

百合灰黴病菌之室內藥劑篩選與其 田間防治效果

李敏郎^{1*} 陳隆鐘² 陳天枝²

1.臺中縣霧峰鄉 農委會農業藥物毒物試驗所農藥應用組

2.臺中市 國立中興大學植物病理學系

(接受日期：中華民國 93 年 1 月 31 日)

摘 要

李敏郎*、陳隆鐘、陳天枝 2004 百合灰黴病菌之室內藥劑篩選與其田間防治效果 植保會刊 46：1-13

百合灰黴病由 *Botrytis elliptica* (Berk.) Cooke 引起，乃國內百合春季生產之限制因子之一。為防治該病害，於室內先行篩選有效抑制 *B. elliptica* 菌絲生長之藥劑種類，結果顯示二羧亞胺類（撲滅寧、免克寧）、麥角醇合成抑制物（撲克拉、菲克利）、有機銅劑（快得寧）及苯基吡咯類（護汰寧）抑制百合灰黴病菌菌絲生長之效果較好，半數有效抑制濃度（Effective concentration for 50 % inhibition, EC₅₀）範圍分別為 0.2—231.8、0.016—14.518、1.044—7.467 及 0.001—0.018 mg/l。於 1998 年 3—4 月間，以護汰寧、快得寧、撲克拉及免克寧於神岡地區進行田間單劑防治試驗，施藥四次後之罹病率分別為 31.2、46.3、46.5 及 44.3 %，對照組之發病率則高達 68.1 %，顯示護汰寧的保護效果最好，且各試區所得之百合灰黴病菌菌株對護汰寧之感受性一致，其 EC₅₀ 值介於 0.003—0.066 mg/l 之間。

(關鍵詞：百合、灰黴病、百合灰黴病菌、殺菌劑、病害防治、藥劑感受性)

緒 言

百合 (*Lilium* spp.) 為臺灣高經濟價值花卉作物之一，適合百合生長之氣溫介於 10-25℃ 之間，因此后里及神岡地區適合種

植百合時期，為每年九月下旬至翌年三月中旬^(3, 4)。東方型百合 (Oriental lily) 由於花型優雅且具香味，經濟價值尤高，如阿卡波克 (*Lilium* oriental hybrid cv. Acapulco)、香水百合 (cv. Casa Blanca)、

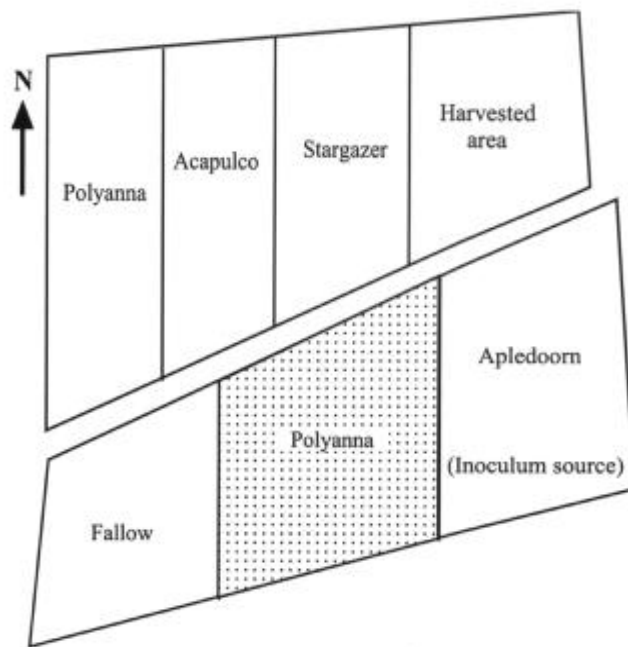
* 通訊作者。E-mail: mllee@tactri.gov.tw

芬芳 (cv. Le Reve)、馬可波羅 (cv. Marco Polo)、葵百合 (cv. Stargazer) 等品種，深受農友及消費者重視，其生長期約需 13-21 星期，因此多在冬季種植而春季切花採收。

百合生產分成簡易設施栽培與露天栽培等兩種模式，然春季生產時，常遭遇百合灰黴病菌 (*Botrytis elliptica* (Berk.) Cooke) 為害，花器、葉片及莖部均可受害^(2, 3, 4)，造成切花品質低落，嚴重時無收成可言，因此農友對灰黴病之防治非常重視。本病通常在冬季寒流過後，氣溫下降時開始發生，設施栽培者通常在最靠近外圍的植株先罹病，露天栽培者則成點狀分布情形，連續下雨數天後，若不加以防治則常見到本病大面積為害情形⁽⁴⁾。因此農友一遇春季下雨，為確保收成，每隔三

四天施用藥劑一次，一般均採用撲滅寧及免克寧等二羧亞胺類 (dicarboximides) 殺菌劑防治，但因未了解所採用之藥劑屬於同一作用機制之殺菌劑，導致該類型藥劑在田間之使用頻率過高，致使防治效果未達理想，是否因此導致田間產生抗藥性或耐藥性菌株^(9, 15, 16)，或因錯失防治時機或保護位置錯誤所造成，均有釐清必要。

因此本研究針對露天栽培之百合，調查田間百合灰黴病發生與溫度、溼度之關係，藉以擬定田間用藥時機，同時針對國內百合灰黴病病原菌進行室內藥劑篩選及田間藥效評估，探討室內藥劑篩選結果是否可作為田間藥效評估之依據，並建議田間藥劑輪替模式，以做為田間防治百合灰黴病之參考。



圖一、1998 年台中縣神岡鄉神洲區之百合栽培田內百合品種與種植位置。網點區為百合灰黴病調查區。Apledoorn 姬百合於調查前已被 *Botrytis elliptica* 感染。

Fig. 1. Cultivars of lily located at Shenchou, Shengan, Taichung County were investigated in 1998. The dotted area was investigated for disease incidence of *Botrytis* blight throughout the lily growing season. *Lilium* asiatic hybrid cv. Apledoorn was seriously damaged by *Botrytis elliptica* before the investigation.

