

Ceratocystis paradoxa 引起之 可可椰子果實基腐病

曾勝志¹ 孫岩章^{1,2}

¹臺北市 國立台灣大學植物病理與微生物學系

²聯絡作者，電子郵件：eirl5622@ntu.edu.tw；傳真：+886-2-2392-5622

接受日期：中華民國 98 年 6 月 9 日

摘要

曾勝志、孫岩章. 2009. *Ceratocystis paradoxa* 引起之可可椰子果實基腐病. 植病會刊 18: 67-74.

可可椰子 (*Cocos nucifera* L.) 為熱帶地區重要經濟作物，然而採收後鮮果實的儲藏問題，一直以來皆困擾著相關行業從事者。作者於 2005 年間，發現採自屏東縣九如、長治、內埔等地之椰子果實，在採收數日後，約 2% 自果頂或果實傷口出現果肉黑化、軟化之病徵，並散發特殊香味。自罹病果實內部可分離出一種有隔真菌，該菌於馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (PDA) 平板培養基上之菌落初期為白色、一至二天後變黑，且散發強烈水果香氣。該菌可產生兩種無性孢子，其一為自長形壺狀產孢梗產出成長串之分生孢子，其孢梗大小為 80.0-155.0×5.0-7.8 μm，分生孢子短筒至長筒形，大小為 8.5-16.0×4.7-6.7 μm；另一為菌絲末端特化形成之黑色卵形厚膜孢子，大小為 13.4-25.0×8.9-12.5 μm。以分離所得菌株配對進行對峙培養，在兩個月後發現有一組產生淡褐色球狀子囊殼，大小約 280 μm，有長約 1100 μm 之黑色長喙；其子囊孢子為略彎梭形，大小 12×3 μm。依上述之形態特性，將此菌鑑定為 *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau (無性世代：*Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes) Höhn)。將此分離菌株接種於椰子果實上，可產生與最初發現相同之病徵，並且可再分離得到相同之菌株。此病原菌菌絲最適生長溫度為 25-30°C，生長速度可達 3.2 cm/day，低於 10°C 或高於 35°C 時則幾乎不生長。此病原菌曾被報導可在椰子樹上造成樹幹流膠病 (stem bleeding) 與心芽腐敗病 (bud rot)，另在 1955 年巴西曾報導可造成果實基腐病 (fruit basal rot)，故本病以此命名，但本研究發現本菌不限於感染果蒂，亦可自其他傷口感染，故建議本病害亦可稱為黑腐病 (black rot)。在病害流行調查上，發現本病週年均可發生，但採收後開始發病之日數，則依時序而異。而在寄主範圍上，本菌株可在鳳梨果實上造成鳳梨黑腐病之病徵，故此二病害之病原應屬相同。

關鍵詞：可可椰子、果實基腐病、採收後病害、*Ceratocystis paradoxa*、*Thielaviopsis paradoxa*

緒言

可可椰子 (*Cocos nucifera* L.) 屬於棕櫚科，為多年生常綠果樹，主要分佈於熱帶亞洲、大洋洲、拉丁美洲及非洲等熱帶多雨地區，台灣地區則主要分佈於台南縣以南各縣市，2005 年栽培面積為 4,055 公頃，年產量 44,826 公噸，為台灣地區主要的熱帶常綠果樹^(3, 10)。

果實採收後病害 (post-harvest diseases) 一直都是產業相當重要的問題，若對於此類病害沒有進行妥善之

防治管理，常可造成相當大的損失⁽⁶⁾。已知可造成果實採收後病害的病原菌種類甚多，但絕大多數皆為真菌病原，例如柑橘類之 *Penicillium* sp.、*Phomopsis citri* Fawc.，鳳梨之 *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau、*Penicillium* sp.，香蕉之 *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. (Sacc.)、*Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl、*Ceratocystis paradoxa*、*Fusarium* sp.⁽⁸⁾。由於過去有關可可椰子果實採收後病害研究不多，而作者近年來發現其有一定比例會發病

