

安全性植物保護資材防治胡蘿蔔 白粉病之研究¹

蔡小涵²

摘 要

蔡小涵。2025。安全性植物保護資材防治胡蘿蔔白粉病之研究。臺南區農業改良場研究彙報 85：58-66。

胡蘿蔔為冬季作物，涼溫之氣候為白粉病好發條件，因此田間常見胡蘿蔔白粉病之發生，雖然胡蘿蔔非屬連續性採收作物，農藥使用上相對安全，但在有機及友善農業的領域仍有安全性植物保護資材使用之需求。本研究於溫室及田間以 800 倍中性化亞磷酸及 200 倍柑桔精油進行胡蘿蔔白粉病防治試驗，結果顯示溫室試驗中，於接種前使用 3 次 800 倍中性化亞磷酸及發病後繼續使用 200 倍柑桔精油 2 次，對胡蘿蔔白粉病的防治效果及持續力最佳，罹病度為 12.3%，與對照組相比可降低 64.4% 之罹病度；在田間試驗中，於發病前使用 3 次 800 倍中性化亞磷酸及發病後繼續使用 200 倍柑桔精油 2 次，對胡蘿蔔白粉病的防治效果及持續力最佳，白粉病罹病度僅 6.3%；單獨使用 800 倍中性化亞磷酸也能有預防效果，罹病度為 42.3%；而發病後才使用柑桔精油控制，罹病度可維持在 21.3%；而噴水之對照組，罹病度最終上升到 72.0%。綜上所述，經由田間試驗結果顯示，防治胡蘿蔔白粉病最有效果之安全性植物保護資材搭配方式為於發病前使用中性化亞磷酸，並於發病後繼續使用柑桔精油，最高可降低 65.7% 罹病度；而單獨使用中性化亞磷酸或柑桔精油，相較於對照組，也可達具統計顯著差異之防治成效，為值得推廣之安全資材使用方式，有助於農藥減量及環境友善之目標。

現有技術：現今胡蘿蔔栽培大多以慣行化學農藥方式防治病蟲害。

創新內容：提供安全性植物保護資材防治胡蘿蔔白粉病之應用模式，不用化學農藥仍可有效將低白粉病罹病度。

對產業影響：可減少胡蘿蔔白粉病化學農藥使用量 50% 以上。

關鍵字：胡蘿蔔、白粉病、中性化亞磷酸、柑桔精油

接受日期：2025 年 1 月 2 日

1. 農業部臺南區農業改良場研究報告第 582 號。

2. 農業部臺南區農業改良場助理研究員。712009 臺南市新化區牧場 70 號。

前 言

胡蘿蔔 (*Daucus carota* subsp. *sativus*) 為繖形花科，1～2 年生的草本植物，別名紅蘿蔔、紅菜頭等，為臺灣主要食用根莖菜類之一⁽⁴⁾，國內主要栽培地區為彰化、雲林、臺南，112 年全國栽種面積約為 1,674.6 公頃⁽⁸⁾。胡蘿蔔病蟲害種類繁多，常見有白粉病、白絹病、黑葉枯病、根瘤線蟲及夜蛾類害蟲等^(4,6,7)，雖有化學藥劑可供使用，但存在農藥殘留風險問題，藥檢不合格率偏高，更有逼近 10% 不合格率之紀錄，突顯開發安全性植物保護資材應用於病蟲害管理之必要性，若能進一步發展胡蘿蔔之病蟲害整合性管理技術，將既有之安全性植物保護資材增值應用於胡蘿蔔產業，則可達到化學農藥減量、友善環境之目的。

胡蘿蔔白粉病病原菌為 *Erysiphe heraclei*，主要發生於生育中後期，危害葉片，初期葉片出現小斑點，往後病斑逐漸擴大，嚴重時佈滿全葉，致使葉片被病原菌覆蓋、枯黃，影響光合作用及農作物品質，病斑產生大量分生孢子而呈灰白色，病斑後期常會產生圓形子囊殼，初期為白色逐漸轉為橙色，成熟時成為黑色^(6,7)。

