

# 臺灣玉米黑穗病防治之探討<sup>1</sup>

曾建銘<sup>2</sup>

## 摘 要

曾建銘·1988·台灣玉米黑穗病防治之探討·台南區農業改良場研究彙報22: 13 ~ 23。

玉米黑穗病冬孢子發芽可由蔗糖促進，而發芽最適溫度在 25 ~ 35°C 之間，且不受光線之影響。不同生育期接種以小生子注射法呈現較穩定效果，而冬孢子或小生子心葉接種在 3 葉期接種時效果較佳，其餘各生育期接種效果仍不穩定。玉米品種以甜玉米較易感染，飼料玉米發病率甚低。防治藥劑篩選以四氯丹、新雷丹效果較佳，對冬孢子具有殺菌作用，且不影響玉米種子之發芽，但種子處理後無法控制田間玉米黑穗病感染，當田間施用時僅於雌穗吐絲期略具效果，尚無實用價值。故現階段玉米黑穗病防治，只能採用預防措施，可在罹病組織未破裂，即冬孢子未逸散之前採集焚燬，或於疫區採種之玉米種子，利用四氯丹拌種，以防黑穗病之擴散而已。

## 前 言

玉米黑穗病由 *Ustilago maydis* ( DC ) cda ，病原菌所引起，通常由冬孢子 ( Teliospore ) 在土壤或玉米殘渣上越冬，當天氣乾燥時冬孢子藉氣流飛揚而感染玉米，成為第一次感染原 (first inoculum)，其最適發病溫度在 26 ~ 34°C 之間，普遍發生於世界各玉米主要產區。本省春作晚植玉米，在梅雨季過後田間可見零星發生，飼料玉米以 75 年春作臺中種苗場採種田發病 4.16 % 為最高記錄，其餘發病率甚低，且感病後所引起減產，一般不超過 2 %<sup>(17)</sup>，故飼料玉米之黑穗病不足為慮，但食用甜玉米國外會引起較高發病率<sup>(1)</sup>，且本省甜玉米週年栽培不斷，若環境適合時，較有可能引起本病之盛行。本場未雨綢繆，極思建立黑穗病防治對策，故對於玉米品種抗性，防治藥劑及其相關的病原菌發芽，人工接種方法等問題加以探討，期能做為本病之防治參考。

## 材料與方法

一病原菌：玉米黑穗病冬孢子，取自田間感病玉米未破裂之腫瘤組織，移入室內陰乾，置入 4 °C 下貯存，臨用時取出以研磨鉢粉碎，用 3 ~ 4 層紗布過濾，即可供試驗之用。

二環境條件對病原菌之影響試驗：

(一)不同碳素源對於冬孢子發芽影響：2 % 洋菜培養基分別加入 2 % 之葡萄糖、乳糖、麥芽糖、蔗糖 0.2 % 酪蛋白 ( Casamino acid ) 及 2 % 蔗糖 + 0.2 % 酪蛋白等不同碳素源後，高壓殺菌 ( 120°C /

1 臺南區農業改良場研究報告第 164 號。

2 本場朴子分場助理研究員。臺灣省嘉義縣朴子鎮德興里 120 號。

20 分)，待培養基固化前（45℃左右）加入 50 ug / me 之抗生素盤尼西林（Penicillin G）與鏈絲菌素（streptomycin），以抑制細菌生長，（以後本篇試驗所用培養除特殊說明外，皆加入抗生素）。冬孢子懸浮液（ $10^4$  / ml 孢子含量並加 0.1% Tween 20 以使孢子分佈均勻），每個培養皿上倒入 5 cc 後，以不同角度輕輕傾斜，使孢子能均勻分佈於培養基表面，用長嘴吸管吸去多餘水分，置於 28℃ 定溫箱培養 20 小時，取出調查冬孢子發芽率，每處理四重複，每個培養皿為一重複，每個培養皿計算四點，每點計算 100 個冬孢子發芽數。

(二) 溫度對於冬孢子發芽影響：溫度分為 10℃、15℃、20℃、25℃、30℃、35℃ 及 40℃ 等七處理，培養基含 2% 蔗糖及 0.2% 酪蛋白，冬孢子懸浮液（ $10^4$  / ml 濃度），倒入培養基上，去除多餘水分，置入上述各種不同溫度之定溫箱，培養 20 小時後，取出調查冬孢子發芽率。