受害，故對此一疑似黑腐病之新病害加以研究，以求證明其病因並尋求防治之道。

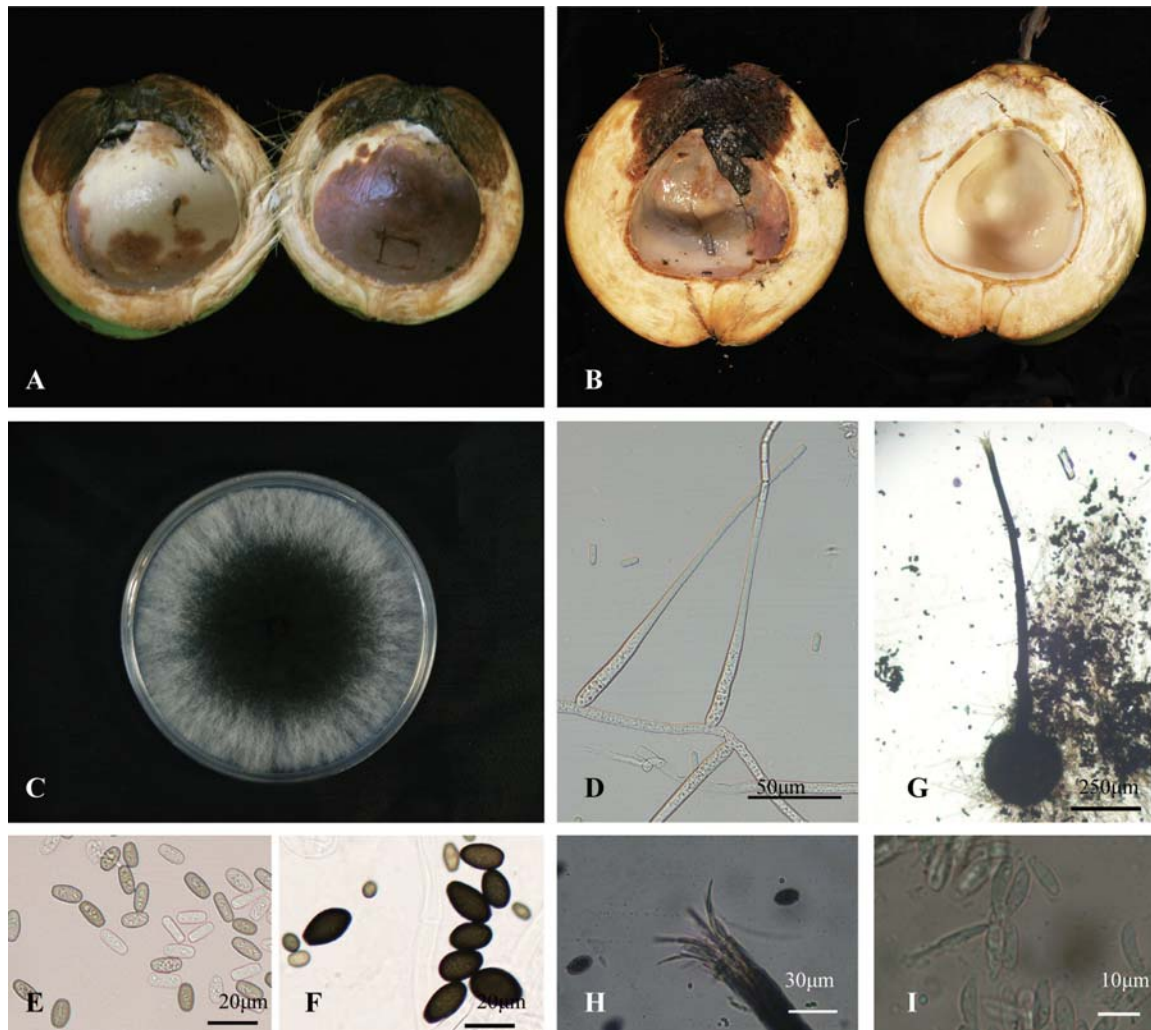
材料與方法

田間發病之調查

西元 2005 年 2 月至 2006 年 6 月間，發現產自屏東縣九如鄉、內埔鎮、長治鄉等地的椰子果實，在採收數日後，常發生果蒂或果實傷口處褐化或黑化之病變，部分且伴隨有果肉黑化、腐爛、並散發特殊水果香味(圖一A)，經取黑化果肉鏡檢，發現果肉組織中有

大量深褐色卵形厚膜孢子；溼度高時可發現黑化處表面有白色粉狀似孢子之物質，取此部分鏡檢，則可見大量短筒形，少數呈長筒形之透明分生孢子及長條形之壺狀孢子梗。

另於 2005 年 5 月至 2005 年 11 月間，作者在台中市某椰子大宗販賣業者處，每日觀察並記錄上述病害之發生情形，主要係針對所有剖取椰子水後之可可椰子果實殘體，檢視其病徵，並記錄所屬批號之產地、採收日期、發病百分率等。並將記錄所得發生率統計，並經由 LSD 檢測 (STATISTIX ver2.0 for Windows) 以探討不同批次、月份及採收後日數，是否有發病率之差異。



