

菟絲子炭疽病菌寄主範圍與致病力探討

陳富永¹ 蔣慕琰²

¹ 農委會台南區農業改良場

² 農委會農業藥物毒物試驗所

摘 要

自苗栗縣造橋鄉道路邊坡蒐集得自然罹病之菟絲子植株，由罹病菟絲子組織分離得之真菌菌株，菌株編號 CUSCA02，在 PDA 培養基上之菌絲呈灰白色，同時伴隨菌落的生長，會產生大量鮭魚肉色之分生孢子，分生孢子為單胞，直長橢圓形、兩端鈍圓至略尖，大小為 $15\sim 22.5\times 3.8\sim 5\ \mu\text{m}$ ，根據分生孢子及菌落的特徵，確定此菌株為 *Colletotrichum* sp. 炭疽病菌。CUSCA02 菌株之致病力探討，以不同濃度的分生孢子為接種源噴施菟絲子，在 1×10^6 及 1×10^7 spores/ml 兩個接種源濃度時，接種後 15 天，發病指數分別達 90% 及 95%，其他 1×10^3 、 1×10^4 、 1×10^5 spores/ml 三組的發病指數均在 50% 以下；三個接種濃度較高的處理組，接種後 60 天最後一次調查時，菟絲子植株均完全發病萎凋死亡，而兩個低濃度的處理組，發病指數達 70% 以下。露點時間對病害發生之影響，在保濕處理 0 及 4 小時，其病徵表現均在 40% 以下，處理 12 小時，病徵指數則達到 90%，16 小時以上達 100% 發病；在接種後 14 天的第二次調查，0 小時的處理，病徵則加重到 70%，8 小時以上則達到 90% 以上的病徵。關於 CUSCA02 的寄主範圍，以 1×10^7 spores/ml 接種 10 科 30 種植物上，接種 15 天後，只有菟絲子產生病徵，對其他植物均無影響。培養基中合成培養基以 OMA 及 1/2 OMA 之產孢量最高，每皿產孢量分別為 1.4×10^9 及 1.1×10^9 個孢子，其次為 PDA、1/2 PDA 及 MEA，分別為 5.2×10^8 、 2.6×10^8 及 1.3×10^8 個孢子；而穀類培養基以薏仁的產量最高，每公克可產生 5.7×10^8 個孢子，其次為紅薏仁，可產生 3.9×10^8 個孢子，糙米、蕎麥、白米、綠豆、大豆及小麥等產生 $1.0\sim 2.0\times 10^8$ 個孢子。由菟絲子上分離得之 *Colletotrichum*-CUSCA02 菌株對菟絲子具強致病力，造成萎凋死亡，同時本研究中也掌握了菌株產孢、露點時間、接種源強度等因素之影響，對於未來生物防治技術之開發將極具參考價值。

關鍵詞：菟絲子、炭疽病、生物防治、生物除草劑。

Host Range and Virulence of *Colletotrichum* sp., a Potential Mycoherbicide for Dodder (*Cuscuta campestris*)

Fu-Yung Chen¹ Mou-Yen Chiang²

¹Tainan District Agricultural Research and Extension Station,
Council of Agriculture, Tainan, Taiwan, ROC.

²Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research
Institute, Council of Agriculture, Taichung, Taiwan, ROC

