

紅龍果莖潰瘍病菌之殺菌劑篩選及紫外線抑制效果¹

葉士財²、謝慶昌³

摘 要

紅龍果莖潰瘍病(*Neoscytalidium dimidiatum*)為紅龍果最主要的病害，可為害紅龍果嫩莖及果實，嚴重時會造成組織腐爛，影響商售價值。本病目前尚無推薦藥劑防治，以植物保護手冊之紅龍果炭疽病推薦藥劑做PDA平面篩選，結果以62.5%賽普護汰寧(Cyprodinil + Fludioxonil)水分散性粒劑1,500倍、25.9%得克利(Tebuconazole)水基乳劑1,000倍及80%免得爛(Metiram)水分散性粒劑500倍稀釋液效果最好，可達百分之百抑制菌絲生長效果。本菌菌絲以PDA培養基培養於30°C溫度培養箱，第3天即可長滿直徑90 mm培養皿，如果採UV-C60W照射，距離在24 cm，以照射30分鐘效果最佳，其第2天菌落直徑為24.1±0.6 mm，與對照31.3±0.3 mm呈極顯著性差異。而莖潰瘍病病菌孢子以UV-C 60 W照射，距離在35 mm照照射10分鐘、30分鐘及60分鐘，皆可完全抑制孢子發芽。

關鍵字：紅龍果、莖潰瘍病、殺菌劑篩選、紫外線

前 言

紅龍果(*Hylocereus undatus* Britt. & Rose)，英名為pitaya、dragon fruit、pitahaya、strawery pear，俗稱火龍果、仙蜜果等⁽³⁰⁾，屬仙人掌科三角柱屬(*Hylocereus*)或蛇鞭柱屬(*Selenicereus*)，為多年生肉質攀緣性植物，原產於熱帶美洲、南墨西哥、中美洲、西印度群島、美國南佛羅里達^(9,26,34)等，隨栽種引種已擴及柬埔寨、印度尼西亞、臺灣、澳大利亞、以色列、日本、越南、菲律賓、西班牙和馬來西亞等^(29,32,34)，甚至擴及世界熱帶及亞熱帶國家⁽²⁶⁾。近年來臺灣紅龍果栽培面積逐年增加，病害則蔓延迅速，文獻記載紅龍果常見病害有紅龍果莖潰瘍病(*Neoscytalidium dimidiatum*)⁽¹³⁾、莖腐病(*Fusarium subglutinans* F. *dothidea*)、紅龍果炭疽病(*Colletotrichum gloesporoides*)、莖基腐病(*Rhizoctonia solani*)、仙人掌病毒X (Cactus virus X, CVX)、細菌性軟腐病(*Enterobacter cloacae*)⁽²⁷⁾、尖孢镰刀菌(*F. oxysporum*)、(*F. semitectum*)、(*F. moniliforme*)、根腐病⁽¹⁰⁾、紅龍果病毒病(Pitaya mosaic virus)及紅龍果葉斑病(*Botryosphaeria dothidea*)等，在田間以莖潰瘍病最為嚴重。本菌於以馬鈴薯葡萄糖瓊脂(PDA)進行組織分離，該菌絲體組成支鏈的，有隔的，棕色菌絲，可產生多室分生孢子(phragmospores)，分生孢子橢圓形至卵圓形，透明⁽¹³⁾。目前防治紅龍果病害目前仍以施用藥劑為主，但若為注重果品食用安全，生產無農藥健康的紅龍果，則逐漸採物理防治等措施。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0859號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

³ 國立中興大學園藝系副教授。

近來以紫外線去除微生物污染效果是眾所皆知，其對水果和蔬菜的表面消毒潛力已逐漸開發^(7,21,37,39)，它的輻射波長範圍在200~400 nm，分成三個區域，包括短波紫外線(UV-C)為200~280 nm，中波紫外線(UV-B)為280~320 nm及長波紫外線(UV-A)從320~400 nm等⁽⁸⁾。而UV-C無法通過地球平流層至地面，因被臭氧層完全吸收，所以即使是極少的臭氧濃度，也不會直接輻射為害生物圈，因此利用紫外線處理致病性病原菌和腐敗微生物的功效是有據可查的⁽³⁶⁾，在實際運用上可選用UV-C燈具(光譜為200~280 nm)，其波長範圍內對細菌，酵母菌，真菌和病毒等微生物具有殺滅效果^(22,43)。具體而言，採用253.7 nm的光能量照射，在降低蔬菜和水果的致病病菌和孢子數量^(2,19)，例如處理採後番茄之病害控制^(12,38,40,41)、抑制矮南瓜病原微生物的生長⁽³¹⁾及減少鮮切蔬果中的表面病原體微生物之數量等^(3,4,18)。除了可用於採後病害的防治，表現出殺真菌的作用之外，也可誘導果實抗性⁽⁴⁴⁾，如誘導葡萄果實對灰黴病的抗性⁽³⁵⁾。然而紫外線(UV-C)殺菌效果仍屬開發階段，病害防治最直接有效方式仍是施用化學藥劑，例如腐絕和免賴得是木瓜採後最常見的2種殺菌劑，使用後顯示出高達50%的病害防治效果，防治的真菌包括 *C. gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia stolonifer*和*Botryoshaeria theobromae*^(1,5,6,15,16)等。

然而目前紅龍果莖潰瘍病於植物保護手冊上尚無推薦藥劑，因此本研究針對推薦於防治紅龍果炭疽病藥劑做室內篩選，另採用紫外線UV-C照射培養於培養基上之莖潰瘍病菌而篩選之，以篩選出對莖潰瘍病有效之防治方式，未來嘗試於田間試驗及採後處理，以期達到防治效果。

材料與方法

一、不同藥劑對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響

2012年於南投縣中寮鄉採回之紅龍果罹病莖部分離出莖潰瘍病菌(*N. dimidiatum*)，經柯霍氏法則回接果實試驗後，證實可感染果實，再將果實上之病原菌以菌株單孢培養於馬鈴薯葡萄糖瓊脂(potato dextrose agar, PDA)上，經培養3天後作為供試菌株。

