

## 評估亞磷酸與撲殺熱防治田間水稻

### 稻熱病與白葉枯病之研究<sup>1</sup>

蔡依真<sup>2</sup>、謝文棟<sup>3</sup>

#### 摘要

誘導植物產生抗病性為作物病害管理手段之一。本研究目的為評估施用具誘導抗性製劑亞磷酸與撲殺熱在田間防治稻熱病與白葉枯病之效果，試驗結果顯示亞磷酸與撲殺熱等誘導抗病物質對水稻病害具一定的防治效果。於 2015 年第二期稻作田間試驗結果，施用亞磷酸 1,000 倍處理組對白葉枯病之防治效果最佳，罹病度為 18.98%，其次為撲殺熱之 30.28%，不處理對照組罹病度高達 41.67%。於 2016 年一期稻作防治試驗中，施用撲殺熱後，預防稻熱病之效果優於農友施用之三賽唑，其防治率可達 90%；而於 2016 年二期稻作防治試驗中，施用亞磷酸或撲殺熱均可降低田間白葉枯病之發病情形，且兩者效果相近。綜合上述結果，未來可建議農友在田間施用誘導抗病藥劑或資材時，應特別注意適當施用時機，於尚未發病前即應進行預防。

關鍵詞：水稻、稻熱病、白葉枯病、誘導抗病、亞磷酸、撲殺熱

---

1.行政院農業委員會花蓮區農業改良場研究報告第 298 號。

2.行政院農業委員會花蓮區農業改良場副研究員。

3.行政院農業委員會花蓮區農業改良場研究助理。

## 前 言

截至 2021 年 4 月，國內有機水稻栽培面積約 3,298.8 ha，為有機栽培最大宗作物。水稻係花蓮地區主要農作物之一，花蓮縣亦為國內有機水稻最大栽培區域，占全國有機水稻面積約 40%（行政院農業委員會農糧署 2021）。水稻栽培期間，稻熱病（由 *Pyricularia oryzae* Cavara 引起）、白葉枯病（由 *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Ishiyama) Dye 引起）及紋枯病（*Rhizoctonia solani* Kuhn AG-1）為影響產量與品質之重要限制因子，目前在慣行栽培上以化學防治為主，農友參考使用政府核准用藥，尚能有效防治，惟在臨近收穫期間若有施藥需求，則較易有藥劑殘留問題；此外，由於農民長期以來依賴化學藥劑使用，也可能使田間出現抗藥性族群，如：日本已蒐集到稻熱病之抗藥性菌株（楊 1991）。另有有機友善栽培上，對於水稻病害防治方面，除了選用抗病品種與配合土壤肥培管理外，亦有施用非農藥植保資材進行防治作業之需求。

在多種防治措施中，誘導植物產生抗病性是一項可實際應用之技術。由於植物可被外來因子激活潛在的抗病能力，而誘導植物提升對後續病原菌感染的抵抗力，達到系統性誘導抗病（systemic acquired resistance, SAR）。在化學物質中，亞磷酸、水楊酸及藥劑撲殺熱等均具有誘發植物產生抗病性之潛能（安和陳 2006）；其中有關亞磷酸對病害防治之作用機制仍有待進一步深入探討，目前已被發現的防禦機制包括活化植物之 phenylpropanoid pathway，合成酚化合物殺菌（Dercks and Buchenauer 1986）以及活化植株之 phenylalanine ammonia-lyase pathway 合成植物抗禦素（Guest 1984；安 2001）而達到防病效果，而在其防治標的部分，已有許多報告指出亞磷酸對卵菌類病害具防效（安 2001；Johnson *et al.* 2004）；近年也有報告顯示，亞磷酸可用於防治細菌性病害（Wen *et al.* 2009；林和林 2018）。化學藥劑撲殺熱（probenazole），作用機制為激發水稻抗病基因 RPR1 的表現，可增加水楊酸產生，因而獲得系統抗病性（Sakamoto *et al.* 1999），對水稻稻熱病及白葉枯病具有良好的防治效果。然而，由於誘導抗病物質需於病害尚未發生前或初期發病時即開始處理，且通常需連續數次施用；故其施用時機、病害防治效果，及對產量之影響等待進行田間試驗與效益分析，以提升農友之使用意願。因此，本研究於田間施用誘導抗病藥劑及資材，包括慣行推薦用藥撲殺熱，以及有機農法可用之亞磷酸，評估其預先施用後對稻熱病及白葉枯病之防治效果，最後評估對產量的影響及成本分析，以提供農民參考應用，降低化學農藥殘留風險，保障消費者食用安全。

