

葡萄露菌病病菌接種、產孢及孢囊之發芽

呂理藻 吳宏國

臺灣植物保護中心植物病理組

(接受日期：民國 71 年 10 月 17 日)

摘 要

葡萄露菌病於溫室接種時其潛伏期為 5~6 天。定溫箱內接種摘葉得知 16~28°C 範圍內皆可發病，而以 24~28°C 為最適溫，12°C 及以下和 32°C 及以上則皆未能發病。洗淨之病葉在 24°C 下置於高濕及暗處 4 小時內可完成產孢過程。在溫度 16~28°C 及相對濕度高於 98% 條件下，該菌在黑暗處產孢良好，但有光照時則無法產孢。

孢囊無法自然掉落，須藉每秒 1.7 公尺以上之風速、露水或雨水逸散傳播，孢囊以釋放游走子發芽，由田間病葉上所採得之孢囊發芽溫度範圍為 4~22°C，在 16°C 經 4 小時其發芽率可達 65%。定溫箱內接種葉片發病後所採得之孢囊，其發芽溫度範圍為 4~32°C，在 16°C 經 4 小時發芽率可高達 97%，較田間採得者發芽溫度範圍為廣且發芽率亦較高。

(關鍵字：露菌病、流行學)

ABSTRACT

Leu, L. S. and H. G. Wu. 1982. Inoculation, sporulation and sporangial germination of grape downy mildew fungus, *Plasmopara viticola*. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 24:161~170. (Plant Pathology Division, Plant Protection Center, Taiwan. Wufeng, Taichung, Taiwan 431, R.O.C.)

The incubation period of the grape downy mildew induced by *Plasmopara viticola* was 5~6 days. Symptoms can be observed within 16~28°C in the incubator by inoculation on the lower surface of the detached-leaf. Optimum temperature to induce the disease was 24 and 28°C. At 12°C and below or at 32°C and above, symptoms were not observed. Sporulation process was completed 4hr at 24°C under high moisture in darkness. Sporulation was prominent within 16~28°C, but could not be induced under daylight condition.

Sporangia did not disseminate spontaneously but were disseminated by wind with velocity at 1.7m per sec and faster, dew or rainfall alone or in

combinations. The sporangia germinate indirectly by discharging zoospores. The sporangia collected from the field germinated within 4~22°C and those induced on the detached-leaf in the incubator were within 4~32°C. Percent germination of sporangia was 65 and 97 for those collected from the field and from the inoculated leaves in the incubator at 16°C after 4hr, respectively.

(Key words: inoculation, sporulation, sporangial discharge and germination, *Plasmopara viticola*, downy mildew, epidemiology)

緒 言

葡萄露菌病由 *Plasmopara viticola*

(Berk. et Curt.) Berl. et de Toni 引起。早在 1878 年本病由美國傳入歐洲⁽¹⁶⁾，危害整個歐洲葡萄園，爲了控制該病蔓延，乃有波爾多液之推出⁽⁵⁾。

在臺灣中部葡萄栽培面積達三千餘公頃，而以巨峯生食葡萄爲主，佔地約二千五百餘公頃；金香釀酒葡萄次之，佔地約五百餘公頃。本病除危害葉片外，亦可危害花穗、果柄、果粒及卷鬚末端。田間觀察本病與白粉病、銹病及晚腐病同爲本省葡萄栽培之主要病害，1981 年一、二期葡萄作由於高溫、多濕、環境適宜本病猖獗，嚴重時引起大量落葉，致植株衰弱，結果不良，引起葡萄業者普遍關心。Sawada 氏⁽¹¹⁾在臺灣產菌類調查報告第一編中報導鈴木力治氏於 1907 年在臺北廳發現本病，並描述病徵和病原菌。1912 年 Gregory 氏⁽³⁾亦曾探討有關孢子，孢囊發芽及侵入感染，並研討已往對此方面有關之研究，但此等研究大都缺乏數字之記載。

在產孢研究中⁽¹⁷⁾，忽布 (Hop)，洋葱、高苜及葡萄露菌病在黑暗，高濕時特別容易產孢，但在夜間有強光照射時，產孢也會受到抑制。Corbaz 氏⁽²⁾指出在空氣中捕捉本菌孢囊，發現在下午近黃昏時所收集到的孢囊最多。雖然本病在國外研究相當多，但多數偏重藥劑防治及病害發生之報導，至於生態學及病害預測^(9,10)上之研究則偏少，各地區生態環境不同，病害發生程度自有差異，若能配合詳細的生態資料做好病害預測工作，將可配合化學藥劑適時施藥，減少本病傳染源，達到更經濟有效