Abstract

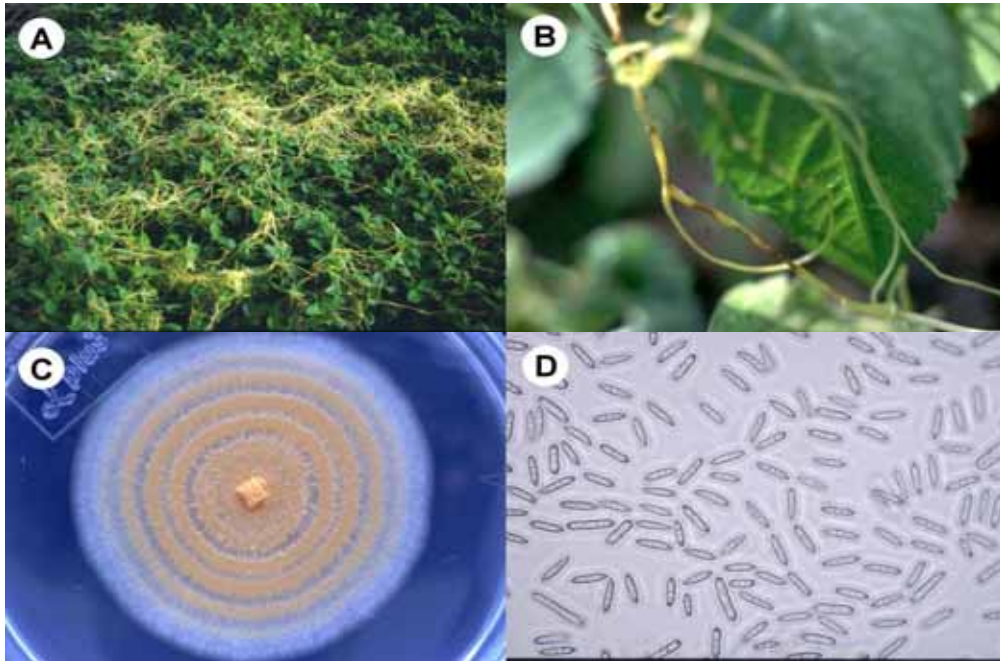
A *Colletotrichum* sp. was obtained from a diseased dodder (*Cuscuta campestris*) at Miao-Li Taiwan. Fungus was propagated on PDA medium at 25°C and single-spore culture (isolate CUSCA02) was used for further study. Spore suspension was sprayed onto greenhouse grown dodder. Inoculated dodder showed severe wilting in ten days after inoculation. Effects of dew duration and inoculum potential on symptom development were also determined by greenhouse inoculation. Longer than 8 hours dew duration will lead to over 90% disease rating. Spore suspension of 1×10^6 and 1×10^7 spores/ml resulted in 90 and 95% tissue necrosis of dodder in 15 days, respectively. Inoculated dodder was completely wilted in one month. Host range tests showed that *Colletotrichum* isolate CUSCA02 was only pathogenic to *Cuscuta campestris*, no symptoms were observed on 29 other plants inoculated. Spore production of artificial media was conducted using 10 types of formulated media and 10 types of grain media. Spore production were highest for oat meal agar (OMA) and cooked Job's tear, producing 1.36×10^9 spores/dish and 5.65×10^8 spores/g, respectively. Our study indicated isolate CUSCA02-*Colletotrichum* sp. is a promising biological control agent for dodder.

Key words: dodder, *Colletotrichum* sp., mycoherbicide, biological weed control.

前 言

雜草在世界各國的農耕體系中都是重要的問題，而各種防除方法包括水分管理、手工拔除、機械除草、化學除草劑、生物防治等均各有其利弊：水分管理不適用於各種作物，以手工拔除耗費人力、時間，機械除草無法根除且有時適得其反，藥劑防治是最有效快速的方法，但對某些草種效果不彰，且過度用藥對環境造成莫大的衝擊，而生物防治法則是近年來廣被接受、對環境影響小而成效卓越的防治技術；在其它的領域如昆蟲、病原菌的生物防治均有成功的報告。生物除草劑乃是以雜草之天然病原微生物製劑，噴施於雜草上使其產生病害而達到降低族群的效果，並且以病原微生物對雜草之寄主專一性，感染某特定草種而不危害其他非目標植物，乃生物除草劑之最大特徵，亦為控制某特定草種族群的唯一方法。世界各國正在研究或已成功開發之生物除草劑個案相當多，如 DeVine 在 1981 年登記成為第一個真菌殺草劑，乃是以 *Phytophthora palmivora* 之一致病型菌株的厚膜孢子製成之濃縮液劑防治柑桔園雜草 *Morrenia odorata*⁽⁸⁾；COLLEGO 在 1982 年完成登記成為真菌殺草劑，是以 *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *aeschynomene* 之孢子防治稻田及大豆田中之豆科雜草 *Aeschynomene virginica*，其乾燥之孢子製成可濕性粉劑以萌後噴施，可達 85% 以上之防治效果⁽⁹⁾。除了以上兩種外，尚有 CASST(以 *Alternaria cassiae* 防治 *Cassia obtusifolia*)、BioMal(以 *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvae* 防治 *Malva pusilla*)...等等⁽¹⁰⁾；旋花科雜草生物除草劑的研究方面，1963 年中國大陸在為害大豆的菟絲子(*Cuscuta* sp.)上，分離到菟絲子炭疽病菌(*Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *cuscuta*)，對大豆田之菟絲子可感染致病，命名為「魯保一號」⁽³⁾，60 年代中後期在江蘇、山東、安徽、陝西、寧夏等二十個省推廣面積達六十萬公頃，防治效果在 85% 以上，近年來田間的防治效果穩定。

菟絲子(dodder)為旋花科(Convolvulaceae)菟絲子屬(*Cuscuta*)之寄生性植物，其根與葉退化，由蔓生性的莖纏繞寄主，藉由吸器(haustorium)攝取寄主之水分及養分，被視為一種具寄生性的雜草。菟絲子屬植物在全球約有 150 多種，在台灣地區則有四種^(1, 2)；菟絲子寄主範圍廣泛，可在多種植物上纏繞寄生，尤其為害許多景觀、園藝植物(圖一 A)，造成植物生長衰弱、影響景觀、甚至傳播病害。但由於菟絲子行寄生方式，緊緊纏繞寄主植物，尚無化學除草劑可行選擇性防除；而且其植物殘體仍可繼續寄生植物，迅速恢復繁殖，人力或機械除草效率低，甚至助長其傳播；不易將菟絲子除盡，殘存之纏繞莖可在短期內再生，繼續危害寄主植物。生物防治法是可行的防治技術，藉由病原菌對寄主的專一性，使菟絲子萎凋死亡，而不傷害寄主，使寄主植物恢復生機。



