

彩色海芋切花花梗軟腐病防治之研究¹

劉興隆²、沈原民²、黃冬青²、趙佳鴻²

摘 要

本研究從防治作物細菌性病害常用之農藥、消毒藥劑及農民常用之保鮮劑篩選出有效抑制彩色海芋軟腐病菌(*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*)之藥劑，結果顯示鏈黴素、銅快得寧、三元硫酸銅、嘉賜銅、硫酸銅、漂白水及二氧化氯等7種藥劑，皆可完全殺死水中軟腐細菌；進一步評估具抑菌效果之藥劑對彩色海芋切花影響，結果發現銅快得寧、三元硫酸銅、嘉賜銅及硫酸銅等4種含銅藥劑浸漬處理彩色海芋切花，皆會造成彩色海芋切花花梗基部切口處縊縮黑化，而鏈黴素、漂白水及二氧化氯等3種藥劑，則完全不會對彩色海芋切花造成影響；在進一步探討藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗軟腐病之防治效果，結果發現漂白水及鏈黴素二種藥劑防治效果較佳，而二種藥劑混合一起使用也有同樣防治效果，混合藥劑將可減少抗藥性產生。

關鍵詞：彩色海芋、軟腐病、藥劑、防治

前 言

彩色海芋屬於天南星科(Araceae)馬蹄蓮屬(*Zantedeschia*)之球根花卉，英名Calla lily，原產於南非。彩色海芋由於花色鮮豔豐富，花型特殊，瓶插壽命長，十分受到消費者喜愛。臺灣彩色海芋之種球，除由國外進口，如紐西蘭、荷蘭及越南等地，國內種苗業者也自行生產組織培養苗及培育種球，且農民常種植後自行留種繁殖。彩色海芋栽培上最大的問題，在於細菌性軟腐病及病毒病的危害^(2,13,14,15,16)，生產組織培養苗已大大減少彩色海芋病毒病發生，而臺灣地處亞熱帶，氣候高溫多濕，彩色海芋細菌性軟腐病仍然嚴重發生^(4,5,7,8,9)。

2012年農民反應外銷日本之彩色海芋切花經包裝處理及運送過程，到達日本後發生基部軟化腐爛情形，希望本場協助解決問題；本場相關人員到農民彩色海芋栽培田及包裝場調查並採集外銷切花樣品，回實驗室觀察，結果發現部份切花基部發生軟化腐爛情形，經分離鑑定為軟腐細菌(*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*)。本研究目的在建立採收後彩色海芋切花花梗細菌性軟腐病防治技術，由殺細菌劑(bactericide)⁽³⁾、消毒藥劑^(1,10,11,12)及農民常用之保鮮劑中，篩選有效抑制軟腐病菌藥劑，進而評估具抑菌效果之藥劑對彩色海芋切花花梗影響，最後探討藥劑對彩色海芋切花花梗細菌性軟腐病之防治效果，期能建立防治軟腐病之對策，提供農友參考。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0849 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員、助理研究員、研究助理、副研究員。

材料與方法

一、藥劑對彩色海芋細菌性軟腐病菌之殺菌效率

將彩色海芋軟腐細菌培養於營養瓊脂培養基(nutrient agar, NA)中增量，隔天將已增量之軟腐細菌懸浮於無菌水中，調整濃度至OD₆₂₀約為0.32。將細菌懸浮液稀釋10倍，每支試管裝入10 ml之細菌懸浮液，再將0.1 ml之不同藥劑加入細菌懸浮液內，以達到欲測試濃度，以加入無菌水作為對照組。將試管置於125 rpm轉速之28°C震盪培養箱中，震盪3小時後，各處理之細菌懸浮液經系列稀釋，取0.1 ml之細菌懸浮液，均勻塗抹於NA培養基平板上，每處理3皿重複，將NA平板置於30°C培養24小時，計算存活之細菌數目，以瞭解彩色海芋細菌性軟腐病菌對藥劑之感受性。所使用之藥劑，包括目前植物保護手冊推薦防治作物細菌性病害農藥、消毒藥劑及農民常用之保鮮劑等共10種藥劑(表一)，農藥依推薦濃度測試，消毒藥劑及保鮮劑則測試不同濃度，因此10種藥劑總共進行22種不同濃度對彩色海芋細菌性軟腐病菌之殺菌效率測試。