圖一、可可椰子果實基腐病與病原菌形態。(A) 果實基腐病病徵，中果皮大面積黑化；(B) 果蒂部接種病原菌之可可椰子果實病徵(左)；(C) *Ceratocystis paradoxa* 之菌落形態；(D) 分生孢子梗；(E) 分生孢子；(F) 厚膜孢子；(G) 長喙子囊殼；(H) 子囊殼口帶狀散生構造；(I) 子囊孢子。

Fig. 1. Disease symptoms of coconut fruit caused by *Ceratocystis paradoxa* and the morphological characteristics of the pathogen. (A) Blacken and soft rot on mesocarp of coconut fruit; (B) Black rot symptom on artificial inoculated fruit (right) and the health control (left); (C) Colony on PDA plate (3 days, room temperature); (D) Conidiophore; (E) Conidia; (F) Chlamydospores; (G) Long-necked perithecium; (H) Ostiole of perithecium; (I) Ascospores.

表一、於 2005 年不同月份對台灣地區可可椰子果實調查不同儲存日數發生果實基腐病害之發病率

Table 1. Observation on disease incidence of fruit basal rot of coconut fruit stored different days during different months in year 2005

Year 2005/Month	Disease incidence(%)							
	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	Day7	
May		0 b ¹	0 b	0 b	0 b	0.09 ab	0.35 ab	
June			0.29 ab	0.19 ab	0.15 ab	0 b	0.22 ab	
July	0 e	0.05 de	0.03 de		0.17 cde	0.43 bcd	0.27 cde	
August			0.47 def	0.53 cdef	0.44 ef	0.25 ef	0.63 cdef	
September		0.42 bc	0.49 bc	0.62 b	2.05 a	0.34 bcd	0.12 cd	
October		0 c	0 c	0.16 c	1.08 b	2.28 a	0.17 c	
November			0 e	0 e	0 e	0 e	0 e	
		Day8	Day9	Day10	Day11	Day12	Day13	Day14
May		0.26 ab	0.48 a	0 b				
June		0.53 a						
July		3.13 a	0.58 bc	2.33 a				
August		0.84 bcde	0.45 def	0 f	1.32 abc			0 g
September		0.16 bcd	0.17 bcd	0 d	0 d	0 d	2.91 a	
October		0.1 c	0.19 c	0 c	0 c			
November		0 e	0.35 e	3.14 abc	1.44 d	4.4 ab	2.84 bc	0 e

¹ Means in each column followed by the same letter are not significantly different at p=0.05 according to Least significant difference test.

病原菌之分離培養與鑑定

病菌之分離係將前述帶有病徵的椰子，沿病徵處切開，以滅菌刀具挑取病健交界部位切取小塊，並立即以 1.5% 次氯酸鈉水溶液 (sodium hypochlorite) 消毒約 10~30 秒後，置於 2% 水瓊脂 (WA) 平板培養基上進行常溫培養。又若發現病果表面有明顯之產孢，則直接挑取孢粉進行單孢分離，亦於 2% WA 平板培養基上進行常溫培養。待 1~3 日後有菌絲長出時，則切取菌絲尖端進行單絲分離；若分離所得菌株有產孢現象，則進行單孢分離予以純化。經此過程純化、確認無其他微生物污染之菌株，即將其培養於 2% 馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基 (PDA) 或 2% WA 平板培養基上，用以進行後續之鑑定或病原性檢定等相關試驗。

在菌株保存方面，初步發現以 PDA 平板或斜面保存上述之分離菌株，極易受到蟎類之入侵與污染，故在短期保存上，均以培養於 1.5% 或 2% WA 平板培養基之方式進行保存，此法可維持菌株活性約 1~2 個月，且不易遭受蟎類之污染。而在長期保存上，則使用螺旋試管，各裝填 2% WA 10 ml 及 1g 砂土，經混合、高壓滅菌後，接種菌株進行之，此法可維持菌株活性達 2 年以上。

在菌絲生長速度之測定上，係將經病原性檢定測知具有病原性之菌株，先培養於 PDA 平板培養基上 1 天，再取菌絲塊移植到 9 cm PDA 平板培養基上進行試驗，測試溫度為 10°C、15°C、20°C、25°C、30°C、

