

# 豆類白粉病生態之研究<sup>1</sup>

謝麗娟 張義璋 簡錦忠<sup>2</sup>

**摘要：**自民國73年9月到75年6月止，於本所農場設立豆類白粉病觀測圃，每月播種大豆、綠豆及紅豆各一次，做白粉病的發病度調查。結果顯示各播種期中，綠豆最早發病，且最為感病；紅豆次之；大豆於本試驗期間均未見發病。綠豆及紅豆白粉病之病勢，均自秋末（10月底）開始急速進展，冬季期間（11~次年1月）罹病率最為嚴重，春末（4~5月）病勢開始下降，夏季期間發病輕微。白粉病圃空氣中分生孢子之密度，日間比夜間多，尤其午間達最高峯；田間空氣中之分生孢子量與白粉病罹病程度呈正相關。除75年春北港地區的綠豆白粉病較嚴重外，73、74年冬季的屏東紅豆產區，和74年春的嘉義綠豆產區所調查的白粉病害，發病都較輕微。綜合各氣象資料做分析，可瞭解各氣象因子對病害之發生，實具有直接或間接的影響。故為減少白粉病的發生，當秋作時，宜較早播種，而春作則採較晚播種為佳。

據農林廳之統計<sup>(3)</sup>，民國71年本省除落花生以外之豆類雜糧作物，種植總面積達 39,123ha，其中紅豆 17,825ha，栽培面積最廣，其次大豆 7,782ha，花豆及綠豆各為 3,678及 3,426ha再次之。依產地價格估計紅豆十一億五千萬元，大豆二億七千萬元，綠豆五千五百萬元等，三種作物總值即高達十四億七千五百萬元。

除落花生外，上述豆類植物生長期間極易受白粉病危害，本病主要發生於較乾燥之季節。初期病徵是由下位葉開始產生白色粉狀斑點，嚴重者覆蓋整個葉面，阻礙光合作用，並吸取葉片養分，造成黃化、褐色壞疽、枯萎及提早落葉，影響植株生長勢。莖、花序及豆莢亦會受害。故影響產量和品質鉅大。因白粉病菌是絕對寄生菌，本省對各作物白粉病之研究，尚甚缺乏。而大豆白粉病在國外已有研究報告，但本省却一直沒有記載，所以增加大豆供試作物的研究。加以大豆、紅豆及綠豆的種植，雖有秋作和春、夏作，但本省大豆以高屏地區的秋季裡作為最多，紅豆多秋植，綠豆則以春作為主<sup>(4)</sup>。屏東農專曾進行紅豆白粉病田間消長之研究（書信瞭解）。但僅種植一次，而後觀察紅豆生長期間白粉病之發生情形，並不能瞭解白粉菌周年消長之情形。故本研究擬以不同栽培期，配合氣象資料，以分析株齡與氣象因子對白粉病發生之影響，並進行病菌孢子採集，以瞭解病原菌在田間之消長與發病的關係。期就豆類白粉病生態之探討，進行調查分析，以研擬經濟有效之防治對策。

## 材料與方法

### （一）周年白粉病消長之調查

#### 1. 白粉病觀測田之設置及調查方法

於民國73年9月起至75年6月止，在本所農場設立大豆、紅豆及綠豆等試區，每月播種一次，小

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1392 號。本研究經費承農委會74—農建—4.1—產植146 (13) 及75—農建—7.1—糧—56 (7) 計畫補助，謹此誌謝。

2. 本所植物病理系助理、副研究員、研究員。 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

區面積為  $7 \times 7\text{m}$ 。大豆採點播，行株距  $40 \times 15\text{cm}$ ；綠豆採條播後間拔，行株距  $40 \times 15\text{cm}$ ；紅豆採點播，行株距  $30 \times 15\text{cm}$ 。以一般管理方法栽培之，在生長期間隨時觀察病害的發生，發病後即每二週調查其罹病度，直到採收或病株枯死為止。調查時每小區採拉丁方格的抽樣方式，固定取16株做調查。調查依據是每一複葉或增葉，當未發現有罹病病斑者歸為0級，罹病病斑面積小於1%者為1級，大於1%小於5%者為2級，小於10%為3級，小於25%為4級，小於50%為5級，小於75%為6級，大於75%甚至枯死者為7級。記錄每一豆株的各增葉、複葉的罹病級數後，再換算出罹病度。

$$\text{罹病度} \% = \frac{0 \times n_0 + 1 \times n_1 + \dots + 7 \times n_7}{7 \times N} \times 100\%$$

(註： $n_0, n_1, \dots, n_7$  表示0級、1級……7級之葉數和， $N$ 表示總葉數)

