

桑樹葉背白粉病病菌形態及其分生孢子之發芽

呂理焱¹⁾ 李啓彰²⁾

1. 臺灣植物保護中心植物病理組
2. 前臺灣植物保護中心植物病理組，現址臺灣農業試驗所農化系。

(接受日期：民國 71 年 2 月 15 日)

摘 要

桑葉背白粉病由 *Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst 引起⁽⁴⁻⁷⁾，危害桑葉下表皮。目前本省各桑樹品種皆可被感染，但感病程度差異甚大，其中以臺桑 2 號，999 系及白葉系最易感病，紅骨種則表現相當好的抗病力。

病原菌之分生孢子呈三角棍棒狀，在孢柄上單生，大小約 $20 \times 72 \mu\text{m}$ (最寬幅 \times 長)。28°C 飽和濕度下 2 小時後孢子開始發芽，在前 8 小時內發芽率上升最快，10 小時以後發芽率不再明顯增加。但 18 小時後發芽率最高。12°C 以下 32°C 以上發芽率皆低。濕度不影響分生孢子發芽率，但低濕度會延緩分生孢子之發芽時間。人工接種後 14 至 15 天病徵出現。

有性世代子囊殼可在臺灣中南部各品種桑樹葉背上發現，大約在 12 月初開始產生，初期為鮮黃色，成熟後為黑褐色。子囊殼形如扁球，直徑約為 $250 \mu\text{m}$ 。殼之赤道有一輪明顯的針狀冠毛，數目為 15 至 20 根，針狀冠毛易脫落。子囊殼內有 17 至 22 個子囊及許多黃色填充細胞。子囊呈長橢圓形。雙膜，基部有柄，子囊大小約 $55 \times 120 \mu\text{m}$ 。子囊成熟後內有 2 至 3 個子囊孢子，子囊孢子大小約為 $40 \times 60 \mu\text{m}$ 。不同桑樹品種間子囊殼，子囊、子囊孢子之大小略有差異，尤以子囊差異最大。

(關鍵字：桑樹，葉背白粉病，病菌形態，分生孢子之發芽。)

ABSTRACT

Leu, L.S.¹⁾ and C.C. Lee.²⁾ 1982. **Morphology and conidial germination of powdery mildew of mulberry.** Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 24: 27~36. (1. Plant Pathology Division, Plant Protection Center, Taiwan. Wufeng, Taichung, Taiwan 431, R.O.C., 2. Present address: Department of Agricultural Chemistry, Taiwan Agricultural Research Institute. Wufeng, Taichung, Taiwan 431, R.O.C.)

Symptoms of powdery mildew of mulberry caused by *Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst appeared only on the lower surface of mulberry leaves. No variety of mulberries on Taiwan is immune, but differs in the degree of

susceptibility. Variety Tai sang No. 2, clones 999 and White Leaf were the most susceptible, while variety Red Bone showed a good resistance in the field.

Conidia measured $20 \times 70 \mu\text{m}$ (max. width \times length), borned terminally and singly on the septated conidiophore. The optimum temperature for conidial germination under the saturated humidity was 24 and 28°C . Below 12°C or above 32°C , per cent germination was very low. Conidia began to germinate within 2 hours at 28°C under the saturated humidity and increase sharply until the first 8 hrs. After 20 hours, per cent germination of conidia was similar under different relative humidities.

Symptoms appeared 2 weeks after inoculation. Ascocarps were found from December in southern and central Taiwan. The ascocarp was yellow but turned brown as it matured. It was roundish, about $250 \mu\text{m}$ in diameter. A wheel of appendages about 17-22 in number appeared on the equator line. About 17-20 asci and a mass of yellow cells existed inside the ascocarp. Ascus was about $50 \times 120 \mu\text{m}$ with 2 or 3 ascospores which measured $54 \times 60 \mu\text{m}$. Various sizes of ascocarps, ascus, and ascospores among those formed on the different mulberry varieties, especially the ascocarp size were noticed.

(Key words: mulberry, powdery mildew, *Phyllactinia corylea*, conidial germination.)