35°C 6 級，並每日量測菌絲生長之半徑，每株每一溫度至少 2 重複。由於菌株在部分溫度下生長過快，故部份觀察之間隔縮短為每 6 小時一次。

依上述方法分離所得的分離株，皆依照其在 2% PDA 平板培養基上之培養形態、鏡檢下所見之分生孢子、厚膜孢子、分生孢子梗等形態進行鑑定，並對每一菌株各構造進行測量，每菌株至少測量 25 個，其鑑定依據主要為各菌株之形態、構造及大小，並依據相關鑑定圖說書籍鑑定至屬及種^(1,18)。

有性世代之誘發

Thielaviopsis paradoxa 之有性世代 *Ceratocystis paradoxa* 為異絲型 (heterothallic) 真菌，意即其有性世代之誘發，必須由不同交配型 (mating type) 菌株，以對峙培養的方式始能誘發⁽⁴⁾。有關本病菌有性世代的誘發係以前述分離所得之 *T. paradoxa* 菌株約 20 株，因尚未了解其配對標準，故先以其中培養形態差異較大之二菌株 TP-05W、TP-03 作為配對代表，並選用加有滅菌椰子果皮之 PDA 平板培養基，進行兩兩配對之對峙培養，在室溫放置一至兩個月後即以解剖顯微鏡鏡檢，觀察是否有長喙子囊殼之產生。

病原性檢定

取外觀無明顯黑化病徵或傷口之可可椰子果實，

以刀具剝除果梗後，先以 75% 酒精進行表面消毒。分離株孢子懸浮液係取約 5 ml 之無菌水，倒入分離菌株在 PDA 已培養 3 日以上之培養皿中，並以 L 型玻璃棒輕輕刮取培養基表面後，吸出含有大量分生孢子與厚膜孢子之懸浮液，使用血球計數器定量懸浮液中總孢子濃度，並將濃度調整為 1×10^5 spore/ml。接種方式為使用定量吸管吸取 0.1 ml 之孢子懸浮液，滴加於可可椰子果實剝除果柄後露出之傷口處，對照組則使用無菌水替代，每一菌株各接種三顆果實。接種完成後，將果實完全置於室溫保濕或無保濕之環境下觀察病徵之發展，接種 10 日後再以刀具將果實縱剖，觀察並記錄果實內部之病勢，並以前述分離方法對果肉病健部進行再分離之程序。

結 果

田間發病之調查

作者自 2005 年 5 月至 2005 年 11 月間，共調查產自屏東縣九如鄉、長治鄉與內埔鎮等地總數約 50 批，總量約為 42,000 個可可椰子果實，皆依據果蒂或果實傷口處是否黑化且分泌香味判斷，如圖一A。調查之結果乃記錄如表一。由採收後不同日數之發病調查可知，此一病害發病率大致隨著採收日數而增加，但採收後開始發病日數則在不同月份間有明顯差異，在春秋較長而夏日較短。

病原菌分離培養與鑑定

所有分離所得菌株之菌落形態均相當類似。在室溫下，其在 WA 平板培養基上之培養形態為稀疏放射、略呈旋渦形之菌落，在 PDA 平板培養基之培養形態初期為白色稀疏菌絲，但很快自中央處開始黑化(圖一C)，其 PDA 培養體初期會散發濃烈之水果香味，但在菌落完全變黑後停止散發。該菌株孢子有二型，即分生孢子與厚膜孢子。分生孢子(Conidia)係自一長條狀、內有特化產孢細胞(conidiogenous cell)之壺狀產孢梗(phialides)中產生(圖一E)，並排列成長鏈狀，其形態初生者為長筒形、透明，成熟後略呈橢圓形、變深色且厚壁化(圖一D)；厚膜孢子(chlamyospore)則自特化之菌絲末端產生，排列成短鏈狀，其形態為卵形至橢圓形、黑色並具有厚壁(圖一F)。TP-19 的分生孢子大小為 $8.5-10.8-16.0 \mu\text{m} \times 4.7-5.5-6.7 \mu\text{m}$ ，其產孢梗大小為 $80.0-112.1-155.0 \mu\text{m} \times 5.0-6.1-7.8 \mu\text{m}$ ，厚膜孢子大小為 $13.4-18.8-25.0 \mu\text{m} \times 8.9-10.6-12.5 \mu\text{m}$ 。

作者自此批罹病之可可椰子果實上共陸續分離得

二十餘株菌落形態類似之菌株(TP03-27)，經鑑定皆為 *Thielaviopsis paradoxa*，其中有一株不產生厚膜孢子菌株 TP-06，以及一株自 TP-05 突變而來之白化菌株 TP-05W。