以PDA培養基經高溫滅菌，於凝固前(約50°C左右)分別加入供試藥劑，使PDA含供試藥劑處理，有23%亞托敏(Azoxystrobin)水懸劑3,000倍、23.6%百克敏(Pyraclostrobin)乳劑2,000倍、25.9%得克利(Tebuconazole)水基乳劑1,500倍、40%克熱淨(Iminoctadine Triacetate)可溼性粉劑1,500倍、50%三氟敏(Trifloxystrobin)水分散性粒劑10,000倍、62.5%賽普護汰寧(Cyprodinil + Fludioxonil)水分散性粒劑1,500倍、70%甲基多保淨(Thiophanate Methyl)可濕性粉劑1,000倍、80%免得爛(Metiram)水分散性粒劑500倍及325 g/L亞托待克利(Zoxystrobin+ Difenconazole)水懸劑3,000倍及對照(CK)無藥劑噴水處理之對照組(Control)等10種(表一、二)，製成平板後，於每一平板中央各分別移入同齡5 mm菌絲塊，於於定溫箱30°C培養後，分別記錄各處理之菌落大小。共有10種處理，5重複，總計50個培養皿。統計分析方法：罹病度經 $(x + 0.5)^{1/2}$ 轉換後，變方分析若達顯著水準，則進行費雪最小顯著差異法(Fisher's Least Significance Dfference, LSD)測定5%顯著性差異。

表一、室內試驗所用之藥劑劑型與使用倍數

Table 1. The formulation and dilution of fungicides used in the experiments

Code	Fungicides	Formulations	Dilution
1	Azoxystrobin (亞托敏)	23% SC	2,000
2	Pyraclostrobin (百克敏)	23.6% EC	2,000
3	Tebuconazole (得克利)	25.9% EW	1,500
4	Iminoctadine Triacetate (克熱淨)	40% WP	1,500
5	Trifloxystrobin (三氟敏)	50% WG	10,000
6	Cyprodinil + Fludioxonil (賽普護汰寧)	62.5% WG	1,500
7	Thiophanate methyl (甲基多保淨)	70% WP	1,000
8	Metiram (免得爛)	80% WG	500
9	Azoxystrobin+ Difenoconazole (亞托待克利)	325 g/L SC	3,000
10	CK (Sterile Distilled Water, 無菌水)	—	—

二、短時間的紫外線 UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響

將供試菌株同齡菌絲塊(直徑5 mm)移至馬鈴薯葡萄糖瓊脂(potato dextrose agar, PDA)，選擇紫外線-C (UV-C) 253.7 nm光波殺菌除蟲燈(三鳳科技有限公司)，光源60 W照射，固定距離在24 mm，使用紫外光強度計(型號：UVC-254)，(測量範圍 $1.999 \text{ mW/cm}^2 \times 0.001 \text{ mW/cm}^2$)測量，其光強度在 1.233 mW/cm^2 ，分別以UV-C照射30秒、1分鐘、10分鐘、30分鐘處理，並以無UV-C照射處理為對照組，處理時不蓋培養皿蓋，於處理後蓋上培養皿蓋，前述操作均在無菌操作臺內進行。共有5種處理，4重複，總計20皿PDA培養基。處理日期為2012年10月9日至11日，在室溫下培養後，於當天(0天)、第1天、第2天，分別記錄各處理之菌落大小。統計分析方法：罹病度經 $(\times + 0.5)^{1/2}$ 轉換後，變方分析若達顯著水準，則進行費雪最小顯著差異法(Fisher's Least Significance Dfference, LSD)測定5%顯著性差異。

三、在不同距離的UV-C燈照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響

本試驗方法如前試驗，全部處理皆以光源60 W照射10分鐘，UV-C燈處理距離為95 mm、35 mm、35 mm (加皿蓋)、18 mm及CK (對照無處理)，使用紫外光強度計(型號：UVC-254)，(測量範圍 $1.999 \text{ mW/cm}^2 \times 0.001 \text{ mW/cm}^2$)測量，其光強度分別為95 mm (1.532 mW/cm^2)、35 mm (0.466 mW/cm^2)及18 mm (0.721 mW/cm^2)，於無菌操作臺內進行處理時不蓋培養皿蓋，處理後蓋上培養皿蓋。共有5種處理，4重複，總計20皿PDA培養基。處理日期為2012年10月13日至15日，在室溫下培養後，於處理後第1天、第2天，分別記錄各處理之菌落大小。統計分析方法：罹病度經 $(\times + 0.5)^{1/2}$ 轉換後，變方分析若達顯著水準，則進行費雪最小顯著差異法(Fisher's Least Significance Dfference, LSD)測定5%顯著性差異。

