



紅龍果莖潰瘍病之藥劑篩選 及UV-C60W試驗

葉士財

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1000倍及80%免得爛(Metiram)水分散性粒劑500倍等3種藥劑效果最好，可達百分之百抑制效果。本菌菌絲以PDA培養基培養於30°C溫度控制箱，第3天即可長滿90mm培養皿，如果採UV-C60W照射，距離在24cm，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。而莖潰瘍病病菌孢子以UV-C60W照射，距離在35mm照照射10分鐘、30分鐘及60分鐘，皆可完全抑制孢子發芽。

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，隨栽種引種以擴及柬埔寨、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⁾。臺灣氣候高溫多濕環境，病害則大蔓延，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)及細菌性軟腐病(*Enterobacter cloacae*)⁽²⁷⁾等，*Pantoea* sp.)、尖孢镰刀菌(*F. oxysporum*)、(*F. semitectum*)、

(*F. moniliforme*)、根腐病⁽¹⁰⁾、紅龍果病毒病(*Pitaya mosaic virus*)、紅龍果葉斑病(*Botryosphaeria* sp.其中以莖潰瘍病最為嚴重，本菌於2%的馬鈴薯葡萄糖瓊脂(PDA)分離，該菌絲體組成爲支鏈的，有隔的，棕色菌絲，具0-1個隔膜，可產生分生孢子，分生孢子橢圓形至卵圓形，透明⁽¹³⁾。防治紅龍果病害主要方式仍是施用藥劑，但注重果品食用安全，生產無農藥健康的紅龍果，逐漸採物理防治等。近來以紫外線去污效果是眾所皆知，其對水果和蔬菜的表面消毒潛力已逐漸開發^(7、21、37、39)，它的輻射範圍在200-400 nm，分成三個區域，包括短波紫外線(UV-C)爲200-280nm，中波紫外線(UV-B)爲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，也不會直接輻射爲害生物圈，因此利用紫外線處理致病性病原菌和腐敗微生物的功効是有據可查的⁽³⁶⁾，在實際運用上可選用UV-C燈具(光譜爲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⁽⁴⁵⁾，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*, *R. stolonifer* 和 *B. 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尙無推薦藥劑，因此本研究針對採推薦於炭疽病藥劑做室內篩選，另採紫外線UV-C照射莖潰瘍病菌於培養基上篩選，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，達到防治效果。

內 容

三、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 *N. dimidiatum*，經柯霍氏法則回接果實試驗後，證實可感染果實，再將其菌株單孢培養於馬鈴薯葡萄糖瓊脂(Potato Dextrose Agar, PDA)上，培養3天供試。另以PDA培養基經高溫滅菌，於凝固前(約50°C左



右) 分別加入下列供試藥劑, 供試藥劑有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325g/L亞托待克利 (Zoxystrobin+ Difenconazole) 水懸劑3,000倍及對照 (CK) 無藥劑處理等10種 (表一、二), 製成平板後, 於每一平板中央各分別移入同齡5mm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 ($\times + 0.5$)^{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。

表一、室內試驗所用之藥劑劑型與使用倍數

Table 1. 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)	325g/L SC	3,000
10	CK	—	No fungicide

(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

紅龍果莖潰瘍病菌株同為前者試驗菌株, 將其菌株單孢培養於PDA上, 培養3天供試。另以馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (potato dextrose agar, PDA) 培養基經高溫滅菌, 製成平板後, 於每一平面中央各分別移入同齡5mm菌絲塊, 選擇紫外線 (UV-C 253.7nm) 光波殺菌除蟲燈 (三鳳科技有限

公司)的殺菌性光譜，光源60W照射，固定距離在24mm，處理方式有UV-C 照射30秒、1分鐘、10分鐘、30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，於無菌操作台內進行。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 $(x+0.5)^{1/2}$ 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。