## 2. 白粉病菌分生孢子之採集

於觀測田中央，離地面 60、30、10、0cm 等四個不等高度的位置，各放置塗有明膠的玻片，試行採集田間飛散之白粉病菌分生孢子，每天換片一次，並以顯微鏡（150倍）鏡檢其孢子量。綜合數天觀察的結果後，再以能採得最多孢子量的高度，做為每天採孢的基準。並在玻片上方 50cm 處，擺置一頂以竹竿撑起的大筲笠，防止玻片被雨水沖淋。以此即自民國73年11月起進行採孢，每天換片一次，再鏡檢一蓋玻片（ $18 \times 18\text{mm}$ ）範圍內之孢子數。

另在白粉病發生期，於能採得最多孢子量的高度位置，將塗有明膠的玻片，擺置不同的時段，即 9:30—11:30, 11:30—13:30, 13:30—15:30, 15:30—17:30, 17:30—翌晨 9:30，以採集這五個各不同時段內的孢子，並鏡檢一蓋玻片內的孢子數。

## 3. 氣象資料之收集

在觀測田中，放置自記溫、濕度計及雨量計各一具，以記錄每天的溫度、相對濕度和雨量等氣象資料。

### (二)、產地豆類白粉病發病之調查

民國73、74年冬季各2次、3次，往大豆、紅豆產區屏東一帶，民國74、75年春季各5次、4次，往綠豆產區嘉義一帶，調查各豆類白粉病之發病情形。

## 結 果

### (一)、周年白粉病消長之調查

#### 1. 白粉病觀測田之發病狀況

自民國73年9月至75年6月止，每月的12日播種一次大豆、綠豆及紅豆，並做白粉病之發病調查。結果以綠豆對白粉病最為感病，紅豆次之，大豆則不發病。民國73年綠豆自10月中旬開始發現有白粉病發生，11月以後病勢的進展迅速，至74年2月則較遲緩，甚至不再蔓延。3月中旬後才又陸續發生，且漸趨嚴重，但病勢似較秋冬發生期平緩。6月中旬後，發病最是輕微。當11月至75年1月中旬止，則又嚴重的發病，其次是4月中旬至6月初。即在近二年的調查中，綠豆於全年的栽植期間，以冬季（11~次年1月）發病最為嚴重。紅豆則自民國73年11月上旬開始發現感染白粉病害，病勢之進展趨勢與綠豆同，全年栽植期間，以12~次年1月止發病最嚴重。再比較綠豆、紅豆各播種區的發病情形，發現紅豆均比綠豆較晚感病，病勢也較輕。而不論綠豆或紅豆，均以秋冬期間罹病較重，春季生長期感病則較輕，尤其紅豆最為明顯。再由此白粉病發生周年之消長情形，發現同一時期，不同株齡之病勢進展相近。即不同株齡之豆株，感病之差異不大（圖一）。

#### 2. 白粉病菌分生孢子之採集

在晴朗不下雨的天氣，將塗有明膠的玻片，放在離地面不等高度的四個位置，先試行採集孢子，如表一所示，發現經六天觀察的結果，以距離地面 10cm 處，平均所採得的孢子數約19.8個/天，要較其他三個位置所採得的多。故以距離地面 10cm 的高度為基準，自民國73年11月起，每天採集孢子