在本研究中使用安全性植物保護資材來測試其對胡蘿蔔白粉病之防治效果，試驗資材簡介如下：1. 中性化亞磷酸：原為緩效性磷肥的一種，1980 年代被發現可以防治卵菌綱 (Oomycetes) 引起的植物病害，近年來許多報告均指出亞磷酸有誘導植物增強抗病性的間接防病的功效，它會加速植物抗禦素、酚化合物、或其他抗病物質的產生與量的累積^(1,9)，前人研究中也有效降低豇豆白粉病⁽¹⁰⁾，以及和窄域油同時使用可降低小胡瓜白粉病⁽³⁾之報告。2. 矽酸鉀：矽在植物營養學上屬有益植物生長元素，對某些作物矽為必須元素，最初被當成肥料使用，施用後發現可降低病害發生，因而有許多報導指出可溶性矽用於白粉病菌及腐黴菌之防治，例如胡瓜、洋香瓜及南瓜白粉病、腐黴菌引起之胡瓜猝倒病、及葡萄白粉病等^(12,13,18)。3. 植物精油類：油劑資材乳化稀釋後可於植物表面形成薄膜，能阻隔病原菌孢子發芽及菌絲生長，而不影響植物的呼吸作用及光合作用⁽²⁾，前人研究中有許多利用植物精油來防治白粉病的成果，如檸檬、大蒜精油⁽¹⁵⁾、芹菜籽精油⁽²⁰⁾可防治胡瓜白粉病；孜然、荷荷芭、芫荽精油可防治亞麻白粉病⁽¹¹⁾；葵花油可防治番茄白粉病⁽¹⁷⁾等，而在臺灣市面上較易取得之植護保護用精油類產品為柑桔精油，除了油劑的包覆功能外，其中所含之 D-檸檬烯成份也具有抑制真菌生長的效果，可抑制多種植物病原真菌生長^(19,21)，柑桔精油也應用於食品工業中抑制人體病原菌的生長⁽¹⁶⁾。為尋求可替代化學農藥之防治方法，本研究先後於溫室及田間測試不同安全性植物保護資材於預防及治療胡蘿蔔白粉病之成效，以期能應用於田間，減少化學農藥使用量。

材料與方法

一、不同安全性植物保護資材防治胡蘿蔔白粉病之室內試驗

本研究使用前言所述於前人研究中針對其它作物白粉病防治有效之資材進行溫室內胡蘿蔔盆栽防治試驗，考量未來田間應用資材許得之便利性，選用市售可得之資材進行試驗，並依據其作用機制分為預防性之資材：以亞磷酸及氫氧化鉀原體進行等重量稀釋中和之中性化亞磷酸 (振詠興業有限公司)、矽酸鉀 (27.4%；臺灣優品農業有限公司)；及治療性資材：柑桔精油 (D-檸檬烯) (60 g/L；三和農業資材有限公司)，欲比

較單獨使用預防性資材及治療性資材，及於發病前後搭配使用預防性及治療性資材之防治效果差異，因此分為接種病原菌前施用預防性資材、接種後施用治療性資材、及兩種資材均使用之處理。為使預防性資材能引發植物抗病之防禦反應，均於接種前預先施用 3 次，治療性之柑桔精油則依農藥慣行使用方式施以 2 ~ 3 次葉面噴施。2021 年於溫室環境中以種子種植胡蘿蔔 (品種：彩譽)，於 60 × 30 公分長方形深盆栽，置培養土 10 公斤，每盆種植 5 株，於栽培 45 日後開始以手動噴霧器做葉面噴施進行資材處理，每株處理水量為 200 mL，5 個處理組別如下：A. 接種白粉病前以 800 倍中性化亞磷酸處理 3 次、B. 接種白粉病前以 800 倍中性化亞磷酸處理 3 次，接種後再以 200 倍柑桔精油處理 2 次、C. 接種前以 2,000 倍矽酸鉀溶液處理 3 次、D. 接種後處理 200 倍柑桔精油 3 次、E. 噴水對照組，於前述資材施用時同步處理。以上資材處理間隔均為 1 週。白粉病菌為絕對寄生，無法人工培養，接種方式參考前人研究方法進行^(14,15)，接種源取自西港胡蘿蔔田間自然發病田，採集田間覆滿白粉病菌孢子之病葉，以 10 片以上成束病葉來回輕掃 3 次試驗植株葉片，接種後一週開始調查不同處理之白粉病罹病度，調查方法為於每株胡蘿蔔中段隨機調查 3 片葉，記錄罹病面積占全葉面積百分比，將白粉病之發病級數分為 0 ~ 4 級，0 = 無發病；1 = 罹病面積占全葉面積 1 ~ 10%；2 = 罹病面積占全葉面積 11 ~ 25%；3 = 罹病面積占全葉面積 26 ~ 50%；4 = 罹病面積占全葉面積 51% 以上，並以下列公式計算罹病度：罹病度 (%) = Σ (罹病級數 × 該等級罹病株數) / (4 × 總調查株數) × 100。罹病率數據資料經 $\arcsin \sqrt{Y}$ 轉換後以 Fisher 之 LSD 法進行比較分析，統計顯著水準皆設為 5%。評估不同處理間防治之成效。試驗設計採完全隨機設計法 (completely randomized design, CRD)，3 重複，每盆栽為 1 重複，不同處理與重複之盆栽於溫室同一區域中採隨機放置。

