

## 彩色海芋細菌性軟腐病防治方法之探討

陳俊位<sup>1,3</sup> 林俊義<sup>2</sup>

1. 彰化縣大村鄉 行政院農業委員會台中區農業改良場
  2. 台中縣霧峰鄉 行政院農業委員會農業試驗所
  3. 聯絡作者：電子郵件 chencwol@tdais.gov.tw；傳真 04-8524784
- 接受日期：中華民國 89 年 8 月 30 日

### 摘 要

陳俊位、林俊義. 2000. 彩色海芋軟腐病防治方法之探討. 植病會刊 9:107-114.

彩色海芋軟腐病 (由 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* 引起) 為目前台灣海芋栽培上的限制因子。田間觀察 26 個彩色海芋品種罹患軟腐病之情形，顯示 Pink opal 發病率最低，其餘發病率 (在 20% 以下) 較低者有 Inspiration、Pacific pink、及 Dominique 三品種，發病率 (在 21 ~ 50% 之間) 中等者有 Chrystal glow、Soft glow、Hazel marie、Lavender petite、Butter scotch、Innocence、Golden sun、Black eyed beauty、Star light、Sensation、Vanity fair 及 Melody 等 12 個品種，而發病率 (在 51% 以上) 較高者有 Florex gold、Pot of gold、Majestic red、Pink persuasion、Cameo、Treasure、Rose queen、Black magic、Chianti 及 Neroli 等 10 個品種，品種間之發病率與花色無關。利用植栽袋或盆鉢充填人工介質種植彩色海芋與土播者比較，除可減少發病率外，並可增加塊莖採收後之重量與品質。在實驗室內測試 9 種殺菌劑及 12 種拮抗微生物 (或試劑) 對軟腐病菌之抑制效果，結果以鏈四環黴素、銅鋅錳乃浦及鏈黴素之殺菌效果最好，其它處理之效果不佳。以混合藥劑 C-mix 1 (稀釋 500 倍之鏈黴素+鏈四環黴素+銅快得寧) 與稀釋 500 倍之鏈四環黴素稀釋 500 倍之銅鋅錳乃浦及稀釋 200 倍之鏈黴素分別處理塊莖，發現混合藥劑有促進塊莖發芽之效果，且優於其它三種藥劑。以混合藥劑 C-mix 2 (稀釋 700 倍之鏈黴素 + 稀釋 500 倍之鏈四環黴素 + 稀釋 700 倍之銅快得寧 + 稀釋 500 倍之鈣鎂精 + 0.1% 次氯酸鈉) 於田間進行防治試驗，發現可抑制罹病株繼續發病之外，並可使未受害之芽點繼續生長發育。

關鍵詞：彩色海芋、細菌性軟腐病、軟腐病菌 (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)、病害防治、品種、栽植袋、藥劑

### 緒 言

彩色海芋 (*Zantedeschia* spp.) 為天南星科 (Araceae) 馬蹄蓮屬 (*Zantedeschia*) 多年生草本植物，英文名稱為 calla lily、arum lily 或 gold calla，原產地為南非及埃及。該屬植物約有 8 或 9 種 (species)。海芋在數百年前即引進歐洲開始種植，並在一百年前左右開始有種間或屬間雜交種栽培<sup>(2)</sup>。海芋具有塊莖狀 (tuberous) 或根莖狀 (rhizomatous) 之地下部，花序具有佛焰苞 (spathe)，佛焰苞呈先端展開的短漏斗狀，如馬蹄形，在佛焰苞的中央是由多數小花所構成的肉穗花序 (spadix)<sup>(2)</sup>。佛焰苞依品種有純白、金黃、淺黃、粉紅及紫紅等顏色區分<sup>(2)</sup>。海芋繁殖可用種子播種或塊莖分株繁殖。

在海芋栽培及開花處理上之研究甚多<sup>(4,6,8,13)</sup>，而且對塊莖繁殖及儲藏等技術已建立整個生產繁殖體系<sup>(9)</sup>；但在

其栽培過程中所遭遇的細菌性軟腐病<sup>(15,24,26,30)</sup>及病毒病<sup>(17,18,29)</sup>問題則為其生產限制的因子。彩色海芋塊莖帶病毒的問題可藉由健康塊莖繁殖體系來生產無病毒種苗，軟腐病亦可藉無病種苗來解決種苗帶菌問題，但因病原菌可存活在田間土壤與其他寄主上，防治不易。可造成海芋塊莖軟腐的細菌，除了 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*<sup>(24)</sup> 外，尚有 *E. carotovora* subsp. *atroseptica*、*Pseudomonas marginalis* 及 *Bacillus* sp.；但仍以前者為主要的軟腐病病原。而 *Xanthomonas camperstris* 可造成葉枯<sup>(19)</sup>。疫病菌<sup>(27,28)</sup>及 *Thielaviopsis*<sup>(12)</sup> 亦可為害海芋塊莖與根系，引起軟腐，但未如細菌性軟腐病普遍與嚴重。至於立枯絲核菌 (*Rhizoctonia solani*)<sup>(23)</sup>、腐霉菌 (*Pythium* sp.)<sup>(20)</sup> 或白絹病菌 (*Sclerotium rolfsii*)<sup>(10)</sup> 等單獨為害海芋時，並不立即造成植株的死亡，但如伴隨軟腐病菌為害，損害則更形嚴重。此外，*Alternaria* sp.<sup>(24)</sup> 及 *Acremonium* sp.<sup>(7)</sup> 等引起

花器腐敗，可靠藥劑有效地防治。有關塊莖軟腐病的防治，雖然抗病育種被認為有效的防治策略之一，但部份文獻<sup>(2,5,11)</sup>僅指出紅色花苞色系的親本或其雜交後代較具抗性，對其它商業品種之抗性敘述則闕如。

