

引起玫瑰根腐病發生之環境因子及其防治藥劑篩選

袁琴雅¹、蘇俊峯¹、黃晉興^{1*}

¹ 農委會農業試驗所植物病理組，台灣 台中市

* 聯絡作者，E-mail: jhhuang@tari.gov.tw

摘要

袁琴雅、蘇俊峯、黃晉興。2022。引起玫瑰根腐病發生之環境因子及其防治藥劑篩選。植物醫學64(2): 71-78。

玫瑰根腐病是由腐霉菌 (*Phytophthora helicoides*) 感染所造成，將此菌游走子懸浮液接種於盆栽玫瑰幼苗根部，在24-40°C 環境中可造成供試植株出現根腐與萎凋病徵，最適發病溫度為28-36°C；接種後的盆栽玫瑰根部不浸水或浸水1天後則不會出現病徵；浸水2天或以上則會造成病害發生，浸水天數愈久則病害越嚴重。苗齡小於6個月的玫瑰苗接種才會發病，接種苗齡2、4及6個月的2品種盆栽玫瑰苗(萬年紅、埔里之星)，其發病度指數分別為1.8-2.7、1.3-1.8及0；盆栽玫瑰接種試驗皆以埔里之星品種較感病。以含有0.1-1000mg/L不同供試藥劑的培養基測試對供試病原菌菌絲直線生長抑制率，結果顯示半抑制濃度(IC₅₀) 小於20 mg/L者為氟比拔克、依得利及滅達樂，介於20-200 mg/L者為中和化亞磷酸及達滅芬。盆栽試驗結果顯示，中和化亞磷酸、亞磷酸二氫鉀、氟比拔克、滅達樂、依得利、達滅芬皆能降低供試植株的發病度，具有防治潛力。而田間試驗顯示氟比拔克、銅滅達樂、中和化亞磷酸與亞磷酸二氫鉀具有防治效果，以後二者效果較好，可使發病率由對照組的23.1%降至7.0%以下。

關鍵詞：花卉、卵菌綱、土壤傳播性病害、非化學藥劑防治

前言

玫瑰在臺灣主要是以土耕方式栽培，然而栽培幼苗期易發生由*Phytophthora helicoides* (Drechsler) Abad *et al.*引起之根腐病，主要病徵為植株根腐與莖基部褐化腐敗，而造成植株萎凋枯死⁽⁸⁾，和由*Phytophthora nagaii* Rahman *et al.* 與*P. bishii* Abad *et al.* 引起之玫瑰疫病病徵相似，不易區分⁽¹⁸⁾。然而在田間，玫瑰根腐病與玫瑰疫病最明顯的差異是，前者發生於苗期，而後者多發生於苗齡12個月以後的植株⁽¹⁸⁾。

Phytophthora helicoides 原名*Pythium helicoides* Drechsler⁽⁶⁾，原為腐霉菌屬 (Genus *Pythium*) 的一種⁽¹⁴⁾，雖然其菌落、菌絲顯微外觀、游走子釋放方式與其他腐霉菌相同⁽¹⁶⁾，但其孢囊圓球形具有乳突、孢囊易再生及核酸序列的親緣性與疫病菌屬 (Genus *Phytophthora*) 相近而與腐霉菌屬較遠⁽⁴⁾，於是2010 Bala等人⁽²⁾ 將此類的腐霉菌正式更名發表為*Phytophthora* 屬，爾後在2015年 de Cock 等人⁽⁵⁾正式將*Pythium helicoides* 定名*Phytophthora helicoides*。

臺灣玫瑰根腐病菌*P. helicoides*最初的來源可能為少數種苗帶菌⁽¹⁸⁾，該些帶菌苗一旦在田間發病，則會產生孢子於土壤殘存，並可能殘存數年之久，成為爾後種植玫瑰發病的主要感染源。此菌為土壤傳播性病原菌^(1, 3)，在土壤多濕，溫度氣候條件適宜之下，生育極快，能侵害植物根系及莖基部等，而造成植株感染死亡⁽¹³⁾。目前台灣對玫瑰根腐病並無推薦藥劑及適當的防治建議。本研究主要目的在探討玫瑰根腐病發生的環境條件，並篩選防治藥劑與進行田間病害防治試驗，以提供農民防治此病害的參考。

材料與方法

病原菌分離、培養與接種源製備

將罹病玫瑰植株採回，先將根與莖基部褐化腐敗的罹病組織洗淨，以紙巾吸乾水分，將罹病組織切取約5 mm × 5 mm 大小之組織塊，根部則切成約8 mm長的小片段，不經表面消毒直接以無菌水漂洗三次後，以滅菌過之吸水紙吸去游離水，移置2%水瓊脂(Water Agar, WA)平板上，室溫環境下(28±2°C)培養約24小時後，即可見疑似卵菌綱微生物之無隔膜菌絲自病組織生長出，與在顯微鏡下可觀察到玫瑰根腐病菌*Phytophthora helicoides*特有的菌絲與菌落形態。供試玫瑰根腐病菌*P. helicoides* (Py-68，分離自水耕玫瑰；Py-142，分離自土耕玫瑰) 培養於10%蔬菜汁瓊脂培養基(10% V-8 juice agar；10% VA)平板3-5天，或5%離心蔬菜汁瓊脂培養基(5% CVA)，