表一、室內篩選防治彩色海芋軟腐病菌之藥劑名稱

Table 1. Bactericides for the control of calla lily soft rot disease *in vitro*

Chinese name (中文名稱)	Composition (成份)
12.5%鏈黴素溶液	streptomycin
10%鏈四環黴素水溶性粉劑	streptomycin + tetracycline
20%歐索林酸可濕性粉劑	oxolinic acid
40%銅快得寧可濕性粉劑	oxine-copper + cupric hydroxide
27.12%三元硫酸銅水懸劑	tribasic copper sulfate
77.5%嘉賜銅可濕性粉劑	kasugamycin + copper oxochloride
硫酸銅(片山試藥株式會社)	copper sulfate (CuSO ₄ ·5H ₂ O)
漂白水(白蘭，次氯酸鈉)	sodium hypochlorite
二氧化氯(杜邦公司)	chlorine dioxide
永馨切花抑菌劑(秀明科技有限公司)	fresherer floral disinfectant

二、藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗之藥害測試

選擇能完全殺死彩色海芋軟腐細菌之藥劑，以藥劑測試之最低有效濃度，進行彩色海芋切花瓶插試驗；將測試藥劑加入蒸餾水調配所需濃度，將60 ml藥液倒入100 ml量筒中，再將當天田間採回之4支彩色海芋切花插入量筒，每處理3重覆，以不加任何藥劑為對照，放置於室內，7天後調查藥劑對切花花梗是否造成藥害，影響品質及外觀，以了解藥劑對彩色海芋切花瓶插影響。藥害計算方式為當彩色海芋切花花梗基部發生縊縮黑化現象則代表發生藥害，每處理計算縊縮黑化百分比，以代表藥害發生率。供試彩色海芋品種為金黃系的Florex Gold。

三、藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗軟腐病之防治效果

選擇不會對彩色海芋切花瓶插造成影響之藥劑，進行彩色海芋切花花梗軟腐病防治試驗；將測試藥劑加入蒸餾水調配所需濃度，將60 ml藥液倒入100 ml量筒中，將彩色海芋軟腐病菌調配成OD₆₂₀約為0.32濃度菌量，將0.1 ml之細菌懸浮液加入每支量筒，最後每支量筒插入當天田間採回之4支彩色海芋切花，每處理3重覆，將插花置於28℃植物生長箱內，7天後調查軟腐病發生率，以了解藥劑對彩色海芋切花花梗軟腐病防治效果。本試驗共進行二次，供試彩色海芋品種皆為金黃系的Florex Gold。

四、單劑或混合藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗軟腐病之防治效果

選擇對彩色海芋切花之細菌性軟腐病有防治效果之藥劑，比較藥劑單劑或混合劑對彩色海芋切花花梗細菌性軟腐病防治效果；將測試藥劑加入蒸餾水調配所需濃度，將60 ml藥液倒入100 ml量筒中，將彩色海芋軟腐病菌調配成OD₆₂₀約為0.32濃度菌量，將0.1 ml之細菌懸浮液加入每支量筒，最後每支量筒插入當天田間採回之4支彩色海芋切花，每處理3重覆，將插花置於28℃植物生長箱內，7天後調查軟腐病發生率，以了解藥劑單劑或混合劑對彩色海芋切花花梗軟腐病防治效果。供試彩色海芋品種為金黃系的Florex Gold。

結 果

一、藥劑對彩色海芋細菌性軟腐病菌之殺菌效率

測試彩色海芋細菌性軟腐病菌對10種藥劑22種濃度之感受性反應，結果發現鏈黴素、銅快得寧、三元硫酸銅、嘉賜銅、硫酸銅、漂白水、及二氧化氯等7種藥劑在測試濃度，經過3小時處理後，皆可完全殺死懸浮液中之軟腐細菌；而使用鏈四環黴素、歐索林酸及永馨切花抑菌劑，經過3小時處理後，雖然可降低懸浮液中軟腐細菌密度，但無法完全殺死軟腐細菌，10%鏈四環黴素1,000倍處理之菌量有 8.02×10^4 cfu/ml，20%歐索林酸1,000倍處理之菌量有 1.88×10^5 cfu/ml，永馨切花抑菌劑500倍處理之菌量有 7.44×10^4 cfu/ml，永馨切花抑菌劑1,000倍處理之菌量有 6.86×10^4 cfu/ml，而對照組之菌量為 7.67×10^7 cfu/ml。(表二)