圖一、 A. 寄生性雜草菟絲子 (*Cuscuta campestris*) 纏繞寄生於景觀植物南美蟛蜞菊 (*Wedelia trilobata*) 上， B. 自然罹病組織呈現壞疽病斑， C. *Colletotrichum* sp. 菌株 (CUSCA02) 在 PDA 平板上之菌落形態， D. CUSCA02 之分生孢子。

Fig.1. A. Parasitic dodder (*Cuscuta campestris*) on *Wedelia trilobata*, B. Necrotic lesion on dodder, C. Colony of *Colletotrichum* sp.-CUSCA02 on PDA, D. Conidia of CUSCA02.

材料與方法

病原菌分離與接種

自苗栗縣造橋鄉道路邊坡蒐集得到自然罹病之菟絲子植株，絲狀莖部罹病後呈現壞疽病斑，嚴重時造成莖部縮縮、萎凋（圖一 B）。切下病斑組織，以 0.6% 次氯酸鈉（Clorox 十倍稀釋液）添加 0.1% TritonX100 之溶液，進行表面消毒 30 分鐘，再以無菌水漂洗三次，將組織切成約 0.5 公分長度之小段，移入 1% 水瓊脂（water agar）平板中，於 25°C 培養一天後，將組織塊長出之菌絲尖端移至馬鈴薯瓊脂培養基（potato dextrose agar, PDA）中，再移入 25°C 定溫箱培養。待菌絲生長並產孢後，挑出分生孢子（conidia）於顯微鏡下鏡檢，進行菌株鑑定。將分離得到之菌株培養於 PDA 平板培養基，待產孢後，以無菌水洗下分生孢子，並以血球計數器 (hemacytometer) 計算孢子濃度

後，以手持噴霧器噴施於溫室盆栽之菟絲子上；接種後以塑膠袋保持濕度 16 小時後，置於溫室中觀察病徵發展。再將與原標本產生相同病徵者進行組織分離、鑑定，確定其病原性，以完成柯霍氏法則 (Koch's postulate)，菌株代號為 CUSCA02，將菌株之菌絲塊以甘油保存於零下 70°C，作為後續研究探討之用。

病菌菌絲生長最適溫度之探討

將培養於 PDA 平板培養基 10 天之炭疽病菌以打孔器切下菌絲圓盤 (直徑 0.5 公分)，移植入新的 PDA 平板培養基中，分別置於 8°C、12°C、16°C、20°C、24°C、28°C、32°C 七個溫度的定溫箱中培養，每溫度三重複，每三天測量菌落直徑，持續至處理組中最早長滿培養基為止。

接種露點時間探討

以孢子懸浮液做為接種源，調整孢子濃度為每毫升 1×10^7 個孢子，接種於溫室培育之菟絲子植株上，接種後以塑膠袋包覆保濕，保濕時間分成七組，分別於 0、4、8、12、16、20、24 個小時後取下包覆之塑膠袋，對照組為噴施 1000 倍稀釋之 TritonX100，接種後保濕 24 小時；植株接種後置於溫室觀察病徵表現，並分別於接種後 7 天及 14 天記錄病徵表現，以目視評估萎凋植株面積佔整體族群面積 (canopy) 之百分比並記錄之，即為接種之發病指數。

接種源濃度探討

以孢子懸浮液做為接種源，調整孢子濃度分別為每毫升 1×10^3 、 1×10^4 、 1×10^5 、 1×10^6 、 1×10^7 個孢子，接種於溫室培育之菟絲子植株上，植株接種後置於溫室觀察病徵表現，並分別於接種後每隔 15 天記錄病徵表現，持續至接種後 60 天。

寄主範圍探討

調整孢子懸浮液的濃度為 1×10^7 spores/ml，噴施於溫室種植之測試植物上，測試植物共 10 科 30 種植物，包括莧科青葙 (*Celosia argentea* L.)、菊科藿香薷 (*Ageratum conyzoides* L.)、紫花藿香薷 (*Ageratum houstonianum* Mill.)、大花咸豐草 (*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. Bip.)、紫背草 (*Emilia sonchifolia* (L.) DC.)、小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha* Kunth)、南美蟛蜞菊 (*Wedelia trilobata* (L.) Hitchc.)、旋花科平原菟絲子 (*Cuscuta campestris* Yunck.)、甕菜 (*Ipomoea aquatica* Forsk.)、甘薯 (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)、番仔藤 (*Ipomoea cairica* (L.) Sweet)、銳葉牽牛 (*Ipomoea indica* (Burm. f.) Merr.)、牽牛花 (*Ipomoea nil* (L.) Roth.)、野牽牛 (*Ipomoea obscura* (L.) Ker-Gawl.)、馬鞍藤 (*Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet subsp. *brasiliensis* (L.) Oostst.)、九爪藤 (*Ipomoea pes-tigridis* L.)、紅花野牽牛 (*Ipomoea triloba* L.)、菜欒藤 (*Merremia gemella* (Burm. f.) Hall. f.)、十字花科不結球白菜 (*Brassica*

