

茶白紋羽病及其病原菌¹

孫岩章²、林秀穗^{2,3}、謝煥儒²

【摘要】於南投4處高山茶園出現立枯型病徵之茶樹根腐檢體中，分離出9株白紋羽菌株，其特徵為菌絲隔膜處呈梨形膨大，並可於罹病組織處產生分生孢梗束（synnemata）等構造。進行茶苗人工接種試驗結果顯示，所有菌株之致病性皆相當高，可使接種茶苗產生與田間罹病株相同之病徵，從死亡病株中可再度分離出白紋羽菌，而完成柯霍氏法則。選取4株致病力最高之白紋羽菌株進行生理試驗，結果顯示供試菌株其最適生長溫度範圍為25℃，35℃以上則不生長，而於5℃1星期後，菌落仍可生長0.1mm；菌絲生長最適酸鹼度約為pH5；6種不同碳素源中以葡萄糖（glucose）最適合茶白紋羽菌絲直線生長，而木糖（xylose）較不適合。8種氮素源中，以有機氮源較適合菌絲之生長；而硝酸鈣或尿素作為氮源時，其菌絲生長最緩慢。

【關鍵詞】茶樹、白紋羽菌、形態、病原性、生理性

Morphological and Physiological Characterization of *Dematophora necatrix* Isolates from *Camellia sinensis*¹

En-Jung Sun² Hsiu-Sui Lin^{2,3} Huann-Ju Hsieh²

【Abstract】Nine isolates of *Dematophora necatrix* Hartig were isolated from white root rot samples of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze gathered from four tea plantations that suffered from the dieback disease in Nantou. Some aged hypha showed the pear-shape swellings adjacent to the septa. The fungus could also produce synnemata on the diseased tissue. Pathogenicity test indicated that all the isolates of the fungus were highly virulent when inoculated to tea cuttings and could produce similar symptoms as those observed in the tea plantations. The pathogen could be re-isolated from dead inoculated tea cuttings to fulfill Koch's postulates. Four representative isolates with high virulence were selected for physiological tests. The optimum temperature range for radial growth of mycelium was around 25℃. No growth was observed when temperature was over 35℃. While incubated at 5℃ for one week, there were still about 0.1 mm mycelium grow out of the discs. The optimum pH for radial growth of the representative pathogens was about pH 5. Among six different carbon sources, glucose demonstrated to be the best one to enhance the radical growth of the pathogen, while xylose was the most inferior. The effects of organic nitrogen sources for mycelial growth of the pathogen were better than those of inorganic ones. The slowest radial growth of the pathogen were observed when

1. 部分經費源自 94 農科-13.2.1-茶-T1 及 95 農科-13.2.1-茶-T1
This work is partially supported by 94AS-13.2.1-TS-T1 and 95AS-13.2.2-TS-T1.
2. 國立台灣大學植物病理與微生物學系，台北市羅斯福路4段1號
Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University, No.1, Sec.4, Roosevelt Rd., Taipei, 10617 Taiwan, ROC.
3. 通訊作者 Corresponding author，e-mail：sophiattes@yahoo.com.tw

Ca(NO₃)₂ and urea were used as the nitrogen sources.

【Key words】*Camellia sinensis*, *Dematophora necatrix*, morphology, pathogenicity, physiology

一、前言

白紋羽病 (White root rot) 為一種土媒病害，危害寄主植物之根部及地際部，在潮濕環境下，可產生大量白至灰白色的菌絲覆蓋在病組織表面。若將罹病根皮剝離後，可發現白色羽扇狀菌絲存在，其所造成之根部腐朽種類屬於白根腐 (white root rot)。白紋羽病急性發病時可造成植株迅速萎凋，慢性發病時植株黃化而枝葉稀疏漸漸枯死。本病可危害多種果樹如枇杷 (段中漢等，1990)、梨 (呂理桑，1995)、蘋果、李、杏、橄欖、柑橘及葡萄等 (Szejnberg, 1980)，造成許多林木和行道樹如松樹 (Watanabe, 1992) 及櫻花 (張東柱等，1999) 等之根腐病，其亦為台灣地區引起果樹以及木本觀賞植物立枯之真菌病害之一 (安寶貞等，2005)。