台灣海芋栽培以白色海芋栽培時日較長久，已有 30 餘年歷史，主要產區在陽明山竹子湖，面積約 10 公頃，年產量在五百萬支左右，盛產期為 2 ~ 4 月<sup>(2)</sup>。而彩色海芋為近年來才引進，尚屬試種階段。由於彩色海芋軟腐病為目前本省海芋栽培上的限制因子<sup>(1,3,5)</sup>，為此本試驗探討品種抗病性、改進栽培介質、及篩選防治藥劑，祈供防治彩色海芋細菌性軟腐病之參考。

## 材料與方法

### 菌株之分離

將罹患軟腐病之彩色海芋採回，將罹病塊莖組織以自來水沖洗乾淨，取少許洗淨的軟腐組織懸浮於無菌水中，再以移殖環沾取懸浮液，畫線於營養瓊脂培養基 (Nutrient agar, NA) 平板上，於 30 °C 培養 24 ~ 48 小時，挑取在 NA 平板上呈半透明之單一菌落，重覆劃線於 NA 平板上三次，做進一步純化，將純化所得之菌株點於 modified crystal violet pectate (CVP) 選擇性培養基上，經 30 °C 培養 24 ~ 48 小時後，觀察菌落周圍是否有凹陷，若有凹陷則將其挑起純化，並分別接種於馬鈴薯及海芋塊莖切片上，若能引起兩者腐敗之菌株，則保存於無菌蒸餾水中。本實驗共分離出 96 株，分別分離自新社、后里、和平、埤頭、大村及霧社等地之彩色海芋罹病塊莖。

### 菌株之鑑定

根據 Schaad 等人<sup>(25)</sup>之方法，進行 *Erwinia* 屬軟腐細菌種及亞種之鑑定，測試項目有白明膠液化、在 0.5% NaCl 下生長、39 °C 下之生長測試、對盤尼西林 G (2 單位) 之感受性、對紅黴素之感受性 (15 µg)、磷酸分解酵素之測定、卵磷脂分解酵素之測定、半乳糖甘醇素之測定、利用碳水化合物產酸之能力以及對有機化合物之利用。供試的 96 株軟腐病菌菌株經生理生化測試皆屬於 *E. carotovora* subsp. *carotovora* (表一)。

### 彩色海芋品種於田間發生軟腐病之觀察

蒐集 26 個彩色海芋品種，測試其在田間發生軟腐病菌之情形。品種計有 Florex Gold、Pot of Gold、Majestic Red、Pink Persuasion、Cameo、Treasure、Rose Queen、Black Magic、Chianti、Neroli、Chrystal Glow、Soft Glow、Hazel Marie、Lavender Petite、Butter Scotch、Innocence、Golden Sun、Black Eyed Beauty、Star Light、Sensation、Vanity Fair、Melody、Inspiration、Pacific

表一、彩色海芋軟腐病菌 96 菌株生理生化測試

Table 1. Characteristics of the 96 isolates of soft-rot *Erwinia* isolated from colored diseased tissues of calla lily

Test item	Reaction <sup>1</sup>		No. of isolated <i>Erwinia</i>	
	Ecc. <sup>2</sup>	Ech.	Positive	Negative
Pectate degradation	+	+	96	0
Potato soft rot	+	+	96	0
Gelatin liquefaction	+	+	96	0
Growth in 5% NaCl	+	-	96	0
Growth at 39	-	V	0	96
Sensitivity to penicillin (2 units)	+	V	96	0
Sensitivity to erythromycin (15 µg)	-	+	0	96
Phosphatase	-	+	0	96
Lecithinase	-	V	0	96
Blue pigment on YDC	-	V	0	96
-galactosidase test	+	+	96	0
Acid production from:				
Galactose	+	+	96	0
Lactose	+	V	96	0
Trehalose	+	-	96	0
Maltose	-	-	0	96
Melibiose	-	V	0	96
Raffinose	+	+	96	0
Melezitose	-	-	0	96
methyl -d glucoside	-	-	0	96
Cellobiose	-	V	0	96
Palatinose	-	-	0	96
Inulin	-	V	0	96
Dextrin	-	-	0	96
Dulcitol	-	-	0	96
Ethanol	-	+	0	96
Utilization of:				
malonic acid	-	+	0	96
Galacturonic acid	+	+	96	0

1. +: positive; -: negative; V: variable.

2. Ecc, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*; Ech, *E. chrysanthemi*.

Pink、Dominque 及 Pink Opal。各品種種植前，先行將塊莖儲存於 8 °C 的冷藏箱，於種植前移至 21 °C 的儲藏箱中，使其回溫並進行催芽的工作，俟塊莖生長點萌發出 1 ~ 2 公分芽體時，先行浸泡於 12.5% 鏈黴素溶液 200 倍稀釋液中消毒 30 分鐘，然後取出陰乾過夜後備用。供試品種每一處理各 50 株，種植於新社種苗改良繁殖場田間，於種植發芽後定期前往調查其發病情形，調查罹病率，分為三級，分別為低發病率 (罹病率 1 ~ 20%)，中等發病率 (罹病率 = 21 ~ 50%)，高發病率 (罹病率 = 51% 以上)。

### 不同栽培介質對彩色海芋軟腐病發病之影響

以 25 個彩色海芋品種供試，分別種植 50 粒塊莖於 (1) 土壤、(2) 泥炭土 (花神栽培土 4 號) 及 (3) 混合介質 (含泥炭土 (花神栽培土 4 號) : 珍珠石 (南海珍珠石三

號)：蛭石(南海蛭石三號) = 1 : 1 : 1) 中，於種植後定期記錄各處理間植株罹患軟腐病情形。彩色海芋塊莖處理同前法之處理。

### 植栽袋栽培對彩色海芋軟腐病發病之影響

以彩色海芋三個品種 Black Magic、Super Red 及 Florex Gold 為供試品種。利用植栽袋(商品名為美植袋，不織布材質)裝填混合介質(泥炭土：珍珠石：蛭石體積比 = 1 : 1 : 1) 後，每袋種植 4 粒塊莖，每品種種植 10 袋。待植株生長後期，調查各處理之發病情形與存活率，並調查各處理間彩色海芋塊莖採收後之品質，以比較彩色海芋利用植栽袋及土壤種植之差異。