緒 言

本省蠶業事業自民國 62 年推行專業區制度以來，發展非常迅速。由於蠶種，桑樹品種，飼育方法等各方面不斷改進，本省蠶繭品質日益提高，目前在國際市場上甚獲好評。每年爭取不少外匯，也給蠶農帶來相當可觀的利益。

桑葉是家蠶的飼料，桑葉的品質好壞直接關係到養蠶的成功與否，因此桑樹病蟲害防治對蠶桑事業的重要性自不待言。桑葉背白粉病原非本省桑樹的重要病害，但由於品種改良未能注意此病害之潛在威脅，而使桑葉背白粉病日趨嚴重。目前推廣之臺桑 2 號及一些蠶農自行大量種植之 999 系、白葉系等，樹形整齊，葉片大，產量高，非常適合養蠶，但都易感染葉背白粉病而導致此病害迅速蔓延。本病主要發生於下位葉片，但嚴重感病株除幼嫩葉片外，其他葉片背面常密佈白粉，不但破壞桑葉品質，發病嚴重時會造成早期大量落葉，減少產量甚鉅，成為桑樹赤銹病外又一主要經濟病害

。本文乃就桑樹葉背白粉病原菌之無性及有性世代之形態加以觀察，並研究其分生孢子發芽行為，以供日後防治此病害之參考。

材 料 與 方 法

形態觀察：一般形態觀察大多以徒手切片為之。掃描電子顯微鏡之觀察則將有大量子囊殼及分生孢子之病斑切成 $1 \times 4 \text{ mm}$ 大小，以鎢酸 (OsO_4) 氣體固定 2 小時後再以 50%、70%、80%、90%、95% 及 100% 系列的酒精脫水，每濃度處理 30 分鐘，100% 酒精需換 2 次，最後再浸於 Amyl Acetate 內過夜⁽³⁾，然後以臨界乾燥器 (critical point dryer, Paddy Co.) 處理。處理過程如下，首先用冰水冷卻至 10°C ，材料裝入金屬網後移入試料籃 (speciman basket) 內，再使液態二氧化碳慢慢注入試料籃內至充滿液態二氧化碳為止。此時籃內壓力升至 750 psi，然後再慢慢打開排氣口，但仍保持同等壓力 2 分鐘，使試料籃內之 Amyl Acetate 逸散，上述步驟進行兩次後關閉試料籃之進氣口與排氣口，

再將試料籃完全浸於 50 至 60°C 熱水中，使壓力升至 950 psi，維持 5 分鐘後緩慢地打開排氣口，完全排氣後取出以真空蒸器 (Evaporator Akashi; 13 mA, 10^{-6} Torr) 蒸著金粉 4 分鐘，再用 Hitachi 410 式掃描電子顯微鏡觀察。

溫度對分生孢子發芽之影響： 收集每日 11:00 至 16:00 間成熟將掉落之分生孢子於乾燥玻片上，在自由水造成之飽和濕度下自 4°C 起至 36°C 止，每隔 4°C 置 3 玻片。16 小時

