

菊花品種對*Erwinia*軟腐病菌之抗感性反應 及病害藥劑防治¹

劉興隆²、徐世典³、曾國欽³

摘 要

測試41個菊花栽培品種對*Erwinia*軟腐細菌之抗感性反應，結果顯示各品種間有明顯抗感性差異存在，同一個菊花品種接種*Erwinia chrysanthemi*者病勢常較接種*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*者嚴重，其中龍鳳小紅最抗病，而芬蘭小粉最感病。室內進行藥劑篩選結果顯示，測定的12種藥劑中鏈黴素、多保鏈黴素、鏈四環黴素、嘉賜銅、氫氧化銅及銅快得寧等6種藥劑，對*E. chrysanthemi*及*E. carotovora* subsp. *carotovora*等二種軟腐細菌的生長皆具有良好的抑制作用；又將菊花插穗基部以拌有農藥之滑石粉處理，結果顯示測試之5種農藥中銅快得寧、嘉賜銅、多保鏈黴素及鏈四環黴素，皆可明顯減少*E. chrysanthemi*引起之髓部軟腐長度及扦插苗倒伏率；進一步探討上述農藥處理對菊花插穗發根的影響，結果測試之4種農藥中，銅快得寧及嘉賜銅處理者，不會影響插穗之發根，而多保鏈黴素及鏈四環黴素則顯著抑制插穗發根。

關鍵字：菊花、細菌性軟腐病、抗感性、藥劑防治。

前 言

菊花為本省最大宗之切花作物，除了內銷外，並有外銷。根據2002年農業統計年報指出，菊花栽培面積有1,282 ha，佔切花類栽培面積之25.6%，栽植地區以彰化縣為主，佔地1,150 ha，約佔89.7%⁽²⁾。菊花主要以頂芽扦插繁殖，該方法操作極為簡便，可以在短時間內獲得大量的種苗。本省菊花扦插苗的繁殖有兩種方式：一種為傳統的沙床育苗，另一種為目前正在發展之穴盤育苗。穴盤苗移植到田間後常較砂床苗能抵抗逆境，但其單位面積生產量較低、生產成本較高且運輸較不便⁽⁶⁾。

菊花細菌性軟腐病(bacterial soft rot)由*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (簡稱Ecc)及*Erwinia chrysanthemi* (簡稱Ech)引起^(9,10,12,13,15,19)，可為害育苗床之菊花扦插苗及田間種植之菊花植株，於臺灣主要為害扦插苗，軟腐細菌由菊花插穗之莖基部傷口侵入，可造成髓部組織腐爛或插穗基部軟腐變黑，以至倒伏死亡等現象，不只降低了菊苗的品質，也造成菊苗的供應不足，對菊花產業的影響甚鉅，因此如何防治菊花細菌性軟腐病是相當重要的課題。

¹ 臺中區農業改良場研究報告第 0591 號。

² 臺中區農業改良場助理研究員。

³ 國立中興大學植物病理學系教授。

菊花品種繁多，農民依開花期之不同將之分為夏菊、夏秋菊、秋菊及冬菊⁽⁷⁾。作者在進行菊花細菌性軟腐病調查時，常發現菊花品種對軟腐病有明顯的抗感性差異，因此收集了不同菊花切花品種，進一步比較其對不同種類軟腐病菌的抗感性，期能提供相關資料供育苗者參考，於繁殖時，加強預防感病品種之軟腐病發生。而目前植物保護手冊推薦在其它作物細菌性病害之藥劑⁽¹⁾是否可應用於防治菊花扦插苗細菌性軟腐病，則有待篩選測試。

材料與方法

不同品種菊花對軟腐細菌的抗感性反應

採自彰化縣田尾鄉菊花母株田之不同品種菊花插穗(插穗係自菊花母株莖頂採下，長約5~8 cm)，每一品種之菊花插穗分別浸於*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* LC3 (簡稱Ecc LC3)及*Erwinia chrysanthemi* LH29 (簡稱Ech LH29)細菌懸浮液中(濃度分為 1×10^6 與 1×10^8 cfu/ml) 30分鐘，取出後扦插於裝有泥炭土(商品名為HECO No.1, Canada)之128格穴盤，置於有遮陰網之溫室中(溫度26~35℃，相對溼度46~92%)，經5天後，調查髓部軟腐長度及扦插苗倒伏率，以比較不同品種菊花對軟腐細菌的感受性，每處理為16棵菊花扦插苗。髓部軟腐長度之測量乃將菊花扦插苗自穴盤中拔起，以美工刀片自扦插苗基部向上切開莖部，再以尺量取髓部軟腐長度；而扦插苗倒伏率則是計算菊花扦插苗倒伏株數佔總調查株數之百分比。供試菊花品種有41種，品種名為(一般農民之慣用名稱)龍鳳小紅、白雪山、新種一點紅、舞風車、金風車、白觀音、德國紅、華秀鳳、空心小黃、跳舞白、黃童心、日本小黃、花御殿、日月小粉、紅觀音、粉皇冠、荷蘭小白、秋陽、木瓜黃、新種粉火焰、黃精進、黃聖誕球、紅美人、紅風車、粉桃姬、阿來粉、青心黃、絨紅、雙色金、深黃、白冬陽、黑心小黃、黃銅錢、粉日記、黃秀芳、天星小紅、紅桃姬、白天星、尖葉白、英國紅及芬蘭小粉等。

