台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 74(1):37–45 (2025)
https://doi.org/10.6156/JTAR.202503_74(1).0004

研究報告

次氯酸水對蝴蝶蘭軟腐病防治效果評估

黃巧雯[1] 林宗俊[2] 曾淑瓊[3] 賴思倫[4] 謝廷芳[5] 蔡佳欣[2,*]

摘要

黃巧雯、林宗俊、曾淑瓊、賴思倫、謝廷芳、蔡佳欣。2025。次氯酸水對蝴蝶蘭軟腐病防治效果評估。台灣農業研究 74(1):37–45。

蝴蝶蘭為臺灣重要外銷花卉，年產值將近 46 億元。然而蝴蝶蘭細菌性軟腐病 (bacterial soft rot) 是影響臺灣蝴蝶蘭栽培期與外銷產值的重要病害之一。本研究利用次氯酸水 (hypochlorous acid; HOCl) 溶液作為蝴蝶蘭軟腐病防治資材，進行防治效果試驗評估。首先利用不同接種濃度的軟腐病菌測試對蝴蝶蘭軟腐病發生的影響，由結果得知，高濃度菌液 10^8 CFU mL^{-1} 接種後，其發病率為 58.3–81.3%，10^6 CFU mL^{-1} 之發病率 25.0–43.8%，但低濃度 10^4 CFU mL^{-1} 其發病率降至為 0，隨著軟腐病菌接種濃度降低，蝴蝶蘭葉片感染軟腐病之發病率逐漸下降。室內試驗結果所示，以 HOCl 溶液 10 mg L^{-1} 處理軟腐病菌 (10^8 CFU mg L^{-1}) 10 min 可完全抑制供試菌株之生長。盆栽試驗 (接種濃度 10^8 CFU mL^{-1}) 結果得知，20 mg L^{-1} HOCl 濃度下，對蝴蝶蘭軟腐病具有 18.0–66.7% 防治率，當濃度提高至 50 mg L^{-1} 下，防治率則可達 50.0–88.9%，與對照組 56.3–88.7% 之發病率有顯著性差異，顯示 HOCl 溶液可降低軟腐病的發病率。因此，本研究之結果得知，HOCl 溶液可作為田間防治蝴蝶蘭軟腐病之參考。

關鍵詞：蝴蝶蘭、軟腐病、次氯酸水、防治。

前言

蝴蝶蘭為蘭科 (Orchidaceae)、蝴蝶蘭屬 (*Phalaenopsis*) 著生性植物，原生於熱帶亞洲與太平洋上的幾個大島嶼，東至巴布亞新幾內亞，西至南印度與斯里蘭卡，南至澳洲，北至臺灣與中國雲南。臺灣的天然氣候條件，適宜多數蝴蝶蘭生長。現今臺灣蝴蝶蘭產業在產官學的共同努力發展下，在品種選育、種苗栽培管理與技術及貯運技術等多面向的精進，已使蝴蝶蘭成為臺灣之高產值與具競爭力的外銷農產品之一。根據農業部農業統計資料 (https://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/maintenance/Announce.aspx)，於 2023 年蝴蝶蘭外銷出口產值高達 1.5 億美元 (約臺幣 46 億元)，主要以美國 (占 40.9%) 為最大宗的外銷國家，其次日本 (占 25.6%)、越南 (10.5%)、加拿大 (5.8%)、澳洲 (4.7%) 及印尼 (1.9%) 等國。

蝴蝶蘭於栽培期間常受到數種病害危害，根據《臺灣植物病害名彙》第五版 (Tzean *et al*. 2019) 紀錄，臺灣蝴蝶蘭主要病害有由蝴蝶蘭黃化斑點病毒 (*Phalaenopsis* chlorotic spot virus; PhCSV)、番椒黃化病毒 (*Capsicum* chlorosis virus; CaCV)、康乃馨斑駁病毒 (*Carnation* mottle virus; CarMV)、胡瓜嵌紋病毒 (*Cucumber* mosaic virus, CMV)、蕙蘭嵌紋病毒 (*Cymbidium* mosaic virus; CymMV) 及齒舌蘭輪斑病毒 (*Odontoglossum* rigspot virus; ORSV) 引起之病毒病；真菌性病害有灰黴病 (*Botrytis ci-*

投稿日期：2024 年 9 月 5 日；接受日期：2024 年 10 月 27 日。
* 通訊作者：tsaich@tari.gov.tw
[1] 農業部農業試驗所植物病理組助理研究員。臺灣 臺中市。
[2] 農業部農業試驗所植物病理組副研究員。臺灣 臺中市。
[3] 農業部農業試驗所植物病理組計畫助理。臺灣 臺中市。
[4] 農業部農業試驗所花卉試驗分所產程開發系副研究員。臺灣 雲林縣。
[5] 農業部農業試驗所研究員兼主任秘書。臺灣 臺中市。