campestris L. ssp. *chinensis* (L.) Mak.)、青江白菜 (*Brassica chinensis* L.)、花椰菜 (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L.)、葫蘆科胡瓜 (*Cucumis sativus* L.)、禾本科早熟禾 (*Poa annua* L.)、玉米 (*Zea mays* L.)、豆科落花生 (*Arachis hypogea* L.)、大豆 (*Glycine max* (L.) Merr.)、薔薇科的草莓 (*Fragaria chiloensis* Duch. var. *ananassa* Hort.)、茜草科紅仙丹花 (*Ixora coccinea* L.)、茄科蕃茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill.)、光果龍葵 (*Solanum nigrum* L.)。測試植株種植於盆鉢中，高度約10~20公分；以孢子懸浮液將植株完全噴濕後，將植株移入噴霧室中，保持濕度15小時，再移出置於溫室中觀察，一週後記錄病徵之表現。

培養基產孢能力比較

合成培養基部分：將培養於 PDA 平板培養基 10 天之炭疽病菌以打孔器取出菌絲圓盤（直徑 0.5 公分），移植入平板培養基中，測試之合成培養基包括 PDA (Difco)、1/2 PDA、OMA (oat meal agar, Difco)、1/2 OMA、CMA (corn meal agar, Difco)、NA (nutrient agar, Difco)、YEA (yeast extract agar, Difco)、V8A (V-8 juice agar)、MEA (malt extract agar, Difco)、WA (water agar) 等 10 種，每種培養基三重複，置於 25°C 定溫箱、日光燈下培養 15 天後以無菌水洗下，製成孢子懸浮液，適當稀釋後使孢子在顯微鏡下可以清楚計算，以血球計數器 (hemacytometer) 計算孢子數目。

穀物培養基部分：以白米、糙米、稻穀、薏仁、紅薏仁、大豆、綠豆、小麥、麥片、蕎麥等 10 種穀物製成培養基，每種秤取 10 克，加入 10 毫升蒸餾水，置於玻璃燒杯中，經高壓滅菌鍋滅菌及蒸煮 (121°C、15 分鐘) 後即為備用培養基；以 PDA 平板培養基培養產生之分生孢子，製成孢子懸浮液，調整孢子濃度為 1×10^5 spores/ml，每杯培養基噴施 3 毫升孢子液，每種培養基三重複，接種後置於 25°C 定溫箱、日光燈下培養 7 天後以無菌水洗下，製成孢子懸浮液，適當稀釋後在顯微鏡下以血球計數器計算孢子數目。

結果與討論

菟絲子炭疽病菌分離與鑑定

採集得之罹病菟絲子植株，經花器鑑定與比對文獻^(1, 2, 4, 6)，確定菟絲子之種類為平原菟絲子 (*Cuscuta campestris* Yuncker)，台灣地區許多地方嚴重發生之種類亦為此種。由於菟絲子為寄生性植物，因此必須先於盆鉢中種植其寄主植物南美蟛蜞菊 (*Wedelia trilobata* (L.) Hitchc.)，待蟛蜞菊存活後，自野外採集得健康之菟絲子，並鑑定為與分離病原菌來源菟絲子同一種類之菟絲子植株片段，披覆於蟛蜞菊上使其自然纏繞寄生，待菟絲子存活、完成寄生並建立族群後始做為接種材料。由罹病菟絲子組織分離得之真菌菌株，在 PDA

培養基上之菌絲呈灰白色(圖一),並產生大量鮭魚肉色(salmon pink)之分生孢子,以顯微鏡鏡檢,其分生孢子為單胞,直長橢圓形、兩端略尖,大小為 $15\sim 22.5\times 3.8\sim 5\ \mu\text{m}$,根據分生孢子及菌落的特徵⁽⁷⁾,確定此菌株為 *Colletotrichum* sp.炭疽病菌。將分生孢子接種於菟絲子上,約5至7天後開始產生壞疽病徵,在一週至10天後開始萎凋死亡(圖二)。而菌株屬於何種類則尚未確定,在曾進行過之分子層次探討以及其菌落特徵比對,此菌株應較接近 *C. acutatum*⁽⁵⁾;然而過去中國大陸曾發現防治菟絲子之炭疽病菌 *C. gloeosporioides*,亦曾推廣使用,有不錯之防治效果⁽³⁾,本研究分離得之炭疽病菌與該菌株是否為同一種、或有何異同?尚待進一步確認。