根據台灣植物病害名彙 (徐世典等，2002)、日本 (本場三郎，1955；廣川敢，1968；田村市太郎、小野小三郎，1971) 以及中國 (陳宗懋、陳雪芬，1990) 等文獻之記載，其亦為茶樹根部重要病害之一。以往台灣茶樹病害研究對象皆集中於地上部病害方面，對於地下部茶樹病害之研究目前仍然相當缺乏，而由白紋羽病對枇杷及梨等作物之危害經驗顯示，茶白紋羽病實在不容忽視。近年來，中部茶區頻傳茶白紋羽病危害之訊息，有鑑於此，故以茶白紋羽病為標的進行其形態和生理特性之研究，希冀藉由本研究能對台灣地區之茶白紋羽菌更加瞭解，以提供日後進行茶白紋羽病防治之基礎。

二、材料與方法

(一) 病原菌分離、鑑定及保存

2004-2005 年於台灣主要茶區：宜蘭 5 處、台北 7 處、花蓮 5 處、台東 9 處、南投 21 處及嘉義 15 處茶園，共 62 處呈區塊狀立枯茶樹之茶園進行採樣，採得之根腐樣品置於塑膠袋中，室溫下運送回實驗

室後，儘速進行病原菌分離工作；另外，由各地茶農所寄送之疑似根腐病檢體亦一併進行分菌工作。根腐檢體以自來水沖去泥砂，以 1 % NaClO 表面消毒 5-10 min 後，切成小片，置於酸化馬鈴薯葡萄糖培養基 (Merck 馬鈴薯葡萄糖培養基粉末，39 g/L 蒸餾水，以經 0.22 μm 過濾之 0.1 N HCl 調整至 pH 4.0)，於 25 °C、黑暗中培養，待菌絲長出後，於立體顯微鏡下切取單菌絲，置於馬鈴薯洋菜培養基中進行純培養。切取可疑菌落之菌絲塊以 1 % 棉藍乳酚 (lactophenol containing 1 % cotton blue) 進行鏡檢，觀察其是否為白紋羽菌絲。將所分離出之茶白紋羽菌純培養於 25 °C、黑暗中，至菌落快長滿 PDA 培養皿時，以直徑 6 mm 之鑽孔器切取菌落邊緣，將 1 菌絲塊移植至 PDA 螺旋試管斜面中，繼代培養至菌落長滿基質後，旋緊螺旋蓋，以石蠟膜封口，置於 4 °C 冷藏保存。

(二) 光學顯微鏡檢及掃描式電子顯微鏡標本製作及觀察

將病根上產生與文獻 (陳宗懋、陳雪芬，1990；張東柱等，1999；Nakamura *et al.*, 2002) 上描述相符之茶白紋羽菌無性世代材料取下，置於含 1 滴蒸餾水之玻片上，蓋上蓋玻片後，以光學顯微鏡進行鏡檢，並於 400 倍放大倍率下量取 100 個分生孢子 (conidia) 之大小。另外，以解剖刀切取無性世代材料，室溫下，置於含有 2.5 % glutaldehyde 及 4 % paraformaldehyde 之磷酸緩衝液 (0.1 M, pH 7.0) 中 4 hr，進行樣品固定步驟，以磷酸緩衝液浸泡洗 15 min，共 3 次；接著進行脫水步驟：依序分別以 30 %、50 % 及 70 % 酒精各脫水 10 min，85 %、95 % 及 100 % 酒精各脫水 20 min，再以 100 % 酒精脫水過夜，然後以 100 % 丙酮脫水 20 min，共 2 次後，進行臨界點乾燥處理 (Hitachi HCP-2 Critical Point Dryer, Japan)，將樣本取出後，以雙面膠黏貼於掃描式電子顯微鏡樣品台上，鍍上金膜後 (Hitachi

EIB-2 ion coater, Japan)，以掃描式電子顯微鏡系統 (Hitachi S-2400 scanning electron microscope, Japan) 進行觀察並拍照。

(三) 病原性測試

一年生青心烏龍 (Chin Shin Oolong) 仔插苗購自南投茶苗供應商，參照筆者之前發表方法 (林秀穗、謝煥儒，2006) 進行例行管理及病原性測試，測試方法如下：白紋羽菌接種於滅菌燕麥粒，25 °C 黑暗中培養 1 個月後，作為處理組接種源。接種用土為紅壤：河沙=1:1 (v/v) 之均勻混合土，接種時於 10 cm 塑膠盆底部，先置入約 3 cm 混合土後，均勻置入 10 g 接種源，然後小心移植入一株茶苗並覆蓋上混合土，每一處理 5 盆；另外，以未接種之燕麥粒作為對照組之接種源，接種後每天觀察至 3-4 個月為止，並依照疾病等級 (disease index, DI) 記錄發病情形，以平均疾病等級 (Avg DI) 表示各分離株之致病力高低，本試驗共重複 2 次；植株死亡或試驗結束時，將測試植株連根拔起，觀察記錄其根腐情形，將每一處理組之病根以前述方法進行病原菌分離，或置於濕室中 1 星期後挑取菌絲進行鏡檢，以確認其為白紋羽菌感染，完成柯霍氏法則。疾病等級定義如下：