(三) 光線對於冬孢子發芽及小生子產生之影響：冬孢子懸浮液（ $10^4$  / ml 濃度）倒入含 2% 蔗糖及 0.2% 酪蛋白之培養基上，分別置於 500 lux、1000 lux、1500 lux、2500 lux 日光燈照射下，28℃ 下培養 20 小時，另外於日光陰影下設約 4000 lux 及 7000 lux 兩種處理照光 10 小時後，移入室內於 28℃ 及 2500 lux 日光燈照射下培養 10 小時，取出調查冬孢子發芽率及小生子產生情形。

三 不同生育期及接種法對玉米黑穗病發病影響試驗：

(一) 玉米自交系 UPCA1-2-1 播種後，分別於 3 葉期、5 葉期、7 葉期、9 葉期及 11 葉期，以冬孢子懸浮液（ $10^4$  / ml）心葉接種、小生子懸浮液（ $10^6$  / ml）心葉接種及小生子懸浮液（ $10^6$  / ml）玉米莖草桿部位注射接種等三種方法進行試驗，供試玉米 20 株，分為二重複，每重複 10 株，待玉米糊熟前調查玉米發病率。

(二) 玉米自交系 UPCA1-2-1 種子置於石膏盤催芽，3~4 天後萌芽而未長出子葉時，取出置於大型培養皿（30 公分），以上述小生子或冬孢子懸浮全株及根部接種，並移植於溫室砂土栽培鉢中，一部份於 30 天後以水沖洗根部砂土，以調查根部感染及地上部感染，另外一部份於玉米糊熟期才調查其發病率。

四 不同品系玉米對黑穗病抗性測定：

飼料玉米臺南 5 號、臺南選 10 號、臺南 11 號、臺南 16 號、臺農 351 號，食用白玉米（在來種）， $B_1 \times B_2$ （臺南 16 號父本）及  $B_5 \times B_8$ （臺南 16 號母本），於 3 葉期以小生子懸浮液（ $10^6$  / ml 濃度）進行心葉接種，超甜玉米農友蜜玉 1 號，Honey 236、Sigma 666 及 TS 840 於雌穗吐絲期，以小生子（ $10^6$  / ml 濃度）進行花絲接種，供試玉米 40 株，分為二重複，飼料玉米於糊熟期，而超甜玉米於乳熟期，分別調查發病率。

五 玉米黑穗病防治藥劑篩選試驗：

(一) 藥劑對黑穗病冬孢子發芽影響：殺菌劑 80% 四氯丹 600 倍、1500 倍；70% 新雷丹 1000 倍、1500 倍；70% 新寶淨 1000 倍、1500 倍；50% 億力 1000 倍及五氯硝苯 750 倍，分別加入含 2% 蔗糖及 0.2% 酪蛋白培養基中，黑穗病冬孢子懸浮液（ $10^4$  / ml 濃度）加入 0.1% Tween 20，9 公分培養土加入 3 ml 左右孢子懸浮液，輕輕傾斜使培養基表面均有冬孢子，然後去除多餘水份，置於 30℃ 下培養 36 小時，調查冬孢子發芽率。

(二) 藥劑抑制冬孢子發芽之靜菌或殺菌效果測定：殺菌劑 70% 新雷丹 1000 倍、70% 新寶淨 1000 倍及 80% 四氯丹 1000 倍，分別加入冬孢子成爲懸浮液（ $10^8$  / ml 度），在室溫靜置 1 小時、12 小時及 24 小時後，取出吸去上層澄清液，加入 10 cc 無菌水，以水平轉座離心機（Swing rotor）1000 rpm 離心 10 分鐘，吸去上層澄清液，以細長嘴吸管吸取冬孢子，再加上 10 cc 無菌水離心，如此水洗三次，再將處理後冬孢子配成懸浮液（ $10^4$  / ml）濃度，倒入含 2% 蔗糖及 0.2% 酪蛋白洋菜，置於 30℃ 下培養 36 小時，調查冬孢子發芽率。（CK 則於培養 20 小時後調查）

(三)篩選藥劑對玉米種子發芽率影響：玉米種子 P 10 - 2 - 3 ( B<sub>1</sub> ) , P 10 - 7 - 2 ( B<sub>2</sub> ) , AME III 29 - 5 - 3 ( B<sub>5</sub> ) , UPCA 1 - 2 - 1. ( B<sub>8</sub> ) , B<sub>1</sub> × B<sub>2</sub> , B<sub>5</sub> × B<sub>8</sub> , 臺南 16 號及臺南 11 號, 分別浸於 80 % 四氯丹 600 倍、70 % 新雷丹 1000 倍藥劑下 4 小時, 取出陰乾後, 放在石膏發芽盤上, 置於 27 ~ 32 °C 室溫中, 一星期後調查種子發芽率。