二、不同安全性植物保護資材防治胡蘿蔔白粉病之田間試驗

經溫室盆栽試驗後，選擇於盆栽試驗中對胡蘿蔔白粉病罹病度能顯著降低之資材：中性化亞磷酸及柑桔精油，進行田間試驗，同樣分為單獨處理預防性、治療性資材及兩者搭配使用，比較其防治成效差異。2022 年於臺南改良場內試驗田區，以播種機種植胡蘿蔔彩譽品種，種植 1 個月後以人工背負式噴霧器噴施全株葉面，進行下列 4 種處理：A. 800 倍中性化亞磷酸處理 3 次、B. 先以 800 倍中性化亞磷酸處理 3 次，白粉病發病後再以 200 倍柑桔精油處理 2 次、C. 白粉病發病後以 200 倍柑桔精油處理 3 次、D. 噴水對照組，於前述資材施用時同步處理。資材處理間隔為 1 週，試驗設計採 CRD，4 重複。田區規劃共 4 行，每行長 24 公尺、畦寬 1 公尺，平均分割為 16 小區，每小區長 × 寬為 6 m × 1 m，不同處理及重複隨機分布。經資材處理後，每小區隨機目視調查 10 株，每株於中段隨機調查 3 片葉，記錄罹病面積占全葉面積百分比，將白粉病之發病級數分為 0 ~ 4 級，0 = 無發病；1 = 罹病面積占全葉面積 1 ~ 10%；2 = 罹病面積占全葉面積 11 ~ 25%；3 = 罹病面積占全葉面積 26 ~ 50%；4 = 罹病面積占全葉面積 51% 以上，並以下列公式計算罹病度：罹病度 (%) = Σ (罹病級數 × 該等級罹病株數) / (4 × 總調查株數) × 100。罹病率數據資料經 $\arcsin \sqrt{Y}$ 轉換後以 Fisher 的最小顯著差異性測驗 (Fisher's protected least significant difference test, LSD test) 進行比較分析，統計顯著水準皆設為 5%。評估預防之成效，並調查分析罹病度之差異。

結果討論

一、不同安全性植物保護資材防治胡蘿蔔白粉病之室內試驗

胡蘿蔔白粉病溫室試驗結果顯示(表 1)，於接種前使用 3 次 800 倍中性化亞磷酸及發病後繼續使用 200 倍柑桔精油 2 次，對胡蘿蔔白粉病的防治效果及持續力最佳，罹病度為 12.3%，與對照組相比可降低 64.4% 之罹病度；而發病後立即使用 200 倍柑桔精油，也可在處理期間持續壓低白粉病之罹病度，但於停止使用 1 週開始復發，持續力較短；而單獨使用中性化亞磷酸，在處理期間相較於對照組也可顯著降低罹病度，有使用亞磷酸處理之植株，即使鄰近於發病株，仍明顯具有抗病性(圖 1)，但停止使用後罹病度仍漸回升；而矽酸鉀在本次試驗中雖有降低罹病度，但並未達統計上之顯著差異。綜合上述試驗結果，於溫室中測試對胡蘿蔔白粉病防治效果較佳者依序為：800 倍中性化亞磷酸 + 200 倍柑桔精油(依續使用)、200 倍柑桔精油、800 倍中性化亞磷酸，因此選擇中性化亞磷酸及柑桔精油進一步進行田間試驗。