nerea)、炭疽病 (*Colletotrichum gloeosporioides*)、淡色炭疽病 (*Cylindrosporium phalaenopsidis*)、灰斑病 (*Fusarium oxysporum*)、黑斑病 (*Fusarium proliferatum*)、黃葉病 (*Fusarium solani*)、葉斑病 (*Sphaerulina phalaenopsidis*) 及疫病 (*Phytophthora palmivora*、*P. citrophthora* 及 *P. nicotianae*)；細菌性病害有褐斑病 (*Acidovorax avenae* subsp. *cattleyae*)、葉斑病 (*Burkholderia gladioli*) 及軟腐病 (*Dickeya fangzhongdai* (syn. *Pectobacterium chrysanthemi*)) (Tzean *et al*. 2019; Wei *et al*. 2021; Kao *et al*. 2023)。其中，由 *D. fangzhongdai* 引起的蝴蝶蘭細菌性軟腐病則為臺灣蝴蝶蘭栽培與外銷損耗的重要病害之一 (Wei *et al*. 2021; Lin 2022)，此病菌可感染各齡期的蝴蝶蘭葉片，花梗、花瓣皆可受害，葉片感染後初期呈現水浸狀斑，透光觀察呈半透明狀，主因為病菌藉由分泌多種細胞壁分解酵素，如果膠酶 (pectinase)、纖維素酶 (cellulase) 及蛋白酶 (protease) 等，造成植物細胞與組織崩解 (Joko *et al*. 2014)，受感染組織因而產生軟腐病徵，葉子內部組織呈現浸軟現象，但仍被葉片之角質層包裹著 (Ališ *et al*. 2017)，該病斑以手輕捏病斑組織容易破裂，被害葉片組織失去支撐力下垂，3–5 d 即可造成葉片整葉腐爛，感染後期整株腐爛死亡，對於蝴蝶蘭的品質與商品價值造成嚴重的影響 (Lin 2022)。

臺灣蝴蝶蘭軟腐病的主要防治方法除了藉由罹病株立即移除的清園工作、避免密植減少葉片摩擦造成傷口、加強園區內通風及降低園區內濕度來減少病原菌增殖外，目前國內尚無核准使用之推薦藥劑提供防治蝴蝶蘭軟腐病。此外，臺灣的蝴蝶蘭在外銷檢疫規定中，部分國家要求嚴格不得使用抗生素進行細菌性病害管理。然而，近年來全世界 COVID-19 疫情流行期間，除了酒精以外，次氯酸水 (hypochlorous acid; HOCl) 是很好的環境清潔消毒劑。依據 2017 年 6 月 12 日衛生福利部公告 (https://www.mohw.gov.tw/cp-3250-29989-1.html)，臺灣將 HOCl 列為食品用清潔劑，也就是可用於作為水的殺菌或是食品、容器及食材洗滌之用，在食材殘留不得超過 1 mg L^{-1}。HOCl 在美國與日本等國家亦允許應用於醫療照護、畜牧、水產業及農產品加工上 (Eryilmaz & Palabiyik 2013; Jafry *et al*. 2017)。本研究利用 HOCl 溶液作為防治資材，探討蝴蝶蘭細菌性軟腐病之防治效果評估，以作為防治本病害之參考。

材料與方法

供試藥劑、植株及菌株來源

本研究使用之 HOCl 溶液，係採用微酸性電解水生成機 (HOCl 0.2 t，衛康商貿股份有限公司，臺灣桃園市) 製備完成 HOCl 原液濃度，直接加水稀釋至測試所需的濃度即可使用。本研究使用蝴蝶蘭植株，係購買自嘉義縣大林鎮蘭園，品種為白花蝴蝶蘭 (*Phal*. Sogo Yukidian 'V3')。*Dickeya fangzhongdai* Di-001、Di-002 菌株 (簡稱 Di-001、Di-002) 係農業試驗所細菌研究室保存之菌株。

不同接種濃度的軟腐病菌對蝴蝶蘭軟腐病發生之影響

首先將測試之 Di-001 菌株培養於營養培養基 Nutrient Agar (NA; BD Difco™, Franklin-Lakes, NJ, USA) 培養基，於 25℃培養 24–48 h 後懸浮於無菌水，再利用分光光度計 (spectrophotometer, Spectronic 70, Bausch & Lomb., Bridgewater, NJ, USA) 於波長 600 nm 下，調整吸收值 OD (optical density) 至 0.3，此濃度約含 10^8 CFU mL^{-1}，接著以無菌水進行 10 倍稀釋，調整接種濃度。以滅過菌蟲針在葉片上製造傷口，取 20 μL 軟腐病菌接種濃度滴於傷口上，每片葉片於左右兩側各處理一點，每盆接種 2 片葉片，每處理 4 盆，並以無菌水作為對照組，之後放置於 28℃之定溫箱內並逐日觀察病斑進展情形與記錄，本試驗觀察至 5 d 止，本實驗重複進行 2 次。軟腐病之發病率計算公式如下：發病率 (disease incidence, %) = (植株葉片上出現軟腐病徵之罹病接種數/調查總接種數) × 100%。

