

檬果炭疽病菌之有性世代及溫度與光照對其形成之影響

安寶貞

嘉義市 台灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所

接受日期：中華民國 84 年 12 月 31 日

摘 要

安寶貞. 1995. 檬果炭疽病菌之有性世代及溫度與光照對其形成之影響. 植病會刊 4:173-179.

檬果炭疽病菌 (*Colletotrichum gloeosporioides*) 之有性世代 (*Glomerella cingulata*) 雖存在本省之果園內，但在田間之分布極低，分離到的菌株會形成有性世代之比率約在 0.3-0.95% 之間。不同菌株產生之子囊孢子數目有時有顯著差異，但各菌株的有性器官形態及形成有性世代之有利條件與過程均相似。在馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (PDA) 上產生子囊殼之時間約為 8-10 日，形成子囊及子囊孢子分別約需 10-11 日及 10-12 日；在培養 20-30 日時，子囊孢子會大量產生與釋放，子囊與子囊孢子在釋放後均會消失不見；在培養 50-60 天時，培養基上已無法檢測出子囊與子囊孢子，只剩下空子囊殼。形成有性世代之菌株同時會產生分生孢子，兩者並存在一起。在 PDA 上形成之有性世代器官與自然界落葉上形成者相似。PDA 上形成之子囊殼為黑褐色倒梨形，平均大小為 $114.3-117.8 \times 91.8-108 \mu\text{m}$ ，子囊殼中之子囊數為 7-56，平均 17.5。子囊棍棒狀，無色透明，大小平均為 $56.6-77.4 \times 11.7-12.2 \mu\text{m}$ 。子囊孢子兩端對稱，略微彎曲，尖端鈍圓，大小平均為 $14.3-18.6 \times 6.6-6.8 \mu\text{m}$ 。子囊孢子在 15-30 °C 下均會形成，最適溫度約為 25 °C；而形成無性分生孢子之最適溫度約為 30 °C。光照有利於子囊孢子與分生孢子之形成，2000 Lux 冷螢光、全日光照處理產生子囊孢子之數量遠較 1000 Lux 半日光照，或 1000 Lux 全日光照之產胞量為多。但光照量太強時 (3000 Lux 以上)，產胞量反而會減少。在完全黑暗下，子囊孢子不形成或產胞量十分稀少。

關鍵詞：檬果炭疽病菌、有性世代、子囊孢子、溫度、光照。

緒 言

炭疽病是本省檬果最嚴重之病害 (1,5,6)，受害部位包括花穗、果實、葉片及幼莖，對檬果之產量與品質影響至巨，尤其是影響省產檬果外銷之致命因子。本省檬果炭疽病主要由 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. 引起 (1,3,5,6)，與國外之報告大致相同 (7, 10,12,15,18,20)。 *C. gloeosporioides* 之自然界寄主範圍廣泛，達數百種以上 (13)，然而，不同寄主來源菌株的病原性、型態、生理特性及產生有性世代之能力有時差異甚大 (3,5,16,17)。檬果炭疽病菌的有性世代為 *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spald. & H. Schrenk，但是甚少在自然界被發現，報告幾無，不若其他寄主來源的炭疽病菌株易形成有性世代，產生子囊與子囊

孢子 (17)。本文即報告在本省發現之檬果炭疽病菌之有性世代，及溫度與光照對子囊孢子形成之影響。

材料與方法

病原菌分離

由全省各檬果園採集罹病之葉片、花穗及果實。罹病組織經水洗、拭乾後，沿病斑切成 $2 \times 2 \text{ mm}$ 的小塊，經 0.5% 次氯酸鈉 (NaClO) 溶液表面消毒三分鐘，置於含 500 ppm 鏈黴素 (Streptomycin sulfate) 之馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (一公升之培養基中含：200 g 馬鈴薯煎汁液，葡萄糖 20 g，瓊脂 15 g，簡稱 PDA) 上。每 9 cm 直徑之培養皿中放置 10 塊病組織，靜置於室溫下，等菌絲長出並產生孢子，經單分生孢子 (conidium) 分離，