### 殺菌劑及微生物對彩色海芋軟腐病菌之抑制情形

選取 8 種市售之殺菌劑供試，包括 10% 鏈四環黴素可溶性粉劑(streptomycin+tetracycline, 商品名為枯萎寧, 全農藥有限公司)、68.8% 多保鏈黴素可濕性粉劑(thiophanate methyl+streptomycin, 商品名為保淨素, 中國農藥化工股份有限公司)、63% 銅鋅錳乃浦可濕性粉劑(copper oxychloride+mancozeb, 商品名為久保丹, 法台化學股份有限公司)、77% 氫氧化銅可濕性粉劑(curpic hydroxide, 商品名為固信多, 聯因股份有限公司)、40% 銅快得寧可濕性粉劑(oxine copper+copper hydroxide, 商品名為新萬果生, 日農企業股份有限公司)、81.3% 嘉賜銅可濕性粉劑(kasugamycin+copper oxychloride, 商品名為加瑞農, 大勝化學工業股份有限公司)、27.12% 三元硫酸銅水懸粉劑(tribasic copper sulfate, 商品名為銅高尚, 日星實業股份有限公司)、12.5% 鏈黴素溶液(streptomycin, 商品名為鏈黴素, 洽益化學工業股份有限公司)。此外, 亦測定 11 種微生物或其製劑之抑菌能力, 包括生物製劑 ST 粉劑(*Streptomyces saraceticus*, 中興大學製造)、BS 液劑(-) (*Bacillus subtilis*, 中興大學製造)、BSS 液劑(=) (*Bacillus subtilis*, 中興大學製造)、DCB-1A (*Bacillus subtilis*)、DCB-1B (*Bacillus subtilis*)、DCB-3 (*Pseudomonas* sp.)、DCB-4 (*Pseudomonas* sp.)、DCB-5 (*Streptomyces* sp.) (以上五種均為財團法人生物技術開發中心製造)、BS (*Bacillus subtilis*, 商品名為活地菌, 生研股份有限公司)、BS001 (*Bacillus subtilis*, 中興大學提供)、BS006 (*Bacillus subtilis*, 自行分離)。各藥劑及拮抗菌分別以無菌水稀釋成 250 倍、500 倍及 1000 倍藥液後, 定量吸取 50 ul 藥液, 滴於 0.5 cm 滅菌過之濾紙片, 待風乾後, 放置於 NA 平板上, 隨即噴灑軟腐病菌懸浮液 ( $10^8$  cfu/ml) 於其上, 於 30 培養箱培養 24 小時, 之後測量其抑制圈大小。同法於濾紙片放置 4 冰箱 24 小時後再行噴菌處理, 以測定各供試藥劑對軟腐病菌之抑制效果。

### 藥劑處理防治彩色海芋軟腐病菌之效果

先噴灑  $10^8$  cfu/ml 軟腐病菌於塊莖上, 陰乾後, 以混合藥劑 C-mix 1 (鏈黴素+鏈四環黴素+銅快得寧(均稀釋 500 倍) 浸泡所蒐集的 25 種彩色海芋塊莖, 時間為 30 分鐘, 之後取出陰乾, 以泥炭土(花神栽培土 4 號) 作為介質, 種植於 6 寸塑膠盆內, 每盆一粒, 每品種種植 15 粒塊莖。同法以鏈黴素(稀釋 200 倍)處理各品種塊莖後, 種植於相同介質內。於定植發芽後一個月調查植株罹患軟腐病情形, 以測定混合藥劑對彩色海芋軟腐病菌之抑制能力。另以混合藥劑(C-mix 1)、鏈四環黴素(稀釋 500 倍)、鏈黴素(稀釋 200 倍)及銅鋅錳乃浦(稀釋 500 倍)分別處理彩色海芋(cv. Black Magic) 塊莖, 以觀察混合藥劑對塊莖之出土率之抑制情形。

於田間種植彩色海芋三個品種(cv. Black Magic、Super Red 及 Best Gold), 於發病後, 以混合藥劑 C-mix 2 (鏈黴素(稀釋 700 倍)+ 鏈四環黴素(稀釋 500 倍)+ 銅快得寧(稀釋 700 倍)+ 鈣鎂精(稀釋 500 倍)+ 0.1% 次氯酸鈉) 混合施用於罹病植株上, 觀察混合藥劑對彩色海芋軟腐病之防治效果。各品種每區種植 50 粒海芋塊莖, 每處理四重複, 於施藥前調查各區罹病率, 施藥後十天再調查各區罹病率。此外, 並種植前述 25 個彩色海芋品種, 種球依前述消毒方法處理後種植於田間, 塊莖發芽伸出本葉後, 噴灑  $10^8$  cfu/ml 軟腐病菌菌液於植株上進行人工接種, 於發病後以混合藥劑施用於罹病植株上, 以觀察混合藥劑對彩色海芋品種罹患軟腐病之防治效果。

## 結 果

### 彩色海芋品種對軟腐病菌之抗感性

田間觀察 26 個彩色海芋品種發生軟腐病菌之情形(表二), 發病率在 50% 以上者有 Florex gold、Pot of gold、Majestic red、Pink persuasion、Cameo、Treasure、Rose queen、Black magic、Chianti 及 Neroli 10 個品種, 發病率在 21 ~ 50% 之間者有 Chrystal glow、Soft glow、Hazel marie、Lavender petite、Butter scotch、Innocence、Golden sun、Black eyed beauty、Star light、Sensation、Vanity fair 及 Melody 12 個品種, 發病率在 20% 以下者有 Inspiration、Pacific pink、Dominique 及 Pink opal 四個品種, 其中 Pink opal 發病率最低僅有 2.5%。品種間之發病率高低與花色似無相關性。

