

檬果炭疽病菌之形態及生理性質

楊秀珠 呂理榮

臺灣省農業藥物毒物試驗所，臺中縣，霧峰鄉

(接受日期：民國 77 年 9 月 19 日)

摘 要

楊秀珠、呂理榮 1889 檬果炭疽病菌之形態及生理性質 植保會刊 30 : 323—336.

由愛文、柴棧、海頓、凱特及其他品種檬果分離、收集炭疽病 24 菌株，並調查其中 20 菌株之分生孢子形態、大小、分生孢子之形態可區分為 5 種：長橢圓形，兩端尖細；短橢圓形；長橢圓形，兩端鈍圓；長橢圓形，一端尖細，另一端鈍圓；及分生孢子中央部分有縊縮，兩種或兩種以上形態之分生孢子可同時出現於一單胞繁殖菌株，分生孢子大小差異極大，平均為 $8.2\sim 17.1 \times 2.9\sim 9.7 \mu\text{m}$ ，二十四菌株之菌絲生長對溫度之反應稍有不同，但均可於 $8\sim 36^\circ\text{C}$ 之間正常生長，而最適生長溫度除 4 菌株外，均為 $22\sim 26^\circ\text{C}$ ，對醣類之反應亦稍異，以利用澱粉之能力最強，其次為麥芽糖、葡萄糖及果糖，利用氮素源之能力亦不同，以酪蛋白、麩酸(glutamic acid)、硝酸鉀及硝酸鈉之效果最佳，其次為氯化銨、色胺基酸及硝酸銨。供試 24 菌株在 pH 值 3~9 之範圍內均可正常生長，然 pH 值 3~7 之間菌絲乾重無顯著差異，Bavendamn 反應顯示 6 菌株不呈褐色反應，亦即 18 菌株可產生細胞外酵素而於培養基上出現明顯之褐色反應，綜合形態上共同點，分生孢子之形態、平均大小及生理性質中，對溫度，醣類及氮素源之類似反應，供試 24 菌株之特徵均包括於 *Colletotrichum gloeosporioides* Penzig 之範圍內，故檬果炭疽病之病原菌可確知為 *Colletotrichum gloeosporioides* Penzig.

(關鍵字：檬果炭疽病、形態、Bavendamn 反應，生理性質、*Colletotrichum gloeosporioides* Penzig)

緒 言

臺灣地區檬果炭疽病發生相當嚴重，病徵出現於葉片、枝條、花穗、幼果及果實，果實採收後常因潛伏感染而導致腐爛喪失其商品價值⁽²⁾，多種藥劑已正式推薦於防治檬果炭疽病⁽¹⁾，本病在澳洲亦為害甚巨，1965 年 Simmonds 氏報告顯示 檬果炭疽原菌分生孢子之大小為 $11.1\sim 17.7 \times 3.6\sim 5.0 \mu\text{m}$ ，平均為

$14.0 \times 3.7 \mu\text{m}$ ，兩端橢圓、或一端圓、一端尖，而典型之 *Colletotrichum gloeosporioides*，其孢子大小為 $11.9\sim 17.0 \times 3.6\sim 5.8 \mu\text{m}$ ，平均為 $13.8 \times 4.8 \mu\text{m}$ ，兩端橢圓，因此 Simmonds 氏將其命名為 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. var. *minor* Simmonds⁽⁹⁾。Fitzell 氏於 1979 年發表 *Colletotrichum acutatum* 亦可為害檬果果實及葉片，然其病斑較小，病勢進展較緩⁽⁶⁾。1981 年

Fitzell 氏報告, 當使用農藥促使 *C. gloeosporioides* var. *minor* 之密度降低後, *C. acutatum* 之密度逐漸增加⁽⁷⁾。本文乃將不同檬果品種果實及葉片上分離所得之 24 菌株, 就其形態、及生理性質作一探討。

材料與方法

菌株來源

至田間採回罹病果實或葉片, 直接行單胞分離, 移入馬鈴薯葡萄糖洋菜培養基 (PDA) 培養, 若未產生分生孢子者, 則放入玻璃燒杯內, 外套塑膠袋以保持濕度, 待產生分生孢子

後再行單胞分離, 共得 24 菌株, 詳見表一。
病原菌分生孢子形態、大小之調查

將供試菌株培養於馬鈴薯葡萄糖洋菜培養基平板上, 置於 26°C 黑暗下培養一星期後, 將分生孢子挑於載玻片上, 並滴 Lactophenol, 置於顯微鏡下觀察其分生孢子形態, 並量 20~100 個孢子之大小。

溫度對病原菌菌絲生長之影響

將培養於 PDA 平板上之 24 菌株, 取 0.5 公分大小之菌絲塊, 連同培養基移入裝 10 cc 之 PD 培養液之 100 cc 三角瓶內, 分別置於 8、12、16、20、22、24、26、28、32 及 36

表一、不同檬果品種所分離之檬果炭疽病原菌 24 菌株

Table 1. Twenty four isolates of the causal organism of anthracnose isolated from different varieties of mango

Isolate	Host	Date of Coll.	Place
PPCT A 1	Fruit of Irwin	June, 1976	Yuching
PPCT A 6	Fruit of "Tsa Swaei"	June, 1976	Taichung
PPCT A 8	Fruit of Haden	June, 1976	Yuching
PPCT A 64	Fruit of mango	Sep., 1977	PPCT
TACTRI 801035	Leaf of "Tsa Swaei"	June 15, 1982	Tsochen
TACTRI 801056	Leaf of mango	Sep. 4, 1982	Fengshan
TACTRI 801060	Fruit of "Tsa Swaei"	Oct. 13, 1982	Tsaotun
TACTRI 801090	Leaf of Irwin	Mar. 3, 1983	Tungshi
TACTRI 801095	Fruit of Irwin	Mar. 21, 1983	Kaoshu
TACTRI 801126	Fruit of Irwin	July 18, 1983	Tungshi
TACTRI 801143	Leaf of Irwin	Nov. 8, 1983	Nanhsi
TACTRI 801161	Flower of Irwin	Feb. 22, 1984	Nanhua
TACTRI 801163	Flower of Irwin	Mar. 8, 1984	Nanhua
TACTRI 801192	Leaf of Irwin	Mar. 17, 1984	Nanhua
TACTRI 801201	Fruit of Haden	May. 8, 1984	Nanhua
TACTRI 801204	Fruit of Irwin	July 13, 1984	Nanhua
TACTRI 801205	Fruit of Irwin	July 5, 1984	Nanhua
TACTRI 801206	Fruit of Keitt	July 31, 1984	Shuili
TACTRI 801208	Fruit of Haden	Aug. 7, 1984	Nanhua
TACTRI 801209	Fruit of "Tsa Swaei"	Aug. 13, 1984	Taichung
TACTRI 801210	Fruit of mango	Aug. 14, 1984	Taichung
TACTRI 801211	Leaf of Haden	March 8, 1984	Nanhua
TACTRI 801213	Fruit of Haden	July 22, 1984	Nanhua
TACTRI 801214	Fruit of Irwin	July 22, 1984	Nanhua