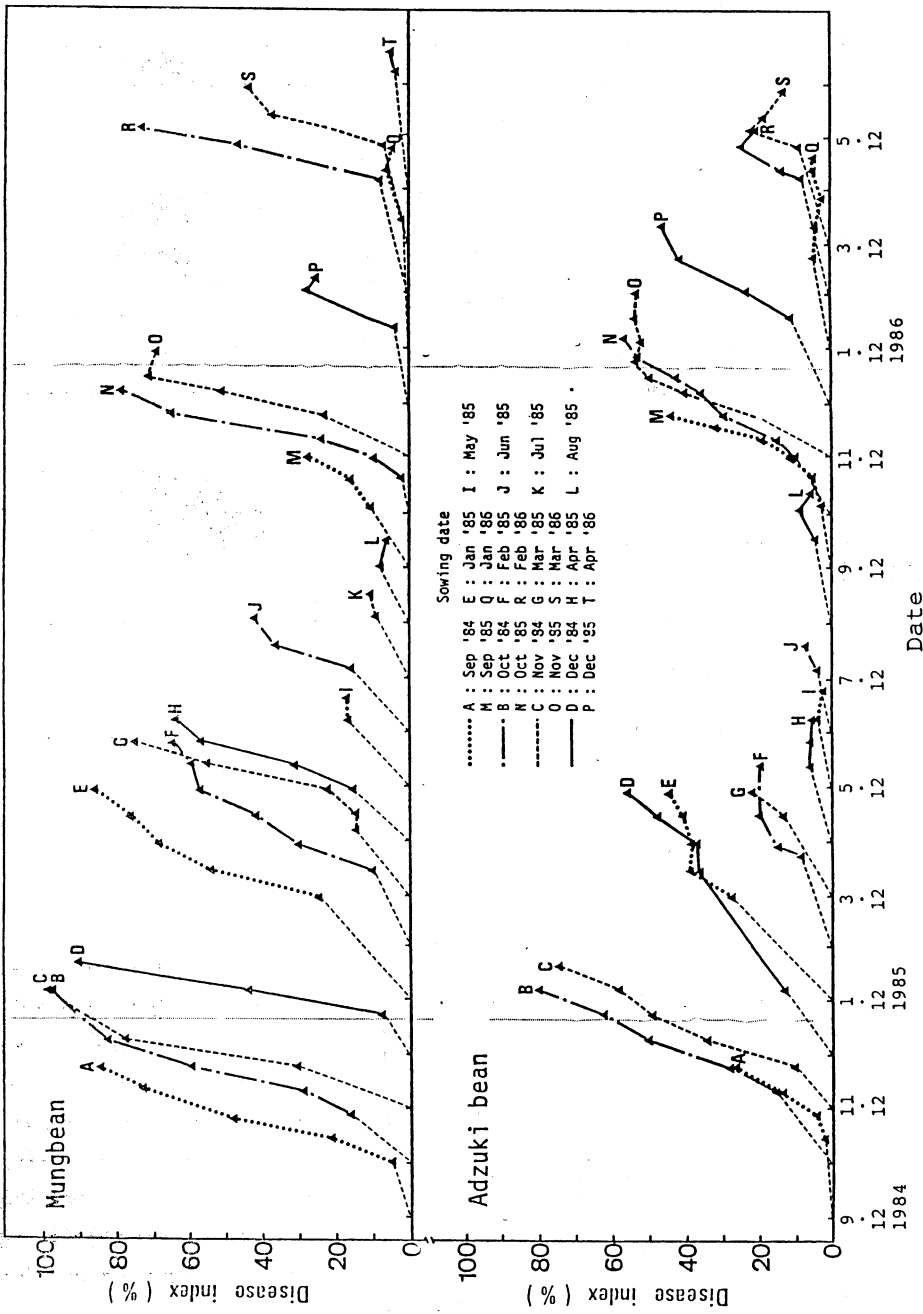


圖1. 不同播種期綠豆及紅豆白粉病之發生情形

Fig. 1. The occurrence of powdery mildew of mungbean and adzuki bean for the different sowing date.

表1. 觀測田中，白粉病菌分生孢子之採集量

Table 1. Number of conidia of *Erysiphe polygoni* trapped on glass slides in the field.

Spore no. Date	Height	Height above ground (cm)			
		60	30	10	0
10.23		0	0	4	0
10.24		0	0	14	8
10.30		4	0	3	0
10.31		0	0	45	0
11. 1		0	0	14	8
11. 2		0	13	39	24
Average		0.7	2.2	19.8	6.7

，經顯微鏡觀察，再算出每週的平均孢子量，結果見圖二。剛開始時，孢子數較少，以後即漸次增加，在11月中旬至12月初期間，可採得較多數的孢子，其中以11月底達最高峯，平均 618個/天孢子之多。以後即漸次降低，74年3月以後孢子數又漸增，在3月中旬至4月初之間，孢子數較多，尤其3月底最多，平均每天採得 666個。4月後又呈顯著的減少。和去年的結果相同，當11至12月初期間，孢子數又增加，尤其11月底，平均 604個/天孢子為最多。75年5月間亦可採得較多數的孢子，但只以5月初平均 198個/天孢子為最多，較去年的結果減少許多，以後直到6月底止，孢子數都很少。

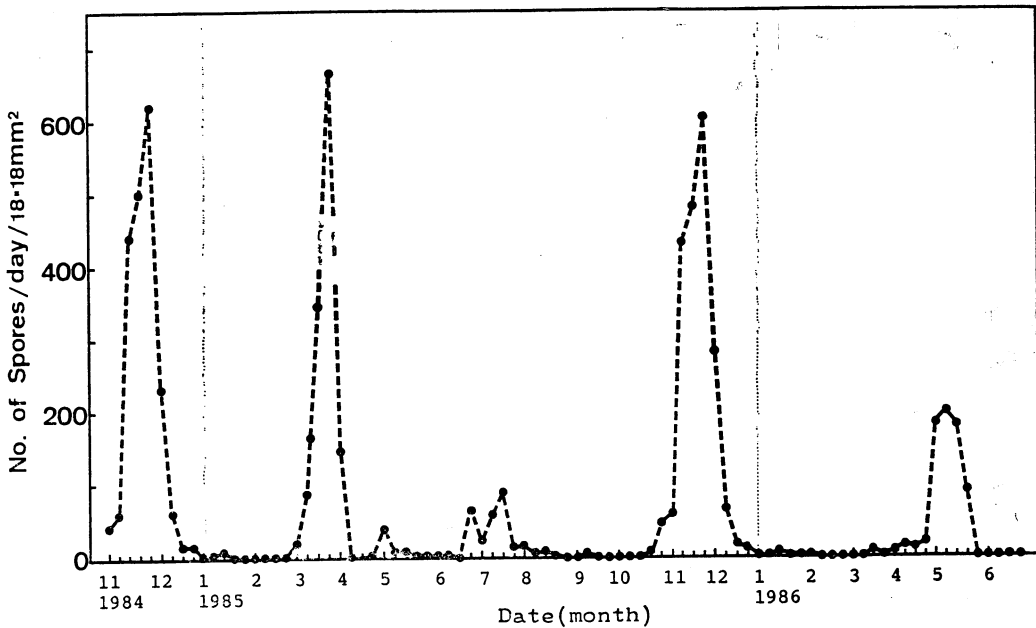


圖2. 田間綠豆、紅豆白粉病的分生孢子採集量

Fig. 2. Number of conidia of *Erysiphe polygoni* trapped on glass slides in the field.