- 0：地上部及根系健康之植物。
- 1：地上部外表健康，但根系已被菌絲感染，地上部開始出現不正常地黃化落葉現象。
- 2：地上部黃化落葉小於樹冠 1/2。
- 3：地上部黃化落葉大於等於樹冠 1/2 小於樹冠 3/4，或葉色褪綠捲曲略呈缺水狀
- 4：地上部黃化落葉大於樹冠 3/4，或植株葉色褪綠下垂失去生氣呈嚴重缺水狀
- 5：植株整株褐化枯死或呈青枯狀。

疾病等級 (DI) 計算公式如下：

$$DI = \sum DI_n / 5$$

DI_n：各試驗株之疾病等級。

(四) 溫度對菌絲生長之影響

以下之生理試驗，皆以每一罹病茶園中致病力

最高之分離株：Dn 001、Dn 002、Dn 006 及 Dn 009 為代表進行。將直徑 6 mm 年輕菌絲塊接種至直徑 9 cm PDA 平板中央，每皿置入 1 菌絲塊，每 1 溫度處理共 4 皿，將培養皿分別置於 5、10、15、20、25、30 及 35 °C 之恆溫生長箱中，於黑暗中培養 5 天後，量取菌落直徑大小 (cm)，本試驗共重複 2 次，計算其菌落平均值後對溫度作圖。

(五) 酸鹼度對菌絲生長之影響

取 55 °C 無菌之 PDA 培養基，於無菌操作下，以 0.1 N HCl 及 pH 試紙調整至 pH 3、4、5 及 pH 6；另外，以 0.1 N NaOH 調整至 pH 7、8、9 及 pH 10 後，配製成直徑 9 cm 平板培養基，將直徑 6 mm 之年輕菌絲塊接種至上述平板中央，每皿置入一菌絲塊，每一酸鹼度處理共 4 皿，將培養皿分別置於 25 °C、黑暗中，培養 5 天後，量取菌落直徑大小 (cm)，本試驗共重複 2 次，計算其菌落平均值後對酸鹼度作圖。

(六) 碳素源對菌絲生長之影響

以 Czapek 培養基配方 (Singleton *et al.*, 1992) 為基礎【硝酸鈉 (NaNO₃) 3.0 g、磷酸氫二鉀 (K₂HPO₄) 1.0 g、硫酸鎂 (MgSO₄ 7H₂O) 0.5 g、氯化鉀 (KCl) 0.5 g、硫酸鐵 (FeSO₄ 7H₂O) 0.01 g、蔗糖 (sucrose) 30.0 g 及洋菜粉 15.0 g 於 1 L 水中】；將此配方中之碳素源之 3% 蔗糖成分，分別以葡萄糖 (glucose)、果糖 (fructose)、半乳糖 (galactose)、木糖 (xylose) 及可溶性澱粉 (soluble starch) 等 5 種碳素源取代，經 121 °C、15 min 高壓滅菌後，配製成修飾之 Czapek 培養基，並以原 Czapek 培養基配方為對照組，進行碳素源對菌絲生長影響之試驗。將直徑 6 mm 之年輕菌落塊，接種至上述 9 cm 平板中央，每皿置入 1 菌絲塊，每一處理共 4 皿，置於 25 °C、黑暗中培養 5 天後，量取菌落大小，並計算其生長速率 (mm/day)，本試驗共重複 2 次，所得結果以單向變異數 (oneway ANOVA) 及鄧肯氏多重變域法 (Duncan's multiple range test, MRT) 進行分析。

(七) 氮素源對菌絲生長之影響

以前述之 Czapek 培養基配方為基礎，將此配方中原本之氮素源之 0.3 % 硝酸鈉成分，分別以亞硝酸鈉(NaNO_2)、尿素(NH_2CONH_2)、硝酸銨(NH_4NO_3)、硝酸鈣($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)、硫酸銨($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)、大豆水解勝肽(peptone)及酪蛋白(casein)等 7 種氮素源進行取代，配製修飾之 Czapek 培養基，經 121°C、15 min 高壓滅菌後配製成平板培養基備用；並以原 Czapek 培養基配方為對照組，進行氮素源對菌絲生長影響之試驗。將直徑 6 mm 之年輕菌落塊，接種至上述 9 cm 平板中央，每皿置入 1 菌絲塊，每一處理共 4 皿，置於 25 °C、黑暗中培養 5 天後，量取菌落大小，並計算其生長速率(mm/day)，本試驗共重複 2 次，所得結果以單向變異數及鄧肯氏多重變域法進行分析。