(三)不同高度的UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響

紅龍果莖潰瘍病菌株同為2012年於南投縣中寮鄉採回後之分離株系，將其單孢培養於PDA上，3天後供試。另以PDA培養基經高溫滅菌，製成平面後，於每一平板中央各分別移入同齡5mm菌絲塊，選擇紫外線（UV-C 253.7nm）光波殺菌除蟲燈（三鳳科技有限公司），的殺菌性光譜，光源60W照射10分鐘，UV-C處理距離為95mm、35mm、35mm（加皿蓋）、18mm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，於無菌操作台內進行。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 $(x+0.5)^{1/2}$ 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。

(四)長時間的UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響

紅龍果莖潰瘍病菌株同為南投縣中寮鄉採回後之分離株系，將其菌株單孢培養於PDA上，培養3天供試。另以PDA培養基經高溫滅菌，製成平面後，於每一平板中央各分別移入同齡5mm菌絲塊，選擇UV-C光波殺菌除蟲燈（三鳳科技有限公司），253.7nm 的殺菌性光譜，光源60W照射，固定高度在35mm及18mm，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），處理時不蓋培養皿蓋，處理後蓋上培養皿蓋，於無菌操作台內進行。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 $(x+0.5)^{1/2}$ 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。



(五) UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病孢子生長之影響

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，培養7天產孢後洗下孢子供試，以細胞計數器計算孢子數量（平均 1.48×10^7 /spores ml），分別稀釋倍數 10^3 /spores ml、 10^5 /spores ml等。另以PDA培養基經高溫滅菌，製成平面後，採平板稀釋法，將稀釋液0.2ml平均塗抹於每一平板，選擇UV-C光波殺菌除蟲燈（三鳳科技有限公司），253.7nm 的殺菌性光譜，光源60W照射，固定距離在35mm，於無菌操作台內進行，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，於無菌操作台內進行。共有2種倍數，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大小。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 Difference, LSD）測定5%顯著性差異。

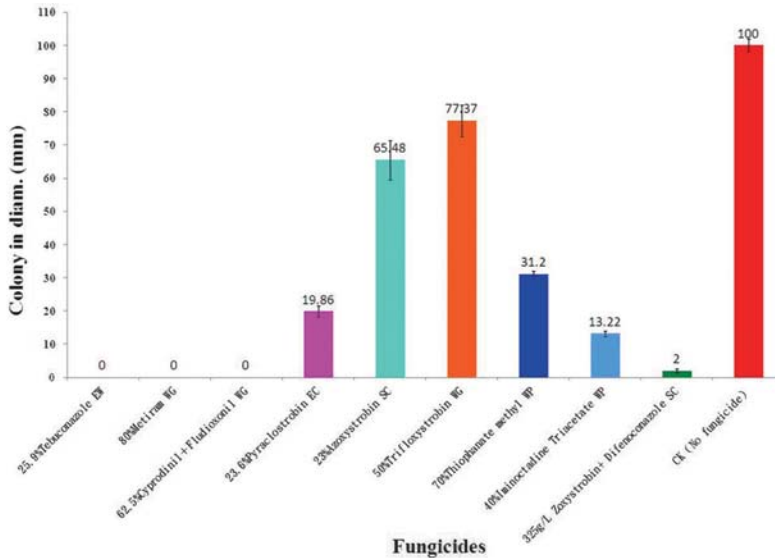
四、結果

(一) 不同藥劑對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之結果

1. 不同藥劑處理對莖潰瘍病菌抑制之效果

於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基(PDA)添加不同種類藥劑包括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325g/L亞托待克利（Zoxystrobin+ Difenconazole）水懸劑3,000倍及對照（CK）無藥劑處理等10種（表一），接種紅龍果莖潰瘍病菌絲塊，結果顯示，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0mm，達百分之百抑制效果，其它依序為325g/L亞托待克利水懸劑3,000倍（菌落直徑平均為2mm）、40%克熱淨可溼性粉劑1,500倍（菌落直徑平均為13.2mm）、23.6%百克敏乳劑2,000倍（菌落直徑平均

為19.9mm)、70%甲基多保淨可濕性粉劑1,000倍(菌落直徑平均為31.2mm)、23%亞托敏水懸劑3,000倍(菌落直徑平均為65.5mm)及50%三氟敏水分散性粒劑10,000倍(菌落直徑平均為77.4mm),試驗組與對照皆呈顯著性差異,皆可抑制紅龍果莖潰瘍病菌絲的生長。