## 材料與方法

### 一、亞磷酸與撲殺熱防治水稻白葉枯病之田間效果評估（2015 年第二期作）

- （一）試驗材料：水稻臺梗 9 號。
- （二）試驗年度、期作及地點：2015 年二期作、花蓮縣光復鄉。
- （三）試驗方法：

本試驗田間設計採逢機完全區集設計（Randomized complete block design, RCBD），3 處理，每處理 3 重複，每小區 20 m<sup>2</sup>，並於插秧後 40 d 分別處理 6%撲殺熱粒劑（億豐農化廠股份有限公司，施用 30 kg/ha）施用 1 次、亞磷酸 1,000 倍（1 g·l<sup>-1</sup> phosphorous acid，宜慶芳生物科技有限公司。配製方法為亞磷酸與氫氧化鉀以 1:1 等重量分別溶於水中稀釋至 1,000 倍使用）每 7 d 施用 1 次，共 2 次。設不處理為對照組。

## (四) 調查方法：

於開始發病後進行第 1 次調查，每 7 d 調查 1 次，共調查 3 次，每處理小區行對角線取樣 40 叢，調查時依葉片發病面積佔全葉面積之百分率為其罹病指數之判定依據，罹病面積率 1% 以下訂為 1 級，1-5% 為 3 級，6-25% 為 5 級，26-50% 為 7 級，51-100% 為 9 級 (International Rice Testing Program 1980)，將數據轉換成罹病度 (Disease severity)，並依下列公式算出罹病度 (%) =  $[\sum (\text{指數} \times \text{該指數罹病株數}) / (9 \times \text{總調查數})] \times 100$ 。並計算防治率，防治率公式為：(不處理對照組罹病度 - 處理組罹病度) / 不處理對照組罹病度  $\times 100$ 。臨近收穫前將每處理坪割 10 $\times$ 10 叢 (3 重複)，推算每公頃稻穀產量。

## 二、亞磷酸與撲殺熱防治水稻葉稻熱病之田間效果評估 (2016 年第一期作)

(一) 試驗材料：水稻臺梗 16 號。

(二) 試驗年度、期作及地點：2016 年一期作、花蓮縣玉里鎮。

(三) 試驗方法：

本試驗田間設計採逢機完全區集設計，4 處理，5 重複，每小區 20 m<sup>2</sup>。撲殺熱處理組為插秧前在秧苗箱及插秧後一個月施用撲殺熱粒劑 (億豐農化廠股份有限公司)，插秧前每秧苗箱施用 30 g，本田施用 30 kg/ha；而亞磷酸處理組為施用亞磷酸 1,000 倍 (1 g·l<sup>-1</sup> phosphorous acid，宜慶芳生物科技有限公司。配製方法為亞磷酸與氫氧化鉀以 1:1 等重量分別溶於水中後加水稀釋至 1,000 倍使用) 在發病初期開始施用，每 7 d 處理 1 次，共 4 次。慣行對照組為農友慣行用藥之 75% 三賽唑可濕性粉劑 3,000 倍 (台灣道禮股份有限公司)，三賽唑在發病初期開始施用，每 7 d 處理 1 次，共 3 次。設不處理為對照組。

(四) 調查方法：

配合當地發病始期於三月下旬進行第 1 次調查，兩週後進行第 2 次調查，第 2 次調查後 7 d 進行第 3 次調查，每處理小區行對角線取樣 40 叢，依葉稻熱病罹病程度基準及基準圖 (臺灣省農林廳 1963) 調查罹病葉面積率 (disease incidence %)，並計算防治率。