三、結果

(一) 菌株收集及病原菌形態

2004-2005 年間，於台灣地區共 62 處茶園進行採樣、分離之結果，於南投仁愛鄉翠峰地區 4 處茶園所採得之茶樹根腐檢體中，分離出 9 株具有隔膜處梨形膨大特徵之菌株(表 1)，其他檢體則均未分離出茶白紋羽菌。4 處罹病茶園皆屬高山茶區，其海拔高度皆高於 1500 m，所栽植之茶樹品種，3 處為青心烏龍 1 處為台茶 12 號，其罹病程度以海拔高度 1700 m 之病園其白紋羽病之發病情況最嚴重，全園已有多處發病中心(disease patch)存在，此園中所分離到之白紋羽菌株亦最多，共有 4 株菌；而海拔高度 1900 m 處之茶園，則為新發病園，園內有 1 處病區存在，由所採集之立枯茶樹樣本中分離出 1 菌株，其餘 2 處罹病茶園則各分離出 2 株茶白紋羽菌。

田間罹病植株之病徵(圖 1-1)，其枝葉顏色褪綠，略呈缺水狀下垂，拔起後檢視地際部及病根，有大量白色菌絲存在，病根之皮層容易剝落，暴露出白色羽扇狀菌絲(圖 1-2)。培養於馬鈴薯葡萄糖培養基上之年輕菌落呈白色絨毛狀，老化菌落會產生黑色素，鏡檢可發現其部分菌絲之隔膜(septa)處具明顯梨形膨大之典型特徵(圖 1-3)，老化菌落

可產生黑色之微菌核(microsclerotia)構造。罹病茶樹枯死後，有時可於地際部發現黑色剛毛狀、叢生、頭部為白色膨大之無性構造—分生孢梗束(synnemata, 圖 1-4)，以光學顯微進行鏡檢，可見其由許多黑褐色菌絲所組成，其頂端呈白色膨大處，以掃描式電子顯微鏡進行觀察，可見其係由鋸齒狀(geniculate)之分生孢子梗(conidiophore)聚集而成(圖 1-5)，分生孢子梗末端著生無色透明的分生孢子(圖 1-6)，其為單胞、橢圓形截頭狀，大小約 $2.9-5.8 \times 1.9-3.5 \mu\text{m}$ 。

(二) 病原性測試

進行茶苗人工接種之結果(表 1)，可知其中以菌株 Dn 006 致病力最高(平均病害等級=5.0)，其次為 Dn 002(平均病害等級=4.5)，而 Dn 004 之病原性最低，然而，其平均病害等級仍然高達 3.9，顯示所收集之菌株其致病力皆相當強。所有菌株接種後，皆可使茶苗產生黃化落葉或迅速萎凋二種與田間觀察相似之病徵；從死亡病株中可再度分離出病原菌，完成柯霍氏法則。

表 1 茶白紋羽菌株及其致病力

Isolate	Altitude (m) ^a	Tea cultivar	Avg DI ^b
Dn001	1900	Chin Shin Oolong	4.3
Dn002	1700	Chin Shin Oolong	4.5
Dn003	1700	Chin Shin Oolong	4.1
Dn004	1700	Chin Shin Oolong	3.9
Dn005	1700	Chin Shin Oolong	4.2
Dn006	1600	TRES No.12	5.0
Dn007	1600	TRES No.12	4.2
Dn008	2100	Chin Shin Oolong	4.3
Dn009	2100	Chin Shin Oolong	4.3

a: 茶園大約海拔高度。

b: Avg DI = $\sum \text{DI} / 5$ 之 2 重複平均; DI: 各試驗株之疾病等級。

0: 地上部及根系健康之植物; 1: 地上部外表健康，但根系已被菌絲感染，地上部開始出現不正常地黃化落葉現象; 2: 地上部黃化落葉小於樹冠 1/2; 3: 地上部黃化落葉大於等於樹冠 1/2 小於樹冠 3/4，或葉色褪綠捲曲略呈缺水狀; 4: 地上部黃化落葉大於樹冠 3/4，或植株葉色褪綠下垂失去生氣呈嚴重缺水狀; 5: 植株整株褐色枯死或呈青枯狀。