移植於PDA斜面上(1.5 × 16 cm的試管, 含5 ml PDA)。含菌試管在25 °C下培養20天後, 將菌塊挑出, 在顯微鏡下觀察有無子囊孢子形成。將會產生有性世代的菌株挑出, 進行下列試驗。

檬果炭疽病菌有性世代之產生與培養時間之關係

將會形成有性世代之菌株GC-3經單分生孢子分離後, 移入PDA斜面試管內, 置於25 °C之定溫箱內, 接受每日12小時之光照處理(冷螢光, 約1000-1200 Lux)。每隔2-3天取出2隻試管, 在顯微鏡下, 檢查有無子囊殼、子囊以及子囊孢子之產生, 並計算單位子囊殼中之子囊數目及單位試管內(1.5 × 16 cm, 含5 ml PDA)形成之子囊數目, 至培養70日為止。子囊孢子(或分生孢子)數目之調查係將5 ml之無菌水加入試管內, 並以移植針將子囊殼(或分生孢子)刮下, 再將含有子囊殼(或分生孢子)之懸浮液倒入另一乾淨之試管中, 重複上述步驟, 將兩次所得之子囊殼(或分生孢子)懸浮液合併, 靜置30 min後, 再經Whirlimixer以4500 rpm高速震盪30 sec, 使其釋放子囊孢子(或使分生孢子分散), 並加入2滴棉藍(cotton blue), 以微量吸管(micropipette)吸取1 µl之孢子懸浮液, 在顯微鏡下計算孢子數目, 重複2-3次, 取平均值, 並換算成單位試管內含有之孢子數目。試驗重複兩次。

溫度對檬果炭疽病菌產生子囊孢子之影響

將會形成有性世代之菌株GC-1、GC-2及GC-3經單分生孢子分離後, 移入PDA斜面試管內, 分置於10, 15, 20, 25, 30及35 °C之定溫箱內, 接受每日12小時之光照處理(冷螢光, 約1000-1200 Lux), 每溫度5隻試管。培養20天後, 檢定各溫度處理單位試管內(1.5 × 16 cm, 含5 ml PDA)形成之子囊孢子數目。同時比較溫度對分生孢子產生之影響, 供試菌株尚包括CG-5(分離自台南玉井之愛文檬果果實, 不會形成有性世代)。試驗重複兩次。

光照強度與光照時間對檬果炭疽病菌產生子囊孢子之影響

將會形成有性世代之菌株GC-3及不會形成有性世代之菌株CG-5經單分生孢子分離後, 移入PDA斜面試管內, 置於25 °C之定溫箱內, 接受不同之光照處理。處理一至三分別置於光照強度3000 Lux, 2000 Lux及1000 Lux的冷螢光光源下, 接受24小時之全日光照處理; 第四處理則接受1000 Lux的12小時光照/12小時黑暗處理; 第五處理置於完全黑暗之情形下(以鋁箔紙包裹)。每處理10隻試管, 於培養20天後, 測定每處理試管內形成之子囊孢子數目及/或分生孢子數目。試驗重複兩次。