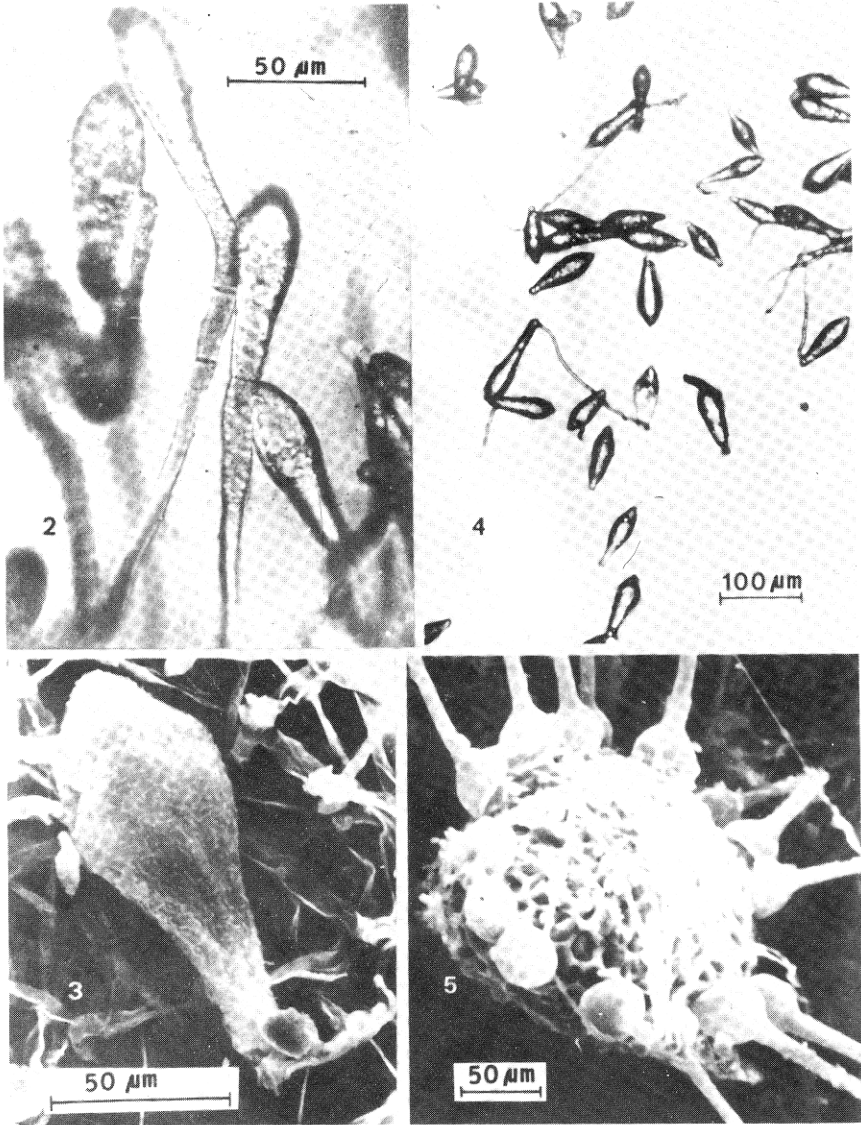
後取出以小火烤死孢子，再以顯微鏡計數分生孢子之發芽率，每數滿 100 個孢子記錄一次，每玻片數滿 500 個，不同溫度各數滿 1,500 個分生孢子，求出平均發芽率。

濕度對分生孢子發芽之影響： 如上所收集之分生孢子，置下列化學藥品配成之不同溫度飽和液容器內，自由水 100%； $K_2Cr_2O_7$ 97 至 98%； KNO_3 91 至 92%； $(NH_4)_2SO_4$ 80%； $NaCl+KCl$ (1:1) 70%； $Ca(NO_3) \cdot 4H_2O$ 50%； $MgCl \cdot 6H_2O$ 36 至 38%⁽¹³⁾；並以



圖一、桑樹葉背呈白色粉狀之白粉病病徵，注意右側着生之子囊殼群(A)，黃色者為未成熟子囊殼，褐色者為成熟之子囊殼。

Fig. 1. A piece of leaf with powdery mildew and also with a mass of ascocarps, those of yellow ones are unmaturred, while brown ones are maturated.



圖二、*Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst 分生孢子形態，注意孢柄上明顯的隔膜。

Fig. 2. Conidia and conidiophore of *Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst.