表二、室內試驗所用之藥劑種類、組成份及出品廠商

Table 2. The ingredients of the tested fungicides and name of source company

Code	Fungicides	Content	Source Company
1	Azoxystrobin	Methyl (<i>E</i>)-2-{2-[6-(2-cyanophenoxy)pyrimidin-4-yloxy]phenyl}3-methoxyacrylate (IUPAC). Methyl(<i>E</i>)-2-[[6-(2-cyanophenoxy)-4-pyrimidinyl]oxy]- α -(methoxymethylene)benzeneacetate (CA).	Syngenta Taiwan Ltd.
2	Pyraclostrobin	methyl <i>N</i> -(2-{[1-(4-chlorophenyl)-1 <i>H</i> -pyrazol-3-yl]oxymethyl}phenyl) <i>N</i> methoxy carbamate (IUPAC).[2-[[[1-(4-chlorophenyl)-1 <i>H</i> -pyrazol-3-yl]oxy],ethyl]phenyl]methoxycarbamic acid, methyl ester (CA; 175013-18-0).	BASF Taiwan Ltd.
3.	Tebuconazole	(<i>RS</i>)-1- <i>p</i> -Chlorophenyl-4,4 -dimethyl-3-(1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1ylmethyl)pentan-3-ol (IUPAC). (\pm)- α -[2-(4 -Chlorophenyl)ethyl]- α -(1,1-dimethylethyl)-1 <i>H</i> -1,2,4-triazole-1-ethanol (CA).	Jih Nong Science Co., Ltd.
4	Iminoctadine Triacetate	1,1'-iminiodi (Octamethylene)-diguandinium triacetate	Taiwan San Lee Chemical Industry Co., Ltd.
5	Trifloxystrobin	(<i>E,E</i>)-methoxyimino-{2-[1-(3-trifluoromethyl-phenyl)-ethylidene amino]oxy]methyl]-phenyl}-acetic acid methyl ester (IUPAC). (<i>E,E</i>)- α - methoxyimino-2-[[[1-[3-(trifluoromethyl)phenyl]ethylidene]amino]oxy]methyl]-benzene acetic acid methyl ester (CA; 141517-21-7)	Bayer Crop Science
6	Cyprodinil + Fludioxonil	4-cyclopropyl-6-methyl- <i>N</i> -phenylpyrimidin-2-amine (IUPAC). 4-cyclopropyl -6-methyl- <i>N</i> -phenyl-2-pyrimidinamine (CA; 121552-61-2).	Syngenta Taiwan Ltd.
7	Thiophanate methyl	Dimethyl 4,4'-(<i>o</i> -phenylene) bis(3-thioallophanate) (IUPAC). Dimethyl [1,2-phenylenebis(imino-carbonothioyl)]bis[carbamate](CA).	Rotam Biotechnology Ltd.
8	Metiram	zinc ammoniate ethylenebis (dithiocarbamate) - poly(ethylenethiuram disulfide) (IUPAC); metiram (CA; 9006-42-2).	BASF Taiwan Ltd.
9	Azoxystrobin+ Difenconazole	Methyl (<i>E</i>)-2-{2-[6-(2-cyanophenoxy)pyrimidin-4-yloxy]phenyl}3-methoxyacrylate (IUPAC). Methyl(<i>E</i>)-2-[[6-(2-cyanophenoxy)-4-pyrimidinyl]oxy]- α -(methoxymethylene)benzeneacetate (CA).+ <i>cis,trans</i> -3-chloro-4 -[4-methyl-2-(1 <i>H</i> -1,2,4-triazol-1-ylmethyl)-1,3-dioxolan-2-yl]phenyl 4-chlorophenyl ether (IUPAC). 1-[2-[4-(4-chlorophenoxy)-2-chlorophenyl]-4-methyl-1,3-dioxolan-2-ylmethyl]-1 <i>H</i> -1,2,4-triazole (CA).	Syngenta Taiwan Ltd.

四、長時間的UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響

本試驗方法如試驗二，處理菌絲以紫外線-C (UV-C) 253.7 nm光波，光源60 W照射，固定距離在35 mm及18 mm，處理方式有UV-C照射10分鐘、30分鐘、1小時、2小時及CK (對照無處理)，於無菌操作臺內進行，處理時不蓋培養皿蓋，處理後蓋上培養皿蓋。共有5種處理，4重複，總計20皿PDA培養基。處理日期為2012年10月13日至15日，在室溫下培養後，於處理後第1天、第2天，分別記錄各處理之菌落大小。統計分析方法：罹病度經 $(\times + 0.5)^{1/2}$ 轉換後，變方分析若達顯著水準，則進行費雪最小顯著差異法(Fisher's Least Significance Dfference, LSD)測定5%顯著性差異。

五、UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病孢子發芽之影響

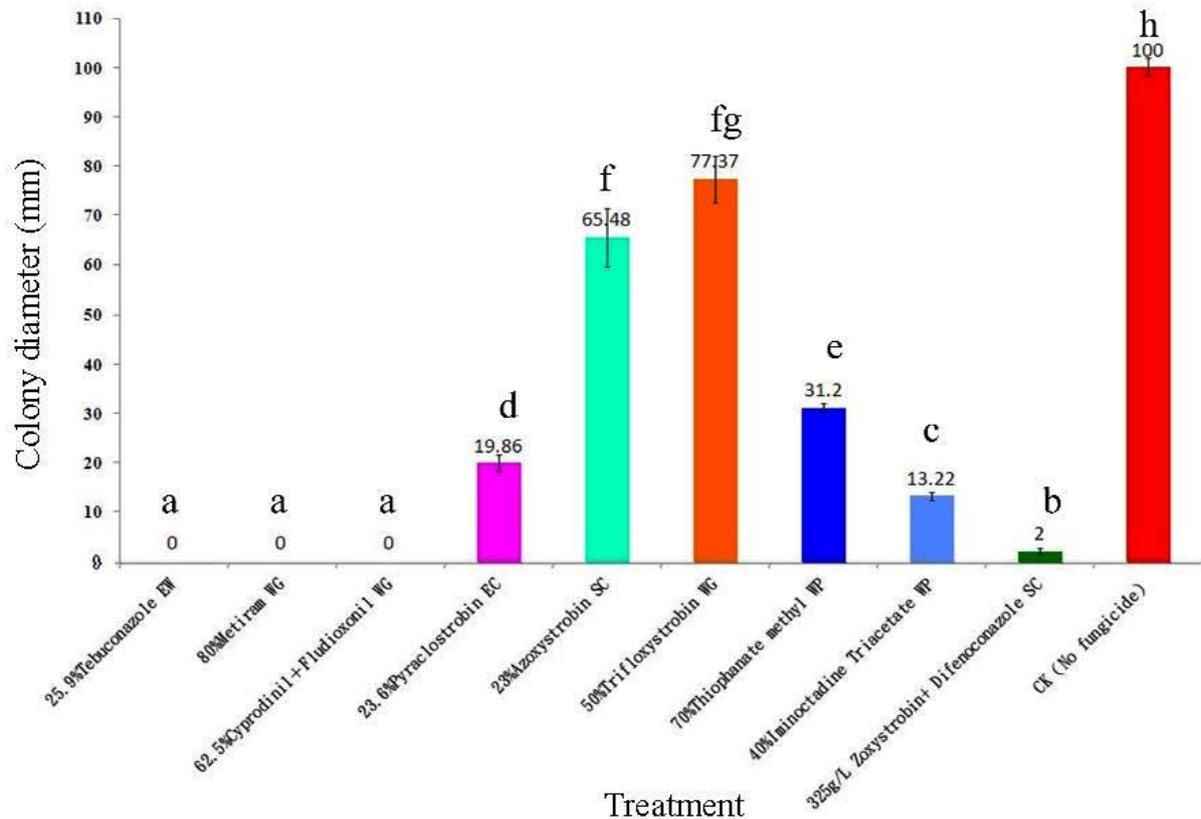
同為南投縣中寮鄉採回後之紅龍果莖潰瘍病菌株分離株系，將其菌株單孢培養於PDA上，將供試菌株培養7天產孢後洗下孢子製作孢子懸浮液，以細胞計數器計算孢子數量，獲得孢子濃度 1.48×10^7 /spores ml為孢子母液，再分別稀釋為 10^3 spores/ml、 10^5 spores/ml等孢子濃度之供試孢子液。另以PDA培養基經高溫滅菌，製成平面後，採平板稀釋法，將各稀釋孢子液0.2 ml平均塗抹於每一平板，選擇UV-C光波253.7 nm殺菌除蟲燈(三鳳科技有限公司)，光源60 W照射，固定距離在35 mm，於無菌操作臺內進行，處理方式有UV-C照射10分鐘、30分鐘、60分鐘及CK (對照無處理)，處理時不蓋培養皿蓋，處理後蓋上培養皿蓋。共有2種孢子濃度，4種處理，5重複，總計40皿PDA培養基。處理日期為2014年11月25日，置30°C定溫箱培養，於處理後第2天、第4天，分別記錄各處理之菌落數量。統計分析方法：罹病度經 $(\times + 0.5)^{1/2}$ 轉換後，變方分析若達顯著水準，則進行費雪最小顯著差異法(Fisher's Least Significance Dfference, LSD)測定5%顯著性差異。