比較其他學者對於 *T. paradoxa* 之測量結果，發現此批菌株之厚膜孢子長度平均值較其他學者報告者為高；而分生孢子梗之長度，則與其他學者所描述者一致，且部分菌株有觀察到 Dade 氏所述的超長分生孢子梗⁽⁴⁾，其最長記錄為 $352 \mu\text{m}$ 。

在菌絲溫度生長測定試驗上，發現所有供試菌株的菌絲皆可在 $15-30^\circ\text{C}$ 生長，最適生長溫度為 $25-30^\circ\text{C}$ ，此時野生培養形態菌株 TP-27 之生長速度最快可達 3.20 cm/day ，不產生厚膜孢子菌株 TP-06 為 2.82 cm/day ，白化菌株 TP-05W 則為 2.28 cm/day (圖二)。

另為比較來自不同寄主之 *T. paradoxa* 菌株之差異，乃自罹患黑腐病之鳳梨果實上進行分離，並分得一株 *T. paradoxa* 菌株，編號為 TP-28，以供比較其病原性。

有性世代之誘發

本研究利用 TP-03 及 TP-05W 兩菌株對其他菌株進行兩兩對峙培養，經過兩個月僅發現 TP-05W 對 TP-06 的配對產生淡咖啡色、球狀子囊殼，其大小約 $280 \mu\text{m}$ ，且有一長約 $1100 \mu\text{m}$ 之黑色長喙(圖一G)，子囊殼口菌絲呈帚狀散生(圖一H)。其內之子囊在孢子釋出子囊殼前已溶解，子囊孢子為梭形，部分彎向一側(圖一I)，大小 $12 \times 3 \mu\text{m}$ 。此些有性世代或前列之無性世代特性，均與文獻所列之 *Ceratocystis paradoxa* 相一致，為求比較，特將本菌形態學特性與其他同屬真菌比較如表二。由以上之比較，可鑑定此一真菌為 *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau^(4, 9, 13, 18)。

自上述子囊孢子進行單孢分離培養，共得 CP1-1 至 CP1-10 等 10 菌株，發現此些分離菌株部分呈現白化菌株 TP-05W 之培養形態，其他菌株則呈現 TP-06 之性狀。乃選取其中 CP1-2 (野生性狀) 與 CP1-9 (白化性狀) 二菌株進行病原性比較。

病原性檢定

於可可椰子果實剝除果梗之果蒂處接種濃度 10^5 spore/ml 供試菌株孢子懸浮液 0.1ml 並保濕 10 日後，發現所有接種之可可椰子果實皆發生果頂黑化、果蒂掉落之病徵，而病果經縱切後，可見果實內部有大面積褐色與黑化病徵(圖一B)並散發獨特水果香味，其發病率及嚴重度如表三，其中白化菌株 TP-05W 與 CP1-9 發病嚴重度較其他菌株低，其他各野生培養形態菌株

之發病嚴重度則無顯著差異。本項試驗發現各供試菌株，包括分離自鳳梨黑腐病果實之菌株 TP-28，以及子囊孢子單孢分離株 CP1-2 與 CP1-9，皆可在可可椰子上誘發果肉黑化之病徵，且皆可經由再分離獲得原接種之分離株，如表三所示。另外，失去厚膜孢子產生能力的菌株 TP-06 致病力雖與野生菌株毫無差異，但果實內部病徵僅呈褐色，而非其他各菌株所呈現之黑色。