°C，每處理 3 重複，重複進行二次試驗，靜置培養一星期後抽取菌絲，經 80 °C 烘乾 24 小時後，秤菌絲乾重。

病原菌利用不同碳素源之能力

以 Czapek's medium 之礦物鹽液為基礎培養液，每公升基礎培養液內加入 3 克硝酸鈉 (NaNO₃) 為氮素源，分別各再加入下列碳素源，即果糖 (Fructose)、半乳糖 (Galactose)、葡萄糖 (Glucose)、甘油 (Glycerin)、澱粉 (Starch) 或蔗糖 (Sucrose)，並以不加碳素源者為對照，每公升加入碳素源 30 克。20 cc 之培養液加入 100cc 之三角瓶中，經 110 °C、10 磅壓力消毒 10 分鐘，待冷卻後移入菌源，於室溫靜置培養二星期後，如上述秤菌絲乾重，使用之碳素源乃 Merck 之分析級者。

病原菌利用不同氮素源之能力

如上述碳素源利用能力進行試驗，每公升加入 30 克蔗糖 (Sucrose) 為碳素源，並加入不同氮素源進行，即分別為酪蛋白質 (casein)、麩酸 (Glutamic acid)、色胺基酸 (Tryptophan)、硝酸氨 (NH₄NO₃)、氯化氨 (NH₄Cl)、硝酸鉀 (KNO₃)、硝酸鈉 (NaNO₃)、及亞硝酸鈉 (NaNO₂)，並以不加氮素源者為對照，測定相同含氮量對菌絲生長之影響時，乃將 9 種氮素源之用量加以調整，使加入培養基內之各氮素源之含氮量與 3g 之硝酸鈉 (NaNO₃) 之含氮量相同後進行試驗，試驗方法同前所述。

pH 值對菌絲生長之影響

調配不同 pH 值之緩衝溶液 (0.1M Citrate-Phosphate Buffer)，用以取代蒸餾水製作 Czapek's medium，供試之 pH 值為 3、4、5、6、7、8 及 9，試驗方法同前述碳素源及氮素源之試驗者。培養基消毒前、消毒後及培養二星期後分別測定 pH 值。

病原菌對沒食子酸 (Gallic acid) 及鞣酸 (Tannic acid) 之反應 (Bavendamm test)

本試驗⁽⁷⁾使用麥芽培養基為基礎培養基，其成分如下：麥芽抽出物 (Malt extract) 20 克，葡萄糖 20 克，蛋白胨 (Peptone) 1 克及洋菜 30 克，加蒸餾水至 900 ml，並調整 pH 值至 5.4，沒食子酸或鞣酸 5 克溶於 100 ml

蒸餾水，二者分別經高壓殺菌後，待溫度降至 60 °C 左右時混合均勻，倒入培養皿，每一培養皿 10~15 ml，視須要而定，將供試菌株移入上述培養基，置 24 °C 培養一星期後觀察褐色反應區出現情形。0 表示無褐色反應區產生；1 表示褐色反應區之直徑小於 1 公分；2 表示褐色反應區之直徑 1~2 公分；3 表示褐色反應區之直徑大於 2 公分。

結 果

病原菌分生孢子之形態及大小

檸檬炭疽病病原菌於寄主組織上形成分生孢子盤 (Acervulus)，而在 PDA 平板上則多不形成，分生孢子之形態雖然皆呈長橢圓形但仍有顯著不同，共可區分為五型：I. 兩端尖細者 (TACTRI 801210)；II. 短橢圓形分生孢子 (TACTRI 801095)；III. 分生孢子一端尖細，另一端鈍圓；IV. 分生孢子兩端均鈍圓；V. 分生孢子中間部位有縮窄。二至三種形態之分生孢子可同時出現於一單胞菌株 (圖 1~20)。分生孢子之大小差異亦很大，量 20~100 個分生孢子之平均長度為 8.2~17.1 μm，平均寬度為 2.5~9.2 μm，而 Q 值 (長/寬比值) 之差異亦很大，最小值為 1.64，最大值為 5.72。由不同地點或不同時間之同一品種檸檬採得之菌株，其差異性亦很大 (表二)。

溫度對生長之影響

23 菌株於 8~36°C 之間均可正常生長，但最適生長溫度則稍有差異 (表三)。TACTRI 801126 及 801206 以 28°C、801214 及 801060 以 20°C 為最適生長溫度外，其他菌株均以 22~26 °C 為最適生長溫度。

不同醣類對菌絲生長之影響

供試 8 種醣類均可促進 24 菌株之菌絲生長，其中以澱粉 (starch)、蔗糖 (sucrose) 及麥芽糖 (maltose) 之效果最佳；其次為葡萄糖 (glucose) 及果糖 (fructose)。乳糖 (lactose)、半乳糖 (galactose) 及甘油 (glycerin) 促進菌絲生長之效果，則不如其他碳素源 (表四)。