圖三、掃描電子顯微鏡下分生孢子之形態

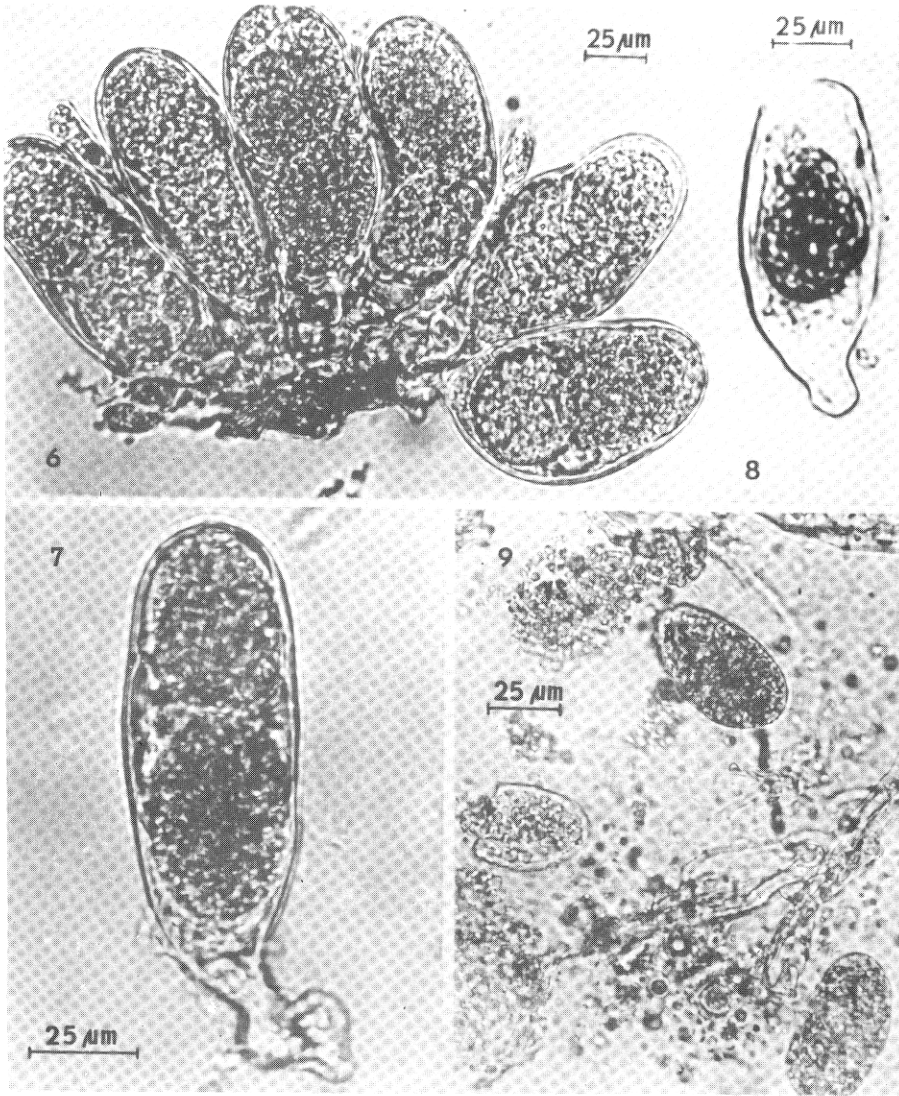
Fig. 3. Conidia under scanning electron microscope.

圖四、分生孢子發芽之情形

Fig. 4. Germination of conidia.

圖五、掃描電子顯微鏡下子囊殼之外部構造

Fig. 5. Fine structure of ascocarp under scanning electron microscope.