為瞭解綠豆、紅豆白粉病菌分生孢子，在田間一天中的飛散情形，當春天白粉病發生期時，距離地面 10cm，分別在不同五個時段裡採集孢子（表二）。結果以夜間（17：30~翌晨 9：30）平均每小時採集 0.9個，較日間的任一時段都少。在日間又以中午（11：30~13：30）所採集的孢子數最多

，平均62.0個／小時。

表2. 觀測田中，白粉病菌分生孢子之飛散情形

Table 2. The dispersal of conidia of *Erysiphe polygoni* in the field.

Spore no. Date	Time		13:30 15:30	15:30 17:30	17:30 Next day 9:30	Total Spores
	9:30 11:30	11:30 13:30				
3.15	11	19	47	0	2	79
3.19	7	225	28	27	3	290
3.20	48	128	0	25	37	238
Average(no./hr.)	11.0	62.0	12.5	8.7	0.9	8.4

3. 氣象資料之收集

依田間氣象資料之記錄，民國73年9月至次年1月的平均氣溫是逐漸下降，依次是30.7、25.9、21.1、15.9及14.6°C。以後即漸漸升高，到7月止依次是16.2、17.5、21.9、25.5、26.8和28.5°C。8月到12月溫度則陸續下降為27.6、26.6、25.3、20.8、15.6°C。75年1、2月溫度較去年低，為13.3和13.6°C。以後又逐漸上昇，至6月止依次是17.5、23.0、24.9和27.3°C。相對濕度在9月至12月，呈逐次下降，平均各為83.1、81.4、81.1和80.4%。次年1月亦乾燥81.2%。以後則因雨水較多，相對濕度隨著升高，尤其2月高達89.2%。3月至6月分別是88.2、86.6、85.4和86.8%。7月氣溫高，加以雨水缺乏，故最是乾燥78.6%。8、9月因雨水較多，相對濕度較高，85.4和89.0%。10月至75年1月止，則逐漸下降，平均各為86.7、82.7、81.9和80.1%。2月較高為85.9%。3月至

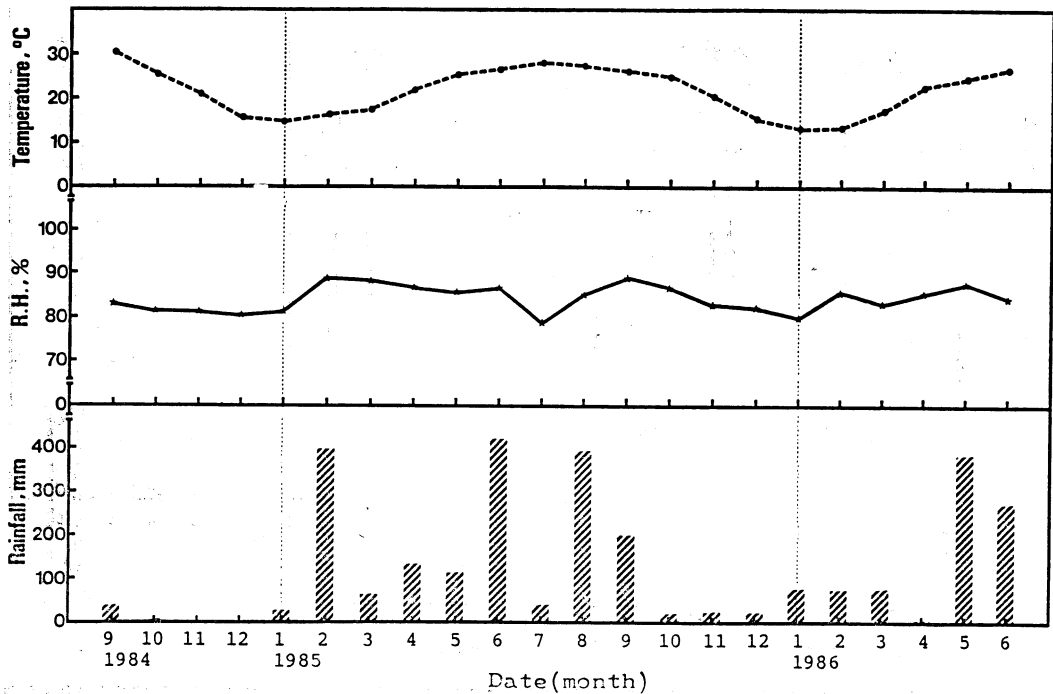


圖3. 1984年9月至1986年6月止，農試所觀測田中，溫度、相對濕度和雨量的氣象記錄

Fig. 3. Temperature, RH and rainfall recorded in the field of TARI from September 1984 to June 1986.