二十四菌株之差異性極顯著，其中 PPCT A 8、PPCT A 6 及 PPCT A 64 之菌絲乾

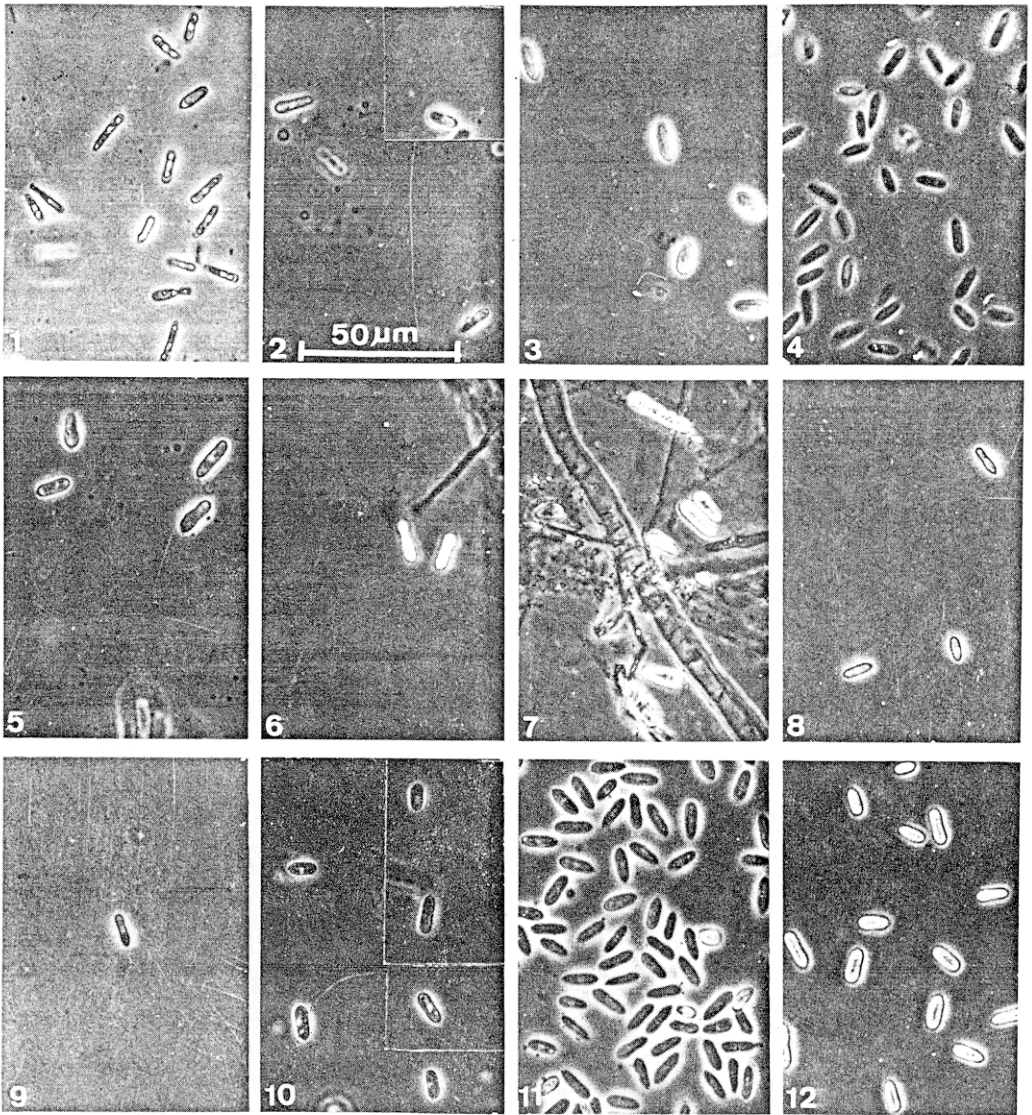


圖 1~12. 檬果炭疽病菌分生孢子之形態。圖 1 至 3 : 由柴樣檬果分離所得。圖 1. PPCT A 6; 圖 2. TACTRI 801035; 圖 3. TACTRI 801060; 圖 4 至 12 : 由愛文檬果分離所得。圖 4. PPCT A 1; 圖 5. TACTRI 801090; 圖 6. TACTRI 801095; 圖 7. TACTRI 801126; 圖 8. TACTRI 801143; 圖 9. TACTRI 801161; 圖 10. TACTRI 801204; 圖 11. TACTRI 801205; 圖 12. TACTRI 801214.

Fig. 1-12. The shape of conidia of mango anthracnose, Fig. 1-3. Isolates isolated from "Tsa Swaei". Fig. 1. PPCT A 6; Fig. 2. TACTRI 801035; Fig. 3. TACTRI 801060. Fig. 4-12: Isolates isoalted from Irwin. Fig. 4. PPCT A 1; Fig. 5. TACTRI 801090; Fig. 6. TACTRI 80109; Fig. 7. TACTRI 801126; Fig. 8. TACTRI 801143; Fig. 9. TACTRI 801161; Fig. 10. TACTRI 801204; Fig. 11. TACTRI 801205; Fig. 12. TACTRI 801214.

