

## 台灣薏苡黑穗病之發生及病原特性初步研究

陳俊位<sup>1,4</sup> 周俊吉<sup>2</sup> 張盈盈<sup>2</sup> 葉瑩<sup>3</sup> 曾德賜<sup>2</sup>

1. 彰化縣 行政院農委會台中區農業改良場
  2. 台中市 中興大學植物病理學系
  3. 台北市 行政院農委會動植物檢疫防疫局
  4. 聯絡作者：電子郵件chencwol@tdais.gov.tw；傳真04-8520914
- 接受日期：中華民國 88 年 8 月 31 日

### 摘 要

陳俊位、周俊吉、張盈盈、葉瑩、曾德賜. 1999. 台灣薏苡黑穗病之發生及病原特性初步研究. 植病會刊8:95-102.

薏苡黑穗病罹病之花器與葉片肥大、畸形；罹病雄蕊及雌蕊在末期會被病原孢子堆取代，在受害花器雄蕊上形成之冬孢子堆為圓錐形，大小2 ~ 4 mm，雌蕊則為4 ~ 14 mm。危害初期孢子堆外皮呈淡綠色至深綠色，末期呈紅褐色至褐色。冬孢子圓形或橢圓形，黃褐色，表面有刺，直徑介於 7.5 ~ 15  $\mu\text{m}$ 之間 (平均12.8 $\mu\text{m}$ )。本病原菌經鑑定為*Ustilago coicis*。從1995年夏天到1996年春天兩個薏苡栽培季節，調查主要栽培品種"台中選育一號"黑穗病發病情形，結果發現夏作薏苡黑穗病嚴重田發病率可高達23%，翌年同區域薏苡種植田春作發病則僅為4%。罹病率在溫度達28 時有促進發病之現象。所搜集之冬孢子發芽溫度在28 ~ 36 之間，發芽適溫在32 ，超過此溫度其發芽明顯受抑制。光照可明顯促進發芽。厚膜孢子在水分潛勢高於 -5 bar以上，發芽率提高，而在 -13 bars以下則明顯被抑制。調查尾花澤在來種、岡山在來種、台中選育一號、台中選育五號、紅殼之馬援種及泰國種等薏苡品種對黑穗病之抗感病性，其中以台中選育一號最為感病 (23%)，以馬援種最為抗病 (1%)，防治上應用抗病親本作為育種材料為具有發展潛力之方向。

關鍵詞：薏苡、黑穗病、薏苡黑穗病菌、品種抵抗力

### 緒 言

薏苡 (*Coix lacryma-jobi* L.) 為一年生禾本科植物，英名為pearl barley、Adlay或Job's tears millet。原產於印度及緬甸一帶，在東南亞一帶有大面積種植。本省從日據時代即有零星之栽培，分佈於南投、台南及屏東縣之山地鄉。近年在草屯、二林、埤頭、岡山、三民及阿里山一帶種植，主要為稻田轉作栽培，年產量約在 300公噸左右<sup>(4, 5, 6)</sup>。目前主要栽培品種有兩種，一為歸類於*C. lacryma-jobi* var. *mayuen* Stapf. 的台中選育一號、台中選育五號及松瀨種，另一種為白殼在來種 (*C. lacryma-jobi* var. *major Mimeur*)<sup>(4, 5)</sup>。薏苡栽培上主要的病害已知有葉枯病 (*Helminthospora coicis*) 及黑穗病兩種<sup>(4)</sup>，黑穗病可系統性感染並破壞子實，並可藉由種子傳播，藥劑防治不易，因而目前已成為薏苡栽培上之主要限制因子。薏苡黑穗病於1895年由Brefeld氏首先於印度Barclay發現<sup>(1)</sup>，Butler氏續於1918年在印度之孟買及爪哇報告此病之危害<sup>(2)</sup>，接著1920年在美國亦有此病發生之報告<sup>(15)</sup>，1927年此病在

錫蘭首次發現<sup>(24)</sup>，而後陸續在泰國<sup>(26)</sup>、印度<sup>(13, 21)</sup>、菲律賓<sup>(27)</sup>、日本<sup>(10, 18)</sup>等栽培地皆有發現。台灣薏苡黑穗病一直到1976年(民國65年)始於屏東農專(已改制為屏東科技大學)的薏苡栽培田零星發現；惟該一初始報導中並無有關田間發生狀況之調查分析。民國72年岡山地區所栽種之薏苡首度發現有本病之為害，因其所用以種植之種子由泰國進口，懷疑為由種子夾帶進口所發生。其後本病在台灣薏苡栽培田之危害漸見普遍，病原之蔓延顯而易見。在台中場薏苡選育工作上及其所輔導種植之鄉鎮近年來亦常發現本病之發生，嚴重時常導致整穗上皆為病原所纏據，以致完全喪失其商品價值，影響採種業務及農民收益甚鉅，目前已為薏苡生產主要限制因子之一<sup>(6)</sup>。此病害雖為本省薏苡之重大病害，但過去由於薏苡栽培面積不大，研究亦甚少，截至目前為止僅黃及陳二氏<sup>(3)</sup>對病原之培養特性及發芽性狀等之初步瞭解，及陳氏等對病原特性及發生情形初步探討<sup>(2)</sup>。攸關病害發生學、生理學、生態學、寄主與病原交互作用以及寄主品種之抗感病性等，則均有待投