(四)種子處理藥劑對黑穗病防治效果試驗：玉米 UPCA 1 - 2 - 1 種子, 拌以黑穗病冬孢子 ( 0.5 g / 100 g 種子 ) , 以 80 % 四氯丹 1000 倍藥劑充分噴霧後, 置於室內陰乾, 取出播種於田間, 供試玉米 40 株, 分爲四重複, 糊熟期調查玉米發病率。

(五)飼料玉米幼期藥處理對黑穗病防治效果試驗：玉米 UPCA 1 - 2 - 1 播種至 5 葉期及 9 葉期, 二次利用殺菌劑 80 % 得恩地 ( T. D. T. M ) 1000 倍, 80 % 四氯丹 1000 倍及 70 % 新雷丹 1000 倍, 分別於小生子懸浮液 ( 10<sup>6</sup> / ml 濃度 ) 心葉接種前或接種後噴霧, 供試玉米 60 株, 分爲四重複, 糊熟期調查玉米發病率。

(六)超甜玉米吐絲期花絲處理藥劑對黑穗病防治效果試驗：供試超甜玉米爲農友公司蜜玉 1 號, 玉米播種至雌穗吐絲期, 利用殺菌劑 80 % 得恩地 1000 倍, 80 % 四氯丹 1000 倍及 70 % 新雷丹 1000 倍, 分別於小生子懸浮液 ( 10<sup>6</sup> / ml 濃度 ) 花絲接種前或接種後噴霧, 供試玉米 60 株, 分爲四重複, 採收時期調查玉米發病率。

## 結果與討論

### 一、環境條件對病原菌之影響試驗：

(一)不同碳素源對冬孢子發芽影響, 其試驗所用冬孢子特別取自田間感病腐化腫瘤組織, 於室內陰乾後磨粉, 其冬孢子發芽情況, 通常比未腐化腫瘤組織所含冬孢子降低甚多, 用爲碳素源對其發芽影響試驗, 其效果可較顯著。試驗結果只有蔗糖, 對於促進冬孢子發芽效果最佳, 其冬孢子發芽率平均達 70 % , 且對於黑穗病小生子之增殖效果亦佳。當蔗糖加上酪蛋白時其促進冬孢子發芽率與小生子之增殖效果更佳。而其他如葡萄糖、乳糖、麥芽糖等對於促進發芽效果不佳。(表 1) 由於本項試驗所得之培養基碳素源配方, 能促進冬孢子發芽及小生子之增殖效果, 對於人工接種所需接種源, 提供很大的助益。Caltrider et al<sup>(2)</sup> 認爲黑穗病冬孢子發芽需要外來的養分, 而 Paul 等<sup>(12)</sup> 之報告進一步指出不同碳素源中以蔗糖促進冬孢子發芽效果最佳, 同時亦認爲蔗糖加上酪蛋白可得更佳效果, 這與本試驗結果相同, 同時它更指出蔗糖促進發芽作用係擔任催化者 ( Activator ) 角色, 而酪蛋白之加入蔗糖培養中時, 由於硝之作用而導致其對冬孢子發芽有所助益。至於蔗糖在黑穗病自然條件下感染過程中所扮角色, 有待於進一步探討。

(二)溫度對冬孢子發芽影響, 試驗結果以 30 °C 發芽最佳且所產生小生子最多, 溫度降至 25 °C 時, 冬孢子發芽延遲, 但前菌絲 ( Promycelium ) 不變形, 但當溫度升至 35 °C 時, 冬孢子發芽率與 30 °C 時相同, 但只有約 10 % 左右小生子增殖正常, 其餘前菌絲停止生長或變形, 溫度在 20 °C 以下或 40 °C 時冬孢子全部不發芽 (表 3) 。一般研究者<sup>(7、10)</sup> 均同意冬孢子發芽最適溫度在 26 °C 至 34 °C 之間, 而小生子產生之最適溫度略同, 但 Jones<sup>(10)</sup> 認爲冬孢子最低發芽溫度可達 8 °C , 於 10 °C 下 16 小時冬孢子有 40 % 發芽, 同時認爲 30 °C 以上時前菌絲通常以菌絲之分枝代替小生子之增值, 且謂在有利溫度下小生子第一次產生可於 12 ~ 16 小時完成, 而二次小生子增殖只需 4 ~ 6 小時。本次試驗在 20 °C 時冬孢子經過 20 小時培養仍未發芽, 而在 30 °C 時, 小生子之增殖最佳, 此與上述研究者報告略有不同, 可能地區性黑穗病特性有關。