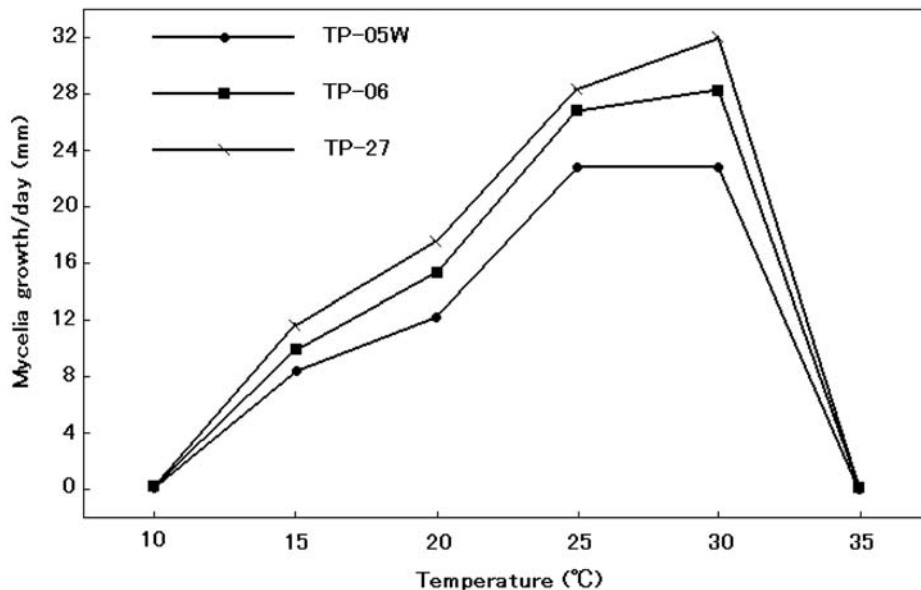
討 論

由田間病害調查結果可知，此一可可椰子果實採收後病害，於夏季較春秋兩季發生較嚴重，此一結果

與菌絲溫度生長試驗之結果相符。因可可椰子果實在夏季需求較大，市場價格較高，故本病害在夏季應有防治之需要。

本研究自果實內部嚴重黑化的可可椰子果實中，皆可分離到一種菌落散發獨特香味之真菌，經鑑定為 *Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes) Höhn^(13, 18)。本研究所測之分生孢子長度，亦與其他學者所述的 10~12 μm 相一致，但寬度則較其他學者報告者偏高。在生長適溫方面，本研究所測者亦與其他報告者相一致⁽⁷⁾。

又經有性世代之誘發試驗，證明可由 TP-05W 與 TP-06 菌株配對產生子囊殼，故可鑑定此一真菌為 *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau^(4, 9, 13, 18)。然而參與此試驗的其他所有菌株配對，皆無法產生有性世代



圖二、可可椰子果實基腐病菌 *Ceratocystis paradoxa* 於馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (PDA) 上不同溫度下之生長情形。
Fig. 2. Growth of coconut fruit isolates of *Ceratocystis paradoxa* on PDA agar plates at various temperature.

表二、自可可椰子果實分離之 *Ceratocystis* sp. 與其他同屬真菌的比較

Table 2. Comparison of the morphological characters of *Ceratocystis* sp. isolated from fruit of *Cocos* and other known *Ceratocystis* species

Fungal Structure	Size (μm) ¹				
	<i>C. fimbriata</i>	<i>C. moniliformis</i>	<i>C. adiposa</i>	<i>C. paradoxa</i>	<i>C. sp. on Cocos</i>
Perithecium (diam.)	140-220	130-240	230-275	190-350	280
Neck	-900	-900	1200-5000	-1400	1100
Ascospore	4.5-8 × 2.5-5.5	3-6 × 2-3	6-9 × 3-5.5	7-10 × 2.5-4	12 × 3
Conidia	11-25 × 4-5.5	5-18 × 1.5-3	8.5-18 × 3-9	6-24 × 2-5.5	8.5-10.8-16.0 × 4.7-5.5-6.7
Chlamydo-spore	9-18 × 6-13	7-14 × 4-9	14-27 × 9.5-21	10-25 × 7.5-20	13.4-18.8-25.0 × 8.9-10.6-12.5

¹ Sizes of *C. fimbriata*, *C. moniliformis*, *C. adiposa* and *C. paradoxa* are based on the data of references No. 11, 12, 18, 13, respectively.

表三、基腐病菌接種在可可椰子果實上的發病情形

Table 3. Pathogenicity of different isolates of *Ceratocystis paradoxa* to coconut fruits

Isolate	Type	Disease incidence (%) ¹	Disease severity (%) ²	Rate of reisolation (%)
TP-05W	Mutant (white)	100 a ³	50.0 b	100.0 a
TP-06	W.T. (no chlamydospore)	100 a	100.0 a	100.0 a
TP-13	W.T.	100 a	83.3 a	100.0 a
TP-19	W.T.	100 a	100.0 a	100.0 a
TP-23	W.T.	100 a	50.0 b	91.7 ab
TP-25	W.T.	100 a	100.0 a	100.0 a
TP-27	W.T.	100 a	100.0 a	100.0 a
TP-28	W.T.	100 a	100.0 a	100.0 a
CP1-2	W.T.	100 a	75.0 a	66.7 b
CP1-9	Mutant (white)	100 a	83.3 a	66.7 b
CK(dH ₂ O)		0 b	0.0 c	0.0 c
Untreated		0 b	0.0 c	0.0 c

¹ Data were taken 10 days after inoculation.

² Data were taken 10 days after inoculation.