入探討。有鑑於近年來國人對健康食品的日益重視，對薏苡之栽培意願亦日益增加，因此有關黑穗病危害之問題亟待解決；本研究針對本省薏苡栽培上發生的黑穗病，經由田間發病調查瞭解其在發病情形與氣候因子之關係、品種間抗感病性之差異，另外並對感染有關之病原菌生理特性進行瞭解，以期提供爾後本病防治管理上之參考。

## 材料與方法

### 田間薏苡黑穗病之病徵及病原形態檢視

於薏苡栽培田間檢視薏苡植株黑穗病為害之病徵表現及其病勢進展情形，調查對象主要為台中選育一號栽培種，除照像記錄發病情形外，並採集罹病穗，以光學顯微鏡 (Olympus, BH-2, Japan)，檢視病原冬孢子 (teliospore) 形態特徵，以顯微測微尺逢機量測 500 個冬孢子大小，及檢視其小生子 (sporidia) 之形成過程。

### 田間發病調查

於1995年夏作及1996年春作薏苡栽培期間，於台中場之薏苡栽培試驗區，進行薏苡黑穗病之發病率調查，於供試田區選取四個代表性小區，依完全逢機區級設計，每小區面積約20平方公尺 (長×寬=5×4公尺)，每小區逢機選取100株薏苡，加以標示後定期調查其在整個季節中之黑穗病發生情形；調查栽培品種為台中選育一號，罹病株之判定係以薏苡種子受感染腫大為依據。罹病度之調查仿照麥角菌之調查方法，依種穗罹病種子所佔比例區分為下述五級：0級，未感染；1級，種穗種子罹病比例1~5%；2級，種穗種子罹病比例6~25%；3級，種穗種子罹病比例26~50%；4級，種穗種子罹病比例大於51%。調查結果依下式公式計算其罹病度。

$$\text{罹病度} = \frac{(\text{指數} \times \text{該指數罹病穗數})}{4 \times 100 \text{株}} \times 100\%$$

調查期間的氣象資料由台中場所設之氣象站提供，參考每旬溫、濕度及降雨量之變化與病害發生的情形。

### 不同薏苡品種之發病調查

於1995年夏作薏苡栽培期間，於台中場薏苡育種試驗田，定期調查不同品種薏苡黑穗病之發病情形，調查品種包括尾花澤在來種 (Obanazawa Native)、岡山在來種 (Okayama Native)、台中選育一號、台中選育五號、紅殼之馬援種及泰國種等六種，每一品種調查四個代表性小區，依完全逢機區級設計，每小區面積約20平方公尺，每小區逢機選取100株薏苡，調查方法及罹病度之計算同上。

### 溫度與光照對病原菌冬孢子發芽之影響

將田間採集到之薏苡黑穗病罹病穗，於室溫下風乾乾燥後，取其孢子粉以無菌水稀釋製成  $10^8$  spores/ml 孢子懸浮液之後，經10倍系列稀釋後，測試使光學顯微鏡10物鏡明視野下約100個孢子左右的濃度，旋以吸管吸取滴至2%的水瓊脂洋菜平板上 (9公分)，每一平板滴四滴孢子懸浮液，每滴200 $\mu$ l，於無菌操作台內吹乾水滴後，蓋上皿蓋，旋分別置於16、20、24、28、32及36之定溫培養箱中，每一測試溫度並分別為12小時之光照 ( $50 \sim 60 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) / 12小時黑暗及全黑暗兩種處理，培養24小時後取出，以光學顯微鏡 (Olympus, BH-2, Japan) 檢視並記錄厚膜孢子之發芽情形，每處理四重覆，每重覆計數100個孢子，本試驗計重覆兩次。

### 不同之水份潛勢對於病原菌冬孢子發芽之影響

於1.5%水瓊脂添加定量之蔗糖，使成不同水份潛勢之培養基<sup>(25)</sup>，倒平板，吹乾表面水膜，再以水份潛勢測定器 (DEW point microvoltmeter, Wescor HR-33T, USA) 偵測其培養基之水份潛勢，分別確定其水份潛勢為 -2.46、-5.07、-10.29、-13.16、-29.68及 -45.52 bars。再將黑穗病菌之冬孢子粉取出撒佈於培養皿上，再以消毒過的L型玻棒塗抹開來，置於28 $^{\circ}\text{C}$ 中，黑暗處理，分別於培養12、16、20、24小時後取出觀察計數發芽情形。每處理四重覆，每重覆計數100個孢子發芽情形，本試驗同樣重覆兩次。

## 結 果

### 田間薏苡黑穗病之病徵發展及病原形態檢視

#### 病 徵

黑穗病菌主要感染台中選育一號品種薏苡的花器及葉片；於花器部份，雄花及雌花均可受侵害而致組織膨大，初期膨大組織之外皮均呈深綠或淡綠色，雄花受害膨大部位呈圓錐柱形，直徑為2~6 mm；受害雌花呈雞心形，最寬部位直徑約為4~14 mm (圖一、a, b)，剝開後可見內部的厚膜孢子堆。末期膨大部位轉為深褐色 (圖一、b)，雄花之厚膜孢子堆則大多裂開，露出其中的黑粉狀厚膜孢子 (圖一、c)，雌花之孢子堆則後期仍多保持包被狀態。受感染之葉片，大多為雌花之苞葉部份，呈圓盤形至球形，甚而多數癒合為不規則形，初期為淡綠，至末期則轉為褐色 (圖一、d)。

#### 病原菌

冬孢子圓形至卵圓形，表面有疣刺，黃褐色 (圖一、e)，逢機量測500個冬孢子大小，直徑介於7.5~15 $\mu\text{m}$ 之間，平均12.8 $\mu\text{m}$ 。於室溫下，冬孢子發芽時伸出前菌絲