結 果

一、不同藥劑抑制紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之結果

(一)不同藥劑處理對莖潰瘍病菌菌絲生長3天之抑制效果

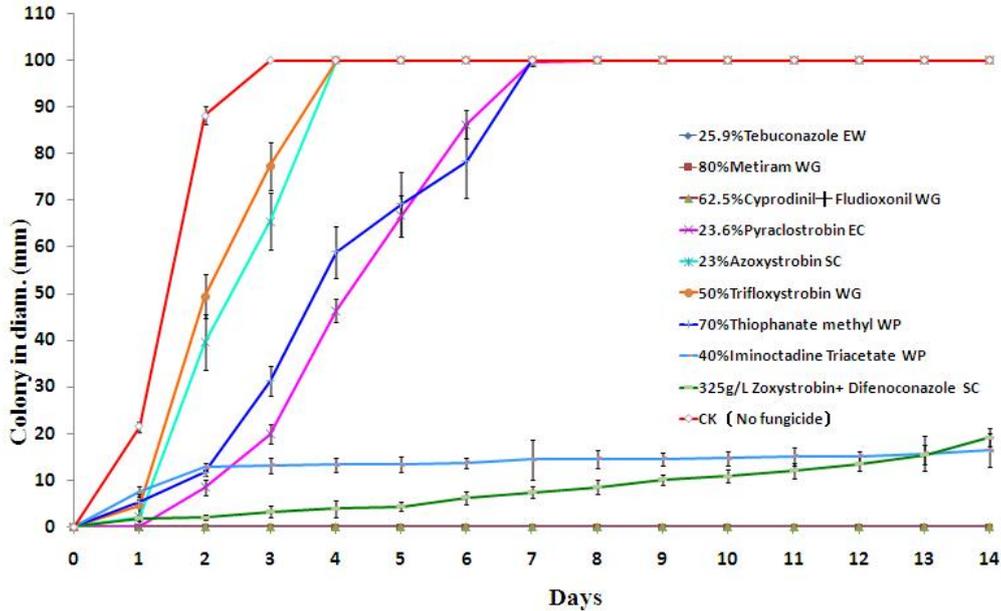
經於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基(PDA)加含不同種類藥劑，接種紅龍果莖潰瘍病菌絲塊，測試其菌絲生長的結果(圖一)顯示，在第3天之莖潰瘍病菌落抑制情形，以25.9%得克利水基乳劑 1,500倍、62.5%賽普護汰寧水分散性粒劑2,000倍及80%免得爛水分散性粒劑500倍等，處理之菌落直徑平均皆為0 mm，達百分之百抑制效果，其它依序為325 g/L亞托待克利水懸劑3,000倍(菌落直徑平均為2 mm)、40%克熱淨可溼性粉劑1,500倍(菌落直徑平均為13.2 mm)、23.6%百克敏乳劑2,000倍(菌落直徑平均為19.9 mm)、70%甲基多保淨可溼性粉劑1,000倍(菌落直徑平均為31.2 mm)、23%亞托敏水懸劑3,000倍(菌落直徑平均為65.5 mm)及50%三氟敏水分散性粒劑10,000倍(菌落直徑平均為77.4 mm)，試驗組與對照組皆呈顯著性差異，皆可抑制紅龍果莖潰瘍病菌絲的生長(圖一)。



圖一、於含不同種類藥劑的馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基上，紅龍果莖潰瘍病菌絲生長3天之情形
 Fig. 1. Effectiveness of different fungicides on mycelial growth of *Neoscytalidium dimidiatum* on potato dextrose agar (PDA) for 3-day growth

(二)不同藥劑對莖潰瘍病菌絲生長14天之抑制情形

於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基(PDA)含不同種類藥劑，接種紅龍果莖潰瘍病菌絲塊，經14天後菌落生長情形(圖二)顯示，25.9%得克利水基乳劑1,500倍、62.5%賽普護汰寧水分散性粒劑1,500倍及80%免得爛水分散性粒劑500倍等完全抑制菌落之生長，其次依序為40%克熱淨可溼性粉劑1,500倍(菌落直徑平均為16.4 mm)、325 g/L亞托待克利水懸劑3,000倍(菌落直徑平均為19.2 mm)，70%甲基多保淨可濕性粉劑1,000倍及23.6%百克敏乳劑2,000倍(第7天長滿培養基)，23%亞托敏水懸劑3,000倍及50%三氟敏水分散性粒劑10,000倍(第4天長滿培養基)，對照(CK)無藥劑處理(第3天長滿85 mm培養基)，經統計分析，以上試驗皆與對照呈顯著性差異，皆可抑制紅龍果莖潰瘍病菌落之生長(圖一)。