菊花軟腐細菌對農藥之感受性

利用『濾紙圓盤擴散法』(paper disc diffusion method)⁽³⁾，測定軟腐細菌Ecc LC3及Ech LH29對12種藥劑的感受性，首先將直徑6 mm消毒過之濾紙圓盤(Whatman Cat No 2017 006)浸泡於以無菌水稀釋為250倍、500倍、1,000倍及2,000倍之各種藥劑中，靜置10分鐘後，再以滅菌過之鑷子將含有藥劑的濾紙圓盤移至培養皿內在無菌箱中風乾，再將濾紙圓盤放置於底層為NA上層為4 ml軟瓊脂(soft agar)與0.1 ml經24小時培養之細菌懸浮液混合而成的平板上，每處理4重覆，並以浸泡無菌蒸餾水的濾紙圓盤為對照組；經30℃培養48小時後，測量其抑制圈之直徑，以測試軟腐細菌對藥劑之感受性。供試藥劑如下：77%氫氧化銅可濕性粉劑(cupric 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)、2%保米黴素溶液(blasticidin-S，商品名為保米丹，日農企業股份有限公司)、10%鏈四環黴素可溶性粉劑(streptomycin + tetracycline，商品名為枯萎寧，全臺農藥有限公司)、68.8%多保鏈黴素可濕性粉劑(thiophanate methyl + streptomycin，商品名為保淨素，中國農業化工股份有限公司)、35%護粒丹可濕性粉劑(edifenphos + fthalide，商品名為穗丹，興農股份有限公司)、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)、56%氧化亞銅可濕性粉劑(cuprous oxide, 商品名為安吉果, 日農企業股份有限公司)、40%亞鈉銅可濕性粉劑(nonylphenol copper sulfonate, 商品名為欲乃本, 臺灣三笠化學工業股份有限公司)、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)、10%克枯爛可濕性粉劑(tecloftalam, 商品名為剋白尾, 日商三共股份有限公司)及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)等共12種。

農藥處理菊花插穗對細菌性軟腐病之防治效果

將對軟腐細菌有較佳抑制能力之農藥, 與滑石粉依不同比例混合均勻後, 將黃秀芳品種之菊花插穗基部沾取此些含有農藥之滑石粉, 而後扦插於含人工混菌之泥炭土穴盤中(100 g 泥炭土加入600 ml 1.0×10^7 cfu/ml之Ech LH29細菌懸浮液), 置於溫室中經5天後調查發病情形, 以了解農藥對菊花扦插苗軟腐病之防治效果。使用的農藥有氫氧化銅、嘉賜銅、銅快得寧、鏈四環黴素及多保鏈黴素, 農藥與滑石粉混合之比例(w/w)分別為1:50、1:100及1:250。

農藥處理菊花插穗對菊花生長之影響

為了解上述農藥處理插穗對菊花生長之影響, 於菊花育苗場進行試驗, 將菊花插穗基部沾取含有農藥之滑石粉後扦插, 育苗期間委由農民管理, 經15天後拔起扦插苗, 調查菊花扦插苗之發根數及平均根長, 以了解農藥對菊花扦插苗生長之影響。使用的農藥與滑石粉混合之比例(w/w)分別為嘉賜銅1:50、銅快得寧1:50、鏈四環黴素1:50與多保鏈黴素1:50及1:100。每處理三重覆, 每重覆扦插100株, 調查時, 每重複調查中央20株菊花苗。

