



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Evaluating the Control Efficacy of Water Sprinkling and High Humidity against *Tetranychus urticae* on Strawberry Plants 【Research report】

不同噴水方向及高濕度處理對草莓二點葉蟎防治效果之評估【研究報告】

Yu-Chun Chiou, and Yi-Yuan Chuang*

邱于君、莊益源*

*通訊作者E-mail: chuangyiyu@dragon.nchu.edu.tw

Received: 2014/09/02 Accepted: 2014/11/04 Available online: 2015/03/01

Abstract

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) is one of the major pests of strawberry plants worldwide. This study evaluated the influence of different water sprinkling treatments, including bottom up water sprinkling treatment (BUWST) and top down water sprinkling treatment (TDWST) against *T. urticae* on the leaves of strawberry plants in greenhouses. The mean numbers of *T. urticae* were 0.9 ± 0.3 and 10.4 ± 2.3 adult females per leaf for BUWST and TDWST, respectively, 21 days post-treatment. There were no significant differences between two treatments. The control efficacy against females, immature stages, and oviposition of *T. urticae* was 98.4, 93.4, and 85.5% for BUWST, and 79.9, 64.8, and 53.4% by TDWST, respectively. The results showed that both water sprinkling treatments reduced the population density of two-spotted spider mites on strawberry plants. We evaluated the influence of the two frequencies of BUWST (sprinkling every 30 min, BUWST-30, and every 60 min, BUWST-60) and high humidity treatment (HHT) with 80% RH on *T. urticae* populations. The results showed that the mean numbers of *T. urticae* were 10.4 ± 1.9 , 11.5 ± 2.5 , 28.1 ± 3.5 , and 70.9 ± 10.7 adult females per leaf using BUWST-30, BUWST-60, HHT, and the untreated control, respectively, 21 days post-treatment. The control efficacies of BUWST-30, BUWST-60, and HHT against female *T. urticae* were 85.3, 84.6, and 60.4%, respectively. There were no significant differences between BUWST-30 and BUWST-60. The results showed that both frequencies of BUWST possessed excellent control efficacy to reduce the population density of two-spotted spider mites on strawberry plants.

摘要

二點葉蟎 (*Tetranychus urticae* Koch) 隸屬於蟎形目 (Acariformes) · 葉蟎科 (Tetranychidae) 之葉蟎屬 (*Tetranychus*) · 為全球草莓栽培區的重要有害生物之一。本試驗評估二種不同方向之噴水處理 (向上噴水組-由下向上噴水 · 朝草莓葉背噴水; 向下噴水組-由上向下噴水 · 朝草莓葉面噴水) 對溫室中草莓植株上二點葉蟎族群數量之影響 · 在連續處理至21日調查 · 平均每一片草莓葉上雌蟎數分別為 0.9 ± 0.3 及 10.4 ± 2.3 隻 · 二處理間無顯著差異 · 但均與無處理對照組的 54.7 ± 5.6 隻呈顯著差異 · 另計向上噴水處理對雌蟎、未成熟期蟎及產卵量的防治率分別為98.4、93.4及85.5% · 而向下噴水處理則分別為79.9、64.8及53.4% · 另測試以向上噴水方式分別以每30及60 min二種不同噴水頻率及提高相對濕度至80% RH等三種方式對二點葉蟎族群的影響 · 結果顯示處理至第21日 · 三種處理及無處理對照組平均每一草莓葉片上的雌蟎數分別為 10.4 ± 1.9 、 11.5 ± 2.5 、 28.1 ± 3.5 及 70.9 ± 10.7 隻 · 二種頻率的噴水處理間雌蟎數量無顯著差異 · 但均與提高濕度處理組及對照組呈顯著差異 · 另計三種處理組對雌蟎的防治率分別為85.3、84.6及60.4% · 由此結果顯示以向上噴水方式的二種噴水頻率處理皆可以有效降低草莓葉片上二點葉蟎的族群密度。

Key words: *Tetranychus urticae*, strawberry, water sprinkling treatment, high humidity treatment

關鍵詞: 二點葉蟎、草莓、噴水處理、高濕度處理。

Full Text: [PDF \(0.67 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

不同噴水方向及高濕度處理對草莓二點葉蟎防治效果之評估

邱于君、莊益源*

國立中興大學昆蟲系 40227 台中市南區國光路 250 號

摘 要

二點葉蟎 (*Tetranychus urticae* Koch) 隸屬於蟎形目 (Acariformes)，葉蟎科 (Tetranychidae) 之葉蟎屬 (*Tetranychus*)，為全球草莓栽培區的重要有害生物之一。本試驗評估二種不同方向之噴水處理 (向上噴水組-由下向上噴水，朝草莓葉背噴水；向下噴水組-由上向下噴水，朝草莓葉面噴水) 對溫室中草莓植株上二點葉蟎族群數量之影響，在連續處理至 21 日調查，平均每一片草莓葉上雌蟎數分別為 0.9 ± 0.3 及 10.4 ± 2.3 隻，二處理間無顯著差異，但均與無處理對照組的 54.7 ± 5.6 隻呈顯著差異，另計向上噴水處理對雌蟎、未成熟期蟎及產卵量的防治率分別為 98.4、93.4 及 85.5%，而向下噴水處理則分別為 79.9、64.8 及 53.4%。另測試以向上噴水方式分別以每 30 及 60 min 二種不同噴水頻率及提高相對濕度至 80% RH 等三種方式對二點葉蟎族群的影響，結果顯示處理至第 21 日，三種處理及無處理對照組平均每一草莓葉片上的雌蟎數分別為 10.4 ± 1.9 、 11.5 ± 2.5 、 28.1 ± 3.5 及 70.9 ± 10.7 隻，二種頻率的噴水處理間雌蟎數量無顯著差異，但均與提高濕度處理組及對照組呈顯著差異，另計三種處理組對雌蟎的防治率分別為 85.3、84.6 及 60.4%，由此結果顯示以向上噴水方式的二種噴水頻率處理皆可以有效降低草莓葉片上二點葉蟎的族群密度。

關鍵詞：二點葉蟎、草莓、噴水處理、高濕度處理。

前 言

二點葉蟎 (*Tetranychus urticae*) 屬植食性蟎類，為目前草莓栽培期間之重要害蟎。二點葉蟎主要以口器刺吸草莓植株，危害葉片、

花器及果實等部位，導致植株衰弱、影響果實品質及產量。且草莓產地二點葉蟎對多種殺蟎劑的抗性程度較強，因此取代原本的神澤氏葉蟎 (*T. kanzawai*) 族群，成為最重要危害草莓之蟎類 (Lo *et al.*, 1984; Ho, 1988)。

*論文聯繫人
Corresponding email: chuanyiyu@dragon.nchu.edu.tw

目前種植草莓的產地，農民多以化學藥劑防治病蟲害，唯高頻率的施用殺蟎劑，易使葉蟎族群快速發展出抗藥性，且易衍生鮮果上農藥殘留與環境汙染等問題 (Ho *et al.*, 1995)，因此尋找非農藥防治法為目前刻不容緩的課題。

Lo *et al.* (1984) 在草莓葉蟎的生態調查中顯示，當雨季來臨時，田間的葉蟎數量會驟降達族群動態曲線的谷底。Ho (1997) 認為，當單日雨量達 60~70 mm 時或是連續數日為 30~40 mm 的雨量時，皆有可能抑制葉蟎族群。因此本試驗測試利用噴水處理及提高環境相對濕度對二點葉蟎族群之影響，並評估應用此等方式在草莓上防治二點葉蟎之可行性。