(三)光線對於冬孢子發芽與小生子產生影響：試驗結果在 600 lux、1000 lux、1500 lux、2500 lux、4000 lux 及 7000 lux 光線照射下，冬孢子發芽均不受影響，且小生子增殖亦不受限制。本項結果在黑穗病研究者間未有類似報告，但 Yorwood<sup>(18.)</sup> 研究啤酒花 (Hop)、洋葱、高苣等露菌病孢子形成與光線關係在 170 燭光下，孢子形成完全被抑制，Uozumi et al<sup>(16.)</sup>，研究煙草露菌病時，螢光光線在 50 lux 及 100 lux 下形成量比黑暗時少，同時在 500 lux 及 1000 lux 之下孢子形成完全被抑制，顯示極大阻害。本項試驗為了解白天有光線條件下對於冬孢子發芽與小生子之產生是否有影響，結果皆不受光線影響，由此可見田間黑穗病冬孢子只要在有濕度之條件下，即可完成增殖過程不受光線之干擾，至於是否受日光之紫外線之影響，則有待進一步探討。

三不同生育期及接種法對玉米黑穗病之影響：

(一)當 3 葉期小生子或冬孢子心葉接種，可獲較佳效果，其餘各生育期心葉接種法效果仍不穩定，利用注射接種法效果較佳，一直到 11 葉期仍可穩定發病 (表 2)。但不論心葉接種或注射接種，其發病率仍偏低，有待進一步試驗，以求得更佳之接種效果。另外本試驗期間，3~5 葉期接種時，玉米穗皆是全穗感染，而在 9 葉期以後接種時，則偏向於穗局部感染，此可能玉米幼期 (3~5 葉) 生長較為緩慢，這段期間約須 25~30 天，而幼穗之分化亦在 30 天~35 天，此期間由於玉米緩慢生長，致使病原菌菌絲較易達到穗部組織，故其發病率較高，且易造成玉米穗之全穗感染，而在 7 葉期以後生長迅速，此時感染時已有穗上局部感染出現，當 9~11 葉期接種時，不管心葉接種或注射接種所得結果，只能得到穗之局部感染，未有全穗感染出現，這可能穗已發育完全，病原菌侵入雖可發病，但只能造成局部感染之故。Ullstrup et al<sup>(15.)</sup> 謂玉米在幼期由於冷、濕氣候而使生長延遲時，其發生黑穗病植株通常較高。Piemeisel<sup>(13.)</sup> 亦指出由於早播，而使玉米處於低速成長期較長，可能使玉米發病增加。前述學者是認冷而使幼期時間增長使感染增加，但未指出原因，本次試驗結果幼期較易感病筆者亦認為是由於生長速率緩慢之故。小生子注射接種方法早期學者已多所研究<sup>(3、4、14.)</sup> 且效果比本試驗更佳，這可能為不同品系之故，但因注射法操作不便，且不適於田間實際檢定所需，故未繼續探討，此處僅供為參考而已。

(二)經過三次幼芽接種試驗結果，皆未發現根部或玉米莖發生感染現象。Ullstrup et al<sup>(15.)</sup> 曾得到黑穗病感染玉米根部而形成腫瘤，但通常玉米黑穗病發生於地上部份，根部感病比較可能是玉米支持根於空中形成初期，已感染黑穗病，而在伸入地下時根部才形成腫瘤，這種現象不容易發生，而如 Ullstrup 所見幼根感染更少見，本次接種未發病是否由於胚葉不易侵入則有待於進一步探討。