圖二、紅龍果莖潰瘍病菌添加不同種類藥劑於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基生長 14 天之情形

Fig. 2. Effect of different fungicides on mycelial growth of *Neoscytalidium dimidiatum* on potato dextrose agar for 14-day growing

二、短時間的UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之效果

用紫外線-C (UV-C 253.7 nm)短時間照射培養於PDA紅龍果莖潰瘍病菌絲塊，於室溫下培養後，在第1天第2天調查處理之菌落大小，結果(表三)顯示，以UV-C照射30分鐘在第1天菌落直徑平均為7.6 mm與其他處理間呈極顯著性的差異，且與對照無處理菌落直徑平均為12.6 mm間，呈極顯著性差異。其他依序為UV-C照射10分鐘、1分鐘、30秒，菌落直徑平均分別為8.4、9.7、10.4 mm，也與對照無處理間呈顯著性差異。至第2天處理結果，仍然以UV-C照射30分鐘菌落直徑平均為24.1 mm與對照及各處理間呈極顯著性差異，其他各處理間以UV-C照射10分鐘、1分鐘、30秒，菌落直徑平均分別為25.8、26.3、29.7 mm與對照無照射處理(菌落直徑平均為31.3 mm)皆呈顯著性差異。

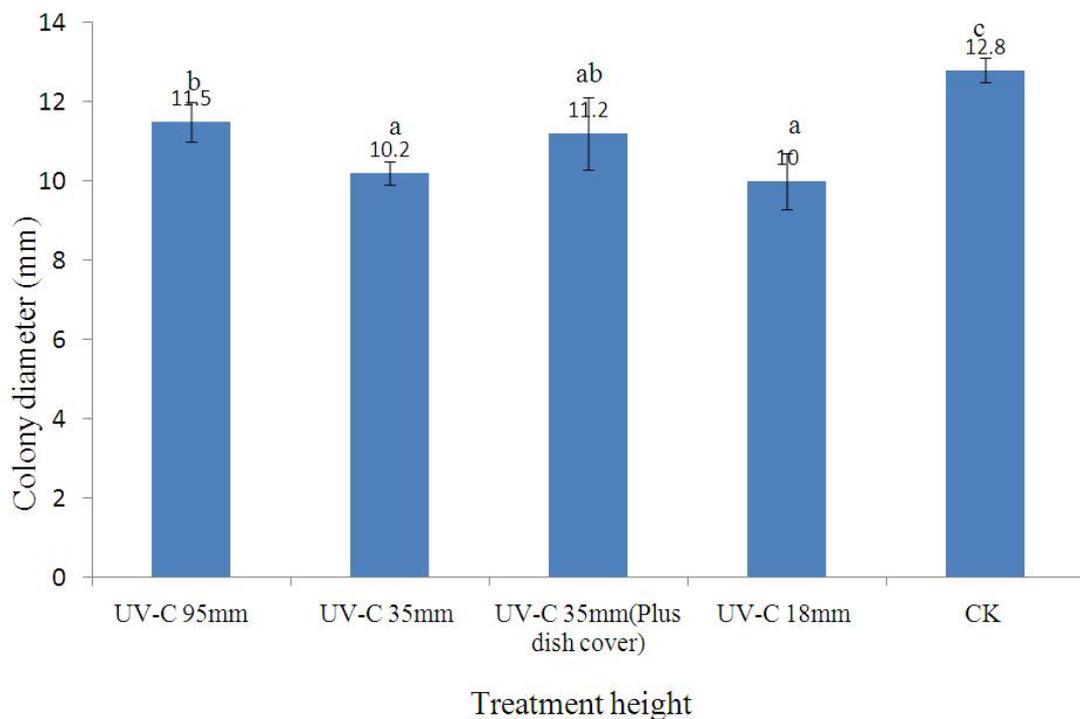
表三、不同照射 UV-C 時間的照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響

Table 3. Effect of UV-C irradiation time periods on mycelial growth of *Neoscytalidium dimidiatum*

Exposure time	Colony diameter (mm)	
	1-day growth	2-day growth
30 sec	10.4±0.4d	29.7±0.4d
1 min	9.7±0.2c	26.3±0.3c
10 min	8.4±0.3b	25.8±0.5b
30 min	7.6±0.2a	24.1±0.6a
CK (no exposure)	12.6±0.1e	31.3±0.3e

三、不同距離的UV-C燈照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響

於馬鈴薯葡萄糖瓊脂(PDA)培養基接菌供試菌後，以不同距離UV-C燈照射，採UV-C 60 W照射同樣10分鐘後，於室溫下培養，在第1天及第2天調查處理之菌落大小。結果(圖三)顯示，以UV-C照射距離在18 mm菌落直徑平均為10 mm與35 mm菌落直徑平均為10.2 mm，處理間無差異，但與對照無處理(菌落直徑為12.8 mm)呈極顯著性的差異。UV-C照射距離在35 mm (加皿蓋)菌落直徑為11.2 mm與95 mm菌落直徑為11.5 mm，處理間也是無差異，但與對照無處理間有顯著性差異。同樣距離(35 mm) UV-C 60 W照射處理，在無加皿蓋與加皿蓋之間有顯著性差異。依其結果分析，用紫外線-C (UV-C 253.7 nm)照射距離在18 mm至35 mm處理效果是一樣的，另外加皿蓋會降低UV-C 60W照射效果(圖三)。



圖三、不同距離的UV-C燈照射處理後第2天對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響

Fig. 3. Effect of different distance UV-C irradiation on mycelial growth of *Neoscytalidium dimidiatum* for growing 2 days