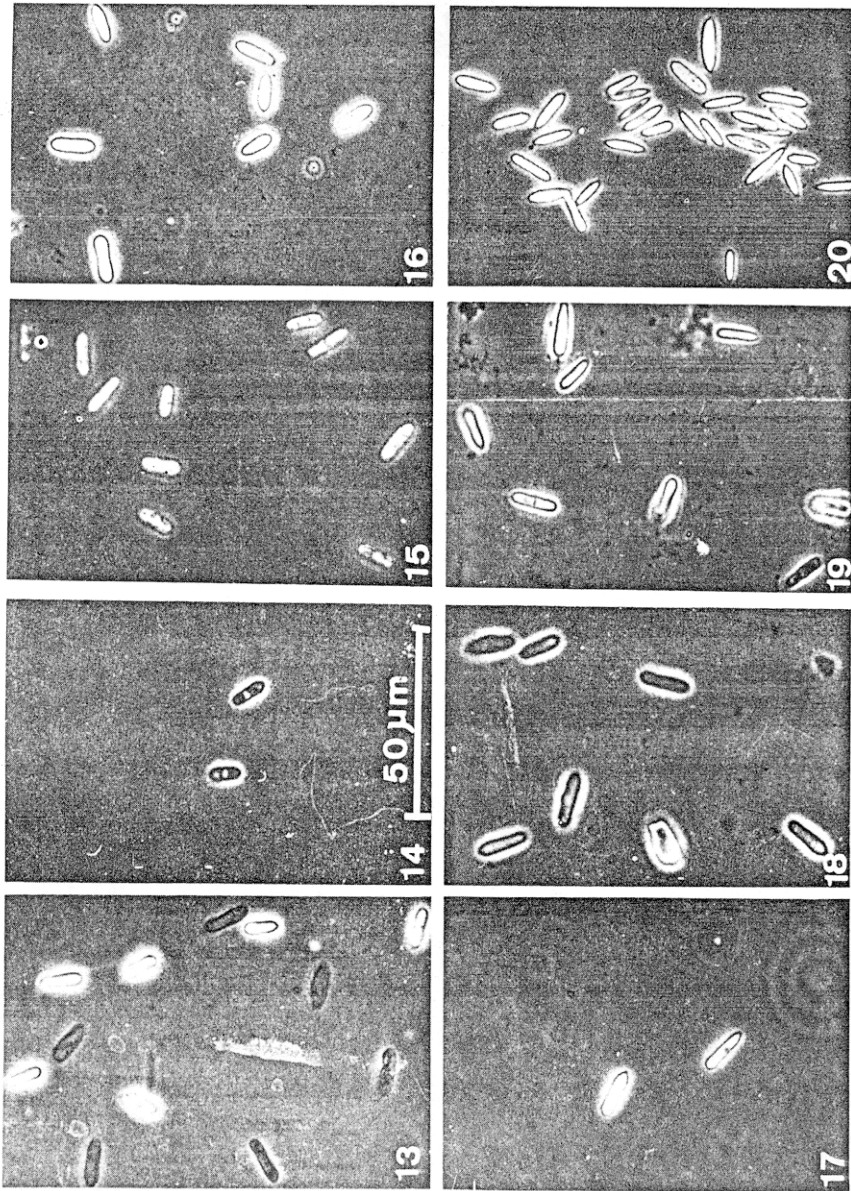


圖 13~20. 檬果炭疽病菌分生孢子之形態。圖 13 至 17：由海頓檬果分離所得。圖 13. PPCT A 8；圖 14. TACTRI 801201；圖 15. TACTRI 801208；圖 16. TACTRI 801211；圖 17. TACTRI 801213；圖 18 至 20：由其他品種檬果分離所得。圖 18. PPCT A 64；圖 19. TACTRI 801056；圖 20. TACTRI 801210。

Fig. 13-20. The shape of conidia of mango anthracnose. Fig. 13-17. Isolates isolated from Haden. Fig. 13. PPCT A 8; Fig. 14. TACTRI 801201; Fig. 15. TACTRI 801208; Fig. 16. TACTRI 801211; Fig. 17. TACTRI 801213. Fig. 18-20. Isolates isolated from other varieties. Fig. 18. PPCT A 64; Fig. 19. TACTRI 801056; Fig. 20. TACTRI 801210.

表二、 椽果炭疽病原菌 20 菌株之分生孢子大小、形態及 Q 值

Table 2. Conidia size of 20 isolates of the causal organism of mango anthracnose

Isolates	Length			Width			Q value ¹⁾	Morphology
	Avg. ²⁾	Max.	Min.	Avg.	Max.	Min.		
Variety: "Tsa Swaei"								
PPCT A 6	10.3	18.0	5.2	2.9	4.8	1.6	3.56	III, V ³⁾
TACTRI 801035	14.2	20.8	10.0	4.5	6.0	3.6	3.14	III, IV
TACTRI 801060	12.1	24.4	9.2	4.6	6.0	3.6	2.62	III, IV
Variety: Haden								
PPCT A 8	10.2	12.4	7.3	2.5	4.0	1.7	2.76	III
TACTRI 801201	9.9	14.0	5.2	3.8	8.0	2.8	2.59	III, IV, V
TACTRI 801208	12.9	16.8	9.6	5.2	7.6	3.2	2.47	IV, V
TACTRI 801211	8.2	10.8	4.4	3.1	4.8	2.0	2.65	III, IV, V
TACTRI 801213	15.4	18.4	14.0	6.0	8.0	4.8	2.54	III, IV
Variety: Irwin								
PPCT A 1	9.3	12.0	6.0	3.2	4.0	1.2	3.02	II, III, V
TACTRI 801090	15.9	19.6	12.0	9.7	12.0	7.6	1.64	III
TACTRI 801095	12.1	17.2	10.0	5.8	6.8	4.8	2.11	II
TACTRI 801126	10.0	17.2	10.0	6.1	9.2	4.8	1.82	III, IV
TACTRI 801143	8.6	12.0	5.6	4.0	6.4	2.8	2.13	II, III
TACTRI 801161	10.9	14.0	5.6	4.7	7.2	3.2	2.31	III, IV
TACTRI 801204	13.3	14.8	11.2	6.8	7.2	6.0	1.95	III, IV
TACTRI 801205	9.1	11.2	7.2	3.1	4.8	2.0	2.98	III, IV
TACTRI 801214	10.4	18.0	5.2	4.1	8.0	2.0	2.54	II, IV, V
Other Variety:								
PPCT A 64	18.0	19.6	16.0	8.9	11.2	8.0	2.02	III, IV, V
TACTRI 801056	17.1	23.2	12.8	9.2	11.6	6.4	1.85	III, IV
TACTRI 801210	12.5	16.8	7.2	4.6	6.8	2.4	3.16	I

1) Q value=length of conidia/width of conidia.

2) Average of 20-100 conidia.

3) Morphology of conidia. I. Conidia are attenuated at both ends. II. Conidia are short cylindrical near globe; III. Conidia are attenuated at one end; IV. Conidia are obtuse at both end; V. Conidia are narrowed at central part.

重最少，於 20ml 之培養基中培養 2 星期之平均菌絲乾重未達 100mg，而 TACTRI 801143、801095、801204、801213、801196、801161、801206、801201 及 801211 共 9 菌株之菌絲生長能力最旺盛，其菌絲平均乾重分別為 126.47-251.93 mg (表四)。

不同氮素源對菌絲生長之影響

供試 9 種氮素源均可促進椽果炭疽病原菌之菌絲生長，其中以酪蛋白 (casein)、麩酸 (glutamic acid)、硝酸鉀 (potassium nitrate) 及硝酸鈉 (sodium nitrate) 之促進效果最佳，其次為色氨酸 (tryptophan)、

表三、 溫度對檬果炭疽病原菌 24 菌株菌絲生長之影響

Table 3. Effect of temperature on the mycelial growth of 24 isoaltes of the causal organism of mango anthracnose¹⁾