三不同品系玉米對黑穗病抗病性測定結果，飼料玉米品種間發病率無顯著差異，且發病率甚低，其中以 16 號父本 ( $B_1 \times B_2$ ) 抗性最佳。(表 ) 甜玉米因利用花絲接種，發病率較高，但皆為穗頂局部感染，四個品種中以 Sigma 666 發病率 3% 最具抗性，Honey 236 發病率 10% 次之，而蜜玉及 TS 840 發病率為 20% 與 23%，其感染性最高 (表 5)。本項試驗中可探討的是  $B_1 \times B_2$  發病率為 0%，而  $B_5 \times B_8$  發病率為 17%，其雙雜交後代臺南 16 號發病率為 5%，其後代之抗性為兩者之間而呈偏抗。這與臺南 16 號種苗場採種時  $B_5 \times B_8$  之發病率可達 4.13%，而  $B_1 \times B_2$  未見發病，且採種後供農民種植後，田間發病率調查均不超過 0.1% 情形相似。這種現象在早期黑穗病抗病育種者已多所報告，Jones<sup>(11.)</sup> 首先發現抗黑穗病特性在  $F_1$  時呈顯性，而  $F_2$  時抗性產生分離。Hayes et al<sup>(5.)</sup> 謂抗病親與感病親雜交後其後代為中等抗性表現，而抗病親間雜交後代抗性則高於其中任何親本，另外 Immer et al<sup>(9.)</sup>、Immer<sup>(8.)</sup> 與 Hoover<sup>(6.)</sup> 也發現其  $F_1$  之抗性通常在自交系親本中間，此與本項試驗略同。

四玉米黑穗病防治藥劑篩選試驗：

(一)藥劑對黑穗病冬孢子發芽影響，試驗結果四氯丹 600 倍與 1500 倍、新雷丹 1000 倍及 新宅淨

1000 倍，均可抑制冬孢子發芽，而新雷丹 1500 倍時，冬孢子有 3% 發芽，新寶淨 1500 倍時，冬孢子亦有 5% 發芽，但前菌絲均變形，小生子產生受阻，其他如億力、五氯硝苯均不能控制冬孢子發芽（表 6），由以上結果顯示四氯丹對冬孢子發芽抑制效果最佳。

(二) 藥劑抑制冬孢子發芽之靜菌或殺菌效果測定，試驗結果，四氯丹與新雷丹均為殺菌效果，而新寶淨僅為抑菌作用（表 7）。故選四氯丹與新雷丹做為田間試驗之藥劑。

(三) 篩選藥劑對玉米種子發芽率之影響，試驗結果四氯丹 600 倍、新雷丹 1000 倍各處理中只有新雷丹 1000 倍時 P 10-2-3 發芽率略低，此可能為玉米種子取樣之誤差，其餘各處理之玉米品系發芽率均不受影響（表 8），而四氯丹 600 倍處理之玉米種子，除臺南 16 號外其餘各品系發芽率均顯著提高，其原因是各品系所用種子為春作採種所得，該期作因晚植，成熟期間受梅雨之影響，種子受其他雜菌感染，故以四氯丹處理後，其發芽率顯著提高。

(四) 玉米種子處理藥劑對黑穗病防治效果，試驗結果四氯丹 1000 倍拌種時，其發病率仍有 5% 者（表 9），顯示種子拌藥僅能消滅外部所附著之冬孢子，以防止黑穗病擴散，而藥劑處理種子對黑穗病田間防治無效。

(五) 玉米幼期藥劑處理對黑穗病防治試驗，結果在小生子接種前或接種後 1 天施藥，得恩地 1000 倍、四氯丹 1000 倍、新雷丹 1000 倍可收控制效果，但接種前或接種後 2 天與 3 天施藥，均無控制效果（表 10），由以上試驗顯示，目前所篩選藥劑對於田間黑穗病防治尚無應用價值，必須進一步搜集試驗，以獲得更有效藥劑。

(六) 玉米雌穗吐絲期花絲處理藥劑對黑穗病防治試驗，結果除新雷丹 1000 倍於接種 3 天施藥有 5% 感病外，其他各處理均能有效控制（表 11），由本次試驗結果顯示，藥劑直接於玉米花絲處理，對黑穗菌感染略有控制效果，這可能是玉米穗局感染必須經過花絲，但花絲於授粉後約 4~6 天枯萎，故其受感染機會相對減少，而使藥劑發揮其保護作用。本項試驗因天氣轉涼冷，只有進行一次田間試驗，尚須待明年夏季溫度昇高時，加以試驗探討，以證實本藥劑之防治效果。