圖 1. 相鄰之胡蘿蔔盆栽，經中性化亞磷酸處理與噴水對照處理之罹病狀態。A 側：噴水對照組白粉粉罹病嚴重；B 側：經中性化亞磷酸處理植株罹病程度輕

Fig. 1. The disease severity of adjacent potted carrot plants under neutralized phosphorous acid treatment and water-sprayed control

Side A: The water-sprayed control group exhibits severe powdery mildew infection.

Side B: Plants treated with neutralized phosphorous acid show mild infection.

表 1. 溫室中不同安全性植物保護資材處理後胡蘿蔔白粉病之罹病度

Table 1. Severity of carrot powdery mildew disease after different treatments of plant protection materials in greenhouse

處理 Treatment	罹病度 (%) ^x Severity of carrot powdery mildew (%) ^x Mean ^y			
	2021/2/17 ^{z1}	2/23	3/2	3/10 ^{z2}
800 倍中性化亞磷酸 800-fold neutralized phosphorous acid	11.0 ^a	28.0 ^a	35.1 ^a	51.5 ^b
先後處理 800 倍中性化亞磷酸 + 200 倍柑桔精油 Sequential application of 800-fold neutralized phosphorous acid and 200-fold citrus essential oil	6.0 ^a	9.3 ^a	18.2 ^a	12.3 ^a
2,000 倍矽酸鉀 2,000-fold potassium silicate	40.0 ^{ab}	60.9 ^a	69.8 ^b	60.0 ^b
200 倍柑桔精油 200-fold citrus essential oil	39.0 ^{ab}	22.6 ^a	14.2 ^a	44.0 ^a
噴水對照組 Water control	71.0 ^b	87.1 ^b	87.6 ^b	76.7 ^b

^x 罹病度數據經過 $\arcsin \sqrt{Y}$ 轉換後分析處理間之差異。

^y 同一欄平均值後的字母相同代表經過 Fisher 的最小顯著差異性測驗無顯著差異 ($P = 0.05$)。

^{z1} 預防性資材 (中性化亞磷酸、矽酸鉀) 處理 3 次後。

^{z2} 治療性資材 (柑桔精油) 處理 3 次後 1 週。

^x Percent severity data were analyzed after transformation to the arcsine of the square root of the proportion of severity.

^y Means ($n = 3$) within a column followed by the same letter do not differ significantly by Fisher's protected LSD test ($P = 0.05$).

^{z1} After 3-times treatments with preventive materials (neutralized phosphorous acid and potassium silicate).

^{z2} One week after 3-times treatments with therapeutic material (citrus essential oil).

二、不同安全性植物保護資材防治胡蘿蔔白粉病之田間試驗

胡蘿蔔白粉病田間試驗結果顯示 (表 2、圖 2)，噴水之對照組，在 3 週的調查期間內，罹病度從 27.8% 上升到 72%；於發病前使用 3 次 800 倍中性化亞磷酸及發病後繼續使用 200 倍柑桔精油 2 次，對胡蘿蔔白粉病的防治效果及持續力最佳，罹病度僅由 2.5 上升至 6.3%；單獨使用 800 倍中性化亞磷酸也具預防效果，罹病度由 5.7% 上升至 42.3%；而發病後再使用柑桔精油，罹病度則維持在 22.3% ~ 21.3%。總上所述，經由溫室試驗中篩選出之資材，在田間試驗中測試結果顯示，防治胡蘿蔔白粉病最有效果之資材搭配為於發病前使用 3 次 800 倍中性化亞磷酸，並於發病後繼續使用 200 倍柑桔精油，可降低 65.7% 罹病度，而單獨使用柑桔精油或中性化亞磷酸，比起對照組，也可達具統計顯著差異之防治成效，分別可降低 50.7% 及 29.7% 之罹病度，與前人研究中以中性化亞磷酸加窄域油同時使用，可降低小胡瓜白粉病 52.7% 罹病度⁽³⁾之結果相似，而本研究增加了亞磷酸及精油各自單獨使用，及分別於發病前後使用於同一植株之防治