防治本病之目的。

材料與方法

田間病害發生與人工接種：本試驗供試葡萄品種爲巨峯，病菌爲 *Plasmopara viticola*，定期至苗栗、臺中、彰化及南投等地調查田間病害發生情形。接種時以無菌水洗下病葉上孢囊，以 Ko 氏等⁽⁴⁾微量注射法定量，配製每毫升 2×10^6 個孢囊懸浮液，以噴霧器 (Atomizer) 將孢囊懸浮液噴在葉片上、下表皮，分別接種在：(一)溫室健康植株上，套上塑膠袋保持濕度，隔天取下塑膠袋。(二)摘葉 (Detached-leaf) 上，將已接種的摘葉放在襯以濕潤的濾紙培養皿內保持濕度，置於 4~36°C (間隔溫度爲 4°C) 無光照定溫箱中，每天觀察接種結果並注意病徵之發展，供試無病葉片採自生長本中心溫室植株。

孢囊柄及孢囊之掃描式電子顯微鏡觀察：取病葉切成 4×4 mm 小塊，以 2% 戊二醛 (Glutaraldehyde) 溶液固定兩小時，再以 2% 鉻酸 (Osmic acid) 溶液固定兩小時後，以 50、70、80、90、95 及 100% 的一系列不同濃度之酒精脫水各 30 分鐘後，浸在乙酸戊酯 (Amyl acetate) 中過夜，隔天取出樣品置入臨界點乾燥器 (Critical point dryer) 令其乾燥，其後取出個別黏在敷有双面膠之圓柱形標本鋁座上，再放入真空蒸着器 (Coating evaporator) 內蒸着約 200—300 Å 厚的金膜，這些製作好的標本即可用 Hitachi S-410 掃描式電子顯微鏡，在加速電壓 25KV 下觀察並照相記錄之⁽⁶⁾。

孢囊產生過程：取病葉以滴管水洗去除孢囊及孢囊柄，經鏡檢確定無孢囊及孢囊柄後 (

以下簡稱洗淨之病葉)，切取小片病組織（ 8×1 mm）垂直靠置載玻片上之 2% 水瓊脂小塊（Water agar block）切面上，病組織下表皮朝外與空氣接觸，上表皮朝內貼靠水瓊脂小塊上，保持濕度，置於 24°C 暗處理之定溫箱內，定時取出觀察並顯微照相記錄之。

孢囊逸散：用下列三種方法探討孢囊在自然環境下之逸散方式：(一)取含孢囊之病葉固定於 2% 水瓊脂平板之培養皿蓋上方，葉片下表皮朝下，置於 24°C 定溫箱中隔天檢查 2% 水瓊脂平板上有無孢囊掉落，連續觀察 3 天。(二)將含孢囊的病葉與 2% 水瓊脂平板相隔約 5 公分處，以 0.8、1.7、3.1 及 3.6 m/sec 風速（用 CHINO-EH 800-06 微風向風速器測定瓊脂平板處風速）吹向病葉，再取該平板鏡檢。(三)以滴管水洗病組織，取該水滴鏡檢。

溫度對產孢的影響：取洗淨之病葉，如同孢囊產生過程試驗，切取小片病組織（ 8×1 mm）靠在 2% 水瓊脂小塊上，保持高濕度（RH 95-100%），置於 $4\sim 36^{\circ}\text{C}$ 定溫箱（間隔溫度為 4°C ）24 小時後取出觀察不同溫度下產孢情形。

濕度對產孢的影響：進行本試驗前一天把下列鹽類飽和溶液置於 500 ml 燒杯中，於室溫下配製下列不同相對濕度（Relative humidity 簡稱 RH）之鹽類飽和溶液⁽¹⁴⁾： H_2O （RH=100%）、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ （98.0%）、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ （92.6%）、KCl（84.3%）、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ （52.9%）、 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ （33.0%）、LiCl（11.0%）及 Silica gel（0%）待飽和溶液在塑膠袋緊蓋之燒杯中過夜後使用。切取洗淨之病葉小片放入各不同濕度之鹽類飽和溶液濕室中，迅速再密封於密閉系中，置於 25°C 定溫箱中 24 小時後觀察產孢情形。

游走子之釋放：採用田間較成熟病葉，及定溫箱內接種所得之病葉，分別洗下其孢囊，所得孢囊懸浮液滴在 2% 水瓊脂平板上，置於 $4\sim 36^{\circ}\text{C}$ 定溫箱中（間隔 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ ）4 小時後以溶有 Cotton blue 之 Lactophenol 液固定及染色，計算孢囊之游走子釋放率。另以每間隔二小時至溫室外用 2% 水瓊脂平板印取葡萄病葉上之胞囊，放置 16°C 定溫箱中，6 小時

