台灣葡萄露菌病之防治

摘要：游走胞子囊在懸浮液中於24℃經1小時釋放游走子，游走子與寄主接觸後20-60分鐘完成侵入，6小時後形成第一個吸器。接種96小時後可形成病斑，並產生游走胞子囊。測試15種殺菌劑對本病菌游走子釋放、產胞之影響，結果鋅錳乃浦抑制游走子釋放之效果最佳，其完全抑制濃度為10 ppm，唯滅達樂及克絕則無此作用。測試10種推薦藥劑對本菌侵入葉片至產胞的影響，所有供試藥劑在本菌侵入前或侵入後及有病斑產胞者浸藥，均有防治效果，其中7種可以完全抑制產胞，侵入24小時後才浸藥，則僅80% Fosetyl-Al W.P.、8% Cymoxanil＋64% Mancozeb W.P.及10% Metalaxyl＋48% Mancozeb W.P.等藥劑有明顯抑制效果，侵入後96小時及120小時後施藥，則僅80% Mancozeb W.P.及10% Metalaxyl＋48% Mancozeb W.P.效果最佳，除殺死已產胞者外，經96小峙觀察時能抑制再產胞。於溫室以盆栽葡萄測試80% Mancozeb W.P. 600倍、10% Metalaxyl＋48% Mancozeb W.P. 400倍及8% Cymoxanil＋64% Mancozeb W.P. 750倍等三種藥劑存留在植體上有效完全抑制露菌病發生時間均不能超過2週。田間試驗，以10% Metalaxyl＋48% Mancozeb W.P. 400倍、80% Mancozeb W.P. 600倍、8% Cymoxanil＋64% Mancozeb W.P. 750倍三種藥劑輪用之防治效果較佳，約可維持一個月的保護效果。

關鍵字: 葡萄露菌病、殺菌劑、防治

緒　言

葡萄為本省重要果樹產業[2]，栽培面積五千公頃，產值每年達12億5千萬元，葡萄在本省特殊栽培環境，病害種類達12種以上[5]，因此在特定時間內，病害全程防治上，不能祇為防治某一特定病害，而忽略其他病害，故在設計防治策略時，用藥時機、藥劑種類及避免產生抗藥性菌株均需考慮。露菌病為本省葡萄栽培前期之主要限制因子。然而目前推薦藥劑達11種以上，農民往往不知如何選擇用藥，錯失用藥時機或誤用農藥因而造成嚴重減產。本研究乃將目前已推薦或具潛勢之藥劑加以篩選比較，並擬訂較佳之用藥組合，以供農民之參考。

葡萄露菌病係由卵菌綱之露菌 *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt.) Berl. & de Toni 所引起，主要危害葉片，果軸、幼果及嫩莖等．初期病斑呈水浸狀，隨後組織壞疽而呈角斑狀．並在葉背病斑處或其他被害組織上產生白色游走胞子囊。另於適合發病的環境下，病菌於一些葉背產胞，滿佈全葉，無角斑狀病徵，隨後葉片乾枯掉落。果房罹病時，罹病處呈水浸狀，組織變褐色，果軸處腫大扭曲，隨後乾枯斷落。本病在本省主要發生在夏果4月底至6月間，冬果9月至11月初，嚴重時常導至顆粒無收的地步，是本省葡萄栽培前期的主要限制因子[5]。

本病在世界其他主要栽培區如歐洲、南美、南非、澳紐、日本、中國等地亦為主要病害[12]。有關本病的發生預測及防治試驗

在國外研究頗多[13]，然而鑑於台灣葡萄栽培多為二收，產期與國外頗不相同，且有關露菌病害發生生態，侵染過程僅有零星報告[1,4]。因此本文亦就有關本菌之侵染過程及藥劑篩選、田間病害發生調查及用藥情形做一報告，以為相關研究之參考。

材料與方法

菌　源

菌源採自彰化縣大村鄉巨峰栽培園之自然罹病葉，病葉取回試驗室後，以自來水洗淨，放入直徑9公分培養皿所製成之濕室中，置於24℃不照光的定溫箱內24小時誘導產胞後，以無菌水製成(濃度10^4游走胞子囊/毫升)之接種源。隨後取栽植於溫室之盆栽巨峰葡萄的成熟葉，切成1.5×1.5公分小片，每切葉片滴定接種源10 μl，隨即移入24℃定溫箱中，24小時後吸去水滴，復置於定溫箱內，4天後可以在接種處產生大量白色胞囊，如此反覆三次，即以切葉片大量培養供組織學試驗之用。菌源材料約每7天以切葉繼代培養一次。溫室接種試驗則是將上述接種源，接種於溫室巨峰品種之葉片上，隨即套袋保濕並置於24℃之植物生長箱內，4天後可以取得大量接種源為盆栽植株接種之用。