切取菌絲塊(10x10x2mm)，置於含有300 mL無菌水之燒杯中，放置於24℃培養箱中照光培養6－8小時，使之產生成熟的孢囊。而成熟之孢囊會陸續釋放游走子，利用高壓滅菌紗布將菌絲塊過濾後，將游走子懸浮液濃度分別調整成5×10³ zoospores/mL，供接種試驗用。

供試植株準備與病原性測定

供試玫瑰植株為購自南投縣國姓鄉種苗商販售的苗齡40－50天種植於1.5吋盆之萬年紅(Wannainhong)、埔里之星(Puli Star)品種的扦插苗，移植至盛有栽培介質(泥炭土：蛭石=3：1)之3吋盆，每盆1株，1－2星期後即可進行試驗。接種前一天將植株浸置於塑膠方形密盆內，植株盆栽浸漬於盛有水深6-7公分之塑膠盆內，使植株吸水至飽且維持土壤表面濕潤，接種後數天，當方盆內的水漸降時，補水維持約1公分高度。接種時，每株接種15 mL前述游走子懸浮液於根部與莖基部處，接種後置於不同溫度的生長箱維持12小時日照，或26－36℃之遮雨溫室內培養，並以接種無菌水為對照組，於接種後14－28天觀察及記錄病害發展。

病害調查

田間玫瑰病害調查：在南投縣埔里鎮選取一處溫室土耕玫瑰(萬年紅品種)栽培田，再從栽培田之中選取4個小區，每個區塊長10公尺、寬0.5公尺，計5平方公尺，每小區種植100株，種植方法乃取前述40－50天苗齡的玫瑰穴盤苗移植到田間，2017年4月種植，調查時間從2017年4月至2018年3月，每個月調查一次出現枯萎或死亡病徵之植株佔所有供試植株之比例視為發病率(disease incidence)，4個小區的植株發病率平均值視為該栽培田玫瑰的根腐病發病率。

盆栽玫瑰病害調查：發病率(disease incidence)：調查出現根腐病病徵之植株佔所有供試植株之比例視為發病率。植株發病嚴重程度區分為0－4共五個等級。0級：無病害；1級：1-25%葉片萎凋；2級：26-50%葉片萎凋；3級51-75%葉片萎凋；4級：76-100%葉片萎凋或植株死亡。再依下列公式計算發病度指數DSI (disease severity index) = $\sum (ni \times i) / (N \times 4)$ ，i為發病等級，ni為該等級的植株數，N為測試的植株數。

不同溫度的玫瑰接種試驗

將供試玫瑰植株(品種：萬年紅、埔里之星)於接種前一天，分別置於12℃、16℃、20℃、24℃、28℃、32℃、36℃及40℃，12小時光照之生長箱。接種方式為莖基部澆灌，每株澆灌15 mL之游走子懸浮液，與接種無菌水為對照組，每處理3重複，每重複4盆，接種後再置回原設定溫度的生長箱中。接種後14－28天，觀察及記錄發病率與發病度指數，並取樣分離根部病原菌。

盆栽玫瑰浸水的接種試驗

供試盆栽玫瑰植株接種後分別浸水0、1、2、4、7及14天，浸水高度約為4－5公分，置於溫室(30±5℃)，每處理3重複，每重複4盆。浸水處理後14天，觀察及記錄發病率與發病度指數，並取樣分離根部病原菌，每棵植株根部取5個根段依前述方法分離病原菌，記錄病原菌分離率。

不同苗齡玫瑰的接種試驗

供試玫瑰品種為萬年紅及埔里之星，分別種植於4吋、5吋及9吋盆中，苗齡為2個月、4個月及6－10個月，接種方式與上述接種方法相同，每處理3重複，每重複2－4盆，接種後置於溫室(28±5℃)。接種後14－28天，觀察及記錄發病率與發病度指數，並取樣分離根部病原菌。

篩選防治藥劑

抑制菌絲生長：供試藥劑為市售常見防治卵菌綱病原微生物化學藥劑，包括中和亞磷酸(neutralized phosphorous acid，以氫氧化鉀調和pH值的中和亞磷酸，Sigma，USA)、60.8%氟比拔克水懸劑(fluopicolide + propamocarb hydrochloride,SC，臺灣拜耳公司)、25%曼普胺水懸劑(mandipropamid，臺灣先正達公司)、35%滅達樂可濕性粉劑(metalaxyl，臺灣興農公司)、25%依得利乳劑(etridiazole，EC，臺灣臺聯公司)與50%達滅芬可濕性粉劑(dimethomorph，WP，臺灣興農公司)。將上述各種藥劑加入前述5%CVA培養基混合，使之最終藥劑濃度範圍為0.1mg/L－1,000mg/L，以不添加供試藥劑之5%CVA培養基為藥劑濃度0。利用打孔器(直徑0.5 cm)切取玫瑰根腐病菌菌絲塊(Py-68及Py-142)，放置添加藥劑之培養基平板上，於培養16小時之菌絲生長半徑並畫線，以此為基準，再培養24小時測量菌絲生長長度，每個處理3重複，將之換算成抑制率(inhibition rate, IR)：IR (%)=[(L₀-L_t)/L₀] \times 100，L₀與L_t分別為藥劑濃度0與各種藥劑測試濃度的菌絲生長長度。最後以Sigmaplot (v. 13.0, Systat Software Inc.)將各藥劑濃度對應的菌絲生長抑制率換算成迴歸曲線，計算出半抑制濃度(half maximal inhibitory concentration, IC₅₀)。

