

## 四種杜鵑類植物根部內生菌與烏來杜鵑之親合性

# The Compatibility of Four Ericaceous Plant Root Endophytic Fungi with *Rhododendron kanehirai*

林瑞進<sup>1,\*</sup> 張琮柏<sup>1</sup> 齊子霈<sup>1</sup> 黃士元<sup>2</sup> 劉敏慧<sup>2</sup>

Lei-Chen Lin<sup>1,\*</sup>, Tsung-Po Chang<sup>1</sup>, Tzu-Pei Chi<sup>1</sup>, Shy-Yuan Hwang<sup>2</sup> and Min-Hui Lui<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立嘉義大學森林暨自然資源學系 嘉義市鹿寮里學府路 300 號

<sup>2</sup> 行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集鎮民生東路 1 號

<sup>1</sup> Department of Forestry and Natural Resources, National, Chiayi University, Chiayi, Taiwan

<sup>2</sup> Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan

\*通訊作者：linerm@mail.ncyu.edu.tw

\*Corresponding author：linerm@mail.ncyu.edu.tw

## 摘 要

烏來杜鵑為台灣特有種杜鵑屬植物，現在野外已滅絕。目前已證實杜鵑類菌根菌能幫助杜鵑科植物存活及促進其苗木生長。本研究材料取自農委會特有生物中心於台中市和平區烏石坑地區的低海拔試驗站之烏來杜鵑種子，使用委託食品工業發展研究所生物資源保存及研究中心向國外菌種庫購買自國外的 4 株菌株，菌種分別為：*Cryptosporiopsis ericae* (UAMH 9445)、*Oidiodendron maius* (CBS 110450)、*Phialocephala fortinii* (CBS 109313) 及 *Rhizoscyphus ericae* (UAMH 8680)，這些已被證實杜鵑科植物根系中常見的真菌為接種材料，進行菌根純合成試驗。接種 60 天後，僅有接種 *O. maius* 及 *R. ericae* 的苗木存活，且接種 *R. ericae* 處理的苗木具有較大的平均鮮重 (8.9 mg)；另接種 *C. ericae* 與 *P. fortinii* 的苗木皆死亡；以存活的烏來杜鵑接種苗進行染根觀察，皆可發現菌絲複合體之杜鵑類菌根的構造。因此，本研究證實，這 4 株杜鵑科植物根系中常見的菌株中，*O. maius* 及 *R. ericae* 能和烏來杜鵑共生，且形成杜鵑類菌根。

## Abstract

Kanehira Azalea (*Rhododendron kanehirai* Wilson) is an endemic specie of Taiwan that hasn't been found due to extinction in the fields. Since ericoid mycorrhizal fungi can accelerate the growth and survival of Ericaceous seedlings, the objectives of this study were to investigate the compatibility and resynthesis effect of four root endophytic fungi associated with Kanehira Azalea seedlings. Four fungi (*Cryptosporiopsis ericae* (UAMH 9445), *Oidiodendron maius* (CBS 110450), *Phialocephala fortinii* (CBS 109313) and *Rhizoscyphus ericae* (UAMH 8680) were purchased from BCRC. Mycorrhizal synthesis experiment showed that the seedlings inoculated with *O. maius* and *R. ericae* grew well and the roots produced hyphal coils. Nonetheless, the seedlings inoculated with *C. ericae* and *P. fortinii* withered. In addition, the seedlings of *R. ericae* inoculations resulted with a larger mean value in total fresh weight than that of *O. maius* inoculations (8.9 mg vs. 6.4 mg), and the hyphal complex structures were discovered in the stained root cortical cells in both inoculations. This study demonstrated that among these four root endophytic fungi, *O. maius* and *R. ericae* were able to survive and form ericoid mycorrhiza with Kanehira Azalea.

**關鍵詞：**杜鵑類菌根、烏來杜鵑、菌絲複合體

**Key words:** ericoid mycorrhiza, *Rhododendron kanehirai*, hyphal complex

收件日期：2017 年 01 月 23 日      接受日期：2017 年 03 月 06 日

Received: January 23, 2017      Accepted: March 06, 2017

## 緒 言

杜鵑花科 (Ericaceae) 杜鵑花屬 (*Rhododendron*) 為著名觀賞植物，約有 800 餘種，分布北半球寒帶及溫帶，亦產於馬來半島與亞洲南部高山，最南至新幾內亞及澳洲。台灣原生種約 15 種，其中有 11 種為特有種，特有種比例高達 73% (曾與呂 2003)。烏來杜鵑 (*Rhododendron kanehirai* Wilson) 因其葉似柳，又名柳葉杜鵑，為台灣特有種，僅分布於臺灣北部翡翠水庫上