HOCl 溶液對蝴蝶蘭軟腐病菌之殺菌效率

將測試之 Di-001 與 Di-002 兩菌株培養於 NA 培養基，於 25℃ 培養 24–48 h 後懸浮於無菌水，配製成 10^8 CFU mL^{-1} 的細胞懸浮液 (OD_{600} = 0.3)。將原液濃度為 200 mg L^{-1} 之 HOCl 溶液以 0.22 um Millipore 過濾膜 (Millex® syringe filters, Millipore, Burlington, MA, USA) 過濾滅菌後，配製濃度分別為 2、10、20、40、100 及 200 mg L^{-1} 之 HOCl 溶液。於 1.5 mL 滅菌保存管中分別加入各濃度之 HOCl 溶液 200 μL 與測試菌株懸浮液 200 μL，使其 HOCl 最終濃度分別為 1、5、10、20、50 及 100 mg L^{-1}，另外細菌懸浮液添加無菌水之處理作為對照。利用震盪培養於 150 rpm 下，震盪處理約 10 min，隨即置入離心機 (Heraeus Megafuge 8 Centrifuge, Thermo Scientific, Germany) 以 3,000 rpm 離心 2 min，將細菌與藥劑分離，倒掉上層液並加入 1 mL 無菌水懸浮後，以微量吸管吸取 50 μL 懸浮液塗抹於 NA 培養基，每個處理 4 重複，於 25℃ 培養 24–48 h，觀察細菌是否生長而形成菌落，並以 “+” 表示細菌菌落生長；“–” 表示無細菌菌落生長。

HOCl 溶液防治蝴蝶蘭軟腐病之盆栽試驗

如上述製備濃度約為 10^8 CFU mL^{-1} 之 Di-001 菌株懸浮液。供試植株如上述，購買後至回溫室生長至少 4 wk，用蟲針於蝴蝶蘭葉片上製造傷口後進行接種處理，再以滅菌之微量吸管吸取 20 μL 細胞懸浮液 (10^8 CFU mL^{-1})，接種後 30 min 以前述配製濃度分別為 5、10、20、50 及 100 mg L^{-1} 之 HOCl 溶液進行噴霧方式於接種處，另以無菌水作為對照組，每個處理 4 盆，之後放置於溫室，每天觀察並記錄病害發生情形，本試驗觀察至 5 d 止，以評估其防治效果，本試驗重複進行 2 次。

統計分析

各項處理之試驗資料利用統計分析軟體 SAS Enterprise Guide 7.1 版先進行變方分析 (analysis of variance; ANOVA)，再以最小顯著性差異 (least significant difference; LSD; P = 0.05) 測驗，在 5% 顯著水準下比較處理間平均值之差異。

結果

不同接種濃度的軟腐病菌對蝴蝶蘭軟腐病發生之影響

結果如表 1 所示，第一次試驗結果顯示，接種高濃度 10^8 與 10^7 CFU mL^{-1} Di-001 細胞懸浮液，於接種後第 1 天即開始出現病徵，接種點出現水浸狀病斑，於接種後第 2 天軟腐病徵擴大造成整片葉片軟爛、下垂現象，其發病率分別為 58.3% 與 33.3%；接種濃度為 10^6 CFU mL^{-1} Di-001 細胞懸浮液，於接種後第 3 天開始出現水浸狀病斑，之後病斑逐漸擴大，其發病率為 25.0%；接種較低濃度 10^5 CFU mL^{-1} Di-001 細胞懸浮液，則於接種後第 5 天出現病徵，但病勢進展呈現停滯狀態，其發病率為 8.3%；接種濃度降至 10^4 CFU mL^{-1} Di-001 細胞懸浮液，則於接種後 7 d 未見病徵

表 1. 不同接種濃度 (colony-forming unit (CFU) mL^{-1}) 之軟腐病菌對蝴蝶蘭軟腐病發生之影響。

Table 1. Effect of different inoculum concentrations (colony-forming unit (CFU) mL^{-1}) of *Dickeya fangzhongdai* Di-001 on the occurrence of Phalaenopsis soft rot disease.

Colony-forming unit (CFU) mL^{-1}	Disease incidence (%)[z]	
	EXP1	EXP2
CK[y]	0.0 c[x]	0.0 c
4	0.0 c	0.0 c
5	8.3 bc	12.5 c
6	25.0 bc	43.8 b
7	33.3 ab	62.5 ab
8	58.3 a	81.3 a
LSD	31.4	26.9

[z] Incidence (%) = (Number of *Phalaenopsis* showed symptoms of soft rot/Total number of inoculated *Phalaenopsis*) × 100%.
[y] Inoculation with sterile water as control.
[x] Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% by least significant difference (LSD) test.

表現，對照組以無菌水處理其發病率為 0。而在第二次試驗中，接種高濃度 10^8 與 10^7 CFU mL^{-1} Di-001 細胞懸浮液，其發病率分別為 81.3% 與 62.5%；接種濃度為 10^6 CFU mL^{-1} Di-001 細胞懸浮液，其發病率為 43.8%；當接種濃度降至為 10^5 CFU mL^{-1} Di-001 細胞懸浮液，發病率則為 12.5%；當接種濃度於 10^4 CFU mL^{-1} Di-001 細胞懸浮液，則於植株葉片上未見病徵表現。

HOCl 溶液對蝴蝶蘭軟腐病菌之殺菌效率

供試 Di-001 與 Di-002 菌株以 10 mg L^{-1} 以上之 HOCl 溶液震盪處理 10 min 後，Di-001 菌株於 NA 培養基上可見 2–4 間零星菌落數量 (圖 1)，而 Di-002 菌株生長則被完全抑制，當 HOCl 溶液濃度提高 20 mg L^{-1}，供試兩菌株之菌落則被完全抑制 (表 2)。以 Di-001 菌株測試時，1 mg L^{-1} HOCl 溶液處理 10 min 即可將該菌株之族群量由原本 3.36 × 10^8 CFU mL^{-1} 降低至 0.83 × 10^8 CFU mL^{-1}，其該菌株之族群量降低 2.53 個 log 值，而在 20 mg L^{-1} 以上 HOCl 處理 10 min 後，則無活菌的存在 (表 3、圖 1)。

表 2. HOCl 溶液對蝴蝶蘭軟腐病菌不同菌株之殺菌效果。

Table 2. Bactericidal efficacy of hypochlorous acid (HOCl) solution against strains of *Dickeya fangzhongdai* Di-001 and Di-002.