圖一、馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基(PDA)添加不同種類藥劑對紅龍果莖潰瘍病之第3天菌絲生長的影響

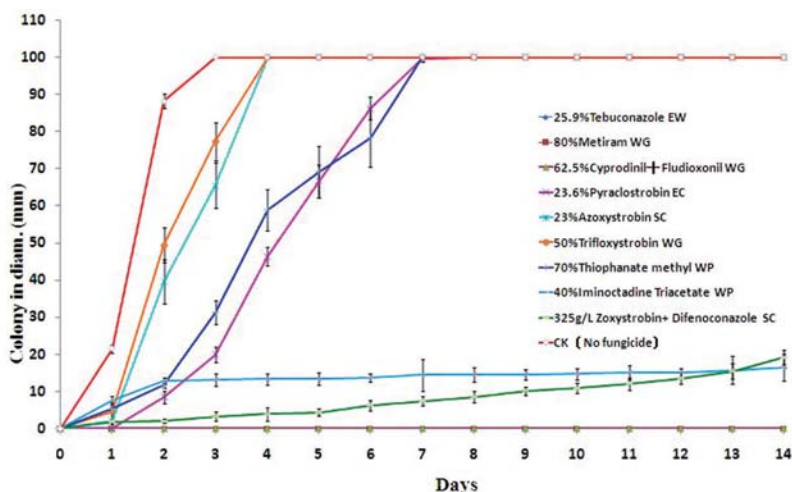
Fig.1. Effectiveness of different fungicides on mycelial growth of the pitaya stem canker on potato dextrose agar (PDA) at third day

2. 不同藥劑接種莖潰瘍病菌連續14天後菌落生長情形

於上述試驗於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基(PDA)添加不同種類藥劑包括23%亞托敏水懸劑3,000倍、23.6%百克敏乳劑2,000倍、25.9%得克利水基乳劑1,500倍、40%克熱淨可溼性粉劑1,500倍、50%三氟敏水分散性粒劑10,000倍、62.5%賽普護汰寧水分散性粒劑1,500倍、70%甲基多保淨可濕性粉劑1,000倍、80%免得爛水分散性粒劑500倍及325g/L亞托待克利水懸劑3,000倍及對照(CK)無藥劑處理等10種(表一),接種紅龍果莖潰瘍病菌絲塊,連續14天後菌落生長情形顯示,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16.4mm)、325g/L亞托待克利水懸劑3,000倍(菌落直徑平均為19.2mm),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85mm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。



圖二、馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基(PDA)添加不同種類藥劑對紅龍果莖潰瘍病之連續14天之菌落生長情形

Fig.2. Effectiveness of different fungicides on mycelial growth of the pitaya stem canker on potato dextrose agar (PDA) within 14 days