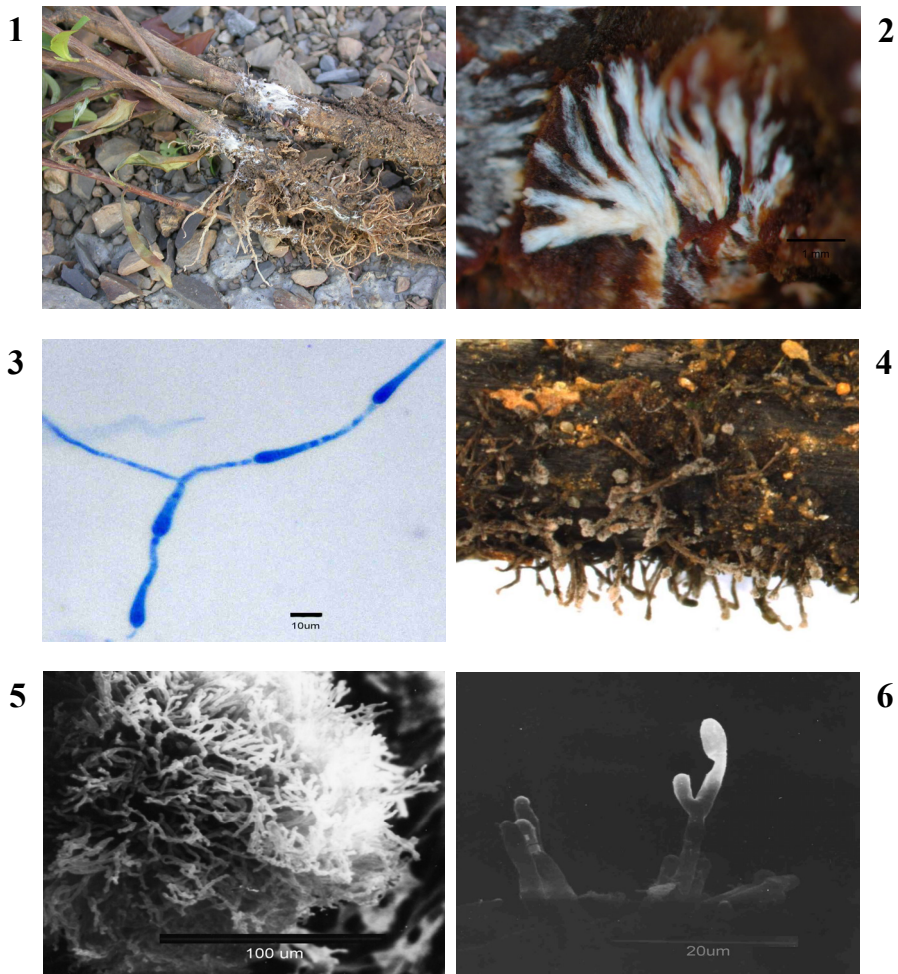


圖 1 茶白紋羽病徵及其形態。1-1. 罹病株之病徵 1-2. 白色羽扇狀菌絲 1-3. 菌絲隔膜處有梨形膨大 1-4. 接種茶苗地際部所產生之無性世代（放大 7.5 倍）1-5. 分生孢梗束頂端白色膨大處（掃描式電子顯微鏡）1-6. 分生孢子梗及分生孢子（掃描式電子顯微鏡）。

(三) 溫度對菌絲生長之影響

所測試之 4 株菌於各溫度下培養 5 天之溫度生長曲線（圖 2），可知各代表菌株於各溫度下之直線生長雖有高低，但基本上其趨勢相當一致，於溫度 5-30 °C 範圍內皆可生長，最適生長溫度範圍為 25 °C，高於 35 °C 不生長，而溫度低至 5 °C、7 天後，菌落仍有 0.1 mm 之生長量。

(四) pH 對菌絲生長之影響

根據所測試之 4 株菌於各酸鹼值下培養 5 天之 pH 生長曲線（圖 3），可知其菌絲於 pH 3-10 之範圍內皆可生長，其生長最適 pH 為 5 左右，而 pH 低於 4 及大於 8 時，雖然菌絲仍可生長，但其生長較緩慢。