結 果

不同品種菊花對軟腐細菌的抗感性

結果顯示41個菊花品種對軟腐細菌之感受性互有差異, 一般而言在同一品種上, 接種Ech LH29者病勢常較Ecc LC3嚴重, 以 1×10^8 cfu/ml之Ech LH29接種時, 經5天後, 各品種之平均軟腐長度由16.6 mm至74.9 mm, 其中以芬蘭小粉軟腐長度最長, 平均為74.9 mm, 最為感病, 而龍鳳小紅軟腐長度最短其軟腐長度為16.6 mm; 而除金風車品種外大部分測試之品種皆有倒伏現象, 其中芬蘭小粉、華秀鳳、黃精進、阿來粉、青心黃、雙色金、紅桃姬、尖葉白、英國紅及白觀音其倒伏率高達100%, 以 1×10^6 cfu/ml之Ech LH29接種時, 各品種之平均軟腐長度則由0至59.6 mm, 仍以芬蘭小粉軟腐長度最長, 而龍鳳小紅則未見軟腐發生; 測試之品種中有29個品種未見倒伏情形, 而其餘12個品種中芬蘭小粉及英國紅之倒伏率分別為87.5%及75.0%, 其餘10個品種倒伏率則皆在20%以下(表一)。以 1×10^8 cfu/ml之Ecc LC3接種時, 經5天後, 各品種之平均軟腐長度由0至64.3 mm, 亦以芬蘭小粉軟腐長度最長, 而龍鳳小紅則不發生軟腐; 除芬蘭小粉、英國紅及青心黃等品種其扦插苗倒伏率大於94%外, 有20個品種未見倒伏情形, 其餘18個品種其扦插苗倒伏率皆低於50%, 以 1×10^6 cfu/ml之Ecc LC3接種時, 在測試的品種中, 芬蘭小粉平均軟腐長度為59.5 mm, 其它品種之平均軟腐長度由0.0 mm至20.4

mm，其中龍鳳小紅、德國紅、空心小黃及絨紅皆不發生軟腐；測試的品種只有6個品種之扦插苗發生倒伏，然皆不超過50% (表二)。

表一、不同品種菊花扦插苗對軟腐細菌 *Erwinia chrysanthemi* LH29 菌株的感受性

Table 1. Susceptibility of chrysanthemum cuttings of various cultivars to *Erwinia chrysanthemi* LH29

Cultivar	Inoculum concentration (cfu/ml) ¹			
	10 ⁶		10 ⁸	
	Pith maceration (mm)	Cuttings collapsed (%)	Pith maceration (mm)	Cuttings collapsed (%)
芬蘭小粉	59.6a ²	87.5	74.9a	100.0
尖葉白	37.6b	0.0	61.3b	100.0
英國紅	29.1c	75.0	51.3b-e	100.0
白天星	28.6c	0.0	44.8c-h	93.8
粉日記	19.1d	0.0	52.4bcd	81.3
黃秀芳	18.3de	0.0	35.1g-n	62.5
天星小紅	18.2de	18.8	37.4f-l	68.8
絨紅	17.3def	6.3	55.4bc	93.8
黃銅錢	15.6d-h	6.3	22.3nop	43.8
紅桃姬	14.9d-h	10.0	60.9b	100.0
黑心小黃	14.7d-i	12.5	41.1d-j	93.8
深黃	14.6d-i	0.0	46.3c-g	93.8
雙色金	13.3d-j	6.3	42.7c-j	100.0
白冬陽	12.1e-k	12.5	41.1d-j	81.3
阿來粉	11.0f-l	0.0	49.8b-h	93.8
粉桃姬	9.3h-n	12.5	48.4b-g	87.5
黃精進	9.1h-n	0.0	38.5e-l	100.0
新種粉火焰	9.0h-n	0.0	31.3h-o	93.8
青心黃	8.9h-n	18.8	48.0b-g	100.0
紅風車	8.8i-n	0.0	30.5i-o	87.5
紅美人	8.4i-o	0.0	43.9c-i	81.3
木瓜黃	8.4i-o	0.0	43.6c-i	25.0
秋陽	8.1i-o	0.0	47.6b-g	87.5
日月小粉	7.1j-p	0.0	26.4l-p	25.0
黃聖誕球	6.7j-q	0.0	20.6o-p	31.3
跳舞白	6.1k-q	0.0	46.6c-g	41.7
花御殿	5.9k-q	0.0	38.6e-l	50.0
粉皇冠	5.9k-q	12.5	29.4j-p	75.0
黃童心	5.8k-q	0.0	36.4f-m	62.5
紅觀音	5.4k-q	0.0	27.8k-p	75.0
日本小黃	4.7l-q	0.0	36.1g-m	68.8

Table 1. (continued)

Cultivar	Inoculum concentration (cfu/ml) ¹			
	10 ⁶		10 ⁸	
	Pith maceration (mm)	Cuttings collapsed (%)	Pith maceration (mm)	Cuttings collapsed (%)
空心小黃	4.5l-q	0.0	46.4c-g	43.8
華秀鳳	4.2m-q	0.0	36.4f-m	100.0
白觀音	3.8m-q	0.0	48.6b-g	100.0
德國紅	3.5m-q	0.0	23.1m-p	46.7
金風車	2.7n-q	0.0	18.7op	0.0
新種一點紅	1.8opq	0.0	56.3bc	81.3
荷蘭小白	1.3pq	0.0	31.7h-o	68.8
舞風車	1.1pq	0.0	28.1k-p	25.0
白雪山	0.3pq	0.0	35.8g-n	56.3
龍鳳小紅	0.0pq	0.0	16.6p	81.3

¹) Chrysanthemum cuttings were dipped in bacterial suspension containing 1×10^6 and 1×10^8 cfu/ml of Ech LH29, respectively for 30 min. They were planted in tray with peat moss, and then kept in greenhouse (26~35°C, RH46~92%). Length of pith maceration and percentage of cuttings collapsed were measured and recorded 5 days after inoculation.