四、長時間的UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響

同上述試驗，於馬鈴薯葡萄糖瓊脂(PDA)培養基平面接種供試菌後，以固定兩種距離(35 mm及18 mm)，用紫外線-C (UV-C 253.7 nm)照射紅龍果莖潰瘍病菌絲塊，分別照射10分鐘、30分鐘、1小時、2小時及CK(對照無處理)。結果(表四)顯示，距離在35 mm以UV-C照射10分鐘、30分鐘、1小時、2小時在第2天處理間無差異，且與對照無處理間(菌落直徑平均為12.2 mm)

呈顯著性差異。同樣的在距離 18 mm 經照射 10 分鐘、30 分鐘、1 小時、2 小時，至 2 天後處理間也無差異，且與對照無處理間(菌落直徑平均為 12.3 mm)呈顯著性差異。依其結果分析，以 UV-C 燈在 18 及 35 mm 距離，照射 10 分鐘至 2 小時，結果是相同的，因此以 UV-C 照射試驗距離可固定在 35 mm 10 分鐘即可達到效果。(表四)

表四、長時間的 UV-C 照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長一天之影響

Table 4. Effect of UV-C irradiation time periods on mycelial growth of *Neoscytalidium dimidiatum* for growing 1 day

Exposure time	Colony diameter (mm)	
	35 mm distance	18 mm distance
10 min	10.2±0.3a	10.0±0.7a
30 min	10.0±1.0a	9.6±0.6a
1 hour	9.8±0.6a	9.5±1.4a
2 hour	9.6±0.7a	9.3±0.6a
CK (no exposure)	12.2±0.6b	12.2±0.6b

表五、UV-C 照射對紅龍果莖潰瘍病菌孢子發芽之影響

Table 5. Effect of UV-C irradiation time periods on spore germination of *Neoscytalidium dimidiatum*

Exposure time	No. of spores / ml			
	10 ³ spores / ml		10 ⁵ spores / ml	
	2-day incubation	4-day incubation	2-day incubation	4-day incubation
10 min	0a	0a	0a	0a
30 min	0a	0a	0a	0a
60 min	0a	0a	0a	0a
CK (no exposure)	3.6±1.6b	5.4±2.8b	85.8±29.4b	293.6±60.5b

討 論

紅龍果莖潰瘍病(*Neoscytalidium dimidiatum*)為紅龍果最主要的病害，可為害紅龍果花、嫩莖、果實，甚至於貯運期間皆會受害，氣候高溫多濕時蔓延迅速，發病初期密布黃色小斑點，至後期受害部轉紅褐至黑褐色，嚴重時會造成組織腐爛。成熟莖不易受害，但莖上的病斑仍是傳染源，遇環境適宜時則傳播為害。本病尚無推薦藥劑，目前以植物保護手冊推薦於防治紅龍果炭疽病的 9 種藥劑供試，包括 40% 克熱淨(Iminoctadine Triacetate)可濕性粉劑 2,000 倍、25.9% 得克利(Tebuconazole)水基乳劑 1,000 倍、50% 三氟敏(Fliut)水分散性粒劑 10,000 倍、70% 甲基多保淨(Thiophanate-methyl)可濕性粉劑 1,000 倍、23% 亞托敏(Amistar)水懸劑 3,000 倍、62.5% 賽普護汰寧(Cyprodinil + Fludioxonil)水分散性粒劑 1,500 倍、23.6% 百克敏(Pyraclostrobin)乳劑 2,000 倍、325 g/L 亞托待克利(Zoxystrobin+Difenoconazole)水懸劑 3,000 倍及 80% 免得爛(Metiram)水分散性粒劑 500 倍等，依室內篩選結果，25.9% 得克利水基乳劑、62.5%

賽普護汰寧水分散性粒劑及80%免得爛水分散性粒劑等3種在處理後第1天至第14天可完全抑制菌落之生長，達百分之百抑制效果，其他試驗藥劑前3天也與對照不加藥處理呈顯著性差異。依試驗數據結果，推薦於紅龍果炭疽病之藥劑有三種具很好效果能抑制紅龍果莖潰瘍病菌，未來需更進一步進行田間實際測試，以評估防治紅龍果莖潰瘍病效果。

然而為降低化學藥劑的影響，採非化學藥劑處理方式，可降低農藥風險，以維持食用安全。使用低致死劑量的UV-C照射，已用於蔬果的採後處理，因此被公認為是一種新的研究方法⁽¹⁴⁾，此處理是可行性的，可延緩葉綠素降解，減少組織損傷和破壞，並保持蔬果的抗氧化能力⁽²⁴⁾。對這些微生物的研究，大多數依賴於平板計數法，以確定UV-C處理對微生物的效果⁽²⁰⁾。本菌以PDA培養基平板培養於30°C溫度，第3天即可長滿90 mm培養皿，如果採UV-C 60 W (UV-C 253.7 nm)照射，距離在24 cm，以照射30分鐘效果最佳，其第2天菌落直徑抑制在24.1±0.6 mm，與對照31.3±0.3 mm呈極顯著性差異，至第3天菌落直徑抑制不呈顯著性差異。用UV-C60 W (UV-C 253.7 nm)短時間照射30分鐘效果較佳，可抑制紅龍果莖潰瘍病菌之生長；照射距離在18 mm至35 mm處理效果是一樣的，另外加皿蓋會降低UV-C 60 W照射效果。如以UV-C 60 W (UV-C 253.7 nm)在18及35 mm距離照射10分鐘或2小時，結果也是相同的，因此以UV-C照射試驗距離可固定在35 mm 10分鐘即可達到效果。如果以UV-C 60 W (UV-C 253.7 nm)距離在35 mm照照射10分鐘、30分鐘及60分鐘皆可完全抑制紅龍果莖潰瘍病菌孢子發芽。

UV-C 60 W (UV-C 253.7 nm)照射的效果，有兩種理論來解釋。第一為直接破壞病原體的DNA。第二為UV-C可誘導不同蔬果產生抗性機制，以對抗病原體^(23,33)。有關使用低劑量的UV-C照射，也已經證實在幾種採後的水果和蔬菜上，可降低病害的發生率^(25,28,42,44)，另一個好處是減少殺真菌劑的施用，以降低農藥殘留⁽¹⁷⁾。以上數據可知，以UV-C 253.7 nm照射可抑制紅龍果莖潰瘍病原孢子發芽。將來可進一步嘗試於採收後紅龍果病害防治進行試驗。