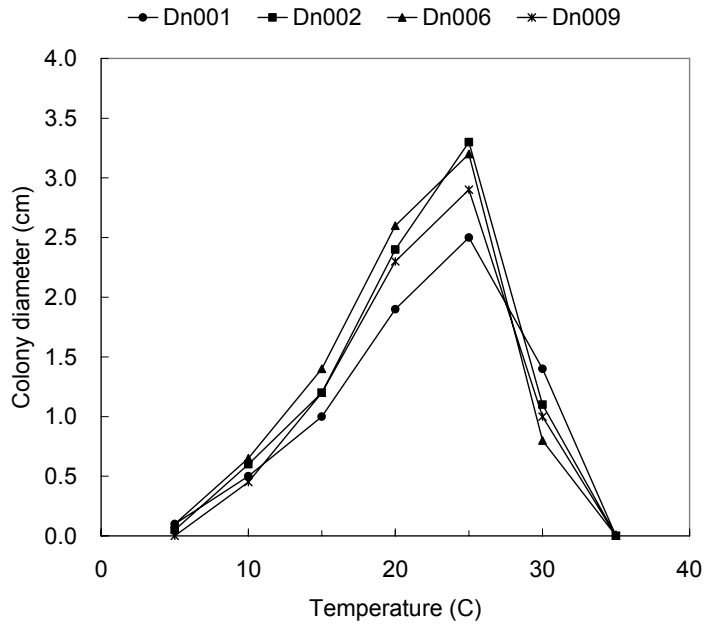


圖 2 溫度對茶白紋羽菌菌絲生長之影響

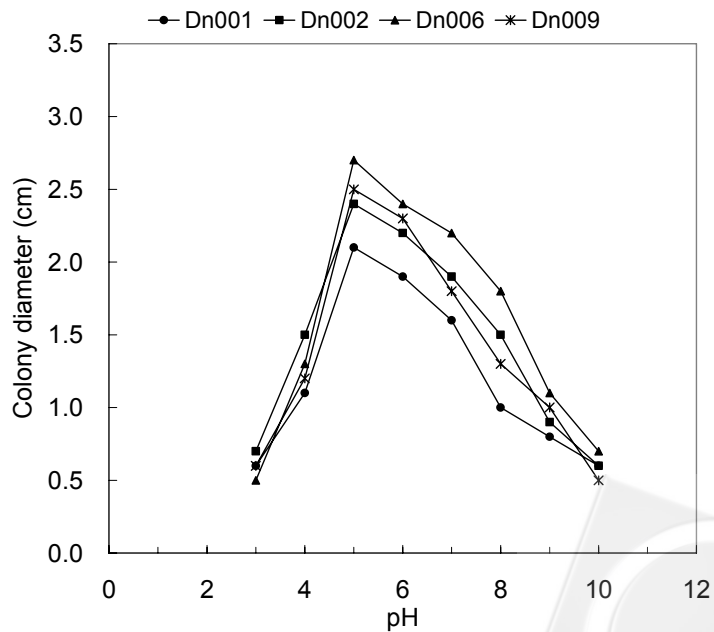


圖 3 酸鹼度對茶白紋羽菌菌絲生長之影響



(五) 碳素源對菌絲生長之影響

6 種常見碳素源對菌絲生長之影響試驗(表 2)，各菌株在 6 種醣類碳素源之培養基上生長雖有差異，但 4 株菌皆以在葡萄糖 (glucose) 為碳素源之培養基上生長最快，菌株 Dn001 之平均生長速率為 1.62 mm/day、菌株 Dn002 之平均生長速率為 1.41 mm/day、菌株 Dn006 之平均生長速率為 2.00 mm/day、菌株 Dn009 之平均生長速率為 1.96 mm/day，而以果糖 (fructose)、半乳糖 (galactose) 及對照組蔗糖 (sucrose) 為碳素源時菌株生長亦佳，各菌株其平均生長速率可達 0.63 mm/day 以上，然而，以木糖 (xylose) 作為碳素源時，菌株 Dn001 之平均生長速率為 0.63 mm/day、菌株 Dn002 之平均生長速率為 0.32 mm/day、菌株 Dn006 之平均生長速率為 0.68 mm/day、菌株 Dn009 之平均生長速率為 0.5 mm/day，相對於各菌株於其他碳素源之生長速率其較為緩慢。

表 2 不同碳素源對茶白紋羽菌絲生長之影響

Carbon source	Growth rate (mm /day) ¹			
	Dn001	Dn002	Dn006	Dn009
Glucose	1.62a	1.41a	2.0a	1.96a
Fructose	1.19b	0.69b	1.32b	1.79ab
Galactose	1.13b	0.93b	1.32b	1.57bc
Xylose	0.63c	0.32d	0.68c	0.50e
Soluble starch	0.94b	0.47d	1.21b	1.11d
Sucrose (control)	0.94b	0.63bc	1.25b	1.32dc