材料與方法

百合灰黴病日間發生與蔓延情形

1997 年 12 月 8 日寒流過後至田間調查時，臺中縣神岡鄉之百合灰黴病已開始發生，因此在 1998 年 1 月 1 日於神岡鄉設置一調查田（圖一），調查田共分 10 畦，每畦長 10 m 寬 0.7 m，每畦種植 2000 顆姬百合（*Lilium asiatic hybrid cv. Polyanna*）種球，種球周徑 12-14 cm。每畦設置五個調查點，每點調查 100 株姬百合之罹病株數，每點間距 100 株百合，自 2 月 3 日起，每星期前往該區調查灰黴病發生情形，至 2 月 24 日該區百合全面受灰黴病摧毀為止。調查時記錄各點之罹病株數，由此換算植株罹病率，植株罹病率（%）=（罹病植株數/100）x 100，以等高線（contour line）圖繪製百合灰黴病在田間蔓延情形，並配合田間溫溼度記錄儀，分析病害之發生與溫溼度關係，藉此訂出病害在田間大量發生前之防治時機。

百合灰黴病菌株之分離與培養

由臺中縣后里鄉、南投縣清境農場、嘉義縣溪北鄉鎮及高雄縣鹽埔鄉等地採集百合灰黴病之罹病葉標本，以 0.1 %次氯酸鈉表面消毒，將罹病組織之病健部切成小塊，移植到馬鈴薯葡萄糖瓊脂（PDA）平板上，於 20 °C 定溫箱中培養 24 小時，將類似 *Botrytis spp.* 菌絲移植到 PDA 斜面上，於 20 °C 定溫箱中培養七天產孢後⁽¹⁰⁾，經鑑定為 *B. elliptica* 後進行菌株編號，其代號分別為 HHL807、CJF801、CCL806 及 EPL803。供試菌株以 PDA 平板於 24 °C 定溫箱中培養，三天後以直徑 0.4 cm 之打孔器切取菌落邊緣，做為藥劑平板法測試用之接種源。

殺菌劑對百合灰黴病菌菌絲生長之影響

以植保手冊上防治灰黴病之推薦藥劑⁽¹⁾及國內外文獻記載對灰黴病具防治效果

之藥劑^(9, 13, 14, 27)，按藥劑之作用機制分類後，擇其 19 種殺菌劑進行測試（表一），分別加入消毒後之馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基中，混合均勻後倒成平板備用，藥劑之有效成份濃度分別為 1000、100、10、1 及 0.1 mg/l，並以不加藥劑者為對照組。將上述 *B. elliptica* 菌株之菌絲塊（0.4 cm 直徑）移入 24°C 定溫箱中培養，每天記錄菌株生長情形。所有對照組菌株在 4-5 天內均可長滿直徑 8.4-8.5 cm 之培養皿，因此往後灰黴病菌藥劑篩選之標準，均以第三天之菌落直徑做為統計分析之數據，每處理六重複，計算藥劑抑制菌絲生長之百分率。藥劑濃度以對數處理後之對數值和菌絲生長抑制率以直線迴歸進行統計分析⁽⁵⁾，當 R^2 大於 8.0 且殘差圖（residual plot）呈不規則分布時^(26, 31)，再依此直線迴歸方程式推算出該菌株對藥劑之最小完全抑制濃度（Minimum inhibitory concentration, MIC）及半數有效抑制濃度（Effective concentration for 50 % inhibition, EC_{50} ）等數值，若灰黴病菌對該藥劑之 EC_{50} 較敏感時，再依其 EC_{50} 前後各增置 2-3 稀釋濃度，重複上述藥劑平板試驗，藉此校正決定係數（coefficient of determination, r^2 ）及信賴區間（confidence interval），提高迴歸分析之可靠性，並由 EC_{50} 判斷該藥劑抑制菌絲生長之效果是否顯著，可否應用於田間病害防治。

百合灰黴病之日間防治試驗

由上述田間發病條件之調查及室內藥劑篩選試驗之結果，並考量田間實際用藥種類與使用頻率等因素，以 25 %撲克拉（prochloraz）乳劑稀釋 2000 倍、50 %免克寧（vinclozolin）可溼性粉劑稀釋 1500 倍、50 %護汰寧（fludioxonil）水分散性粒劑稀釋 1500 倍及 33.5 %快得寧（oxine-copper）水懸劑稀釋 400 倍等做為防治藥劑，對照組則完全不用藥，於百合露天栽培區進行單劑防治試驗。

表一、不同殺菌劑對百合灰黴病菌菌株之半數有效抑制濃度

Table 1. Effective concentration for 50 % inhibition (EC₅₀) of mycelial growth of *Botrytis elliptica* isolates by fungicides

Fungicides	<i>Botrytis elliptica</i> isolates ¹⁾				Mean	Stdev
	CCL806	CJF801	EPL803	HLL807		
Aromatic hydrocarbon						
Dicloran	1.785	3.796	5.117	5.712	4.102	1.740
Etridiazole	3.5x10 ⁵	84.976	1.2x10 ²	99.161	1.6x10 ²	1.2x10 ²
Benzimidazole						
Benomyl	45.949	1.1x10 ²	74.442	49.831	70.115	29.575
Thiophanate-methyl	8.6x10 ²	2.4x10 ⁶	2.3x10 ⁵	1.3x10 ⁹	3.3x10 ⁸	6.6x10 ⁸
Copper						
Oxine-copper	1.044	4.720	7.467	2.857	4.022	2.743
Dicarboximides						
Chlozolate	3.985	9.402	0.735	13.235	6.839	5.564
Iprodione	1.286	2.914	0.298	2.582	1.770	1.207
Procymidone	2.593	2.3x10 ²	0.370	1.364	59.021	1.1x10 ²
Vinclozolin	1.263	3.334	0.206	0.331	1.284	1.446
Ergosterol biosynthesis inhibitors						
Prochloraz	0.016	0.027	0.026	0.030	0.025	0.006
Triforine	5.264	4.345	14.518	8.970	8.274	4.618
Flusilazole	0.140	0.199	0.237	0.336	0.228	0.082
Hexaconazole	0.072	0.108	0.083	0.109	0.093	0.018
Phenylpyrrole						
Fludioxonil	0.005	0.005	0.018	0.001	0.007	0.007
Phthalimide						
Dichlofluanid	55.926	26.191	19.862	21.463	30.860	16.925
Sulfur						
Mancozeb	8.993	7.685	7.209	16.019	9.976	4.098
Thiram	15.334	11.885	14.279	11.664	13.290	1.805
Zineb	40.957	3.4x10 ⁴	5.0x10 ³	24.070	9.7x10 ³	1.6x10 ⁴
Others						
Chlorothalonil	18.359	6.488	1.827	1.657	7.083	7.844