材料與方法

一、寄主作物與供試蟲源

本試驗之寄主作物為大湖地區普遍種植的豐香品種草莓 (*Fragaria × ananassa*)，購自苗栗縣大湖鄉富興村八寮灣阿松草莓園。供試之二點葉蟎種源取自於行政院農業委員會農業試驗所，再於實驗室中繁殖後代族群進行試驗，利用花豆 (*Phaseolus coccineus*，明豐種苗行) 植株置於恆溫箱 (F-564DNH, Fame) 中，設定光照時間、溫度及相對濕度分別為 12L : 12D、 $28 \pm 1^\circ\text{C}$ 及 $70 \pm 10\%$ RH 的環境下進行二點葉蟎繼代飼育。

二、比較不同噴水方向對二點葉蟎族群之影響

挑選植株健壯且皆含 5 片已完全展開葉片的草莓 60 株，利用乾淨油漆刷去除葉片上的雜質，以利接種時方便觀察。利用沾濕的小楷毛筆於繼代飼育族群中挑取二點葉蟎，於每片草莓葉上接 2 隻雌成蟎，即每株接 10 隻雌成蟎。試驗分成三處理，每組處理各 20 株，已接種二點葉蟎之草莓植株，分別放置於三間溫

室 (394 × 270 × 274 cm) 內的植株栽培架 (離地 84 cm) 上，並利用溫濕度記錄器 (UX100-003, HOB0) 記錄試驗期間的溫濕度，試驗進行時利用噴霧機 (HS155 噴霧機，EZ LIFE@專業水管) 進行噴水處理，各組處理分別是：(一) 噴水方式為由下向上噴水，朝草莓葉背噴水 (以下簡稱向上噴水組 (BUWST))；(二) 噴水方式為由上向下噴水，朝草莓葉面噴水 (以下簡稱向下噴水組 (TDWST))；(三) 無噴水處理對照組。噴水時段為每日 6:00~18:00，利用 0.5 mm 噴嘴每 30 min 噴水一次，每次噴水 30 sec，噴水量約為 50 mL，噴水壓力約 200 PSI。噴水處理前，在接種二點葉蟎 8 日後，於每一溫室內逢機取 4 株草莓，計算每株草莓上 5 片複葉的葉蟎數量，依各發育時期 (卵、幼若蟎、雄蟎及雌蟎) 進行鏡檢分別記錄數量，作為處理前平均蟎數，並於連續處理之第 7、14、21 及 28 日作調查，調查時分別從各組逢機選取 4 株草莓，分別計算每株草莓 5 片複葉上各發育期的葉蟎數，以平均每一葉片上之蟎數換算為防治率。

三、比較噴水頻率與提高相對濕度對二點葉蟎族群之影響

挑選植株健壯且皆含 5 片已完全展開葉片的草莓 80 株，以前述方法於每株草莓上接 10 隻雌成蟎。將試驗分成四處理，每組處理各 20 株，分別放置於四間溫室 (394 × 270 × 274 cm) 內的植株栽培架 (離地 84 cm) 上，並利用溫濕度記錄器 (UX100-003, UX100-023, HOB0) 記錄試驗期間的溫濕度，試驗進行時各組處理分別是：(一) 以向上噴水方式朝草莓葉背噴水，噴水時間為每日 6:00~18:00，利用 0.5 mm 噴嘴每 30 min 噴水一次，每次噴水 30 sec，噴水量約為 50 mL，噴水壓力約

200 PSI (以下簡稱 BUWST-30);(二) 以向上噴水方式朝草莓葉背噴水, 噴水時間為每日 6:00~18:00, 用 0.5 mm 噴嘴每 60 min 噴水一次, 每次噴水 30 sec, 每次噴水 50 mL, 噴水壓力約 200 PSI (以下簡稱 BUWST-60);(三) 利用造霧機 (酷樂俠二代, 禾田春有限公司) 提高溫室內相對濕度, 使相對濕度維持在 80% 以上, 造霧時間為每日 6:00~18:00, 霧粒大小約 5~15 μm (以下簡稱 HHT);(四) 無處理對照組。試驗進行前, 在接種二點葉蟎 8 日後, 於每一溫室內逢機取 4 株草莓, 鏡檢並計算每株草莓 5 片複葉上各發育期的葉蟎數, 作為處理前平均蟎數。並於連續處理之第 7、14、21 及 28 日, 分別從各處理組逢機選取 4 株草莓, 分別計算每株草莓 5 片複葉上各發育期的葉蟎數, 以平均每一片葉上之蟎數換算為防治率。

四、統計分析

本試驗所獲得數據均採用 SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute) 軟體進行統計分析。以 oneway-ANOVA 分析, 並以最小顯著性差異 (LSD, least significant difference) ($p = 0.05$) 比較處理組與對照組之差異性。若 $p > 0.05$ 則處理組與對照組無顯著差異; 若 $p < 0.05$ 則處理組與對照組呈顯著差異。

防治率換算方式參考 Henderson and Tilton (1995) 的公式

Control efficacy (%) =

$$\left(1 - \frac{n \text{ in CK before treatment} \times n \text{ in T after treatment}}{n \text{ in CK after treatment} \times n \text{ in T before treatment}}\right) \times 100\%$$

n = mite population, T = treated, CK = control

結 果

一、不同噴水方向對二點葉蟎族群之影響

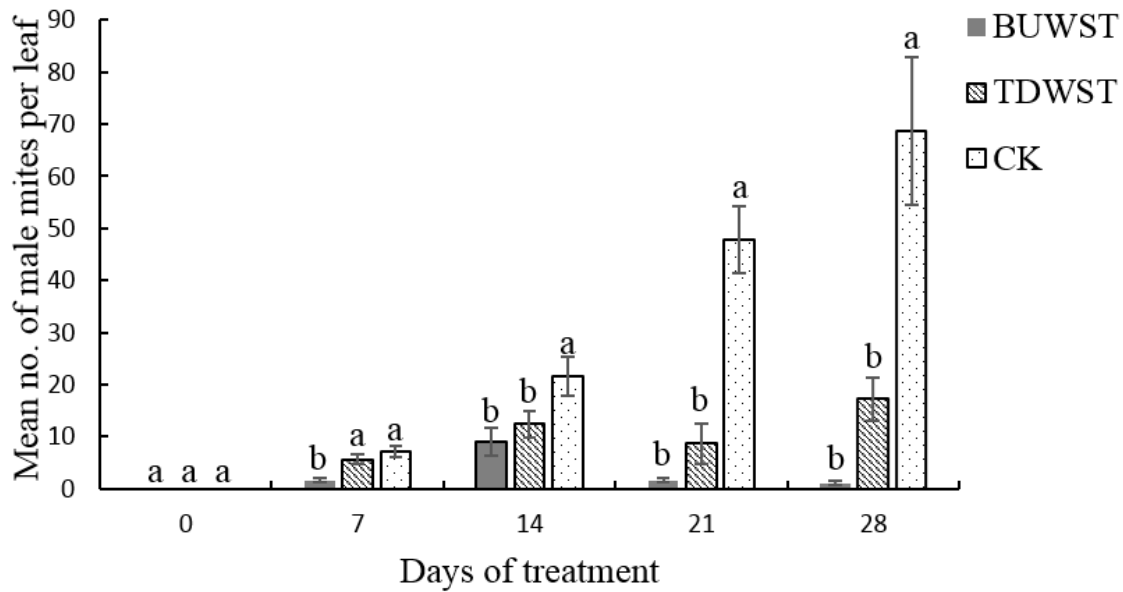
試驗期間向上噴水組、向下噴水組及對照組的平均溫度分別為 21.0 ± 5 、 21.8 ± 4 及 $21.4 \pm 5^\circ\text{C}$, 平均相對濕度為 75.2 ± 14 、 74.8 ± 14 及 $68.4 \pm 12\% \text{ RH}$ 。