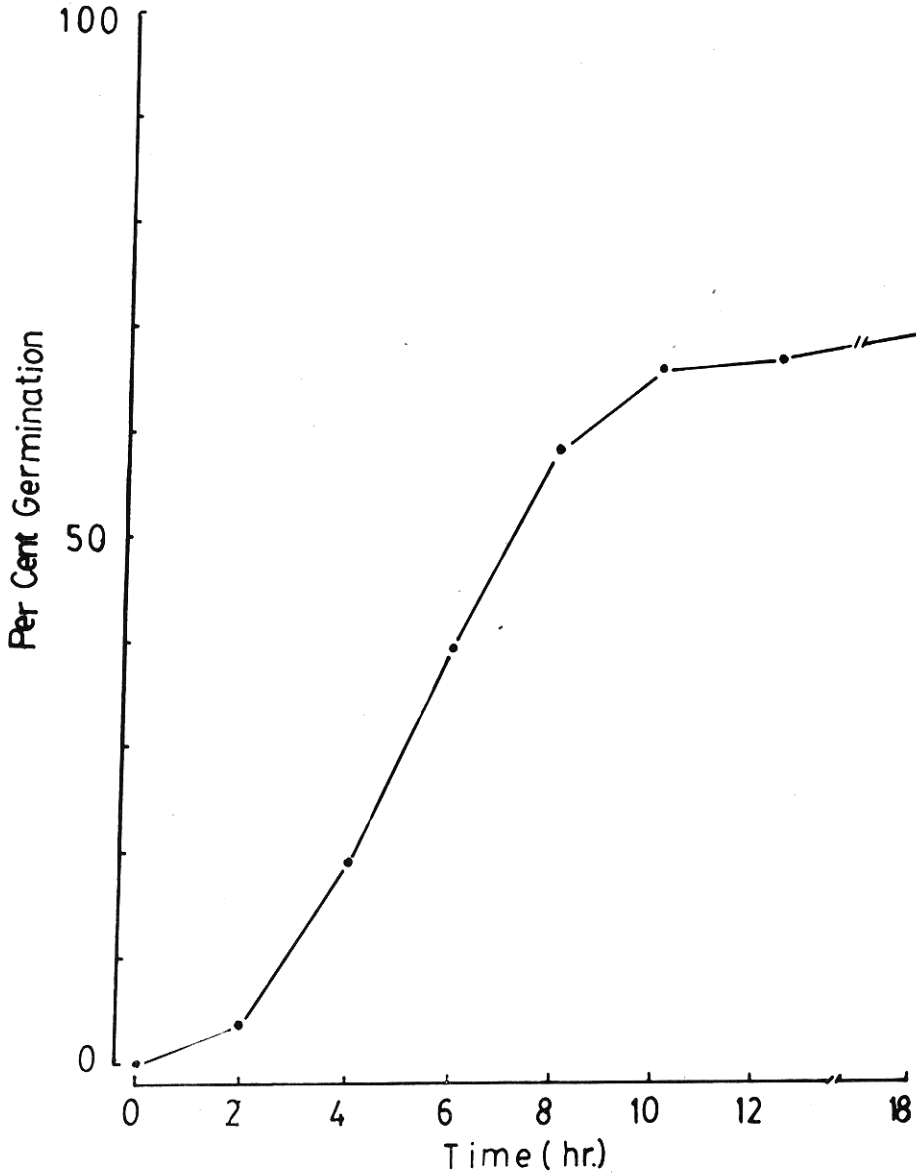


圖六~九、圖六、子囊與子囊孢子，圖七、子囊，注意其柄足，圖八、子囊自頂端破開，已放出一個子囊孢子，圖九、子囊孢子(AS)及黃色填充細胞(YS)。
Figs. 6~9. Ascus and ascospores of *Phyllactinia corylea*. Fig. 6. Asci Fig. 7. Single ascus with its stalk. Fig. 8. A broken ascus with only one ascospore still remained. Fig. 9. Ascospore (AS) and yellowing cell (YS).

Silica gel 乾燥室當對照，每濕度 3 重覆，置於 28°C 定溫箱內，18 小時後取出以小火烤死孢子，再以顯微鏡鏡檢，如上計數孢子平均發芽率。

分生孢子發芽所需時間之測定：將收集之分生孢子，置於 28°C 之飽和溫度室，每隔 2 小時計數孢子發芽率。

接種試驗：民國 69 年 3 月至 4 月，在溫室中以迴紋針固定病葉在臺桑 1 號及琉球桑之下位健葉，使葉背相貼。每品種接 3 株，每株接種 10 片葉，將被接種株整個套入塑膠袋內保持濕度，再移置室溫 28 至 30°C，並有充分之光照的玻璃室內，2 天後取下塑膠袋、迴紋針及病葉片，以後逐日鏡檢各被接種葉發病



圖十、桑葉背白粉病菌分生孢子在 28°C、飽和濕度下，不同時間之發芽情形。

Fig. 10. Germination of conidia of *Phyllactinia corylea* observed at first 18 hours under 28°C and saturated moisture.