二、藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗之藥害

將彩色海芋切花插入不同藥劑中，以觀察藥劑浸漬處理是否對彩色海芋切花產生藥害，結果發現鏈黴素、漂白水及二氧化氯等3種藥劑在測試濃度，與對照組比較則無差異，完全不會對彩色海芋切花瓶插造成影響，而含銅藥劑在測試濃度皆有藥害發生；本試驗以銅快得寧500倍、三元硫酸銅500倍、嘉賜銅1,000倍及硫酸銅3,000倍，在處理7天後皆會造成全數試驗之彩色海芋切花花梗基部縊縮黑化現象，進而影響切花品質及瓶插壽命(表三、圖一)。由於鏈黴素、漂白水及二氧化氯等3種藥劑對彩色海芋軟腐細菌具有殺菌效果，且對切花花梗無藥害，將作為後續防治試驗之測試藥劑。

表二、藥劑對彩色海芋細菌性軟腐病菌之殺菌效果

Table 2. The efficacy of bactericides to *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Pcc.) isolated from infected calla lily

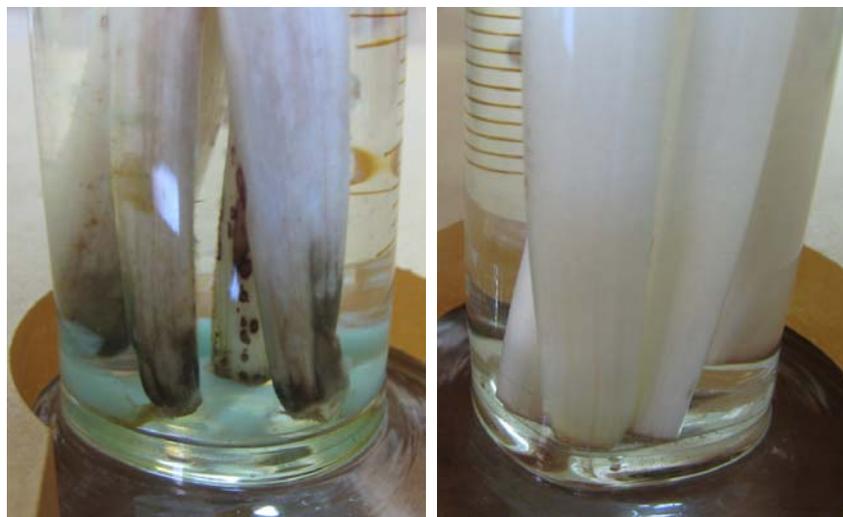
Bactericide	Concentration	Numbers of live Pcc (cfu / ml)
12.5% streptomycin S	1000 X	0
10% streptomycin + tetracycline SP	1000 X	8.02×10^4
20% oxolinic acid WP	1000 X	1.88×10^5
40% oxine-copper + cupric hydroxide WP	500 X	0
27.12% tribasic copper sulfate FP	500 X	0
77.5% kasugamycin + copper oxychloride WP	1000 X	0
Copper sulfate	500 X	0
	1000 X	0
	1500 X	0
	2000 X	0
	2500 X	0
	3000 X	0
Bleach	250 X	0
	500 X	0
	1000 X	0
Chlorine dioxide	50 ppm	0
	20 ppm	0
	10 ppm	0
	5 ppm	0
	2 ppm	0
Fresherer floral disinfectant	500 X	7.44×10^4
	1000 X	6.86×10^4
Control		7.67×10^7

表三、藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗之藥害

Table 3. Phytotoxic effect on calla lily stalks immersed in bactericidal solutions

Bactericide	Concentration	Percentage of blackened stalk base (%) ¹
40% oxine-copper + cupric hydroxide WP	500 X	100.0 b ²
27.12% tribasic copper sulfate FP	500 X	100.0 b
77.5% kasugamycin + copper oxychloride WP	1000 X	100.0 b
Copper sulfate	3000 X	100.0 b
12.5% streptomycin S	1000 X	0.0 a
Bleach	1000 X	0.0 a
Chlorine dioxide	2 ppm	0.0 a
Control		0.0 a

¹ Percentage of blackened base on calla lily cut flower stalks recorded after dipping into different bactericidal solutions for 7 days.² Means in the same column followed by the same letter were not significantly different ($\alpha=0.05$) according to the Least Significant Difference test (LSD).