¹⁾ HHL807, isolate from Houli, Taichung (台中縣后里鄉); CJF801, isolate from Chingjing, Nantou (南投縣清境); CCL806, isolate from Chipei, Chiayi (嘉義縣溪北); EPL803, isolate from Yenpu, Kaohsiung (高雄縣鹽埔鄉).

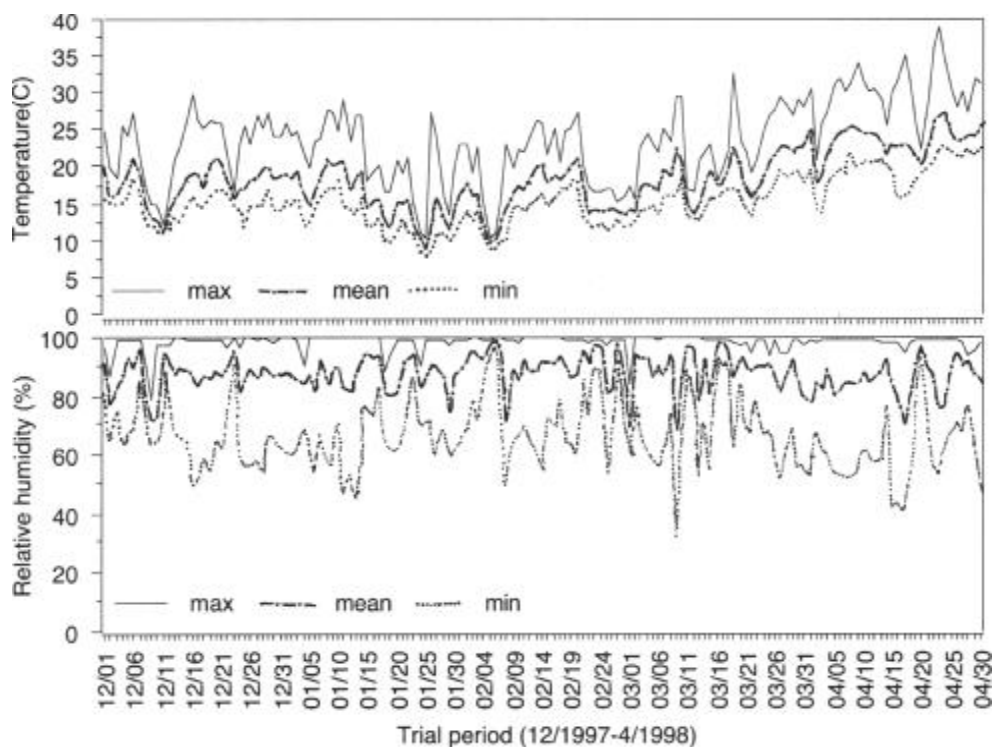
1998 年 2 月於台中縣神岡鄉溪洲村種植 12-14 cm 周徑之馬可波羅百合 (*Lilium* oriental hybrid cv. Maco Polo)，種植方向為

南北向。3 月 11 日開始進行藥劑防治試驗，田間藥劑防治設計採逢機完全區集設計，每畦劃分成四處理與對照組，處理之

間相距 40 株百合，畦與畦相隔一保護行，每處理 4 重複，每重複 100 株，自發病初期開始施藥，以後每隔七天施藥一次，共施藥四次，施藥前調查灰黴病植株罹病率 (disease incidence) 與罹病程度 (disease severity)，植株罹病率 (%) = (罹病株數 / 100) x 100，罹病程度 (%) = (罹病葉數 / 植株總葉數) x 100。由於各藥劑防治區與對照組田間罹病率不一，為明瞭藥劑之真正防治率，以 (該區施藥後－施藥前罹病率) / (對照組試驗後－試驗前之罹病率) x 100 換算為該藥劑之防治率 (%)，藉此了解單一藥劑施用後之防治效果。

試驗區之百合灰黴病菌對藥劑感受性之變化情形

上述田間藥劑防治試驗結束後，分別以逢機採樣方式採集罹病葉片，進行罹病組織分離，將分離菌株培養於 PDA 平板 3-4 天後，以 0.5 cm 直徑打孔器切取菌落邊緣菌絲塊，移植至分別含有撲克拉、護汰寧、快得寧及免克寧之 PDA 平板，藥劑濃度分別為 1、0.5、0.1、0.05 及 0.01 mg/l，對照組為不含任何藥劑之 PDA 平板，所有接種後之平板均移植至 24℃ 定溫箱中培養，以對照組之菌落長滿培養基之前一天資料進行藥劑感受性分析，計算撲克拉等殺菌劑對百合灰黴病菌之抑制百分比，利用直線迴歸公式計算該藥劑對試驗區內百合灰黴病菌菌株之 MIC 及 EC₅₀ 等數據，分析試驗區內百合灰黴病菌族群對測試藥劑使用前後之感受性變化情形。



圖二、1997 年 12 月至 1998 年 4 月於台中縣神岡鄉百合栽培區之溫溼度氣象資料。

Fig. 2. Temperature (°C) and relative humidity (%) were recorded in a lily growing area at Shengan, Taichung County from December 1997 to April 1998.