## 三、預先施用抗病誘導物質與發病後施藥對水稻白葉枯病之防治效果 (2016 年第二期作)

(一) 試驗材料：水稻臺梗 16 號。

(二) 試驗年度、期作及地點：2016 年二期作、花蓮縣玉里鎮。

(三) 試驗方法：

本試驗設計採逢機完全區集設計，5 處理，每處理 3 重複，每小區 20 m<sup>2</sup>。田區在 7 月 27 日完成插秧 (行株距 30 $\times$ 15 cm)，於插秧後 40 d 試驗處理分別為施用 6% 撲殺熱粒劑 (億豐農化廠股份有限公司，施用 30 kg/ha) 1 次、亞磷酸 1,000 倍 (1 g·l<sup>-1</sup> phosphorous acid，宜慶芳生物科技有限公司。配製方法同上述，每 7 d 處理 1 次，共 3 次，10% 克枯爛可溶性粉劑 1,000 倍 (大勝化學工業股份有限公司) 於發病初期或颱風過後立即施用一次，之後 7-10 d 後再施 1 次，共 2 次，對照藥劑為農友處理 10% 鏈四環黴素水溶性粉劑 1,000 倍 (久農貿易有限公司)，於發病初期施用，每 7 d 處理 1 次，共 2 次。設不處理為對照組。

(四) 調查方法：

於發病初期進行第 1 次調查，每 7 d 調查 1 次，連續調查 3 次，每處理小區行對角線取樣 40 叢，調查時依葉片發病面積佔全葉面積之百分率為其罹病指數之判定依據，罹病面積率 1% 以下

訂為 1 級，1-5%為 3 級，6-25%為 5 級，26-50%為 7 級，51-100%為 9 級 (International Rice Testing Program 1980)，如前述公式先將數據轉換成罹病度，臨近收穫前將每處理坪割 10×10 叢 (3 重複)，推算每公頃稻穀產量及委託本場米質實驗室分析白米熟飯食味值 (分析方式為利用熟飯食味計，品牌 Satake)。

#### 四、統計分析

本研究所得之數據以 IBM SPSS Statistics 22 軟體進行變方分析，若處理間具差異顯著 ( $P < 0.05$ )，則以最小顯著差異測驗 (least significant difference, LSD 法) 比較各處理平均值間之差異。

### 結果與討論

#### 一、亞磷酸與撲殺熱防治水稻白葉枯病之田間效果評估 (2015 年第二期作)

2015 年於花蓮縣光復鄉設置試驗田，田區在 8 月 1 日完成插秧 (行株距 30×15 cm)，氮肥施用量在 N150 kg/ha 以下，於插秧後 40 d (9 月 10 日) 分別施用 6%撲殺熱粒劑 1 次，亞磷酸 1,000 倍稀釋液為每 7 d 處理 1 次，連續 2 次 (施用日期為 9 月 10 日、9 月 17 日)，試驗田區於杜鵑颱風侵襲過後 10 月中旬開始發病，在發病高峰 10 月 25 日進行白葉枯病第 1 次調查，結果如表一所示，施用亞磷酸 1,000 倍其罹病度 28.24%為最低，次為撲殺熱 33.33%，罹病度最高為不處理對照的 47.72%，處理組與對照組間具顯著差異 ( $P < 0.05$ )。7 d 後於 11 月 3 日進行第二次調查，田間整體白葉枯病之病勢稍趨緩，而施用亞磷酸之防治率為 66%，撲殺熱防治率則較差 (18%)，在最後一次調查 (11 月 10 日)，施用亞磷酸 1,000 倍之處理對白葉枯病之防治效果仍為最佳，其罹病度為 18.98%，次為撲殺熱之 30.28%，不處理對照組罹病度高達 41.67% (表一)。在各處理組產量方面，不處理對照組每公頃 8,333 kg，撲殺熱處理組每公頃 8,292 kg，亞磷酸處理組 8,625 kg/ha，3 處理間統計上無顯著差異 (表二)，顯示施用誘導抗病藥劑或資材對產量表現無不良影響。

表一、於 2015 年施用亞磷酸與撲殺熱防治水稻白葉枯病之效果

Table 1. Efficacy of phosphorous acid and probenazole on control of bacterial blight in rice in 2015.

Treatment	Disease severity of bacterial leaf blight of rice disease (%)		
	(% of disease control)		
	Oct. 25	Nov. 3	Nov. 10
Phosphorous acid 1,000x	28.24(41) a <sup>z</sup>	13.52(66) a	18.98(55) a
6% Probenazole GR 30 kg/ha	33.33(30) a	32.35(18) b	30.28(27) b
Untreated control	47.72(-) b	39.44(-) b	41.67(-) c

<sup>z</sup> Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% by LSD test.

表二、施用亞磷酸與撲殺熱對水稻產量之影響

Table 2. Effect of phosphorous acid and probenazole on grain yield of rice.