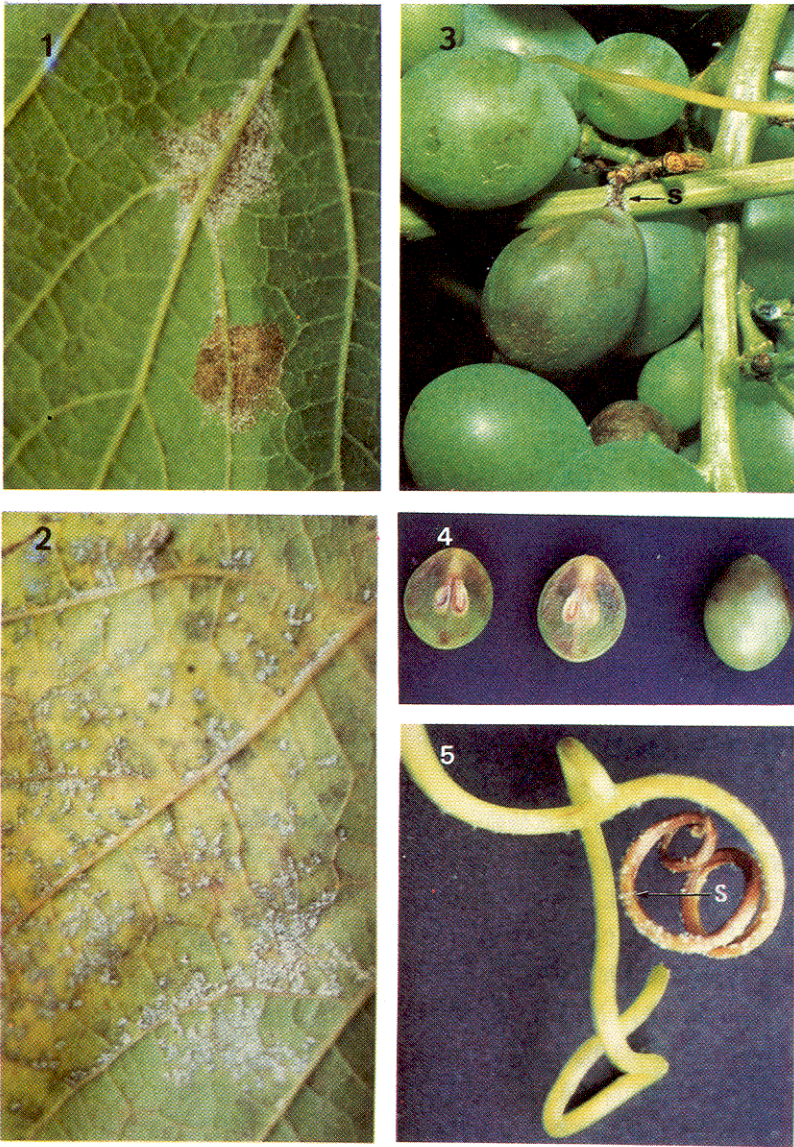
後固定染色並計算孢囊之游走子釋放率。

結 果

田間病害發生與人工接種：觀察中部葡萄栽培區，本病發生於 5 月至 11 月初，而以 7—9 月高溫、多濕時發病最猖獗。

本菌除危害葉片外，亦可危害花穗、果柄、果粒、新梢及卷鬚末端。葉片上可看到兩種不同型病徵。一為角斑型病徵，發病輕微時較易表現此種病徵，初期葉上表皮呈淡綠色至黃綠色病斑，相對之下表皮處產生白色微狀物，為本菌的孢囊柄及孢囊，而後轉變赤褐色至褐色角斑，中央褐色壞死處不再產孢，僅在角斑周圍病健交界處產孢（圖一）。另一為非角斑型病徵，於發病嚴重時較易表現此種病徵，容易引起大量落葉。初期葉上表皮呈細小淡黃、綠相間病斑，其下表皮處產生孢囊及孢囊柄呈白色微狀物，至後期嚴重時呈全面性明顯黃綠相間病斑，甚至引起葉片褐變壞死，而黃斑部位則不產孢（圖二）。危害花穗時，可引起水浸狀組織壞疽乾枯，環境適合時並可在花穗上產孢。1982 年 5 月及 8 月間先後發現金香及巨峯品種之果柄及果粒受害，金香受害之果柄初呈水浸狀、高溫、多濕環境下果柄上有白色微狀物為本菌之孢囊柄及孢囊（圖三），而後組織褐變壞死，巨峯受害之果柄被害後常呈褐色木栓化，並且偶而可見白色微狀物。果粒受害時果粒連果柄處漸呈暗褐色（圖四），以金香品種較為明顯，但果粒上不產孢，變色處做切片，可觀察到粗細不均的菌絲及吸器（Haustoria），連果柄及其附近果肉組織呈褐色壞死，受害果粒頗易脫落。除上述各部位組織外，於發病嚴重葡萄園內亦可看到極少數卷鬚末端及新梢受害，亦可看到產孢（圖五），受害部位初呈水浸狀，後期組織褐變乾枯壞死。

從事接種得知環境適合時葉下表皮能發病，但葉上表皮則未能發病，於溫室健株上接種四次，即 1981 年 8 月 27 日，9 月 20 日，9 月 30 日及 11 月 9 日之結果，前三次均於接種後 5~6 天出現典型角斑病徵，但 11 月 9 日接種者因氣溫、濕度均漸降低而未發病。溫室內環境適合時，接種後第五天可略見葉面淡化，呈黃綠色



圖一、角斑型病葉。

Fig. 1. Infected leaf with angular leaf spot.