(Promycelium)，部分孢子並可見產生類似基細胞 (Basal cell) 之構造，圓筒狀，伸出時無隔膜 (septa) 之構造，而後產生3隔膜 (圖一、f)，並由隔膜處及頂端細胞分生小生子；同一冬孢子發芽時可見有二根以上之前菌絲產生。於產生小生子時，前菌絲長度平均約67.7 $\mu$ m。厚膜孢子發芽時若以蓋玻片蓋住，則往往只會行菌絲態發芽，而不形成小生子。小生子頂生及側生，第一次形成之小生子著生於節部 (stigma) 上，每個細胞著生一小生子，為初生小生子 (Primary sporidia)，透明無色，呈圓柱形，其頂端繼續行出芽生殖，形成一至二個次生小生子 (secondary sporidia)，兩端或一端有縊縮現象，不易脫落。

### 田間發病調查

於台中場薏苡栽培試驗區中調查所種植台中選育一號品種薏苡黑穗病之罹病度，調查結果發現於1996年春作栽培田，初期病徵約在六月間植株乳熟期時開始顯現，罹病度僅0.5~1%左右 (圖二)，在七月採收前達5%左右。調查期間日平均溫於六月後始達28 $^{\circ}$ C以上，五月份前皆在25 $^{\circ}$ C以下；另外在五月與六月間有兩次雨量達100 mm以上之記錄。而於1995年夏作栽培田，則其病徵在7~8月間植株達乳熟期開始顯見，其後則發病率漸增，直到十一月採收前發病率高達23% (圖三)。6~9月平均溫達28 $^{\circ}$ C以上，期間，五月及七月各有一次雨量達100 mm以上。

### 不同薏苡品種之發病調查

所調查的六個供試品種中，由1995年夏作栽培田採收前之調查結果顯示，以台中選育一號罹病度23%最高，其餘品種罹病度則依次為台中選育五號 (10%)、岡山在來種 (8%)、尾花澤在來種 (4%)、泰國種 (2%) 以及紅殼之馬援種 (1%) (圖四)。

### 溫度與光照對病原菌冬孢子發芽之影響

田間採集薏苡黑穗病菌冬孢子於光照處理下，孢子發芽之適合溫度約在28~36 $^{\circ}$ C之間，而黑暗處理者則以32~36 $^{\circ}$ C為其適合溫度 (圖五)；而不論是光照或黑暗處理，在24 $^{\circ}$ C以下及40 $^{\circ}$ C以上，冬孢子之發芽即明顯受到抑制；32 $^{\circ}$ C顯為發芽最適溫度，在此一溫度，黑暗處理組在24小時已可達到50%以上之發芽率，光照處理組更達80%以上。光照的存在對供試菌孢子之發芽有極明顯的促進作用，此一促進作用尤其以28~32 $^{\circ}$ C處理最為明顯 (圖五)。

### 水份潛勢對於冬孢子發芽之影響

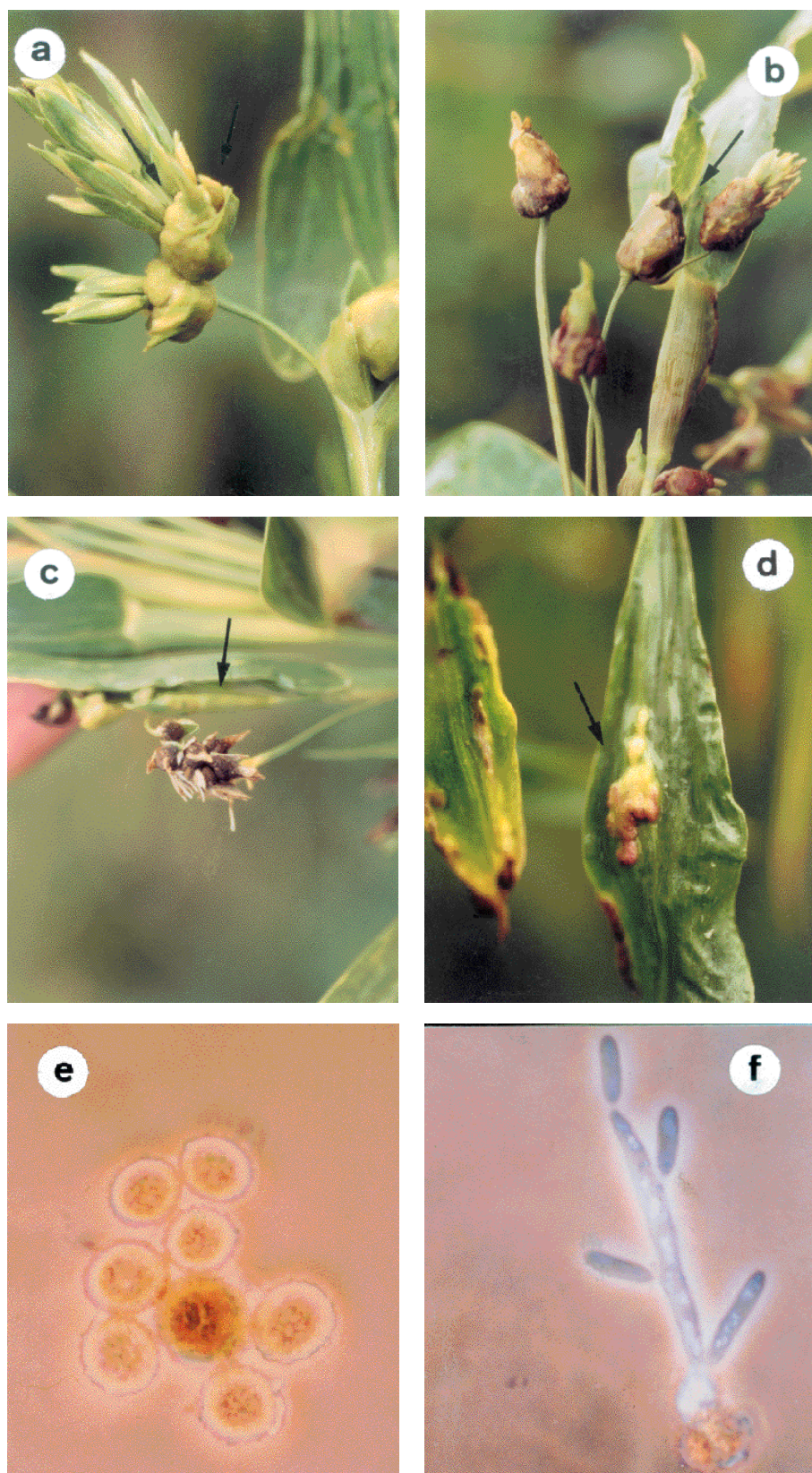
由田間採集之冬孢子，在以蔗糖所調製不同水份潛勢之水瓊脂平板上，以-2.5~-5.1 bars最有利於測試菌孢子之發芽，在此水份潛勢範圍，28 $^{\circ}$ C黑暗中培養之孢子，其在24小時已可達50%左右之發芽率 (圖六)，且其發芽後菌