綜合本次試驗結果，筆者認為玉米黑穗病在飼料玉米不足以造成威脅，此可由試驗中人工接種所獲得結果及農民田間所種飼料玉米發病情形，得到較為肯定答案。但是甜玉米因週年不斷栽培，且其發病通常皆比飼料玉米高，若遇到氣候適合時（如梅雨季），較易於發病而造成困擾，這可能為本省黑穗病防治所必須注意的。至於本次篩選所得藥劑，施用於玉米株未能發揮作用，僅於花絲上施藥有效果，但因其殺菌力，若利用為拌種藥劑，可消滅種子所附著之黑穗病菌，則能防止本病藉由種子而擴散，雖然未如利露滅（Apron）拌種後，玉米植株即可不受露菌病之感染，但在沒有更好藥劑以供防治黑穗病之前，篩選所得之藥劑多少可提供一些控制效果。

表 1 不同碳素源對黑穗病冬孢子發芽影響

Table 1 Germination of teliospore of *Ustilago maydis* in the presence of different carbon compounds.

碳素源 carbon source	發芽率 %			備註
	I	II	AVE	
D-glucose	18.8	22.5	20.7a*	
Lactose	19.0	12.0	15.5a	
Maltose	12.3	21.0	16.7a	
Sucrose	73.4	72.5	73.0b	小生子多
Casamino acid	19.5	22.0	20.7a	小生子 3~4 個
Sacrose + Casamino acid	84.0	79.5	81.8b	小生子多
CK (water agar)	11.2	12.5	11.9a	前菌絲甚短

\* 表列英文字母相同者，表係 Duncan's 多變異測定 P = 0.05 不顯著。

Values in each column with the same letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan's multiple range test.

表2 溫度對黑穗病冬孢子發芽影響

Table 2 Effect of temperature on the germination of teliospore of *Ustilago maydis*

溫度℃ Temp.	發 芽 率 % 備			註
	germination %			
	I	II	AVE	
10	0	0	0	
15	0	0	0	
20	0	0	0	
25	78	74	76	30%小生子正常生長，其餘延遲不變形。
30	86	80	83	20%正在生長，其餘小生子增殖甚多。
35	84	78	81	10%小生子正常生長，其餘冬孢子發芽後變形或停止小生子生殖
40	0	0	0	

表3 不同生育期及接種法對黑穗病發病影響

Table 3 Effect of growth stages and inoculation methods on the outbreak of *Ustilago maydis*

	小生子心葉接種 whorl sporidia inocu		冬孢子心葉接種 whorl teliospore inocu		小生子草桿注射接種 stem sporidia injection	
	發病株/接種株 plant infected /plant inocu.	發病率% infected %	發病株/接種株 plant infected /plant inocu.	發病率% infected %	發病株/接種株 plant infected /plant inocu.	發病率% infected %
3 葉期 3rd leaf stage	1 / 16	6.3	3 / 16	18.8	3 / 19	15.8
5 葉期 5th leaf stage	1 / 19	5.3	1 / 17	5.9	2 / 17	11.8
7 葉期 7th leaf stage	0 / 19	0	1 / 20	5.0	3 / 17	17.6
9 葉期 9th leaf stage	2 / 18	11.1	1 / 18	5.6	2 / 19	10.5
11 葉期 11th leaf stage	2 / 18	11.1	0 / 20	0	1 / 20	5.0
CK *	0 / 20	0	0 / 22	0	0 / 19	0

\*Non inoculion control.

表 4 飼料玉米品種對黑穗病抗性測定

Table 4 Test for resistance to Ustilago maydis of different feed corn varieties.

品 種	Varieties	發 病 株 / 接 種 株		平均發病率% infected % AVE	備 註
		plant infected /plant inoculated	plant infected /plant inoculated		
		I	II		
Tainan No. 5		1 / 20	1 / 20	5.0	
Tainan No. 10		2 / 17	1 / 16	9.1	
Tainan No. 11		2 / 18	0 / 10	7.1	
Tainan No. 16		0 / 13	1 / 9	4.5	
Tain-nung No. 351		0 / 10	1 / 10	5.0	雄花感染
Local white		1 / 17	1 / 13	6.7	雄花感染

表 5 超甜玉米品種對黑穗病抗性測定

Table 5 Test for resistance to Ustilago maydis of different sweet corn varieties.