圖二、非角斑型病葉。

Fig. 2. Infected leaf with non-angular leaf spot symptoms.

圖三、金香品種果柄受害並可產孢。S：孢囊及孢囊柄。

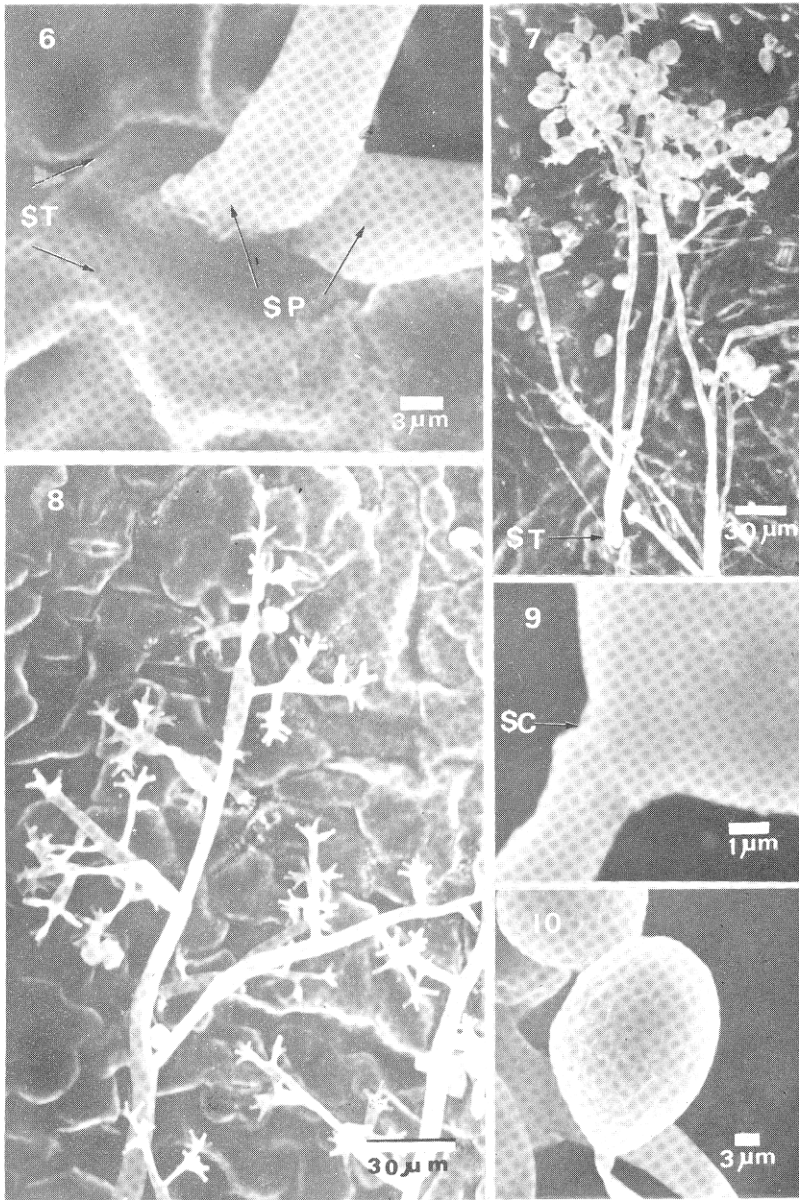
Fig. 3. Sporulation occurred on infected fruit stalk of "Golden Muscat" variety. S: Sporangia and sporangiophore.

圖四、受害果粒由果柄處逐漸褐變壞死。

Fig. 4. The infected berries turn brown color and necrosis downward from the fruit stalk.

圖五、卷鬚末端受害在適宜環境下產孢。S：孢囊及孢囊柄。

Fig. 5. Sporulation occurred at the end of the tendril under favorable environmental conditions. S: Sporangia and sporangiophore.



圖六~十、葡萄露菌病病菌掃描式電子顯微鏡觀察。

Figs. 6~10. Scanning electron microscopy of *Plasmopara viticola*.

圖 六、孢囊柄 (SP) 由氣孔 (ST) 抽出。

Fig. 6. Two sporangiophores (SP) protrude from the stoma (ST).

圖 七、病菌由氣孔 (ST) 抽出。

Fig. 7. The mildew fungus protrudes from the stoma (ST).

圖 八、孢囊柄呈樹形分叉。

Fig. 8. Tree-like branch of the mildew fungus.

圖 九、成熟孢囊由缺痕 (SC) 臍狀突起處脫落。

Fig. 9. Mature sporangia detach from the scar (SC).