### 不同栽培介質對彩色海芋軟腐病發病之影響

在不同栽培介質中, 以種植於土壤的處理最差, 植株罹患軟腐病情形大都高於種植於其它二種介質者(表三)。一般而言, 以混合介質(泥炭土+珍珠石+蛭石)栽種者罹患軟腐病的情形最低, 但 Treasure 品種發生軟腐病可達 26.6%。

表二、彩色海芋品種於田間發生軟腐病之情形

Table 2. Disease incidence of various cultivars of calla lily infected by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* in the field

Name of cultivar	Color of spathe	Disease incidence(%) <sup>1</sup>
Black eyed beauty	Cream-lemon	37.5
Black magic	Clear-yellow	80.0
Butter scotch	White-cream	42.5
Cameo	Cream-peach	77.5
Chianti	Rich burgandy	67.5
Chrystal glow	Rose-pink	47.5
Dominique	Red	10.0
Florex gold	Dark yellow	80.0
Golden sun	Dark yellow	37.5
Hazel marie	Apricot	40.0
Innocence	Light yellow	40.0
Inspiration	Apricot	17.5
Lavender petite	Lavender	27.5
Majestic red	Blood-red	75.0
Melody	Coral-pink	37.5
Neroli	Clear orange	62.5
Pacific pink	Deep rose-pink	15.0
Pink opal	Coral-pink	2.5
Pink persuasion	Rose-pink	55.0
Pot of gold	Golden yellow	75.0
Rose queen	Purplish-red	80.0
Sensation	Salmon apricot	50.0
Star light	Milk white	35.0
Soft glow	Coral-pink	37.5
Treasure	Yellowish red	85.0
Vanity fair	Light yellow	32.5

<sup>1</sup>. Disease incidence (%)= average of percentage of infection plants, 50 plants per cultivar.

### 利用植栽袋栽培對彩色海芋軟腐病發病之影響

利用植栽袋種植彩色海芋塊莖後，在植株存活率（圖一A）、塊莖之重量（圖一B）及直徑（圖一C）等園藝性狀上，各數值皆比土壤種植者高，顯示利用植栽袋栽培彩色海芋，除可降低軟腐病之發病外，對提升採收後海芋塊莖之品質亦有促進效果。

### 殺菌劑及微生物對彩色海芋軟腐病菌之抑制情形

在供試的 8 種殺菌劑及 11 種微生物（或製劑）中，以鏈四環黴素（streptomycin + tetracycline）之抑菌效果最好，而銅鋅錳乃浦（copper oxychloride + mancozeb）、銅快得寧（oxine copper+copper hydroxide）及鏈黴素之抑菌效果亦佳；而微生物或其製劑則較差或完全無抑制軟腐病菌之能力（表四）。各處理藥劑皆以稀釋 250 倍時之抑制效果最強。處理藥劑之濾紙在放置 24 小時後，除了銅快得寧外其餘皆可提高抑菌效果。稀釋 1000 倍時以銅鋅錳乃浦之抑制能力最強，但該藥劑對種球之發芽會有抑制的情形發生（圖一）。經各種微生物或其製劑處理過的濾紙，在立即

表三、不同栽培介質對彩色海芋軟腐病發病之影響

Table 3. The effect of different culture media on disease incidence of bacterial soft rot of calla lily caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

Cultivar	Disease Incidence (%) <sup>1</sup>		
	Soil	Peatmoss	Mixed medium <sup>2</sup>
Black eyed beauty	27.5	10.3	0
Butter scotch	22.5	12.5	0
Cameo	70.0	6.6	0
Chianti	57.5	13.3	0
Chrystal glow	42.5	8.3	0
Dominique	7.5	5.0	0
Florex gold	72.5	6.7	3.3
Golden sun	35.0	13.7	6.6
Hazel marie	30.0	10.0	0
Innocence	40.0	4.1	0
Inspiration	10.0	16.6	0
Lavender petite	17.5	7.1	0
Majestic red	75.0	14.8	0
Melody	27.5	20.0	0
Neroli	37.5	11.6	0
Pacific pink	7.5	1.6	0
Pink opal	2.5	4.7	0
Pink persuasion	52.5	11.5	0
Pot of gold	77.5	33.3	6.6
Rose queen	75.0	6.6	0
Sensation	40.0	13.3	0
Soft glow	32.5	16.6	0
Star light	22.5	14.2	0
Treasure	82.5	3.3	26.6
Vanity fair	20	6.6	0

<sup>1</sup>. Disease incidence (%)= average of percentage of infection plants, 50 plants per cultivar.