盆栽測試：將培養基藥劑篩選之有效之藥劑，以及植保手冊推薦之藥劑，製備下列濃度，亞磷酸二氫鉀(monopotassium phosphite，日本大道公司)稀釋700倍、中和亞磷酸(neutralized phosphorous acid，以氫氧化鉀調和pH值的中和亞磷酸，臺灣振詠公司)稀釋1000倍、60.8%氟比拔克水懸劑(Fluopicolide + Propamocarb hydrochloride,SC，臺灣拜耳公司)稀釋1000倍、35%滅達樂可濕性粉劑(Metalaxyl,WP，臺灣興農公司)稀釋1000倍、25%依得利乳劑(Etridiazole,EC，臺灣臺聯公司)稀釋1500倍、50%達滅芬可濕性粉劑(Dimethomorph,WP，臺灣興農公司)稀釋4000倍，於接種前4天與接種後3天，每盆澆灌15mL稀釋後的藥劑，測試供試玫瑰品種為萬年紅及埔里之星。

田間試驗：將盆栽藥劑試驗有效防治之藥劑，進行2

次玫瑰根腐病病田間防治試驗。製備藥劑為亞磷酸二氫鉀(monopotassium phosphite，日本大道公司)稀釋700倍、中和亞磷酸(neutralized phosphorous acid，以氫氧化鉀調和pH值的中和亞磷酸，臺灣振詠實業有限公司)稀釋1000倍、60.8%氟比拔克水懸劑(fluopicolide + propamocarb hydrochloride,SC，拜耳)稀釋1200倍、25%曼普胺水懸劑(mandipropamid，先正達)稀釋2500倍、76.5%銅滅達樂可濕性粉劑(metalaxyl + copper oxychloride,WP，世大農化)稀釋1,200倍、25%依得利乳劑(etridiazole,EC，臺灣臺聯公司)稀釋1500倍。試驗地點為南投縣埔里牛尾，玫瑰品種為萬年紅，2次田間試驗種植試驗時間分別為2017年4月與2019年4月。試驗設計採逢機完全區集設計(RCBD)，4處理，3重複，每一重複小區以逢機方式配置於試驗區內，每小區長6公尺，寬0.5公尺，計3平方公尺，每小區種植70株，試驗區外圍設置緩衝區。自種植日起，每個月將供試藥劑灌注與植株莖基部1次，共灌注6次，藥量為每個小區5L，並於最後一次灌注藥劑1個月後調查發病率。

統計分析

各項處理之資料，利用SAS 7.1版統計分析軟體先進行變方分析(analysis of variance; ANOVA)，再以最小顯著性差異(least significant difference; LSD)測驗在5%顯著水準下，比較處理間平均值之差異。

結果

田間玫瑰病害調查

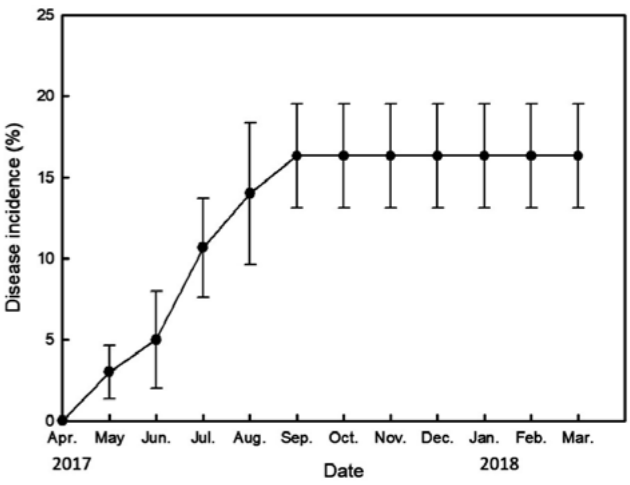
從2017年4月種植萬年紅玫瑰苗起，1個月後即陸續發生植株枯萎與根腐的病徵，取樣從根部可分離到腐霉菌*P. helicoides*，發病率在當年9月達到最高，平均發病率為16.8%，爾後到次年3月病害都不再升高(圖一)。本次試驗調查中亦發現，次年夏季疫病開始發生，也會造成植株枯萎與根腐的病害，故玫瑰根腐病的病害調查即結束。

溫度對盆栽玫瑰根腐病發病的影響

根腐病*P. helicoides*在24－40℃皆可造成萬年紅及埔里之星2品種玫瑰根腐病，以28－40℃為最適發病溫度，發病度指數達1.9－3.1，以埔里之星較感病；24℃處理之發病度指數僅0.4－1，但病原菌分離率達55.6-66.7%；40℃以上或20℃以下則不發病，且進行組織分離未分離到病原菌，而所有未接種的植株根部皆未分離得病原菌(圖二)。20℃以下則植株生長緩慢，而40℃以上則植株生長不良且有輕微失水的現象，不適合植株栽培。