品 種	發 病 株 / 接 種 株	平 均 發 病 率 %	
		plant infaected / plant inocu	infected % AVE
		I	II
蜜 玉 1 號	3 / 20	5 / 20	20.0
Honey 236	1 / 20	3 / 20	10.0
Sigma 666	0 / 20	1 / 20	2.5
TS 840	3 / 20	6 / 20	22.5

表 6 藥劑對玉米黑穗病冬孢子發芽影響

Table 6 Effect of fungicide on the teliospore germination of Ustilago maydis.

藥 劑 及 倍 數	冬 孢 子 發 芽 率 %
fungicide & diluted	teliospore germination %
四氯丹 600 倍	0
四氯丹 1500 倍	0
新雷丹 1000 倍	0
新雷丹 1500 倍	3
新寶淨 1500 倍	0
億 力 1000 倍	5
五氯硝苯 750 倍	62
CK *	74
	85

\* Non fungicide treatment.

表7 藥劑抑制黑穗病冬孢子發芽之靜菌或殺菌測定

Table 7 Identification of the inhibition or killing effect of fungicide on teliospore germination of Ustilago maydis.

藥劑及倍數 fungicide & diluted	發芽率 % teliospore germination %					
	靜置 1 小時 treat. 1hr		靜置 12 小時 treat. 12hrs		靜置 24 小時 treat. 24hrs	
新雪丹 1000 倍	50		2		1	
新寶淨 1000 倍	82		75		80	
四氯丹 1000 倍	25		0		0	
CK *	80		84		77	

\* Non fungicide treatment.

表8 藥劑處理對玉米種子發芽之影響

Table 8 Effect of fungicide treatment on corn seed germination.

藥劑及倍數 fungicide & diluted	種子發芽率 % seed germination %								
	P10-2-3 (B1)	P10-7-2 (B2)	AME I II 29-5-3 (B5)	UPCA 1-2-1 (B8)	B1 x B2	B5 x B8	Tainan No. 11	Tainan No. 16	AVE
四氯丹600倍	99.0	61.5	89.3	86.5	96.0	91.0	88.3	87.0	87.3
新雷丹1000倍	87.5	55.3	72.0	79.5	76.5	75.3	85.0	80.3	76.4
CK *	94.0	46.5	63.3	73.0	59.3	69.5	88.5	81.5	72.0
LSD 5%									3.7
LSD 1%									7.6

\* Non fungicide treatment.

表9 玉米種子藥劑處理後對黑穗病防治效果

Table 9 Effect of fungicide treatment of corn seed on Ustilago maydis control.

處 treatment	別	發病率 % infected %		
		I	II	AVE
四氯丹 1000 倍拌種 (先拌菌) inocu. teliospore & fungicide treat.		0	5.1	2.6
CK1 拌菌不拌藥 inocu. teliospore & non fungicide treat		2.9	2.6	2.8
CK2 不拌菌不拌藥 Non inocu. & non fungicide treat.		0	2.0	1.5



表 10 玉米幼期施藥對黑穗病防治效果

Table 10 Controlling effect of fungicide spraying at corn seedling stage to Ustilago maydis.

藥劑及倍數 Fungicide & diluted	接種前施藥區 spray fungicide before inocu.			接種後施藥區 spray fungicide after inocu.			備註
	1天 day	2天	3天	1天	2天	3天	
得恩地 1000 倍	0 *	16	11	0	11	13	
四氯丹 1000 倍	0	10	6	0	6	12	
新雷丹 1000 倍	0	9	11	0	28	20	
CK **						14	

\* 表列數字為發病率。

\* infected % is list.

\*\* Non fungicide spray.

表 11 玉米雌穗吐絲期施藥對黑穗病防治效果試驗

Table 11 Controlling effect of fungicide spraying at corn silking stage to Ustilago maydis.

藥劑及倍數 fungicide & diluted	接種前施藥區 spray fungicide before inocu.			接種後施藥區 spray fungicide after inocu.		
	1天 day	2天	3天	1天	2天	3天
得恩地 1000 倍	0 *	0	0	0	0	0
四氯丹 1000 倍	0	0	0	0	0	0
新雷丹 1000 倍	0	0	0	0	0	5
CK **						12

\* 表列數字為發病率。

\* infected % is list.

\*\* Non fungicide spray.