效果比較，其中田間單獨使用中活化亞磷酸處理的效果較溫室試驗為佳，推測是因溫室環境較不通風且株距較近，較有利於白粉病快速發病，因此中活化亞磷酸在田間正常株距的環境下仍可顯現較佳之抗病效果。柑桔精油對白粉病之防治效果，也與植物精油防治白粉病相關研究中，檸檬、大蒜精油可降低胡瓜白粉病 76.7% 及 80.9% 之罹病度⁽¹⁵⁾；孜然、荷荷芭、芫荽精油可降低亞麻白粉病 32.9%、66.2 及 68.6% 罹病度⁽¹¹⁾ 之結果符合。國內目前並無針對胡蘿蔔白粉病的非化學農藥防治方式之試驗報告，本研究針對此病害分別進行溫室試驗及田間試驗後，結果顯示不論是單獨使用中活化亞磷酸預防，或發病初期再以柑桔精油控制，都能達到良好的病害防治效果，先後搭配兩種資材的使用方法，對白粉病的防治效果為最佳，於罹病程度上均有顯著差異，是依照資材之作用機制，並配合觀察田間發病情形來決定使用時機，是一穩定有效，且能搭配其它慣行管理模式並減少農藥使用量的整合性作物管理 (IPM) 良方，符合前人研究中此 2 種資材對其它科別作物白粉病可有效防治的結果，唯矽酸鉀的效果與對照組相較之下無著差異。本研究中所使用之資材於市面均為容易取得之產品，方便農友定期施用。中活化亞磷酸在使用上較無季節、溫度的限制，稀釋倍數 800 ~ 1,000 皆可；而柑桔精油需避免於高溫 28°C 以上環境使用，否則葉面可能會有灼傷情形，是資材使用上較需注意的地方。

表 2. 田間不同安全性植物保護資材處理後之胡蘿蔔白粉病之罹病度

Table 2. Severity of carrot powdery mildew disease after different treatments of plant protection materials in field trail

處理 Treatment	罹病度 (%) ^x Severity of carrot powdery mildew (%) ^x		
	Mean ^y		
	2022/1/27 ^z	2/7	2/17
800 倍中活化亞磷酸 800-fold neutralized phosphorous acid	5.7 ^{ab}	15.5 ^{ab}	42.3 ^b
先後處理 800 倍中活化亞磷酸 + 200 倍柑桔精油 Sequential application of 800-fold neutralized phosphorous acid and 200-fold citrus essential oil	2.5 ^a	4.2 ^a	6.3 ^a
2,000 倍矽酸鉀 2,000- fold potassium silicate	22.3 ^{ab}	19.5 ^b	21.3 ^{ab}
噴水對照組 Water control	27.8 ^b	50.8 ^c	72.0 ^c

^x 罹病度數據經過 arcsin \sqrt{Y} 轉換後分析處理間之差異。

^y 同一欄平均值後的字母相同代表經過 Fisher 的最小顯著差異性測驗無顯著差異 (P = 0.05)。

^z 預防性資材 (中活化亞磷酸) 處理 3 次後。

^x Percent severity data were analyzed after transformation to the arcsine of the square root of the proportion of severity.

^y Means (n = 3) within a column followed by the same letter do not differ significantly by Fisher's protected LSD test (P = 0.05).

^z After 3-times treatments with preventive materials (neutralized phosphorous acid).