結 果

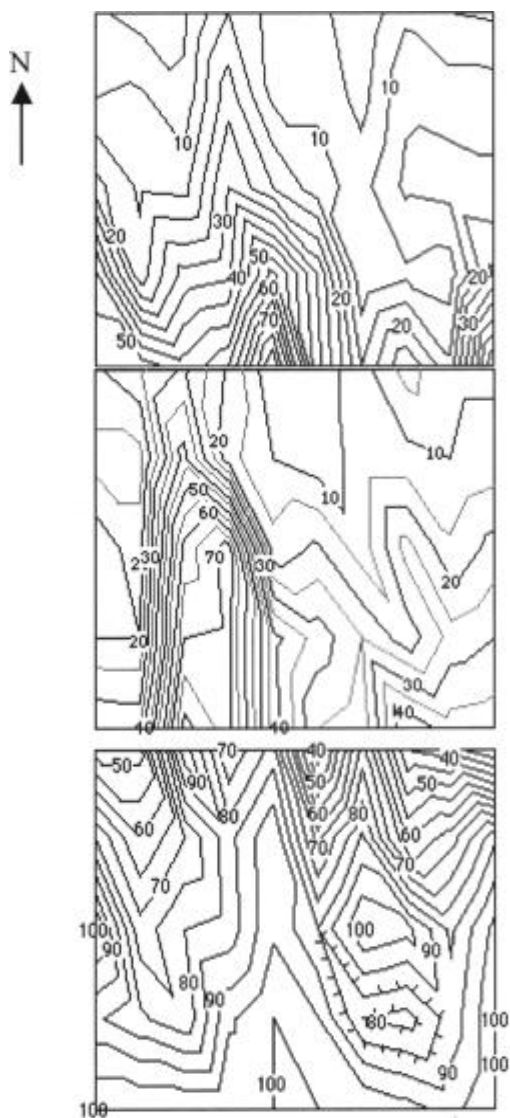
百合灰黴病日間發生與蔓延情形

Polyanna 姬百合於 1998 年 1 月 1 日種植初期未發生灰黴病，2 月 3 日開始發病，罹病率為 $21.1 \pm 18.4\%$ ，感染源來自鄰畦 Apledoorn 姬百合受 *B. elliptica* 感染之罹病株（圖一），2 月 10 日、17 日及 24 日之罹病率分別為 27.3 ± 19.7 、 81.3 ± 19.2 及 100% 。由田間溫溼度記錄儀顯示 1997 年 12 月至 1998 年 2 月之溫度平均值分別為 17.6 、 15.8 及 16.0°C ，相對溼度平均值則分別為 86.7 、 87.2 及 90.7% （圖二），但是由中位數（median）分析，溫度中位數則分別為 17.2 、 15.6 及 15.4°C ，相對溼度中位數分別為 92.3 、 90.1 及 96.7% ，顯示這段期間當溫度為 17.9°C 及相對溼度為 93.0% 時，適合灰黴病發生。

灰黴病發生期間，該區風向為東北風或北風，使病害呈現『北輕南重』之分布情形，顯示本病之蔓延與風向呈現密切關係（圖三）。從每畦北方與南方各取 10 點計算其罹病率，2 月 3 日時分別為 $6.2 \pm 3.9\%$ 及 $44.5 \pm 21.1\%$ ，2 月 17 日則分別為 $56.0 \pm 21.9\%$ 及 $99.0 \pm 2.3\%$ （圖三）。

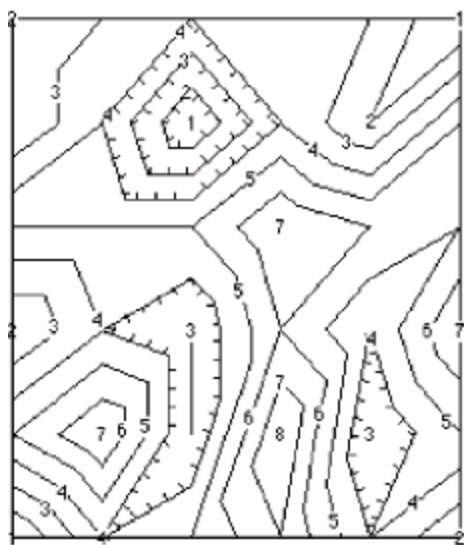
殺菌劑對百合灰黴病菌菌絲生長之影響

19 種供試藥劑中，以護汰寧、撲克拉、菲克利（hexaconazole）及護矽得（flusilazol）抑制菌絲生長的效果最好，其 EC_{50} 值分別為 0.007 、 0.025 、 0.093 及 0.228 mg/l ，然而后里及神岡地區常用之撲滅寧（procymidone）及免克寧（vinclozolin）則高達 59.021 及 1.284 mg/l （表一）。整體而言，苯基吡咯類（phenylpyrroles）、麥角醇合成抑制物（ergosterol biosynthesis inhibitors）及二羧亞胺類等殺菌劑對百合灰黴病菌菌絲生長之抑制效果最好。



圖三、臺中縣神岡鄉百合灰黴病(*Botrytis elliptica*)於田間之分布情形。圖內數字為百合灰黴病罹病植株百分率，以等高線方式繪製。上：1998 年 2 月 3 日；中：2 月 10 日；下：2 月 17 日。1998 年 2 月 24 日發病率達 100% 。

Fig. 3. Distribution of disease incidence of *Botrytis lily blight* (*Botrytis elliptica*) in the field was recorded at Shengan, Taichung County. Disease percentages were drawn by the contour line method. Upper, Feb. 3, 1998; middle, Feb. 10, 1998; lower, Feb. 17, 1998. Disease incidence reached 100% on Feb. 24, 1998.



圖四、1998年3月4日台中縣神岡鄉溪州村田間試驗進行前之病害分布情形。圖內數字為灰黴病植株罹病率，以等高線方式繪製。

Fig. 4. Distribution of disease incidence (%) of Botrytis lily blight before the field trial carried out at Hsichou, Shengan, Taichung County on March 4, 1998. Percentages of disease incidence (%) are indicated and drawn by the contour line method.