(一) 對雄成蟎效果

試驗期間對雄蟎數變化作調查, 在噴水處理前採樣 (接蟎 8 日後), 草莓植株上的 5 片複葉皆無發現雄蟎。在連續處理至第 7 日調查顯示, 平均每一片複葉雄蟎數最少為向上噴水組的 1.7 ± 0.4 隻, 與向下噴水組及對照組分別為 5.7 ± 0.9 及 7.2 ± 1.2 隻比較均呈顯著差異, 但向下噴水組與對照組間則無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 14 日調查向上噴水組與向下噴水組草莓植株, 平均每片複葉上的雄蟎數分別 9.1 ± 2.6 及 12.4 ± 2.5 隻, 二組間無顯著差異, 但與對照組的 21.7 ± 3.7 隻比較均呈顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 21 及 28 日, 於此二次調查中, 平均每片複葉雄蟎數在向上噴水組分別為 1.6 ± 0.4 及 1.2 ± 0.5 隻, 與向下噴水組分別為 8.7 ± 3.8 及 17.2 ± 4.2 隻均無顯著差異, 但分別各與對照組的 47.9 ± 6.5 及 68.7 ± 14.1 隻比較均呈顯著差異 ($p < 0.05$), 各種處理在不同調查時間的雄蟎數量變化如圖一。

(二) 對雌成蟎效果

試驗期間對雌蟎數變化作調查, 同樣在噴水處理前採樣, 調查向上噴水組、向下噴水組及對照組草莓植株的 5 片複葉, 平均每片複葉上的雌蟎數分別為 1.8 ± 0.1 、 1.7 ± 0.2 及 1.8 ± 0.2 隻, 各處理間無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 7 日, 平均每片複葉上雌蟎數最少為向上噴水組的 5.3 ± 1.3 隻, 與向下噴水組及對照組分別為 13.5 ± 2.2 及 18.3 ± 3.0 隻



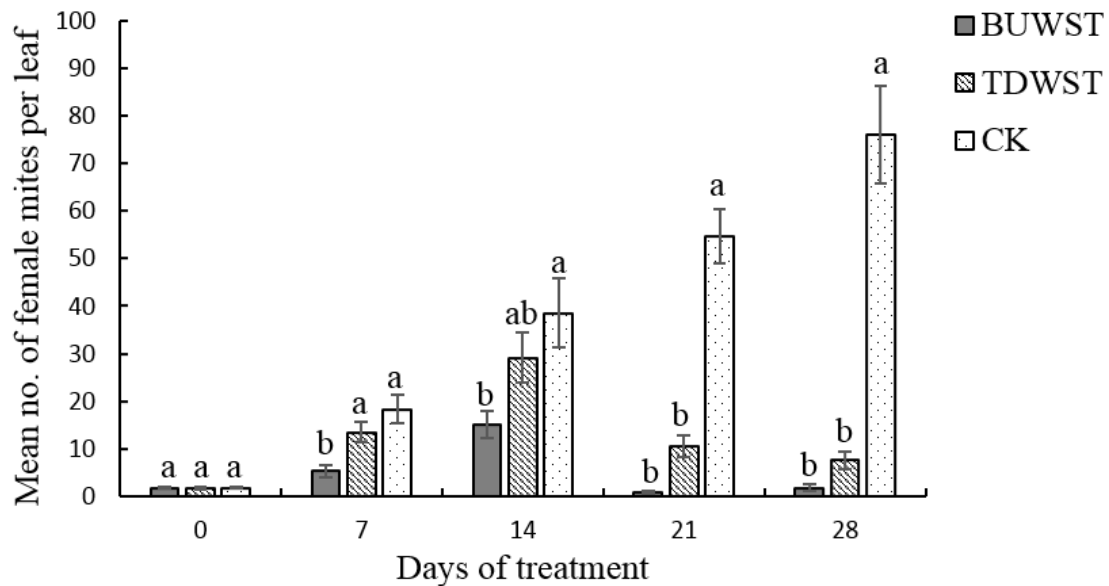
圖一 不同方向噴水處理後草莓葉片上二點葉蟎雄蟎之數量變化。

Fig. 1. The mean number (\pm SE) of *Tetranychus urticae* males per leaf after two water sprinkling treatments in the greenhouse. (BUWST indicates water sprinkling from the bottom up, while TDWST indicates water sprinkling from the top down. Error bars represent the standard error of the mean. Means within the same group marked with the same letter are not significantly different at the 0.05 level.)

均呈顯著差異，但向下噴水組與對照組間無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 14 日，向上噴水組與向下噴水組草莓植株平均每片複葉上的雌蟎數分別為 15.1 ± 2.9 及 29.2 ± 5.2 隻，二處理間無顯著差異，向上噴水組與對照組的雌蟎數為 38.6 ± 7.3 隻比較呈顯著差異，而向下噴水組與對照組間無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 21 及 28 日，平均每片複葉上的雌蟎數在向上噴水組分別為 0.9 ± 0.3 及 1.8 ± 0.7 隻，向下噴水組分別為 10.4 ± 2.3 及 7.6 ± 1.8 隻，二組處理在相同處理日數後，雌蟎數彼此間無顯著差異，唯分別與對照組的雌蟎數 54.7 ± 5.6 及 76.0 ± 10.3 隻比較呈顯著差異 ($p < 0.05$)，各種處理在不同調查時間的雌蟎數量變化如圖二。

(三) 對未成熟期蟎效果

試驗期間未成熟期蟎 (幼、若蟎) 數變化作調查，同樣在噴水處理前採樣，向上噴水組、向下噴水組及對照組草莓植株的 5 片複葉，平均每片複葉上分別為 24.9 ± 2.4 、 21.8 ± 4.0 及 16.2 ± 2.1 隻未成熟期蟎，各處理間皆無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 7 及 14 日，平均每一複葉上未成熟期蟎數分別為向上噴水組 26.4 ± 4.1 及 34.5 ± 10.9 隻、向下噴水組 32.1 ± 4.5 及 65.9 ± 14.7 隻、對照組 42.4 ± 7.1 及 89.7 ± 20.4 隻，統計分析顯示三種處理組在相同處理日數後彼此間無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 21 日，平均每片葉片上未成熟期蟎數最少為向上噴水組的 53.7 ± 13.8 隻，與向下噴水組及對照組的 250.7 ± 59.5 及 529.8 ± 59.9 隻均呈顯著差異，而向下噴水組與對照組的未成熟期蟎數亦呈顯著差



圖二 不同方向噴水處理後草莓葉片上二點葉蟎雌蟎之數量變化。

Fig. 2. The mean number (\pm SE) of *Tetranychus urticae* females per leaf of strawberry plant after two water sparking treatments in the greenhouse. (The same supplementary explanation as for Fig. 1.)