²) Means of pith maceration length of 16 chrysanthemum cuttings inoculated. Values in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$) according to Tukey's studentized range test.

表二、不同品種菊花扦插苗對軟腐細菌 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* LC3 菌株的感受性

Table 2. Susceptibility of chrysanthemum cuttings of various cultivars to *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* LC3

Cultivar	Inoculum concentration (cfu/ml) ¹			
	10 ⁶		10 ⁸	
	Pith maceration (mm)	Cuttings collapsed (%)	Pith maceration (mm)	Cuttings collapsed (%)
芬蘭小粉	59.5a ²	43.8	64.3a	100.0
尖葉白	13.2b-e	0.0	52.4b	6.3
木瓜黃	8.5c-h	0.0	47.8bc	18.8
青心黃	7.1c-h	12.5	47.1bc	93.8
英國紅	7.6c-h	6.3	45.6c	100.0
粉日記	3.3fgh	0.0	42.9c-d	0.0
白天星	20.4b	0.0	37.9d-e	0.0
黃秀芳	5.8e-h	0.0	37.8d-e	0.0
雙色金	6.3e-h	0.0	36.5def	6.3
紅桃姬	14.9bcd	25.0	33.7efg	50.0
白冬陽	15.6bc	25.0	31.3e-h	6.3
天星小紅	5.0e-h	12.5	30.6e-h	25.0

Table 2. (continued)

Cultivar	Inoculum concentration (cfu/ml) ¹			
	10 ⁶		10 ⁸	
	Pith maceration (mm)	Cuttings collapsed (%)	Pith maceration (mm)	Cuttings collapsed (%)
粉桃姬	0.4gh	0.0	30.4e-h	31.3
黑心小黃	8.1c-h	18.8	29.4f-i	25.0
深黃	9.2c-f	0.0	27.1g-j	25.0
阿來粉	6.4d-h	0.0	25.4hij	12.5
紅美人	3.0fgh	0.0	22.4ijk	12.5
花御殿	4.3fgh	0.0	20.5jkl	6.3
黃童心	3.2fgh	0.0	20.4jkl	0.0
絨紅	0.0h	0.0	20.3j-m	6.3
紅風車	4.3fgh	0.0	20.1j-m	0.0
跳舞白	2.6fgh	0.0	19.8j-m	0.0
金風車	3.7fgh	0.0	16.8k-n	0.0
日月小粉	0.4gh	0.0	15.9k-n	6.3
空心小黃	0.0h	0.0	15.0k-o	12.5
黃銅錢	8.6c-g	0.0	13.0l-q	12.5
日本小黃	5.6e-h	0.0	12.5m-r	0.0
秋陽	3.0fgh	0.0	12.1n-r	0.0
新種粉火焰	1.1fgh	0.0	10.9n-r	0.0
白觀音	0.3gh	0.0	10.5n-r	6.3
黃聖誕球	1.3fgh	0.0	9.6n-s	0.0
黃精進	1.5fgh	0.0	7.4o-t	0.0
粉皇冠	0.3gh	0.0	7.0p-t	12.5
德國紅	0.0h	0.0	6.9p-t	0.0
紅觀音	1.9fgh	0.0	6.1r-t	0.0
荷蘭小白	0.1h	0.0	5.4r-t	0.0
華秀鳳	4.1fgh	0.0	5.2r-t	0.0
新種一點紅	0.4gh	0.0	2.9st	0.0
舞風車	0.8fgh	0.0	1.7t	0.0
白雪山	0.9fgh	0.0	0.4t	0.0
龍鳳小紅	0.0h	0.0	0.0t	0.0

¹) Chrysanthemum cuttings were dipped in bacterial suspension containing 1×10^6 and 1×10^8 cfu/ml of Ecc LC3, respectively for 30 min. They were planted in tray with peat moss, and then kept in greenhouse (26~35°C, RH46~92%). Length of pith maceration and percentage of cuttings collapsed were measured and recorded 5 days after inoculation.

²) Means of pith maceration length of 16 chrysanthemum cuttings inoculated. Values in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$) according to Tukey's studentized range test.