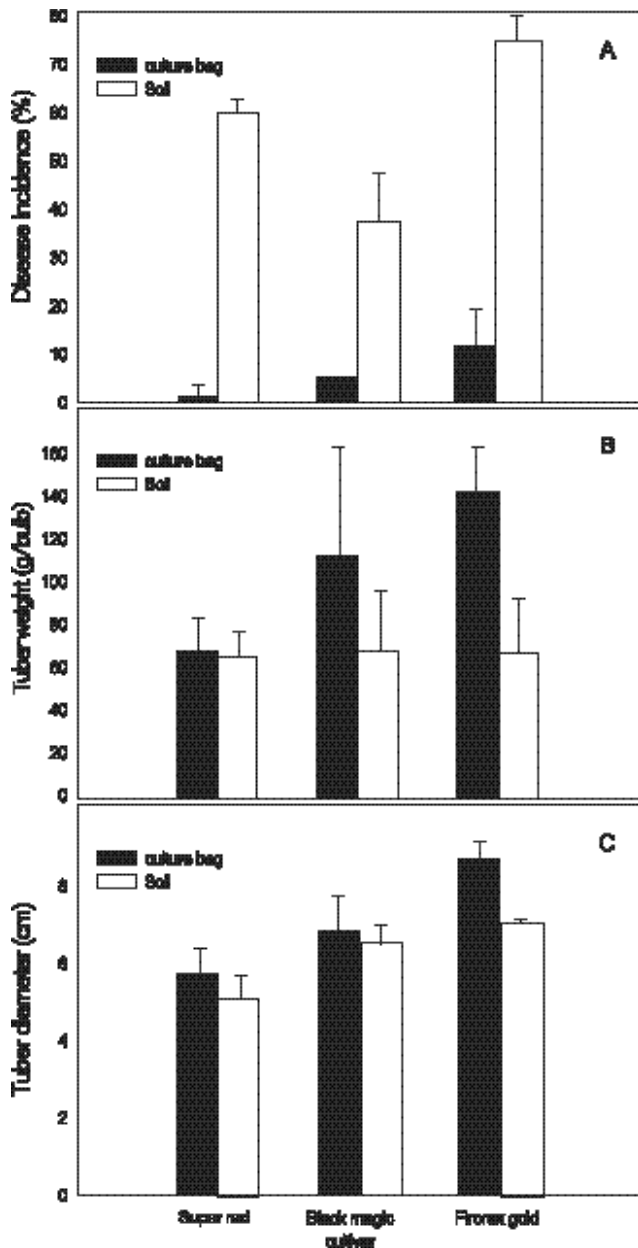
<sup>2</sup>. Mixed medium contains peatmoss, perlite and vermiculite in a ratio of 1:1:1.

使用時的抑菌效果皆非常差，但濾紙在放置 24 小時後，部分供試微生物對軟腐病菌則略有抑制圈之形成（表四）。

### 藥劑處理防治彩色海芋軟腐病菌之效果

以混合藥劑 C-mix 1（鏈黴素+鏈四環黴素+銅快得寧（均稀釋 500 倍））、鏈四環黴素、鏈黴素及銅鋅錳乃浦分別處理彩色海芋塊莖，發現混合藥劑 C-mix 1 對塊莖之發芽有促進效果，其它三種藥劑在早期略有抑制作用，尤其以鏈黴素與銅鋅錳乃浦為最。以混合藥劑 C-mix 1 處理的 25 個品種，除了 Star light、Golden Sun 及 Rose Queen 罹病率較高於對照外，其於各品種的罹病率皆低於對照（表五），顯示混合藥劑在大部分的品種上皆可有效地抑制塊莖軟腐病。

以混合藥劑 C-mix 2（鏈黴素（稀釋 700 倍）+ 鏈四環黴素（稀釋 500 倍）+ 銅快得寧（稀釋 700 倍）+ 鈣鎂精（稀釋 500 倍）+ 0.1% 次氯酸鈉）於田間進行防治試驗，發現其除可降低罹病率，抑制罹病株繼續發病外，並可使塊莖



圖一、比較植栽袋與土壤栽培對彩色海芋軟腐病發病之影響。(A) 罹病率 (B) 塊莖重量 (C) 塊莖直徑。

Fig. 1. The comparison of cultivation of calla lily by use of culture bag and soil for control of *Erwinia* soft rot disease. A: disease incidence; B: tuber weight; C: tuber diameter.

傷口癒合，使其剩餘之芽點繼續生長發育。而各品種於田間施用混合藥劑後皆可有效抑制軟腐病菌的為害 (表六)。

## 討 論

目前本省彩色海芋栽培遭遇之最大問題，主要為田間栽培時容易發生細菌性軟腐病。李氏<sup>(3)</sup>及林氏<sup>(1)</sup>曾在其論文中探討本病病原的生理特性相關資料外，其有效的防治方法則偏重在種球消毒，而曾氏<sup>(5)</sup>認為有效的防治方法

在於塊莖的健康情形、栽培管理方法及田間衛生。在國外，Peter 氏<sup>(24)</sup>則針對種植海芋的各個步驟分別敘述其注意事項，以減少軟腐病菌的為害。Hirano 氏等<sup>(14)</sup>則以太陽能消毒土壤防治疫病菌引起的塊莖腐敗病。在其它蔬菜作物的軟腐病防治上一直未見有效的方法<sup>(1,3)</sup>，防治的方法受限於病原分佈廣及防治藥劑的缺少，致使軟腐病一直為本省蔬菜栽培上的嚴重隱憂。

利用抗病品種來防治軟腐病為可行方法之一，彩色海芋抗軟腐病的品種篩選上，李氏<sup>(3)</sup>曾探討不同花色品種彩色海芋對軟腐病的抗感性，指出紅色品種為抗病品種，但因只有五個品種，對多數彩色海芋品種在田間之實際抗感病情形並不清楚。本實驗即針對 26 個海芋品種觀察其田間發病情形，發現發病率高低與花色無關，因此彩色海芋品種之抗病性仍待進一步探討。

以人工介質栽培彩色海芋，除少部份品種外，其它品種發病率皆低於土壤處理者；而在泥炭土栽培介質中，部份品種的發病率較土壤種植者高，究其原因可能為利用泥炭土栽培時，芽體在伸出介質表面時，遭受立枯絲核菌為害，導致芽體及海芋植株幼苗受到為害，除了影響植株生長發育外，並製造傷口使軟腐病菌得以侵入。其中尤以 Treasure、Neroli 及 Inspiration 三個品種被立枯絲核菌感染最多，遂使其複合感染而導致軟腐病發病嚴重。混合介質 (泥炭土 + 珍珠石 + 蛭石) 處理中，除 Florex Gold、Golden Sun、Pot of Gold 及 Treasure 等品種有發病外，其餘品種於栽培過程中皆未受軟腐病菌為害，顯示利用人工介質可降低彩色海芋植株受土壤中軟腐病菌的為害。而配合植栽袋與人工介質除可隔離土壤中的有害生物 (如昆蟲、軟體動物等) 為害，並可降低田間軟腐病菌初次感染源，延遲病害的發生，並可克服不良土壤種植彩色海芋的問題。