圖 十、卵形至卵狀長橢圓形的成熟孢囊。

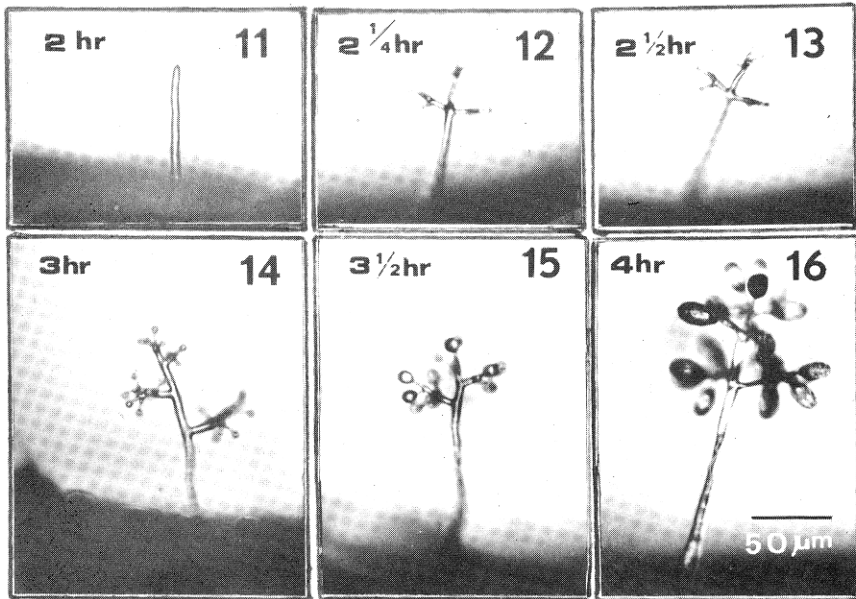
Fig. 10. Mature sporangia with ovoid to oblong-shaped.

小塊斑，隔天病徵更形明顯，葉下表皆出現白色黴狀物，葉上表皮則呈褐色壞死角斑。於摘葉上接種，16~28°C 時 5—6 天即可發病，以 24~28°C 最適合發病，產孢量亦較 16 及 20°C 為多，葉下表皮可出現全面性均勻分佈的白色黴狀物，葉上表皮則不產生褐色角斑，但在 12°C 及以下和 32°C 及以上則未見發病。

孢囊柄及孢囊之掃描式電子顯微鏡觀察：
以掃描式電子顯微鏡觀察本菌可見孢囊柄由氣孔抽出 (圖六、圖七)，每個氣孔可抽出 1—6 個孢囊柄，而以 1—3 個較多，孢囊柄長度通常在 190—570 μm 之間，平均約 313 μm ，孢囊柄呈樹形，近垂直 4—6 個分叉 (圖八)

。孢囊成熟時於孢囊基部有臍狀突起 (圖九)，孢囊由此脫落，成熟孢囊大小平均為 29.2 \times 18.6 μm ，呈卵形至卵狀長橢圓形 (圖十)。

孢囊產生過程：夜間進行本試驗時最快者只須 4 小時即可完成產孢過程，洗淨之病組織置濕室經 2 小時即可觀察到孢囊柄由氣孔抽出 (圖十一)，2¼ 小時孢囊柄開始分叉 (圖十二)，2½ 小時可見細小孢囊逐漸形成 (圖十三)，3 小時孢囊即轉明顯 (圖十四)，3½ 小時孢囊陸續轉趨成熟 (圖十五)，4 小時就可見極為明顯的成熟孢囊 (圖十六)，該成熟孢囊經水洗滴在 2% 水瓊脂平板上 1—2 小時即



圖十一~十六、葡萄露菌病病菌產孢過程。

Figs. 11~16. Sporulation process of grape downy mildew fungus *Plasmopara viticola*.

圖十一、葡萄露菌病病組織洗淨後二小時孢囊柄從氣孔抽出。

Fig. 11. Conidiophore of *P. viticola* protrudes from the stoma 2hrs after the remnants of fructification were removed.

圖十二、2¼ 小時後孢囊斑開始分叉。

Fig. 12. Sporangiophore begins to branch 2¼ hrs later.

圖十三、2½ 小時後細小孢囊逐漸形成。

Fig. 13. Small sporangia formed gradually 2½ hrs later.

圖十四~十五、3-3½ 小時後孢囊逐漸轉趨成熟。

Figs. 14~15. Sporangia turn mature gradually 3-3½ hrs later.

圖十六、四小時後孢囊成熟。

Fig. 16. Sporangia mature 4hrs later.

可釋放游走子。在白天室內洗淨病組織，置於 24°C 定溫箱時無法在 4 小時內完成產孢過程，但過夜隔天再取出觀察又可見該病組織長滿孢囊及孢囊柄。但在白天暗處理取 4°C 定溫箱保存之病害標本，於 5 燭光微弱紅燈下洗淨病組織，以錫箔紙遮光暗處理，置於 24°C 定溫箱，經 4—6 小時可見已有孢囊產生。

孢囊逸散：把病組織置於 2% 水瓊脂平板之培養皿蓋上，葉下表皮朝下，連續觀察 3 天皆未能在 2% 水瓊脂平板上找到逸散之孢囊。將含孢囊的病組織以 0.8、1.7、3.1、3.6 m/

sec 風速測試，在 1.7 m/sec 及以上風速可使孢囊逸散。取滴管水洗病組織，鏡檢該水滴亦可觀察到孢囊。即本菌孢囊不自然掉落，此結果顯示田間狀況下需有微風及水或兩者共存時才能脫離孢囊柄逸散。