不同資材處理後之罹病度

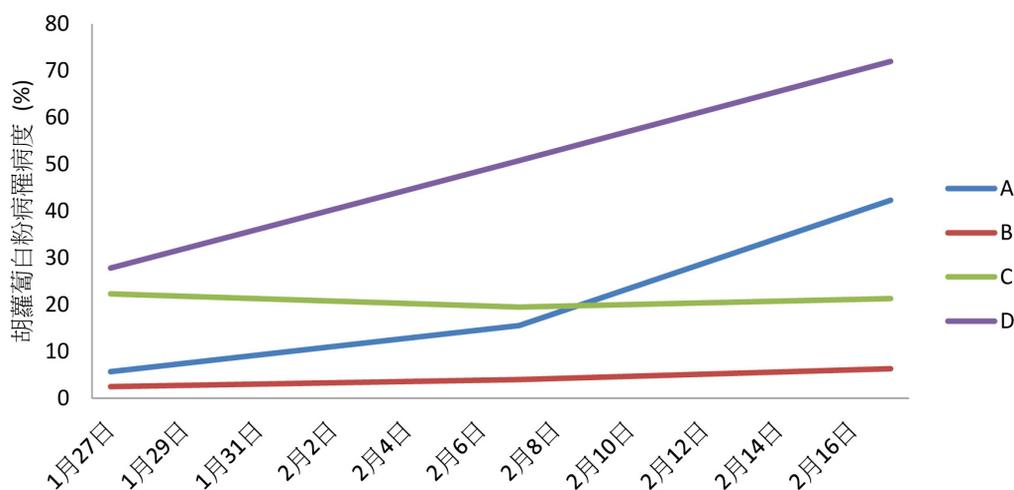


圖 2. 田間試驗中不同資材處理後之胡蘿蔔白粉病罹病度。A：中性化亞磷酸；B：先後使用中性化亞磷酸與柑桔精油；C：柑桔精油；D：對照組

Fig. 2. Severity of carrot powdery mildew under different treatments in a field trial. A: Neutralized phosphorous acid; B: Sequential application of neutralized phosphorous acid and citrus essential oil; C: Citrus essential oil; D: Control group

結 論

本研究在作物栽培過程中導入安全性植物保護資材之應用以減少農藥使用，以市售可得之多種安全性資材如中性化亞磷酸、矽酸鉀、柑桔精油等，應用於胡蘿蔔之白粉病等蔬菜葉部病害防治，結果顯示中性化亞磷酸及柑桔精油分別可有效預防及治療此病害的發生，先後於發病前後使用效果更佳，提供安全性植物保護資材防治胡蘿蔔白粉病之應用模式，不用化學農藥仍可有效將低白粉病罹病度，期望未來可發展出更多不同資材的應用模式，以達農藥減量及友善環境之目標。

引用文獻

1. 安寶貞。2001。植物病害的非農藥防治品－亞磷酸。植物病理學會刊。10：147-154。
2. 安寶貞、謝廷芳、蔡志濃、黃晉興、楊宏仁。2008。非農藥防治新技術的開發與應用。節能減碳與作物病害管理研討會專刊。
3. 侯秉賦、賴榮茂、黃(木德)昌。2014。安全資材防治小胡瓜白粉病及露菌病初探。高雄區農業改良場研究彙報 25：1。
4. 陳文雄、陳紹崇。1999。根莖類－胡蘿蔔。蔬菜病蟲害綜合防治專輯。臺灣省政府農林廳。436 頁。
5. 黃晉興、陳純葳、蘇俊峰。2009。甜瓜白粉病菌之繁殖、接種及保存。臺灣農業研究。