游北勢溪流域一帶，為臺灣 15 種杜鵑屬植物中分布最狹隘、族群數量最少的一支 (劉等 1994)。烏來杜鵑在 1984 年翡翠水庫蓄水後，將原生育地全部淹沒，爾後近 10 年來皆無野外採集紀錄 (曾 1995)。後來許多學者投入研究，林明勇於 1993 年對烏來杜鵑在原生育地復育進行研究，其實生苗之發芽率僅有 9.6%，存活率降至 3.8%；後扦插繁殖試驗成功，其發根率已提高至 70% (劉等 1995)。

烏來杜鵑為台灣特有植物，其原生育地已

遭摧毀，經保育評估列屬為野外滅絕(EW, Extinct in the Wild)(王等 2012)；雖然烏來杜鵑種子量大，但發芽率及存活率不高，目前僅能依賴扦插繁殖(劉等 1995)；但大量扦插繁殖苗復育，會造成大量同質個體，容易導致族群基因窄化，最後造成此物種加速滅絕(黃等 1995)。為保持生物基因多樣性最有效的復育方法，係屬有性繁殖所得的實生苗(林與應 1993)。目前，本研究室已證實台灣杜鵑能與杜鵑類菌根菌進行共生，並能夠在生育地之逆境中生存(Lin *et al.* 2011)。然而，台灣特產的烏來杜鵑是否能藉由杜鵑類菌根菌的效益來促進生長及提升存活率，值得探討。因此，本研究利用烏來杜鵑為材料，首先分析 4 株根部內生菌的特性，再探討這 4 株內生菌與烏來杜鵑的親合性及效益。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

#### (一) 種子

本研究烏來杜鵑種子採集自於特有生物保育中心在台中市和平區烏石坑地區低海拔試驗站(東經 120°56'53.5"，北緯 24°16'24.5"，海拔高 1,008 m)。

#### (二) 菌株

本研究所使用之 4 株內生菌分別為：*Cryptosporiopsis ericae* (UAMH 9445) 是從杜鵑科植物中的根系所分離純化的菌株(Sigler *et al.* 2005)，*Oidiodendron maius* (CBS 110450) 是從杜鵑科越橘屬(*Vaccinium*)植物中的根系所分離純化的菌株(Zijlstra *et al.* 2005)，*Phialocephala fortinii* (CBS 109313) 是從杜鵑科帚石楠植物(*Calluna vulgaris*)中的根系所分離純化的菌株(Grünig *et al.* 2002)及

*Rhizoscyphus ericae* (UAMH 8680) 是從杜鵑科植物的根系中所分離純化的菌株(Massicotte *et al.* 2005; Joannis *et al.* 2009)。這 4 株菌株是委託食品工業發展研究所生物資源保存及研究中心向國外菌種庫購買。

### 二、菌落形態觀察及生長量分析

將這 4 株內生菌，分別培養至 corn meal malt yeast (CMMY)培養基(Usuki and Narisawa 2005)，放置於 23 °C 黑暗生長箱中，並於第 14 日觀察其形態及記錄其菌落生長速度(Hambleton and Currah 1997)。

### 三、菌絲形態觀察

自培養於 CMMY 之菌株，取一長方形菌塊，培養於玻片上，約 14 日後以苯胺藍進行菌絲染色，並於光學顯微鏡下觀察菌絲之形態(Hutton *et al.* 1994; Sigler and Flis 1998; Piercey *et al.* 2002)。

### 四、純合成試驗

將烏來杜鵑種子經表面殺菌後，移入 1% 之水瓊脂洋菜培養基中，待種子發芽後再將小苗移入含 MMR 培養基(modified Mitchell and Read media)之試管中，約 14 日後確認小苗無汙染，再將 4 株菌分別接種至試管內。放置於 25/20 °C 控制光線的生長箱內(16 : 8，approximately 5,000 lux)培養(Dalpé 1986; Lin 2015)。

### 五、染根觀察

於苗木培養 60 日後，將根段剪成約 1 cm 一段放入試管中並加入 10% KOH，試管以鋁箔覆蓋住放入水浴槽(90 °C)-15 min。倒出 KOH 後用一次水將單寧等物質沖洗掉，加入

20%鹼性雙氧水並放置 8 hr 以上。一次水洗 3 次以上，加入 1% HCl，放置 5 min 至 2 days 的時間。倒出 HCl，加入錐蟲藍-乳酸酚(trypan blue-lactophenol) 待退染後即可於顯微鏡下觀察(Upson *et al.* 2007)。