溫度對產孢的影響：洗淨之病葉分置各定溫箱，24 小時後取出觀察結果 16~28°C 產孢良好，而以 24 及 28°C 產孢最多，4、8、12 及 32°C 則很少產孢，甚至只產生孢囊柄，不產生孢囊，且孢囊及孢囊柄生長不良（表一）。

表一、溫度對葡萄露菌病病菌產孢之影響。^{a)}

Table 1. Effect of temperature on sporulation of *Plasmopara viticola*.^{a)}

	Temperature (°C)								
	4	8	12	16	20	24	28	32	36
Sporulation ^{b)}	SP	SP	SP	S	S	S	S	SP	N
Number of sporangia ^{c)}	0-1	0-1	1	2	2	3	3	1	0

a) Results of 3 replicates

b) SP: Sporangiophore formed, but no sporangia formation

S: Both of the sporangiophore and sporangia are formed

N: Both of the sporangiophore and sporangia are not formed

c) Number of sporangia formed are divided into 4 grades 0,1, 2, and 3, "0" represents sporangia not formed, "1", "2", "3" represents sporangia formed, "3" bears most sporangia, "2" the intermediate and "1" the least, respectively.

濕度對產孢的影響：將洗淨之病葉放不同相對濕度的鹽類飽和溶液濕室中，置於 25°C 定溫箱，24 小時後取出觀察結果以水 (100%) 及 K₂Cr₂O₇ (98.0%) 溶液產孢情形最好、NH₄H₂PO₄ (92.6%) 次之，KCl (84.3%)、

Mg(NO₃)₂·6H₂O (5.29%)、MgCl₂·6H₂O (33.0%) 則只產生孢囊柄，不產生孢囊；LiCl (11.0%) 及 Silica gel(0%) 則兩者皆不產生（表二）。

表二、不同相對濕度對葡萄露菌病病菌產孢的影響。^{a)}

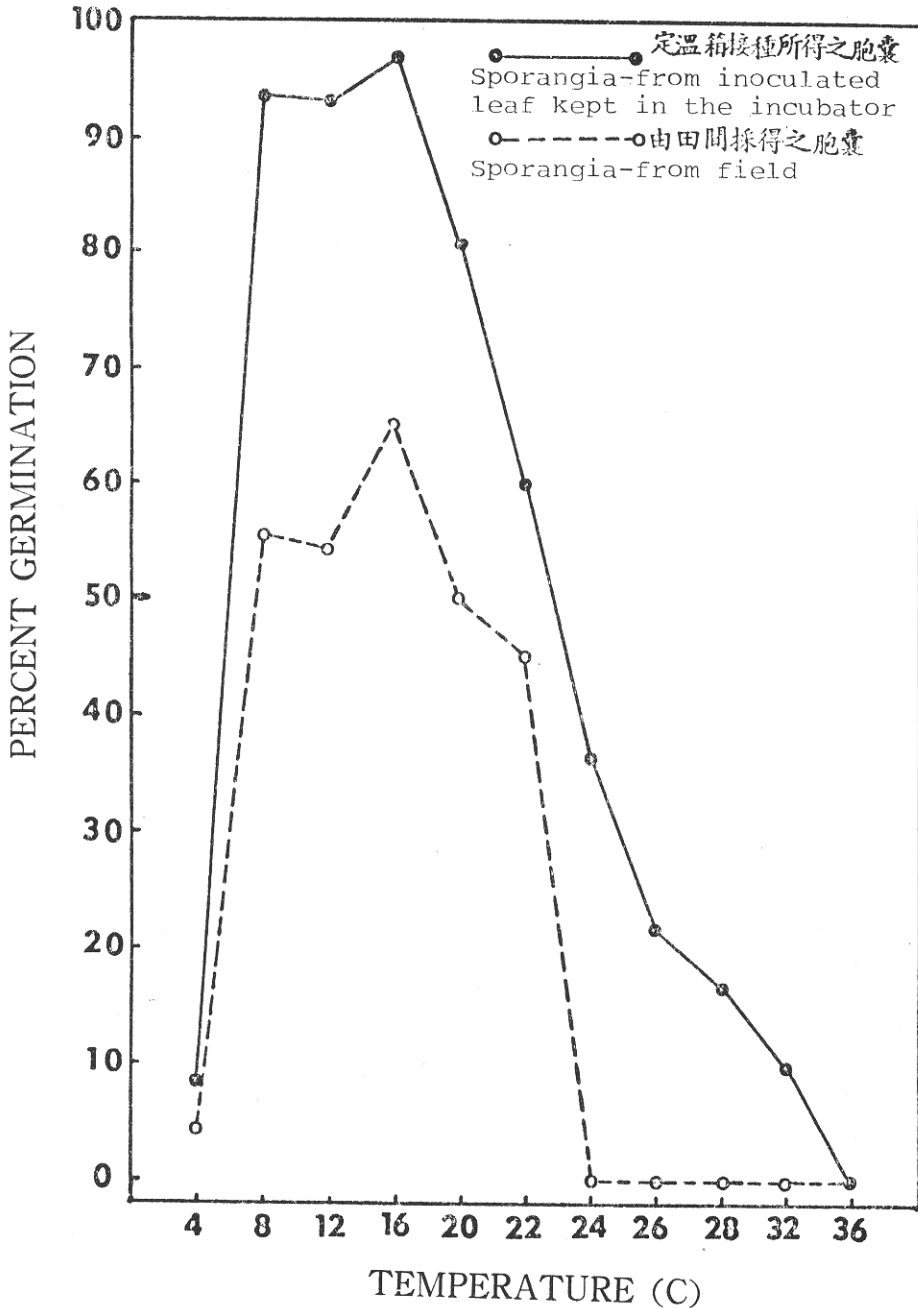
Table 2. Effect of moisture (Relative humidity%) on sporulation of *Plasmopara viticola*.^{a)}