Treatment	Grain yield (kg/ha)
Phosphorous acid 1,000x	8625 a <sup>z</sup>
6% Probanasol GR 30 kg/ha	8292 a
Untreated control	8333 a

<sup>z</sup> Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% by LSD test.

## 二、亞磷酸及撲殺熱防治水稻葉稻熱病之田間效果評估（2016 年第一期作）

2016 年一期作在玉里鎮設置試驗田一處，氮肥施用量在 N130 kg/ha 以下，6%撲殺熱粒劑在插秧前 1 d（1 月 19 日）施用於秧苗箱上（30 g/box），以及插秧後 30 d（2 月 19 日）在田間每公頃施用 30 kg 一次，亞磷酸處理於插秧後 55 d 方開始施用 1,000 倍稀釋液，每 5-7 d 一次，連續 4 次（施用日期為 3 月 15 日、3 月 20 日、3 月 27 日、4 月 2 日）。化學藥劑處理組同時於插秧後 55 d 開始施用 75%三賽唑可濕性粉劑 3,000 倍，每 7 d 施用 1 次，連續 3 次（施用日期為 3 月 15 日、3 月 22 日、3 月 29 日）。在 3 月 15 日第 1 次調查發現，各處理已開始輕微發生稻熱病，其中以亞磷酸處理之罹病度為 2.06%，相對於其他試驗處理有較高之罹病度，在發病高峰 4 月 13 日進行第 3 次調查時，亞磷酸處理之罹病度 14.42% 為最高，次為不處理對照的 10.10%，三賽唑處理為 6.34%，最低為施用撲殺熱之 0.99%，其防治率可達 90%（表三）。本次試驗結果顯示在稻熱病開始發病後方開始施用亞磷酸之防治效果不佳，推論原因可能係因亞磷酸屬於誘導抗病資材，且此田區病勢發展較快，與陳氏於 2004 年進行田間試驗測試抗病誘導物質防水稻熱病情形不同（陳 2010）。建議應再提早施用；而撲殺熱依推薦方式在插秧前一天及插秧後 30 d 施用，其防治效果明顯較農友慣行常用之三賽唑處理效果為佳。

表三、於 2016 年施用亞磷酸與撲殺熱防治葉稻熱病之效果

Table 3. Efficacy of phosphorous acid and probenazole on control of rice leaf blast disease in 2016.

Treatment	Incidence of rice leaf blast disease (%)		
	(% of disease control)		
	Mar. 24	Apr. 7	Apr. 13
Phosphorous acid 1,000x	2.06(-51) b <sup>2</sup>	9.68(-18) c	14.42(-43) d
6% Probanasol GR 30 kg/ha	0.71(-17) a	0.62(-22) a	0.99(90) a
75% Tricyclazole WP 3,000x (chemical control)	0.01(1) a	7.59(-14) b	6.34(37) b
Untreated control	0.04(-) a	0.51(-) a	10.10(-) c

<sup>2</sup>Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% by LSD test.

## 三、預先施用抗病誘導物質與發病後施藥對水稻白葉枯病之防治效果（2016 年第二期作）

2016 年二期作於玉里鎮設置試驗田進行水稻白葉枯病防治試驗，氮肥施用量在 N130 kg/ha 以下，於插秧後 40 d 施用 6%撲殺熱粒劑 1 次（30 kg/ha），亞磷酸 1,000 倍稀釋液則為每 7 d 施用一次，連續 3 次（施用日期為 9 月 6 日、9 月 13 日、9 月 20 日），克枯爛可濕性粉劑 1,000 倍於颱風後立即施用 1 次，連續 2 次（施用日期為 9 月 22 日及 9 月 29 日），對照組施用 10%鏈四環黴素水溶性粉劑 1,000 倍在發病初期，每隔 7 d 施用 1 次，連續 2 次（施用日期為 9 月 29 日、10 月 6 日）。九月上旬及中旬莫蘭蒂及馬勒卡颱風接連過境臺灣，颱風挾帶風雨致水稻葉片嚴重破損，田區水稻於九月底感染白葉枯病，於 10 月 5 日進行第 1 次調查，白葉枯病罹病度最低者為施用克枯爛之 29.17%，次為撲殺熱 33.5%及亞磷酸 35.53%，罹病度最高者為施用鏈四環黴素之化學對照組 37.97%及不處理對照組 40.10%（表四），一週後再進行調查，罹病程度除克枯爛處理區大幅下降（10.20%），防治效果最為理想之外，其他處理區罹病度則呈現上升趨勢，至 10 月 20 日最後一次調查，克枯爛處理區罹病度仍在 20%以下，與其他處理區比較達顯著差異，而亞磷酸、撲殺熱、鏈四環黴素及不處理對照組罹病度已超過 50%（表四）。1993 年楊與黃也曾試驗評估撲殺熱與克枯爛對白葉枯病防治效果及產量之影響，結果顯示兩者都可以減緩感染速率及增加水稻產量，其中以克枯爛防治效果最好，增產比例達 35-37%，本次試驗結果亦相近。本試驗