在藥劑篩選試驗，發現抗生素中以鏈四環黴素抑制軟腐病菌的能力最強，而鏈黴素及多保鏈黴素抑制彩色海芋軟腐病菌的效果則稍差。銅劑類藥劑除了銅鋅錳乃浦與銅快得寧外，其它抑菌能力均未優於抗生素類藥劑。各供試微生物或其製劑對軟腐病菌之抑制效果均不佳。

利用混合藥劑 C mix 1 (鏈黴素+鏈四環黴素+銅快得寧 (均稀釋 500 倍)) 處理各品種塊莖，大部份的品種的塊莖軟腐病在栽培初期均會降低，但 Star Light、Golden Sun 及 Rose Queen 的罹病率則比對照組高。是否混合藥劑對不同品種可能造成傷害，有待進一步探討。在隨後試驗中，雖然發現混合藥劑對供試品種 Black Magic 的發芽率及生長勢有促進的效果，但不同品種間對藥劑的反應是否一致，仍須試驗證明。海芋塊莖種植時如未經消毒，則軟腐病發病率在 20% 到 60% 左右，利用本試驗的混合藥劑 (C-mix 1) 可將供試品種種植初期的軟腐病罹病率降到極低的發病率。但部份供試品種發病率仍高，究其原因可能為購買種球時的品質影響到混合藥劑的防治效果，在本場

表四、殺菌劑及拮抗微生物對彩色海芋軟腐病菌之抑制情形

Table 4. The sensitivity of the soft rot *Erwinia* isolated from calla lily to different chemicals and microorganisms/bioagents.<sup>1</sup>

Treatment	Inhibition zone (cm)					
	250X <sup>2</sup>		500X		1000X	
	0 hr <sup>3</sup>	24 hr	0 hr	24 hr	0 hr	24 hr
<b>Chemical</b>						
10% streptomycine + tetracycline SP.	1.0	1.6	0.8	1.1	0.8	0.9
68.8% thiophanate methyl + streptomycin WP.	0.5	0.7	0.3	0.5	0.2	0.2
63% copper oxychloride + mancozeb WP.	0.7	1.5	0.7	1.1	0.6	1.2
77% cupric hydroxide WP.	0.4	0.5	0.3	0.5	0.3	0.4
40% oxine-copper+copper hydroxide WP.	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
81.3% kasugamycin+ copper oxychloride WP.	0.3	0.6	0.2	0.4	0.1	0.4
27.12% tribasic copper sulfate SP.	0.3	0.6	0.2	0.3	0.1	0.1
12.5% streptomycin S.	0.5	0.8	0.3	0.4	0.1	0.2
<b>Microorganism/bioagent 4</b>						
ST(NCHU)	0	0	0	0	0	0
BS(-)(NCHU)	0	0.4	0	0.4	0	0.3
BSS(=)(NCHU)	0	0.3	0	0.1	0	0.1
BS(S) (NCHU)	0	0	0	0	0	0
DCB-1A(DCB)	0	0	0	0	0	0
DCB-1B(DCB)	0.1	0	0	0	0	0
DCB-3(DCB)	0	0.3	0	0.3	0	0.1
DCB-4(DCB)	0	0	0	0	0	0
DCB-5(DCB)	0.1	0.2	0	0.1	0	0
BS(Bio-Reserch Com.)	0	0.1	0	0.1	0	0
BS 001(NCHU)	0	0	0	0	0	0
BS 006(TDAIS)	0.2	0.4	0.1	0.2	0	0.1
CK	0	0	0	0	0	0

<sup>1</sup>. Filter paper disks (0.5cm in diameter) dipped with tested agents and then putted onto NA medium. The plates were inoculated with *Erwinia* isolates by sprayed and incubated in 30 °C for 24 hr.

<sup>2</sup>. Dilution folds of tested agents.

<sup>3</sup>. Incubation time (hr) in 4 °C before inoculation.

<sup>4</sup>. ST: *Streptomyces saraceticus*; BS, BSS: *Bacillus subtilis*; DCB-1A, 1B: *B. subtilis*, DCB-3, 4: *Pseudomonas* sp; DCB-5: *Streptomyces saraceticus*; ST, BS(-), BSS(=), BS(s) and BS001 were provided by National Chung Hsing University; DCB agents were provided by Development Central of Biotechnology). BS 006 was isolated from farms of Taichung District Agricultural Improvement Station.

隨後留種試驗中，各供試品種的發病率低於 0.5% 以下。

以混合藥劑 C-mix 2 (鏈黴素 (稀釋700倍) + 鏈四環黴素 (稀釋 500 倍) + 銅快得寧 (稀釋 700 倍) + 鈣鎂精 (稀釋500 倍) + 0.1% 次氯酸鈉) 於田間防治試驗，發現其除可降低罹病率，抑制罹病株繼續發病外，並可促進塊莖傷口癒合，使其餘之芽點繼續生長發育。而各品種於田間施用混合藥劑後皆可有效抑制軟腐病菌的為害，種球腐敗率可因而降低。其中化學殺菌劑可抑制土壤中的病原菌外，鈣鎂精可增加植物的鈣含量，增強其抵抗力亦為其降低病害發生的可能原因。McGuire 氏<sup>(21)</sup> 研究發現馬鈴薯塊之鈣與固形物兩者含量較高之品種，常較含量較低之品種抗細菌性軟腐病。Kelman 氏<sup>(16)</sup> 發現施用鈣肥可增加馬鈴薯塊莖內細胞壁之鈣含量，亦可增加薯塊表皮細胞之層數，使其較不易受碰傷而減少遭受病原菌感染之機會。甫近 Funell 氏<sup>(11)</sup> 發現在海芋的栽培過程中添加適量的鈣可降低軟腐病的為害。

## 謝 辭

本研究承蒙種苗改良繁殖場何陽修先生提供海芋資料，生技中心、中興大學植病系及生研公司提供生物製劑，及種苗改良繁殖場，台中場作物改良課田間工作人員之協助，在此特致謝忱。

## 引用文獻

1. 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. 81pp.
2. 何陽修. 1993. 海芋 (*Zantedeschia* spp.) 之種類及栽培習性 (一). 種苗科技專訊 5:4-5.
3. 李一芸. 1994. 台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. 63 pp.
4. 陳興宗. 1997. 彩色海芋肥培管理之研究. 國立中興大學土壤環境科學系研究所碩士論文. 153 pp.