Isolate	Mycelial weight (mg) at different temperature (°C) ²⁾								
	12	16	20	22	24	26	28	32	36
Variety: "Tsa Swaei"									
PPCT A 6	24.83	44.59	59.88	66.44	90.32	72.60	74.53	45.56	17.83
TACTRI 801035	13.63	43.13	53.13	89.00	83.90	96.67	67.77	83.27	14.53
TACTRI 801060	22.77	65.00	128.27	120.10	102.47	113.07	115.77	82.90	12.90
TACTRI 801209	—	23.03	53.70	82.60	70.60	75.60	57.83	52.00	25.03
Variety: Haden									
PPCT A 8	20.86	39.52	34.80	98.15	79.02	87.58	85.00	70.55	40.25
TACTRI 801201	33.73	69.30	69.23	81.97	90.43	78.67	83.50	60.10	17.33
TACTRI 801208	28.00	56.27	76.87	79.37	99.03	92.20	84.23	71.47	5.60
TACTRI 801211	62.47	82.70	78.73	95.77	116.43	112.37	100.97	57.30	31.27
TACTRI 801213	24.20	51.50	87.37	102.47	107.40	111.85	100.70	34.17	17.30
Variety: Irwin									
PPCT A 1	39.78	92.54	100.31	109.54	93.67	111.46	61.43	70.37	6.77
TACTRI 801090	14.30	22.67	55.63	66.75	76.55	56.87	61.30	62.67	19.20
TACTRI 801095	19.33	68.10	90.83	112.03	113.47	102.57	90.20	75.00	10.30
TACTRI 801126	16.97	43.37	80.47	74.40	72.87	77.15	84.15	33.97	16.47
TACTRI 801143	35.40	90.00	96.10	104.00	116.87	101.73	111.95	89.10	0.60
TACTRI 801161	21.73	34.50	34.23	42.23	37.23	38.93	25.30	27.07	24.50
TACTRI 801163	24.53	65.50	64.20	90.67	108.60	103.70	81.40	50.50	19.43
TACTRI 801192	23.37	44.43	81.63	68.63	102.73	104.07	102.90	57.27	15.37
TACTRI 801204	23.40	37.70	70.93	92.00	86.50	76.45	70.37	59.80	24.80
TACTRI 801205	40.30	68.57	89.93	88.73	115.40	100.73	84.40	54.97	26.60
TACTRI 801214	4.33	36.40	99.23	62.07	78.50	66.50	44.63	45.33	9.83
Variety: Keitt									
TACTRI 801206	24.07	40.13	64.60	79.07	92.87	91.57	98.03	61.60	47.90
Other Variety:									
PPCT A 64	—	27.62	58.91	65.91	63.83	68.51	53.79	23.38	10.11
TACTRI 801056	15.87	27.93	54.03	71.75	51.97	52.70	54.97	18.07	15.20
TACTRI 801210	55.40	110.30	99.27	96.37	81.23	99.70	86.73	56.73	17.30

1) Inoculated in potato dextrose medium for 7 days.

2) Mycelial weight (mg) was the average of triplicate and each test was held 2 times.

及硝酸銨 (ammonium nitrate); 而培養於含亞硝酸鈉 (sodium nitrite)、氯化銨 (ammonium chloride) 及硫酸銨 (ammonium sulfate) 培養基之菌絲乾重, 與對照組之菌絲乾重相

比較, 並無明顯差異 (表五), 但不同菌株間之反應差異性頗大, 菌絲生長量最少者為 TACTRI 801035, 其菌絲乾重平均僅 14.8 mg, 生長勢最佳者為 TACTRI 801205, 其

表四、 碳素源對檬果炭疽病原菌菌絲生長之影響

Table 4. Effect of carbohydrates on the mycelial growth of the causal organism of mango anthracnose¹⁾

Isolate	Mycelial weight (mg) at different carbohydrates ²⁾								
	Fructose		Glucose		Lactose		Starch		Control
	Galactose		Glycerin		Maltose		Sucrose		
Variety: "Tsa swaei"									
PPCT A 6	76.2	70.1	65.9	101.1	72.9	117.3	161.0	85.4	15.9
TACTRI 801035	116.9	147.0	47.6	115.4	85.6	98.1	87.2	26.6	11.1
TACTRI 801060	174.7	209.1	160.4	209.0	130.8	174.5	118.3	176.3	23.7
TACTRI 801209	136.3	118.3	106.0	113.6	115.6	152.6	146.4	165.8	32.6
Variety: Haden									
PPCT A 8	61.6	58.4	88.4	96.3	47.0	112.3	168.7	123.4	16.8
TACTRI 801201	223.2	192.9	178.1	189.5	110.2	205.7	217.4	137.3	57.2
TACTRI 801208	180.6	111.4	137.5	199.3	85.3	107.3	251.2	135.9	65.2
TACTRI 801211	251.9	130.1	154.3	164.7	70.0	180.7	189.4	177.3	17.6
TACTRI 801213	200.7	108.4	132.8	185.3	128.6	183.8	167.0	127.9	52.9
Variety: Irwin									
PPCT A 1	132.4	123.0	149.0	124.3	111.2	161.4	175.5	173.6	63.3
TACTRI 801090	90.3	75.2	85.9	159.6	56.4	124.6	82.3	129.8	16.6
TACTRI 801095	194.6	172.9	146.3	166.7	79.5	165.8	131.7	113.0	17.2
TACTRI 801126	109.3	133.0	54.1	101.2	71.6	92.1	81.9	119.0	15.0
TACTRI 801143	186.5	213.9	197.4	235.7	139.8	191.1	196.7	167.9	53.3
TACTRI 801161	212.7	168.1	160.5	182.1	122.1	148.3	155.6	118.2	59.9
TACTRI 801163	179.7	106.4	109.4	71.6	46.4	192.8	162.6	144.9	22.0
TACTRI 801192	212.2	191.3	108.3	138.0	145.8	170.5	114.6	128.5	45.1
TACTRI 801204	198.8	158.1	97.1	162.0	126.4	163.2	144.7	162.3	46.4
TACTRI 801205	174.2	186.8	132.0	227.3	159.1	207.4	175.5	206.4	63.2
TACTRI 801214	148.2	85.6	131.1	180.2	98.9	213.9	77.3	92.3	60.5
Variety: Keitt									
TACTRI 801206	215.9	135.1	174.3	67.3	169.0	265.7	186.8	204.4	115.4
Other variety:									
PPCT A 64	89.1	43.8	62.8	120.1	78.5	165.4	82.2	139.2	26.4
TACTRI 801056	122.5	98.9	101.0	66.7	80.1	114.2	137.1	64.7	16.6
TACTRI 801210	142.1	155.43	111.6	160.0	74.0	107.5	171.9	134.4	44.3

1) 2 weeks of inoculation in each media.

2) Average of 2 times and each with triplicate.