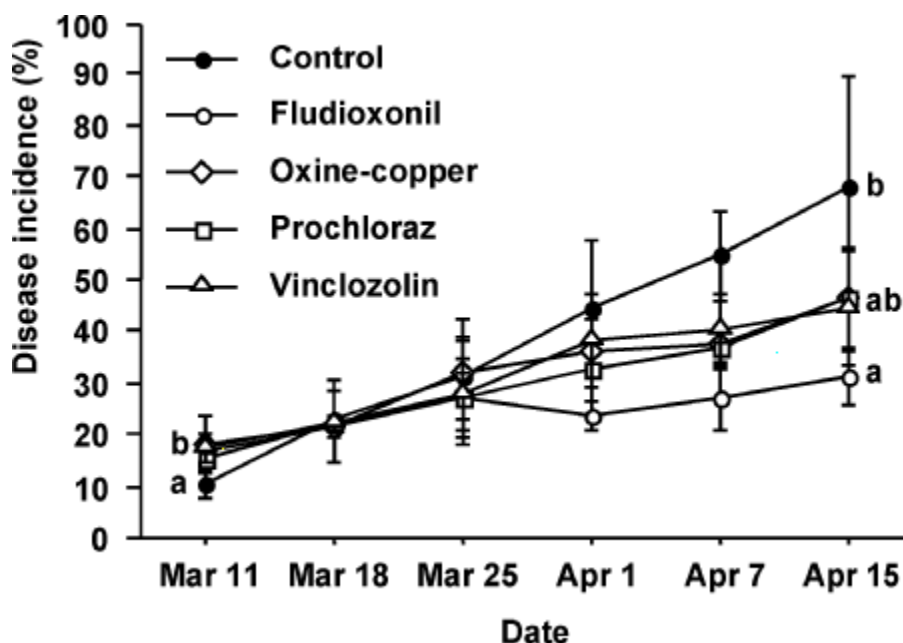
百合灰黴病之田間防治試驗

1998年3月4日試驗田百合灰黴病之罹病率分布情形如圖四所示，罹病率平均為 $4.1 \pm 1.9\%$ 。3月11日田間試驗進行前，護汰寧、快得寧、撲克拉、免克寧及對照區內之病罹病率分別為 16.8 ± 1.7 、 18.0 ± 2.9 、 15.0 ± 1.1 、 17.5 ± 1.3 及 $10.5 \pm 1.6\%$ ，依鄧肯氏新多變域測試法（Duncan's new multiple range test）分析，結果顯示對照區罹病率明顯低於各藥劑防治區，呈

現顯著差異，而各藥劑防治區之間則無顯著差異（ $p=0.05$ ）。4月1日用藥前，護汰寧、快得寧、撲克拉、免克寧及對照區內之罹病率分別為 23.6 ± 1.5 、 35.8 ± 3.4 、 32.5 ± 3.1 、 38.4 ± 4.5 及 $44.4 \pm 6.7\%$ ，罹病程度則分別為 0.9 ± 0.06 、 1.6 ± 0.08 、 1.4 ± 0.15 、 1.9 ± 0.18 及 $2.4 \pm 0.61\%$ ，護汰寧處理者與對照區呈現顯著差異（ $p=0.05$ ）。4月15日最後一次調查時，各處理之罹病率分別為 31.2 ± 2.6 、 46.3 ± 5.0 、 46.5 ± 4.9 、 44.3 ± 5.5 及 $68.1 \pm 10.9\%$ ，而罹病程度則分別為 1.3 ± 0.06 、 2.7 ± 0.14 、 2.3 ± 0.40 、 2.2 ± 0.38 及 $4.5 \pm 0.81\%$ ，藥劑處理者均與對照區呈現顯著差異（ $p=0.05$ ）（圖五）。若換算成防治率，則以護汰寧之防治效果最佳，高達 75.0% ，免克寧、撲克拉及快得寧效果較差，防治率分別為 53.5 、 50.9 及 45.3% 。

試驗田之百合灰黴病菌對藥劑感受性之變化情形

上述田間防治試驗結束後，採集各試驗區內之罹病葉片進行分離，共分得 106 株菌株。施用藥劑防治區所得之菌株對護汰寧之感受性，其 EC_{50} 與 MIC 值介於 0.003 - 0.030 mg/l 與 0.123 - 0.275 mg/l 之間，而對照區則為 0.066 mg/l 與 0.434 mg/l，顯示連續施用護汰寧、快得寧、撲克拉或免克寧 4 次後，各試驗區之百合灰黴病菌菌株對護汰寧無交叉抗藥性（cross resistance）情形。各試驗區之病原菌菌株對快得寧與撲克拉之感受性而言，其 EC_{50} 值無顯著差異（ $p=0.05$ ），而 MIC 值則顯示快得寧區菌株對撲克拉感受性下降，為 2.555 mg/l，呈現顯著差異。各試驗區菌株對免克寧之感受性，則呈現免克寧區菌株感受性高於其他試驗區菌株，其 EC_{50} 值為 2.961 mg/l，其餘試驗區菌株則介於 0.337 - 1.352 mg/l 之間，呈現顯著差異，而 MIC 值亦高於其它試區菌株，高達 59.9 mg/l（表二）。



圖五、1998 年馬可波羅百合(*Lilium oriental hybrid cv. Marco Polo*)灰黴病之田間藥劑防治試驗。Fludioxonil: 50 %護汰寧水分散性粒劑稀釋 1500 倍; Oxine-copper: 33.5 % 快得寧水懸劑稀釋 400 倍; Prochloraz: 25 %撲克拉乳劑稀釋 2000 倍; Vinclozolin: 50 %免克寧可濕性粉劑稀釋 1500 倍; Control: 無藥劑處理之對照組。圖中相同字母代表該藥劑防治效果於 1998 年 4 月 15 日調查時, 依鄧肯式新多域測試法分析無顯著差異($p=0.01$)。偏差範圍= 平均值 $\pm$ 標準偏差。

Fig. 5. Field trial of *Botrytis lily blight* carried out at Shengan, Taichung in 1998. Fludioxonil, 50 % WG, 0.67 %; oxine-copper, 33.5 % SG, 0.25 %; prochloraz, 25 % EC, 0.05 %; vinclozolin, 50 % WP, 0.67 %; control, blank treatment with no fungicide. Means for each treatment followed by the same letter do not significantly differ according to Duncan's new multiple range test ($p = 0.01$). Error bars indicate the mean $\pm$ standard deviation.