侵染過程

以10 μl之10^4游走胞子囊/毫升滴定切葉片接種後，每隔30分鐘將接種處切下，以飽和水化氯醇(Chloral hydrate, Fluka Chem.)透化72小時後，以無菌水洗淨，再以0.1%棉藍乳酚液(Cotton blue-lactophenol)染色24小時後，再移入乳酚液中退染，隨即鏡檢觀察菌絲之侵染情形。掃瞄及穿透電子顯微鏡觀察以前述材料依高等氏之方法製備[3]，並以日立S-410掃瞄式顯微鏡及日立H-300穿透式電子顯微鏡觀察及照相。

室內藥劑篩選

供試藥劑共15種，測定各藥劑對游走胞子囊釋放游走子的影響，其普通名稱，商品名，有效成份及中文普通名稱列於表一。將藥劑配成各種不同濃度後，再將游走胞子囊置於各濃度藥劑溶液中，置於24℃定溫箱中，4小時後取出以棉藍乳酚液固定後，計算釋放游走子之游走胞子囊百分率，求出各藥劑之最低抑制濃度(MIC min)，最高無效濃度(NEC max)，並以機差數值估算出50%抑制濃度(EC_{50})之範圍。

藥劑對切葉上產胞之影響，係用政府已推薦之殺菌劑10種，按推薦濃度於接種前24小時，接種後24小時，96小時及120小時後浸藥，對照則用水洗去已產胞者，再經96小時，觀察各處理之切葉再產胞情形。每處理三切葉片，接種源濃度及接種方式則如前述。

溫室藥效試驗

本試驗則以58%鋅錳滅達樂可濕性粉劑400倍，80%鋅錳乃浦可濕性粉劑600倍及72%鋅錳克絕可濕性粉劑750倍為供試藥劑，於噴藥24小時，1週及2週後，接種10^4游走胞子囊/毫升濃度之游走胞子囊懸浮液至液滴程度止，測定藥劑在植株上之有效保護期間，每處理為8棵，置於24℃植物生長箱中並套袋保濕，病害等級則每一葉片按發病面積大小而分級，以0表示未發病，1表示發病面積占全葉1-5%，2表示發病面積占全葉6-15%，3表示發病面積占全葉16-40%，4表示發病面積占全葉41%以上，並依下列公式計算罹病度，且進行顯著性測驗，以瞭解各藥劑之藥效。

$$\text{罹病度} = \Sigma \frac{\text{指數} \times \text{該指數罹病葉片數}}{4 \times \text{調查葉數}} \times 100\%$$

田間藥效試驗

田間試驗採用單劑及輪用藥劑之藥效試驗兩種。單一藥劑以新社巨峰栽培園之

表一、篩選防治葡萄露菌病用藥之普通名、商品文普通名

TABLE 1. Common name, trade name and Chinese common name of fungicides screened for the control of grape downy mildew disease

Common name		Trade name	Chinese common name
35%	Benalaxyl W.P.	Galben	本達樂
8%	Benalaxyl+50% Folpet W.P.	Galben F	福爾本達樂
8%	Benalaxyl+64% Mancozeb W.P.	Galben M8	鋅錳本達樂
Copper sulfate		—	硫酸銅
80%	Cymoxanil W.P.	Curzate	克絕
8%	Cymoxanil+64% Mancozeb W.P.	Curzate M	鋅錳克絕
8%	Cymoxanil+67% Metiram W.P.	Aviso	免得克絕
80%	Fosetyl-Al W.P.	Aliette	福賽得
50%	Fosetyl-Al+25% Folpet W.P.	Mikal	福賽培
80%	Mancozeb W.P.	Dithane M	鋅錳乃浦
63%	Mancozeb-Cu W.P.	Cuprosan 311	銅鋅錳乃浦
70%	Metalaxyl W.P.	Ridomil	滅達樂
10%	Metalaxyl+48% Mancozeb W.P.	Ridomil MZ	鋅錳滅達樂
8%	Oxadixyl+56% Mancozeb W.P>	Sandofan M8	鋅錳歐殺斯
33.5%	Oxine copper E.C.	Quinolate	快得寧

1985年夏果及1989年冬果為供試對象，以58%鋅錳滅達樂400倍，80%鋅錳乃浦600倍及福賽得800倍為供試藥劑，1985年噴藥日期為4月8日、4月18日、4月27日、5月5日、5月13日、5月20日，調查日期則除與噴藥日期相同外，另於5月30日再調查一次。1989年之供試藥劑相同，噴藥日期則為8月14日、8月21日、8月28日、9月4日，調查日期除上述噴藥日外，另增加9月11日、9月18日及9月25日。試驗皆採達機完全區集(RCBD)設計，每處理區5×4平方公尺，於發病初期開始施藥，施藥時以傳統背囊式手壓五孔噴頭噴藥筒為之，單位平均用水量為0.15L/m^2。調查時每區於3×2平方公尺區域內，數100葉片，並依上述室內藥劑篩選所列方法及公式求罹病度，所得結果並進行變方分析及顯著性測驗。