註：各處理平均值 (n=4)，同欄數值英文字母相同者表示其 Duncan MRT 差異不顯著 (p=0.05)。

(六) 氮素源對菌絲生長之影響

8 種常見氮素源對菌絲生長之影響結果(表 3)，可知各菌株以大豆水解胨 (peptone) 為氮素源時生長最快，菌株 Dn001 之平均生長速率為 1.25 mm/day、菌株 Dn002 之平均生長速率為 1.96 mm/day、菌株 Dn006 之平均生長速率為 2.62

mm/day、菌株 Dn009 之平均生長速率為 2.57 mm/day，其次為以酪蛋白 (casein) 為氮素源時，菌株 Dn001 之平均生長速率為 0.88 mm/day、菌株 Dn002 之平均生長速率為 1.75 mm/day、菌株 Dn006 之平均生長速率為 2.10 mm/day、菌株 Dn009 之平均生長速率為 2.48 mm/day，此二種有機氮素源相對於硝酸鈉 (NaNO₃) 對照組，有促進菌絲生長之效果。而無機氮源中，以硝酸銨 (NH₄NO₃)、硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)、亞硝酸鈉 (NaNO₂)及硝酸鈉 (NaNO₃) 作為氮素源時生長亦佳，各菌株平均生長速率可達 0.54 mm/day 以上，然而，以硝酸鈣 (Ca(NO₃)₂) 作為氮素源時，菌株 Dn001 之平均生長速率為 0.17 mm/day、菌株 Dn002 之平均生長速率為 0.34 mm/day、菌株 Dn006 之平均生長速率為 0.31 mm/day、菌株 Dn009 之平均生長速率為 0.31 mm/day，與以尿素作為氮素源時，菌株 Dn001 之平均生長速率為 0.17 mm/day、菌株 Dn002 之平均生長速率為 0.19 mm/day、菌株 Dn006 之平均生長速率為 0.07 mm/day、菌株 Dn009 之平均生長速率為 0.12 mm/day，供試菌株於此二種無機氮素源上之菌絲生長相較於硝酸鈉 (NaNO₃) 對照組而言，明顯有生長緩慢之現象。

表 3 不同氮素源對茶白紋羽菌絲生長之影響

Nitrogen source	Growth rate (mm /day) ¹			
	Dn001	Dn002	Dn006	Dn009
Sodium nitrite	0.54c	0.71d	1.24d	1.00d
Ammonium nitrate	0.71bc	1.67b	1.79c	2.26b
Ammonium sulfate	0.63c	1.40c	1.69c	2.38ab
Calcium nitrate	0.17d	0.34e	0.31e	0.31e
Urea	0.17d	0.19e	0.07e	0.12e
Peptone	1.25a	1.96a	2.62a	2.57a
Casein	0.88b	1.75b	2.10b	2.48ab
Sodium nitrate(control)	0.67c	1.46c	1.33d	1.79c

註：各處理平均值 (n=4)，同欄數值英文字母相同者表示其 Duncan MRT 差異不顯著 (p=0.05)。

四、討論

本研究所分離出之病原菌其菌絲、分生孢子形態及大小(2.9-5.8 × 1.9-3.5 μm)和日本茶樹 3.0-5.0 × 2.0-3.4 μm (Ezuka *et al.*, 1973)、台灣枇杷 3.8-5.6 × 2.8-3.8 μm (林益昇、段中漢, 1988) 以及日本梨樹 2.7-4.5 × 1.6-2.5 μm (Nakamura *et al.*, 2002) 之白紋羽菌無性世代相符；接種至茶苗進行病原性測試，顯示分離株對茶苗之致病力皆相當高(疾病指數≥3.9)，且可產生茶白紋羽病之典型病徵(本場三郎, 1955；廣川敢, 1968；田村市太郎、小野小三郎, 1971；林益昇、段中漢, 1988；陳宗懋、陳雪芬, 1990)，並完成柯霍氏法則，故鑑定其為 *Dematophora necatrix* Hartig。另外，本研究發現翠峰地區之罹病茶園發病狀況不一。

病原菌生理特性方面，本研究之結果顯示在生長溫度方面，茶白紋羽菌對低溫較有耐受性，而對高溫則較敏感，此與枇杷白紋羽菌(林益昇、段中漢, 1988) 及 Pérez-Jiménez (2006) 對白紋羽菌之描述相符。測試分離株其最適生長 pH 範圍為 pH 5，此亦落於文獻所述 pH5-8 之生長適宜範圍內 (Pérez-Jiménez, 2006)。