討 論

田間百合灰黴病傳播情形與前人研究類似^(4, 10), 初期以點狀分布, 若未經處理, 葉片及花苞等罹病組織腐爛後開始產孢, 形成第二次感染源, 藉風及雨水飛濺傳播, 導致灰黴病迅速發生與蔓延 (圖三), 筆者多年來調查百合病害發生情形, 於 1996 及 1998 年春季之灰黴病發生最嚴

重, 期間農友雖以撲滅寧、免得克寧 (metiram + vinclozolin) 及快得寧 (oxine-copper) 等藥劑進行防治, 仍無法有效地抑制灰黴病蔓延, 僅僅三星期就摧毀三到四分地的姬百合 (*Lilium asiatic hybrid cv. Polyanna*), 使農友損失慘重, 可見本病實為百合春季生產之限制因子。然而灰黴病在田間迅速爆發蔓延之主因, 除氣候條件適合發病外, 最重要的因素在於切花後的田間管理未確實所致, 農友往往

表二、田間防治試驗後之百合灰黴病菌菌株對防治藥劑感受性變化情形

Table 2. Variation in fungicidal sensitivity of *Botrytis elliptica* isolates from the end of the disease control field trial

<i>B. elliptica</i> isolated from field applied with	Sensitivity of <i>B. elliptica</i> against			
	Fludioxonil	Oxine-copper	Prochloraz	Vinclozolin
Effective concentration for 50 % inhibition (mg/l)				
Fludioxonil	0.003±0.002 d ¹	3.88±0.66 a	0.017±0.008 a	0.337±0.031 c
Oxine-copper	0.004±0.004 d	14.56±15.83 a	0.038±0.147 a	1.314±2.047 b
Prochloraz	0.030±0.010 b	40.01±81.58 a	0.027±0.014 a	1.351±1.807 b
Vinclozolin	0.013±0.011 c	68.98±133.10 a	0.021±0.017 a	2.961±0.714 a
Control	0.066±0.011 a	53.58±167.25 a	0.054±0.055 a	0.753±0.686 bc
Minimum inhibitory concentration (mg/l)				
Fludioxonil	0.123±0.042 c	44.3±23.5 a	0.860±0.044 b	6.7±0.2 b
Oxine-copper	0.201±0.039 bc	565.6±1145.8 a	2.555±2.653 a	45.9±111.6 ab
Prochloraz	0.188±0.092 bc	2.2±7.8x10 ⁴ a	0.979±0.557 b	44.7±71.9 ab
Vinclozolin	0.275±0.310 b	1.2±2.7x10 ⁴ a	0.772±0.125 b	59.9±4.3 a
Control	0.434±0.055 a	1.3±5.1x10 ⁴ a	0.892±0.599 b	29.2±47.8 ab

¹⁾ Means within columns followed by the same letter do not significantly differ according to the Duncan's new multiple range test ($p = 0.05$).

忽略切花田之衛生管理，使已切花之 Apledoorn 姬百合田區內形成大量二次感染源（圖一），Polyanna 姬百合、Stargazer 及 Acapulco 東方型百合等相鄰之未切花區雖持續施藥防治，亦無法有效控制病害發生（圖三）。由於溫溼度與植表水分對病害發生有密切關係^(4, 6, 8, 10)，目前最常採用溫溼度作為藥劑施用時機之監測模式^(6, 8, 17, 19, 28)，但是田間溫溼度每天隨時間而變動，呈現不對稱之偏態（skewness）分布，而非正常態分布（normal distribution）情形，以統計及植物流行病學而言，中位數（median）反而比算術平均數（arithmetic mean）更具代表性^(26, 31)，因此由神岡試驗田調查結果顯示，當田間溫度介於 15- 18 °C 之間及相對溼度大於 90 % 以上時，最容易發生灰黴病（圖三）。然而農友防治灰黴病之時機均依其田間經驗進行，不論田間溫溼度情形，只要雨季或霧季持續三、

四天時，立即每隔三、四天用藥一次，若對應上述百合灰黴病適合發病之溫溼度條件而言，卻早已錯失防治時機（圖二、三），以 1997 年 12 月為例，當月溫度為 17.2 °C 及相對溼度為 92.3 %，此時應進行藥劑保護工作，使灰黴病受到控制而不致於大面積發生。

另一方面，農友於田間施用藥劑時，大多噴施於葉表及花苞而非葉背，然而葉背乃灰黴病菌之主要感染位置⁽⁴⁾，卻因施藥位置錯誤而無法得到藥劑保護，或因百合種植密度過高，使植株間之葉表及葉背水分不易蒸散，導致灰黴病菌在植株覆蓋（canopy）下不斷產孢及感染，形成大量之二次感染源，以埔里大平頂百合區而言，香水百合植株葉片覆蓋情形遠大於阿卡波克百合，灰黴病發生時，香水百合區之灰黴病即較阿卡波克區嚴重（未發表資料），以上述之藥劑施用方式而言，根本無法有效地降低灰黴病之發病

率，然於發病初期以護汰寧、免得克寧等藥劑輪替使用，並配合清除罹病葉，香水百合區之罹病率可持續維持於 0.0-3.2 %之間，而阿卡波克百合則僅 2 株葉片出現病斑(未發表資料)。