圖二、以溫室盆鉢種植之菟絲子 *Colletotrichum* sp. (isolate CUSCA02)接種前(A),接種10日後(B)。

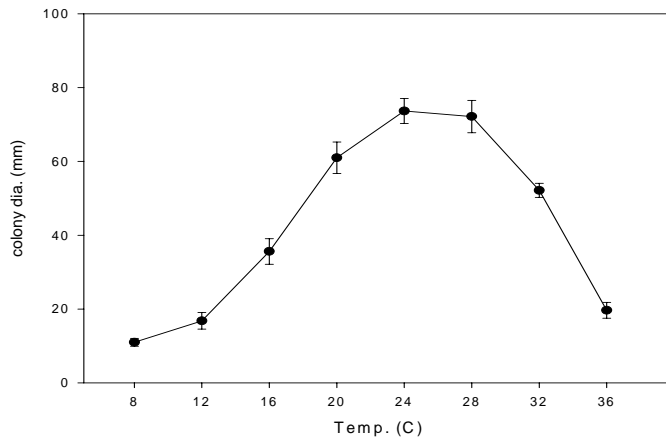
Fig. 2. Pathogenicity test of *Colletotrichum* sp. (isolate CUSCA02). Dodder (*Cuscuta campestris*) on *Wedelia trilobata*, A. before and B. at 10 days after inoculation.

培養適溫探討

為了解菌株在何種溫度生長最適,故培養於各個溫度之菌株,每隔3天測量一次菌落直徑,至第15天時結束試驗,可以發現在 24°C 培養箱之處理生長最快(圖三),其次為 28°C ,但差異不明顯,因此其生長適溫約在 $24\sim 28^{\circ}\text{C}$ 。

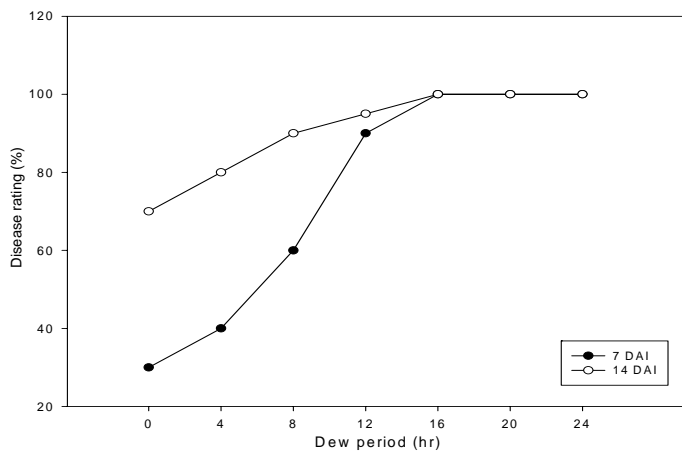
露點時間探討

以7種不同的保濕時間處理,做為露點時間需求的探討;由圖四之結果顯示,接種後第7天第一次調查時,保濕0及4小時的處理,其發病面積在40%以下,12小時則達到90%,16小時以上時則完全發病。在接種後14天第二次調查,0小時的處理,病徵加重到70%,8小時以上則達到90%以上的病徵。這個結果顯示 CUSCA02 菌株需要12小時以上的露點時間,才能夠有較強的治病效果,此與炭疽病菌之特性吻合,需要較潮濕的環境始有利發病,



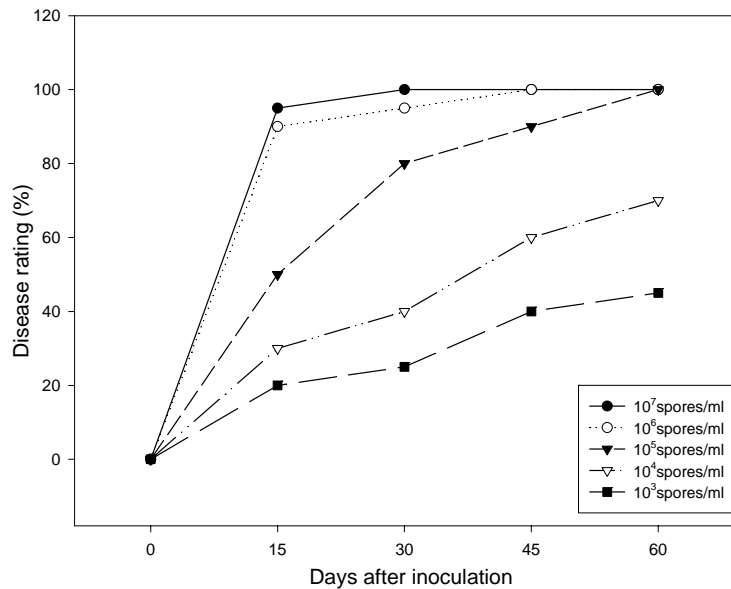
圖三、菟絲子炭疽病菌菌株 CUSCA02 生長溫度曲線。

Fig.3. Effect of temperature on mycelial growth of *Colletotrichum* sp. (isolate CUSCA02). Colony diameter recorded at 15days after inoculation.