## 參考文獻

1. Bessey, C. E. 1984. The smut of Indian corn. Nebraska Agri. Expt. Sta.

- Bull. 1:295-305.
2. Caltrider, P. G., S. Rammanchandran, and D. Gottlieb. 1963. Metabolism during germination and function of glyoxylate enzymes in uredospores of rust fungi. *Phytopathology*. 53:86-92.
  3. Christensen, J. J. 1931. Studies on the genetics of Ustilago zeae. *Phytopathol. z.* 4:129-188.
  4. Gsiffiths, M. A. 1928. Smut susceptibility of naturally resistant corn when artificially inoculated. *J. Agr. Research*. 36:77-84.
  5. Hayes, H. K., E. H. Rinke and Y. S. Tsiang. 1946. Experimental study of convergent improvement and backcrossing in corn. *Minnesota Agr. Expt. Sta. Tech. Bull.* 172.
  6. Hoover, M. M. 1932. Inheritance studies of the reaction of selfed lines of maize to smut( Ustilago zeae ). *West Virginia Agr. Expt. Sta. Bull.* 253 : 1-32.
  7. Huttiing, W. 1931. Uber den einfluss der temperatur auf die keimung und geschlechtsverteilung bei. Brandpilze ( Ustilagineen ). (Sammelreferat). *Der. Zuchter* 4 : 209-219.
  8. Immer, F. R. 1927. The inheritance of reaction to Ustilago zeae in maize. *Minnesota Agr. Expt. Sta. Tech. Bull.* 51.
  9. Immer, F. R. and J. J. Christensen. 1928. Determination of loss due to smut infections in selfed line of corn. *Phytopathology*. 18 : 599-602.
  10. Joes, Edith S. 1923. Influence of temperature on th spore germination of Ustilago zeae. *J. Agr. Research* 24 : 593-597.
  11. Jones, D. F. 1920. Selection in self-fertilized lines as the basis for corn improvement. *J Am. Soc. Agron.* 12 : 77-100.
  12. Paul, G. C. and David Gottlieb. 1965. Effect of sugar on germination and metabolism of Ustilago maydis. *Phytopathology*. 56 : 479-484.
  13. Piemeisel, F. J. 1917. Factors affecting the parasitism of Ustilago zeae. *Phytopathology* 7 : 294-307.
  14. Stakman, E. G., J. J. Christensen, C. J. Eide, and B. Peturson. 1929. Mutation and hybridization in Ustilago zeae. *Minnesota Agr. Expt. Sta. Tech. Bull.* 65 : 1-66.
  15. Ullstrup, A. J., and M. P. Britton. An unusual epiphytotic of common corn smut in Indiana and Illinois. *Plant Dis. Rept.* 52 : 922-923.
  16. Uozumi, T. and H. Kiober. 1970. The effect of light on the formation of conidia of conidia of *Peronospora tabacina* Adam on tobacco leaf. *Bulletin of the Morioha Tobacco Exp. Station* No. 5.
  17. U. S. Dept. Agr. *Plant disease Repr. Suppl.* 40 : 162-164, 1925; 87: 20-26, 1935; 107:104-106, 1938; 127 : 186-188, 1940.
  18. Yarwood, C. E. 1937. The relation of light to the diurnal cycle of

sporulation of certain downy mildew. J. A. R. 54 :363-373.

## STUDIES ON CORN SMUT CONTROL IN TAIWAN<sup>1</sup>

C. M. TSENG<sup>2</sup>

### Summary

The optimal temperature for the germination of teliospore of Ustilago maydis in medium was between 25 and 35 degree C. The germination of teliospore of U. maydis could be stimulated by sucrose, but not influenced by light. Experiment of different inoculation methods at different corn growth stages showed that the sporidia injection method was most effective and stable over all growth stages, whereas the teliospore or sporidia whole inoculation method was unstable except at 3-leaf stage. The results showed that sweet corn varieties were more susceptible to U. maydis than field corn varieties, and the infected percentage of field corn was lower. Among the fungicides used, Captafol and Dithianon were more effective to kill the teliospore and which had no harmful effect to corn seed germination. There was no practical use for corn seed treated with fungicide to control U. maydis in the field and fungicide spraying at corn silking stage only had limited control effect. It was suggested that corn smut disease could be prevented only by sanitary at present. In the infected area, collected and burned off the tomurlike tissue of corn smut before ruptured or fungicide treatment of corn seed after harvested should have some effects to reduce the disease dissemination.

---

1. Contribution No. 164 from Tainan District Agricultural Improvement Station.

2. Assistant Plant Pathologist, Putzu Branch Station, Tainan DAIS, Putzu, 61314, Chiayi, Taiwan, R.O.C.