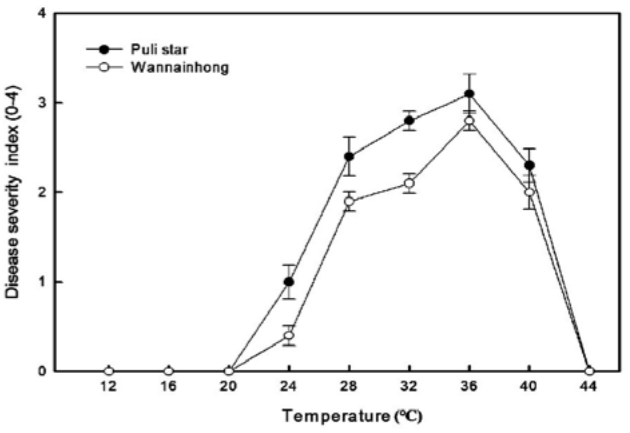
浸水對盆栽玫瑰根腐病發病的影響

萬年紅及埔里之星品種的盆栽玫瑰在無浸水的處理，不僅



圖一、玫瑰(萬年紅品種)根腐病的週年田間病害調查。以植株枯萎或死亡視為發病，種植時期為2017年4月。

Fig. 1. Disease progress curve of rose root rot (cultivar 'Wannainhong') from April 2017 to March 2018. The ratios of plants showed wilt or dead symptoms were considered as disease incidence. Bars indicate standard error of means.



圖二、溫度對玫瑰根腐病病勢發展的影響。採人工盆栽接種試驗，接種埔里之星與萬年紅品種。植株發病嚴重程度區分為0-4共五個等級。0級：無病害；1級：1-25%葉片萎凋；2級：26-50%葉片萎凋；3級51-75%葉片萎凋；4級：76-100%葉片萎凋或植株死亡；計算其平均值為發病指數(disease severity index, DSI)。

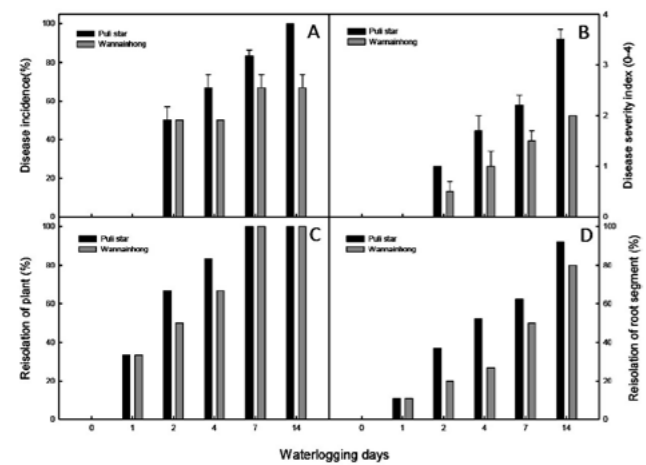
Fig. 2. Effect of temperature on disease development of root rot of potted roses (cultivar 'Puli Star' and 'Wannainhong') caused by *Phytophthium helicoides* with artificial inoculation. Disease development (disease severity index, DSI) was scored using a disease severity scale of range 0-4 (0, symptomless plants; 1, 1-25 % of leaves wilted; 2, 26-50 % of leaves wilted; 3, 51-75 % of leaves wilted; and 4, 76-100 % of leaves wilted or dead). Bars indicate standard errors of means.

皆無病徵，根部也未分離得病原菌；浸水一天的處理外觀上沒有病害發生，但有33.3%的植株根部可分離獲得病原菌，而根段的病原菌分離率為11%。浸水2天及以上的處理則會發病，浸水越久則發病越嚴重，而植株根部的病原菌分離率也越高，

以埔里之星較感病。浸水2天的處理發病率33.3-50%，發病度指數0.5-1，植株根部病原菌分離率50-66.7%，根段病原菌分離率20-37.1%；浸水7天之處理發病率66.7-83.3%，發病度指數1.5-2.2，植株根部病原菌分離率100%，根段病原菌分離率50-62.5%；浸水14天之處理發病率66.7-100%，發病度指數2-3.5，植株根部病原菌分離率100%，根段病原菌分離率80-92%。(圖三)。

苗齡對玫瑰根腐病菌發病的影響

使用苗齡2、4及6個月之萬年紅及埔里之星品種的玫瑰植株進行接種，由結果得知，苗齡2個月之植株其發病度指數為1.8-2.7；其次苗齡4個月植株發病度指數為1.3-1.8，皆以埔里之星較感病；苗齡6個月大之植株，接種後不發病，進行組織分離也未分離到病原菌。苗齡越大，所需要的發病時間需時越久或不發病，但2品種差異不大。枯萎病徵開始出現及多數植株出現病徵之接種天數在苗齡2個月的植株分別為14天與28天，在苗齡4個月的植株分別為28天與45天，苗齡6個月的植株接種後觀察3個月，均未出現病徵(圖四)。