## 六、生長量分析

本試驗以 4 株內生菌進行接種處理，每處理 3 重複；於接種 60 日後，分別量測苗木各接種處理苗木之鮮重；而鮮重之測定係將苗木以清水清洗乾淨，之後再將其分為地上部及地下部二部分，分別秤其鮮重。

## 七、統計分析

將這 4 株內生菌的菌落生長及純合成苗木鮮重等資料，以變異數分析(analysis of variance, ANOVA)；其同質性檢定係以特奇(Turkey)公正顯著差異法進行。

# 結果

## 一、菌落及菌絲形態觀察

*Cryptosporiopsis ericae* (UAMH 9445) 菌株在 CMMY 培養基培養 14 天後，菌落毯狀，色澤由內至外為白色至淡黃色(圖 1A)，其平均生長速率為  $1.65 \pm 0.10$  mm/day。此菌株在 CMMY 培養基中進行菌絲觀察，僅於玻片培養中發現鏈狀菌絲(圖 2A)構造。

*Oidiodendron maius* (CBS 110450) 菌株在 CMMY 培養基培養 14 天後，菌落毯狀，色澤為白色(圖 1B)，其平均生長速率為  $1.46 \pm 0.13$  mm/day。此菌株在 CMMY 培養基中進行菌絲觀察，於玻片培養中發現分生孢子及分生孢子柄(圖 2B)等構造。

*Phialocephala fortinii* (CBS 109313) 菌株

在 CMMY 培養基培養 14 天後，菌落色澤由內至外為橄欖綠、白色至淡白色(圖 1C)，其平均生長速率為  $1.26 \pm 0.23$  mm/day。此菌株在 CMMY 培養基中進行菌絲觀察，僅於玻片培養中發現暗色隔膜菌絲(圖 2C)構造。

*Rhizoscyphus ericae* (UAMH 8680) 菌株在 CMMY 培養基培養 14 天後，菌落放射狀，色澤由內至外為白色(圖 1D)，其平均生長速率為  $0.79 \pm 0.03$  mm/day。此菌株在 CMMY 培養基中進行菌絲觀察，僅於玻片培養中發現鏈狀菌絲(圖 2D)構造。

## (二) 純合成試驗

經培養 60 天後；菌株 *C. ericae* 和 *P. fortinii* 之烏來杜鵑接種苗已全數死亡，只剩菌株 *O. maius* 和 *R. ericae* 之烏來杜鵑接種苗，其生長情形分別論述如下：

接種 *O. maius* 之烏來杜鵑苗生長良好，其根系生長旺盛(圖 3A)，經立體顯微鏡觀察，係屬單棒狀(圖 3C)；經染根觀察發現，其根系細胞內具有菌絲複合體之構造(圖 3E)。

接種 *R. ericae* 之烏來杜鵑苗生長良好，其根系生長旺盛(圖 3B)，經立體顯微鏡觀察，係屬單棒狀(圖 3D)；經染根觀察發現，其根系細胞內具有菌絲複合體之構造(圖 3F)。

## 二、生長量分析

所有接種苗於培養 60 天後；其中 *C. ericae* 和 *P. fortinii* 之烏來杜鵑接種苗已全數死亡；另外 *O. maius* 和 *R. ericae* 之烏來杜鵑接種苗生長旺盛(圖 3 和 4)；所有接種處理的烏來杜鵑，其鮮重的分析如表 1 所示：

在地下部鮮重的表現上(表 1)，其值以 *R. ericae* 接種苗為較大( $6.73 \pm 2.17$  mg)，其次為 *O. maius* 接種苗( $5.07 \pm 0.95$  mg)。在地上部鮮重

的表現上，其值以 *R. ericae* 接種苗為較大 ( $2.13 \pm 0.23$  mg)，其次為 *O. maius* 接種苗 ( $1.33 \pm 0.38$  mg)。在總鮮重的表現上，其值以 *R. ericae* 接種苗為較大 ( $8.87 \pm 2.22$  mg)，其次為 *O. maius* 接種苗 ( $6.40 \pm 0.70$  mg)；其中 *C. ericae* 和 *P. fortinii* 接種苗已死亡其值以 0 代表。

## 討 論

烏來杜鵑為台灣特有種，因翡翠水庫之興建而導致該物種原生育地絕滅。目前，在國外研究者已從杜鵑科植物根系中分離出 *C. ericae* (Sigler 2005)、*O. maius* (Douglas *et al.* 1989; Usuki *et al.* 2003)、*P. fortinii* (Vohnik *et al.* 2003) 及 *R. ericae* (Read 1974; Kernan and Finocchio 1983) 等 4 株杜鵑類植物根部內生菌；因此，本試驗委託食品科學研究所之菌種中心向國外購置這 4 種杜鵑科植物中常見的共生真菌，進行試驗。