表五、混合藥劑 C-mix 1 對不同彩色海芋品種塊莖栽植於人工介質後防治軟腐病之效果

Table 5. The effect of a mixed-chemical (C mix 1) on control of tuberous bacterial soft rot in different cultivars of calla lily in a culture medium<sup>1</sup>

Cultivar name	Disease incidence(%) <sup>2</sup>	
	C-mix 1 <sup>3</sup>	CK
Black eyed beauty	10.3	13.3
Butter scotch	0	0
Cameo	4.7	6.6
Chianti	0	13.3
Chrystal glow	8.3	20.0
Dominique	0	0
Florex gold	3.3	6.7
Golden sun	13.7	0
Hazel marie	0	10.0
Innocence	0	0
Inspiration	16.6	53.3
Lavender petite	0	0
Majestic red	0	6.7
Melody	2.9	20.0
Neroli	11.6	76.6
Pacific pink	1.6	3.3
Pink opal	4.7	20.0
Pink persuasion	0	3.3
Pot of gold	10.0	33.3
Rose queen	3.7	6.6
Sensation	9.0	13.3
Soft glow	0	0
Star light	14.2	6.3
Treasure	3.3	86.6
Vanity fair	0	0

<sup>1</sup>. Peatmoss (Flora No.4) was used as culture medium.

<sup>2</sup>. Disease incidence (%) = average of percentage of infected plants, 50 plants per cultivar.

<sup>3</sup>. C-mix 1 (a mixture of streptomycin 500X, streptomycin + tetracycline 500X, and oxine-copper + copper hydroxide 500X)

表六、混合藥劑 C-mix 2 於田間對不同彩色海芋品種塊莖罹患軟腐病之防治效果

Table 6. The effect of a mixed chemical (C-mix 2) on control of bacterial soft rot of different cultivars of calla lily in the field.

Cultivar name	Disease incidence (%) <sup>1</sup>	
	C-mix 2 <sup>2</sup>	CK
Black eyed beauty	0	62.5
Butter scotch	25.0	42.5
Cameo	0	87.5
Chianti	8.3	77.5
Chrystal glow	0	62.5
Dominique	16.6	60.0
Florex gold	0	90.0
Golden sun	0	45.0
Hazel marie	8.3	70.0
Innocence	25.0	57.5
Inspiration	8.3	30.0
Lavender petite	7.1	55.0
Majestic red	21.4	80.0
Melody	0	50.0
Neroli	8.3	82.5
Pacific pink	0	32.5
Pink opal	8.3	20.0
Pink persuasion	0	82.5
Pot of gold	0	80.0
Rose queen	8.3	92.5
Sensation	7.1	85.0
Soft glow	5.5	70.0
Star light	0	70.0
Treasure	64.2	92.5
Vanity fair	16.6	72.5

<sup>1</sup>. Disease incidence (%) = average of percentage of infected plants, 50 plants per cultivar.

<sup>2</sup>. C-mix 2 (mixed with streptomycin 700X, streptomycin + tetracycline 500X, oxine-copper + copper hydroxide 700X, calcium and magnesium solution 500X and 0.1% Clorox).

- 曾國欽. 1999. 台灣彩色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. 台中, 台灣.
- Armitage, A. M. 1991. Shade affects yield and stem length of field-grown cut-flower species. HortScience 26:1174-1176.
- Braithwaite, M., Knight, K. W. L., Saville, D. J., Alexander, B. J. R. and O'-Callaghan, M. 1996. Evaluation of fungicides for control of *Acremonium* sp. and *Alternaria* sp. flower spotting on calla lilies. Proceedings of the Forty-Ninth New Zealand Plant Protection Conference. p157-160.
- Clark, C. J., and Bolding, H. L. 1991. Biomass and mineral nutrient partitioning in relation seasonal growth of *Zantedeschia*. Scientia Horti. 47:125-135.
- Corr, B. E., and Widmer, R. E. 1988. Rhizome storage increases growth of *Zantedeschia elliottiana* and *Z. rehmannii*. HortScience 23:1001-1002.
- Eimori, K., Iijima, T., and Horie, H. 1995. Occurrence of

southern blight of *Angelica keiskei* Koidz, *Zantedeschia* spp., and grand crinum, *Crinum asiaticum* L. var. *japonicum* Bak., caused by *Sclerotium rolfsii* Saccardo in Tokyo. Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society 42:141-142.

- Funell, K. A. 1999. Directions and challenges of the New Zealand calla industry and the use calcium to control soft rot. Pages 30-44 in: The International Symposium on Development of Bulb Flower Industry. Taiwan Seed Service and Propagation Station Press. Taichung, Taiwan, ROC.
- Gerlach, W. 1975. Thielaviopsis root rot of arum lily (*Zantedeschia aethiopica*). Nachrichtenbl DTsch Pflanzenschutzd 27:181-184.
- Hamada, K., and Hagimori, M. 1996. RAPD-based method for cultivar identification of calla lily (*Zantedeschia* spp.). Scientia Horticulture 65:215-218.
- Hirano, T., Nakagome, T., Takimoto, M., Ohsawa, U., and Kinbara, Y. 1996. Physical control of calla *Phytophthora* rot with soil solarization in greenhouse conditions. Res. Bull. Aichiken Agric. Res. Cent. 28:241-246.