(二) 短時間的UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之效果

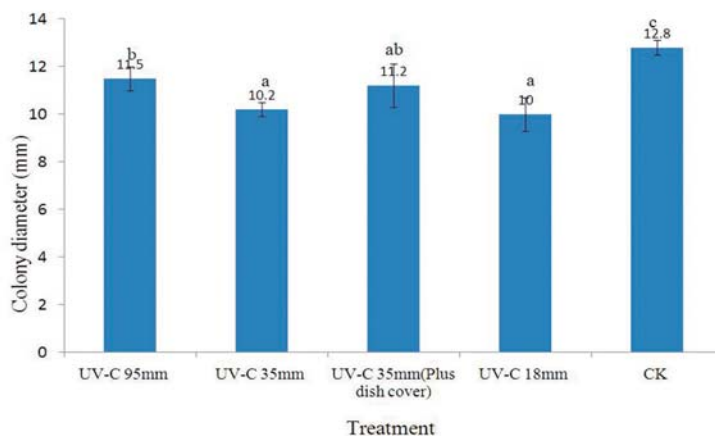
以馬鈴薯葡萄糖瓊脂（PDA）培養基接菌後，用紫外線（UV-C 253.7nm）短時間照射紅龍果莖潰瘍病菌絲塊，於室溫下培養後，在第1天第2天調查處理之菌落大小。結果顯示，以UV-C 照射30分鐘在第1天（菌落直徑平均為7.6mm）與其他處理間呈極顯著性的差異，且與對照無處理間（菌落直徑平均為12.6mm）呈極顯著性差異。其他依序為UV-C 照射10分鐘、1分鐘、30秒（菌落直徑平均分別為8.4、9.7、10.4mm），也與對照無處理間呈顯著性差異。至第2天處理結果，仍然以UV-C 照射30分鐘（菌落直徑平均為24.1mm）與對照及各處理間呈極顯著性差異，其他各處理間以UV-C 照射10分鐘、1分鐘、30秒（菌落直徑平均分別為25.8、26.3、29.7mm）與對照無照射處理（菌落直徑平均為31.3mm）皆呈顯著性差異。依其結果分析，用紫外線（UV-C 253.7nm）短時間照射30分鐘比其他處理(照射30秒、1分鐘及10分鐘)效果較佳，可抑制紅龍果莖潰瘍病菌之生長（表三）。

表三、UV-C短時間的照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響
Table3. Effect of different short time UV-C irradiation on mycelial growth

Exposure time	Colony diameter (mm)	
	1-day growth	2-day growth
30sec	10.4±0.4d	29.7±0.4d
1min	9.7±0.2c	26.3±0.3c
10min	8.4±0.3b	25.8±0.5b
30min	7.6±0.2a	24.1±0.6a
CK	12.6±0.1e	31.3±0.3e

(三) 不同高度的UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病菌絲生長之影響

同樣以馬鈴薯葡萄糖瓊脂 (PDA) 培養基接菌後供試，選擇不同距離包括95mm、35mm、35mm (加皿蓋)、18mm及CK (對照無處理)，採UV-C 60W照射10分鐘，於室溫下培養後，在第1天及第2天調查處理之菌落大小。結果顯示，以UV-C 照射距離在18mm及35mm (菌落直徑平均為10mm、10.2mm) 處理間無差異，但與對照無處理 (菌落直徑平均分別為12.8mm) 呈極顯著性的差異。UV-C照射距離在35mm (加皿蓋) 及95mm (菌落直徑平均分別為11.2、11.5mm) 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 (35mm) UV-C 60W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 (UV-C 253.7nm) 照射距離在18mm至35mm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照射處理第2天後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 at two 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，以馬鈴薯葡萄糖瓊脂（PDA）培養基平面接種後，固定兩種距離在35mm及18mm，用紫外線（UV-C 253.7nm）長時間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），並於室溫下培養後，在第1天及第2天調查處理之菌落大小。結果顯示，距離在35mm以UV-C 照射10分鐘、30分鐘、1小時、2小時在第2天（菌落直徑分別為10.2、10、9.8、9.6mm）處理間無差異，且與對照無處理間（菌落直徑平均為12.2mm）呈顯著性差異。同樣的在距離18mm經照射10分鐘、30分鐘、1小時、2小時，至2天後調查（菌落直徑分別為10、9.6、9.5、9.3mm）處理間也無差異，且與對照無處理間（菌落直徑平均為12.3mm）呈顯著性差異。依其結果分析，以紫外線（UV-C 253.7nm）在18及35mm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35mm10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之影響

Table4. Effect of different long time UV-C irradiation on mycelial growth of neoscytalidium dimidiatum for growing 1days

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

(五) UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病孢子生長之影響

同上述試驗，以馬鈴薯葡萄糖瓊脂（PDA）培養基平面稀釋法處理後，固定距離在35mm，分別稀釋 10^3 /spores ml、 10^5 /spores ml等倍數，用紫外線（UV-C 253.7nm）照射馬鈴薯葡萄糖瓊脂（PDA）培養基平面，分別照射10分鐘、30分鐘、60分鐘及CK（對照無處理），培養於30°C之定溫箱，在第2天及第4天調查處理之孢子萌發數。結果顯示，在處理後第2天，稀釋為 10^3 /spores ml及 10^5 /spores ml等處理間孢子皆無發芽，且與對照無處理間（孢子萌發數平均為 3.6 ± 1.6 /spores ml、 85.8 ± 29.4 /spores ml）