在 19 種藥劑篩選裡，以苯基吡咯類殺菌劑之護汰寧抑制菌絲效果最佳，麥角醇生成抑制物殺菌劑之撲克拉、護矽得及菲克利次之(表一)，而目前推薦於田間防治灰黴病之免克寧、依普同(iprodione)、克氯得(chlozolinate)及撲滅寧等二羧胺類殺菌劑，其 EC_{50} 值均高於 1 mg/l(表一)，如南投清境菌株 CJF801 對撲滅寧之 EC_{50} 值(> 1000 mg/l)甚至較歐美地區作為監測抗藥性之 10 mg/l 依普同⁽⁹⁾或 50 mg/l 免克寧為高⁽²⁹⁾，推測該區可能因長期使用二羧胺類殺菌劑，導致灰黴病菌菌株對本類殺菌劑產生交叉抗藥性(cross resistant)^(16, 20, 21, 24, 25, 29, 32)，然而基於國內無該藥劑大量施用前對該類藥劑之基礎感受性(baseline sensitivity)資料，因此無法進一步證實田間確實產生抗藥性族群，僅能根據國外資料加以推測，然而此一國內植物病原真菌對殺菌劑之基礎感受性資料，實為田間合理、有效、安全用藥之重要依據，尤其當田間抗藥性族群產生後，有此一比對基礎感受性，可針對抗藥性問題加以管理。在田間殺菌劑應用方面，藥效之喪失為農友所關切，因此在應用藥劑防治時，必須特別注意以不同作用機制之藥劑輪替使用，以避免產生類似藥效喪失之情形。此類狀況亦可由神岡鄉田間試驗加以證實，該區長期使用免得克寧、克氯得及撲滅寧防治百合灰黴病，故免克寧於神岡試驗田施用一星期後，其發病率高於其他藥劑處理者，而施用四星期後之發病率仍比其他處理者高(圖五)，分析防治區及對照區菌株對免克寧之 EC_{50} 值，結果顯示免克寧防治區菌株之 EC_{50} 值高達 2.961 mg/l，為對照區及護汰寧區的 3.9

(2.961/0.753，表二)及 8.8(2.961/0.337，表二)倍，而 MIC 值則高達 59.86 mg/l(表二)，由此可見單一作用機制類型之藥劑於田間長期使用後，容易使病原菌產生耐藥性或抗藥性^(7, 9, 16, 29)，遠比歐洲地區用來監測葡萄灰黴病菌抗藥性菌株之 20 mg/l 高出許多^(22, 23)。而另一個早期發展之苯并咪唑類(Benzimidazole)殺菌劑免賴得在高達 1000 mg/l 濃度時，百合灰黴病菌仍能生長，值得進一步探討^(9, 12, 16, 18, 21, 25, 32)。護汰寧為新引進之殺菌劑，在田間連續施用下，對百合灰黴病之防治效果優於其它藥劑(表一)，且無免克寧產生抗藥性或耐藥性之情形(表二)，因此針對田間是否產生抗藥性菌株之問題，則急需建立國內重要植物病原真菌對護汰寧等新引進殺菌劑之感受性資料，因應未來田間抗藥性產生時，提供重要之感受性比對資料，藉以釐清田間藥效喪失之原因。

目前研究報告均採用罹病葉數百分率或罹病面積百分率作為百合灰黴病之罹病率表示方式^(4, 11, 30)，而非罹病株數百分比，此點與灰黴病菌並非強病原菌，無法直接摧毀植株，而是累積到某種程度後才產生摧毀性破壞有關，因此在研判防治效果時，應以罹病面積或罹病葉數百分比作為分析數據。然而發病率之計算方式影響用藥時機及防治效果，若採用發病株數為發病率，通常較能及時施藥防治灰黴病，若以罹病葉數百分比為統計資料時，雖然能夠比較藥劑之防治效果，卻容易發生誤判目前發病情形輕微，忽略此時用藥之重要性及持續性。因此必須結合兩者之優點，才能建立用藥時機及藥劑藥效之參考資料。有鑑於此，自 1998-2002 年后里、神岡及埔里等百合產區均以溫溼度監測灰黴病發生之可能性，配合護汰寧、免得克寧等藥劑輪替及注重田間衛生等管理模式，截至目前，僅於切花後之百合田零星發生灰黴病，已無 1996 及 1997 年百合

灰黴病大發生之慘況。

謝 辭

本研究承農委會藥毒所農藥應用組鄒雪玲、周欣宜小姐協助室內與田間試驗之進行，田間菌株收集與防治試驗復蒙臺中縣后里鄉王建城及陳欽全先生、神岡鄉鄭義田先生及臺糖埔里分場林向先生之協助，特此致謝。部份經費由農委會 87 科技—1.3—糧—26(1-1B)補助。

引 用 文 獻

1. 林其名。2002。植物保護月刊。行政院農業委員會農藥藥物試驗所編印。
2. 翁伯開、陳瑞祥、郭章信、蔡竹固。1998。百合灰黴病菌 *Botrytis elliptica* 的生理特性及存活。植保會刊 40：371-381。
3. 謝好芳、杜金池。1993。本省百合灰黴病之發生。植保會刊 35：355。(摘要)
4. 謝好芳、黃振宇。1998。百合灰黴病之發生條件與病勢發展。植保會刊 40：227-240。
5. Bateman, E. 1933. The effect of concentration on the toxicity of chemicals to living organisms. U.S.D.A. Tech. Bull. 33: 1-54.
6. Blakeman, J. P. 1980. Behaviour of conidia on aerial plant surfaces. p. 115-151. In: J. R. Coley Smith, K. Verhoeff, and W. R. Jarvis [eds.], The Biology of *Botrytis*. London, Academic Press.
7. Bolton, A. T. 1976. Fungicide resistance in *Botrytis cinerea*, the result of selective pressure on resistant strains already present in nature. Can. J. Plant Sci. 56: 861-864.
8. Bulger, M. A., Ellis, M. A., and Madden, L. V. 1987. Influence of temperature and wetness duration on infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* and disease incidence of fruit originating from infected flowers. Phytopathology 77: 1225-1230.
9. Chastagner, G. A., and Riley, K. 1990. Occurrence and control of benzimidazole and dicarboximide resistant *Botrytis* spp. on bulb crops in western Washington and Oregon. Acta Hort. 266: 437-445.
10. Doss, R. P., Chastagner, G. A., and Riley, K. L. 1984. Techniques for inoculum production and inoculation of lily leaves with *Botrytis elliptica*. Plant Dis. 68: 854-856.
11. Doss, R. P., Christian, J. K., and Chastagner, G. A. 1988. Infection of Easter lily leaves from conidia of *Botrytis elliptica*. Can. J. Bot. 66: 1204-1208.
12. Elad, Y., Yunis, H., and Katan, T. 1992. Multiple fungicide resistance to benzimidazoles, dicarboximides and diethofencarb in field isolates of *Botrytis cinerea* in Israel. Plant Pathol. 41: 41-46.
13. Elad, Y., Gullino, M. L., and Aloï, C. 1995. Managing *Botrytis cinerea* on tomatoes in greenhouses in the Mediterranean. Crop Prot. 14: 105-109.
14. Forster, B., and Staub, T. 1996. Basis for use strategies of anilinopyrimidine and phenylpyrrole fungicides against *Botrytis cinerea*. Crop Prot. 15: 529-537.
15. Hsiang, T., and Chastagner, G. A. 1991. Growth and virulence of fungicide-resistant isolates of three species of *Botrytis*. Rev. Can. Phytopathol. 13: 226-231.