	D. fangzhongdai[z]	
HOCl (mg L^{-1})	Di-001	Di-002
0	+[y]	+
1	+	+
5	+	+
10	+	–
20	–	–
50	–	–
100	–	–

[z] Two hundred μL of different concentrations of HOCl solution was mixed with 200 μL of 10^8 CFU mL^{-1} of Di suspension. The final concentrations of HOCl in the mixtures were 1, 5, 10, 20, 50, and 100 mg L^{-1}. After mixing and shaking for 10 min, the bacterial cells were separated by centrifugation and suspended in sterile distilled water. The suspension was serially diluted and plated on agar plates for counting the survived bacterial cells.

[y] "+" indicates bacterial growth and "–" indicates no bacterial growth.

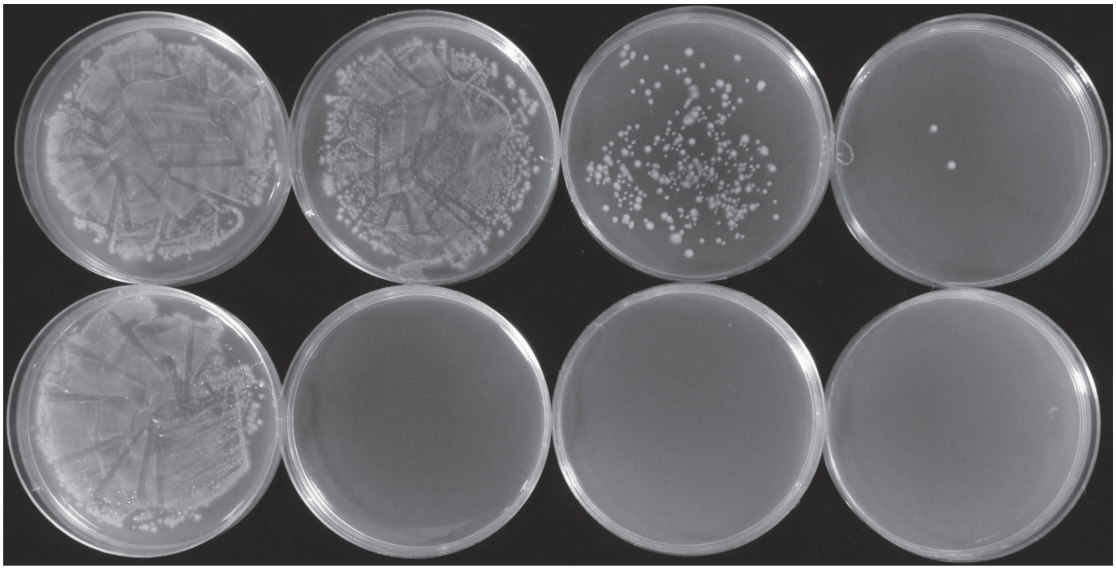


圖 1. HOCl 溶液對蝴蝶蘭軟腐病菌菌落 10^8 CFU mL^{-1} 之影響。由左到右，HOCl 濃度分別為 0、1、5、10 (上) 與 0、20、50、100 (下) mg L^{-1}。

Fig. 1. Effect of different concentration of hypochlorous acid (HOCl) solution against strains of *Dickeya fangzhongdai* Di-001. From left to right, the concentrations of HOCl are 0, 1, 5, 10 (up) and 0, 20, 50, 100 (under) mg L^{-1}.

表 3. 軟腐病菌 Di-001 菌株經 HOCl 溶液處理 10 min 之族群減少量。

Table 3. Reducion of populations of *Dickeya fangzhongdai* Di-001 in water after treatment with different concentrations of hypochlorous acid solution for 10 min.

HOCl (mg L^{-1})	Population (log CFU mL^{-1})[z]		Log reduction after HOCl treatment (log CFU mL^{-1})[y]
	Before treatment	After treatment	
0	3.36	3.36	0.00
1	3.36	0.83	2.53
5	3.36	0.03	3.33
10	3.36	≃ 0.00	≃ 3.36
20	3.36	N.D[x]	≥ 3.36
50	3.36	N.D	≥ 3.36
100	3.36	N.D	≥ 3.36

[z] Two hundred μL of different concentrations of HOCl solution was mixed with 200 μL of 10^8 CFU mL^{-1} of Di-001 suspension. The final concentrations of HOCl in the mixtures were 1, 5, 10, 20, 50, and 100 mg L^{-1}. After mixing and shaking for 10 min, the bacterial cells were separated by centrifugation and suspended in sterile distilled water. The suspension was serially diluted and plated on agar plates for counting the survived bacterial cells.