菊花軟腐細菌對農藥之感受性

以『濾紙圓盤擴散法』測定12種農藥對菊花軟腐細菌Ecc LC3菌株及Ech LH29菌株生長之抑制情形，結果顯示，護粒丹、克枯爛及亞鈉銅在使用之各濃度下，對此二種軟腐細菌之生長均無抑制作用；鏈黴素、多保鏈黴素、銅快得寧、嘉賜銅、氫氧化銅、鏈四環黴素、氧化亞銅、三元硫酸銅及保米黴素等9種藥劑對二種軟腐細菌的生長具有抑制作用，其中對Ech LH29生長抑制作用最強者，為鏈黴素、多保鏈黴素及鏈四環黴素，在1,000倍之測試濃度下，其抑制圈直徑皆在20 mm以上(表三)；而對Ecc LC3生長抑制作用最強者，則為多保鏈黴素、嘉賜銅與鏈黴素等3種，在2,000倍之測試濃度下，其對Ecc LC3之抑制圈直徑亦在20 mm以上(表四)。

表三、農藥對菊花軟腐細菌 Ech LH29 菌株生長之抑制

Table 3. The inhibitory effect of agrochemicals on the growth of *Erwinia chrysanthemi* LH29

Agrochemical	Inhibition zone (mm) ¹			
	Dilution fold			
	250	500	1000	2000
12.5% 鏈黴素 S	29.8a ²	28.8ab	26.3a-d	26.0a-e
68.8% 多保鏈黴素 WP	29.5a	28.8ab	25.8a-e	24.5a-f
10% 鏈四環黴素 SP	25.3a-e	24.5a-f	20.8b-i	18.8c-i
81.3% 嘉賜銅 WP	18.0d-j	16.8f-j	15.5f-k	15.3g-k
77% 氫氧化銅 WP	13.5h-k	13.3h-k	11.5jkl	11.0jkl
40% 銅快得寧 WP	13.3h-k	10.5jkl	9.3jkl	9.5jkl
27.12% 三元硫酸銅 SP	12.5i-l	11.3jkl	10.3jkl	0.0m
56% 氧化亞銅 WP	12.3i-l	12.3i-l	11.8i-l	12.5i-l
2% 保米黴素 S	9.3jkl	8.0klm	8.0klm	7.0klm
35% 護粒丹 WP	0.0m	0.0m	0.0m	0.0m
10% 克枯爛 WP	0.0m	0.0m	0.0m	0.0m
40% 亞鈉銅 WP	0.0m	0.0m	0.0m	0.0m

¹⁾ Paper disc diffusion method⁽¹⁾ was used to test the inhibitory effect of agrochemicals on the growth of *Erwinia chrysanthemi* LH29. The diameter of paper disc was 6 mm.

²⁾ Means of four replicates. Values in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$) according to Tukey's studentized range test.

農藥處理菊花插穗對細菌性軟腐病發生之影響

供試藥劑為上述抑制效果較佳者，有氫氧化銅、嘉賜銅、銅快得寧、鏈四環黴素及多保鏈黴素等5種；將菊花插穗基部沾取拌有滑石粉之農藥後扦插於人工混菌之泥炭土中，以了解農藥對菊花扦插苗軟腐病之防治效果。結果顯示，農藥與滑石粉1:50比例混合後處理菊花插穗基部，皆可顯著降低其植株倒伏率及軟腐長度，植株倒伏率依序為多保鏈黴素(12.5%)、鏈四環黴素(18.8%)、銅快得寧(37.5%)及嘉賜銅(37.5%)，此時對照組之倒伏率為87.5%，此外多保鏈黴素農藥與滑石粉1:100及1:250比例混合後處理菊花插穗基部，其軟腐長度與倒伏率，仍顯著低於對照組(表五)。

表四、農藥對菊花軟腐細菌 *Ecc* LC3 菌株生長之抑制Table 4. The inhibitory effect of agrochemicals on the growth of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* LC3

Agrochemical	Inhibition zone (mm) ¹			
	Dilution fold			
	250	500	1000	2000
68.8% 多保鏈黴素 WP	30.5a ²	27.0cd	25.5def	21.5hij
81.3% 嘉賜銅 WP	29.8ab	27.5bcd	23.5fgh	21.0ijk
12.5% 鏈黴素 S	28.3abc	26.3cde	24.3efg	23.3f-i
10% 鏈四環黴素 SP	20.8jk	21.0ijk	18.8k-n	16.5n-r
77% 氫氧化銅 WP	18.3l-o	18.0m-p	17.5m-q	19.0klm
40% 銅快得寧 WP	17.3m-r	17.3m-r	15.5qrs	16.0o-r
56% 氧化亞銅 WP	17.0m-r	15.5qrs	15.5qrs	16.0o-r
27.12% 三元硫酸銅 SP	15.0rst	15.8p-s	12.8t	13.5st
2% 保米黴素 S	12.8t	9.5u	8.0u	8.0u
35% 護粒丹 WP	0.0v	0.0v	0.0v	0.0v
10% 克枯爛 WP	0.0v	0.0v	0.0v	0.0v
40% 亞鈉銅 WP	0.0v	0.0v	0.0v	0.0v

¹) Paper disc diffusion method⁽¹⁾ was used to test the inhibitory effect of agrochemicals on the growth of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* LC3. The diameter of paper disc was 6 mm.