施用防治效果最好之克枯爛，依據日本三共公司 (Sankya Company Ltd.) 的技術資料，克枯爛進入植物體內後會抑制細菌的增殖及在導管內的移轉，並減低細菌的致病力 (Takahashi 1985; 黃、郭 2004)，但其作用機制仍不明確。根據 Reddy 和 Mackenzie (1979) 的報告指出，白葉枯病罹病率與其產量間呈負相關 (Reddy and Mackenzie, 1979)，係因白葉枯病危害水稻葉片，使葉面積減少，直接影響光合作用，進而影響光合產物之累積，使稻穀產量降低 (林 1999)，此與本次試驗產量結果相似，而利用誘導抗病物質亞磷酸及撲殺熱之處理組間差異不顯著。此外，前人研究報告皆指出，白葉枯病使葉面積減少並直接影響光合作用，直鏈性澱粉含量會稍微降低，而粗蛋白質相對含量提高，在碾米品質、外觀及米飯食味通常較差 (許、宋 1988; Cha *et al.* 1982)，而本試驗各處理間之食味值差異不顯著，但亞磷酸處理組食味值最高 (70.3)，克枯爛處理組食味值最低 (65.3) (表五)。蔣氏 (2004) 報告顯示在幼穗分化期至抽穗始期噴施 1,000 倍之 10% 克枯爛可濕性粉劑，可能造成水稻穀粒內外穎褐化、空穗等異常，對稻穗生長之影響程度以幼穗分化期最為明顯，而本試驗施用克枯爛之時間為插秧後 55-65 d，此時正值孕穗及抽穗始期，雖在產量上無不良影響，但仍稍微影響食味值，後續在使用上應注意施用時期及避免混用其他農藥。而林氏報告則指出品種間受白葉枯病為害後在食味值有相當大的差異 (林 1990)，本次試驗供試品種臺梗 16 號其特性為穀粒飽滿，粒型整齊，具有優良而穩定的食味品質，米飯食味優於臺農 67 號，和良質米對照品種臺梗 9 號相近 (李、劉 1997)，可能因而各處理間在食味上差異較不明顯 (表五)。

表四、於 2016 年第二期作施用亞磷酸與撲殺熱防治水稻白葉枯病之效果

Table 4. Efficacy of phosphorous acid and probenazole on control of bacterial blight in rice in 2016.

Treatment	Disease severity of bacterial leaf blight of rice disease (%)		
	Oct. 5	Oct. 12	Oct. 20
Phosphorous acid 1,000x	35.53 bc <sup>y</sup>	43.13 bc	51.48 b
6% Probanasol GR 30 kg/ha	33.50 b	35.90 b	50.65 b
10% Tecloftalam WP 1,000x	29.17 a	10.20 a	18.05 a
Chemical control <sup>z</sup>	37.97 c	50.20 c	55.00 b
Untreated control	40.10(-) c	55.33(-) c	65.25(-) c

<sup>z</sup> 10% Streptomycin sesquisulphate + Tetracycline hydrochlorid SP 1,000x.

<sup>y</sup> Data in each column with the same letter are not significantly different at 5% by LSD test.

表五、比較 2016 年施用不同製劑防治白葉枯病後對水稻產量與食味值之影響

Table 5. Effect of different treatments on control of bacterial blight in grain yield and eating quality score of rice.

