaf, root	Leaf spot	<i>P. parasitica</i> , <i>P. meadii</i>
蔓綠絨 Philodendron		Leaf, root	Leaf spot	<i>P. parasitica</i>
白色海芋		Petiole, leaf, flower	Rot, leaf blight	<i>P. meadii</i>
大岩桐 Gloxinia		Root, basal stem	Wilt	<i>P. parasitica</i>
非洲堇 violet	African	Root, basal stem	Wilt	<i>P. parasitica</i>
螃蟹蘭 cactus	Christmas	Root, basal stem	Wilt	<i>P. parasitica</i>
四季秋海棠 Begonia		Root, basal stem	Wilt	<i>P. cinnamomi</i>
仙克來 cyclamen	Florist's	Root, basal stem	Wilt	<i>P. citrophthora</i>
日日春 Periwinkle		Root, basal stem	Wilt	<i>P. parasitica</i> , <i>P. citrophthora</i>
香雪球 alyssum	sweet	Basal stem	Wilt	<i>P. parasitica</i>
薰衣草		Basal stem, whole plant	Wilt, blight	<i>P. parasitica</i>
矮牽牛 petunia	garden	Basal stem	Wilt	<i>P. palmivora</i>
天鵝絨 chinchinchees		Basal stem	Wilt	<i>P. parasitica</i>
單葯花 zebra plant		Basal stem	Wilt & blight	<i>P. parasitica</i>

彩葉草 painted nettle	Basal stem & leaf	Wilt	<i>P. parasitica</i>
沙漠玫瑰 desert rose	Basal stem & root	Blight	<i>P. parasitica</i>
西洋杜鵑 azalea	Basal stem & root	Wilt & blight	<i>P. tropicalis, P. citrophthora</i>
九重葛 bougainvillea	Root	Root rot	<i>P. parasitica</i>
朱槿 Hawaiian hibiscus	Root	Root rot & wilt	<i>P. parasitica</i>
八角金盤 fatsia	Basal stem & root	Wilt & leaf blight	<i>P. parasitica</i>
變葉木 croton	Root	Root rot	<i>P. parasitica</i>
聖誕紅 Poinsettia	Root, basal stem	Wilt	<i>P. parasitica, P. cryptogea</i>
馬拉巴栗 Malabar chestnut	Shoot	Seedling blight	<i>P. citrophthora</i>
長春藤 English ivy	Whole plant	Wilt, stem blight	<i>P. palmivora</i>
椒草 Peperomia	Whole plant, young shoot	Wilt, shoot blight	<i>P. parasitica</i>
口紅花 <i>Aeschynanthus</i>	Young shoot	Shoot blight	<i>P. parasitica</i>
密葉竹蕉 compact dracaena	Leaf	Leaf blight	<i>P. parasitica</i>
鐵線蕨 maidenhair fern	Whole plant	Wilt	<i>P. palmivora</i>

表二、疫病菌與腐霉菌之區別

Table 2. Differentia of *Phytophthora* and *Pythium* species

Characteristics	<i>Phytophthora</i>	<i>Pythium</i>
形態與生理特性	疫病菌	腐霉菌
Mycelial growth 生長速率	Relatively slow 較慢	Relatively fast 較快
Morphology of mycelium 菌絲形態	Branching in angle, same width of main hyphae and branch hyphae, hyphal surface rough 分歧直角，不易分別主、側枝，菌絲不平滑	Branch angle less than 90°, main hyphae dominate, hyphal surface smooth 分歧角度小，主幹側枝易區別，菌絲平滑
Sporangia 胞囊	Global or close to global shape, with papilla 球形或近似球形	Irregular, filamentous, lobed, global or close to global shape, or absent 菌絲狀、指狀、球型及其近似形狀、或無
Differentiation and formation of zoospores 游走子分化	In sporangia 胞囊內	In vesicles extruding from sporangia 胞囊長出之小囊(Vesicle)內
Sizes of oogonia 卵孢子大小	Relatively larger, mostly larger than 18-20 um in diam. 體積較大	Relatively smaller 體積較小
Number of antheridia 藏精器數目	Each oogonium attached by a single antheridium 單一藏精器附著於單一藏卵器	A oogonium attached by one or more than one antheridia 一或多個藏精器附著於單一藏卵器