圖三、浸水天數對人工接種盆栽玫瑰根腐病菌病勢發展的影響(接種埔里之星與萬年紅品種)。(A)發病率；(B)發病指數；(C)植株根部病原菌再分離率；(D)根段病原菌再分離率。植株發病嚴重程度區分為0-4共五個等級。0級：無病害；1級：1-25%葉片萎凋；2級：26-50%葉片萎凋；3級51-75%葉片萎凋；4級：76-100%葉片萎凋或植株死亡；計算其平均值為發病指數(disease severity index, DSI)。

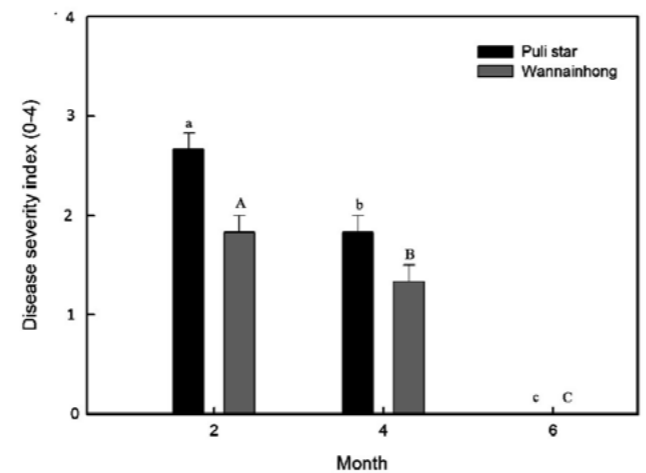
Fig. 3. Effect of water logging on disease development of root rot of rose (cultivar 'Puli Star' and 'Wannainhong') caused by *Phytophthora helicoides* with artificial inoculation. (A) disease incidence, (B) disease severity index, (C) pathogen re-isolation rate of plants, (D) pathogen re-isolation rate of root segments. Disease development (disease severity index, DSI) was scored using a disease severity scale of range 0-4 (0, symptomless plants; 1, 1-25 % of leaves wilted; 2, 26-50 % of leaves wilted; 3, 51-75 % of leaves wilted; and 4, 76-100 % of leaves wilted or dead). Bars indicate standard errors of means.

防治藥劑篩選

抑制菌絲生長：取6種化學藥劑測試對*P. helicoides* Py-68及Py-142菌絲生長之影響，由試驗數據結果顯示，除了曼普胺對菌株Py-142的菌絲生長抑制濃度曲線方程式的判定係數(R-square)低於0.9之外，其餘方程式的判定係數皆高於0.9；菌株Py-142較Py-68的菌絲生長對藥劑具有耐受性，半抑制濃度(IC₅₀)的數值較高。對供試菌菌絲生長半抑制濃度(IC₅₀)小於20mg/L之藥劑有滅達樂、依得利及氟比拔克，IC₅₀在20-200mg/L有亞磷酸二氫鉀和達滅芬，IC₅₀大於1000mg/L為曼普胺(表一)。

盆栽測試：由試驗結果顯示供試藥劑對埔里之星品種的玫瑰根腐病防治效果較萬年紅品種的玫瑰差。在萬年紅品種的玫瑰，施用滅達樂及依得利，玫瑰根腐病病害不發生，而施用亞磷酸二氫鉀、中和化亞磷酸及氟比拔克其發病度指數為0.3，與對照組發病度指數2.0具有顯著性差異($p < 0.05$)；對於埔里之星，施用依得利、達滅芬及滅達樂其發病度指數為0.7-0.8，而施用亞磷酸二氫鉀、中和化亞磷酸及氟比拔克其發病度指數為1.3-1.5，與對照組發病度指數2.7具有顯著性差異($p < 0.05$) (圖五)。

田間試驗：依據盆栽試驗挑選較具防治潛力的藥劑進行2次田間試驗。第一次田間試驗結果以施用亞磷酸二氫鉀及中



圖四、玫瑰苗齡對人工接種玫瑰根腐病發病的影響。供試品種為埔里之星與萬年紅品種(接種後28天調查)。植株發病嚴重程度區分為0-4共五個等級。0級：無病害；1級：1-25%葉片萎凋；2級：26-50%葉片萎凋；3級51-75%葉片萎凋；4級：76-100%葉片萎凋或植株死亡；計算其平均值為發病指數(disease severity index, DSI)。

Fig. 4. Effect of seedling ages on disease severity of root rot of rose (cultivar 'Puli Star' and 'Wannainhong') caused by *Phytophthora helicoides* with artificial inoculation. Disease development (disease severity index, DSI) was scored using a disease severity scale of range 0-4 (0, symptomless plants; 1, 1-25 % of leaves wilted; 2, 26-50 % of leaves wilted; 3, 51-75 % of leaves wilted; and 4, 76-100 % of leaves wilted or dead). Bars indicate standard error of means.