Treatment	Grain yield(kg/ha)	Eating quality score
1 g·l <sup>-1</sup> phosphorous acid	6,963 b <sup>y</sup>	70.3 a
6% Probanasol GR	7,221 b	66.7 a
10% Tecloftalam WP	7,529 b	65.3 a
Chemical control <sup>z</sup>	6,210 a	65.7 a
Untreated control	6,005 a	65.5 a

<sup>z</sup> 10% Streptomycin sesquisulphate + Tetracycline hydrochlorid SP 1,000x.

<sup>y</sup> Data in each column with the same letter are not significantly different at 5% by LSD test.

#### 四、防治藥劑與資材之使用成本評估

進一步分析防治藥劑與資材之使用成本，以 2017 年一般常用之化學藥劑價格，防治稻熱病藥劑種類與價格分別為 75%三賽唑可濕性粉劑（2,429 元/kg）、50%護粒松乳劑（680 元/L）及 40%亞賜圃可濕性粉劑（2,400 元/kg），誘抗藥劑 6%撲殺熱粒劑每公斤約 93 元；防治白葉枯病之藥劑種類與價格為 10%鏈四環黴素可溶性粉劑（4,400 元/kg）及誘抗藥劑 10%克枯爛可濕性粉劑（1,222 元/kg）；誘抗資材亞磷酸+氫氧化鉀組每 kg 約 300 元。若以每公頃水稻田施藥用水量 600 l 計，依照推薦使用次數計算各藥劑使用成本，如表六所示，稻熱病化學防治藥劑以 40%亞賜圃可濕性粉劑使用成本 13,200 元最高，其次為 75%三賽唑可濕性粉劑約 7,457 元，最低為 50%護粒松乳劑約 4,816 元。而白葉枯病化學防治藥劑 10%鏈四環黴素可溶性粉劑使用成本約 8,640 元。誘抗藥劑類 6%撲殺熱粒劑使用成本約 4,800 至 9,600 元之間（於秧期或併穗肥施用則工資部分可再節省）及 10%克枯爛可濕性粉劑約 8,200 元。在植保資材部分，亞磷酸成本相對低廉（約 356-540 元），建議一般以施用 2 至 3 次以上效果較佳，其使用成本主要在施藥工資方面比重較高，但亞磷酸沒有藥劑殘留的問題，對生態環境衝擊較小，推薦農友可作為預防病害使用。

表六、比較水稻施用亞磷酸、撲殺熱及常用慣行藥劑防治週期之使用成本

Table 6. Comparison of phosphorous acid, probenazole and common fungicides on cost during rice control period.

Materials <sup>z</sup>	Application frequency (times)	Money cost	Labor cost
		(NTD/ha)	
Phosphorous acid	3	540	6,000
6% Probenazole GR	1-2	2,800 - 5,600	2,000 - 4,000
75% Tricyclazole WP	3	1,457	6,000
40% Isoprothiolane WP	3	4,320	6,000
50% Edifenphos EC	2	816	4,000
10% Teclotalam WP	2-3	1,466 - 2,200	4,000 - 6,000
10% Streptomycin sesquisulphate + Tetracycline hydrochlorid SP	3	2,640	6,000

<sup>z</sup>The amount of water applied material in rice is 600 L/ha.

## 結 論

經本研究田間試驗結果顯示，使用亞磷酸及撲殺熱等誘導抗病物質對水稻病害具一定抑制效果，而克枯爛用於防治白葉枯病效果良好，黃與郭（2004）之報告指出克枯爛（tecloftalam）在生體外沒有直接殺死白葉枯病菌的效果，但進入植物體內後會抑制細菌增殖及導管內之移轉，可降低細菌致病力。建議誘導抗病物質之適當施用時機為水稻植株受傷或病原菌尚未侵染前即進行處理。在田間施用撲殺熱粒劑可與穗肥併行施用，兼抗稻熱病及白葉枯病，對農友而言在整合管理上仍不失為一省工之選擇；而亞磷酸物料成本低，且為有機友善栽培上為可應用之資材，一般推薦於插秧後 30-40 d 左右開始施用，並連續處理 3 次，亦可兼防稻熱病及白葉枯病；然而，需特別注意防治時機，若已發病後才開始施用則防治效果不佳。

## 致 謝

感謝試驗期間譚廷昌、謝新福及李文煌先生等農友提供試驗稻田、協助用藥和肥培管理，並順利辦理三場觀摩會供東部地區水稻栽培業者學習防治經驗與交流分享，技工陳志剛先生協助調查及坪割工作，以及農藝研究室和米質實驗室協助分析試驗結果，特此致謝。