參考文獻

1. 葉士財、廖君達、郭建志、柯文華 2011 番石榴瘡痂病、疫病之發生及其防治藥劑篩選 臺中區農業改良場研究彙報 110: 43-54。
2. Allende, A. and F. Arte's. 2003. UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed 'Lollo Rosso' lettuce. *Food Research International*. 36: 739-746.
3. Allende, A., J. L. McEvoy, Y. Luo, F. Artés and C. Y. Wang. 2006. Effectiveness of twosided UV-C treatments in inhibiting natural microflora and extending the shelflife of minimally processed "Red Oak Leaf" lettuce. *Food Microbiology*. 23: 241-249.
4. Allende, A., F. A. Tomás-Barberán and M. I. Gil. 2006. Minimal processing for healthy traditional foods. *Trends in Food Science & Technology*. 17: 513-519.
5. Alvarez, A. M. and W. T. Nishijima. 1987. Postharvest diseases of papaya. *Plant Dis*. 71: 681-686.

6. Ardjouma, D., S. Karim, T., K. Mamadou and D. C. Tenebe. 2005. Export papaya postharvest protection by fungicides and the problems of the maximal limit of residues. *Afr. J. Biotechnol.* 4: 109-112.
7. Aylor, D. E. and S. Sanogo. 1997. Germinability of *Venturia inaequalis* conidia exposed to sunlight. *Phytopathology.* 87: 628- 633.
8. Bintsis, T., E. Litopoulou-Tzanetaki and R. K. Robinson. 2000. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry a critical review. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 80(6): 637-645.
9. Bravo-Hollis, H., 1978. *Las cacta' ceas de Me'xico*. Universidad Nacional Auto'noma de Me'xico, Me'xico D. F., p.743.
10. Burgess, L. W., B. A. Summerell, S. Bullock, K. P. ott and D. Backhaus. 1994. Laboratory manual for Fusarium Research. University of Sydney and Royal Botanic Gardens, Sydney, p.133.
11. Casas, A. and G. Barbera. 2002. Mesoamerican domestication and diffusion. In: Nobel, P.S. (Ed.), *Cacti Biology and Uses*. University of California Press, p. 143-162.
12. Charles, M. T., R. Corcuff, D. Roussel and J. Arul. 2003. Effect of maturity and storage on Rishitin accumulation disease resistance to *Botrytis cinerea* in UV-C treated tomato fruit. *Acta Horticulturae*, 599: 573-576.
13. Chuang, M. F., H. F. Ni, H. R. Yang, S. L. Shu, S. Y. Lai and Y. L. Jiang. 2012. First report of stem canker disease of pitaya (*Hylocereus undatus*, *H. polyrhizus*) caused by *Neoscytalidium dimidiatum* in Taiwan. *Plant Dis.* 96: 906. (abstract)
14. Costa, L., A. R. Vicente, P. M. Civello, A. R. Chaves and G. A. Martinez. 2006. UV-C treatment delays postharvest senescence in broccoli florets. *Postharvest Biol. Technol.* 39: 204-210.
15. Couey, H. M., A. M. Alvarez and M. G. Nelson. 1984. Comparison of hot-water spray and immersion treatments for control of postharvest decay of papaya. *Plant Dis.* 68: 436-437.
16. Da Silva Pereira, A. V., R. B. Martins, S. J. Michereff, M. B. da Silva and M. P. S. Câmara. 2012. Sensitivity of *Lasiodiplodia theobromae* from Brazilian papaya orchards to MBC and DMI fungicides. *Eur. J. Plant Pathol.* 132: 489-498.
17. Escalona, V. H., E. Aguayo, G. B. Martinez-Hernandez and F. Artes. 2010. UV-C doses to reduce pathogen and spoilage bacterial growth in vitro and in baby spinach. *Postharvest Biol. Technol.* 56: 223-331.
18. Fonseca, J. M. and J. W. Rushing. 2006. Effect of ultraviolet-C light on quality and microbial population of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology & Technology.* 40: 256-261.
19. Gonza'lez-Aguilar, G. A., C. Y. Wang, J. G. Buta and D. T. Krizek. 2001. Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe 'Tommy Atkins' mangoes. *International Journal of Food Science and Technology.* 36: 767-773.

20. Hewitt, C. J. and G. Nebe Von Caron. 2004. The application of multi-parameter flow cytometry to monitor individual microbial cell physiological state. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. 89: 197-223.
21. Islam, S. Z., Y. Honda and M. Sonhaji. 1998. Phototropism of conidial germ tubes of *Botrytis cinerea* and its implication in plant infection processes. *Plant Dis.* 82: 850-856.
22. Koutchma, T. 2009. Advances in ultraviolet light technology for non-thermal processing of liquid foods. *Food and Bioprocess Technology*. 2: 138-155.
23. Liu, J., C. Stevens, V. A. Khan, J. Y. Lu, C. L. Wilson, O. Adeyeye, M. K. Kabwe, P. L. Pusey, E. Chalutz, T. Sultana and S. Droby. 1993. Application of ultraviolet-C light on storage rots and ripening of tomatoes. *J. Food Prot.* 56 (10): 868-873.
24. Lorenza Costa a, Ariel R. Vicente a, Pedro M. Civello b, Alicia R. Chaves a, Gustavo A. & Mart'inez 2006. UV-C treatment delays postharvest senescence in broccoli florets *Postharvest Biology and Technology*. 39: 204-210.
25. Lu, J. Y., C. Stevens, V. A. Khan and M. Kabwe. 1991. The effect of ultraviolet irradiation on shelf-life and ripening of peaches and apples. *J. Food Quality*. 14: 299-305.
26. Luders L. and G. McMahon. 2006. The Pitaya or dragon fruit (*Hylocereusundatus*). *Crops, Forestry and Horticulture*, Darwin, p. 1-4.
27. Masyahit, M., K. Sijam, Y. Awang and M. Ghazali. 2009. First report on bacterial soft rot disease on dragon Fruit (*Hylocereus* spp.) caused by *Enterobacter cloacae* in peninsular Malaysia. *Int. J. Agric. Biol.*, 11: 659-666.
28. Mercier, J., J. Arul and C. Julien. 1993. Effect of UV-C on phytoalexin accumulation and resistance to *Botrytis cinerea* in stored carrots. *J. Phytopathol.* 139: 17-25.
29. Mizrahi, Y., E. Raveh, E. Yossov, A. Nerd and J. Ben-Asher. 2007. New fruit crops with high water use efficiency. In: Janick, J., Whipkey, A. (Eds.), *Creating Markets for Economic Development of New Crops and New Uses*. pp. 216-222.
30. Morton, J. 1987. Strawberry Pear. In: *Fruits of warm climates*. Julia F. Morton, Miami, FL. p.347-348.
31. Mustafa Erkan, Chien Yi Wang and Donald T. Krizek. 2001. UV-C irradiation reduces microbial populations and deterioration in Cucurbita pepo fruit tissue *Environmental and Experimental Botany*. 45:1-9.
32. Nerd, A., N. Tel-Zur and Y. Mizrahi. 2002. Fruits of vine and columnar cacti. In: Nobel, P.S. (Ed.), *Cacti: Biology and Uses*. University of California Press, Berkeley, California, pp. 185-197.
33. Nigro, F., A. Ippolito and G. Lima. 1998. Use of UV-C light to reduce *Botrytis* storage rot of table grape. *Postharvest Biol. Technol.* 13: 171- 181.