表一、化學藥劑對*Phytophthora helicoides* Py-68及Py-142菌絲生長之影響

TABLE 1. Effect of chemicals on mycelium growth of *Phytophthora helicoides* isolate Py-68 and Py-142

Chemicals	Py-68 ^Z			Py-142		
	equation ^Z	R-square	IC ₅₀ (mg/L) ^Y	equation ^Z	R-square	IC ₅₀ (mg/L) ^Y
monopotassium phosphite (亞磷酸二氫鉀)	Y=61.808(1-e ^{-0.1453X})	0.94	11.39	Y=54.6225(1-e ^{-0.0836X})	0.91	129.54
fluopicolide + propamocarb hydrochloride (氟比拔克)	Y=98.009(1-e ^{-0.0730X})	0.99	9.7	Y=99.3748(1-e ^{-0.0226X})	0.99	19.95
etridiazole (依得利)	Y=99.3588(1-e ^{-0.2618X})	0.99	2.67	Y=100.8568(1-e ^{-0.1957X})	0.99	3.49
mandipropamid (曼普胺)	Y=28.3953(1-e ^{-0.0068X})	0.95	>1000	Y=21.4928(1-e ^{-0.0092X})	0.87	>1000
metalaxyl (滅達樂)	Y=86.016(1-e ^{-0.9179X})	0.93	0.95	Y=88.5681(1-e ^{-0.8126X})	0.91	1.02
dimethomorph (達滅芬)	Y=88.4055(1-e ^{-0.0186X})	0.97	44.8	Y=94.7857(1-e ^{-0.0128X})	0.99	58.57

^Z: Y= inhibition rate of mycelial growth; X=chemical concentration.

^Y: IC₅₀= half maximal inhibitory concentration of the tested chemical that caused 50% inhibition rate (IR) of mycelial growth. IR (%)=[(L₀-L_t)/L₀]×100%, in which L_t and L₀ were the mycelial length with and without chemicals after 24 hours of treatment.

和化亞磷酸防治效果最佳，其發病率分別為0.7及2.4%，與對照組16.3%有顯著差異($p < 0.05$)，而達滅芬發病率19.1%與對照組無顯著差異($p > 0.05$)。第二次田間試驗結果顯示施用亞磷酸二氫鉀發病率6.8%最佳，其次為氟比拔克(12.9%)及銅滅達樂(13.8%)，皆與對照組發病率23.1%有顯著差異($p < 0.05$)。在田間試驗過程中，施用依得利會嚴重抑制植物生長，故無法調查(表二)。

討 論

Phytophthora helicoides 為*Phytophthora*屬中的一種，目前發現該屬所有的種皆為高溫菌，其菌絲最適生長溫度為30-40℃⁽³⁾。文獻亦指出，人工接種迷你玫瑰⁽¹²⁾、長壽花⁽¹⁷⁾、草莓⁽¹¹⁾之最適發病溫度約為35℃，低於24℃以下則不會造成病害。本次試驗進行盆栽溫度接種顯示，其發病溫度為24-40℃，其中36℃為最適發病溫度，其罹病率為100%，發病度指數達2.7-3.1(圖二)，與國外的試驗結果相似；而田間的病害調查結果亦顯示在4-9月是玫瑰根腐病的好發期，冬季則不易發病，因此臺灣玫瑰根腐病的防治時期應注重在高溫的夏秋兩季。

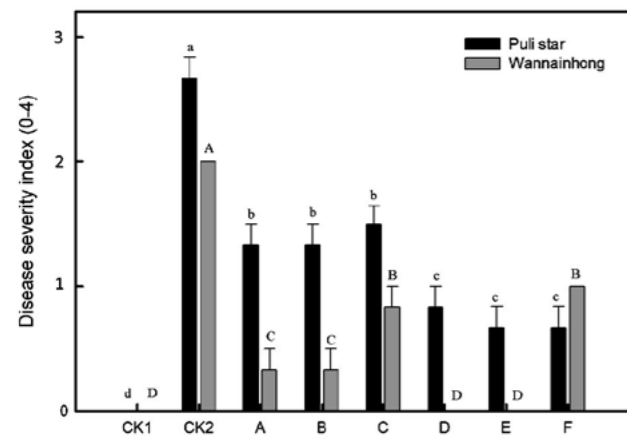
由田間調查中發現，即使是溫室土耕栽培，玫瑰根腐病好發於雨季易積水的田區以及幼苗，由人工接種盆栽玫瑰的試驗結果顯示，盆栽植株浸水有利根腐病的發生(圖三)，和田間觀察的現象相符。另於人工接種不同苗齡的盆栽玫瑰的實驗結果顯示，*P. helicoides*主要危害玫瑰幼苗，苗齡大於6個月的植株

則具有抗性而不會發病(圖四)，在其他文獻中接種*P. helicoides*於供試用植株皆使用幼苗，如使用1個月迷你玫瑰⁽¹²⁾、苗期之草莓⁽¹¹⁾、及巴西野牡丹扦插苗⁽⁹⁾等，顯示此菌和許多腐霉菌特性相似，皆喜感染寄主幼苗⁽⁵⁾。

在進行藥劑菌絲生長試驗中，對*P. helicoides*菌絲生長抑制效果較佳者有氟比拔克、依得利及滅達樂等農藥，以及中和化亞磷酸，而農藥曼普胺則幾乎不影響此菌的菌絲生長(表一)。曼普胺對疫病菌*Phytophthora palmivora* (Butler)菌絲生長抑制及病害防治效果佳⁽³⁾，反之常被用來防治腐霉菌的依得利對疫病菌*Phytophthora nicotianae* (Breda de Haan)菌絲生長抑制及防治結果不佳^(7, 9, 10)。綜合以上結果顯示，*Phytophthora*屬之親緣關係雖然比較親近於疫病菌屬，但其對藥劑敏感度以及喜好感染幼苗的特性，在本研究則與腐霉菌屬較相像。