15. Horta, H. 1994. Occurrence of bacterial soft rot of calla incited by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* in Hokkaido Prefecture. Ann. Rep. Soc. Plant Prot. North Jpn.45:100-103.
16. Kelman, A. McGuire, R. G., and Tzeng, K. C. 1989. Reducing the severity of bacterial soft rot by increasing the concentration of calcium in potato tubers. Pages 102-123 in Soilborne Plant Pathogens: Management of Disease with Macro-and Microelements. A. W. Engelhard ed., APS Press, St. Paul, MN. 217pp.
17. Kolbasina, N. I., and Protsenko, A. E. 1973. Mosaic virus of *Zantedeschia aethiopica*. Biull.Gl. Bot. Sada. 88:98-101.
18. Jishuang, C., and Debao, L. 1996. Dasheen mosaic virus from thirteen Araceae crops in China. Acta. Microbiol. Sin. 36:126-130.
19. Joubert, J. J., and Truter, S. J. 1972. A variety of *Xanthomonas campestris* pathogenic to *Zantedeschia aethiopica*. Neth. J. Plant Pathol. 78:212-217.
20. Long, P. G. 1988. New record of *Pythium* species in New Zealand. N. Z. J. Exp. Agric.16:165-166.
21. McGuire, R. G., and Kelman, A. 1984. Reduced severity of *Erwinia* soft rot in potato tubers with increased calcium content. Phytopathology 74:1250-1256.
22. Mokra, V., and Gotzora, B. 1994. Identification of virus infections in *Dieffenbachia* and *Zantedeschia* in Czechoslovakia. Acta Hortic. 377:361-362.
23. Pasini, C., Berio, T., Curir, P., and D'-Aguila, F. 1996. Further characterization of *Rhizoctonia solani* isolated from carnation and other ornamental plants. Informatore Fitopatologico. 46:33-36.
24. Peter, W. 1994. Controlling soft rots in callas. <http://www.crop.cri.nz/cropfact/pestdise/callarot.htm>.
25. Schaad, N.W. 1980. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 2<sup>nd</sup> ed. APS press, St. Paul, MN.
26. Snieskiene, V. 1995. Bacterial disease found in Lithuania in 1983-1994 in flowers grown on closed ground. Biologia No. 3-4:148-149.
27. Tompkins, C. M., and Tucker, C. M. 1947. Leaf blight of pink calla caused by *Phytophthora erythroseptica*. Phytopathology 37:382-389.
28. Tompkins, C. M., and Tucker, C. M. 1950. Rhizome rot of white calla caused by *Phytophthora erythroseptica*. Phytopathology 37:382-389.
29. van-der-Meer, F. W. 1985. Occurrence of dasheen mosaic virus in South Africa. Phytophylactica.17:95-98.
30. Zunino, H. A. 1971. Control of bacterial rottenness in aroids. (*Zantedeschia*). India Inf. De. Invest. Agric.285:63-68.

## ABSTRACT

Chen, C. W.<sup>1,3</sup> and Lin, C. Y.<sup>2</sup> 2000. Control of *Erwinia* Soft Rot Disease of Calla Lily. Plant Pathol. Bull. 9:107-114. (<sup>1</sup> Taichung District Agricultural Improvement Station, Council of Agriculture, Changhua; <sup>2</sup> Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Taichung; <sup>3</sup> Corresponding author, E-mail: chencwol@tdais.gov.tw, Fax No: 04-8524784)

The bacterial soft rot disease of calla lily (*Zantedeschia*) caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* is a limiting factor for cultivation of the crops in Taiwan. This study reported some effective control measures, including cultivars, culture media and chemicals, for reducing the serious disease in the field. Among 26 cultivars of calla lily tested in the fields, Pink Opal was least infected (2.5%) by the *Erwinia* soft rot bacterium. Infection rate of 3 other cultivars was less than 20%, and these cultivars included Dominique, Inspiration and Pacific Pink. Plants of 12 cultivars, including Chrystal Glow, Soft Glow, Hazel Marie, Lavender Petite, Butter Scotch, Innocence, Golden Sun, Black Eyed Beauty, Star Light, Sensation, Vanity Fair and Melody, were 20-50% infected. Whereas 10 cultivars, including Florex Gold, Pot of Gold, Majestic Red, Pink Persuasion, Cameo, Treasure, Rose Queen, Black Magic, Chianti and Neroli, were highly infected (infection rate > 51%). Compared to those of planted in soil, tubers of calla lily cultivated in culture bags or in pots containing artificial media, such as peatmoss+vermiculite+perlite, were less infected with the bacterial soft rot disease. Meanwhile, plants of calla lily grew much better and produced better tubers both in quality and quantity. More effective chemical bactericides were selected for control of soft-rotting bacterium. Among 8 chemical bacteriocides and 12 microorganisms/bioagents screened, three chemicals including 10% streptomycin + tetracycline, 63% copper oxychloride + mancozeb and 12.5% streptomycin showed high effectiveness in inhibiting the growth of the test *Erwinia* bacterium. Application of a chemical mixture C-mix1 (a mixture of 12.5% streptomycin 500X, 10% streptomycin + tetracycline 500X, and 40% oxine-copper + copper hydroxide 500X), compared to the chemicals used individually, to tuberos could stimulate tuber budding and reduce disease incidence of soft rot. Another chemical mixture C-mix2 (mixed with streptomycin 700X, streptomycin + tetracycline 500X, oxine-copper + copper hydroxide 700X, calcium and magnesium solution 500X and chloral 1000X) sprayed to calla lily plants also decreased infection of tubers by the soft-rotting bacterium and promoted tuber budding and plant growth in the field.

Key words: bacterial soft rot, calla lily, control method, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*