## 參考文獻

1. 行政院農業委員會農糧署 2021 臺灣地區有機栽培農戶數及種植面積概況 行政院農業委員會農糧署。
2. 安寶貞 2001 亞磷酸與植物病害的防治 植病會刊 10:147-154。
3. 安寶貞、陳昭瑩 2006 植物誘導抗病性之研究與應用 符合安全農業之病害防治新技術研討會專刊 行政院農業委員會農業試驗所、中華民國植物病理學會編印 133-155。
4. 李超運、劉瑋婷 1997 水稻新品種台梗 16 號簡介 花蓮區農業專訊 21:11-12。
5. 林再發 1990 白葉枯病對水稻產量與米質之影響及抗病品系之育成 臺中區農業改良場研究彙報 29:29-38。
6. 林再發 1999 台中秈 10 號氮肥施用量對白葉枯病與罹病植株米質之影響 臺中區農業改良場研究彙報 65:13-22。
7. 林靜宜、林慧如 2018 利用中和亞磷酸溶液防治馬鈴薯青枯病 台灣農業研究 67(4):377-386。
8. 許愛娜、宋勳 1988 稻米食味與其理化性質關聯性之探討 稻米品質研討會專集 台中區農業改良場編印 91-104。
9. 黃德昌、郭克忠 2004 殺菌劑之合理使用與管理 植物保護新策略研討會專刊 中華民國植物保護學會編印 207-219。
10. 陳任芳 2010 應用非農藥資材防治水稻稻熱病之研究 花蓮區農業改良場研究彙報 28:35-44。
11. 楊秀珠 1991 植物病原真菌抗藥性問題探討 陳玉麟教授榮退紀念活動暨近年來臺灣農藥管理，研究與應用研討會(十二) 行政院農委會農業藥物毒物試驗所編印 135-154。
12. 楊相國、黃益田 1993 撲殺熱、鏈黴素及克枯爛對水稻白葉枯病之效應 桃園區農業改良場研究彙報 14:50-54。
13. 臺灣省政府農林廳 1963 水稻葉稻熱病罹病程度基準及基準圖 臺灣省政府農林廳編印 21 頁。



14. 蔣永正 2004 水稻田常用農藥對稻株生育之影響 中華民國雜草會刊 25:83-95。
15. Cha, K.H., Y.S. Kim, H.J. Kim, D.K. Lee and M.S. Kim. 1982. Effects of application levels of fertilizer of the susceptibility to bacterial leaf blight, yield and quality of grains in nineteen rice cultivars in Jeonnam region. Korean J. Plant Prot. 21:216-221.
16. Dercks, W. and H. Buchenauer. 1986. Investigations on the influence of aluminum ethyl phosphonate on plant phenolic metabolism in the pathogen-host interactions, *Phytophthora fragariae*-strawberry and *Bremia lactucae*-lettuce. J. Phytopathol. 115:37-55.
17. Guest, D.I. 1984. Modification of defense responses in tobacco and capsicum following treatment with fosetyl-AI. Physiol. Plant Pathol. 25:125-134.
18. International Rice Testing Program. 1980. Standard Evaluation System for Rice. 2nd ed. p.44. Int. Rice Res. Inst.
19. Johnson, D.A., D.A. Inglis, and J.S. Miller. 2004. Control of potato tuber rots caused by oomycetes with foliar applications of phosphorous acid. Plant Dis. 88: 1153-1159.
20. Reddy, A.P.K., D.R. Mackenzie, D.I. Rouse and A.V. Rao. 1979. Relationship of bacterial leaf blight severity to grain yield of rice. Phytopathology 69:967-969.
21. Sakamoto, K., Tada, Y., Yokozeki, Y., Akagi, H., Hayashi, N., Fujimura, T., Ichikawa, N. 1999. Chemical induction of disease resistance in rice is correlated with the expression of a gene encoding a nucleotide binding site and leucine-rich repeats. Plant Mol. Biol. 40:847-855.
22. Takahi, Y. 1985. Shirahagen R-S (tecloftalam. Japan. Pesti. Inf. 46:25-30.
23. Wen, A., B. Balogh, M.T. Momol, S.M. Olson, and J.B. Jones. 2009. Management of bacterial spot of tomato with phosphorous acid salts. Crop Prot. 28:859-863.