圖四、露點時間對菟絲子炭疽病病徵表現之影響。分別於接種濃度 1×10^7 conida/ml 之 *Colletotrichum* sp. (isolate CUSCA02) 後 7 天及 14 天進行調查，發病指數為菟絲子植株萎凋之百分比。

Fig. 4. Effect of dew period on disease development. Disease rating on wilting percentage of dodder (*Cuscuta campestris*) was conducted at 7th and 14th day after inoculation (DAI) with 1×10^7 conida/ml of *Colletotrichum* sp. (isolate CUSCA02).



圖五、炭疽病 *Colletotrichum* sp. (isolate CUSCA02) 接種濃度對病徵表現之影響。以五種濃度之分生孢子噴施菟絲子後，每隔 15 天記錄病徵表現。

Fig. 5. Effect of inoculum potential on disease development. Conidia of *Colletotrichum* sp. (isolate CUSCA02) were sprayed onto dodder (*Cuscuta campestris*), and ratings were made at 15 days interval.

而第二次之調查，可以發現發病面積均較第一次調查時提高。露點時間探討之結果顯示，以炭疽病菌 CUSCA02 處理菟絲子，露點時間需在 8 小時以上，使得接種後數日內病徵表現在 50% 以上，才能得到較理想之防治效果。

接種源濃度探討

以 1×10^3 、 1×10^4 、 1×10^5 、 1×10^6 、 1×10^7 spores/ml 五種不同濃度之接種源，分別接種於菟絲子上，在接種後 15 天的第一次調查時， 1×10^6 及 1×10^7 spores/ml 兩個接種源濃度的處理組，發病指數分別已達 90% 及 95% (圖五)，其他 1×10^3 、 1×10^4 、 1×10^5 spores/ml 三組的發病指數則均在 50% 以下；在第 30 天的第二次調查時， 1×10^6 及 1×10^7 spores/ml 兩個處理組，發病指數分別已達 95% 及 100%，而 1×10^5 spores/ml 的處理組此時發病指數也達到 80%；這三個較高濃度的處理組，在 60 天最後一次調查，接種之菟絲子植株均完全發病萎凋死亡，而 1×10^3 及 1×10^4 spores/ml 兩個低濃度的處理組，發

病指數僅 70% 以下。由此結果顯示，較高之接種源濃度，可以使菟絲子之初始感染 (primary infection) 較嚴重，並導致其後之二次感染較容易造成植株之完全萎凋死亡，其他不同濃度之接種源，發病指數均會隨時間延長而加劇， 1×10^5 spores/ml 以上的濃度，在接種後 60 天均可造成菟絲子完全死亡，但較低的濃度在這 60 天內則無法完全控制菟絲子，這樣的效果將直接影響到生物防治的成效，尤其在面對田間的自然菟絲子族群時，若病原菌無法在短時間內使所有的菟絲子植株均枯死，殘存的菟絲子植株片段仍纏繞在寄主植物上，將可利用寄主的養分再度恢復生機，繼續增長族群，防治的效果將大打折扣；在溫室的條件下， 1×10^6 spores/ml 以上的濃度具有較有效的防治效果，而未來在田間實際進行防治時，甚至需要更強的接種源。

寄主範圍探討

以每毫升 1×10^7 個孢子的濃度，接種於包括菟絲子在內的 10 科 30 種植物上；通常菟絲子上的壞疽病徵，在接種後一週內就會出現，這些植物在溫室中持續觀察 15 天後，只有菟絲子產生病徵，對其他植物均無影響 (表一)，顯示此一菌株具有強烈的寄主專一性現象。在受測試植物種類中，特別著重於與菟絲子相同類科的旋花科植物，例如甕菜、甘藷、野牽牛、番仔藤、紅花野牽牛、牽牛花、馬鞍藤、九爪藤、銳葉牽牛、菜欒藤等 11 種植物，以及常被菟絲子纏繞寄生的植物種類，包括大花咸豐草、南美蟛蜞菊、紅仙丹花等植物，所有這些其他的受測試植物均未產生病徵。這也顯示 CUSCA02 菌株之生態安全性，只感染目標雜草菟絲子，而不會感染非目標植物，尤其最常在道路安全島、分隔道或公園的景觀植物例如南美蟛蜞菊、紅仙丹花上看到被菟絲子感染，以此菌株將可有效除去寄生的菟絲子，使景觀植物恢復生機。