輪用藥劑試驗則以1985年冬果及1987年夏果於新社地區進行，田間試驗設計如前述，1985年用藥時期為9月19日、9月25日及10月3日共三次，三種組合中第一組合以58%鋅錳滅達樂400倍、80%鋅錳乃浦600倍及72%鋅錳克絕750倍三種藥劑間隔7-10天輪用，第二組合以72%鋅錳克絕750倍及58%鋅錳滅達樂400倍輪用，第三組合為不噴藥對照。1987年用藥時期為5月2日、5月12日、5月21日及6月2日共四次，亦分三組合，第一組合為鋅錳滅達樂、鋅錳乃浦及鋅錳克絕，為顧及其它病害發生，第三次噴撲克拉錳；第二組合為鋅錳克絕、鋅錳乃浦、鋅錳滅達樂輪用，倍數如前；第三組合為不噴藥對照。夏果在開花前期第一次用藥，1985年冬果在萌芽3個展開葉後用藥。

1990年夏果於新社，選擇前期作罹病度在30%以上之果園進行試驗，3月28日開花，於4月5日發現果園有一病葉後，立即開始進

行露菌病防治，4月5日使用72%鋅錳克絕750倍，4月13日使用80%鋅錳乃浦600倍，4月27日使用72%鋅錳克絕750倍，同時間並調查鄰近果園農民自行用藥及其發病情形，以茲比較。

結　果

侵染過程

24℃定溫箱培養產生之游走胞子囊，配成懸浮液後，約1小時便開始釋放游走子，游走子雙鞭毛(圖一、二)，於釋放後20-60分鐘內靜止，並經氣孔侵入寄主內(圖三)，隨即形成氣孔下囊(圖四)。接種約6小時後形成第一個吸器，24℃下培養96小時後，能產生新的游走胞子囊(圖五)，游走胞子囊無法主動釋放，但遇水即脫落，並釋放游走子侵染寄主。

藥劑對游走胞子囊釋放游走子之影響

測試15種殺菌劑結果如表二，抑制游走胞子囊釋放游走子效果較佳者為鋅錳乃浦及鋅錳乃浦的混合劑，其中完全抑制濃度(MIC)在12.5 ppm以下者為80%鋅錳乃浦10 ppm，58%鋅錳滅達樂12.5 ppm及63%銅鋅錳乃浦7.5-12.5 ppm。至於64%鋅錳歐殺斯之MIC則介於10-25 ppm之間。保護性藥劑中福爾培(Folpet)、硫酸銅(Copper sulfate)、免得克爛(Metiram)等完全抑制濃度均在50 ppm左右，其效果較鋅錳乃浦為差。以滅達樂(Metalaxyl)及克絕(Cymoxanil)之單劑測試其抑制釋放游走子之效果，結果MIC分別為100 ppm及1000 ppm。由此可知該兩藥劑的作用機制不在於抑制游走子之釋放。

切葉片浸藥劑對本菌致病及產胞之影響

切葉片於接種病菌前24小時，接種後經24小時、96小時、120小時進行浸藥處理之結果如表三。接種前24小時浸藥者，供試藥劑中除鋅錳歐殺斯，銅鋅錳乃浦，鋅錳本達樂等3種有少許發病外，均完全抑制本病菌產胞。接種經24小時後才浸藥時，則僅福賽得800倍、鋅錳克絕750倍及鋅錳滅達樂400倍有完全抑制產胞的效果；鋅錳乃浦、松香酯酮、鋅錳本達樂效果次之，但所有供試藥劑與對照皆達5%顯著差異。接種後96小時用藥時，原已產胞者皆被殺死，再經96小時觀察時，鋅錳乃浦、鋅錳克絕及鋅錳滅達樂抑制再產胞效果最佳。120小時後用藥則僅鋅錳克絕仍具完全抑制再產胞的效果，次好者為鋅錳乃浦，鋅錳滅達樂、鋅錳歐殺斯。顯然接種前藥劑處理，所有藥劑皆有保護效果，但接種24小時後，菌絲已在寄主內生長，大多數保護劑均無良好防治效果，系統性藥劑因可在植物體內移行，故顯現殺菌效果。