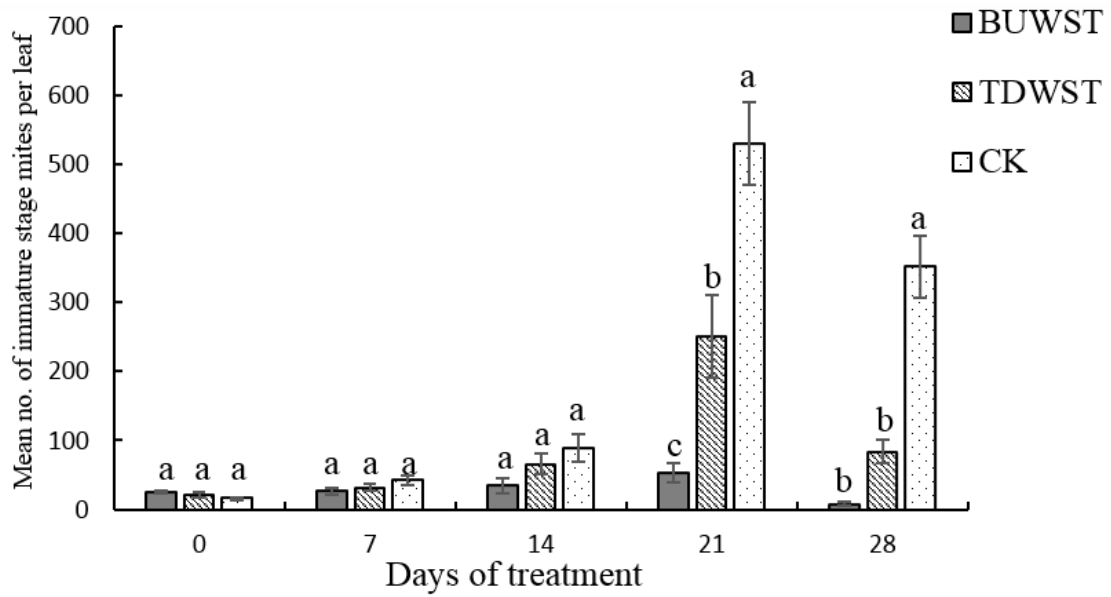
異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 28 日，平均每片葉片上未成熟期蟎數，向上噴水組為 8.0 ± 3.2 隻，與向下噴水組的 83.5 ± 17.1 無顯著差異，但二組處理與對照組的 351.5 ± 44.1 隻比較均呈顯著差異 ($p < 0.05$)，各種處理在不同調查時間的未成熟期蟎數量變化如圖三。

(四) 對蟎之卵效果

試驗期間同樣對蟎卵數變化作調查，在噴水處理前採樣，向上噴水組、向下噴水組及對照組草莓植株的 5 片複葉，平均每片複葉上有 71.9 ± 7.5 、 66.4 ± 9.5 及 65.0 ± 8.0 粒卵，各組間皆無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 7 日，平均每片複葉上的卵數量在向上噴水組與向下噴水組分別為的 18.5 ± 4.5 及 85.3 ± 16.6 粒卵，二處理間無顯著差異，而向上噴水組與對照組的平均卵數為 185.6 ± 73.8 粒呈顯著差異，向下噴水組與對照組間無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 14 日後，平均每片

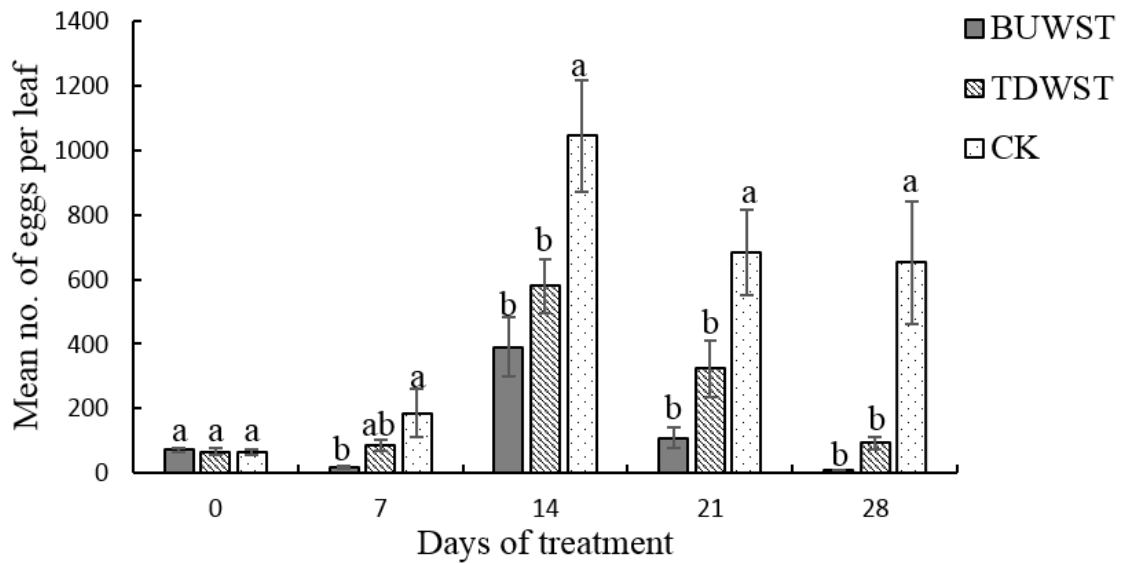
複葉上卵數在向上噴水組與向下噴水組分別為 390.6 ± 92.2 及 579.3 ± 84.3 粒，彼此間無顯著差異，但與對照組的卵數為 1044.9 ± 172.4 粒比較均呈顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 21 及 28 日後，平均每片複葉上卵數在向上噴水組分別為 109.5 ± 33.0 及 5.8 ± 3.8 粒，與向下噴水組為 324.8 ± 87.5 及 93.1 ± 20.4 粒，分別於二次調查時彼此間無顯著差異，此二組處理與對照組的卵數分別為 682.4 ± 132.6 及 652.1 ± 190.5 粒分別均呈顯著差異 ($p < 0.05$)，各種處理在不同調查時間的二點葉蟎卵數量變化如圖四。

於不同調查時間下，換算向上噴水組與向下噴水組對二點葉蟎的防治效力，經連續處理至第 21 日，向上噴水組與向下噴水組對二點葉蟎即可達良好的防治效果，向上噴水組對二點葉蟎雌蟎、未成熟期蟎及產卵的防治率分別達 98.4、93.4 及 85.5%，向下噴水組則分別



圖三 不同方向噴水處理後草莓葉片上二點葉蟎幼蟎及若蟎之數量變化。

Fig. 3. The mean number (\pm SE) of *Tetranychus urticae* immature stage per leaf of strawberry after two water sparking treatments in the greenhouse. (The same supplementary explanation as Fig. 1.)



圖四 不同方向噴水處理後草莓葉片上二點葉蟎卵之數量變化。

Fig. 4. The mean number (\pm SE) of *Tetranychus urticae* eggs per leaf of strawberry after two water sparking treatments in the greenhouse. (The same supplementary explanation as for Fig. 1.)

表一 在溫室中向上下不同方向噴水處理對二點葉蟎不同發育時期之防治效率

Table 1. The control efficacy of two water sprinkling treatments (BUWST, TDWST) under different development stages of *Tetranychus urticae* on strawberry plants in a greenhouse

Stage	Treatment	Control efficacy (%)			
		Days of treatment			
		7	14	21	28
Adult (female)	BUWST ¹	71.0	60.9	98.4	97.6
	TDWST ²	21.9	19.9	79.9	89.4
Immature stage	BUWST	59.5	75.0	93.4	98.5
	TDWST	43.7	45.4	64.8	82.3
Egg	BUWST	91.0	66.2	85.5	99.2
	TDWST	55.0	45.7	53.4	86.0
Total	BUWST	82.8	68.3	89.4	98.8
	TDWST	50.3	46.9	58.2	83.8

¹ BUWST indicates a sprinkling treatment from the bottom up.

² TDWST indicates a sprinkling treatment from the top down.