培養基產孢子力比較

十種合成培養基及十種穀物培養基進行之產孢試驗，在平板培養基上需在培養 15 天後菌落才會長滿，而噴施孢子液的穀物培養基則需 7 天即可洗下孢子。計算各種培養基所洗下之孢子，合成培養基中以 OMA 及 1/2 OMA 之產孢量最高 (表二)，每個 9 公分培養皿產孢量分別為 1.4×10^9 及 1.1×10^9 個孢子，其次為 PDA、1/2 PDA 及 MEA，分別為 5.2×10^8 、 2.6×10^8 及 1.3×10^8 個孢子；而穀類培養基在所嘗試的幾種穀物中，以薏仁的產量最高，每公克可產生 5.7×10^8 個孢子，其次為紅薏仁，每公克可產生 3.9×10^8 個孢子，其次則包括糙米、蕎麥、白米、綠豆、大豆及小麥等六種，每公克約可產生 $1.0 \sim 2.0 \times 10^8$ 個孢子。就這兩類培養基中產孢量較高的種類做比較，合成培養基中的 OMA 產孢量要比穀類培養基中最高的薏仁來得多，但需注意的是 OMA 的產量計算基礎是每個培養皿，而薏仁則是每公克材料的產量，若以

相同重量的培養基資材計算，則薏仁的產量將高於 OMA，若其產量可以維持穩定，則穀類培養基的產能將可百倍、千倍地放大，這也將是未來量產孢子所仰賴的生產工具。

以寄生型態營生的菟絲子，一直都是雜草防除上難以克服的問題，沒有選擇性除草劑可用、機械防除效果又不能達到完全的效果，尋求生物防除媒介成為唯一可行之途徑。由菟絲子上分離得之炭疽病菌(CUSCA02-*Colletotrichum*)菌株，在分離、培養、及溫室的人工接種試驗後，菌株對菟絲子有極強的致病力，可使盆栽中的菟絲子完全萎凋死亡，證明其為極具開發潛力的生物防治微生物。中國大陸亦曾開發以炭疽病菌做為生物防治媒介⁽³⁾，控制大豆田之菟絲子，使用面積廣泛而且效果穩定；而國際上對於雜草生物防治之研究中，也有許多案例以炭疽病菌為材料^(8, 9, 10)，甚至已達到開發為生物除草劑商品者。我國生物防治技術之研究正蓬勃發展，而生物除草劑之開發更不應缺席，本研究中所獲得之菟絲子炭疽病菌株，可感染菟絲子並造成壞疽病斑，進而萎凋死亡；就現有之結果，顯然極具利用價值，符合開發生物除草劑之初步條件；未來若能在田間完成相關防治試驗，證實其效果及寄主專一性，則將是極有價值的生物防治微生物。

引用文獻

1. Liao, G. I., Chen, M. Y., and Kuoh, C. S. 2000. *Cuscuta* L. (Convolvulaceae) in Taiwan. *Taiwania* 45(3): 226-234.
2. Liao, G. I., Tsai, J. L., and Chen, M. Y. 1991. Studies on the genus *Cuscuta* of Taiwan. *Ann. Taiwan Mus.* 34: 103-119.
3. Li, Y. H., Zhang, Z.-J., Wang, J.-S., and Ji, L.-H. 1994. A Review on the recent progresses of mycoherbicide development in the world. *Chinese J. of Biol. Control* 10(1): 35-39.
4. Parker, C., and Riches, C. R. 1993. *Cuscuta* species, the dodders; and *Cassitha filiformis*. In: *Parasitic weeds of the world: biology and control*. CAB International, Wallingford, UK. 183-223.
5. Sreenivasaprasad, S., Sharada, K., Brown, A. E., and Mills, P. R. 1996. PCR-based detection of *Colletotrichum acutatum* on strawberry. *Plant Pathol.* 45: 650-655.
6. Staples, G. W., and Yang, S.-Z. 1998. Convolvulaceae. In: Huang, T.-C. et al. (eds.) *Flora of Taiwan*, Vol.4, pp.341-383.

表一、CUSCA02 菌株之寄主範圍測試。病原菌以每毫升 1×10^7 個分生孢子
接種於 10 科 30 種植物上，保濕 15 小時，15 天後記錄病徵表現

Table 1. Host range of fungal isolate *Colletotrichum* sp.(isolate CUSCA02).

Thirty plant species belong to 10 families were inoculated with conidia
of CUSCA02 at the inoculum strength of 1×10^7 spores/ml