絲生長快速。而當水份潛勢降低於-13 bar以下，供試菌發芽即明顯受抑制，至-29.7 bar以下則幾乎已看不到有發芽情形。

## 討 論

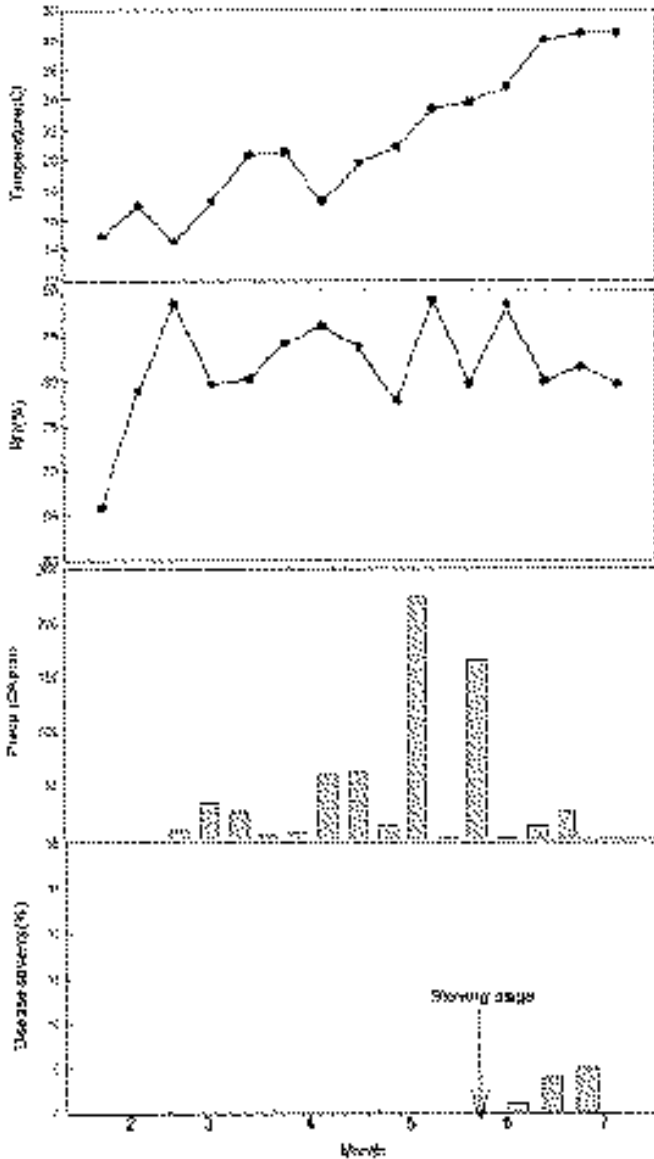
黑穗病菌為植物重要真菌性病原，寄主範圍相當廣，可為害甘蔗、玉米、小麥、大麥、高粱等多種禾本科作物<sup>(7)</sup>。傳統分類上主要根據寄主專一性及孢子形態等特性作為鑑定本菌之依據<sup>(18)</sup>。按文獻記載為害薏苡之黑穗病菌計有*Ustilago coicis* Brefeld與*U. lachryma-jobi* Mundkur兩種。前者係Small氏於1927年定名<sup>(24)</sup>，主要鑑定依據為冬孢子形態大小與為害特性，其後Mundkur氏<sup>(21)</sup>發現其所觀察到薏苡上之黑穗病菌冬孢子外表平滑，體積較大，且不感染雄花，顯與Small所描敘之*U. coicis*有異，遂將之另外命名為*U. lachryma-jobi*，以示區別。本研究由本省薏苡栽培田中所採集之黑穗病菌冬孢子，其形態與為害特徵均與Small氏所描述*U. coicis*相似；即冬孢子圓形至卵圓形，表面具突起疣刺，且可感染雄花及雌花；由形態與為害特性應可將其歸屬*U. coicis*；唯其大小較Mundkur氏 (7~13 $\mu$ m，平均9.2 $\mu$ m)<sup>(19)</sup>、黃與陳二氏 (7.65~10.2 $\mu$ m)<sup>(3)</sup>及美國Dale與McDaniel二氏 (9~12 $\mu$ m，平均10.2 $\mu$ m)<sup>(15)</sup>等所描述之*U. coicis*為大，而與Mundkur<sup>(21)</sup>所報導之*U. lachryma-jobi* (7~15 $\mu$ m，平均11.4 $\mu$ m)反較為接近。此現象是否與寄主之營養狀況、環境因子等之影響有關，仍有待進一步探討。