溫室藥效試驗

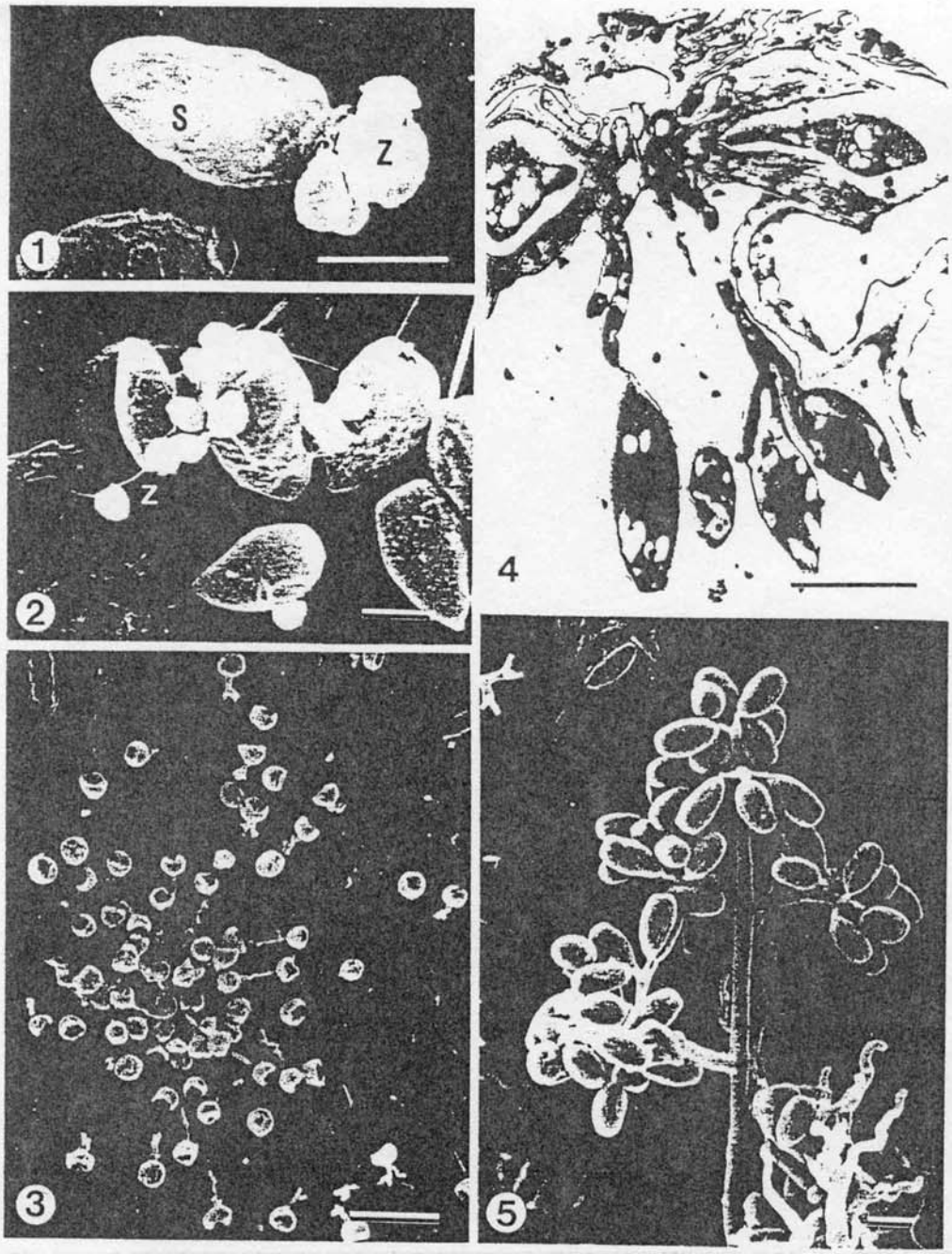
室內篩選結果最佳之三種藥劑為58%鋅錳滅達樂、80%鋅錳乃浦及72%鋅錳克絕。該三種藥劑以植物保護手冊推薦濃度進行溫室篩選試驗，在溫室環境下藥效在植物體上雖然至第二週仍與對照有顯著差異，但噴藥處理經二週接種時已無法完全抑制產胞(表四)，可知藥效已有衰退的現象。

田間單藥劑試驗

1985年夏果(圖六A)係在病徵開始出現前噴藥，4月27日病徵開始出現時，各處理間無顯著差異，5月5日起各處理間開始有所差異，5月13日對照區發病達到13%，而福賽得處理區僅1.0%、鋅錳滅達樂區則為1.4%、鋅錳乃浦區則為4.7%，可知各處理間以福賽得及鋅錳滅達樂效果最佳，鋅錳乃浦則較差。1989年冬果(圖六B)於田間平均發病度達15%左右才開始用藥，共計用藥四次至9月4日止，調查結果知至9月25日各處理間與不噴藥對照區仍呈顯著差異，其中鋅錳克絕區罹病度為0.4%、鋅錳滅達樂區為2.6%、鋅錳乃浦區則為5.4%、不噴藥對照則達16.1%。