[y] Log reduction = population after mixing and shaking for 10 min with sterile distilled water-population after HOCl solution treatment.

[x] N.D: viable *D. fangzhongdai* Di-001 was not detected by the dilution plate method.

HOCl 溶液防治蝴蝶蘭軟腐病之盆栽試驗

結果如表 4 所示，第一次試驗結果顯示，HOCl 溶液 20、50 及 100 mg L^{-1} 處理組之蝴蝶蘭軟腐病發病率分別為 18.8%、6.3% 及 0.0%，與對照組 56.3% 之發病率有顯著性差異 (P = 0.05)；而在第二次試驗中，HOCl 溶液 50 mg L^{-1} 與 100 mg L^{-1} 處理組之蝴蝶蘭軟腐病發病率分別為 44.3% 與 22.0%，亦與對照組 88.7% 之發病率有顯著性差異 (P = 0.05) (圖 2)。

討論

蝴蝶蘭細菌性軟腐病為臺灣蝴蝶蘭產業重要的病害之一，在臺灣蘭園普遍發生，嚴重影響蝴蝶蘭的品質與商品價值 (Wei *et al*. 2021; Lin 2022)。根據前人研究調查資料得知，細菌性軟腐病菌普遍發生於全球各地，其寄主範圍廣泛，涵蓋多種重要蔬菜與花卉作物如甘藷、

表 4. HOCl 溶液對蝴蝶蘭軟腐病發生之影響。

Table 4. Effect of hypochlorous acid (HOCl) solution treatment on incidence of *Phalaenopsis* soft rot disease caused by *Dickeya fangzhongdai*.

HOCl (mg L^{-1})	Disease incidence (%)[z]	
	EXP1	EXP2
0	56.3 a[y]	88.7 a
5	50.0 a	87.0 a
10	43.8 ab	77.7 a
20	18.8 bc	72.0 a
50	6.3 c	44.3 b
100	0.0 c	22.0 b
LSD	29.0	27.2

[z] Disease incidence (%) = (Number of leaves which showed symptoms of soft rot/Total number of inoculated leaves) × 100%.

[y] Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% by least significant difference (LSD) test.

馬鈴薯、芹菜、蔥、牛蒡、玉米、胡蘿蔔、胡瓜、番椒、十字花科作物、洋蔥、康乃馨、百合花、非洲堇、牡丹花、海芋、蘭科花卉 (蝴蝶蘭、文心蘭、石斛蘭、拖鞋蘭) 及菊花等造成嚴重的經濟損失 (Ma *et al*. 2007; Joko *et al*. 2014; Van Gijsegem *et al*. 2021)。目前從臺灣的蝴蝶蘭所分離到的軟腐細菌，經由多位點序列分析 (multilocus sequence analysis) 鑑定後，皆屬於 *D. fangzhongdai* (Wei *et al*. 2021; Lin 2022)。蝴蝶蘭軟腐病菌在高溫高濕 (28℃，相對溼度大於 80%) 的環境條件合適本菌侵染危害植株 (Toth *et al*. 2003, 2021; Mcmillan *et al*. 2007)，在溫室栽培的蝴蝶蘭，由於室內溫度高且採淋灌或噴灌方式，適合軟腐病發生的環境條件，本病害除冬天較少見外，其他季節均可見其發生，為普遍且嚴重的病害之一。軟腐細菌為革蘭式陰性菌 (gram-negative bacteria) 與兼性厭氧菌 (facultative anaerobic bacteria)，且為一種伺機性病原菌 (opportunistic pathogens)，主要透過傷口或自然開口侵入植物組織，本研究在葉片製造傷口後，測試不同接種濃度的軟腐病菌對蝴蝶蘭軟腐病發生的影響，由結果得知，高濃度 10^8 CFU mL^{-1} 其發病率高達 58.3−81.3%，10^6 CFU mL^{-1} 仍有 25.0−43.8% 發病率，但低濃度 10^4 CFU mL^{-1} 其發病