結 果

檬果炭疽病菌有性世代之發現及其特性

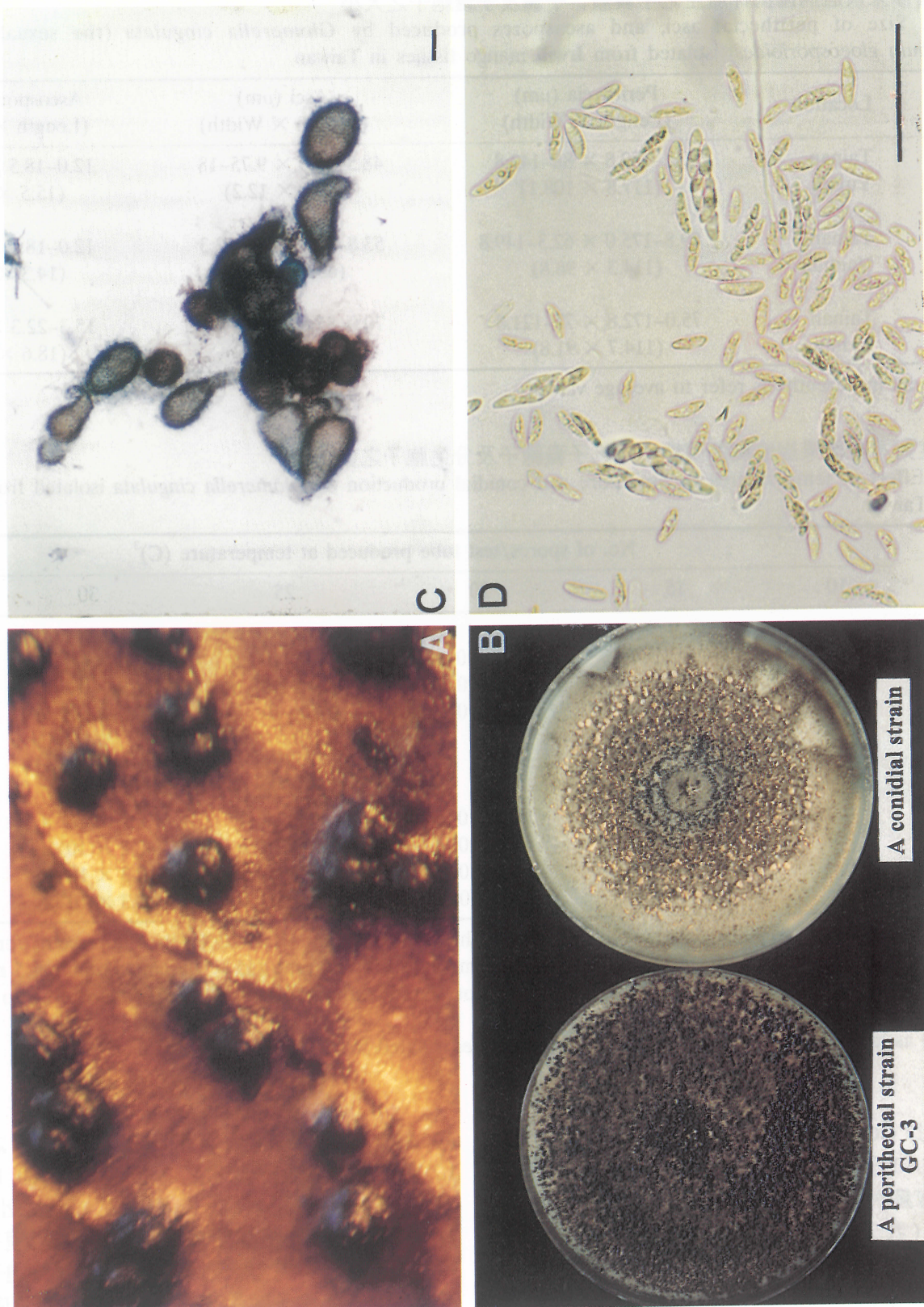
在1978-1984年, 自本省中部以南66個檬果園內採回之罹病果實、花穗、葉片上分離到的炭疽病菌株共661株, 僅有玉井一個果園之兩個菌株會形成有性世代, 產生子囊與子囊孢子, 分離率僅有0.3%。爾後, 1992年自玉井及南化地區之37個外銷檬果參選果園之病果上分得3個會產生有性世代之菌株, 其餘314菌株只會形成分生孢子, 分離率為0.95%。此外, 在嘉義番路地區之檬果園之腐敗落葉上找到炭疽病菌之子囊殼(1)。這些會產生有性世代之菌株, 同時也會形成無性之分生孢子(圖一), 再經單分生孢子分離手續, 確認無性與有性孢子確係由同一菌株所產生。後經由接種手續(以分生孢子懸浮液經無傷處理接種於愛文檬果之幼嫩葉片), 均顯示這些菌株之分生孢子對檬果具病原性, 後再經分離手續, 完成柯霍氏法則, 證實這些會產生兩類孢子(子囊孢子與分生孢子)之菌株確為危害檬果之炭疽病菌。供試之GC-1, GC-2, GC-3三菌株所形成之子囊殼、子囊及子囊孢子在形態上大致相似, 但大小略有不同(表一)。在PDA平板上形成之有性世代器官與自然界落葉上形成者亦相似, 子囊殼為黑褐色倒梨形(圖一), 平均大小為114.3-117.8 × 91.8-108 µm, 每子囊殼中之子囊數從7至56個不等, 平均有17.5個子囊。子囊呈棍棒狀(圖一), 無色透明, 子囊之大小平均為56.6-77.4 × 11.7-12.2 µm。每個子囊中有八個無色透明之子囊孢子, 子囊孢子兩端對稱, 形狀略微彎曲, 尖端鈍圓(圖一), 大小平均為14.3-18.6 × 6.6-6.8 µm。子囊在釋放子囊孢子後會自我分解而消失不見, 子囊孢子亦同。