6月止，則分別為83.3、85.5、87.7和84.3%。民國73年9月裡，降雨日數6天，降雨量36.0mm。10、11、12及次年1月，幾乎都不下雨。以後至74年年底，以2月的降雨日數19天，降雨量397.6mm，和6月的14天，420.5mm，及8月的16天，393.0mm，降雨最多。其他3月降雨較少，僅5天，62.0mm；4月是10天，132.5mm；5月4天，117.5mm；7月5天，39.0mm；9月是11天，201.8mm；10、11、12月則降雨稀少。75年1、2、3月降雨亦不多，分別為1天，78.0mm；9天，77.5mm和10天，78.0mm。4月雨量則較去年少，為2天，4.5mm。5、6月降雨量較多，各為14天，386.2mm，和13天，273.5mm。即自民國73年9月至75年6月止，每月的平均溫度，以6~9月的氣溫較高，和75年的1、2月氣溫較低外，大約都在15~25°C之範圍。相對濕度則除7月較低外，都維持在80~90%之間。而降雨量以春季較秋冬時要多（圖三）。

## (二) 產地豆類白粉病消長之調查

民國73、74年年底，到大豆、紅豆產區屏東一帶，調查白粉病的發生情形。結果大豆都未見發病。而紅豆在當地是10月初旬播種，與本所觀測田中B區（73年10月12日播種）、N區（74年10月12日播種）的播種期約同時。二年的調查均選擇四個定點田圃，即南州（N）、壽元村（S）、巷仔內（H）及美和（M）。73年11月30日第一次調查時，豆株生長約在6到10個複葉，罹病度都相近且不嚴重，平均9.6%，其中以南州一區罹病度最高12.2%，美和一區最低8.2%。12月27日再調查時，豆株正值採收期，這時發病都較前嚴重，尤其壽元村一區高達40.5%，其他三區罹病度則較相近，平均26.3%。而本所紅豆B區，當11月21日調查時，罹病度就達15.2%，12月20日為49.7%，到次年採收時，1月17日的罹病度高達80.4%，故知同時期種植紅豆，本所較屏東產區發病嚴重。74年再就相同的田圃做調查，第一次11月14日時的罹病度，平均都小於3%。12月10日時，罹病度雖然都有增加，但亦輕微，其中以壽元村一區發病度最低，2.0%，而巷仔內一區最高，但也僅11.8%。1月8日再調查時，南州、壽元村二區已採收外，其他二區發病都較前嚴重，尤其巷仔內田區為最高，32.7%。而本所N區紅豆，當11月11日調查時，罹病度就達9.6%，12月5日為29.3%，1月6日時為52.2%，故知亦與去年所調查的結果相同，本所紅豆發病仍較嚴重。（圖四）

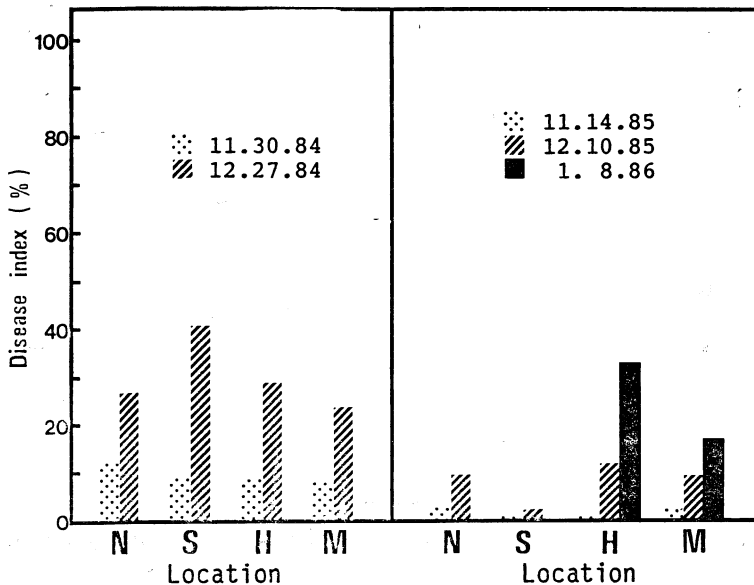


圖4. 屏東地區紅豆白粉病之發生情形

Fig. 4. The occurrence of powdery mildew of adzuki bean in Ping-tung area.