圖一、彩色海芋切花花梗浸漬處理於三元硫酸銅藥劑造成花梗基部黑化(左)之藥害情形。(右為正常現象)

Fig. 1. Phytotoxic effect on calla lily stalks immersed in tribasic copper sulfate solutions. Left: blackened base. Right: normal stalks.

三、藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗軟腐病之防治效果

將彩色海芋切花插入含軟腐細菌之不同藥劑中，以觀察藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗軟腐病之防治效果，本試驗共進行二次，二次試驗結果均發現漂白水及鏈黴素處理皆能有效降低彩色海芋切花花梗軟腐病發生；第一次試驗，鏈黴素1,000倍處理軟腐病發生率33.3%、漂白水1,000倍處理發生率41.7%，皆優於對照接種組75.0%，但二氧化氯處理軟腐病發生率反而較對照接種組高，發生率為91.7%；第二次試驗，只進行漂白水及鏈黴素處理，效果與第一次類似，二種藥劑處理軟腐病發生率分別為0%及8.3%，皆顯著優於對照接種組之發生率83.3%。(表四)

表四、藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗軟腐病之防治效果

Table 4. The efficacy of bactericides for control of cut flower stalk soft rot of calla lily

Bactericide	Concentration	Percentage of stalk soft rot (%)	
		1st experiment	2nd experiment
12.5% streptomycin S ¹	1000 X	33.3 a	8.3 a ²
Sodium hypochlorite	1000 X	41.7 a	0.0 a
Chlorine dioxide	2 ppm	91.7 b	—
Control (inoculation)		75.0 b	83.3 b
Check (no inoculation)		33.3 a	0.0 a

¹ Inoculation: added 0.1ml bacterial suspension (1×10^8 cfu/ml) of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* isolated from infected calla lily to 60 ml test solution

² Means in the same column followed by the same letter were not significantly different ($\alpha=0.05$) according to Least Significant Difference test (LSD).

四、單劑或混合藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗軟腐病之防治效果

將彩色海芋切花插入含軟腐細菌之藥劑中，以觀察單劑或混合劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗軟腐病之防治效果，結果發現漂白水及鏈黴素單劑處理或漂白水及鏈黴素混合劑處理，皆能有效降低彩色海芋切花花梗軟腐病發生；經漂白水1,000倍處理後，軟腐病發生率為25.0%，以鏈黴素1,000倍處理則未發生軟腐病，漂白水及鏈黴素混合劑處理軟腐病發生率為16.7%，經統計分析顯示，各藥劑處理間均未有達顯著差異，但與對照接種處理組之發生率83.3%比較，防治效果差異顯著。(表五)

表五、單劑或混合藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗軟腐病之防治效果

Table 4. The efficacy of single agents or mixture of bactericides for control of cut flower stalk soft rot of calla lily.

Bactericide	Concentration	Percentage of stalk soft rot (%)
12.5% streptomycin S ¹	1000 X	0.0 a ²
Bleach	1000 X	25.0 a
Mixture (streptomycin and bleach)	1000 X, 1000 X	16.7 a
Control (inoculation)		83.3 b
Check (no inoculation)		0.0 a

¹Inoculation: added 0.1ml bacterial suspension of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* isolated from infected calla lily (1×10^8 cfu/ml) to 60 ml test solution

²Means in the same column followed by the same letter were not significantly different ($\alpha=0.05$) according to Least Significant Difference test (LSD).

討 論

2012年農民反應外銷彩色海芋切花運送到日本後發生軟腐情形，經本場人員到農民彩色海芋栽培田及包裝場調查並採回實驗室進一步觀察，結果發現切花基部發生軟化腐爛情形為軟腐細菌引起。彩色海芋在中部地區主要栽培在臺中市后里區、外埔區、神岡區及潭子區，每年11月至隔年5月為盛產期；而2012年1~4月發生外銷彩色海芋切花軟腐病較為嚴重情形，與當年降雨量有關，根據氣象局臺中市梧棲氣象站資料，2014年1~4月總降雨量合計為410毫米，為5年來(2008年~2012年) 1~4月總降雨量最多年份，且農民反應在連續降雨期間所採收之彩色海芋切花發生較嚴重軟腐病，推測在連續降雨後，植株葉片及土壤之軟腐細菌密度明顯較多，而切花之傷口較易被軟腐細菌感染有關；陳指出⁽⁶⁾在高濕環境於馬鈴薯葉表上可見多量之軟腐細菌，在乾燥環境下則只有少數葉表可見軟腐細菌存在。