呈顯著性差異。至4天調查，2種處理間孢子仍無發芽，且與對照無處理間（孢子萌發數平均為 5.4 ± 2.28 /spores ml、 293.6 ± 60.53 /spores ml）呈顯著性差異。

依其結果分析，以紫外線 (UV-C 253.7nm)在35mm距離照照射10分鐘、30分鐘及60分鐘皆可抑制紅龍果莖潰瘍病菌孢子發芽。（表五）

表五、UV-C照射對紅龍果莖潰瘍病菌孢子生長之影響

Table5. Effect of different UV-C irradiation time on spore germination of *Neoscytalidium dimidiatum* spores growth

Exposure time	No. of spores time on spore germination of ml			
	10^3 spores/ml of spore conc		10^5 spores/ml of spore conc	
	2(day) incubation	4(day) incubation	2(day) incubation	4(day) incubation
10min	0a	0a	0a	0a
30min	0a	0a	0a	0a
60min	0a	0a	0a	0a
CK (no exposure)	$3.6 \pm 1.58b$	$5.4 \pm 2.28b$	$85.8 \pm 29.43b$	$293.6 \pm 60.53b$

結 語

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2000倍、25.9%得克利(Tebuconazole)水基乳劑1000倍、50%三氟敏(Fluot)水分散性粒劑10000倍、70%甲基多保淨(Thiophanate-Methyl)可濕性粉劑1000倍、23%亞托敏(Amistar)水懸劑3000倍、62.5%賽普護汰寧(Cyprodinil + Fludioxonil)水分散性粒劑1500倍、23.6%百克敏(Pyraclostrobin)乳劑2000倍、325g/L亞托待克利 (Zoxystrobin+ Difenconazole) 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，其他試驗組在3天前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可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90mm培養皿，如果採UV-C60W(UV-C 253.7nm)照射，距離在24cm，以照射30分鐘效果最佳，其第2天菌落直徑抑制在 $24.1\pm 0.6\text{mm}$ ，與對照 $31.3\pm 0.3\text{mm}$ 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-C60W(UV-C 253.7nm)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18mm至35mm處理效果是一樣的，另外加皿蓋會降低UV-C 60W照射效果。如以UV-C60W(UV-C 253.7nm)在18及35mm距離照射10分鐘或2小時，結果也是相同的，因此以UV-C 照射試驗高度可固定在35mm10分鐘即可達到效果。如果以紫外線(UV-C 253.7nm)距離在35mm照射10分鐘、30及60分鐘皆可完全抑制紅龍果莖潰瘍病菌孢子發芽。

紫外線(UV-C 253.7nm)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 253.7nm照射可防治紅龍果莖潰瘍病原孢子。

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。台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. McEvoy, L. Luo, Y. F. Artes. 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. Tomas-Barberan and M. I. Gil. 2006. Minimal processing for healthy traditional foods. *Trends in Food Science and 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.T. Karim, 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 e 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. 743pp.
 10. Burgess, L.W., B.A. Summerell, S. Bullock, K.P. Gott 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. pp. 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 S. P., A.V. Martins, R.B. Michereff, S.J. M.B. Da Silva and M.P.S. Camara. 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 and 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 C., A. R. Vicente, M. C. Pedro, R. C. Alicia and A. M.Gustavo. 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. pp 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 E, Y. W. Chien and T. K. Donald. 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., and E. D. L. 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. 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, J., C. Liu, V. A. Khan, J. Y. Lu, M. K. Kabwe. and C. L. Wilson. 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. 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.
 45. Wilson, C.L., A. El-Ghaouth, E. Chalutz, S. Droby, C. Stevens, J.Y. Lu and V. Khan, J. Arul 1994. Potential of induced resistance to control postharvest disease of fruits and vegetables. *Plant Dis.* 78: 837-843.