檬果炭疽病菌有性世代在PDA上之產生及消失過程

菌株GC-3在25 °C下, 培養於PDA斜面試管內, 接受12小時光照/12小時黑暗、光照強度約1000-1200 Lux之處理, 約培養10-11天時, 菌株開始產生成型之子囊殼與子囊, 12天後開始形成子囊孢子, 子囊與子囊孢子大量產生於培養20-30天之間, 至培養約50-60天後, 培養基上已無法檢測出子囊與子囊孢子, 只剩下空子囊殼。大約有40-65%之子囊殼內不形成子囊, 而亦有甚多之子囊中無子囊孢子產生。

檬果炭疽病菌子囊孢子形成與溫度之關係

在10-35 °C下, 12小時光照/12小時黑暗、冷螢光光照強度約1000-1200 Lux之條件下培養20日後, 供試三菌株GC-1, GC-2, GC-3在PDA上產生子囊孢子之數目雖有多寡之差異, 但均以在25 °C下之產孢



圖一、檬果炭疽病菌之有性世代器官。A. 自然界檬果病葉上形成之子囊殼，B. 菌株 GC3 在 PDA 上形成之子囊殼（與分生孢子堆並存）並與一分生孢子菌株比較，C. 子囊殼之放大，D. 檬果炭疽病菌之子囊與子囊孢子（線長 = 50 μ m）。

Fig. 1. The sexual organs produced by *Glomerella cingulata* isolated from mango tissues in Taiwan. A. Perithecia produced on a diseased mango leaf. B. Perithecia and conidial matrix produced by the GC3 isolate on a PDA plate comparing with an conidial isolate. C. Perithecia. D. Asci with ascospores (Bar = 50 μ m).

表一、本省檬果炭疽病菌菌株產生之子囊殼、子囊及子囊孢子之大小

TABLE 1. Size of perithecia, asci, and ascospores produced by *Glomerella cingulata* (the sexual stage of *Colletotrichum gloeosporioides*) isolated from Irwin mango tissues in Taiwan

Isolate No.	Location	Perithecia (μm) (Length $\times$ Width)	Asci (μm) (Length $\times$ Width)	Ascospores (μm) (Length $\times$ Width)
GC-1	Tainan Yujing	87.3–182.8 $\times$ 88–143.8 (117.8 $\times$ 108.1) ¹	48.5–64.8 $\times$ 9.75–18 (56.6 $\times$ 12.2)	12.0–18.5 $\times$ 4.5–8.0 (15.5 $\times$ 6.55)
GC-2	Tainan Nanhua	89.8–175.0 $\times$ 62.3–149.8 (114.3 $\times$ 96.8)	53.8–84.8 $\times$ 10–13.3 (65.5 $\times$ 11.7)	12.0–18.0 $\times$ 5.0–9.0 (14.3 $\times$ 6.80)
GC-3	Tainan Nanhua	75.0–172.8 $\times$ 72–121.8 (114.7 $\times$ 91.8)	70.0–85.8 $\times$ 10.3–13.5 (77.4 $\times$ 12.2)	15.3–22.3 $\times$ 5.3–9.3 (18.6 $\times$ 6.72)

¹ The numbers in parenthesis refer to average values.表二、溫度對本省檬果炭疽病菌菌株產生之子囊孢子及分生孢子之影響¹TABLE 2. Effect of temperatures on ascospore and conidial production of *Glomerella cingulata* isolated from mango tissues in Taiwan¹