田間輪用藥劑試驗

1985年冬果(圖七A)，於剛要發病之9月19日始至10月3日共噴藥三次，罹病度僅1.2



圖一、*Plasmopara viticola*游走胞子囊釋放游走子。線長＝15 μ m

Fig. 1. Zoospore discharge of *Plasmopara viticola*. bar＝15 μ m

圖二、*Plasmopara viticola*游走胞子及空的游走胞子囊。線長＝30 μ m

Fig. 2. Zoospore and empty zoosporangia. bar＝30 μ m

圖三、游走子在寄主氣孔上聚集，靜止發芽並侵入寄主氣孔。線長＝30 μ m

Fig. 3. Zoospore aggregated on stomata, encysted and penetrated in host stomata. bar＝30 μ m

圖四、*Plasmopara viticola*侵入寄主後4小時，在寄主內形成氣孔下囊。線長＝10 μ m

Fig. 4. The substomata vesicles formed under lower epidermis 4 hr after penetration. bar＝10 μ m

圖五、*Plasmopara viticola*之游走胞子囊柄。線長＝15 μ m

Fig. 5. Zoosporangia and sporangiophore of *P. viticola*. bar＝15 μ m

表二、15種殺菌劑對葡萄露菌病菌游走子胞囊釋放游走子之影響

TABLE 2. Dosal effect of 15 fungicides on the zoospore discharge of *Plasmopara viticola*

Fungicide	Chinese name	Dose(ppm) NEC(Max)[1]	EC50[2]	MIC[3]
Benalaxyl＋Mancozeb	鋅錳本達樂	0.1-1	50	50
Cymoxanil＋Mancozeb	鋅錳克絕	0.5	1-5	50
Mancozeb	鋅錳乃浦	1-5	1.6	10
Metalaxyl＋Mancozeb	鋅錳滅達樂	1	2.5-5	>12.5
Benalaxyl＋Folpet	福爾本達樂	1	1.25	100
Fosetyl-Al＋Folpet	福賽培	1-12.5	5-6.25	50
Copper sulfate	硫酸銅	1	3.1-5	50
Mancozeb-Cu	銅鋅錳乃浦	1-1.3	1.3-2.5	7.5-12.5
Oxadixyl＋Mancozeb	鋅錳歐殺斯	2.5	1-10	10-25
Cymoxanil＋Metiram	免得克絕	3.1	10-12.5	50
Benalaxyl	本達樂	12.5	50-100	500
Fosetyl-Al	福賽得	31.25	50	80
Oxine copper	快得寧	25-50	100-250	1000
Metalaxyl	滅達樂	100	500-750	1500
Cymoxanil	克絕	125	500	1000

1. NEC (Max): The maximum non-effective concentration.
2. EC_{50}: The effective concentration of 50% inhibition.
3. MIC: The minimum inhibitory concentration.

表三、接種前、後不同時間浸清殺菌劑對切葉片上葡萄露菌游走胞子囊產生的影響

TABEL 3. Effect of fungicides applied before and after inoculation[1] on the sporulation of *Plasmopara viticola* on the grape leaf discs

Fungicide concentration)	Chinese name	Number of zooporangia/leaf disc Time for fungicide treatment either (diluted before (－) or after (＋) inoculation －24 hr	＋24 hr	＋96 hr	＋120 hr
Control (Water)		86.67 a[2]	88 a	57.7 a	115.7 a
Oxine copper (1500 X)	快得寧	0 c	59.7 b	74.7 a	40.7 b
Oxadixyl＋Mancozeb (500 X)	鋅錳歐殺斯	9 b	45.3 c	54.3 ab	22.3 de
Mancozeb-Cu (600 X)	銅鋅錳乃浦	4 bc	34 d	11.3 de	15.5 e
Copper hydrozide (800 X)	氫氧化銅	0 c	29.3 d	31.8 cd	41 b
Mancozeb (600 X)	鋅錳乃浦	0 c	16.7 e	0.3 e	16.3 de
Copper linoleate (1000 X)	松香脂銅	0 c	12 e	61 a	26.3 cd
Benalaxyl＋Mancozeb (1000 X)	鋅錳本達樂	8.3 b	11.3 e	25.7 cd	29.3 cd
Fosetyl-Al (800 X)	福賽得	0 c	0 f	37.3 bc	26.3 cd
Cymoxanil＋Mancozeb (750 X)	鋅錳克絕	0 c	0 f	0 e	0 f
Metalaxyl＋Mancozeb (400 X)	鋅錳滅達樂	0 c	0 f	0 e	20 de