為 79.9、64.8 及 53.4% (表一)。因為試驗前雄蟎數量皆為 0，因此無法計算雄蟎之防治率，但與對照組相比，連續處理至第 21 日，向上噴水組、向下噴水組分別與對照組的雄蟎數相差 29 及 5 倍。

經上噴及下噴兩種噴水方式連續處理至第 28 日時，可明顯得看出處理組與對照組草莓植株生長情形的差異。對照組的草莓植株嚴重的受二點葉蟎的刺吸危害，使得部分葉片枯黃、新葉皺縮無法順利展開生長，果實也無法順利發育成熟，且二點葉蟎會吐絲佈滿整棵植株，葉片間均以葉蟎的絲線連接，嚴重影響草莓葉片的生長；向上噴水組的草莓植株，葉片乾淨甚少受到葉蟎的刺吸危害，植株翠綠，且新葉伸展順利，植株生長情形良好；向下噴水組的草莓植株，極少部分的葉片有受葉蟎危害之徵狀，但並未發生如對照組產生葉片枯黃的現象，且新葉也能順利展開生長。

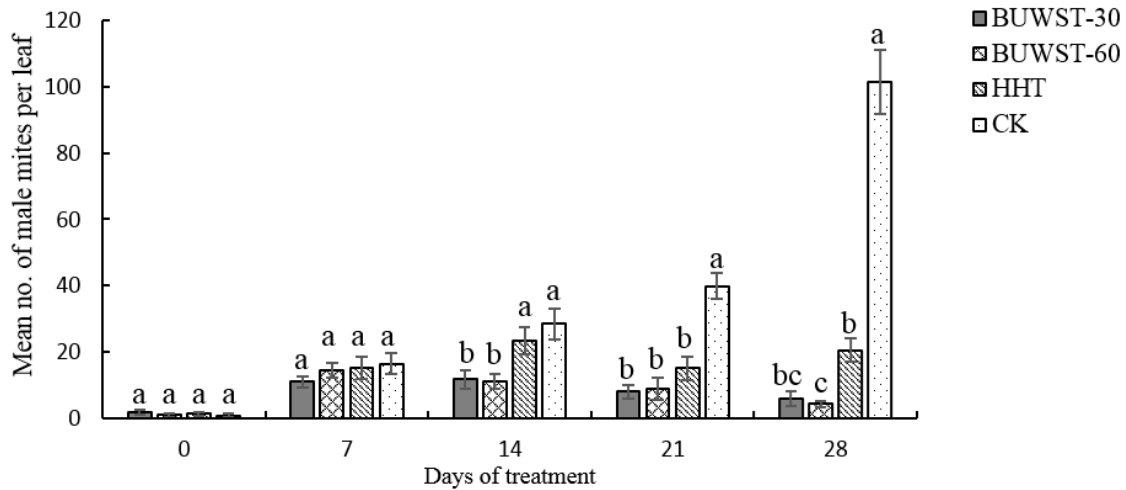
二、噴水頻率與提高相對濕度對二點葉蟎族群之影響

試驗期間 BUWST-30、BUWST-60、HHT

及 CK 的平均溫度分別為 23.1 ± 5 、 23.8 ± 4 、 22.2 ± 5 及 $22.2 \pm 5^\circ\text{C}$ ，平均相對濕度為 71.3 ± 14 、 65.9 ± 10 、 81.4 ± 16 及 $64.2 \pm 14\% \text{ RH}$ 。

(一) 對雄成蟎效果

試驗期間對雄蟎數變化作調查，試驗處理前採樣 (接蟎 8 日後)，調查 BUWST-30、BUWST-60、HHT 及 CK 組草莓植株的 5 片複葉，平均每片複葉上雄蟎數分別為 1.8 ± 0.6 、 0.9 ± 0.4 、 1.4 ± 0.5 及 0.8 ± 0.4 隻，四組間皆無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 7 日，各組平均每片複葉上雄蟎數量分別為 11.0 ± 1.5 、 14.5 ± 2.1 、 15.3 ± 3.4 及 16.5 ± 3.3 隻，四組間皆無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 14 日，BUWST-30 與 BUWST-60 平均每一複葉雄蟎數分別為 11.7 ± 2.8 及 11.0 ± 2.3 隻，其間無顯著差異，但二處理組與 HHT 及 CK 的雄蟎數分別為 23.2 ± 4.1 及 28.4 ± 4.6 隻比較均呈顯著差異，而 HHT 與 CK 間無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 21 日，平均每一複葉雄蟎數在 BUWST-30、BUWST-60 及 HHT 組分別為 8.1 ± 2.0 、 8.9 ± 3.3 及 15.1 ± 3.5 隻，三組間無顯著差異，但



圖五 由下向上噴灑的兩種噴水頻率與高濕度處理後草莓葉片上二點葉蟎雄蟎之數量變化。

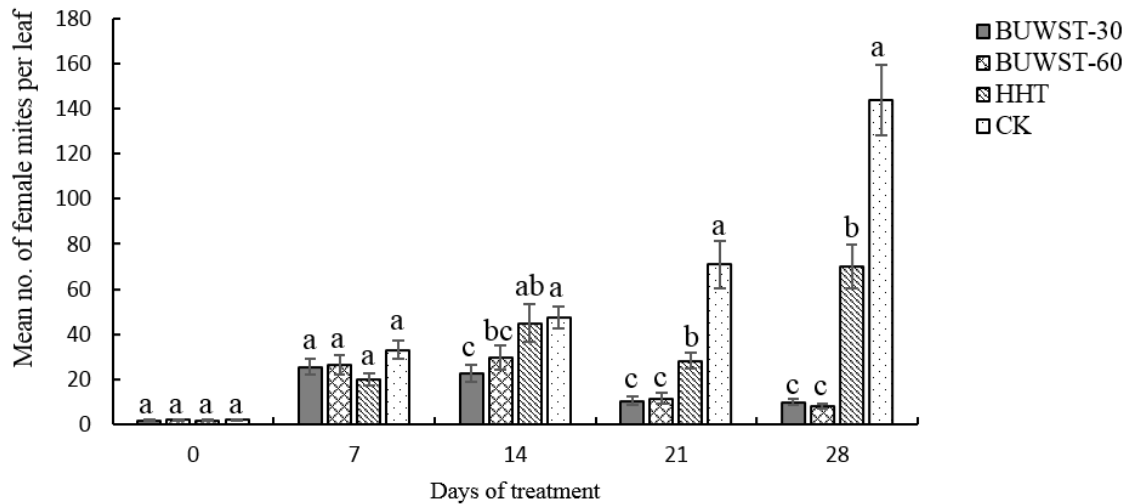
Fig. 5. The mean number (\pm SE) of *Tetranychus urticae* males per leaf of strawberry plant after two frequencies of water sprinkling (from the bottom up) and high humidity treatments in the greenhouse. (BUWST-30 and BUWST-60 indicates sprinkling every 30 and 60 min from the bottom up, from AM 6:00 to PM 6:00. HHT denotes high humidity treatment. Error bars represent the standard error of the mean. Means within the same group marked with the same letter are not significantly different at the 0.05 level.)

均與 CK 的雄蟎數 39.8 ± 4.0 隻比較呈顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 28 日，BUWST-60 組平均每片複葉上雄蟎數量為 4.2 ± 1.1 隻，與 BUWST-30 的 5.8 ± 2.2 隻間無顯著差異，但均與 CK 組的雄蟎數 101.5 ± 9.7 隻呈顯著差異，而 HHT 組的平均雄蟎數量為 20.5 ± 3.4 隻與 CK 組間亦呈顯著差異 ($p < 0.05$)，各種在處理不同調查時間的雄蟎數量變化如圖五。

(二) 對雌成蟎效果

試驗期間同樣對雄蟎數變化作調查，在試驗處理前採樣，調查 BUWST-30、BUWST-60、HHT 及 CK 組草莓植株的 5 片複葉，平均每片複葉上雌蟎數量分別為 1.8 ± 0.1 、 1.9 ± 0.2 、 1.8 ± 0.1 及 1.8 ± 0.1 隻，各組間皆無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 7 日，各組平均每片複葉上雌蟎數分別為 25.5 ± 3.4 、 26.2 ± 4.3 、 20.0 ± 2.7 及 33.0 ± 4.0 隻，各組