Isolate No.	No. of spores/test tube produced at temperature (C) ²					
	10	15	20	25	30	35
Ascospores						
GC-1	0 c ³	1.4 $\times$ 10 ⁴ b	2.4 $\times$ 10 ⁵ a	2.6 $\times$ 10 ⁵ a	3.2 $\times$ 10 ⁴ b	0 c
GC-2	0 d	3.0 $\times$ 10 ³ d	1.1 $\times$ 10 ⁵ b	1.6 $\times$ 10 ⁵ a	2.9 $\times$ 10 ⁴ c	0 d
GC-3	0 e	7.0 $\times$ 10 ³ d	3.3 $\times$ 10 ⁵ b	4.3 $\times$ 10 ⁵ a	9.0 $\times$ 10 ⁴ c	0 e
CG-5 ⁴	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Conidia						
GC-1	0 d	6.5 $\times$ 10 ³ c	2.0 $\times$ 10 ⁵ b	4.8 $\times$ 10 ⁶ a	6.4 $\times$ 10 ⁶ a	0 d
GC-2	0 e	8.0 $\times$ 10 ³ d	1.9 $\times$ 10 ⁵ c	7.2 $\times$ 10 ⁶ b	2.2 $\times$ 10 ⁷ a	0 e
GC-3	0 d	3.2 $\times$ 10 ⁴ c	1.6 $\times$ 10 ⁶ b	1.8 $\times$ 10 ⁷ a	2.3 $\times$ 10 ⁷ a	0 d
CG-5	0 e	7.9 $\times$ 10 ⁵ d	2.3 $\times$ 10 ⁷ c	3.7 $\times$ 10 ⁸ b	8.3 $\times$ 10 ⁸ a	0 e

¹ Isolates were incubated on PDA slant with 12 hr light/12 hr dark treatment (1000–1200 Lux, fluorescent) for 20 days.² Numbers of spores were counted on the surface of PDA medium per test tube (15 $\times$ 1.6 cm, containing 5 ml PDA).³ Values followed by the same letter at each row are not significantly different at $P=0.05$ according to Duncan's multiple range test.⁴ CG-5 is an asexual isolate of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from Irwin mango tissue at Yujing.

量最多，且以 GC-3 菌株產生之子囊孢子數目最多，達每試管 4.3×10^5 子囊孢子，約每平方公分 10^5 子囊孢子。GC-2 之產胞量次之，GC-1 最少，但三菌株之產胞量差異並不大（表二）。三菌株在 15–30 °C 均會形成子囊孢子，但於 10 °C 或 35 °C 時則不會。三菌株在 15–30 °C 亦均可形成分生孢子，但以 30 °C 時之產胞量最多，與子囊孢子產生之最適溫度略有不同。

檬果炭疽病菌子囊孢子形成與光照之關係

於 25 °C 下恆溫培養 20 天後，在 PDA 上產生之子囊孢子數，以全日光照 2000 Lux 之處理最多，每試管

有 1.84×10^6 個子囊孢子；全日光照 1000 Lux 之處理有 1.2×10^6 個子囊孢子，次之；全日光照 3000 Lux 之處理有 7.3×10^5 個子囊孢子，再次之；而 12 小時光照/12 小時黑暗（光照強度為 1000 Lux）之處理有 4.6×10^5 個子囊孢子；完全無光照之處理或無子囊孢子產生，或產生之子囊孢子數量甚少，不到完全光照處理之十分之一。同樣，無性分生孢子之形成亦與光照有密切關係，光照有利於分生孢子之產生（表三）。此外，光照較強時，子囊孢子之形成亦較早。在 2000 Lux 全日光照時，菌株 GC-3 於培養 8–9 天時即開始形成子囊殼，10 天時即開始產生子囊孢子，較 1000–1200 Lux 半日光照時提早 1–2 日。

表三、光照強度與時數對本省檬果炭疽病菌菌株產生之子囊孢子及分生孢子之影響¹

 TABLE 3. Effect of light intensity on ascospore and conidial production by the isolates of *Glomerella cingulata* isolated from mango tissues in Taiwan¹