本研究之結果，顯示葡萄糖作為碳源時，茶白紋羽菌絲生長最快，以其他醣類為碳源時生長亦佳，而以木糖為碳源時生長最慢；此與文獻所述白紋羽菌營養菌絲可有效代謝葡萄糖、果糖及澱粉 (Pérez-Jiménez, 2006) 之結果相符。然而，Pérez-Jiménez (2006) 指出白紋羽菌營養菌絲無法有效地利用蔗糖，此與本研究中，茶白紋羽菌絲以蔗糖為碳源時，菌絲亦生長良好之結果有所不同，其有待更進一步之研究。

氮源對菌絲生長之影響方面，可知茶白紋羽菌於有機氮源 (peptone 及 casein) 上之生長最好，而在硝酸鈣 (Ca(NO₃)₂) 及尿素二種無機氮源中，菌絲有生長緩慢之現象。文獻指出尿素對萵苣褐斑病菌 (林秀儒、黃振文, 2002) 及褐根病菌 (Chang and Chang, 1999) 菌絲生長具有抑制作用；研究亦顯示

土壤中施用尿素具有抑制褐根病的效果 (Chang and Chang, 1999)，然而，硝酸鈣及尿素對茶白紋羽菌生長是否具有抑制效果？仍有待更進一步之研究。

五、謝誌

本研究承蒙行政院農業委員會林業試驗所傅春旭博士協助試驗及行政院農業委員會茶業改良場支持，特此致謝。

六、引用文獻

1. 安寶貞、蔡志濃、張東柱、王姻婷 2005 台灣果樹及木本觀賞植物立枯型真菌性病害之調查與分布 植物病理學會刊 14(3):203-210。
2. 呂理燊 1995 果樹病害(一) 落葉果樹病害－梨病害 台灣農家要覽農作篇(三) 豐年社 台北市 臺灣 pp.70。
3. 林秀儒、黃振文 2002 萵苣褐斑病菌之半選擇性培養基 植物病理學會刊 11:147-156。
4. 林秀穗、謝煥儒 2006 茶白紋羽病及其病原性測試之探討 台灣茶業研究彙報 25:17-30。
5. 林益昇、段中漢 1988 枇杷白紋羽病及其病原菌 中華農業研究 37(3):305-312。
6. 段中漢、蔡武雄、杜金池 1990 枇杷白紋羽病及其病原菌 中華農業研究 39(1):47-54。
7. 徐世典、張東柱、張清安、蔡進來、蔡東纂 2002 台灣植物病害名彙 第四版中華民國植物病理學會 臺灣 pp.44-46。
8. 張東柱、謝煥如、張瑞璋、傅春旭 1999 白紋羽病 台灣常見樹木病害行政院農業委員會林業試驗所 臺北 臺灣 pp.118-119。
9. 陳宗懋、陳雪芬 1990 茶樹根病 茶樹病害的診斷和防治 上海科學 pp.180-181。
10. 田村市太郎、小野小三郎 1971 茶病害 原色作物的病害虫診斷農山漁村文化協會 東京 日本 pp. 80-81。
11. 本場三郎 1955 多犯性病害 茶病害 作物病害の診斷と防除養賢堂 東京 日本 pp.

- 384-390。
12. 廣川敢 1968 白紋羽病 茶 特用作物 農業總覽 原色病害虫の診断と防除編 2 農山漁村文化協會 東京 日本 pp. 29-33。
 13. Chang, T. T. and R. J. Chang. 1999. Generation of volatile ammonia from urea fungicide to *Phellinus noxius* in infected wood in soil under controlled conditions. *Plant Pathol.* 48:337-344.
 14. Ezuka, A., K. Kasai and H. Kibushi. 1973. Notes on the perithecial stage of *Rosellinia* parasitic on tea plant (in Japanese). *Chagyo Kenkyu Hokoku* 40:26-30.
 15. Nakamura, H., K.-I. Ikeda, M. Arakawa and N. Matsumoto. 2002. Conidioma production of the white root rot fungus in axenic culture under near-ultraviolet light radiation. *Mycoscience* 43:251-254.
 16. Pérez-Jiménez, R. M. 2006. A review of the biology and pathogenicity of *Rosellinia necatrix* – the cause of white root rot disease of fruit trees and other plants. *J. Phytopathol.* 154:257-266.
 17. Singleton, L. L., J. D. Mihail and C. M. Rush (eds) 1992. Methods for research on soil-borne phytopathogenic fungi. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota, USA. pp. 243.
 18. Szejnberg, A. 1980. Host range of *Dematophora necatrix*, the cause of white root rot disease in fruit trees. *Plant Dis.* 7:662-664.
 19. Watanabe, T. 1992. Sporulation of *Dematophora necatrix* *in vitro* and its pathogenicity. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 58:65-71.