間亦無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 14 日，BUWST-30 及 BUWST-60 平均每片複葉上雌蟎數分別為 22.5 ± 3.7 及 29.6 ± 5.2 隻，二者間無顯著差異，但二者均與 CK 組的 47.3 ± 5.0 隻呈顯著差異，HHT 組平均雌蟎數為 44.9 ± 8.3 與 CK 組無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 21 日，BUWST-30 及 BUWST-60 組平均每片複葉上雌蟎數量分別為 10.4 ± 1.9 及 11.5 ± 2.5 隻，二組處理無顯著差異，但二處理皆與 HHT 及 CK 的雌蟎數分別為 28.1 ± 3.5 及 70.9 ± 10.7 隻呈顯著差異，且 HHT 與 CK 亦呈顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 28 日，BUWST-30 及 BUWST-60 組平均每片複葉上雌蟎數分別為 9.9 ± 1.3 及 8.1 ± 1.0 隻，二組處理無顯著差異，但皆與 HHT 及 CK 組的雌蟎數分別為 69.8 ± 9.7 及 143.8 ± 15.7 隻呈顯著差異，且 HHT 組與 CK 組亦呈顯著差異 ($p < 0.05$)，各種處理在不同



圖六 由下向上噴灑的兩種噴水頻率與高濕度處理後草莓葉片上二點葉蟎雌蟎之數量變化。

Fig. 6. The mean number (\pm SE) of *Tetranychus urticae* females per leaf of strawberry after two frequencies of water sparkling and high humidity treatments in greenhouse. (The same supplementary explanation as for Fig. 5.)

調查時間的雌蟎數量變化如圖六。

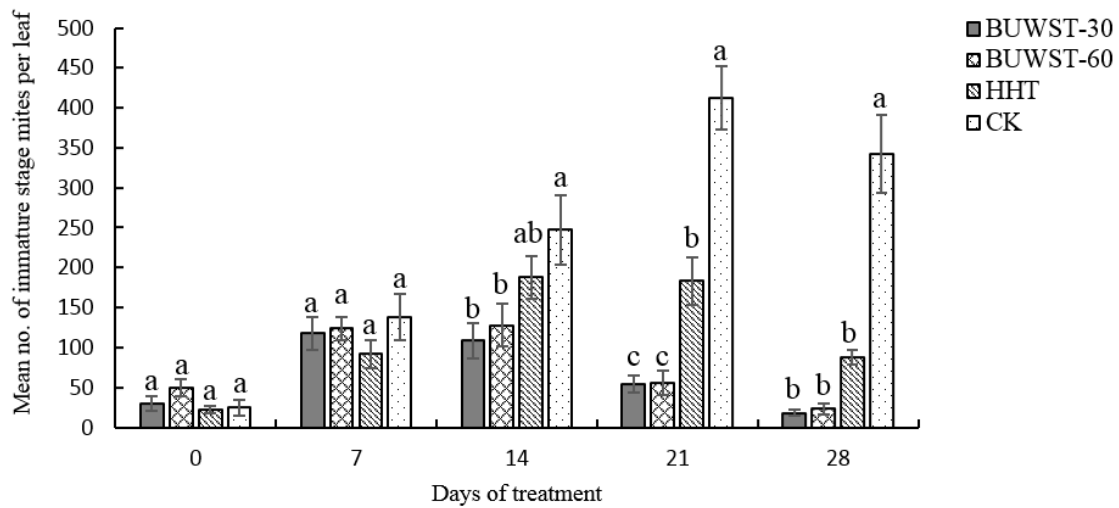
(三) 對未成熟期蟎效果

試驗期間對未成熟期蟎（包括幼蟎及若蟎）數變化作調查，同樣在試驗處理前採樣，分別調查 BUWST-30、BUWST-60、HHT 及 CK 組草莓植株的 5 片複葉，平均每片複葉上未成熟期蟎數分別為 29.7 ± 9.3 、 49.4 ± 10.9 、 21.9 ± 4.6 及 24.7 ± 9.6 隻，各處理間皆無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 7 日，各組平均每片複葉上未成熟期蟎數量分別為 117.5 ± 20.2 、 123.7 ± 14.4 、 91.9 ± 17.6 及 138.1 ± 28.8 隻，四組間皆無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 14 日後，BUWST-30 與 BUWST-60 組平均每片複葉上未成熟期蟎數分別為 108.5 ± 22.0 及 127.8 ± 26.3 隻，二組處理間無顯著差異，且均與 HHT 組的未成熟期蟎數量為 187.8 ± 26.8 隻無顯著差異，但與 CK 組的未成熟期蟎數為 247.8 ± 43.5 隻呈顯著差異，而 HHT 與 CK 則無顯著差異 ($p < 0.05$)。

連續處理至第 21 日，BUWST-30 與 BUWST-60 組平均每片複葉上未成熟期蟎數分別為 54.6 ± 10.8 及 55.9 ± 15.0 隻，二組處理間無顯著差異，但皆與 HHT 及 CK 的未成熟期蟎數分別為 183.2 ± 29.3 及 412.3 ± 39.2 隻呈顯著差異，且 HHT 與 CK 亦呈顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 28 日，各處理組平均每一片複葉的未成熟期蟎數分別為 18.0 ± 3.7 、 23.3 ± 7.1 及 88.1 ± 9.3 隻，三者間無顯著差異，但皆與 CK 的未成熟期蟎數量為 342.2 ± 48.3 隻呈顯著差異 ($p < 0.05$)，各種處理在不同調查時間的未成熟期蟎數量變化如圖七。

(四) 對蟎之卵效果

試驗期間同樣對蟎卵數變化作調查，在試驗處理前採樣，調查 BUWST-30、BUWST-60、HHT 及 CK 組草莓植株上的 5 片複葉，平均每片複葉上卵數分別為 134.9 ± 35.2 、 90.6 ± 16.9 、 61.8 ± 8.1 及 67.7 ± 11.2 粒，各組間皆無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第



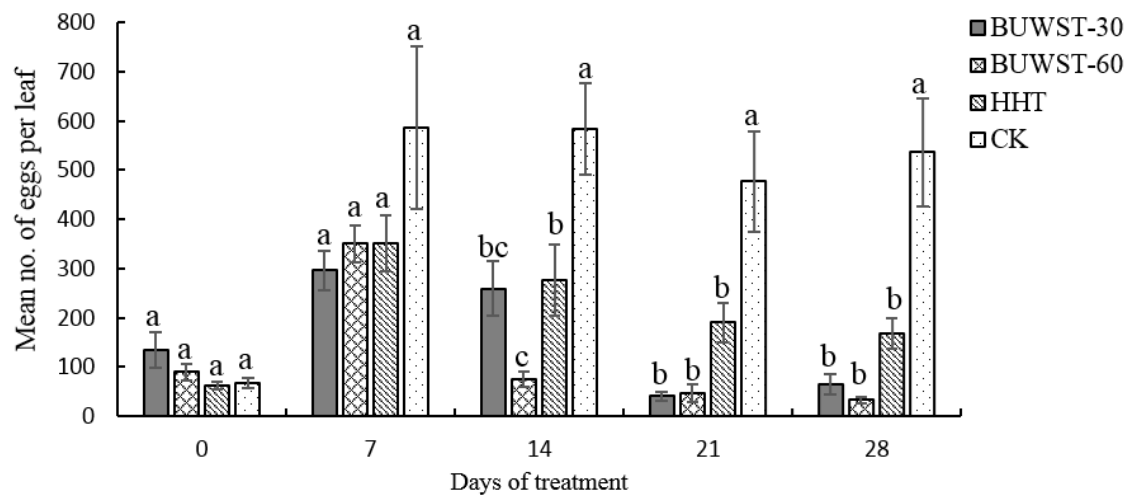
圖七 由下向上噴灑的兩種噴水頻率與高濕度處理後草莓葉片上二點葉蟎幼蟎及若蟎之數量變化。

Fig. 7. The mean number (\pm SE) of *Tetranychus urticae* immature stage per leaf of strawberry plant after two frequencies of sprinkling and high humidity treatments in the greenhouse. (The same supplementary explanation as for Fig. 5.)