	Relative humidity (%)							
	100	98.0	92.6	84.3	52.9	33.0	11.0	0
Sporulation ^{b)}	S	S	S-SP	SP	SP	SP	N	N
Number of sporangia ^{c)}	3	3	2	0	0	0	0	0

a), b), c), Same as Table 1

孢子之釋放：田間採回較成熟病葉和定溫箱內接種產生病徵後四天所得的孢囊懸浮液供發芽試驗，得知由定溫箱接種所得之孢囊孢子釋放溫度範圍為 4~32°C，且於 8、12 及 16°C 定溫箱內 4 小時後孢子釋放率均在 90

%以上；但由田間採得之孢囊孢子釋放溫度範圍在 4~22°C 之間，且於 8、12、16、20 及 22°C 定溫箱內 4 小時後孢子釋放率均在 45—55%之間（圖十七）。由定溫箱接種所得之孢囊於 16°C 下 1、2、4 及 6 小時後孢子



圖十七、不同溫度對葡萄露菌病菌孢囊發芽之影響（四小時）。

Fig. 17. Effect of temperature on sporangial germination of *Plasmopara viticola* (4 hrs.).

釋放率分別為 4.3、22.6、55.3 及 73.6%，表示本菌孢囊逸散遇水一小時即可發芽。此外，於溫室外發病植株葉片病斑處每間隔二小時

印取之孢囊，其游走子釋放率除上午一時為 90% 外，其餘均在 30—64% 之間（表三）。

表 三、一天內每間隔兩小時印取之孢囊發芽率。

Table 3. Germination percentage of sporangia collected every 2 hr intervals in a day.

Germination percentage	Time in a day											
	0100	0300	0500	0700	0900	1100	1300	1500	1700	1900	2100	2300
	90	64	39	45	45	30	30	30	52	49	40	52

討 論

田間觀察本病於高溫、多濕時，可於葉下表皮、卷鬚末端、花穗（未開花前）及果柄觀察到孢囊柄及孢囊。Srinivasan 及 Jeyaraian⁽¹³⁾ 報導接種在 “Anab-e-shahi” 葡萄花穗上，果粒大小在 2.0 mm 及 6.5 mm 時可以接種成功，但果粒大小在 12.5 mm 時則無法接種成功，此與吾人在金香葡萄上觀察果粒大小為 21×17 mm 及巨峰者為 25×20 mm，仍可受害情形不太一致，品種不同可能是主要因素。

溫室接種本菌，於葡萄葉片上可得具角斑中間組織壞疽呈褐色之病徵，定溫箱內接種摘葉時無褐色角斑病徵，葉片下表皮之孢囊柄及孢囊形成均勻分佈的白色黴狀物。從田間採回之病葉壞疽部位做組織分離，可得下列數種真菌：*Colletotrichum* sp. *Pestalotia* sp. *Fusarium* sp. *Curvularia* sp., *Trichoderma* sp. *Penicillium* sp. 及一種未鑑定之酵母菌，褐色角斑可能由於本菌侵入後上述其他微生物相繼入侵之結果，至於定溫箱摘葉接種不會出現角斑病徵，可能是由於該環境下微生物相較為單純所致。

Yarwood 氏⁽¹⁷⁾ 報告光線對不同作物之露菌病病菌每日產孢具有循環性之影響，其中葡萄和忽布對光線很敏感，在白天或在 800 燭光強度下處理時無法產孢，但暗處理下產孢良好，本試驗亦發現光照可阻止本菌產孢。在甘蔗露菌病⁽⁸⁾ 及玉米露菌病⁽¹⁵⁾ 產孢過程研究中，5 小時可見分生孢子柄自氣孔抽出，7 小時

即有細小分生孢子產生，8 小時後分生孢子成熟孢子已可逸散，但同一菌種 Leu and Tan⁽⁹⁾ 發現 5 小時後成熟孢子已可逸散。但葡萄露菌產孢過程研究中，吾人發現僅需 4 小時即可完成產孢。