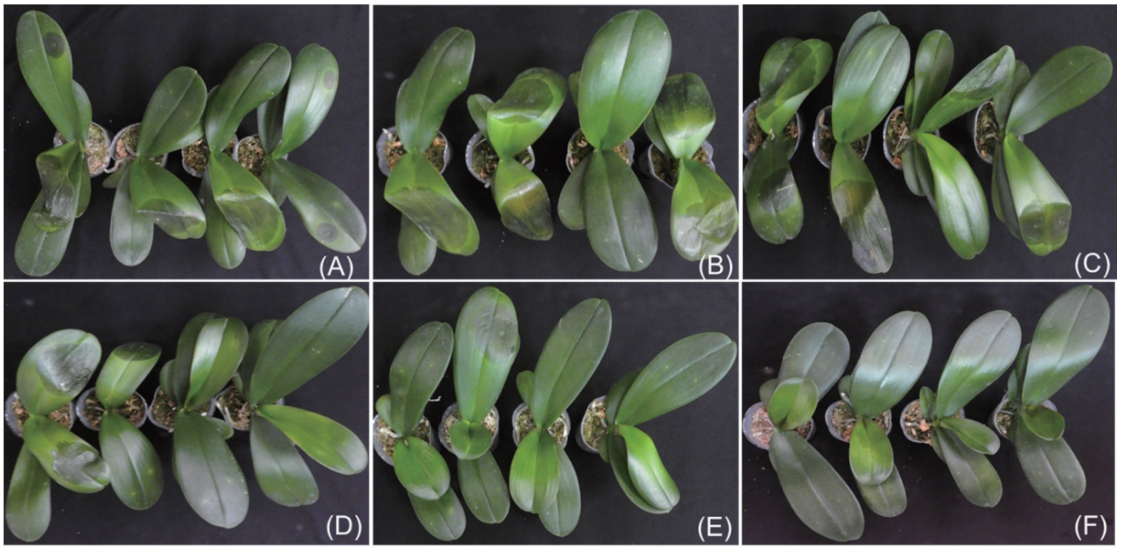


圖 2. HOCl 溶液對蝴蝶蘭軟腐病發生之防治評估。(A) 蝴蝶蘭接種軟腐病菌後，以水處理。(B–F) 蝴蝶蘭接種軟腐病菌後，依序以 HOCl 溶液 5、10、20、50 及 100 mg L^{-1} 處理。

Fig. 2. Control evaluation of *Dickeya fangzhongdai* Di-001 by spraying treatment with hypochlorous acid (HOCl) solution (B) 5 mg L^{-1}; (C) 10 mg L^{-1}; (D) 20 mg L^{-1}; (E) 50 mg L^{-1}; (F) 100 mg L^{-1}; and (A) sterile distilled water for 5 d at 28℃ .

率為 0，隨著軟腐病菌接種濃度越低，蝴蝶蘭葉片感染軟腐病之發病率逐漸降低。值得注意的是，當植株上出現病徵時，推測其病原菌密度至少有 10^5 CFU mL^{-1} 濃度，建議本病害防治仍應將出現病徵的植株並帶離園區，以降低田間感染源密度。

有鑑於目前國內尚無核准使用之推薦藥劑提供業者防治蝴蝶蘭軟腐病，又臺灣的蝴蝶蘭在外銷檢疫規定中，部分國家要求嚴格不得使用抗生素進行細菌性病害管理。本研究利用 HOCl 溶液作為防治資材，評估此防治資材用於蝴蝶蘭軟腐病之防治效果。本研究發現 HOCl 溶液在濃度 10 mg L^{-1} 下對蝴蝶蘭軟腐病菌之殺菌效率，由 NA 培養皿試驗得知菌落數介於 0–4 間極稀少數量，若 HOCl 濃度提高至 20 mg L^{-1} 下則無活菌的存在，顯示隨著 HOCl 溶液濃度增加，對蝴蝶蘭軟腐病菌之殺菌效率隨之增加；盆栽試驗結果得知，20 mg L^{-1} HOCl 濃度下，對蝴蝶蘭軟腐病具有 18.8−66.7% 防治率，當濃度提高至 50 mg L^{-1} 下，防治率則可達 50.0−88.9%，顯示 HOCl 溶液處理其蝴蝶蘭軟腐病發生率均顯著低於對照未處理之發生率。目前已有許多研究報導證實 HOCl 溶液可使細菌、病毒、真菌及原生動物失去活性 (Thorn *et al*. 2012; Sakarya *et al*. 2014; Hughson *et al*. 2016)，亦可應用於蝴蝶蘭軟腐病之防治，但使用上應須注意 HOCl 之濃度。為瞭解 HOCl 施用於蝴蝶蘭植株上是否有藥害風險問題，本研究於白花蝴蝶蘭 (*Phal*. Sogo Yukidian 'V3') 品種上進行 HOCl 100 mg L^{-1} 之施用，於成熟葉與嫩葉葉片上皆未出現疑似藥害病斑 (數據未顯示)，但因蝴蝶蘭品系眾多，建議使用前須先行小區域施測試，應注意是否有藥害發生。本研究中所測試的 HOCl 為氯系的氧化劑，因具強氧化性，造成蛋白質或 DNA 的變性，並破壞微生物細胞膜通透性達到殺菌的效果 (Saikumar *et al*. 2023)。美國環境保護署 (U.S. Environmental Protection Agency; EPA) 批准 HOCl 可針對 SARS-CoV-2 的消毒劑以對抗 COVID-19，美國食品藥物管理局 (U.S. Food and Drug Administration; FDA) 亦也批准可用於食品加工設備、水果及蔬菜的表面消毒 (Okamoto *et al*. 2020; Saikumar *et al*. 2023)。在臺灣，依據

2017 年 6 月 12 日衛生福利部公告，將 HOCl 列為食品用清潔劑，可用於作為水的殺菌或是食品、容器及食材洗滌之用。由於 HOCl 溶液之 pH 值偏弱酸性，刺激性較低，對環境無害、無毒性等優點，但遇光則分解，高光照強度與紫外線易使，HOCl 產生降解作用 (Ishihara *et al*. 2017) 等缺點，HOCl 50 ppm 濃度以密封遮光容器裝，存放於陰涼處，2 mo 後其濃度變化不大，但若保存不當，其濃度降解速度快，可能於 1 wk 內無殺菌效果；HOCl 使用於通風良好環境，避免使用在金屬材質上。然而，近年來全世界 COVID-19 疫情流行期間，除了酒精以外，HOCl 是很好的環境清潔消毒劑。