34. Nobel, P. S., de la and E. Barrera. 2002. High temperatures and Net CO₂ uptake, growth, and stem damage for the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus*. *Biotropica*. 34: 225-231.
35. Pezet, R. and V. Pont. 1992. Differing biochemical and histological studies of two grape cultivars in the view of their respective susceptibility and resistance to *Botrytis cinerea*. In: Verhoeff, K., Malathrakis, N. E., Williamson, B. (Eds.), *Recent Advances in Botrytis Research*, Proc. Tenth Int. *Botrytis* Symp., Pudoc Scientific Publisher, Wageningen, The Netherlands, pp. 93-98.
36. Rajkowski, K. T. 2007. Inhibition of *Shigella sonnei* by ultraviolet energy on agar, liquid media and radish sprout S1. *Journal of Food Safety*. 27(2): 233-240.
37. Ranganna, B., A. C. Kushalappa and G. S. V. Raghavan. 1997. Ultraviolet irradiance to control dry rot and soft rot of potato in storage. *Can. J. Plant Pathol.* 19: 30-35.
38. Stevens, C., V. A. Khan, J. Y. Lu, C. L. Wilson, P. L. Pusey and E. C. K. Igwegbe. et al. 1997. Integration of Ultraviolet (UV-C) Light with Yeast Treatment for Control of Post-harvest Storage Rots of Fruits and Vegetable. *Biological Control*. 10(2): 98-103.
39. Stevens, C., V. A. Khan, L. Y. Lu, C. L. Wilson, P. L. Pusey, M. K. Kabwe, E. C. K. Igwegbe, E. Chalutz and S. Droby. 1998. The germicidal and hormetic effect of UV-C light on reducing brown rot and yeast microflora of peaches. *Crop Prot.* 17: 75-84.
40. Stevens, C., J. Liu, V. A. Khan, J. Y. Lu, M. K. Kabwe and C. L. Wilson. et al. 2004. The effect of low-dose ultraviolet light-C treatment on polygalacturonase activity, delay ripening and *Rhizopus* soft rot development of tomatoes. *Crop Protection*. 23: 551-554.
41. Stevens, C., J. Liu, V. A. Khan, J. Y. Lu, C. L. Wilson and E. C. K. Igwegbe. et al. 1998. Application of hormetic UV-C for delayed ripening and reduction of *Rhizopus* soft rot in tomatoes The effect of tomatine on storage rot development. *Journal of Phytopathology*. 146: 211-221.
42. Stevens, C., C. L. Wilson, J. Y. Lu, V. A. Khan, E. Chalutz, S. Droby, M. K. Kabwe, Z. Haung, O. Adeyeye, L. P. Pusey, M. E. Wisniewski and M. West. 1996. Plant hormesis induced by ultraviolet light-C for controlling postharvest diseases of tree fruits. *Crop Prot.* 15: 129-134.
43. Tran, M. T. T. and M. Farid. 2004. Ultraviolet treatment of orange juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 5: 495-502.
44. Wilson, C. L., A. El Ghaouth, E. Chalutz, S. Droby, C. Stevens, J. Y. Lu, V. Khan and J. Arul. 1994. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. *Plant Dis*. 78: 837-844.

Study on the Fungicide Screening and Ultraviolet-C Irradiation Efforts for Inhibiting *Neoscytalidium dimidiatum*¹

Shih-Tsai Yeh² and Ching-Chang Shiesh³

ABSTRACT

Pitaya Stem Canker is one of the major disease in pitaya. The symptom occurred in young stems and fruits, and further more, the infected lesion will turn into brown or black spots and ruined the tissue. Unfortunately, there is still no official recommended treatment for controlling pitaya Stem Canker disease. Thus, the purpose of this research is to investigate the effect of fungicides and UV-irradiation on Pitaya Stem Canker pathogen (*Neoscytalidium dimidiatum*) through observing the mycelia growth on potato dextrose agar (PDA). The results showed that 62.5% Cyprodinil + Fludioxonil (1500 x dilution), 25.9% Tebuconazole (1000 x dilution) and 80% Metiram (500 x dilution) are 100% inhibitory. On UV-C 60W exposure at 24 cm from PDA for 30 min has the best efficiency, the mycelium diameter is about 24.1 ± 0.6 mm comparing to control (31.3 ± 0.3 mm). Using 253.7 nm UV-C 60W irradiation at 35 mm distance for 10 min, 30 min and 60 min are able to inhibit spore germination.

Keywords: pitaya, pitaya stem canker pathogen (*Neoscytalidium dimidiatum*), fungicide screening, UV-irradiation

¹ Contribution No. 0859 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.

³ National Chung Hsing University, Department of Horticulture, Associate Professor.