這 4 株菌株經活化後，利用 corn meal malt yeast (CMMY) 培養基觀察其菌落形態，經培養 14 天後，*C. ericae* ( $1.65 \pm 0.10$  mm/day) 生長速度最快，其次為 *O. maius* ( $1.46 \pm 0.13$  mm/day) 和 *P. fortinii* ( $1.26 \pm 0.23$  mm/day)，最差為 *R. ericae* ( $0.79 \pm 0.03$  mm/day)，期間呈現顯著差異 ( $p < 0.05$ )。並將所有菌株進行菌絲玻片觀察；於 *C. ericae* 與 *R. ericae* 可發現鏈狀菌絲；另在 *P. fortinii* 觀察中，僅發現具隔膜的菌絲；只有 *O. maius* 具於觀察中可發現分生孢子及分生孢子柄構造。從杜鵑科植物根系中分離純化的菌株，大部分為不易產孢或產生有性世代可供鑑定的特徵 (Burgeff 1961; Peretto *et al.* 1990; Stoyke and Currah 1991; Hutton *et al.* 1994; Xiao and Berch 1996; Hambleton and Currah 1997)，其中僅有 *O. maius* 菌株可產生鑑定特

徵；本次試驗所利用的這 4 株菌株均具有此相同特性。

利用這 4 株菌株與烏來杜鵑進行純合成試驗，經接種後培養 60 天結果顯示，接種 *C. ericae*、*P. fortinii* 之烏來杜鵑苗全部死亡，僅有 *O. maius* 和 *R. ericae* 菌株之接種苗存活，且生長良好。雖然大部分的報告都指出這 4 株菌株對植物的生長都有效益 (Sigler 2005; Grelet *et al.* 2009; Vohnik *et al.* 2009; Vohnik *et al.* 2013)；但還是有些報告指出，*Cryptosporiopsis* 的菌株可以在枯死的杜鵑科植物的枝條中發現 (Verkley *et al.* 2003)，以及 *P. fortinii* 也被認為是一種弱的病原菌或腐生菌 (Yonezawa *et al.* 2004)，甚至於感染 *P. fortinii* 也無法保護小苗感染病害 (Narisawa *et al.* 2004)。而在存活的烏來杜鵑接種苗 (*O. maius* 和 *R. ericae*) 根系中，亦可於染根觀察中發現杜鵑類菌根之菌絲複合體構造，此構造與多數研究證實的杜鵑類菌根的構造相似 (弓等 1997; Peterson *et al.* 1980; Read 1996)。

## 結 論

烏來杜鵑已在原生育地滅絕，目前此種物種已完成移地保育；但在繁殖上都以扦插繁殖技術為主要提供苗木來源。本研究是利用烏來杜鵑種子為苗木材料，並利用 4 株已被證實分離自杜鵑科植物的根系的內生菌為接種原，結果顯示烏來杜鵑僅能和 *Oidiodendron maius* 及 *Rhizoscyphus ericae* 這 2 株共生；而 *Cryptosporiopsis ericae* 和 *Phialocephala fortinii* 這 2 株菌株會造成烏來杜鵑死亡；在接種的效益上，*R. ericae* 接種苗稍微較 *O. maius* 接種苗的表現來的好。因此，本研究證實 *O. maius* 和 *R. ericae* 這 2 株菌株能與烏來杜鵑共生，並形