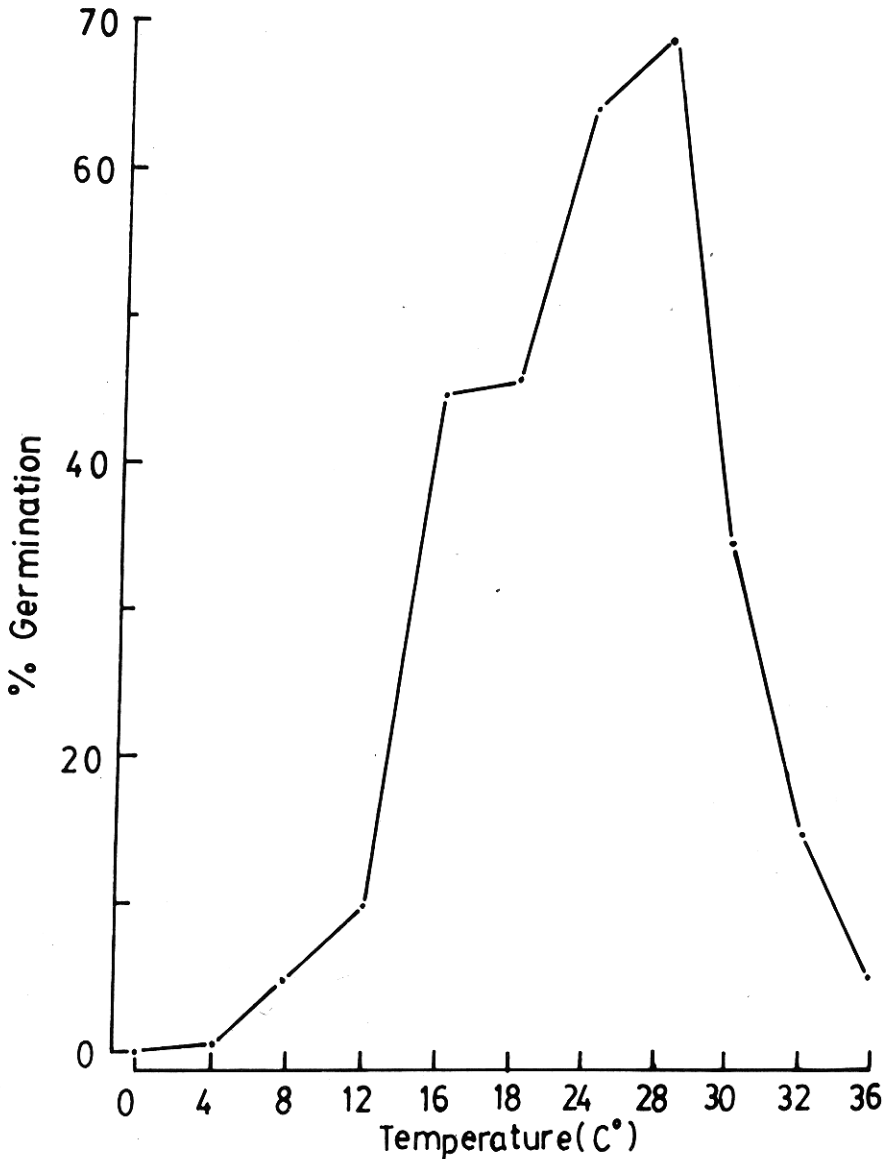
與否。

結 果

分生孢子形態之觀察：桑葉背白粉病菌絲著生於桑葉下表皮表面，縱橫交錯如密網狀（圖一、四）。分生孢子柄自菌絲向外長出，具7至10個明顯的隔膜（圖二）。成熟孢子柄每次可在頂端形成一個分生孢子，外形呈三角

棍棒狀，表面有許多細微紋路（圖三），大小約 $20 \times 72 \mu\text{m}$ （最寬幅 \times 長）。分生孢子通常自尾端抽發芽管發芽（圖三）。有性世代的子囊殼上亦可看到分生孢子著生其上。