由於軟腐病菌主要藉傷口或自然開口侵入組織，經由葉面澆水、噴霧造成葉片上游離水有利於病菌的侵染而散播至其他健康植株 (Su & Leu 1992)，擴散快速，病害發生後無法根治，易造成嚴重損失 (Joko *et al*. 2014; Toth *et al*. 2021)。加強田間衛生仍為首要重要工作，將罹病葉、罹病植株移除以減少園區內感染密度。另外，調整栽植密度，改善園內環境通風性，減少葉片上游離水停留的時間，亦能降低病害發生。適當施肥外仍需避免氮肥過度施用，維持植株生長勢良好，均是預防蝴蝶蘭軟腐病發生的基本防治策略。最後，適當使用防治資材以進行早期保護，避免對蝴蝶蘭產量及品質產生嚴重損失，影響業者收益。本研究已證實 HOCl 溶液對軟腐病之防治效果佳，建議濃度為 20–50 mg L^{-1} 來防治蝴蝶蘭軟腐病，平時可以 10 mg L^{-1} HOCl 溶液進行園區例行管理，降低園區內病原菌密度。HOCl 溶液為應用範圍廣且效果佳之植物病害防治資材，對環境衝擊低，亦為免登記植物保護資材 (次氯酸鹽類，Hypochlorites)，以上資訊可供業者防治蝴蝶蘭軟腐病之參考。

引用文獻

Alič, Š., T. Naglič, M. Tušek-Žnidarič, M. Peterka, M. Ravnikar, and T. Dreo. 2017. Putative new species of the genus *Dickeya* as major soft rot pathogens in *Phalaenopsis* orchid production. Plant Pathol. 66:1357–1368. doi:10.1111/ppa.12677

Eryilmaz, M. and I. M. Palabiyik. 2013. Hypochlorous acid-analytical methods and antimicrobial activity. Trop. J. Pharm. Res. 12:123–126. doi:10.4314/tjpr.v12i1.20

Hughson, A. G., B. Race, A. Kraus, L. R. Sangaré, L. Robins, B. R. Groveman, ... B. Caughey. 2016. Inactivation of prions and amyloid seeds with hypochlorous acid. PLoS Pathog. 12:e1005914. doi:10.1371/journal.ppat.1005914

Ishihara, M., K. Murakami, K. Fukuda, S. Nakamura, M. Kuwabara, H. Hattori, ... H. Yokoe. 2017. Stability of weakly acidic hypochlorous acid solution with microbicidal activity. Biocontrol Sci. 22:223–227. doi:10.4265/bio.22.223

Jafry, A. T., C. Lee, D. Kim, D. G. Han, W. K. Sung, and J. Lee. 2017. Development of high concentrated slightly acidic hypochlorous acid generator for food safety. J. Mech. Sci. Technol. 31:4541–4547. doi:10.1007/s12206-017-0854-1

Joko, T., A. Subandi, N. Kusumandari, A. Wibowo, and A. Priyatmojo. 2014. Activities of plant cell wall-degrading enzymes by bacterial soft rot of orchid. Arch. Phytopathol. Plant Prot. 47:1239–1250. doi:10.1080/03235408.2013.838374

Kao, C. W., Y. F. Wu, and C. H. Lin. 2023. Species diversity of bacterial soft rot pathogens of vegetables in Taiwan. J. Plant Med. 65:21–32. (in Chinese with English abstract) doi:10.6716/JPM.202303_65(1).0003

Lin, L. R. 2022. The mechanism of *Paenibacillus* sp. SAn-03 as a biocontrol agent against *Phalaenopsis* soft rot disease. Master thesis. Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University. Taichung, Taiwan. 107 pp. (in Chinese with English abstract)

Ma, B., M. E. Hibbing, H. S. Kim, R. M. Reedy, I. Yedidia, J. Breuer, ... A. O. Charkowski. 2007. Host range and molecular phylogenies of the soft rot enterobacterial genera *Pectobacterium* and *Dickeya*. Phytopathology 97:1150–1163. doi:10.1094/PHYTO-97-9-1150

McMillan, R. T., Jr., A. Palmateer, and W. Vendrame. 2007. Effect of roguing on *Erwinia* soft rot in commercial production with two *Phalaenopsis* plants per pot. Proc. Fla. State Hort. Soc. 120:353–355.

Okamoto, N., T. Bito, N. Hiura, A. Yamamoto, M. Iida, Y. Baba, ... F. Watanabe. 2020. Food additives (hypochlorous acid water, sodium metabisulfite, and sodium sulfite) strongly affect the chemical and biological properties of vitamin B_{12} in aqueous solution. ACS Omega 5:6207–6214.

Saikumar, A., A. Singh, K. Kaur, N. Kumar, S. Sharma, A. Dobhal, and S. Kumar. 2023. Numerical optimiza-

tion of hypochlorous acid (HOCl) treatment parameters and its effect on postharvest quality characteristics of tomatoes. J. Agric. Food Res. 14:100762. doi:10.1016/j.jafr.2023.100762

Sakarya, S., N. Gunay, M. Karakulak, B. Ozturk, and B. Ertugrul. 2014. Hypochlorous acid: An ideal wound care agent with powerful microbicidal, antibiofilm, and wound healing potency. Wounds. 26:342–350.