成典型杜鵑類菌根。

## 引用文獻

- 弓明欽、陳應龍、仲崇祿。1997。菌根研究及應用。中國林業出版社。223頁。
- 王震哲、邱文良、張和明。2012。台灣維管束植物紅皮書初評名錄。特有生物研究保育中心台灣植物分類學會出版。94頁。
- 林明勇、應紹舜。1993。烏來杜鵑於原生地區復育之研究。中華林學 26(2):15-38。
- 曾彥學。1995。烏來杜鵑野外族群概況。自然保育季刊 9:32-36。
- 曾彥學、呂勝由。2003。台灣野生杜鵑花資源介紹。自然保育季刊 43:18-30。
- 黃生、陳兆美、許素玲、呂勝由。1995。瀕絕物種烏來杜鵑的族群內的遺傳異變研究。師大生物學報 30(2):63-68。
- 劉業經、呂福源、歐辰雄。1994。台灣樹木誌。國立中興大學農學院出版委員會，447-452頁。
- 劉興旺、郭幸榮、沈介文、劉瓊蓮。1995。烏來杜鵑扦插繁殖之研究。中華林學季刊 28(4)：35-45。
- Burgeff, H. 1961. Mikrobiologie des Hochmoores. Fischer-Verlag, Stuttgart, Germany. 197 pp.
- Douglas, G. C., M. C. Heslin and C. Reid. 1989. Isolation of *Oidiodendron maius* from *Rhododendron* and ultrastructural characteristics of synthesized mycorrhizas. Canadian Journal of Botany 67: 2206-2212.
- Grelet, G. A., A. A. Meharg, E. I. Duff, I. C. Anderson and I. J. Alexander. 2009. Small genetic differences between ericoid mycorrhizal fungi affect nitrogen uptake by *Vaccinium*. New Phytologist 181: 708-718.
- Grünig, C. R., T.N. Sieber, S. O. Rogers and O. Holdenrieder. 2002. Genetic variability among strains of *Phialocephala fortinii* and phylogenetic analysis of the genus *Phialocephala* based on rDNA ITS sequence comparisons. Canadian Journal of Botany 80: 1239-1249.
- Hambleton, S. and R. S. Currah. 1997. Fungal endophytes from the roots of alpine and boreal Ericaceae. Canadian Journal of Botany 75: 1570-1581.
- Hutton B. J., K. W. Dixon and K. Sivasithamparam. 1994. Ericoid endophytes of Western Australian heaths (Epacridaceae). New Phytologist 127: 557-566.
- Joanisse, G. D., R. L. Bradley, C. M. Preston and G. D. Bending. 2009. Sequestration of soil nitrogen as tannin-protein complexes may improve the competitive ability of sheep laurel (*Kalmia angustifolia*) relative to black spruce (*Picea mariana*). New Phytologist 181: 187-198.
- Kernan, M. J. and A. F. Finocchio. 1983. A new discomycete associated with the roots of *Monotropa uniflora* (Ericaceae). Mycological Society of America 75: 916-920.
- Lin, L. C. 2015. The Ability of The Rf32 Strain (*Cryptosporiopsis*, Helotiales) to Form Ericoid Mycorrhiza Symbioses with *Rhododendron* Species. Taiwan Journal of Forest Science 30: 89-96.
- Lin, L. C., M. J. Lee and J. L. Chen. 2011. Decomposition of organic matter by the ericoid mycorrhizal endophytes of Formosan

- rhododendron (*Rhododendron formosanum* Hemsl.). Mycorrhiza 21: 331-339.
- Massicotte H. B., L. H. Melville and R. L. Peterson. 2005. Structural characteristics of root-fungal interactions for five ericaceous species in eastern Canada. Canadian Journal of Botany 83: 1057-1064.
- Narisawa, K., F. Usuki and T. Hashiba. 2004. Control of Verticillium yellows in Chinese cabbage by the dark-septate endophytic fungus LtVB3. Phytopathology 94: 412-418.
- Peretto, R., S. Perotto, A. Faccio and P. Bonfante. 1990. Cell surface in *Calluna vulgaris* L. hair roots. In situ localization of polysaccharide components. Protoplasma 155: 1-18.
- Peterson, T. A., W. C. Mueller and L. Englander. 1980. Anatomy and ultrastructure of a *Rhododendron* root-fungus association. Canadian Journal of Botany 58: 2421-2433.
- Piercey, M. M., M. N. Thormann and R. S. Currah. 2002. Saprobic characteristics of three fungal taxa from ericalean roots and their association with the roots of *Rhododendron groenlandicum* and *Picea mariana* in culture. Mycorrhiza 12: 175-180.
- Read, D. J. 1974. *Pezizella ericae* sp. nov., the perfect state of a typical mycorrhizal endophyte of Ericaceae. Transaction, of the British Mycological Society 63: 381-419.
- Read, A. J. 1996. The structure and function of the ericoid mycorrhizal root. Annals of Botany 77: 365-374.
- Sigler, L. and A. L. Flis. 1998. Catalogue of the University of Alberta Microfungus. Collection and Herbarium. 3rd edn. 213pp.
- Sigler, L., T. Allan, S. R. Lim, S. Berch and M. Berbee. 2005. Two new *Cryptosporiopsis* species from roots of ericaceous hosts in western North America. Studies in mycology 53: 53-62.
- Stoyke, G. and R. S. Currah. 1991. Endophytic fungi from the mycorrhizae of alpine ericoid plants. Canadian Journal of Botany 69: 347-352.
- Upton, R., D. J. Read and K. K. Newsham. 2007. Microscopy analyses of field-collected *Cephalospora varians*. New Phytologist 176: 460-71.
- Usuki, F. and K. Narisawa. 2005. Formation of structures resembling ericoid mycorrhizas by the root endophytic fungus *Heteroconium chaetospira* within roots of *Rhododendron obtusum* var. *kaempferi*. Mycorrhiza 15: 61-64.
- Usuki, F., P. J. Abe and M. Kakishima. 2003. Diversity of ericoid mycorrhizal fungi isolated from hair roots of *Rhododendron obtusum* var. *kaempferi* in a Japanese red pine forest. Mycoscience 44: 97-102.
- Verkley, G. J., J. D. Zijlstra, R. C. Summerbell and F. Berendse. 2003. Phylogeny and taxonomy of root-inhabiting *Cryptosporiopsis* species, and *C. rhizophila* sp. nov., a fungus inhabiting roots of several Ericaceae. Mycological research 107: 689-698.
- Vohní'k, M., Z. Burdí'kova', J. Albrechtova' and M. Vosa'tka. 2009. Testate amoebae (*Arcellinida* and *Euglyphida*) vs. ericoid mycorrhizal and DSE fungi: a possible novel interaction in the mycorrhizosphere