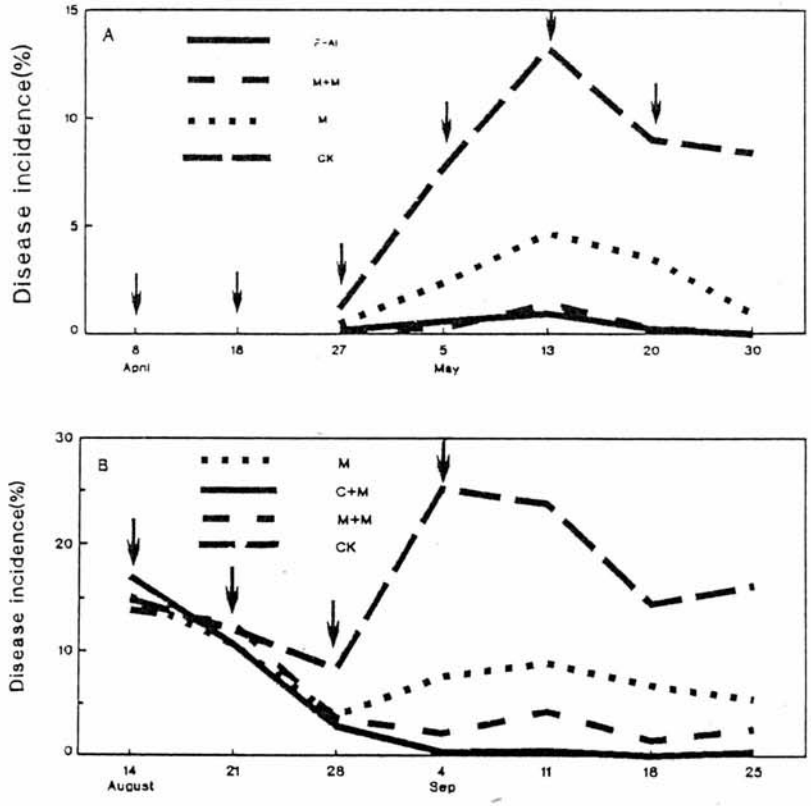
1. Detached leaf discs were inoculated with zoospore suspension (10^4 zoospore/ml) and incubated at 24℃ in the drk. Number of zoosporangia was counted 96 hr after fungicide treatment.
2. Data followed by the same letter within each column are not significantly different at P=0.05, according to Duncan's multiple range test.

%及6.5%，對照不噴藥區則達34%。1987年夏果(圖七B)，用藥共三次，至6月10日調查罹病度僅為2.0%及8.5%，對照區則達78%，發病極為嚴重。

1990年夏果試驗與鄰近農民自行防治之效果比較如下，供試田於3月28日開始開花，4月5日首次於田間調查時發現一片罹露菌病葉，隨即分別於4月5日、4月13日、4月27日分別使用鋅錳克絕750倍，鋅錳乃浦600倍及鋅錳克絕750倍防治，試驗期間4月14日至4月25日連續降雨，至5月9日調查，供試園罹病度小於1%，鄰近5個農民自行防治果園罹病度則分別為5.3%、2%、9%、9.6%及45.3%，均較供試果園發病嚴重，其中罹病度在2%者之果農每2天用藥一次，罹病度在5.3%之果農則每隔3天用藥一次。其餘各田之用藥次數因園主未提供詳細資料而未知，但均較供試田之用藥次數為多。至於罹病度在45.3%者，乃發病太嚴重而廢耕者。

討　論

世界主要葡萄栽培區，葡萄露菌病菌多以卵胞子形態越冬，次年卵胞子發芽產生游走胞子囊，做為第一次感染源，因此在病害預測上多以卵胞子發芽之溫度、濕度為預測依據(12)。本省地處亞熱帶，高溫多濕，葡萄產期調節各地又不相同，幾乎全年皆有葡萄栽培，因此國外之預測方式並不適於我國。作者於1985年起，於台中新社、東勢、霧峰



圖六、單一藥劑對葡萄露菌病之防治效果。

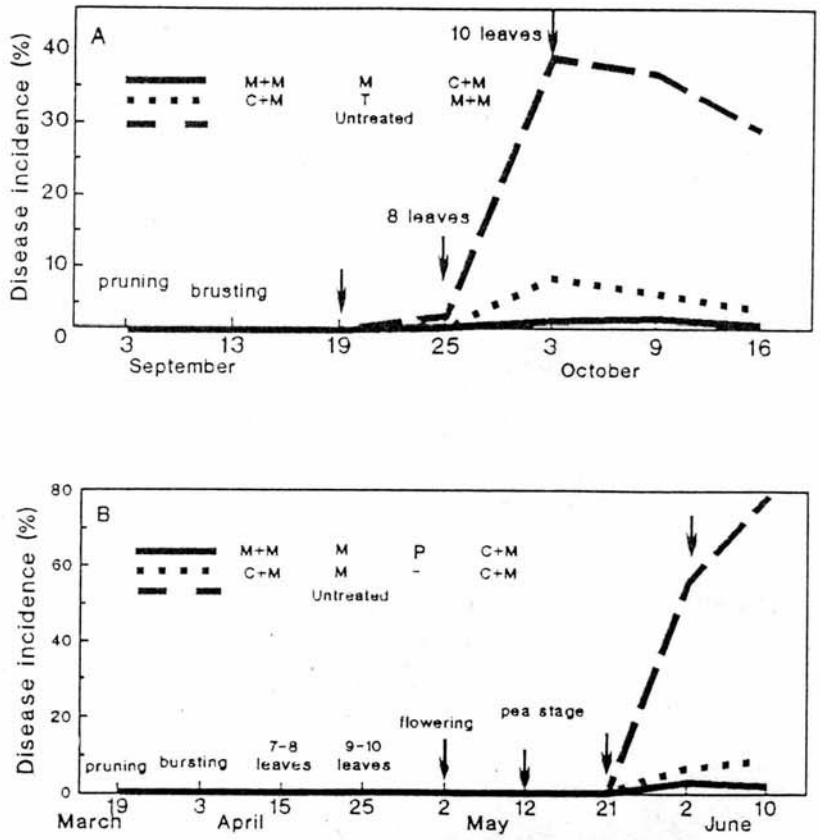
Fig. 6. Effect of single fungicides on controlling grape downy mildew disease in 1985 (A) and 1989 (B). Arrow indicates spray date. (F-Al: 80% Fosetyl-aluminum, M+M: 10% metalaxyl +48% mancozeb W.P., M: 80% mancozeb W.P., C+M: 80% cymoxanil +64% mancozeb W.P.)