Isolate No.	Spore type	No. of spores/test tube produced under different light treatment ²				
		3000 Lux (24 hr/day)	2000 Lux (24 hr/day)	1000 Lux (24 hr/day)	1000 Lux (12 hr/day)	Dark (24 hr/day)
GC-3	Ascospores	7.3×10^5 b ³	1.8×10^6 a	1.2×10^6 ab	4.6×10^5 b	$0-1.2 \times 10^4$ c
CG-5 ⁴	Ascospores	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
GC-3	Conidia	4.7×10^6 c	2.4×10^7 a	4.5×10^6 b	7.2×10^6 b	9.3×10^5 c
CG-5	Conidia	2.7×10^7 b	3.6×10^8 a	1.8×10^8 a	2.6×10^8 a	1.8×10^7 b

¹ Isolates were incubated on PDA slant at 25 C for 20 days with different cool fluorescent light treatment.

² Numbers of spores were counted on the surface of PDA medium per test tube (15 × 1.6 cm, containing 5 ml PDA).

³ Values followed by the same letter at each row are not significantly different at $P=0.05$ according to Duncan's multiple range test.

⁴ CG-5 is an asexual isolate of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from Irwin mango tissue at Yujing.

討 論

炭疽病在熱帶與亞熱帶地區均為檬果之重要病害，病原菌主要為 *C. gloeosporioides* (7,15,16)，少數由 *C. acutatum* Simmonds 感染所致 (9)。在本省，檬果炭疽病最早記載於農家便覽，蔡氏 (6) 於 1961 年調查本省檬果病蟲害，即發現炭疽病為本省檬果重要病害之一，後來經多人調查，危害本省檬果之炭疽病原菌亦主要為 *C. gloeosporioides* (1,3,5,6)。目前本省大量栽培之引進種愛文 (Irwin) 檬果及其他栽培品種均普遍發生炭疽病，然而，在田間看到的或分離得到的大都為炭疽病菌之無性世代 *C. gloeosporioides*，甚少見到或分離到有性世代 *G. cingulata*，產生子囊孢子及子囊殼 (1)。在本試驗中，分離到的檬果炭疽病菌株會產生有性世代的亦極稀少，僅有 0.3–0.95%。Shane (17) 發現蘋果炭疽病菌的有性世代普遍存在果園內，但分布不甚均勻；而謝及段氏 (2) 在本省分離到的葡萄晚腐病菌亦存在有性世代，但比率亦僅有 5%。作者自檬果上分離得到的炭疽病菌其產生之有性世代器官雖有大小之差異，但其特徵 (圖一、表一) 與 Mordue (14) 及 Hanlin (11) 等人對 *G. cingulata* 之描述相同，亦與上述蘋果炭疽病菌 (17) 及葡萄晚腐病菌 (2) 產生之有性世代相似，因而本省檬果炭疽病菌之有性世代應為 *G. cingulata* 無誤。

檬果炭疽病菌在自然界與培養基上所形成之子囊，均在釋放出子囊孢子後，被分解而消失不見；而從子囊中釋放出之子囊孢子，在無合適基質供其發芽之狀況下，約經 24 小時後亦會自我分解而消失不見。在本試驗中子囊與子囊孢子之開始形成約在培養 10–12 天之間，在 12 天時已有少數之子囊孢子釋放出來；而大量形成與釋放出子囊孢子約在培養 20–30 天之間；到

50–60 天時，培養基上只剩下空子囊殼、無子囊與子囊孢子存在，因而在檢視菌株是否會產生有性世代時，必須了解菌株之產孢過程與時間，以免錯失正確檢視時機；而一般分生孢子在形成之後，可以存活數月之久，與子囊孢子之存活有明顯差別。