- of ericaceous plants? *Microbial Ecology* 57: 203-214.
- Vohník, M., L. Mrnka, T. Lukešová, M. C. Bruzone, P. Kohout and J. Fehrer. 2013. The cultivable endophytic community of Norway spruce ectomycorrhizas from microhabitats lacking ericaceous hosts is dominated by ericoid mycorrhizal *Meliniomyces variabilis*. *Fungal Ecology* 6: 281-292.
- Vohník, M., S. Lukančič, E. Bahor, M. Regvar, M. Vosátka and D. Vodnik. 2003. Inoculation of *Rhododendron* cv. Belle-Heller with two strains of *Phialocephala fortinii* in two different substrates. *Folia Geobotanica* 38: 191-200.
- Xiao, G. and S. M. Berch. 1996. Diversity and abundance of ericoid mycorrhizal fungi of *Gaultheria shallon* on forest clearcuts. *Canadian Journal of Botany* 74: 337-346.
- Yonezawa, M., F. Usuki, K. Narisawa, J. Takahashi and T. Hashiba. 2004. Anatomical study on the interaction between the root endophytic fungus *Heteroconium chaetospira* and Chinese cabbage. *Mycoscience* 45: 367-371.
- Zijlstra, J. D., P. Van't Hof, J. Baar, G. J. Verkley, R. C. Summerbell, I. Paradi, E. G. Braakhekke and F. Berendse. 2005. Diversity of symbiotic root endophytes of the Helotiales in ericaceous plants and the grass, *Deschampsia flexuosa*. *Studies in Mycology* 53: 147-162.

表 1. 烏來杜鵑種子苗接種不同菌株後培養 60 天後之鮮重

Table 1. Fresh weight of *Rhododendron kanehirae* seedlings with different inoculants after 60-day incubation

Inoculant	Fresh weight(g)		
	Root	Stem	Total
<i>Cryptosporiopsis ericae</i>	0	0	0
<i>Oidiodendron maius</i>	5.1±0.8	1.3±0.3	6.4±0.6
<i>Phialocephala fortinii</i>	0	0	0
<i>Rhizoscyphus ericae</i>	6.7±1.8	2.1±0.2	8.9±1.8