據田間調查，薏苡黑穗病之危害顯以夏作時較為嚴重，春作則較為輕微；就黑穗病菌之感染而言，冬孢子之發芽和雙核菌絲之入侵為關鍵性因子，環境因子是否有利於冬孢子之發芽與入侵關乎感染之能否成功；以甘蔗黑穗病為例，其病原菌 (*Ustilago scitaminea*) 生長適溫在22至30 $^{\circ}$ C之間，而在田間發病則以4~6月及9~11月為發病盛期，7~8月高溫及12~3月低溫季節則發病較少，溫度對此病發病之重要性顯而易見<sup>(8,9)</sup>。影響黑穗菌冬孢子發芽的重要因子已知者包括溫度、光線、放射線、養分及菌類抽出物等<sup>(7,16,17,20,22,23)</sup>，其中以溫度之影響及其與發病之關係最受重視。溫度除影響發芽率，亦可影響黑穗病菌之發芽方式<sup>(11,14)</sup>；光線對發芽之影響則或促進、或抑制，因光質或光源而異<sup>(28)</sup>，據黃氏等<sup>(3)</sup>研究本病害時發現馬鈴薯蔗糖洋菜培養基 (PSA) 為病菌最適菌絲生長及孢子發芽之培養基，而酸鹼度pH值在6.5時最適菌絲生長，但其它影響因子則未見探討。就本研究所採集薏苡黑穗病菌而言，由田間薏苡黑穗病發病調查及病原孢子發芽試驗結果顯示，本省田間薏苡黑穗病之發生與病原菌冬孢子發芽適溫有密切關係，如圖五所示，薏苡黑穗病菌厚膜孢子發芽適當溫度範圍介於在28~36 $^{\circ}$ C之間，且以32 $^{\circ}$ C左右最為適宜，低於24 $^{\circ}$ C以下或高於40 $^{\circ}$ C以上時，孢子發芽即明



圖一、薏苡黑穗病病徵 (a) 雌花 (初期), 箭頭處、(b) 雌花 (後期), 箭頭處、(c) 雄花, 箭頭處、(d) 葉片, 箭頭處、(e) 冬孢子、(f) 小生子及前菌絲

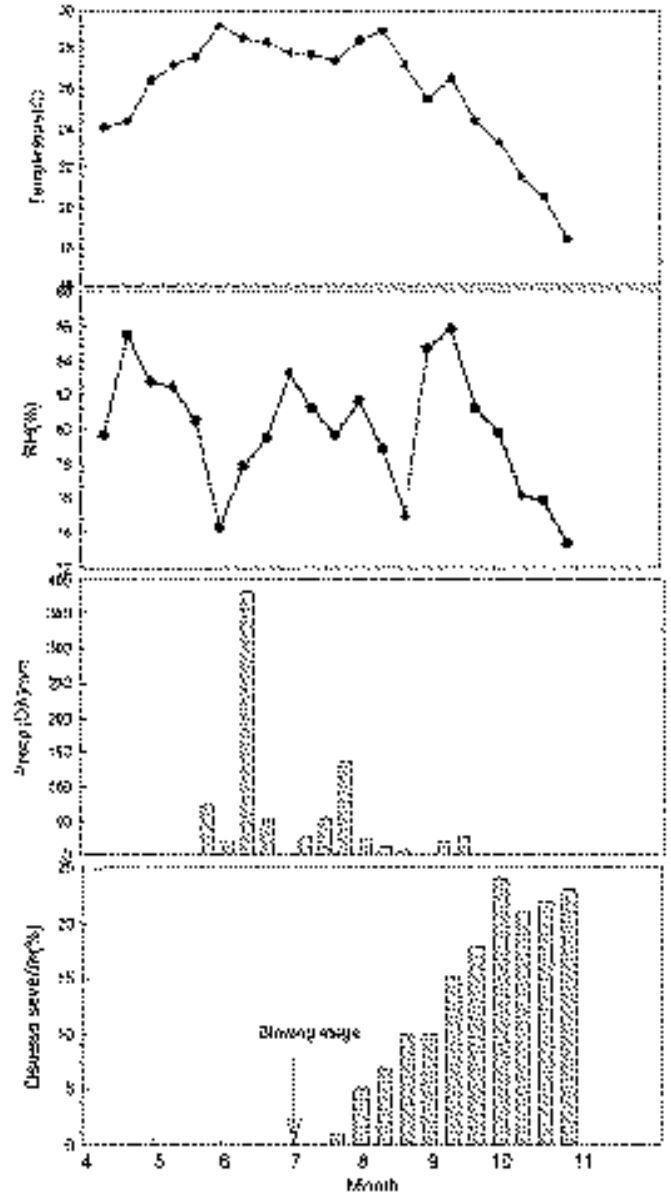
**Fig. 1.** The symptom of coix smut disease on flora of job's tears millet. (a) pistillate flower (primary stage), (Arrow)、(b) pistillate flower (latent stage), (Arrow)、(c) staminate, (Arrow)、(d) leaf, (Arrow)、(e) teliospore、(f) sporidia and promycelium.