雖然玫瑰品種眾多，但在臺灣仍以紅色品種最受歡迎，在最大的玫瑰栽培區南投縣，紅色玫瑰品種以'萬年紅'與'埔里之星'栽培較多，然而由本研究的人工接種試驗結果顯示，後者較感病，且盆栽植株防治的效果也以後者較差(圖二-圖五)。在未獲得抗根腐病的紅色玫瑰品種之前，推薦栽種'萬年紅'品種可減少根腐病的發生。

由於玫瑰根腐病好發於24℃以上的環境且田區易積水的玫瑰幼苗，故病害預防首重避免於容易積水或地下水水位高之土地種植，亦可以將畦面做高於於土壤中埋暗管，或改為無土離地栽培，以減少土壤積水而引發病害的機會；另外，因為苗齡6個月內的植株才會感病，故種植初期在苗齡6個月內可使用化學藥劑灌注於莖基部，如亞磷酸二氫鉀、中和化亞磷酸、氟比拔克或銅滅達樂等，則能有效的減少玫瑰根腐病的危害。



圖五、藥劑處理對人工接種盆栽玫瑰根腐病菌病勢發展的影響(接種埔里之星與萬年紅品種)。植株發病嚴重程度區分為0-4共五個等級。0級：無病害；1級：1-25%葉片萎凋；2級：26-50%葉片萎凋；3級：51-75%葉片萎凋；4級：76-100%葉片萎凋或植株死亡；計算其平均值為發病指數(disease severity index, DSI)。(CK1：未接種之對照；CK2：接種但未施藥之對照；A：亞磷酸二氫鉀；B：中和化亞磷酸；C：氟比拔克水懸劑；D：滅達樂可濕性粉劑；E：依得利乳劑；F：達滅芬可濕性粉劑。)

Fig. 5. Effect of fungicides on disease severity of potted roses inoculated with *Phytophthora helicoides* Py-142 for 28 days. (CK1: non-inoculated, CK2: inoculated with pathogen and treated with water, A: inoculation and treated with monopotassium phosphite, B: inoculated with pathogen and treated with neutralized phosphorous acid, C: inoculated with pathogen and treated with 60.8% fluopicolide + propamocarb hydrochloride, D: inoculated with pathogen and treated with 35% metalyxyl, E: inoculated with pathogen and treated with 25% etridiazole, F: inoculated with pathogen and treated with 50% dimethomorph). Disease development (disease severity index, DSI) was scored using a disease severity scale of range 0-4 (0, symptomless plants; 1, 1-25 % of leaves wilted; 2, 26-50 % of leaves wilted; 3, 51-75 % of leaves wilted; and 4, 76-100 % of leaves wilted or dead). Bars indicate standard errors of means.

引用文獻

- Afandi, A., E. Murayama., Yin-Ling., A. Hieno., H. Suga., K. Kageyama. 2018. Population structures of the water-borne plant pathogen *Phytophthora helicoides* reveal its possible origins and transmission modes in Japan. PLOS ONE. 13:12.
- Bala, K. 2010. *Phytophthora* Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque, gen. nov. and *Phytophthora sindhum* Lodhi, Shahzad & Lévesque, sp. nov. Personia 24:136-137.
- Baten, M. A., Asano, T., Motohashi, K., Ishiguro, Y., Rahman, M. Z., Inaba, S., Suga, H., and Kageyama, K. 2014. Phylogenetic relationships among *Phytophthora* species, and re-evaluation of *Phytophthora fagopyri* Comb. nov., recovered from damped-off buckwheat seedlings in Japan. Mycol Progress. 13:1145-1156.
- Cook, D., Drenth, A., Duncam, J., Wagels, G., and Brasier,

表二、藥劑灌注莖基部對田間玫瑰根腐病菌發病的影響

TABLE 2. Effect of fungicides on disease development of rose root rot in the field

Treatment ^z	Disease incidence (%)	
	Exp. 1	Exp. 2
CK (對照組)	16.3±5.4 a	23.1±5.9 a
Monopotassium phosphate (亞磷酸二氫鉀)	0.7±0.7 b	6.8±1.4 c
Neutralized phosphorous acid (中和亞磷酸)	2.4±1.5 b	-
76.5% Metalyxyl-copper (銅滅達樂)	19.1±3.5 a	-
60.8% Fluopicolide + propamocarb hydrochloride (氟比拔克)	-	12.9±3.0 b
35% Dimethomorph (達滅芬)	-	13.8±4.0 b
25% Etridiazole (EC) (依得利)	ND ^y	-

^z: Chemical solutions were irrigated around the crown of rose once a month from May to October.

^y: Caused severe chemical injury on tested roses (cultivar 'Wannainhong').