16. Hsiang, T., Hsieh, T. F., and Chastagner, G. A. 2001. Relative sensitivity to the fungicides benomyl and iprodione of *Botrytis elliptica* from Taiwan and the Northwestern U.S.A. Plant Pathol. Bull. 10: 93-95.
17. Huber, L., and Gillespie, T. J. 1992. Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. Ann. Rev. Phytopathol. 30: 553-570.
18. Josepovits, G., Gasztonyi, M., and Mikite, G. 1992. Negative cross-resistance to N-phenylanilines in benzimidazole-resistant strains of *Botrytis cinerea*, *Venturia nashicola* and *Venturia inaequalis*. Pestic. Sci. 35: 237-242.
19. Lacy, M. L., and Pontius, G. A. 1983. Prediction of weather-mediated release of conidia of *Botrytis squamosa* from onion leaves in the field *Allium cepa*, leaf blight. Phytopathology 73: 670-676.
20. Leroux, P., Chapeland, F., Desbrosses, D., and Gredt, M. 1999. Patterns of cross-resistance to fungicides in *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) isolates from French vineyards. Crop Prot. 18: 687-697.
21. Migheli, Q., Aloï, C., and Gullino, M. L. 1990. Resistance of *Botrytis elliptica* to fungicides. Acta Hort. 266: 429-436.
22. Moorman, G. W., and Lease, R. J. 1995. Incidence of dicarboximide fungicide resistance in *Botrytis cinerea* monitored in two greenhouse. Plant Dis. 79: 319.
23. Moorman, G. W., Lease, R. J., and Vali, R. J. 1994. Bioassay for dicarboximide resistance in *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 78: 890-891.
24. Skrzypczak, C. 1992. Evaluation of fungicides and Atpol effect on control of *Botrytis elliptica* (Berk.) Cooke on field grown lilies. Acta Hort. 2: 793-796.
25. Smith, C. M. 1988. History of benzimidazole use and resistance. p. 22-24. In: C. J. Delp [ed.], Fungicide resistance in North America, St. Paul, APS Press.
26. Sokal, R. R., and Rohlf, R. J. 1995. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 3rd ed, W. H. Freeman and Company, New York.
27. Stehmann, C., and Waard, M. A. d. 1996. Factors influencing activity of triazole fungicides towards *Botrytis cinerea*. Crop Prot. 15: 39-47.
28. Vincelli, P. C., and Lorbeer, J. W. 1989. BLIGHT-ALERT: A weather-based predictive system for timing fungicide applications on onion before infection periods of *Botrytis squamosa*. Phytopathology 79: 493-498.
29. Vink, P., and Koster, A. T. J. 1990. The inhibitory action in vitro of diethofencarb against pathogenic fungi from bulbous and tuberous plants. Acta Hort. 266: 413-418.
30. Yunis, H., Shtienberg, D., Elad, Y., and Mahrer, Y. 1994. Qualitative approach for modelling outbreaks of grey mould epidemics in non-heated cucumber greenhouses. Crop Prot. 13: 99-104.
31. Zar, J. H. 1996. Biostatistical Analysis. 3rd ed, Prentice Hall International, London.
32. Zhou, M. G., Ye, Z. Y., and Liu, J. F. 1987. Detection of resistance of grey mold (*Botrytis cinerea*) to benzimidazoles in the field. J. Nanjing Agric. Univ. 2: 53-58.

ABSTRACT

Lee, M. L.^{1*}, Chen, L. C.², and Chen, T. Z.² 2004. Fungicide screening and its disease control effect on *Botrytis lily blight*. Plant Prot. Bull. 46: 1-13. (¹Pesticide Application Division, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC; ²Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 402, ROC)

Botrytis lily blight, caused by *Botrytis elliptica*, is one of the limiting factors of lily production during spring in central Taiwan. To control this disease, 19 fungicides distributed in 9 classes were screened *in vitro* against mycelial growth of *B. elliptica*. Results showed that mycelial growth was inhibited by dicarboxinides (e.g., procymidone and vinclozolin), ergosterol biosynthesis inhibitors (e.g., prochloraz and hexamizole), organic copper (oxine-copper), and phenylpyrroles (fludioxonil) which had superior effects compared to the others. Their effective concentrations for 50 % inhibition (EC₅₀) were 0.2- 231.8, 0.016- 14.52, 1.044- 7.467, and 0.001- 0.018 mg/l, respectively. Among these effective fungicides, fludioxonil, oxine-copper, prochloraz, and vinclozolin were selected as disease control fungicides for a field trial at Shengan, Taichung County from March to April 1998. After 4 applications, disease incidences of *Botrytis lily blight* in fludioxonil, oxine-copper, prochloraz, vinclozolin, and control plots were 31.2 %, 46.3 %, 46.5 %, 44.3 %, and 68.1 %, respectively. Results suggested that fludioxonil was the best fungicide for controlling *Botrytis lily blight* in the field. More than 100 isolates of *B. elliptica* obtained from infected plants at the end of the field trial showed similar responses to fludioxonil, and their EC₅₀ values were 0.003- 0.066 mg/l.

(Key words: lily, *Botrytis blight*, *Botrytis elliptica*, fungicide, disease control, sensitivity)

*Corresponding author. E-mail: mllee@tactri.gov.tw