²) Means of four replicates. Values in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$) according to Tukey's studentized range test.

表五、農藥處理菊花插穗對扦插苗細菌性軟腐病發生之影響

Table 5. Effect of agrochemicals on soft rot of chrysanthemum cuttings by *Erwinia chrysanthemi* LH29

Agrochemical	Dilution fold ¹					
	50 x		100 x		250 x	
	PM ²	PC	PM	PC	PM	PC
68.8% 多保鏈黴素 WP	6.5g ³	12.5	7.2fg	18.8	10.2efg	37.5
10% 鏈四環黴素 SP	6.6g	18.8	18.3bcd	68.8	24.6ab	87.5
81.3% 嘉賜銅 WP	15.1cde	37.5	15.3cde	75.0	10.4efg	87.5
40% 銅快得寧 WP	10.3efg	37.5	21.4abc	50.0	25.9a	100.0
77% 氫氧化銅 WP	13.5def	75.0	10.7efg	81.3	11.0efg	62.5
CK	24.2ab	87.5				

¹) Each agrochemical was thoroughly mixed with talc (w/w) at the dilution rate indicated. The chrysanthemum cuttings were covered with each agrochemical at the cutting end. The cuttings were planted in *Erwinia chrysanthemi* LH29 infested peat moss and were kept in greenhouse. Length of pith maceration and percentage of cuttings collapsed were measured and recorded 5 days after inoculation.

²) PM, length of pith maceration (mm); PC, percentage of cuttings collapsed.

³) Means of pith maceration length of 16 chrysanthemum cuttings inoculated. Values in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$) according to Duncan's multiple range test.

農藥處理菊花插穗對菊花生長之影響

將溫室篩選效果較佳之防治藥劑，進一步於田間測試對菊花生長之影響，將菊花插穗基部沾取含有農藥之滑石粉後扦插，經15天後，調查菊花扦插苗之發根數及平均根長，結果顯示測試之4種農藥中，以銅快得寧及嘉賜銅處理，不會影響插穗之發根，而多保鏈黴素及鏈四環黴素則顯著的影響插穗之發根，當不處理對照組之根數為20.7時，銅快得寧及嘉賜銅處理者根數分別為22.7及22.3，與對照組未達5%顯著差異；而多保鏈黴素50倍、100倍及鏈四環黴素50倍處理者根數分別為3.3、9.6及14.6，與對照組達5%顯著差異。在根長方面，銅快得寧及嘉賜銅處理者分別為45.2 mm 及39.7 mm，與對照組(37.9 mm)達5%顯著差異；而多保鏈黴素50倍、100倍及鏈四環黴素50倍處理者根長分別為9.2、21.5及27.6，與對照組達5%顯著差異(表六)。

表六、農藥處理菊花插穗對扦插苗發根之影響

Table 6. Effect of agrochemicals on rotting of chrysanthemum cuttings

Agrochemical	Dilution fold ¹	Root No.	Root length (mm)
68.8% 多保鏈黴素 WP	50x	3.3d ²	9.2d
	100x	9.6c	21.5c
10% 鏈四環黴素 SP	50x	14.6b	27.6bc
81.3% 嘉賜銅 WP	50x	22.3a	39.7a
40% 銅快得寧 WP	50x	22.7a	45.2a
CK		20.7a	37.9ab

¹ Each agrochemical was thoroughly mixed with talc (w/w) at the dilution rate indicated. The chrysanthemum cuttings were covered with each agrochemical at the cutting end.

² Means of three replicates. Values in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$) according to Duncan's multiple range test.