為了降低彩色海芋切花花梗軟腐病之發生，本研究從目前植物保護手冊推薦防治作物細菌性病害農藥、常用消毒藥劑及農民使用之保鮮劑等10種藥品中，篩選能抑制軟腐細菌之藥劑，結果發現鏈黴素、銅快得寧、三元硫酸銅、嘉賜銅、硫酸銅、漂白水及二氧化氯等7種藥劑，在供試濃度下，皆可完全殺死水中軟腐細菌；而鏈四環黴素及歐索林酸在植物保護手冊分別推薦於防治水稻白葉枯病及檬果黑斑病等細菌性病害，但對本次試驗之彩色海芋軟腐細

菌之生長則無法有效抑制；林⁽⁵⁾指出鏈四環黴素1,000倍能抑制大部份彩色海芋軟腐細菌生長，但是在測試之37個菌株中有2個菌株產生抗性，是否目前田間彩色海芋軟腐細菌已對鏈四環黴素藥劑產生抗藥性，而無法有效抑制軟腐細菌生長，則有待深入探討。同時本試驗也測試農民包裝過程使用之保鮮抑菌劑(永馨切花抑菌劑，秀明科技有限公司)，結果發現此保鮮抑菌劑對彩色海芋軟腐細菌之生長無法有效抑制，原本農民期待以此保鮮抑菌劑防治軟腐病發生，但實際上抑制軟腐病效果有限，外銷彩色海芋切花軟腐病依然發生，無法有效控制病情，因此農民希望臺中場協助解決外銷彩色海芋切花軟腐病問題。

為進一步評估能完全殺死彩色海芋軟腐細菌之前述供試藥劑，對彩色海芋切花瓶插影響，發現銅快得寧、三元硫酸銅、嘉賜銅及硫酸銅等4種含銅藥劑，皆會造成花梗基部縊縮黑化藥害現象，影響切花品質及瓶插壽命；由於銅劑是目前防治細菌性病害最常用藥劑之一，在其它作物未曾記載發生過類似藥害；本試驗發現使用含有銅成份藥劑，會造成彩色海芋切花花梗藥害，為了避免農友之彩色海芋切花使用銅劑造成藥害，本場將廣為宣導，彩色海芋切花應避免使用含有銅成份藥劑，以免發生藥害，影響切花品質，造成不必要損失。

二氧化氯配製完成後，其有效期限約為三日，二氧化氯溶液濃度平均每日衰減11.6%，配製完成後最好馬上使用⁽¹²⁾；本試驗發現二氧化氯只要2 ppm即可殺死水中彩色海芋軟腐病菌(表二)，且不會影響彩色海芋切花瓶插品質(表三)，但對彩色海芋切花花梗之細菌性軟腐病防治效果不佳，可能原因為田間採回之彩色海芋切花部份已罹患軟腐病，但外觀看不出，當進行試驗時，浸漬處理之人工接種軟腐病菌會被2 ppm二氧化氯殺死，但由於二氧化氯每日衰減很快，低濃度隔天殺菌效果可能已不佳，加上試驗之彩色海芋切花部份已罹患軟腐病，病菌由組織內部流出危害健康切花，造成無法有效防治，作者曾以二氧化氯進行其它罹病作物葉片組織處理，結果發現無法殺死組織內病原菌，可見二氧化氯表面消毒能力較強，而浸透組織能力較弱；另外趙⁽¹¹⁾指出文心蘭切花浸漬10 ppm二氧化氯溶液，能完全防止軟腐病之發生，且不會影響切花之壽命，本試驗以2 ppm二氧化氯處理彩色海芋切花，濃度偏低，是否二氧化氯濃度提高至10 ppm，也可達到防治效果，則有待進一步試驗。