58 : 176-184。

6. 費雯綺、王喻其。2007。植物保護手冊－蔬菜篇。72 頁、229 頁。
7. 楊秀珠、余思葳。2012。胡蘿蔔病蟲害之發生與管理。合理、安全及有效使用農藥輔導教材。行政院農委會農業藥物毒物試驗所。
8. 農業部。2013。農業統計年報。臺北：農業部。
9. 蔡孟旅。2022。中性化亞磷酸及柑桔精油應用於蔬菜病害之防治。友善環境之作物病蟲害防治技術研討會專刊。25-28 頁。
10. 蕭卉妤、許晴情、沈原民。2022。豇豆白粉病之發生與運用改良式硫黃、50% 中性化亞磷酸溶液於豇豆之初步測試。臺中區農業改良場研究彙報。154 : 1-10。
11. Aly A. A., Heba I. M., Mahmoud T. M., Mansour, M. R. O. 2013. Suppression of Powdery Mildew on Flax by Foliar Application of Essential Oils. J. Phytopathol. 161(6): 376-381.
12. Bowen, P., Menzies, J., Ehret, D., Samuels, L., and Glass, A. D.M. 1992. Soluble silicon sprays inhibit powdery mildew development on grape leaves. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 117: 906-912.
13. Cherif, M. Menzies; J. G, Ehret, D. L., Bogdanoff, C., and Belanger, R. R. 1994. Yield of cucumber infected with *Pythium aphanidermatum* when grown with soluble silicon. HortScience 29: 896- 897.
14. Cunnington, J. H., Watson, A., Liberato, J. R., & Jones, R. H. 2008. First record of powdery mildew on carrots in Australia. Australasian Plant Disease Notes, 3(1), 38-41.
15. Elagamey, E., Abdellatef, M. A. E., Haridy, M. S. A. 2023. Evaluation of natural products and chemical compounds to improve the control strategy against cucumber powdery mildew. Eur. J. Plant Pathol. 165: 385-400.
16. Fisher, K. and Phillips, C. A. 2006. The effect of lemon, orange and bergamot essential oils and their components on the survival of *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus* in vitro and in food systems. J Appl. Microbiol. 101: 1232-1240.
17. Ko, W. H., Wang, S. Y., Hsieh, T. F., Ann, P. J. 2003. Effects of Sunflower Oil on Tomato Powdery Mildew Caused by *Oidium neolycopersici*. J. Phytopathol. V151: 3, P144-148.
18. Menzies, J., Bowen, P., Ehret, D., and Glass, A. D. M. 1992. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon and zucchini squash. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 117: 902-905.
19. Sharma, N. and Tripathi, A. 2006. Fungitoxicity of the essential oil of *Citrus sinensis* on post-harvest pathogens. World J. Microb. Biot. 22: 587-593.
20. Soleimani H., M-G. R., Ghanadian M., Karami A., Cacciola S.O. 2023. Defense Mechanisms Induced by Celery Seed Essential Oil against Powdery Mildew Incited by *Podosphaera fusca* in Cucumber. J Fungi. 10(1): 17.
21. Vitoratos, A., Bilalis, D., Karkanis, A. and Efthimiadou, A. 2013. Antifungal activity of plant essential oils against *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. Not. Bot. Horti Agrobi. 41: 86-92.

Study on the control of carrot powdery mildew disease by safe plant protection materials¹

Tsai, H. H.²

Abstract

Carrot is a winter crop, and cool temperatures provide favorable conditions for carrot powdery mildew development. As a result, powdery mildew is commonly observed in carrot fields. Although carrots are not continuously harvested crops, making pesticide use relatively safe, there is still a need for safe plant protection materials in organic and eco-friendly farming. This study conducted experiments in the greenhouse and field trials to evaluate the effectiveness of 800-fold neutralized phosphorous acid and 200-fold citrus essential oil to control carrot powdery mildew. The greenhouse trial results showed that applying 800-fold neutralized phosphorous acid 3 times before inoculation, followed by 2 applications of 200-fold citrus essential oil after disease occur, provided the best control and persistence, reduced disease severity to 12.3%, or decreased 64.4% compared to the water control group. In the field trial, applying 800-fold neutralized phosphorous acid 3 times before disease occur, followed by 2 applications of 200-fold citrus essential oil after infection, achieved the best disease control and persistence, with a final disease severity of only 6.3%. Using 800-fold neutralized phosphorous acid alone also had a preventive effect, with a disease severity of 42.3%. Applying citrus essential oil only after disease occur maintained disease severity of 21.3%, whereas the control group reached a severity of 72.0%. In conclusion, field trial results demonstrated that the most effective strategy for controlling carrot powdery mildew is to apply neutralized phosphorous acid before disease occur and continue with citrus essential oil after infection, achieving a maximum reduction of 65.7% in disease severity. This approach is a promising and safe plant protection strategy, and contribute to pesticide reduction and environmentally friendly agriculture.

What is already known on this subject?

Carrot cultivation mostly relies on conventional chemical fungicides for pest and disease control.

What are the new findings?

Providing a safe plant protection material application model for controlling carrot powdery mildew can effectively reduce the severity of the disease.

What is the expected impact on this field?

Reduce the use of chemical pesticides for carrot powdery mildew by more than 50%.

Key words: *Daucus carota* subsp. *sativus*, Powdery mildew disease, Neutralized phosphorous acid solution, Citrus essential oil

Accepted for publication: January 2, 2025

1. Contribution No. 582 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.

2. Assistant Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712009, Taiwan, R.O.C.