討 論

*Erwinia*屬軟腐細菌可藉不同的方式傳播到寄主植物⁽¹⁴⁾，包括經由無性或有性繁殖體、土壤、灌溉水、昆蟲、雨水飛濺、空氣中之懸浮粒(aerosol)及農具等，再自傷口或皮目等自然開口侵入寄主組織，造成軟腐病徵。劉等⁽⁹⁾研究發現，*Erwinia*軟腐細菌普遍存在於菊花母株田的土壤、菊花頂芽及田間灌溉水，可能為菊花扦插苗軟腐病之主要感染源，其中在採集的田間灌溉水中可百分之百偵測到軟腐細菌，原因可能為菊花修剪後枝條丟棄於畦溝中，有利於軟腐細菌增殖，因此，為防範扦插苗軟腐病發生，母株田之田間衛生為病害管理上重要之課題。

寄主植物對細菌性軟腐病之抗病機制，仍不甚清楚⁽⁸⁾，然作物不同品種對軟腐細菌之感受性則有差異。Tzeng等人⁽¹⁸⁾指出在測試的14種馬鈴薯栽培品種以Butte、Russet Burbank及Norgold Russet最抗病，而Redsen、Norchip、Norland及Belchip最感病；李⁽⁵⁾測試5種彩色海芋栽培品種之種球對Ech及Ecc之感受性，其中以金黃色之Best Gold及橘色之Tango最為感病，而以粉紅色之Little Suzy較不感病；Clark等人⁽¹¹⁾以Ech接種55個甘藷栽培品種結果發現品種對

Ech之感受性差異很大，而在本研究測試41個菊花栽培品種，對*Erwinia*軟腐細菌之感受性，結果顯示菊花品種之間對軟腐病之抗感性亦有明顯差異，其中以龍鳳小紅品種較抗病，而芬蘭小粉品種最感病。*Erwinia*軟腐細菌感染菊花後，是否引起軟腐徵狀，品種間有差異^(16,17)，菊花「White Marble」品種被軟腐細菌感染後，受感染之維管束周圍細胞細胞壁木栓質(suberin)大量增加及受感染之木質薄壁細胞(xylem parenchyma)果膠含量減少，因而不表現出軟腐病徵，至於龍鳳小紅品種之抗病機制為何尚不清楚，值得探討，以作為日後篩選抗病品種或抗病育種之參考。容易發病之栽培環境下，選擇較不感病品種栽種，為防範病害之有效策略，本研究對各栽培品種對*Erwinia*軟腐細菌之感受性測試結果，可提供予栽培業者選擇栽培品種時參考。

將植物保護手冊推薦在其它作物細菌性病害之藥劑，於室內進行藥效試驗，結果顯示測定的12種藥劑中鏈黴素、多保鏈黴素、鏈四環黴素、嘉賜銅、氫氧化銅及銅快得寧等6種藥劑，對Ech及Ecc等二種軟腐細菌的生長皆具有良好的抑制作用；而護粒丹、克枯爛及亞鈉銅對此二種軟腐細菌之生長則均無抑制作用。克枯爛為推薦在防治水稻白葉枯病、護粒丹是防治椪果黑斑病⁽¹⁾，為何完全無法抑制同為細菌性病原之菊花軟腐細菌；而亞鈉銅則為推薦在防治結球白菜軟腐病的藥劑，為何無法抑制分離自菊花之軟腐細菌，是否田間其它作物之軟腐細菌也已對此藥劑產生抗藥性，均值得注意與深入探討。

軟腐細菌常由菊花插穗基部傷口侵入，故保護插穗傷口是重要的工作。呂等人⁽⁴⁾發表之植保素一號係將農藥加入滑石粉中，再將菊花插穗基部沾此含藥劑之滑石粉，以防治菊花莖腐病。本研究也應用此方法進行菊花軟腐病防治試驗，由室內篩選出抑制軟腐細菌效果較佳之藥劑，進行菊花插穗基部藥劑處理，起初農藥與滑石粉混合之比例(w/w)為1:500及1:1000，結果均無法有效抑制病害發生，而後將農藥與滑石粉混合之比例(w/w)提高為1:50、1:100及1:250，結果顯示銅快得寧、嘉賜銅、多保鏈黴素及鏈四環黴素等處理，皆可明顯降低Ech軟腐細菌引起之髓部軟腐長度及扦插苗倒伏率；而進一步探討上述農藥處理方式對菊花插穗發根的影響，結果得悉測試之4種農藥中，以銅快得寧及嘉賜銅處理者，不會影響插穗之發根，而多保鏈黴素及鏈四環黴素則顯著的影響插穗之發根。

參考文獻

1. 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 2000 植物保護手冊 p.764。
2. 行政院農業委員會 2002 農業統計年報。
3. 吳文川、翁秀蕙 1979 桃細菌性穿孔病菌，其噬菌體及對藥劑的感受性 科學發展月刊 7:267-277。
4. 呂理燊、楊秀珠、涂振鑫 1982 菊花莖腐病防治及健康菊苗育成之初步研究 中國園藝28:82-91。
5. 李一芸 1994 臺灣彩色海芋細菌性軟腐病之研究 國立中興大學植病研究所碩士論文。
6. 張致盛、陳彥睿、黃勝忠 1995 菊花穴盤育苗技術介紹 臺灣農業31:133-136。