表四、噴藥後不同時間分別接種葡萄露菌之發病情形

TABLE 4. Persistence of different fungicides against Plasmopare viticola

Treatment	Chinese name	Disease incidence (%)[1]		
		24hr[2]	1wk	2wk
Metalaxyl＋Mancozeb 400 X	鋅錳滅達樂	0	0	6.8 a[3]
Mancozeb 600 X	鋅錳乃浦	0	0	7.6 a
Cymoxanil＋Mancozeb 750 X	鋅錳克絕	0	0	9.4 a
Control		64.3	83.3	49.1 b

1. Disease incidence was surveyed one week after inoculation.
2. Time for inoculation after fungicide sprayed.
3. Data followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test at P=0.05. Standard deviation was ± 11.8, ± 6.7, ± 8.9 and ± 3.7, respectively, in the order listed.



圖七、1985年(A)及1987年(B)田間不同用藥組合對葡萄露菌病之防治效果。

Fig. 7. Effect of different spray combination of fungicides on controlling grape downy mildew disease in 1985 (A) and 1987 (B). Arrow indicates spray date. (M + M: 10% metalaxyl + 48% mancozeb W.P., M: 80% mancozeb W.P., C + M: 80% cymoxanil + 64% mancozeb W.P., T: 5% triadimefon W.P., P:50% prochloraz Mn. Triadimefon and prochloraz Mn were used to control powdery mildew.)

本所及彰化大村、溪湖等地經過多年調查，一直無法找到卵胞子，因此認為本菌卵胞子在本省病害傳播上並不佔有重要地位。觀察田間發病初期，罹病葉多集中在下三葉位，甚少超過第五葉位，病菌可能有芽潛伏感染的現象，值得加以深入探討。

殺菌劑對葡萄露菌的藥效試驗的研究頗多[6,9,10,14,15]，近年來仍以醯基苯胺劑(Acylanilides)為主，該類藥劑中又由於滅達樂抑制效果或防治效果最優而最受重視[8]，雖乏抑制釋放游走子的效果[7]，但抑制產胞的效果極佳[7]。本試驗所得結果亦如此，相當一致。克絕(Cymoxanil)對本菌侵染行為的影響大體與滅達樂相近似，但一般言，考慮此等藥劑易導致抗藥性菌群之增加，原藥廠多以混合劑方式使用來延長藥劑之使用壽命[7]。由1985年及1987年輪用藥劑結果知以系統劑鋅錳滅達樂，鋅錳克絕及保護劑鋅錳乃浦輪用的方式，共計用藥3或4次可以於田間有效防治本病害，唯用藥時間需提前在剛開始發病時或根據田間經驗在發病前便開始用藥。根據作者等調查，本病在本省發生時間，夏果約在葡萄著果前後，多於梅雨期發生，若當年梅雨期提前，則病害稍提前，反之則延後。冬果則多在萌芽後三週內便開始發病。為何每年之發病時間大體一致，感染源自何處而來？詳細原因仍待探討。但在田間對農民建議用藥時機上，建議夏果自花期便開始用藥，而冬果則於萌芽約3個展開葉時便開始用藥，對田間葡萄露菌病可收到良好防治效果。

在法國本病多發生在4月下旬至8月中旬，需配合病害預測以決定用藥時期的研究歷史頗早，研究亦多，依據地點不同，用藥次數便有差異，少則1至2次，多則需12至15次之間，平均亦需5至6次之間[11]。在本省，以本文所研究之方法進行葡萄露菌病防治，已在田間得到很好效果，尤其在彰化地區葡萄栽培面積達三千公頃，用上述藥劑輪用的方式，並配合果農研究班實施共同防治，露菌病已不再成為該地區葡萄的重要病害。