科別 (Family)	名稱	Species	Symptom ¹⁾	
莧科(Amaranthaceae)	青葙	<i>Celosia argentea</i> L.	NS	
菊科(Compositae)	藿香薊	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	NS	
	紫花藿香薊	<i>Ageratum houstonianum</i> Mill.	NS	
	大花咸豐草	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> Sch. Bip.	NS	
	紫背草	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	NS	
	小花蔓澤蘭	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	NS	
	南美蟛蜞菊	<i>Wedelia trilobata</i> (L.) Hitchc.	NS	
	旋花科(Convolvulaceae)	平原菟絲子	<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	S
甕菜		<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk.	NS	
甘薯		<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	NS	
番仔藤		<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	NS	
銳葉牽牛		<i>Ipomoea indica</i> (Burm. f.) Merr.	NS	
牽牛花		<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth.	NS	
野牽牛		<i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker-Gawl.	NS	
馬鞍藤		<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet subsp. <i>brasiliensis</i> (L.) Oostst.	NS	
九爪藤		<i>Ipomoea pes-tigridis</i> L.	NS	
紅花野牽牛		<i>Ipomoea triloba</i> L.	NS	
菜藥藤		<i>Merremia gemella</i> (Burm. f.) Hall. f.	NS	
十字花科(Cruciferae)		不結球白菜	<i>Brassica campestris</i> L. ssp. <i>chinensis</i> (L.) Mak.	NS
		青江白菜	<i>Brassica chinensis</i> L.	NS
	花椰菜	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>botrytis</i> L.	NS	
葫蘆科(Cucurbitaceae)	胡瓜	<i>Cucumis sativus</i> L.	NS	
禾本科(Gramineae)	早熟禾	<i>Poa annua</i> L.	NS	
	玉米	<i>Zea mays</i> L.	NS	
豆科(Leguminosae)	落花生	<i>Arachis hypogea</i> L.	NS	
	大豆	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	NS	
薔薇科(Rosaceae)	草莓	<i>Fragaria chiloensis</i> Duch. var. <i>ananassa</i> Hort.	NS	
茜草科(Rubiaceae)	紅仙丹花	<i>Ixora coccinea</i> L.	NS	
茄科(Solanaceae)	蕃茄	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	NS	
	光果龍葵	<i>Solanum nigrum</i> L.	NS	

¹⁾ Rating scale: NS=no disease symptom, S=susceptible.

表二、培養基產孢力比較。以十種合成培養基及十種穀物培養基探討菟絲子炭疽病菌菌株(CUSCA02)之產孢情形。穀物培養基產孢量以每克產生之孢子數表示，合成培養基產孢量以每個培養皿產生之孢子數表示

Table 2. Conidia production of fungal isolate *Colletotrichum* sp. (isolate CUSCA02) on cooked grain formulated media. Figures indicate spores produced from one gram of cooked grain or each Petri-dish of formulated media

Media	# of spores ($\times 10^6$)/g or dish
Formulated media	
CMA	1.5
MEA	130
NA	56.6
OMA	1360
1/2 OMA	1100
PDA	517
1/2 PDA	259
V8A	7.88
WA	0.63
YEA	12.7
Cooked grain	
Brown rice (糙米)	158
Buckwheat (蕎麥)	117
Job's tear (薏仁)	565
Milled rice (白米)	197
Mung bean (綠豆)	108
Wheat flakes (麥片)	87.2
Red Job's tear (紅薏仁)	385
Rice (稻穀)	29
Soybean (大豆)	143
Wheat (小麥)	148

7. Sutton, B. C. 1980. *Colletotrichum*. In: The Coelomycetes. Commonwealth Agriculture Bureaux, England 523-537.
8. Liao, G. I., Chen, M. Y., and Kuoh, C. S. 2000. *Cuscuta* L. (Convolvulaceae) in Taiwan. *Taiwania* 45(3): 226-234.
9. Liao, G. I., Tsai, J. L., and Chen, M. Y. 1991. Studies on the genus *Cuscuta* of Taiwan. *Ann. Taiwan Mus.* 34: 103-119.
10. Li, Y. H., Zhang, Z.-J., Wang, J.-S., and Ji, L.-H. 1994. A Review on the recent progresses of mycoherbicide development in the world. *Chinese J. of Biol. Control* 10(1): 35-39.
11. Parker, C., and Riches, C. R. 1993. *Cuscuta* species, the dodders; and *Cassutha filiformis*. In: Parasitic weeds of the world: biology and control. CAB International, Wallingford, UK. 183-223.
12. Sreenivasaprasad, S., Sharada, K., Brown, A. E., and Mills, P. R. 1996. PCR-based detection of *Colletotrichum acutatum* on strawberry. *Plant Pathol.* 45: 650-655.
13. Staples, G. W., and Yang, S.-Z. 1998. Convolvulaceae. In: Huang, T.-C. et al. (eds.) *Flora of Taiwan*, Vol.4, pp.341-383.
14. Sutton, B. C. 1980. *Colletotrichum*. In: The Coelomycetes. Commonwealth Agriculture Bureaux, England 523-537.
15. Templeton, G. E. 1992. Use of *Colletotrichum* strains as mycoherbicides. In: *Colletotrichum: Biology, Pathology and Control*. Bailey, J. A., and Jeger, M. J., (eds.) CAB International, Wallingford, UK. pp.358-380.
16. Watson, A. K. 1991. The classical approach with plant pathogens. In: *Microbial Control of Weeds*, D. O. TeBeest, (ed.) Chapman and Hall, New York, pp.3-23.
17. Watson, A. K. 1992. Biological and other alternative control measures. In: *Proceedings of the First International Weed Control Congress*, J. H. Combellack, K. J. Levick, J. Parsons, and R. G. Richardson, (eds.) Weed Science Society of Victoria Inc., Melbourne, Australia. pp.64-73.