圖二、春作薏苡黑穗病發生與氣候之關係

**Fig. 2.** Severity of smut disease on Job's-tears millet (*Coix lacryma-jobi*) cultivar Taichung Select Yu No.1 during the season of 1996 spring at Tatsuen in association with daily temperature and humidity fluctuation. In each survey, 100 plants that were each randomly sampled from 4 test plots were examined. Disease severity was calculated as that described in the text. Data presented were average of 4 plots from the test field.

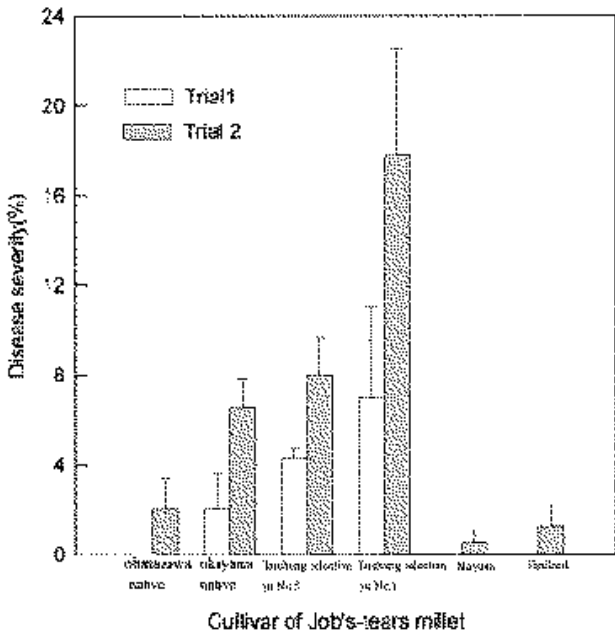
顯受到抑制。而就田間薏苡黑穗病之發生而言，圖二與圖三結果明白顯示，以夏作較為嚴重，春作則較輕微許多；伴隨此一調查過程，春作由栽培到抽苔期間，平均溫度均在20以下，一直到六月，氣溫始達28以上，田間病徵也在同一期間開始顯現（圖二）。至於夏作薏苡則在抽苔時氣溫已高達較適於冬孢子發芽的28以上，八月份開始田間黑穗病發病率也快速增加（圖三），溫度對提高罹病率之



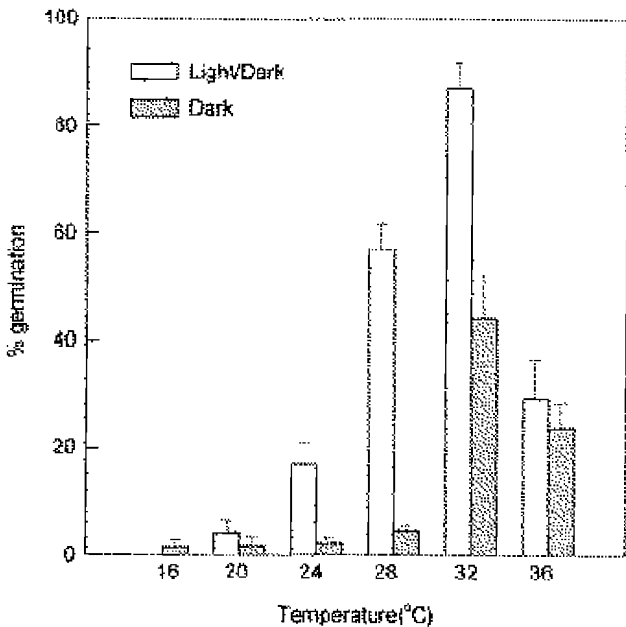
圖三、夏作薏苡黑穗病發生與氣候之關係

**Fig. 3.** Severity of smut disease on Job's-tears millet (*Coix lacryma-jobi*) Taichung Select Yu No.1 cultivar during the season of 1995 summer at Tatsuen in association with daily temperature and humidity fluctuation. In each survey, 100 plants which were each randomly sampled from 4 test plots were examined. Disease severity was calculated as that described in the text. Data presented were average of 4 plots from the test field

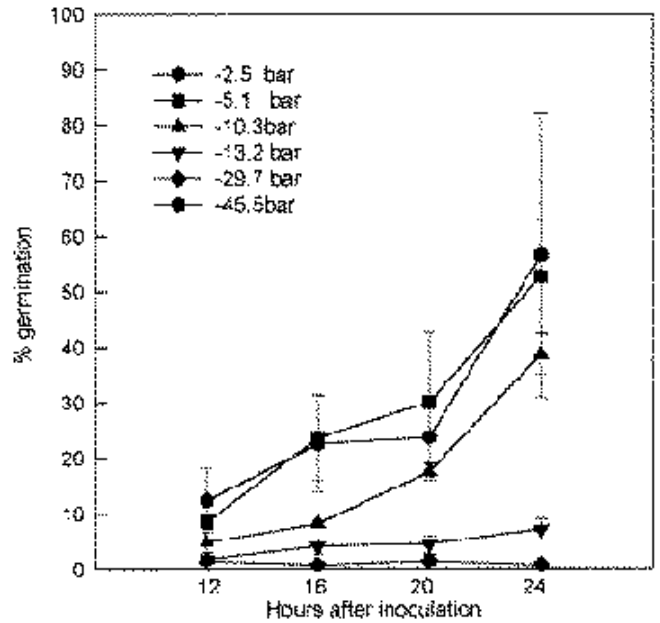
影響顯而易見。除溫度外，水份潛勢為左右病原真菌發芽與感染之另一關鍵因子，薏苡黑穗病菌厚膜孢子發芽感染自亦不例外；在本研究所測試 -2.5 ~ -45.5 bars水份潛勢範圍，發芽率隨水份潛勢提高而提高之趨勢至為明顯；水份潛勢在 -5.1 bars以上，只需24 hrs，其即可達50%以上之發芽率（圖六），而在低於 -13.2 bars以下，則發芽明顯受到抑制。就田間之病害發生而言，圖二、圖三所示結果顯