菌絲平均乾重為 193.5 mg。
 相同含氮量之不同氮素源對菌絲生長之影響
 將培養基中之氮素源分別調整為與 3 g

NaNO₃ 相同含氮量，測定 9 種氮素源對菌絲
 生長之促進作用，發現大部份之菌株較偏好有
 機態之酪蛋白 (casein)、麸酸 (glutamic

表五、不同氮素源對檬果炭疽病原菌菌絲生長之影響

Table 5. Effect of nitrogen source on the mycelial growth of the causal organism of mango anthracnose

Isolate	Mycelial weight at different nitrogen source (mg)									
	Casein	Tryptophan		(NH ₄) ₂ SO ₄		KNO ₃	NaNO ₂		Control	
	Glutamic acid	NH ₄ NO ₃	NH ₄ Cl	NaNO ₃						
Variety: "Tsa Swaei"										
PPCT A 6	74.0	71.2	46.4	33.6	39.2	26.8	63.4	52.4	37.8	24.7
TACTRI 801035	89.6	121.4	28.0	91.3	54.4	59.5	89.0	107.9	75.6	43.0
TACTRI 801060	208.1	149.3	41.0	130.8	77.7	97.0	138.2	153.2	91.3	61.1
TACTRI 801209	177.9	135.5	92.4	133.4	72.0	134.1	126.0	132.9	119.6	66.8
Variety: Haden										
PPCT A 8	99.9	91.8	68.8	51.5	59.4	64.2	70.0	83.9	49.6	26.1
TACTRI 801201	244.5	177.2	145.0	127.1	120.1	156.0	192.4	166.0	223.9	82.9
TACTRI 801208	231.1	206.3	82.8	157.9	116.8	140.6	176.3	182.3	144.5	746.3
TACTRI 801211	173.1	166.0	155.6	83.9	120.2	112.3	154.3	169.2	134.4	80.2
TACTRI 801213	135.3	155.6	96.6	140.0	132.1	68.0	100.7	154.4	73.8	75.2
Variety: Irwin										
PPCT A 1	190.8	66.7	191.7	88.0	97.1	78.4	146.2	130.0	144.1	51.6
TACTRI 801090	89.9	79.4	57.0	95.8	54.5	48.0	84.1	81.3	114.6	38.5
TACTRI 801095	124.0	124.8	92.2	128.3	123.2	113.5	120.9	122.1	103.6	34.9
TACTRI 801126	140.4	121.1	95.2	83.4	119.1	115.1	87.3	89.3	72.6	63.4
TACTRI 801143	257.1	129.7	124.4	135.4	130.9	131.0	139.3	126.4	115.1	67.6
TACTRI 801161	83.6	120.4	124.2	107.0	99.1	107.3	111.1	96.1	120.8	61.6
TACTRI 801163	95.5	153.0	133.2	114.3	77.51	10.1	114.0	149.6	138.9	174.7
TACTRI 801192	180.3	160.6	132.1	164.5	81.7	108.9	154.2	153.5	149.5	45.3
TACTRI 801204	202.1	135.9	65.6	212.8	114.1	135.7	177.7	171.9	133.3	94.2
TACTRI 801205	271.0	202.9	236.9	145.2	204.1	104.7	193.2	146.8	177.2	108.2
TACTRI 801214	114.6	100.8	128.0	106.3	130.7	91.9	129.6	114.5	127.3	62.7
Variety: Keitt										
TACTRI 801206	318.6	148.7	179.1	122.9	129.4	115.8	224.3	169.9	99.7	148.2
Other variety										
PPCT A 64	110.4	53.7	52.3	63.1	43.3	47.9	69.7	82.0	60.1	24.1
TACTRI 801056	30.7	45.5	56.3	56.8	61.5	74.6	68.5	91.3	48.1	31.0
TACTRI 801210	114.7	110.6	63.7	89.8	92.3	79.7	72.8	126.0	144.2	93.5

acid) 及色胺基酸 (tryptophan)，其次為氨態氮，僅有一菌株 TACTRI 801163 偏好亞硝酸鈉 (NaNO₂) (表六)。

pH 值對菌絲生長之影響

以不同 pH 值之緩衝溶液製配培養基，測

定 24 菌株於不同 pH 值生長情形，培養基於消毒前、消毒後及培養二星期後分別測定 pH 值，其中消毒前、後培養基之 pH 值差異低於 0.1，而經培養二星期後其 pH 值變化亦低於 0.2。由培養結果可知 24 菌株在 pH 值 3~9

表六、相同含氮量之不同氮素源對椶果炭疽病原菌菌絲生長之影響

Table 6. Effect of nitrogen source at equivalent quantity on the mycelial growth of the causal organism of mango anthracnose

Isolate	Mycelial weight at different nitrogen source (mg)									
	Casein	Tryptophan		(NH ₄) ₂ SO ₄		KNO ₃	NaNO ₂		Contro	
	Glutamic acid		NH ₄ NO ₃	NH ₄ Cl	NaNO ₃					
Variety: "Tsa Swaei"										
PPCT A 6	62.1	24.0	29.3	27.5	28.7	26.1	33.6	39.8	44.7	22.4
TACTRI 801035	14.8	15.4	10.0	18.7	41.7	38.4	6.6	9.6	16.4	15.0
TACTRI 801060	90.8	173.2	102.0	102.0	89.7	80.2	127.3	112.6	106.0	30.9
TACTRI 801209	35.4	22.1	27.5	43.4	15.0	41.5	20.8	23.2	21.4	22.5
Variety: Haden										
PPCT A 8	104.1	72.8	47.6	68.7	54.1	70.9	93.2	73.9	62.7	25.1
TACTRI 801201	67.0	128.6	101.4	161.2	86.0	77.4	94.2	79.5	83.2	51.7
TACTRI 801211	29.6	102.8	36.2	177.6	77.9	66.4	71.7	99.2	79.2	21.3
TACTRI 801213	27.1	92.3	31.7	60.6	71.3	69.8	14.5	22.9	14.3	19.3
Variety: Irwin										
PPCT A 1	111.3	37.4	88.5	91.1	59.8	82.8	111.5	118.0	51.2	39.2
TACTRI 801090	109.2	182.2	72.9	114.8	93.0	71.4	106.1	92.4	57.9	38.1
TACTRI 801095	128.0	98.3	128.5	131.5	75.6	99.3	79.1	62.9	41.7	66.3
TACTRI 801126	52.5	49.3	40.6	129.0	66.6	65.2	90.8	102.5	104.6	49.1
TACTRI 801143	103.3	121.4	173.0	116.3	110.6	112.7	106.4	119.0	57.1	78.7
TACTRI 801161	79.2	134.3	191.9	105.0	96.0	85.4	66.0	87.3	74.3	26.1
TACTRI 801136	32.6	21.3	35.4	23.3	24.7	44.8	22.2	42.0	112.5	29.6
TACTRI 801192	28.3	66.4	33.6	85.3	101.1	31.5	21.6	32.6	25.3	18.3
TACTRI 801204	28.1	61.0	29.5	48.4	65.4	30.1	72.8	66.7	18.0	25.6
TACTRI 801205	193.5	136.9	169.1	233.2	127.6	151.9	112.6	181.8	143.5	76.8
TACTRI 801214	57.5	82.0	55.6	96.7	36.9	22.4	76.2	63.4	39.7	24.6
Variety: Keitt										
TACTRI 801206	59.2	103.6	49.0	70.0	58.6	40.1	41.1	57.9	36.5	54.1
Other variety:										
PPCT A 64	56.8	59.9	19.0	53.9	72.9	79.8	46.9	70.2	49.7	31.9
TACTRI 801056	96.4	54.1	60.4	43.1	36.4	52.5	69.3	75.7	35.2	48.0