本研究藥劑浸漬處理對彩色海芋切花花梗之細菌性軟腐病防治效果，結果以漂白水1,000倍及鏈黴素1,000倍皆可有效降低彩色海芋切花花梗軟腐病發生，但林⁽⁵⁾指出68.8%多保鏈黴素1,000倍(含鏈黴素)，在測試之37個海芋軟腐細菌中有2個菌株產生抗性，因此為了避免田間抗藥性產生，造成切花後藥劑處理無法有效防治軟腐病，故進一步評估混合藥劑效果，試驗結果顯示漂白水及鏈黴素混合藥劑處理也能有效防治彩色海芋切花花梗軟腐病，將建議農友混合使用藥劑，以減少抗藥性發生。

參考文獻

1. 王淑慧 2003 SARS之環境消毒劑—漂白水 環境檢驗通訊雜誌第47期。
2. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局 2003 植物保護圖鑑系列12—海芋保護 p.94。
3. 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 2012 植物保護手冊 p.1079。

4. 李一芸 1994 臺灣彩色海芋細菌性軟腐病之研究 國立中興大學植物病理學研究所第二十四屆畢業碩士論文。
5. 林祖盛 1997 彩色海芋種薯細菌性軟腐病之研究 國立中興大學植物病理學研究所第二十七屆畢業碩士論文。
6. 陳姍姍 1991 *Erwinia*屬軟腐細菌在馬鈴薯與水稻輪作用之分佈及影響其存活之因子 國立中興大學植物病理學研究所第二十一屆畢業碩士論文。
7. 陳俊位 2000 彩色海芋細菌性軟腐病防治方法之研究 臺中區農業改良場研究彙報 69: 33-50。
8. 陳俊位、林俊義 2000 彩色海芋細菌性軟腐病防治方法之探討 植物病理學會刊 9: 107-114。
9. 曾國欽 1999 臺灣彩色海芋細菌性軟腐病之研究 國際球根花卉研討會專刊 第45-53頁 種苗改良繁殖場刊印 臺中，臺灣。
10. 黃晉興 1993 豌豆芽菜根腐病病因學、生態學與防治研究 國立中興大學植物病理研究所第二十三屆畢業碩士論文。
11. 趙永椿、徐世典、曾國欽 2010 二氧化氯溶液對軟腐細菌*Pectobacterium chrysanthemi*之殺菌效率及防治文心蘭花梗軟腐病之效果 植病會刊 19: 127-136。
12. 劉明哲、賴政國 2003 環境消毒劑—二氧化氯藥效試驗探討 環境檢驗 48: 16-23。
13. Clemens, J. and T. E. Welsh. 1993. An overview of New Zealand calla industry, research directions and year-round tuber production demonstrations at New Zealand nursery research centre. Acta Hort. 337: 161-166.
14. Corr, B. E. 1993. *Zantedeschia* research in the United States: past, present and future. 337:177-188.
15. Horta, H. 1994. Occurrence of bacterial soft rot of calla incited by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* in Hokkaido Prefecture. Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan.45: 100-103.
16. Welsh, T. E. and J. Clemens. 1992. Protected cropping of *Zantedeschia* tubers and cutflowers in New Zealand. Acta Hort. 319: 335-340.

Study on the Control of Stalk Soft Rot Disease of Calla Lily Cut Flower¹

Hsing-Lung Liu², Yuan-Min Shen², Tung-Ching Huang² and Chia-Hung Chao²

ABSTRACT

The objective of this study was to screen effective chemicals for the control of soft rot disease of calla lily cut flower. The soft rot pathogen, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, was completely suppressed by seven chemicals selected, including oxine-copper + cupric hydroxide, tribasic copper sulfate, kasugamycin + copper oxychloride, copper sulfate, streptomycin, sodium hypochlorite and chlorine dioxide. Phytotoxic effect of blackened stalk bases were observed after immersing the cut flowers in copper-containing solutions (oxine-copper + cupric hydroxide, tribasic copper sulfate, kasugamycin + copper oxychloride or copper sulfate solution) for 7 days. Streptomycin, sodium hypochlorite and chlorine dioxide treatments showed no phytotoxic effects to the cut flower stalks. Treatments of streptomycin and sodium hypochlorite significantly reduced soft rot symptoms of calla lily cut flower. Application of the two chemicals mixture had similar control effects and it may reduced the risk of bactericide resistance of the pathogen.

Key words: calla lily, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, bacterial soft rot disease, bactericide, control

¹ Contribution No. 0849 from Taichung DARES, COA.

² Associate Researcher, Assistant Researcher, Research Assistant, Associate Research of Crop Environmental Division of Taichung DARES, COA.