有性世代子囊殼之觀察：每年12月至翌年2月，中南部桑園的病葉上可發現子囊殼。子囊殼呈扁球形，殼表面有許多縱深紋路。赤道處着生十餘根針狀冠毛，冠毛表面平滑，基

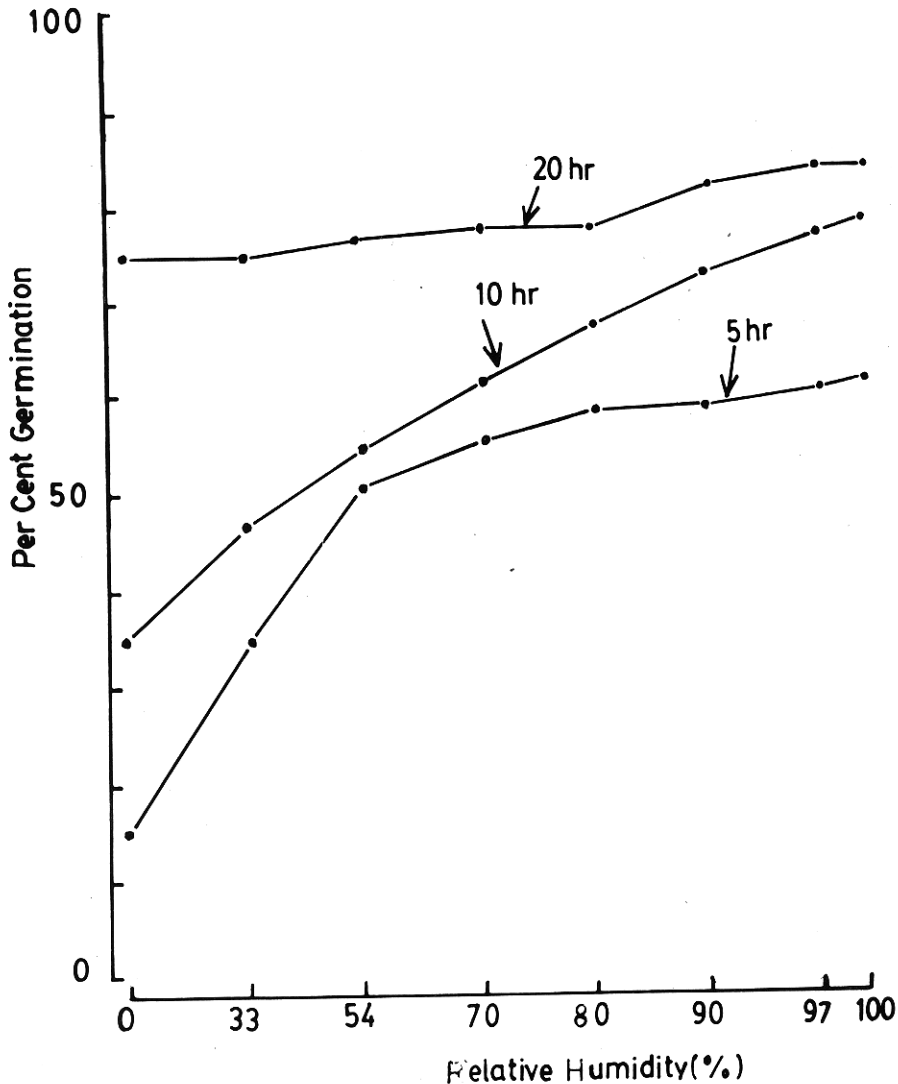


圖十一、不同溫度對桑葉背白粉病病菌分生孢子發芽之影響（飽和濕度下、16小時）
 Fig. 11. Effects of various temperatures on germination of conidia of *Phyllactinia corylea* under saturated moisture after 16 hrs.

部凸起略成半球形(圖五)。冠毛易脫落,於成熟子囊殼上不易觀察到。子囊殼無開口,但有些子囊殼頂端略呈凹陷。子囊殼大小隨桑樹品系不同而有差異,以50個之平均值而言,臺桑2號的子囊殼最大,直徑約 $270\ \mu\text{m}$ 。白葉系及999系較小,直徑分別為 $235\ \mu\text{m}$ 及 $250\ \mu\text{m}$ 。子囊殼內有17至22個子囊及許多黃色填充細胞。子囊呈長橢圓形,大小約

$55 \times 120\ \mu\text{m}$, 雙膜,基部有柄(圖六~八)。成熟子囊內有2至3個子囊孢子,子囊孢子大小約 $40 \times 60\ \mu\text{m}$ (圖九)。

分生孢子之發芽:飽和濕度下,分生孢子於 28°C 經2小時後開始發芽。起初8小時內發芽率增加最快。10小時後發芽率不再明顯增加,18小時後發芽可達到73%左右(圖十)。飽和濕度下18小時後 16°C 至 28°C 間



圖十二、不同濕度下,桑葉背白粉病病原菌分生孢子在 28°C 下5、10及20小時之發芽率。

Fig. 12. Effects of relative humidities on germination of conidia of *Phyllactinia corylea* under 28°C .

孢子發芽率皆佳，而以 24°C 及 28°C 發芽率最高。12°C 以下及 32°C 以上溫度下孢子發芽率甚低（圖十一）。在分生孢子達到最高發芽率所需時間在低相對濕度下較長，但不影響最後發芽率，20 小時後相對濕度 30 至 100% 間各處理孢子發芽率皆在 75% 左右（圖十二），且發芽管大都長達 200 μm 以上（圖四）。有些分生孢子亦能在自由水中發芽，但發芽不正常，發芽率甚低。

接種結果：以病葉靠接健康葉經 14 至 15 天即可在琉球桑及臺桑 1 號之下位背發生點狀白粉病斑，接種後之兩桑品系平均有兩葉片發病。

討 論

本省桑葉背白粉病病原依澤田氏之報告有兩種，一種為 *Phyllactinia corylea* (Pers.) Karst 發表於 1919 年⁽⁶⁾。另一種為 *Phyllactinia moricola* (P. Henn) Saw. 發表於 1933 年⁽⁷⁾。但詳細比較澤田氏對二者之無性及有性器官之描述，並不能看出任何明顯不同之處，因此，本文中乃以澤田氏於 1919 年首先發表之 *P. corylea* (Pers.) Karst 為本文中桑樹葉背白粉病病原菌之學名。另有由 *Uncinula mori* Miyake 引起之桑葉表白粉病只危害桑葉上表皮，此病在日本早有記載^(4,5)。在本省桑樹並未發現，而查諸本省以往記載也不見有過此病害報導^(1,6,7)，顯然此病害在臺灣尚未發生，因此於引進品種時應特別注意此病菌之檢疫。