圖四、不同薏苡品種對黑穗病菌之感病性  
**Fig. 4.** The disease survey to *Ustilago coicis* of different Job's-tears millet. Susceptibility of different Job's-tears cultivars were "Obanazawa native", "Okayama native", "Taichung selection yu No.1", "Taichung selection yu No.5", "Mayuen" and "Thailand" were examined. Trial 1 and 2 were different culture field at tatsuen.



圖五、溫度與照光對薏苡黑穗病菌厚膜孢子發芽之影響  
**Fig. 5.** Effect of temperature and illumination on teliospore germination of *Ustilago coicis*. The chlamyospores were kept either in total darkness or in a 12hr daily illumination condition in incubators with designated temperature. Data presented were average rates of spore germination 4 replicates measured 24 hrs after incubation.



圖六、水份潛勢對薏苡黑穗病菌厚膜孢子發芽之影響  
**Fig. 6.** Effect of water potential on teliospore germination of *Ustilago coicis* 24 hrs after incubation at 28°C in dark condition.

示兩調查期間相對濕度與降雨量並非左右發病率之關鍵，真正左右本病發生之主要因子可能在於感染部位游離水的存在及其他相關之微氣候因子；在所調查之夏作期間雖然下雨量少，相對濕度也只在80%以下，但夜晚的結露配合合宜的溫、濕度環境，加上夏季午後常有的雷陣雨，均為相當有利於發病之因子；至於在所調查之春作期間雖然平均相對濕度可達90%以上，但因溫度偏低不利於孢子發芽，因而本病之為害相當輕微。

在所調查的六個薏苡品種中，連續兩個期作的試驗結果均顯示，台中選育一號、五號及岡山在來種等依次為黑穗病罹病率較高之品種，尾花澤品系、馬援種及泰國種則分別顯現不同程度之抗病性，其中馬援種與泰國種在初期調查時皆未發現其罹病，只有在末期會在部份雄花上零星發現其受害，而雌花上則被害率極低，此兩種品種生育期長，開花時期較其他品種慢，是否為抗病性表現有關之因子，仍有待進一步探討。另者，薏苡為異花授粉植物，雄花與雌花二者開花時間相差5~7天，當雌花成熟可以授粉時，本株上的雄花已凋謝，必需有源自其它植株的花粉方能完成授粉作用，對感染部位主要為花器之真菌性病害而言，授粉不良已知為玉米黑穗病<sup>(14)</sup>及高粱麥角病<sup>(1)</sup>導致發病較為嚴重之原因；在上述調查不同品種抗感病性期間，部分品種開花期適逢夏季雷雨季節，是否因此而影響授粉導致病害發生嚴重，仍需進一步瞭解。