- C. 2000. A molecular phylogeny of *Phytophthora* and related oomycetes. Fungal Genet. Biol. 30:17-32.
- De Cock, A.W.A.M., Lodhi, A. M., Rintoul, T. L., Bala, k., Robideau, G. P., Gloria Abad, Z., Coffey, M. D., Shahzad, S., and Levesque, C. A. 2015. *Phytophthora*: molecular phylogeny and systematics. Personia 34:25-39.
- Drechsler, J. Wash. 1930. *Pythium helicoides*. Acad. Sci. 20: 413-414.
- Gutierrez, W., Melton, T., and Mila, A. 2012. *Pythium* root rot in flue-cured-tobacco seedlings produced in greenhouse: Factors associated with its occurrence and chemical control. Plant Health Progress 10:1094.
- Han, K. S., Hong, S. B., Lee, S. C., Han, Y. K., Kim, D.H. 2010. Root Rot of Rose Caused by *Pythium helicoides* in Korea. Plant Pathol. 26(4):429.
- Huang, J. H. 2009. First report of root rot of *Tibouchina semidecandra* caused by *Pythium helicoides* in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 18:51-56. (in Chinese)
- Huang, J. H., Ting, P. Y., and Yuan, C. Y. 2018. Control of root and basal stem rot of rose caused by *Phytophthora* spp. in Taiwan. Plant Med. 60: 64-65. (in Chinese)
- Ishiguro, Y., Otsubo, K., Watanabe, H., Mikihiko, S., Nakayama, K., Fukuda, T., Fujinaga, M., Suga, H., Kageyama, K. 2014. Root and crown rot of strawberry caused by *Pythium helicoides* and its distribution in strawberry production areas of Japan. J Gen Plant Pathol 80:423-429.
- Kageyama, K., Aoyagi, T., Sunouchi, R., Fukui, H. 2002. Root rot of miniature roses caused by *Pythium helicoides*. J Gen Plant Pathol. 68:15-20.

- Kageyama, K., Suzuki, M., Priyatmojo, A., Oto, Y., Ishiguro, K., Suga, H. 2003. Characterization and identification of asexual strains of *Pythium* associated with root rot of rose in Japan. Phytopathology. 151:485-491.
- Levesque, C. A. and de Cock, A. W. 2004. Molecular phylogeny and taxonomy of the genus *Pythium*. Mycol. Res. 108:1363-1383.
- Van der Plaats-Niterink, A. J. 1981. Monograph of the genus *Pythium*. Stud. Mycol. 21: 1-242.
- Vargas, A. 2018. Management of seeding disease caused by Oomycetes, *Phytophthora* spp. *Phytophthora* spp. and *Pythium* spp. using seed treatment in ohio. Doctoral dissertation. The Ohio State University, USA.
- Watanabe, H., Taguchi, Y., Hyakumachi, M., Kageyama, K. 2007. *Pythium* and *Phytophthora* species associated with root and stem rots of kalanchoe. J Gen Plant Pathol 73:81-88.
- Yuan, C. Y., Su, J. F., and Huang, J. H. 2021. Root rot of rose caused by *Phytophthora helicoides* in Taiwan. J. Plant Med. 63: 1-8. (in Chinese)

ABSTRACT

Yuan, C. Y., Su, J. F., and Huang, J. H. 2022. Environmental factors affecting disease development of rose root rot and the chemical screening for the disease control in Taiwan. J. Plant Med. 64(2): 71-78.

*Corresponding author, E-mail: jhhuang@tari.gov.tw

Root rot disease caused severe reduction of rose production, and *Phytophthora helicoides* is proved as the major causal agent. Zoospore suspension of the pathogen was used to infect roots and basal stems of potted rose seedlings, and the artificial inoculation test caused root rot and wilt symptoms of the tested plants at 24-40°C with the optimum temperature for disease development at 28-36°C. In the further inoculation test, potted rose seedlings showed no symptom if they were soaked in water for only 1 day or without water. Soaking for 2 days or more will cause disease development, and the longer the soaking days were, the more severe the disease symptoms showed. Furthermore, other test result showed that young seedlings were more susceptible to the pathogen. While 2, 4 or 6 months old of the potted rose seedlings (cultivars: Wannainhong and Puli Star) were inoculated with pathogen, the disease severity indexes were respectively 1.8-2.7, 1.3-1.8 and 0. In all the artificial inoculation test Puli star cultivar were more

susceptible than Wannainhong cultivar. For chemical screening, the media containing 0.1-1000mg/L of different chemicals were used to test the inhibition of the linear mycelial growth of the pathogen. The tested chemicals which had the half maximal inhibitory concentration (IC₅₀) less than 20 mg/L were fluopicolide + propamocarb hydrochloride, etridiazole, and metalyxyl-copper; which 20-200 mg/L were monopotassium phosphate and dimethomorph. In the potted experiments, those chemicals mentioned above could significantly reduce the disease severity of rose root rot, and showed high potential for disease management in the field. The results of field trials showed that fluopicolide + propamocarb hydrochloride, metalyxyl-copper, monopotassium phosphate, and neutralized phosphorous acid could significantly reduce disease incidence of the field roses. The latter two chemicals had better effects, which could reduce the disease incidence from 23.1% to less than 7.0%.

Keywords: *Phytophthora helicoides*, soil born, disease management.