真菌在產生孢子 (spores) 時，頗受外界環境因子之影響 (8,19)，除了培養基 (culture media) 之種類外，溫度與光照對不同真菌甚或同種不同菌株之產孢影響亦各異，對分生孢子形成數量之多寡有無及形成之孢子形狀有時有莫大之影響。一般檬果炭疽病菌之可生長溫度範圍約在 5–45 C 之間 (5)，而分生孢子與子囊孢子在 35 C 以上即不會產生，較菌絲生長之溫度顯著為低 (表二)。各菌株在相同溫度下之產孢能力雖有強弱差異，但均以 25 C 時所產生之子囊孢子數目最多 (表二)，20 C 時次之，30 C 再次之，15 C 時更少，10 C 及 35 C 均不會產生。分生孢子之產生則以 30 C 時最多，依次遞減為 25 C，20 C，15 C。而楊與莊 (4) 亦曾報告香蕉炭疽病菌 *Colletotrichum musae* (Berk. & M. A. Curtis) Arx 在 PDA 上形成分生孢子之最適溫度亦在 25–30 C 之間。

光照對檬果炭疽病菌形成有性世代與產生子囊孢子數目之多寡有顯著影響 (表三)，有性世代之形成需有光照刺激，在黑暗中產生之子囊孢子數目極少，甚或不產生。在本試驗中，2000 Lux 之冷螢光全日光照處理下形成之子囊孢子數目最多，每試管可產生 1.84×10^6 個子囊孢子；光照強度太強 (3000 Lux 以上)、降低 (1000 Lux 以下) 或光照時數減半時，子囊孢子之形成量均會降低，且差異顯著 (表三)。又光照強度較強時，子囊殼、子囊及子囊孢子之產生略早，2000 Lux 時，子囊之產生約在培養 10 日時，1000–1200 Lux 半日光照時約需 12 天。光照亦有利於分生孢子之產生，

光照量 2000 Lux 時，產生之分生孢子數目最多；光照量由 2000 Lux 降為 1000 Lux 時，分生孢子之數目略有降低；但光照量太強時 (3000 Lux)，分生孢子之形成亦會顯著降低。在完全黑暗時，分生孢子仍可產生，但數目顯著降低，約為 2000 Lux 完全光照時之 1/20 至 1/26 (表三)。

有關有性世代在檬果炭疽病害中擔當之角色，目前尚不得而知。作者在本試驗中分離到檬果炭疽病菌有性世代的機率尚不到 1%，且子囊孢子易自我分解，其在自然界誘發檬果炭疽病所擔當之角色可能不如分生孢子來得重要。Fitzell 和 Peak (10) 即認為它在自然界存在之比率太低，因而與田間檬果炭疽病之發生無關，但仍需探討。至於不同寄主來源之炭疽病菌為何在形成有性世代之能力上差別如此懸殊，目前尚不得而知。而光照在炭疽病菌形成有性世代中擔當之角色為何？機制如何？有待探究。