³ Disease severities (disease grades) were recorded 10 days after inoculation, based on a scale of 0 = no mesocarp symptoms, 1 = blacken area reached half or less depth of mesocarp, 2 = blacken area reached more than half depth of endocarp, 3 = blacken area reached endocarp, 4 = blacken area reached deeper than endocarp, and were converted to disease severity index by the formula [$\Sigma(\text{disease grade} \times \text{numbers of fruits in that disease grade}) / (4 \times \text{total numbers of surveyed fruits}) \times 100\%$]. Means in each row followed by the same letter are not significantly different at $p=0.05$ according to Least significant difference test.

構造，且此一試驗並未使用標準配對菌株進行，故若欲釐清所有分離菌株的有性世代，尚有待進一步之研究。

將病果上分離所得之 *Ceratocystis paradoxa* 菌株，以孢子懸浮液接種於可可椰子果蒂處，可產生果肉黑化與腐爛之病徵，且病原之再分離結果亦可重新獲得原先接種之菌株，故已完成柯霍氏法則，證明 *C. paradoxa* 為造成可可椰子果實基腐之病原菌。作者另將此菌株接種至鳳梨果實上，可產生鳳梨黑腐病典型病徵（未發表），故此危害可可椰子之真菌亦可危害鳳梨。

在病原性檢定試驗中，本研究分離所得的白化菌株致病力較野生菌株略低，可能與其生長速度較慢有關。失去厚膜孢子產生能力的菌株 TP-06 致病力雖與野生菌株毫無差異，但由於無法產生黑色厚膜孢子，故果實內部病徵僅呈褐色而非黑色，由此可間接證明可可椰子基腐病之果肉黑化是因產生黑色厚膜孢子所致。

目前台灣有記錄可造成可可椰子病害之病原為 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.、*Ellisiodothis cocoicola* Sivan. et Hsieh、*Pestalotiopsis palmarum* (Cooke) Steyaert、*Phoma (Plenodomus) cocogena* Sawada 等四種真菌⁽⁵⁾，但除了 *C. gloeosporioides* 可在果實上發生外，其餘皆為葉部病害，故在本研究中所發現，由 *Ceratocystis paradoxa* 造成之果實黑化軟腐病害，應為台灣新發現之可可椰子

病害。

在國外報導中，由 *Ceratocystis paradoxa* 造成的可可椰子病害，只有樹幹流膠病 (stem bleeding)⁽¹⁶⁾ 與芽腐病 (bud rot)，惟發生區域僅限於部分熱帶國家⁽¹⁷⁾；但在果實病害上之報導則僅知在巴西聖保羅附近地區有果實基腐病 (fruit basal rot)^(2, 15)。而此文獻使用之病害名稱為果實基腐病 (coconut fruit basal rot)，故本病宜以此命名，但本研究發現此病害除了可危害果蒂外，尚可經由果實其他部位之傷口感染，相當類似 *C. paradoxa* 造成之鳳梨黑腐病^(8, 14)，故作者認為此病害亦可稱為可可椰子果實黑腐病 (black rot)。

引用文獻 (LITERATURE CITED)

1. Barnett, H. L., and Hunter B. B. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Pub. Co., Minneapolis.
2. Camargo, M., and Gimenes-Fernandes, N. 1997. Occurrence of fruit basal rot in common coconut in the high plain of São Paulo. Summa Phytopathologica 23(2): 164-166.
3. Council of Agriculture, Executive Yuan. 2007. Agricultural Statistics Yearbook. Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Republic of China. (in Chinese with English abstract)
4. Dade, H. A. 1928. *Ceratostomella paradoxa*, the perfect stage of *Thielaviopsis paradoxa* (De Seynes) von Höhnelt. Trans. Br. Mycol. Soc. 13: 184-194.