之間均可正常生長，而以 pH 8 及 9 時之生長最差（表七）。不同菌株之反應差異性亦頗大，且無明顯之規律性，菌絲乾重最小者為 TACTRI 801204 及 801214 二菌株，其菌絲乾重分別為 17.8 及 20.7mg，而菌絲生長最旺盛者為 TACTRI 801035 及 801161 二菌株，其菌絲乾重分別為 112.4 及 124.3mg。

Bavendam 反應

24 菌株分別移入含沒食子酸及鞣酸之培養基中，於 24 °C 培養 7 天後觀察其反應，其中六菌株於含沒食子酸之培養基中未產生褐色反應，分別為 PPCT A 6、PPCT A 8、PPCT A 64、TACTRI 801161、801204、及 801206。此六菌株除 TACTRI 801204 於

表七、不同 pH 值對炭疽病原菌菌絲生長之影響

Table 7. Effect of pH value on the mycelial growth of the causal organism of mango anthracnose

Isolate	Mycelial weight (mg) at different pH value						
	3	4	5	6	7	8	9
Variety: "Tsa Swaei"							
PPCT A 6	31.73	40.07	33.17	27.07	20.37	25.47	28.63
TACTRI 801035	112.37	81.20	125.43	40.77	52.27	42.53	33.17
TACTRI 801060	56.50	49.80	41.42	39.88	62.82	61.75	39.01
TACTRI 801209	27.70	30.63	28.67	24.77	24.60	21.67	38.40
Variety: Haden							
PPCT A 8	38.77	42.87	73.37	47.73	33.30	36.83	34.20
TACTRI 801201	35.93	41.97	56.60	50.90	43.10	43.77	80.63
TACTRI 801208	24.75	24.63	20.12	23.10	17.90	15.18	28.43
TACTRI 801211	28.37	37.70	35.73	39.27	36.23	34.43	34.00
TACTRI 801213	39.07	44.07	61.43	73.53	22.87	30.53	33.33
Variety: Irwin							
PPCT A 1	93.07	75.40	70.40	71.20	59.10	47.80	25.07
TACTRI 801090	29.03	34.75	35.43	27.80	33.65	39.67	41.05
TACTRI 801095	36.92	26.50	33.28	22.77	23.42	33.85	63.63
TACTRI 801126	67.73	45.50	66.10	37.03	26.37	28.53	32.93
TACTRI 801143	89.60	107.17	95.57	76.80	64.67	40.57	46.10
TACTRI 801161	124.27	61.83	52.77	61.20	44.97	43.57	41.67
TACTRI 801163	26.97	21.97	27.07	26.67	38.97	39.07	39.73
TACTRI 801192	60.93	43.97	69.00	41.83	22.47	20.90	34.17
TACTRI 801204	18.17	22.82	23.97	21.47	25.85	25.52	40.82
TACTRI 801205	39.60	66.75	46.43	43.37	40.60	38.18	44.63
TACTRI 801214	20.70	16.33	23.80	19.57	23.40	47.00	50.37
Variety: Keitt							
TACTRI 801206	23.17	22.43	23.40	22.50	19.63	25.60	34.27
Other variety:							
PPCT A 64	25.60	15.47	10.40	13.40	15.97	21.10	32.77
TACTRI 801056	24.55	19.58	26.73	29.57	37.53	43.95	41.90
TACTRI 801210	79.67	25.37	39.10	30.87	33.13	48.70	50.90

含鞣酸之培養基中產生輕微之褐色反應外，其餘均未有反應。其他 18 菌株於兩種培養基中均可產生明顯之褐色反應（表八）。

討 論

國外研究報告指出引起檬果炭疽病之病原

菌有二，一為 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. var. *minor* Simmonds，此為引起檬果炭疽病之主要病原菌，常以 46~94% 之高比例存在於田間，利用藥劑防治雖降低其發病率，但無法完全滅絕。另一為 *Colletotrichum acutatum* Simmonds，此病原菌

表八、 椪果炭疽病 24 菌株對沒食子酸及鞣酸之反應

Table 8. Reaction of 24 isolates of *C. gloeosporioides* to tannic acid and gallic acid (Bavendam reaction)

Isolate	Gallic acid	Tannic acid
Variety: "Tsa Swaei"		
PPCT A 6	0 ¹⁾	0
TACTRI 801035	3	2
TACTRI 801060	3	2
TACTRI 801209	3	2
Variety: Haden		
PPCT A 8	0	0
TACTRI 801201	3	2
TACTRI 801208	3	1
TACTRI 801211	3	2
TACTRI 801213	3	2
Variety: Irwin		
PPCT A 1	2	2
TACTRI 801090	3	1
TACTRI 801075	2	1(cl) ²⁾
TACTRI 801126	3	2
TACTRI 801143	3	2
TACTRI 801161	3	2
TACTRI 801163	3	2
TACTRI 801192	3	3
TACTRI 801204	0	2
TACTRI 801205	3	1
TACTRI 801214	3	2
Variety: Keitt		
TACTRI 801206	3	1
Other Variety		
PPCT A 64	0	0
TACTRI 801056	3	1
TACTRI 801210	3	1

1) 0: No brown zone; 1: brown zone less than 1 cm in diameter; 2: brown zone have a diameter between 1 and 2 cm; 3: brown zone have a diameter more than 2 cm.

2) cl: clear zone appear.