謝 辭

本研究報告承蒙台灣大學莊再揚教授修正，及行政院農業委員會計畫 (82 科技 -2.3- 糧 -03(16)) 及前農業發展委員會計畫補助，僅此致謝。

引用文獻

1. 安寶貞、陳茂發、黃瑞卿。1994。環境因子對檬果炭疽病發生之影響。植病會刊 3:34-44。
2. 段中漢、謝文瑞。1991。葡萄晚腐病之感染源。植保會刊 33:275-282。
3. 翁豐嶽。1995。臺灣檬果炭疽病菌之分群與孢子外泌物之生理特性。國立臺灣大學植病系 84 年度碩士論文。105 頁。
4. 楊宏仁、莊再揚。1991。香蕉炭疽病菌之變異性。植保會刊 33:262-274。
5. 楊秀珠、呂理燊。1988。檬果炭疽病菌之形態與生理性質。植保會刊 30:325-336。
6. 蔡致謨。1961。檬果病蟲害之研究。植保會刊 3:9-17。
7. Cook, A. A. 1975. Diseases of Tropical and Subtropical Fruits and Nuts. Hafner Press, New York. 231 pp.
8. Dahlberg, K. R., and Etten, J. L. 1982. Physiology and biochemistry of fungal sporulation. Annu. Rev. Phytopathol. 20:281-301.
9. Fitzell, R. D. 1979. *Colletotrichum acutatum* as a cause of anthracnose of mango in New South Wales. Plant Dis. Rep. 63:1067-1070.
10. Fitzell, R. D., and Peak, C. M. 1984. The epidemiology of anthracnose disease of mango: inoculum sources, spore production and dispersal. Ann. Appl. Biol. 104:53-59.
11. Hanlin, R. T. 1990. Illustrated Genera of Ascomycetes. APS Press. St. Paul, Minnesota. 263 pp.
12. Lin, T. K., and Khoo, K. C. 1988. Diseases and Disorders of Mango in Malaysia. Tropical Press SDN. BHD. Kuala Lumpur, Malaysia. 101 pp.
13. MacFarlane, H. H. 1968. Review of Applied Mycology. Plant Host-Pathogen Index to Volumes 1-40 (1922-1961). CMI press. England. 820 pp.
14. Mordue, J. E. M. 1971. *Glomerella cingulata*. CMI Description of Pathogenic Fungi and Bacteria, No 315.
15. Ploetz, R. C., Zentmyer, G. A., Nishijima, W. T., Rohrbach, K. G., and Ohr, H. D. 1994. Compendium of Tropical Fruit Diseases. APS Press. St. Paul, Minnesota. 88 pp.
16. Quimio, T. H. 1975. Studies on growth, sporulation and spore-germination of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Philipp. Agric. 59:53-58.
17. Shane, W. W. 1981. The *Glomerella cingulata* perfect stage and apple bitter rot. Plant Dis. 65:135-137.
18. Simmonds, J. H. 1941. Latent infection in tropical fruits discussed in relation to the part played by species of *Gloeosporium* and *Colletotrichum*. Proc. R. Soc. Queensl. 52:92-120.
19. Smith, J. E., and Berry, D. R. 1974. An Introduction to Biochemistry of Fungal Development. Academic Press Inc. New York. 326 pp.
20. Verhoeff, K. 1974. Latent infection by fungi. Annu. Rev. Phytopathol. 12:99-110.

ABSTRACT

Ann, P. J. 1995. The sexual stage (*Glomerella cingulata*) of *Colletotrichum gloeosporioides* from mango, and effect of temperature and light on its reproduction. Plant Pathol. Bull. 4:173-179. (Chiayi Agricultural Experiment Station, Chiayi, Taiwan, R.O.C.)

The sexual stage (*Glomerella cingulata*) of *Colletotrichum gloeosporioides* was detected in the mango orchards in Taiwan. However, the frequency of distribution of the homothallic perithecial strains was relatively low, with an isolation rate about 0.3 to 0.95%. The perithecial strains produced both ascospores and conidia on potato dextrose agar (PDA) while the conidial strains produced

only conidia. On PDA under light treatment, the perithecial strains required 8–10 days, 10–11 days, and 10–12 days for perithecial, ascus, and ascospore formation, respectively. Abundant ascospores were produced and released in/from asci after incubation for 20–30 days on the same medium, and only empty perithecia without asci nor ascospores can be detected after 50–60 days. The sexual organs produced on/in PDA medium were similar to those formed in the diseased mango leaves in the fields. Ostiolate perithecia were dark brown, obpyriform or subglobose with an average range of $114.3\text{--}117.8 \times 91.8\text{--}108 \mu\text{m}$. Each perithecium contained about 7–56 asci with an average of 17.5. Asci were hyaline, clavated, 8 spored, and mean ranged $56.6\text{--}77.4 \times 11.7\text{--}12.2 \mu\text{m}$. Ascospores were hyaline and slightly curved, and ranged $14.3\text{--}18.6 \times 6.6\text{--}6.8 \mu\text{m}$. The perithecial strains produced ascospores from 15–30 °C with the optimum temperature around 25 °C. While the optimum temperature for conidial formation was about 30 °C. Light was essential for sexual reproduction and also enhanced conidial formation. Formation and production of ascospores under cool fluorescent light with light intensity of 2000 Lux for 24 hr/day was significantly earlier and higher than those produced under 1000 Lux for 12 hr/day, 1000 Lux for 24 hr/day, and 3000 Lux for 24 hr/day. In darkness ascospores were not produced or produced scarcely.

Key words: mango anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Glomerella cingulata*, sexual stage, ascospore, temperature, light.