民國74、75年4月初到嘉義綠豆產區做調查。嘉義地區的綠豆多於4月上旬播種，與臺中本所觀測田中H區（74年4月12日播種）、T區（75年4月12日播種）的播種期相近。74年調查五定點綠豆田圃，即月眉 Y<sub>1</sub>、Y<sub>2</sub>、Y<sub>3</sub> 三區和西庄 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub> 二區。4月12日首次調查時，豆株至多只長1至2個複葉，發病不嚴重，以月眉 Y<sub>2</sub> 一區罹病度最高，但也只有8.7%，Y<sub>1</sub> 田則未見發病。第二次調查時，罹病度都有顯著的增加，以 Y<sub>3</sub> 田區最高21.5%，Y<sub>1</sub> 田最低3.8%。以後則除第三次調查時，S<sub>2</sub> 和 Y<sub>3</sub> 二田區，罹病度各由原來的17.8%降為11.9%，21.5%降為16.8%，以及第四次調查時，S<sub>1</sub> 田區由13.3%降為 4.6%外，各田區的罹病度都有增加的趨勢。尤其最後一次正值採收期，發病程度最嚴重。其中 Y<sub>2</sub> 一區高達76.7%，其他四區罹病度則相近，平均32.8%。而本所H區綠豆，直到5月才見發病，5月10日時罹病度14.9%，5月24日即31.3%，6月6日高達56.6%，採收時是63.2%。比較這兩地區的發病趨勢，可以發現嘉義地區的綠豆，除 Y<sub>2</sub> 區害病最嚴重外，其餘四區則雖在最初時，較本所H區罹病較早且高，但到後期則都較本所H區輕微。75年則另調查北港一帶四個定點田圃，即北港 P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>、P<sub>4</sub> 四田區。自4月18日至5月29日期間，共調查四次。其中除 P<sub>4</sub> 田區的前三次罹病度是自29.8%至15.5%呈逐次下降，而最後一次亦因感染其他病害枯死不做調查外，其餘三田區則均呈顯著地逐次升高。P<sub>1</sub> 田區第一次調查的罹病度為37.1%，至最後一次時昇為68.7%。而以 P<sub>2</sub> 田由7.0%昇至57.5%，和 P<sub>3</sub> 田自0.7%昇至52.0%，二區的罹病趨勢最快。而本所T區綠豆，至6月18日才輕微發病，罹病度3.3%，採收期6月30日時的罹病度，也僅4.9%。故知和北港地區相比較下，本所的綠豆罹病程度要輕微許多。（圖5）

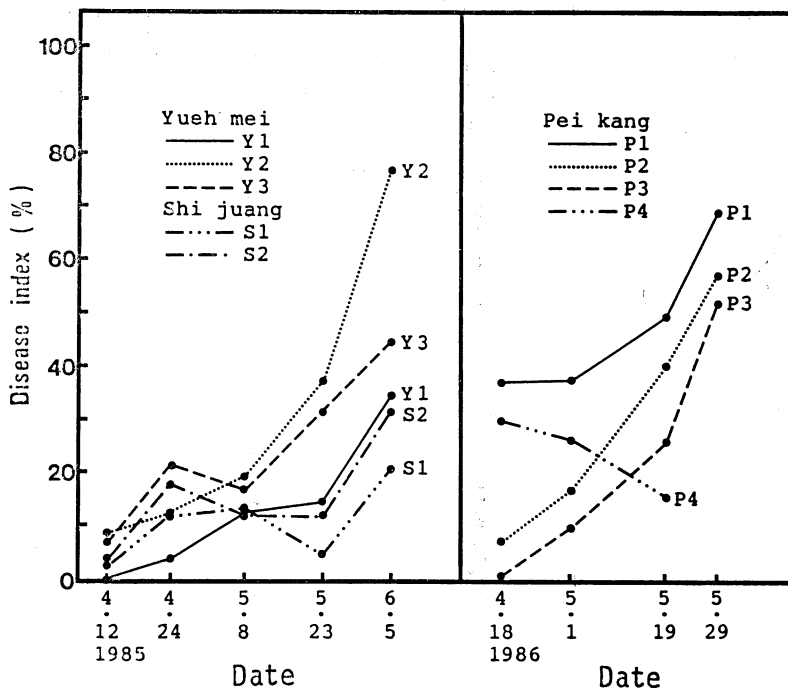


圖5. 嘉義地區綠豆白粉病之發生情形

Fig. 5. The occurrence of powdery mildew of mungbean in Chia-yih area.

## 討 論

根據國外的報告，大豆白粉病的病原是 *Microsphaera diffusa* <sup>(8,9)</sup>，與綠豆、紅豆白粉病所屬

*Erysiphe polygoni* DC 病原菌<sup>(1,5,17,18)</sup>的菌原不同。在本省還沒有有關大豆白粉病發生的記載，依據在大豆生長期間，於本所大豆觀測田的觀察，以及到屏東大豆產區做調查，都一直未發現有感染白粉病害，是認為本省可能還沒有大豆白粉病的病原。