All values were means ± standard deviation of three replicate cultures

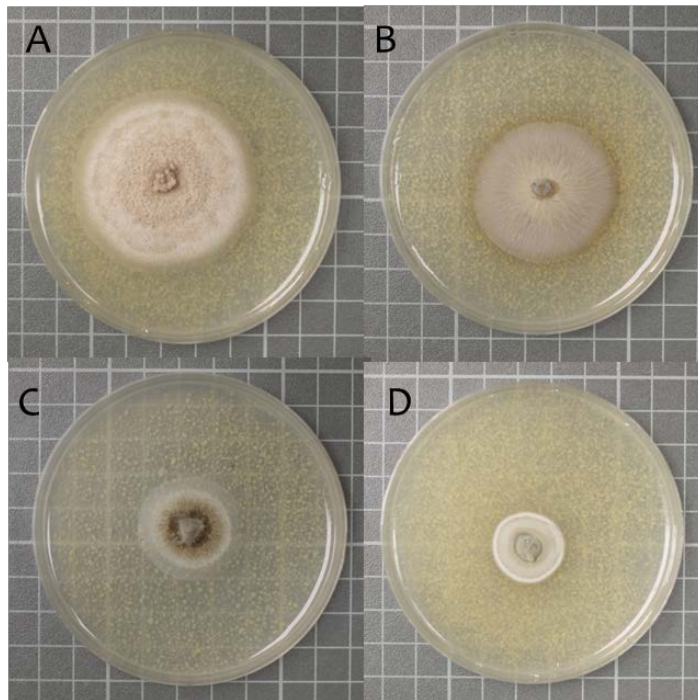


圖 1. 4 株根部內生菌於 corn meal malt yeast 培養基中培養 14 天後之菌落形態。A : *Cryptosporiopsis ericae* ; B : *Oidiodendron maius* ; C : *Phialocephala fortinii* ; D : *Rhizoscyphus ericae* °

Fig. 1. Colonial morphology of four root endophytic fungi cultured on corn meal malt yeast medium for 14ds. A: *C. ericae*; B: *O. maius*; C: *P. fortinii*; D: *R. ericae*.

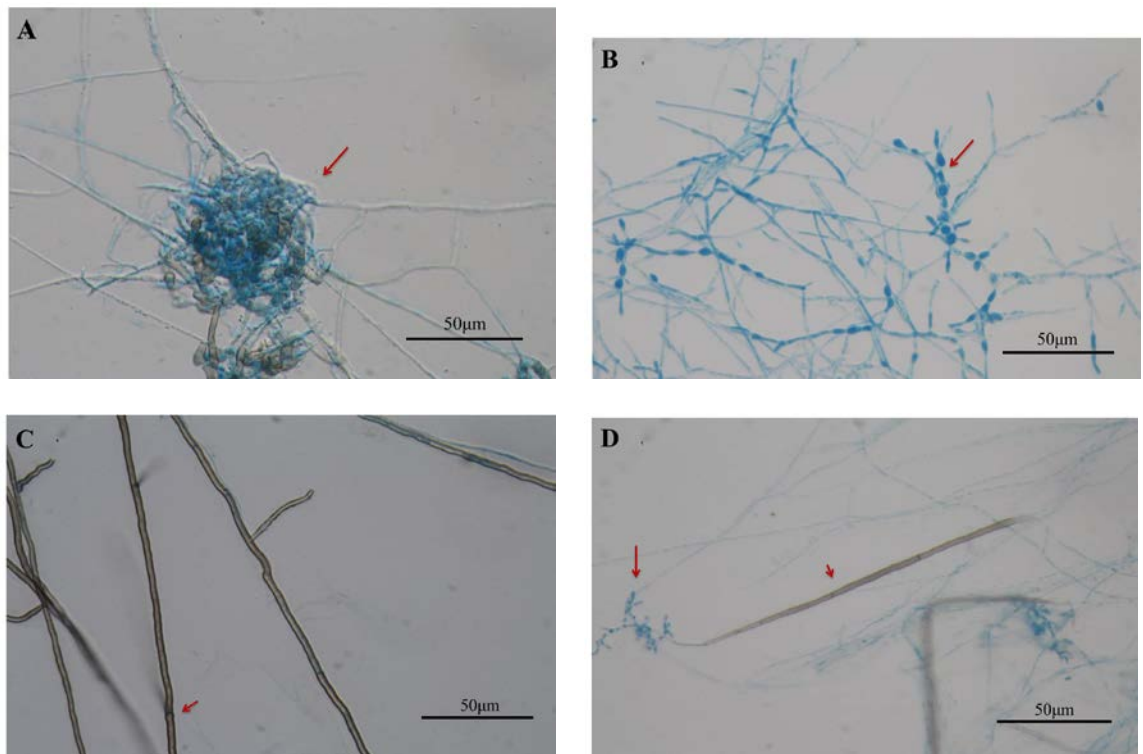


圖 2. 內生菌菌絲形態。A: *C. ericae*, 鏈狀菌絲(箭)；B: *R. ericae*, 鏈狀菌絲(箭)；C: *P. fortinii*, 隔膜菌絲(箭)；D: *O. maius*, 分生孢子(箭)和分生孢子柄(箭頭)。

Fig. 2. Morphological characteristic of endophytic fungi from ericaceous host cultured on slide glass culture. A: *C. ericae*, moniliform hyphae (arrow). B: *R. ericae*, moniliform hyphae (arrow). C: *P. fortinii*, septate hyphae (arrow). D: *O. maius*, conidia (arrow) and conidiophore (arrowhead).