7日,各組平均每片複葉上卵數分別為 296.3 ± 40.5 、 350.3 ± 38.0 、 351.2 ± 56.2 及 585.1 ± 165.2 粒,各組間皆無顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 14 日,平均每一複葉上卵數最少為 BUWST-60 的 76.4 ± 15.8 粒,與 BUWST-30 的 259.5 ± 55.9 粒,其間無顯著差異,但與 HHT 及 CK 組的卵數分別 275.8 ± 72.4 及 584.5 ± 92.9 粒呈顯著差異,而 BUWST-30 與 HHT 組間無顯著差異,但二處理皆與 CK 組呈顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 21 日,各處理組平均每片複葉上卵數分別為 40.5 ± 10.0 、 46.6 ± 18.7 及 190.7 ± 39.7 粒,其間均無顯著差異,但皆與 CK 的卵數 477.1 ± 102.1 粒呈顯著差異 ($p < 0.05$)。連續處理至第 28 日,各處理組平均每片複葉上卵數分別為 64.5 ± 20.4 、 32.8 ± 7.0 及 167.9 ± 30.2 粒,同樣均無顯著差異,但皆與 CK 的卵數 536.2 ± 109.4 粒呈顯著差異,各種處理在不同調查時間的卵數量變化如圖八。

於不同調查時間下,兩種噴水及提高濕度處理對二點葉蟎各發育期的防治效力如表二,經連續處理至 21 日, BUWST-30 及 BUWST-60 對二點葉蟎的總防治率分別可達 93.6 及 91.8%,對各發育期葉蟎之影響,又以對其產卵的防治效果最佳,防治率分別達 95.7 及 92.7%。而經連續處理至 28 日, BUWST-30 與 BUWST-60 對二點葉蟎的總防治率皆可大於 95%,而 HHT 對二點葉蟎的總防治率僅為 66.2%。

參試草莓經三種處理方式 (BUWST-30、BUWST-60、HHT) 連續處理 28 日後,可明顯得看出處理組與對照組植株生長情形的差異。對照組的草莓植株嚴重受二點葉蟎的危害,葉片焦枯、果實無法順利發育,且二點葉蟎吐絲佈滿整棵植株,植株生長衰弱; BUWST-30 及 BUWST-60 組的草莓植株,葉片乾淨甚少受到二點葉蟎危害,植株翠綠,新葉伸展順利,植株生長情形良好; HHT 組的



圖八 由下向上噴灑的兩種噴水頻率與高濕度處理後草莓葉片上二點葉蟎卵之數量變化。

Fig. 8. The mean number (\pm SE) of *Tetranychus urticae* eggs per leaf of strawberry plant after two frequencies of sprinkling and high humidity treatments in the greenhouse. (The same supplementary explanation as for Fig. 5.)

草莓植株，葉片有受二點葉蟎危害之白色斑點，雖未發生葉片焦枯的現象、但新葉小、部分葉片佈滿絲線，植株生長不良。

討 論

本試驗期間調查發現在第一項比較不同噴水方向對二點葉蟎族群之影響的試驗處理前採樣，各處理間（向上噴水、向下噴水、對照）的雄蟎數均為 0；但在第二項測試不同噴水頻率處理與提高相對濕度的試驗處理前採樣，各處理間均有發現雄蟎，兩次試驗一樣都是在接種後第 8 日進行採樣，為何試驗處理前調查雄蟎卻有如此差異？可能原因是兩次試驗於不同時間進行，試驗期間溫室環境溫度的差異，造成葉蟎發育速率不同所致，二次試驗期間的平均溫度雖然差異不大，分別為 21~22°C 及 22~23°C，但最低溫分別為 11.5 及 15.8°C，最高溫則分別為 34.4 及 40.6°C。此

情形與以往報告有關溫度對二點葉蟎發育之影響相似，即在相同的平均溫度下，二點葉蟎在變溫的環境下生長的發育期會短於在定溫的環境下生長的發育期，在變溫的環境下二點葉蟎的發育期介於此期間的平均溫度與最高溫之間 (Vangansbeke *et al.*, 2013)。從以往相關研究資料，當二點葉蟎雄蟎在 20~40°C 幾個定溫環境下其發育期約介於 5.8~14.2 日間不等 (Liu, 1987)，而本試驗測試期間溫室環境下溫度的差異可能造成葉蟎發育速率不同，以致影響調查時雄蟎族群的差異。從以往的研究得知二點葉蟎會隨溫度上升，縮短發育期及世代時間不等 (Liu, 1987)。比較試驗一與試驗二對照組的葉蟎數量可發現，在試驗二中的葉蟎各發育期的平均數量均較試驗一為多，可能因試驗二進行期間，平均溫度及最高溫皆比試驗一時為高，因而影響葉蟎的發育和世代時間。因此，在草莓栽培期間若田間溫度升高時，可能有利於二點葉蟎族群的迅速增

表二 由下向上噴灑的兩種噴水頻率與高濕度處理對二點葉蟎不同發育時期之防治效率

Table 2. The control efficacy of two frequencies of 'from the bottom up' sprinkling and high humidity treatments under different development stages of *Tetranychus urticae* on strawberry plants in a greenhouse

Stage	Treatment	Control efficacy (%)			
		Days for treatment			
		7	14	21	28
Adult (male)	BUWST-30 ¹	70.4	81.7	91.0	97.5
	BUWST-60 ²	21.9	65.6	80.1	96.3
	HHT ³	47.0	53.3	78.3	88.5
Adult (female)	BUWST-30	22.7	52.4	85.3	93.1
	BUWST-60	24.8	40.7	84.6	94.7
	HHT	39.4	5.1	60.4	51.5
Immature stage	BUWST-30	29.2	63.6	89.0	95.6
	BUWST-60	55.2	74.2	93.2	96.6
	HHT	24.9	14.5	49.9	71.0
Egg	BUWST-30	74.6	77.7	95.7	94.0
	BUWST-60	55.3	90.2	92.7	95.4
	HHT	34.2	48.3	56.2	65.7
Total	BUWST-30	67.0	75.0	93.6	95.1
	BUWST-60	55.6	82.0	91.8	95.9
	HHT	32.2	35.8	54.3	66.2

¹ BUWST-30 denotes a water sprinkling treatment at a rate of 50 mL per 30 minutes.

² BUWST-60 denotes a water sprinkling treatment at a rate of 50 mL per 60 minutes.

³ HHT denotes a high humidity treatment.

加，對草莓會造成更嚴重的危害，但從試驗二不同噴水頻率的結果，發現下噴方式每 30 或 60 min 的噴水處理均能有效控制二點葉蟎各發育期的密度，顯示利用此方法於田間防治草莓上二點葉蟎極具潛力。

在比較不同噴水方向對二點葉蟎族群之影響的試驗中，可以發現在連續處理至第 21 日，噴水處理組的葉蟎卵、未成熟期蟎、雄蟎及雌蟎數皆較對照組低，並呈顯著差異，由此可知二點葉蟎族群數量會受噴水處理的影響。連續噴水處理會造成葉片的微氣候相對濕度上升，雌蟎在潮濕的環境下產卵量會減少、壽命也有縮短的現象 (Boudreaux, 1958)，因此兩種噴水處理組的二點葉蟎族群數量皆下降。相關的研究發現，二點葉蟎在高濕度的環境下，會表現出避開高濕環境的行為 (Mori

and Chant, 1966)，且活動中的葉蟎易受雨水打落 (Linke, 1953)。向上噴水組直接沖洗葉背，可能使二點葉蟎受水沖刷而自草莓植株上落下，而向下噴水組沖洗葉面，對葉蟎影響相對較小，因此造成向上噴水組的防治效果優於向下噴水組。