生長緩慢，亦可為害葉片、花穗、及果實，然所造成之病斑較小且形成典型病斑所須之時間較長，本病菌通常僅以 2.28% 之比例存在田間，經長期使用農藥後，其在田間存在之比例

逐漸增至 5~50%⁽⁷⁾。 *C. acutatum* 經培養後可產生粉紅色至桔紅色之色素滲入培養基中，同時分生孢子長橢圓形，兩端尖細^(6,9,10)。本試驗分離所得之 24 菌株均未產生粉紅色色素，

且分生孢子之形態皆非兩端尖細，因此此 24 菌株均非 *C. acutatum*。

1915 年 Edgerton 曾利用 22 種不同寄主所分離之 49 菌株進行溫度試驗，結果將其分成 6 組不同反應羣，並指出由同一寄主不同地點分離之菌株對溫度之反應稍有不同⁽⁴⁾。本試驗所採用之 24 菌株生長適溫稍具差別與上述之結論可互相印證，並無特殊之處。

本試驗供試之菌株對醣類之利用能力稍有不同，但利用澱粉之能力最強，而利用有機氮之能力亦很強，與一般菌類利用簡單形態之養分稍有不同，此可能因其所分泌之酵素不同之故。而鞣酸 (tannic acid) 及沒食子酸 (gallic acid) 之反應顯示大部份之菌株可產生細胞外氧化酵素⁽⁶⁾但菌株間仍有明顯差異，酵素反應差異所代表之意義則有待進一步之探討。

Von Arx 於 1957 年曾依分生孢子之形態，大小及寄主將 *Colletotrichum* 屬分為 20 種，其中 *C. dematium* 再分為 4 forma specialis。依其分類標準 *C. gloeosporioides* 之寄主範圍相當廣泛，分生孢子 12~19×4~6 μm，並列舉出超過 600 個同種異名 (synonym)⁽³⁾。1970 年 von Arx 再度描述 *C. gloeosporioides*。分生孢子橢圓形、長橢圓形，頂端鈍圓、尖細或截頭形，大小 12~21×3.5~6 μm⁽⁴⁾。Sutton 於 1980 年依分生孢子形態、大小、附著器大小、形態及寄主範圍等特徵將 *Colletotrichum* 屬分為 22 種，依其描述 *C. gloeosporioides* Penzig 乃一菌群，其寄主範圍相當廣泛，菌落形態變異極大，分生孢子大小 9~24×3~4.5 μm，由於其變化極大，故定一標準描述毫無意義⁽¹⁰⁾。綜合上述之描述，可知本試驗所分離之菌株除 TACTRI 801090 外，其分類特徵均為 *C. gloeosporioides* Penzig，然 TACTRI 801090 除分生孢子較近似球形外，其他特徵均與他菌株無異，理應歸併為 *C. gloeosporioides* Penzig。而菌株之間不論形態、生理性質差異頗大，但與寄

主植物之品種無顯著之相關性，因此其差異來自菌株本身，而非導源於寄主，亦即菌株間之差異與寄主之品種無關。

引用文獻

1. 植物保護手冊。1987。臺灣省政府農林廳編印。
2. 蔡致謨。1961。檬果病蟲害之研究。植保會刊 3:113-121。
3. Arx, J. A. von. 1957. Die Arten der Gattung *Colletotrichum*. *Phytopath. Z.* 29:413-468.
4. Arx, J. A. von. 1970. A revision of the fungi classified as *Gloeosporium*. *Bibliotheca Mycologica herausgegeben van J. chammer Band 24.* pp203.
5. Edgerton, C. W. 1915. Effect of temperature on *Glomerella*. *Phytopathology* 5:247-259.
6. Fitzell, R. D. 1979. *Colletotrichum acutatum* as a cause of anthracnose of mango in New South Wales, *Plant Dis. Repr.* 63:1067-1070.
7. Fitzell, R. D. 1981. Effects of regular applications of benomyl on the population of *Colletotrichum* in mango leaves. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 77:529-533.
8. Nobles, N. K. 1958. A rapid test for extracellular oxidase in cultures of wood-inhabiting Hymenomycetes. *Can. J. Bot.* 36:91-99.
9. Simmonds, J. H. 1965. A study of the species of *Colletotrichum* causing ripe fruit rots in Queensland. *Qd. J. Agr. Sci.* 22:437-459.
10. Sutton, B. C. 1980. The Coelomycetes fungi imperfecti with pycnidia acervuli and stromata. p. 523-537., CMI.

The Morphological and Physiological Characteristics
of the Causal Agent of Mango Anthracnose,
Colletotrichum gloeosporioides Penzig

Hsiu-Chu Yang and Lii-Sin Leu

Department of Pesticide Application, Taiwan Agricultural
Chemicals and Toxic Substances Research Institute,
Wufeng, Taichung, Taiwan, R. O. C.

(Accepted for publication: September 19, 1988)

ABSTRACT

Yang, H. C. and Leu, L. S. 1988. The morphological and physiological characteristics of the causal agent of mango anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides* Penzig. Plant Prot. Bull. 30 : 323—336.

Twenty four isolates of mango anthracnose fungus were collected from Irwin, Haden, Kent, "Tsa Swaei" and other varieties. Conidia of 20 isolates were compared and their morphology was classified into five types: attenuated at both ends, short cylindrical and near globose, attenuated at one end, obtuse at both ends, and narrowed at central part. Two or multiple types of conidia were found to form even in isolates which separated by the single-spore isolation. The size of conidia varied very much and was $8.2\sim 17.1 \times 2.9\sim 9.7 \mu\text{m}$ in average. All the 24 isolates could grow in the temperature range from 8 to 36 °C. Except four isolates the optimum temperature was mostly between 22 to 26 °C. All eight kinds of carbon sources tested could promote the mycelial growth. But the efficiency on different isolates varied. Starch showed the best efficiency and followed by maltose, glucose, and fructose. The efficiency of nitrogen sources on different isolates also varied. Casein, glutamic acid, potassium nitrate, and sodium nitrate were the optimal ones to promote the mycelial growth and tryptophan and ammonium nitrate were less efficient. Twenty four isolates tested could grow normally when pH values of the media were from 3-9, and no significant difference was noticed between pH 3 to 7 in mycelial weight. Eighteen isolates produced exoenzyme and formed brown pigment in the media when assayed by the Bavendamm reaction. According to both morphological and physiological characteristics the 24 isolates collected and tested in this study are accommodated as *Colletotrichum gloeosporioides* Penzig.

(Key words: Mango anthracnose, morphology, Bavendamm reaction, physiological characteristics, and *Colletotrichum gloeosporioides*)