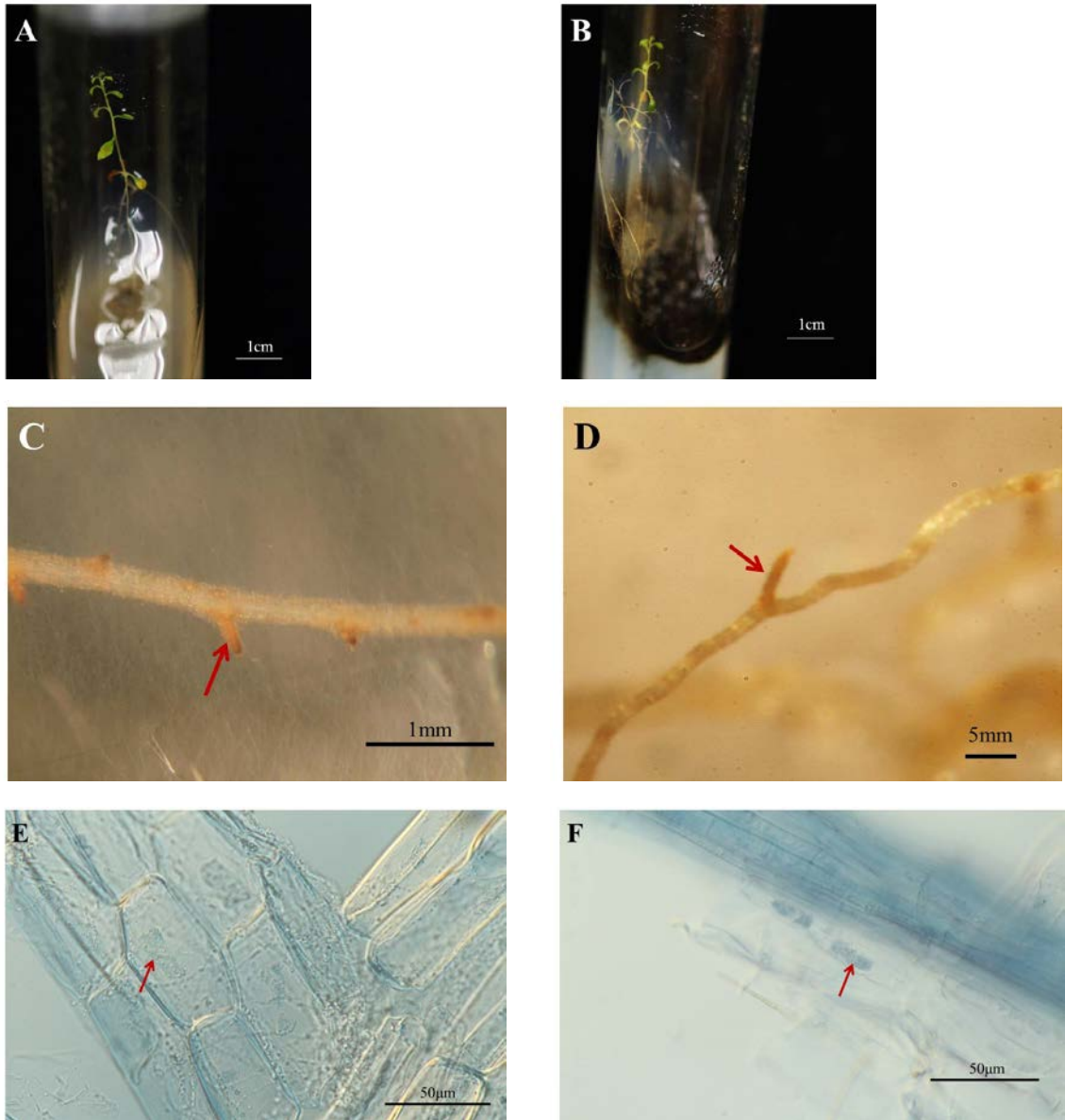


圖 3. 全合成烏來杜鵑苗木形態。A: *O. maius* 之接種苗；B: *R. ericae* 之接種苗；C: *O. maius* 之結合體(箭)；D: *R. ericae* 之結合體(箭)；E: *O. maius* 之染根，菌絲複合體(箭)；F: *R. ericae* 之染根，菌絲複合體(箭)。

Fig. 3. Morphology of *Rhododendron kanehirai* mycorrhizal seedlings. A: *O. maius*-inoculation. B: *R. ericae*-inoculation. C: association of *O. maius*-inoculation (arrow). D: association of *R. ericae*-inoculation (arrow). E: staining root of *O. maius*-inoculation, hyphal complex (arrow). F: staining root of *R. ericae*-inoculation, hyphal complex (arrow).