探討孢囊逸散情形時發現本菌不似甘蔗露菌病分生孢子會自然逸散，即本菌乏外力作用時孢囊無法自然掉落，須有露水或雨水的噴濺或風力的作用，病菌才得以傳播。

觀察環境對產孢之影響發現，溫度在 16~28°C]，濕度在 98% 以上之黑暗條件下產孢良好，田間觀察於高溫、多濕環境下發病嚴重，此與 Babayan 氏等⁽¹¹⁾ 所述甚為接近。Srinivasan 及 Jeyaraian⁽¹²⁾ 指出上午 10 時至下午 6 時採得之孢囊於 7 小時內無法發芽，但在下午 8 時至隔天上午 6 時可採得之孢囊 1 小時內可以發芽，而以上午 2 時發芽率最高；在溫度 30°C 以上光照條件下孢囊將會失去活力。本試驗中孢囊之發芽率以上午 1 時者最高，但其餘各時間之發芽率亦在 30~64% 之間，並不如其所述上午 10 時至下午 6 時採得之孢囊在 7 小時內無法發芽，是否和不同時期，地區以及孢囊成熟度有關，仍待進一步探討。

田間採得較成熟病葉供試時，孢囊在 24°C 以上就無發芽能力，但由定溫箱接種所取得孢囊之發芽溫度範圍較廣，至 32°C 仍可發芽，且發芽率較田間採得的孢囊發芽率為高，據此觀察孢囊之成熟度及其所受高溫及光照之環境壓力將會影響孢囊之發芽率，甚至使之失去發芽能力。

謝 辭

本研究為臺灣植物保護中心植物病理組研究報告第33號。掃描電子顯微鏡部份曾得林鳳池君協助。本研究部份經費由農林廳植保科補助，謹誌謝忱。

引 用 文 獻

1. Babayan, A. A., F. A. Papoyan and S. V. Pogosyan. 1976. Effect of some factors on asexual reproduction of *Plasmopara viticola* Berl. & de Toni. Referativnyi Zhurnal, Biologiya. 10V 154. (Rev. Plant Pathol. 56:339,1977)
2. Corbaz, R. 1972. (Studies of fungal spores trapped in the air II, In a vineyard Phytopath. Z. 74:318-328.) (Rev. Plant Pathol. 52:336,1973)
3. Gregory, C. T. 1912 Spore germination and infection with *Plasmopara viticola*. Phytopathology 2:235-249.
4. Ko, W. H., L. Chase and R. K. Kumimoto. 1973. A microsyringe method for determining concentration of fungal propagules. Phytopathology 63:1206-1207.
5. Large, E. C. 1940. The advance of the fungi. 488 pp. 58 Figs. 6 Pls. In Introductory Mycology. 2nd. edition 1962 (C. J. Alexopoulos) P172. Henry Holt and Co., New York.
6. Leu, L. S. and F. C. Lin. 1980. Scanning electron microscopy of seed morphology of some weed species in Compositae, Cyperaceae, and Gramineae. Weed Sci. Bull. 1:23-51.
7. Leu, L. S. and S. W. Tan. 1970. Studies on the sporulation of *Sclerospora sacchari* Miyake. Sugarcane Pathol. Newsletter No. 4,40-47.
8. Matsumoto, T. and S. M. Yang. 1961. Downy mildew of sugarcane in Taiwan (2) Infection by conidia through leaves. Rept. Taiwan Sugar. Exp. Sta. 24:7-18.
9. Miller, P. R. and M. O'Brien. 1952. Plant disease forecasting Bot. Rev. 18:547-601.
10. Pieri, G. 1952. On the use of the incubation calendar of the vine Peronospora in the province of Treviso. Ann. Sper. Agr., N. S., 6.6 1577-1586. (Rev. Appl. Mycol. 32: 605, 1953)
11. Sawada, K. 1919. Descriptive catalogue of the Formosan fungi. Part I. 101-105. Agr. Exp. Sta., Taihoku, Formosa, Japan. (in Japanese).
12. Srinivasan, N. and R. Jeyaraian 1976. Viability of *Plasmopara viticola* sporangia produced at different times in a diurnal cycle. Current Sci. 45: 106-107. (Rev. Plant Pathol. 55:838, 1976)
13. Srinivasan, N. and R. Jeyaraian. 1976. Grape downy mildew in India I. Foliar, floral and fruit infections. Vitis 15:113-120.
14. Stokes, R. H. and R. A. Robinson. 1949. Standard solutions for humidity control at 25C. Ind. Eng. Chem. 41:2013.
15. Sun, M. H. and H. H. Hou. 1979. Sporulation process and cytology of asexual stage in *Sclerospora sacchari*. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 21:423-431.
16. Winkler, A. J., J. A. Cook., W. M. Kliewer. and L. A. Lider. 1974. General viticulture P.446 University of California Press.
17. Yarwood, C. E. 1937. The relation of light to the diurnal cycle of sporulation of certain downy mildews. J. Agr. Res. 54:365-373.