本病原菌之分生孢子發芽的適當溫度在 20°C 至 28°C 之間，與許多其他白粉病相似^(2,8,9,10,12)。本病原菌分生孢子發芽受濕度之影響則類似 *Erysiphe polygoni*⁽¹⁴⁾ *Erysiphe graminis*⁽¹¹⁾ 這類白粉病，其分生孢子受相對濕度影響甚小，自 0% 至 100% 之相對濕度範圍內皆有相當程度的發芽率。不過本文發現濕度會影響本病原菌分生孢子發芽所需時間，在高濕度情形下分生孢子達到最高發芽率需時間較短，但各濕度之最後發芽率則無明顯的區別。

本病在本省的春蠶期（每年 3 月至 7 月）

及秋蠶期（每年 9 月至翌年 1 月）皆可發生，但秋蠶期發生情形要比春蠶期嚴重。這可能是由於本菌生長的範圍多在 30°C 以下，而本省春季短，大部分地區，尤其是本省中南部，在 4 月份以後白天氣溫很快就可以高達 30°C 以上，此項目自然限制使得春蠶期防治本病害工作上或許可以有經濟且簡便的方法，亦即在每年 1 月至 3 月桑園整修期間加以適當整枝，使長大後可以保持適當通風狀況，注意田間衛生，掩埋或焚燒落葉殘枝，再噴上適當藥劑以剷除春蠶期間最初感病源；隔離母株園區與栽培園區等，使春蠶期初期本病無法造成災害。以後則因氣溫限制，本病自然無法形成流行病害。但秋蠶期整個時間都在本病適當生長範圍內，以田間衛生及耕作技術恐無法在此期內遏止本病的發生。因此秋蠶期以適當藥劑來防治是必要的。另外，就田間觀察紅骨桑系桑樹有相當好的抗病力，可利用為抗病育種之親本。但本病原菌在冬天產生有性世代，因此日後若從事抗病育種切需注意到病原性變異問題。而在防治上，如何有效剷除子囊殼也是一項非常重要的課題。

謝 辭

本文為臺灣植物保護中心病理組研究報告第 29 篇，曾得農林廳 69 農建-5.1-產-0.86 經費補助。

引 用 文 獻

1. 中華民國植物保護學會，1980. 臺灣植物病害名彙。P. 198
2. 呂理榮、高清文，1975. 玫瑰白粉病分生孢子逸散及發芽。植物保護會刊 7: 311—318。
3. 曾顯雄，1979. 走查電子顯微鏡生物材料備製 5、PP、臺灣植物保護中心電子顯微鏡講習會講義。
4. 木村勝太郎，1979. 原色日本桑樹病害圖說：P. 83—86 建帛社。
5. 遠藤保太郎，1927. 桑樹病理學 P. 112—119、東京明文堂。
6. 澤田兼吉，1919. 臺灣產菌類調查報告第

- 一篇, P. 186 臺灣總督府農事試驗場特別報告 19 號。
7. 澤田兼吉, 1933. 臺灣產菌類調查報告第六篇, P. 34 臺灣總督府中央研究所農業部報告第 61 號。
 8. Peries, O.S. 1961. Studies on strawberry mildew, caused by *Sphaerotheca maculari* (Wallr, ex Fries) Jaczewski, Ann. Appl. Bio. 50:211-224.
 9. Spenger, D.W. 1978. The powdery mildew. Academic Press. N.Y.
 10. Stavely, J.R. and E.W. Hanson, 1966. Some effects of temperature and relative humidity on development of *Erysiphe polygoni* on *Trifolium pratense*. Phytopathology 56:940-943.
 11. Ward, S.V., and J.G. Manners. 1974. Environmental effects on the quantity and viability of conidia produced by *Erysiphe graminis*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 62:119-128.
 12. Weinhold, A.R. 1961. Temperature and moisture requirements for germination of conidia of *Sphaerotheca pannosa* from peach. Phytopathology 51:699-703.
 13. Winston, P.W. and D.H. Bates. 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. Ecology 41:232-237.
 14. Yarwood, C.E. 1936. The tolerance of *Erysiphe polygoni* and certain other powdery mildews to low humidity. Phytopathology 26:845-859.