誌謝：本文為台灣省農業藥物毒物試驗所研究報告第12號。

參考文獻

1. 呂理燊、吳宏國. 1982. 葡萄露菌病菌接種，產胞及胞囊之發芽. 植保會刊 24:161-170。
2. 林煒煜. 1990. 台灣葡萄產銷簡析. 農情報導 67-68:1-4。
3. 高清文、郭克思、呂理燊. 1990. 葡萄苦腐病之病徵，病原菌及其侵染過程. 植保會刊 32:256-264。
4. 郭克忠、高清文、曹燕青. 1986. 溫度對葡萄露菌病菌產胞及游走子釋放之影響. 植保會刊 28:437 (摘要)。
5. 郭克忠. 1988. 本省常見葡萄病害及防治. p145-151. 葡萄生產技術. 林嘉興、張林仁編. 臺灣省台中區農改場。
6. Clerjeau, M., Moreau, C., and Piganeau, B. 1985. A method for accessing the frequency of acylalanine-resistant strains within populations of *Plasmopara viticola* and its application in monitoring vineyards in France. EPPO Bull. 15:423-430. (in French)
7. Cohen, Y., and Coffey, M. D. 1986. Systemic fungicides and the control of Oomycetes. Annu. Rev. Phytopathol. 24:311-338.
8. Edgington, L. V. 1981. Structure requirements of systemic fungicides. Annu. Rev. Phytopathol. 19:101-124.
9. Gaulliard, J. M. 1985. Efficacy of fosetyl-Al against *Plasmopara viticola* strains resistant to acylalanides. EPPO Bull. 15:437-441. (in French)
10. Grabski, C., and Gisi, U. 1987. Qualification of synergistic interactions of fungicides against *Plasmopala* and *Phytophthora*. Crop Prot. 6:64-71.
11. Lafon, R., and Bulit, J. 1981. Downy mildew of the vine. Pages 601-614 in: The Downy

Mildews. D. M. Spencer, ed. Academic Press. London, UK. 636pp.

12. Lafon, R., and Clerjeau, M. 1988. Downy mildew. Pages 11-13 in: Compendium of Grape Diseases. R. C. Pearson and A. C. Goheen eds. APS Press, Minnesota, U.S.A. 93pp.
13. Miller, P. R., and O'Brien, H. J. 1957. Prediction of plalit disease epidemics. Annu. Rev. Microbiol. 11:77-110.
14. Raynal, G., Ravise, A., and Bornpeix, G. 1980. Action of aluminium tris-o-ethyl phosphonate on *Plasmopara viticola* pathogenicity and on stimulation of defence reactions of grape vine. Ann. Phytopathol. 12(3):163-175. (in French)
15. Willams. D. J., Beach, B. G. W., Hordiere, D., and Marechal, G. 1977. LS 74-783, a new systemic fungicide with activity against Phycomycete diseases. Proc. 1977 Br. Crop Prot. Conf. Pests Dis. 2:565-573.

Control of grape downy mildew in Taiwan

ABSTRACT: Zoospore discharge of grape downy mildew fungus, *Plasmopara viticola* occurred one hour after the zoosporangium suspension was incubated at 24 ℃ in the dark. Infection was completed in 20-60 min after zoospores contacted with host leaf tissues. The first haustorium was formed 6 hr after inoculation and zoosporangial formation was observed 96 hr after inoculation. Of the 15 commercial fungicides tested for efficacy against zoospore discharge, mancozeb was the most effective with minimum inhibition concentration (MIC) at 10 ppm. The systemic fungicides, metalaxyl and cymoxanil had no effect on zoospore discharge. Efficacy of 10 commercial fungicides applied either before or after inoculation against the sporulation ability of *P. viticola* was determined on detached grape leaf discs. All tested fungicides was effective in inhibition of sporangial formation when applied 24hr before inoculation. But only 80 % fosetyl-Al, 8 % cymoxanil + 64 % mancozeb, and 10 % metalaxyl + 48 % mancozeb completely inhibited sporangial formation when applied 24hr after inoculation. Application at 96 hr and 120 hr after inoculation, mixtures of mancozeb with either cymoxanil or metalaxyl showed the best efficacy not only on killing sporangia but also on inhibition of sporangial reformation. The effectiveness of 80 % mancozeb, 8 % cymoxanil + 64 % mancozeb, and 10 % metalaxyl + 48 % mancozeb on the potted plants reduced greatly after two weeks at the greenhouse condition. In field trials, the alternative spray of 8 % cymoxanil + 64 % mancozeb, 80 % mancozeb and 10 % metalaxyl + 48 % mancozeb gave the best control efficacy against grape downy mildew disease, and the total protective period lasted for about one month.

Keywords: grape downy mildew, fungicides, control.