7. 許謙信、劉達修 1992 農業推廣教育教材:菊花栽培 行政院農業委員會及臺灣省政府農林廳出版。
8. 曾國欽 1993 蔬菜細菌性軟腐病 p.231-240 蔬菜保護研討會專刊 中華植物保護學會出版 臺中市。
9. 劉興隆、徐世典、曾國欽 2002 菊花扦插苗細菌性軟腐病之病原特性及影響病害發生之因子 植物病理學會刊11:157-164。
10. Burkholder, W. H., L. A. McFadden and A. W. Dimock. 1953. A bacterial blight of chrysanthemums. *Phytopathology* 43:522-526.
11. Clark, C. A., J. A. Wilder-Ayers and V. Duarte. 1989. Resistance of sweet potato to bacterial root and stem rot caused by *Erwinia chrysanthemi*. *Plant Dis.* 73:984-987.
12. Davino, M., R. La. Rosa and A. Torrissi. 1980. *Erwinia chrysanthemi* infections on chrysanthemum cuttings. *Tecnica agricola* 32:301-308.
13. Dickey, R. S. 1976. Identification and prevalence of *Erwinia* species isolated from *Chrysanthemum morifolium*. *Proc. Am. Phytopathol. Soc.* 3:304. (Abstr.)
14. Harrison, M. D. and J. W. Brewer. 1982. Field dispersal of soft rot bacteria. p.31-53. In: Mount, M. S. and G. H. Lacy (eds.). *Phytopathogenic Prokaryotes*. Vol. 2. Academic Press, New York.
15. Horita, H. 1994. Bacterial stem rot of chrysanthemum caused by *Erwinia chrysanthemi* in Hokkaido Prefecture. *Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan* 45:104-107. (RPP. 74(8):676, 1995).
16. Pennypacker, B. W., P. E. Nelson and R. S. Dickey. 1974. Histopathology of chrysanthemum stems artificially inoculated with *Erwinia chrysanthemi*. *Phytopathology* 64:1344-1353.
17. Smith, C. M. and R. S. Dickey. 1981. Histopathology of chrysanthemum vascular tissue infected with *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. *Phytopathology* 71: 148-151.
18. Tzeng, K. C., R. G. McGuire and A. Kelman. 1990. Resistance of tubers from different potato cultivars to bacterial soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. *Am. Potato. J.* 67:287-305.
19. Van Steekelenburg, N. A. M., A. P. Van der Hoeven and J. D. Janse. 1987. Pith necrosis in chrysanthemum cuttings and factors influencing its occurrence. *Acta Hort.* 197:103-109.

Resistance of Cutting from Different Chrysanthemum Cultivars to Bacterial Soft Rot and Chemical Control of the Disease¹

Hsing-Lung Liu², Shih-Tien Hsu³ and Kuo-Ching Tzeng³

ABSTRACT

Cutting of 41 chrysanthemum cultivars were evaluated for resistance to bacterial soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and *Erwinia chrysanthemi*. Cutting of the cultivars differed significantly in resistance to bacterial soft rot. Soft rot on chrysanthemum cuttings inoculated with *E. chrysanthemi* was more serious than that inoculated with *E. carotovora* subsp. *carotovora* in the same cultivar. Among the 41 cultivars tested, cultivar "Fen Lan Shiao Fen" was the most susceptible, while "Lung Fenq Hsiao Hung" was the least susceptible. In the in vitro test, the growth of *E. carotovora* subsp. *carotovora* and *E. chrysanthemi* was inhibited by several agrochemicals. Among them, streptomycin, thiophanate methyl + streptomycin, streptomycin + tetracycline, kasugamycin + copper oxychloride, cupric hydroxide and oxine-copper + copper hydroxide were more inhibitory to both *Erwinia* pathogen. Aforecited each agrochemical was thoroughly mixed with talc at different dilution rates, and chrysanthemum cuttings were covered with each mixture at the end. In this test, oxine-copper + copper hydroxide, kasugamycin + copper oxychloride, thiophanate methyl + streptomycin and streptomycin + tetracycline showed to be more effective in the protection of the chrysanthemum cutting from the infection of soft rot *Erwinia*. Root number and length of chrysanthemum were reduced by the treatments of thiophanate methyl + streptomycin or streptomycin + tetracycline, but not oxine-copper + copper hydroxide or kasugamycin + copper.

Key words: chrysanthemum, *Erwinia*, soft rot, resistance, chemical control.

¹Contribution No. 0591 from Taichung DARES, COA.

²Assistant Plant Pathologist of Taichung DARES, COA.

³Professor of Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University.