Su, C. C. and L. S. Leu. 1992. Soft rot of *Oncidium* 'Gower Ramsey' and *Cymbidium* sp. caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. Plant Pathol. Bull. 1:190–195. (in Chinese with English abstract) doi:10.6649/PPB.199212_1(4).0005

Thorn, R. M., S. W. H. Lee, G. M. Robinson, J. Greenman, and D. M. Reynolds. 2012. Electrochemically activated solutions: Evidence for antimicrobial efficacy and applications in healthcare environments. Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis. 31:641–653. doi:10.1007/s10096-011-1369-9

Toth, I. K., M. A. Barny, M. B. Brurberg, G. Condemine, R. Czajkowski, J. G. Elphinstone, ... I. Yedidia. 2021. *Pectobacterium* and *Dickeya*: Environment to disease development. p.39–84. *in*: Plant Diseases Caused by *Dickeya* and *Pectobacterium* Species. (van Gijsegem, F., J. M. van der Wolf, and I. K. Toth, eds.) Springer, Cham, Switzerland. 291 pp. doi:10.1007/978-3-030-61459-1_3

Toth, I. K., K. S. Bell, M. C. Holeva, and P. R. J. Birch. 2003. Soft rot *Erwiniae*: From genes to genomes. Mol. Plant Pathol. 4:17–30. doi:10.1046/j.1364-3703.2003.00149.x

Tzean, S. S., K. C. Tzeng, C. A. Chang, T. T. Tsai, and H. F. Yen. 2019. List of Plant Diseases in Taiwan. 5th ed. Taiwan Phytopathology Society. Taichung, Taiwan. 329 pp. (in Chinese)

Van Gijsegem, F., I. K. Toth, and J. M. van der Wolf. 2021. Soft rot *Pectobacteriaceae*: A brief overview. p.1–11. *in*: Plant Diseases Caused by *Dickeya* and *Pectobacterium* Species. (Van Gijsegem, F., J. M. van der Wolf, and I. K. Toth, eds.) Springer. Cham, Switzerland. 291 pp. doi:10.1007/978-3-030-61459-1_1

Wei, X. Y., W. L. Deng, and C. C. Chu. 2021. Phylogenetic and phenotypic analyses on *Dickeya* spp. isolated from different host plants in Taiwan. J. Phytopathol. 169:678–691. doi:10.1111/jph.13038

Evaluation of Control Efficacy of Hypochlorous Acid Against *Phalaenopsis* Soft Rot

Chiao-Wen Huang[1], Tsung-Chun Lin[2], Shu-Joan Zeng[3], Szu-Lun Lai[4], Ting-Fang Hsieh[5], and Chia-Hsin Tsai[2,*]

Abstract

Huang, C. W., T. C. Lin, S. J. Zeng, S. L. Lai, T. F. Hsieh, and C. H. Tsai. 2025. Evaluation of control efficacy of hypochlorous acid against *Phalaenopsis* soft rot. J. Taiwan Agric. Res. 74(1):37–45.

Phalaenopsis orchids are important export flowers in Taiwan, with an annual production value of nearly 4.6 billion NT dollars. However, bacterial soft rot significantly affects their cultivation and export value. Therefore, this study evaluates the effectiveness of hypochlorous acid (HOCl) solution as a control material for preventing bacterial soft rot in *Phalaenopsis* orchids. Different inoculum concentrations of the rot bacteria were tested to assess their impact on disease occurrence. Results showed that at a high concentration of 10^8 CFU mL^{-1}, the disease incidence was as high as 58.3−81.3%, while at 10^6 CFU mL^{-1}, it was 25.0−43.8%. At a low concentration of 10^4 CFU mL^{-1}, the incidence decreased to 0%, indicating a gradual reduction in disease occurrence with lower bacterial concentrations. Laboratory experiments demonstrated that treating the bacteria (10^8 CFU mL^{-1}) with a 10 mg L^{-1} HOCl solution for 10 min inhibited their growth. Pot experiments revealed that at a HOCl concentration of 20 mg L^{-1}, the control efficacy against bacterial soft rot ranged from 18.0% to 66.7%. In contrast, the control efficacy increased from 50.0% to 88.9% at 50 mg L^{-1}, showing significant differences in control effectiveness. Thus, HOCl solution can control the bacterial disease of *Phalaenopsis* soft rot caused by *Dickeya fangzhongdai* in orchids.

Key words: *Phalaenopsis*, Hypochlorous acid, Soft rot, *Dickeya fangzhongdai*, control.

Received: September 5, 2024; Accepted: October 27, 2024.
* Corresponding author, e-mail: tsaich@tari.gov.tw
[1] Assistant Research Fellow, Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung City, Taiwan, ROC.
[2] Associate Research Fellows, Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung City, Taiwan, ROC.
[3] Project Assistant, Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung City, Taiwan, ROC.
[4] Associate Research Fellow, Department of Production Process Development, Floricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Yunlin County, Taiwan, ROC.
[5] Research Fellow and Chief Secretary, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung City, Taiwan, ROC.