田間農作物白粉病害的發生，受各種環境因子的影響很大<sup>(13,15)</sup>，而氣溫、相對濕度和降雨量是其中的三個重要因素。觀測田間在73年10、11月中的平均氣溫，是25.6和 21.1°C，接近白粉菌的生長適溫 23°C<sup>(18)</sup>。又據 Yarwood<sup>(16)</sup> 和 Corner<sup>(6)</sup> 的報告，白粉菌 *E. polygoni* 的分生孢子，當浸在水中時，發芽率顯著的減少，甚至死亡，但若讓孢子浮在水面，就會發芽，向上長出發芽管。故推測田間在秋季10、11月中，由於日夜溫差大，夜間容易達到露點，能維持較長一段露期，使植株表面因形成一層水膜，有利白粉病菌孢子在表面的發芽生長。且白天，尤其是午間，因氣溫升高，相對濕度低，再藉風使分生孢子有效地傳佈<sup>(11,12,13,14)</sup>，故加速病害的嚴重發生。又據 Hashioka<sup>(7)</sup> 和 Sadasivan 等<sup>(10)</sup> 的報告，認為水稻植株若先後以高低不同的溫度各處理數天，或先控制水稻生長溫度，使日夜溫差增大，然後再分別接種稻熱病菌，結果都要比沒有經過高低溫交替處理的水稻易罹病。故亦推測當10、11月間，因溫差大，使豆株較在其他季節生長時易感病，病勢亦較嚴重。再據筆者等田間觀察的現象，冬季12月及次年1月，因氣溫偏低，豆株生長較慢，病勢的擴展亦慢，但二者相比較下的發病面積比率大，故罹病度仍較高。尤其綠豆在12月份的播種區，豆苗雖只長至一、二複葉大小，多數却即嚴重的害病死亡。接著2月份的降雨日數最多，為19天，降雨量多達 397.6mm。根據前人的許多研究報告<sup>(6,13,16,17)</sup>，認為水份對白粉病菌具有負面的影響。故推測可能因多量的雨水，抑制了白粉病菌的蔓延生長，使田間病勢較遲緩，甚至不再擴展。3、4月亦間有陣雨，但因往往在短暫陣雨過後，植株表面的相對濕度增高，促進病菌孢子的發芽生長，加以氣溫逐漸升高，故豆株又漸漸罹病。接著5月的平均氣溫是 25.5°C，亦無大量雨水，病勢仍繼續地擴展。5月底至9月止，由於氣溫較高，降雨量又多（尤其以6月的14天，420.5mm；8月的16天，393.0mm；和9月的11天，201.8mm 為較多），且豆株的生長且快，故不論綠豆或紅豆的罹病程度都很輕。10、11月的平均氣溫是25.3和 20.8°C，又接近白粉菌的生長適溫，和日夜溫差較大的原因，故病勢又逐漸嚴重。但和去年相比較，10、11、12月的下雨量雖只較去年多些，可却多下著綿密細雨，病原菌因不斷地受水份浸洗，故使病勢較去年平緩。至75年的1、2月，平均氣溫較去年低，為13.3和 13.6°C，罹病趨勢較去年遲緩。直到4月中旬以後，因氣溫升高至病菌生長適溫，且5月中旬後又間有陣雨，故至5月底這段期間，罹病嚴重。但比較各播種區，發現其發病都較去年要晚且輕。接著6月份因平均氣溫較高（27.3°C），豆株生長快速，罹病度減輕，尤其紅豆的4月份播種區，一直到6月底都未見發病。觀測田中並進行採集分生孢子，發現採得的孢子量與其白粉病罹病程度呈正相關，且二年中在孢子量達最高峰的四個區間，即73年的11、12月間，74年的3月，和11、12月間，及75年的4、5月間，都正是綠豆、紅豆當秋作和春作時，發生白粉病最嚴重的時期。在分生孢子的飛散試驗，發現綠豆、紅豆白粉病的孢子大多在白天飛散，午間達最高峰，晚上則最少。可知其分生孢子的形成是具有日間週期性（daily periodicity）<sup>(2,11,13,14)</sup>。又屏東地區的紅豆，在秋季生長期間，可能因為氣溫較高，有較長且強的光照，增加寄主的抗病性<sup>(13)</sup>，且日夜氣溫溫差亦不似臺中地區大，所以相同的田圃，兩年裡白粉病的罹病程度都較輕微。而嘉義地區的綠豆，74年春季4月時，推測可能因為氣溫比臺中地區較早升高至白粉病菌的生長適溫 23°C，故初發病比本所H區較早且嚴重。但後來也因氣溫較高，豆株生長較快，所以罹病較輕微。而 Y<sub>2</sub> 一區的綠豆，因為以撒播播種，又沒有間拔，使植株密度極不整齊，又缺乏良好栽培管理，使豆株生長不良，較易罹病，故發病趨勢最為嚴重。再因農民綠豆的栽植逐年減少，故75年春另調查北港地區的田圃。4月裡雖然雨水缺少，但 P<sub>1</sub>、P<sub>4</sub> 二區與其他作物間種，較多灌溉，濕度較大，故最初調查時，罹病即嚴重。隨後 P<sub>4</sub> 田因噴施農藥，使罹病度逐次降低。其餘三區當5月後，午後多有陣雨，雨量較去年增多，罹病趨勢呈逐次嚴重。而本所T區綠豆，因受雨量，氣溫等影響，田間感染源減少，故罹病趨勢較去年遲緩，亦較北港產區輕微許