5. Hsu, S. T., Chang, T. C., Chang, C. A., Tsai, J. L., and Tsai, T. T., eds. 2002. List of Plant Diseases in Taiwan, 4th. Edition. Taiwan Phytopathological Society, Republic of China. 386pp. (in Chinese)
6. Janisiewicz, W. J., and Korsten, L. 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40: 411-441.
7. Kiryu, T. 1939. Studies on the physiological characters of *Ceratostomella paradoxa*. Report Government Sugar Experiment Station, Taiwan. 6: 21-37.
8. Ko, Y. 2008. Pictorial Atlas of Economical Friut Diseases in Taiwan. Yi Hsien Publishing Co., Ltd. Taipei, Republic of China. 431pp. (in Chinese)
9. Liu, L., and Marcano, A. R. 1973. Sexual compatibility, morphology, physiology, pathogenicity and in vitro sensitivity to fungicides of *Thielaviopsis paradoxa* infecting sugarcane and pineapple in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 57: 117-128.
10. Liu, S. D. 1995. Cultivation and Pest Control of Coconut. Council of Agriculture Extention, National Pintung University of Science and Technology. Pintung, Republic of China. (in Chinese)
11. Morgan, J. G. 1967. *Ceratocystis fimbriata*. No. 141 in: CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. Commonwealth Mycological Institute, Surrey, England.
12. Morgan, J. G. 1967. *Ceratocystis moniliformis*. No. 142 in: CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. Commonwealth Mycological Institute, Surrey, England.
13. Morgan, J. G. 1967. *Ceratocystis paradoxa*. No. 143 in: CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. Commonwealth Mycological Institute, Surrey, England.
14. Rohrbach, K. G., and Phillips, D. J. 1990. Postharvest diseases of pineapple. *Acta Hortic.* 269: 503-507.
15. Rossetti, V. 1955. "Crosta Pretas" das folhas e "Podridão Basal" dos frutos de coqueiro. *O Biológico* 21: 54.
16. Simone, G. W. 2004. *Thielaviopsis diseases*. Pages 37-38 in: Compendium of Ornamental Palm Diseases and Disorders. Elliott, M. L., Broschat, T. K., Uchida, J. Y., and Simone, G. W., eds. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
17. Steer, J., and Coates-Beckford, P. L. 1990. Role of *Phytophthora katusurae*, *P. palmivora*, *Thielaviopsis paradoxa* and *Enterobacter* sp. in budrot disease of coconuts in Jamaica. *Oléagineux* 45(12): 539-545.
18. Upadhyay, H. P. 1981. Monograph of *Ceratocystis* and *Ceratocystiopsis*. University of Georgia Press, Athens, USA.

ABSTRACT

Tzeng, S. J.¹, and Sun, E. J.^{1,2} 2009. Fruit basal rot of coconut caused by *Ceratocystis paradoxa*. Plant Pathol. Bull. 18: 67-74. (¹Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.; ²Corresponding author, E-mail: eirl5622@ntu.edu.tw; Fax: +886-2-2392-5622)

Coconut (*Cocos nucifera* L.) is an important economic crop in tropical areas. Just like other fruits, the post-harvest diseases are big problems for farmers. Since 2005, coconut fruits harvested from Jiouru, Changjr, Neipu in Pintung county have showed a fruit rot disease. Principal symptoms are blackening of exocarp, mesocarp and then endocarp of coconut fruit. The affected fruit usually emitted fruit-type fragrant. A fungus was consistently isolated from the diseased fruits. Its colony on PDA plate was white in early stage but became black one or two days later. It emitted a strong fruity fragrance. This fungus produced two asexual spores. The first was phialospore-type conidia released in long chains from tip of long phialides. They were hyaline to mid-brown, cylindrical to somewhat oval and thick-walled when mature, 8.5-16.0×4.7-6.7 μm . The phialide had the size of 80.0-155.0×5.0-7.8 μm . The second was chlamydospore formed in short chains from specialized hyphal tip, oval, black, 13.4-25.0×8.9-12.5 μm . Dual cultures of all paired isolates on PDA with one piece of coconut exocarp induced the production of perithecia. Perithecia were brown, globose, 280 μm in diameter, with a 1100 μm long neck. Ascospores were ellipsoid, but some were unequally bent, 12×3 μm . According these characteristics, this fungus was identified as *Ceratocystis paradoxa* (Dade) C. Moreau (Anamorph : *Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes) Höhn). Inoculation of all wild-type isolates on healthy coconut fruits reproduced the same black rot disease. The same pathogen was reisolated from the inoculated fruits. The temperature for hyphae growth of this fungus was 25-30°C, with the growth rate of 3.2cm/day. It cannot grow at temperatures lower than 10°C or higher than 35°C. This pathogen was reported to cause stem bleeding disease in 2004 and bud rot disease of coconut in 1993, but a disease called fruit basal rot of coconut have been reported in 1955 in Brazil. With the same pathogen, we suggest this newly found disease can be also named as black rot. This disease occurred on coconut fruits around all seasons, but is more serious in warm seasons, especially in the period from June to October. Disease incidence could reach 2% after 10 days of fruit storage. This black rot pathogen caused black rot disease of pineapple, while the pathogen from black rot of pineapple also caused black rot of coconut fruit, indicating that both diseases have the identical pathogen.

Keywords: coconut, fruit basal rot disease, post-harvest disease, *Ceratocystis paradoxa*, *Thielaviopsis paradoxa*