引用文獻

1. 陳俊位、林俊義、葉瑩、楊佐琦、曾德賜 1995. 臺灣高粱麥角病病原菌的生物與生態特性. 植病會刊4:8-16.
2. 陳俊位、周俊吉、張盈盈、曾德賜 1995. 台灣薏苡黑穗病之發生及病原特性初步研究. 植病會刊4:203-204. (摘要)
3. 黃金池、陳滄海 1980. 台灣新黑穗病 I 薏苡黑穗病 (*Ustilago coicis* Bref.) 之初步觀察. 屏東農專學報 21:122-128.
4. 高德錚 1995. 薏苡. 雜糧作物各論 (I) 禾穀類. p 563-610. 蔡文福主編. 財團法人台灣區雜糧基金會出版. 台北. 684pp.
5. 曾勝雄、高德錚 1995. 薏苡台中一號之育成. 台中區農改場研究彙報47:11-22.
6. 曾勝雄 1995. 薏苡栽培技術改進試驗. 台中區農改場研究彙報48:47-54.
7. 楊秀珠 1975. 黑穗菌厚膜孢子之發芽. 植物病理學報 6:128-134.
8. 謝文瑞、李敬修 1976. 台灣甘蔗黑穗病菌兩菌系之親合性與致病性. 台灣糖業研究彙報73:51-57.
9. 謝文瑞、李敬修 1977. 溫度對台灣甘蔗黑穗病菌兩種菌系培養特性之影響. 台灣糖業研究彙報76:53-57.
10. 出田新 1926. 續日本植物病理學. P. 399 ~ 400. 袁華房. 日本
11. Brefeld, O. 1895. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie XI. Die Brandpilze II. Die Brandkrankheiten der Getreid. Munster. 98p.
12. Butler, E. G. 1918. Fungi and disease in plants. p.242.
13. Chowdhury, S. 1946. Some studies on smut, *Ustilago coicis* Bref. of Job's tears millet. J. Indian Bot. Soc. 25:123-130.
14. Christensen, J. J. 1963. Corn smut caused by *Ustilago maydis*. APS pressed. U.S.A. 41 pp.
15. Dale, J. L., and McDaniel, M. C. 1988. First report of field occurrence of head smut (*Ustilago coicis*) on Job's-tears in the United States. Plant Dis. 72:63. (Abstract)
16. Duran, R. and Sateeualla, M. K. 1968. Aspects of teliospore germination in some North American Smut fungi I. Mycologia 60:231-243.
17. Holton, C. C. and Nilan, R. A. 1966. Effect of x-radiation on spore germination and stability of virulence in *Ustilago avenae*. Phytopathology 56:265-268.
18. Kakishima, M. 1980. Smut spores of the Ustilaginales classified by surface structure. Trans. Mycol. Soc. Jpn. 21:423-433.
19. Mundkur, B. B. 1940. Knowledge of Indian Ustilaginales. Trans. Br. Mycol. Soc. 23:107-109.
20. Meiners, J. P., and Waldher, J. T. 1959. Factors affecting spore germination of twelve species of *Tilletia* from cereals and grasses. Phytopathology 49:724-728.
21. Mundkur, B. B. 1941. A second contribution towards a knowledge of Indian Ustilaginales, Fragments XXVI-L. Trans. Br. Mycol. Soc. 24:312-336.
22. Nilsen, J. 1966. Changes in germination type in some *Ustilago* species caused by an unidentified volatile substance. Can. J. Bot. 44:163-170.
23. Russell, B. W. 1994. Morphological, physiological, and genetic evidence in support of conspecific status for *Tilletia caries*, *T. controversa*, and *T. foetida*. Phytopathology 84:576-582.
24. Small, W. 1927. Matters of phytopathological interest during 1926. Rev. Appl. Mycol. 6:273-274.
25. Sommers, L. E., Gilmour, C. M., Wildung, R. E., and Beck, S. M. 1981. The Effect of Water Potential on Decomposition Processes in Soil. Pages 23-97 in: Water Potential Relations in Soil Microbiology. Eds. S.S.S.O.A., Madiso, Wisconsin, 151pp.
26. Titatarn, S., Chiengkul, A., Unchalisangkas, D., Chamkrachang, W., Chew-Chin, N., and Chandrasrikul, A. 1983. Occurrence of *Ustilago coicis* on *Coix lachryma-jobi* in Thailand. Plant Dis. 67:434-435.
27. Thomas, C. C. 1920. Coix smut. Phytopathology 10:331-333.
28. Zscheile, F. P. JR. 1965. Germination of teliospore and type of growth of common and dwarf bunt fungi as affected by light, photoperiod, and temperature. Phytopathology 55:1286-1292.

### ABSTRACT

Chen, C. W.<sup>1</sup>, Chou, C. C.<sup>2</sup>, Chang, Y. Y.<sup>2</sup>, Yeh, Y.<sup>3</sup> and Tzeng, D. D.<sup>2</sup>. 1996. The occurrence of smut disease on *Coix lachryma-jobi* L. and some physiological characteristics of the causal agent *Ustilago coicis*. Bref.. Plant Pathol. Bull. 8:95-102. (<sup>1</sup> Taichung District Agricultural Improvement Station, Council of Agriculture, Taichung, <sup>2</sup> Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, Taichung, <sup>3</sup> Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Taiwan, R.O.C., <sup>4</sup> Corresponding author: E-mail: chencwol@tdais.gov.tw; Fax: 04-8520914)

The coix smut disease symptoms included the conspicuous smut gall of the inflorescence and the hypertrophic malformation on leaves. The infested staminate and pistillate tissues were both totally replaced by smut fungal sori at the later stage of disease development. The infected staminates were conical and 2-4 mm in diameter and pistillates were 4-14 mm. The sori were pale to dark green in color at the initial stage, which turned to brownish black and contained mainly a mass of teliospore. The teliospore were dark brown, round or ellipsoidal and 7.5-15 $\mu$ m (mean 12.8 $\mu$ m) in diameter; the surface was a serrate appearance with minute echinulations. The morphological and pathological characteristics indicated that the causal agent is *Ustilago coicis* Bref. as that described by Small (1927). From summer of 1995 to spring of 1996, which covers 2 constructive crop seasons of coix cultivation, disease survey on smut incidence of Job's tear millet in cultivated field were conducted. On Taichung—Sen-Yu No.1, one of the main cultivars cultivated in Taiwan, the smut infection appeared to be more severe among summer crops as compared to that among spring crops. The disease severity of summer crops reached approximately 23% at the late stage of crop season; whereas that of spring crops was only 4%. The disease incidence coincided well with the timing whilst daily temperature reached 28 . The smut teliospores collected from the field germinated well at temperature ranged from 28 to 36 , with the optimum at 32 . Beyond this range, the teliospore germination was greatly inhibited. The provision of light illumination greatly stimulated the germination. Moreover the spore germinate well at water potential greater than—5 bars whereas its was greatly inhibited below—10 bars. Other than Taichung-Sen-Yu No.5, Obanzawa Native, Okayama Native, Mayuen and Thailand cvs.were also examined during the experiment period. Among them, Taichung-Sen-Yu No.1 appeared to be most susceptible, while Mayuen was most resistant. Consequently, the application of the resistant cultivar or as breeding sources will be worth for the disease control.

Key words : Job's tears millet, smut, *Ustilago coicis*, varietal resistance