在比較噴水頻率與提高相對濕度對二點葉蟎族群之影響的試驗中，經連續處理至第 7 日，各試驗組 (BUWST-30、BUWST-60、HHT 及 CK) 的雌蟎、雄蟎、未成熟期蟎及卵的數量相近並無顯著差異。但連續處理至第 14、21 及 28 日的調查中，卵的數量在對照組和各處理組卻有顯著的差異，對照組卵數持續維持在高密度 (> 450 eggs per leaf)，各處理組卵的數量則從連續處理至第 7 日後開始明顯的下降，平均每一草莓葉片上的卵數與對照組

間呈顯著差異。二種不同頻率的噴水處理組可能因向上噴水過程，擊落雌蟎而影響產卵量 (Linke, 1953)，但提高相對濕度處理者平均每一葉片上的卵數亦與對照組間呈顯著差異，此可能與 Boudreaux (1958) 的研究指出雌蟎在潮濕的環境下產卵量會減少、壽命也會縮短有關，因而使試驗中在高濕度處理下亦能有效減少二點葉蟎之族群數量。而連續處理至第 14 及 28 日之對照組和處理組未成熟期蟎數有顯著的差異，對照組未成熟期蟎數量維持在高密度 (> 250 immature stage mites per leaf)，處理組幼若蟎數則從連續處理至第 14 日後始明顯的下降。Boudreaux (1958) 曾提出，剛孵化的未成熟期蟎，在高濕度的環境下死亡率較高。因此可能在噴水或高濕度處理下，導致其高死亡率，而使未成熟期蟎數沒有明顯的增加。而 BUWST-30、BUWST-60 的未成熟期蟎數皆較 HHT 組低，這可能是因為二點葉蟎在高濕度的環境下，會出現避開高濕環境的行為，且活動期的葉蟎易被水擊落有關 (Linke, 1953; Mori and Chant, 1966)。

在比較不同噴水頻率與提高濕度處理對二點葉蟎族群影響的試驗中，觀察與記錄草莓病害的發生情形，對照組中有數棵草莓植株受到白粉病 (powdery mildew) 侵染，而其他處理則皆無受白粉病侵染的徵狀。有相關草莓白粉病的研究指出，降雨會降低空氣中菌原菌的孢子量，且雨滴沖刷會抑制其菌絲在葉片上生長 (Blanco *et al.*, 2004)。顯示噴水及增加濕度的處理除可有效控制二點葉蟎的族群密度，還可以有效抑制白粉病的發生。在田間，草莓園在下雨後常伴隨著果腐病 (phytophthora fruit rot) 及灰黴病 (graymold rot) 的發生 (Lee *et al.*, 2010)，但於本試驗中噴水處理組中僅零星的植株發生病害，且發生病害的果實皆是直接接觸到土表

的果實，未接觸土表的果實並未發現此等病害的發生。因此，此等噴水處理適合應用在田間以高架離土栽培模式下，減少草莓遭受二點葉蟎的攻擊及白粉病的發生。

噴水及提高相對濕度處理皆可以有有效的防治二點葉蟎，其中又以向上噴水處理的防治效率最高，以向上噴水連續處理至第 21 日後，對二點葉蟎的防治率可大於 90%。利用噴水系統防治二點葉蟎不僅沒有抗藥性問題，且對環境友好，亦沒有藥劑殘留及藥害問題。最重要的是，噴水系統設備取得容易、架設方便，且可定時自動噴施達到防治害蟎之目的。

引用文獻

- Blanco C, de los Santos B, Barrau C, Arroyo FT, Porras M, Romero F. 2004. Relationship among concentrations of *Sphaerotheca macularis* conidia in the air, environmental conditions, and the incidence of powdery mildew in strawberry. *Plant Disease* 88: 878-881.
- Boudreaux HB. 1958. The effect of relative humidity on egg-laying, hatching, and survival in various spider mites. *J Insect Physiol* 2: 65-72.
- Ho CC. 1988. An introduction to the exotic mite pests in Taiwan. *China J Entomol Spec Pub* 2: 155-166. (in Chinese)
- Ho CC. 1997. The correlation between the climate and the happening of the field population of spider mite. In: Tu CC, Yang CM (eds). *Proceedings of the symposium on climatic effects on the occurrence of plant diseases and insects*; 1996 Nov. 29; Taichung, Taiwan:

- Chinese Society of Agrometeorology. pp 141-152. (in Chinese)
- Ho CC, Lo KC, Chen WH.** 1995. Spider mites injurious to economic plants in Taiwan and the toxicity of twelve acaricides to two major species (Acarina: Tetranychidae). *J Agric Res China* 44: 157-165. (in Chinese)
- Lee PR, Yu SW, Lee YH, Yang HC.** 2010. Pest management manual of strawberry. Taichung: Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute. 36 pp. (in Chinese)
- Linke W.** 1953. Investigation of the biology and epidemiology of the common spider mite, *Tetranychus althaeae* v. Hanst. with particular consideration to hops as the host. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer* 6: 181-232.
- Liu TS.** 1987. Effect of temperature on the development of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) in Saudi Arabia. Taichung District Agricultural Research and Extension Station Research Report 14, 15: 71-78.
- Lo KC, Ho CC, Tseng CK.** 1984. An ecological study of spider mite on strawberry in Taiwan. *J Agric Res China* 33: 337-344. (in Chinese)
- Mori H, Chant DA.** 1966. The influence of humidity on the activity of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and its prey, *Tetranychus urticae* (Koch CL) (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Can J Zool* 44: 863-871.
- Vangansbeke D, De Schrijver L, Spranghers T, Audenaert J, Verhoeven R, Nguyen DT, Gobin B, Tirry L, De Clercq P.** 2013. Alternating temperatures affect life table parameters of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and their prey *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Exp Appl Acarol* 61: 285-298.

收件日期：2014年9月2日

接受日期：2014年11月4日

Evaluating the Control Efficacy of Water Sprinkling and High Humidity against *Tetranychus urticae* on Strawberry Plants

Yu-Chun Chiou, and Yi-Yuan Chuang*

Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung City, Taiwan

ABSTRACT

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) is one of the major pests of strawberry plants worldwide. This study evaluated the influence of different water sprinkling treatments, including bottom up water sprinkling treatment (BUWST) and top down water sprinkling treatment (TDWST) against *T. urticae* on the leaves of strawberry plants in greenhouses. The mean numbers of *T. urticae* were 0.9 ± 0.3 and 10.4 ± 2.3 adult females per leaf for BUWST and TDWST, respectively, 21 days post-treatment. There were no significant differences between two treatments. The control efficacy against females, immature stages, and oviposition of *T. urticae* was 98.4, 93.4, and 85.5% for BUWST, and 79.9, 64.8, and 53.4% by TDWST, respectively. The results showed that both water sprinkling treatments reduced the population density of two-spotted spider mites on strawberry plants. We evaluated the influence of the two frequencies of BUWST (sprinkling every 30 min, BUWST-30, and every 60 min, BUWST-60) and high humidity treatment (HHT) with 80% RH on *T. urticae* populations. The results showed that the mean numbers of *T. urticae* were 10.4 ± 1.9 , 11.5 ± 2.5 , 28.1 ± 3.5 , and 70.9 ± 10.7 adult females per leaf using BUWST-30, BUWST-60, HHT, and the untreated control, respectively, 21 days post-treatment. The control efficacies of BUWST-30, BUWST-60, and HHT against female *T. urticae* were 85.3, 84.6, and 60.4%, respectively. There were no significant differences between BUWST-30 and BUWST-60. The results showed that both frequencies of BUWST possessed excellent control efficacy to reduce the population density of two-spotted spider mites on strawberry plants.

Key words: *Tetranychus urticae*, strawberry, water sprinkling treatment, high humidity treatment

* Corresponding email: chuangyiyu@dragon.nchu.edu.tw