多。

綜合以上的結果，可以瞭解各氣象因子對田間白粉病害發生之消長，實具有直接或間接的影響，所以為減少白粉病的發生，認為當秋作時宜較早播種，而春作則較晚播種為佳。並應注意良好的田間栽培管理，使豆株生長良好，增加其抗病性。其他如植株的栽植密度，與豆類白粉病菌寄主範圍等對病害的影響，實有待進一步的探討與研究。

### 參考文獻

1. 王添成，1984，臺灣綠豆病害簡介（上）農藥世界14：13—15。
2. 方新政，1973，向日葵白粉病之研究，植保學會會刊15（1）：5—12。
3. 農林廳農業經濟科主編，1983 IV.3. 豆類p.70—75 臺灣農業年報 民國七十二年版，臺灣省政府農林廳，pp. 287。
4. 詹國連、陳庚鳳、鄭隨和，1980，糧食作物：四、大豆 p.412—420，十、紅豆 p.443—451，十一、綠豆，p. 452—455，臺灣農家要覽（上）pp.1388。
5. 鄧汀欽，1984，綠豆重要病害及防治，農藥世界12：47—49。
6. Corner, E. J. H. 1935. Observations on resistance to powdery mildews. *New Phytol.* 34 : 180-200.
7. Hashioka, Y. 1950. IV. Section 1. Relation of temperature to the resistance of the rice plants, p. 43-69. Studies on the mechanism of prevalence of the rice blast disease in the tropics. Taiwan Agricultural Research Institute. Taipei, Taiwan, China. pp.237.
8. McLaughlin, M. R., J. S. Mignucci and G. M. Milbrath. 1976. *Microspheera diffusa*, the perfect stage of the soybean powdery mildew pathogen. *Phytopathology* 67 : 726-729.
9. Mignucci, J. S. and A. M. Lim. 1980. Powdery mildew development on soybeans with adult-plant resistance. *Phytopathology* 70 : 919-921.
10. Sadasivan, T. S., S. Suryanarayanan and L. Ramakrishnan. 1963. Influence of temperature on rice blast disease. p.163-171. The rice blast disease. the Johns Hopkins press, Baltimore, Maryland. pp.507.
11. Schnathorst, W. C. 1959. Spread and life cycle of the lettuce powdery mildew fungus. *Phytopathology* 49 : 464-468.
12. Schnathorst, W. C. 1960. Relation of microclimates to the development of powdery mildew of lettuce. *Phytopathology* 50 : 450-454.
13. Schnathorst, W. C. 1965. Environmental relationships in the powdery mildews. *Ann. Rev. Phytopath.* 3 : 343-367.
14. Sreeramulu, T. 1959. The diurnal and seasonal periodicity of spores of certain plant pathogens in the air. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 42 : 177-184.
15. Ward, S. V. and J. G. Manners. 1974. Environmental effects on the quantity and viability of conidia produced by *Erysiphe graminis*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 62(1) : 119-128.
16. Yarwood, C. E. 1936. The tolerance of *Erysiphe polygoni* and certain other powdery mildews to low humidity. *Phytopathology* 26 : 845-859.
17. Yarwood, C. E. 1939. Control of powdery mildews with a water spray. *Phytopathology* 29 : 288-290.
18. Yarwood, C. E., S. Sidky, M. Cohen and V. Santilli. 1954. Temperature relations of powdery mildews. *Hilgardia* 22 : 603-622.

# Studies on the ecology of the powdery mildew of beans<sup>1</sup>

L. C. Hsieh, Y. C. Chang and C. C. Chien<sup>2</sup>

## Summary

The powdery mildews of beans were surveyed in the monthly sown bean plants at TARI from September 1984 to June 1986. No diseased plant was found in soybean while mungbean and adzuki bean were much more susceptible. Generally, the occurrence of this disease in mungbean was earlier and more serious than in adzuki bean. Mungbean and adzuki bean cultured in Autumn showed higher degree of severity than in Spring, especially in adzuki bean, and there was not much susceptibility difference in any plant stage. Most spores were disseminated during the day, especially at noon, while few were released during the night. It showed that there was not higher disease incidence while investigating in Ping-tung area (Autumn, 1984; Autumn, 1985) and in Chia-yih area (Spring, 1985), but the disease incidence was higher in Pei-kang area (Spring, 1986). From our climatic data, we believed that the distribution and severity of powdery mildew were directly and indirectly influenced by the environmental factors. Therefore, to lessen the occurrence of powdery mildew, it might be better to sow crops in early Autumn or late Spring.

1. Contribution No. 1392 from the Taiwan Agricultural Research Institute (TARI).

2. Assistant, Associate Plant Pathologist and Senior Plant Pathologist, respectively, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC.