

葉施養液對番石榴抗風效果及果實品質之影響

曾宥紘^{1*} 賴文龍² 郭雅紋³ 陳鴻堂⁴

摘要

臺灣農業生產常遇颱風侵襲，風災常導致農作物受損並影響農業經濟。本研究於颱風前行葉面噴施養液以增強樹體強韌性，探討降低果樹災損之可行性。番石榴修剪後於植株之東、西、南、北面選取枝條長度類似之結果枝做為調查標的，颱風來臨前之4月及7月，每7-10天葉面噴施不同養液處理1次，連續噴施3次，共計6次。並調查颱風前後番石榴葉片及果實性狀及元素養分含量。番石榴葉片噴施養液處理可增加葉片厚度，噴施10 mM 硝酸鉀 + 10 mM 磷酸一鉀、15 mM 硫酸鈣及60 mM 磷酸一鉀可增加葉片比葉重，且葉體鉀鈣含量有明顯增加。麥德姆颱風後，未採防風網防護之葉片破損率以施用10 mM 硝酸鉀 + 10 mM 硫酸鈣、15 mM 硫酸鈣及60 mM 磷酸一鉀有顯著降低。番石榴盆栽受風測試結果顯示，葉面噴施15 mM 硫酸鈣及60 mM 磷酸一鉀可顯著減少強風對葉片之傷害。果實糖度及硼含量則以施用10 mM 硝酸鉀 + 10 mM 硫酸鈣 + 10 mM 磷酸一鉀有顯著增加，果粒數以施用10 mM 硝酸鉀 + 10 mM 硫酸鈣 + 10 mM 磷酸一鉀、10 mM 硝酸鉀 + 10 mM 硫酸鈣、10 mM 硫酸鈣 + 10 mM 磷酸一鉀及60 mM 磷酸一鉀有顯著增加。本研究綜合各項分析結果顯示，葉面噴施15 mM 硫酸鈣及60 mM 磷酸一鉀具有做為颱風前果樹營養管理以降低風災對果樹傷害之潛力。

關鍵詞：颱風、葉面施肥、番石榴。

前言

臺灣地處於亞熱帶與熱帶交會地區，四面環海，屬於高溫多濕的海島型氣候，其氣候多變常影響作物生產。例如颱風發生，對農作物經常造成災害而導致重大的損失，此天然災害對園藝作物之生產影響甚劇 (張等人, 2009; 黃, 2010)。番石榴為熱帶及亞熱帶重要經濟果樹，且可於不同生長時期經整枝修剪、疏花、疏果、摘心、施肥及灌溉管理等栽培法以達到周年生長的特性 (陳, 2011)。番石榴的周年生長特性常導致

1 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員 zengyh@tdais.gov.tw。

2 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員 laywe@tdais.gov.tw。

3 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員 kuoyw@tdais.gov.tw。

4 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員 chenhgtg@tdais.gov.tw。

* 通訊作者電子信箱：zengyh@tdais.gov.tw；電話：04-8523101#311。

土壤養分的快速消耗，因此除以土壤施肥管理以提高肥料效率外，搭配葉面施肥以適時補充番石榴的養分需求亦為重要的施肥管理課題。由於葉面施肥可快速補充作物缺乏的養分，且無根部對養分吸收受養分拮抗效應之影響，因此養分利用率高且可減少肥料施用至土壤後流失之優點 (Kittmer *et al.*, 2012)。前人研究指出葉施氮、磷、鉀肥可增加番石榴葉片數及重量 (Al-qurashi, 2005)，而葉施氮、鉀肥可增加番石榴果實產量及品質 (Pal *et al.*, 2008)。鉀離子為植物所需必要養分離子，植物缺少鉀離子將增加其呼吸率及蒸散率並減少光合作用，將導致光合產物的減少，如澱粉及纖維素等，因此植物缺鉀將會影響其莖幹強度 (Kant and Kafkafi, 2002)。鉀離子於植物中參與厚壁細胞之木質化，因此可強化植株莖桿強度並減少其倒伏的發生 (Datta and Mikkelsen, 1985)。鉀離子的補充應具有增強作物抵抗物理傷害之效果。鈣於葉片中可與果膠酸結合而形成果膠酸鈣且為細胞壁中膠層之組成分 (Rahman and Punja, 2009)，因此鈣離子可提高植物細胞壁的強度，進而增強細胞對物理傷害的抵抗力，故而葉施鈣肥具有提高葉片物理傷害之抗性的潛力。前人研究亦提及葉面噴施硝酸鈣可增加番石榴採收後的儲藏時期 (Goutam *et al.*, 2010)。本研究以葉面噴施不同氮、磷、鉀及鈣養液，以瞭解是否可提高番石榴對風災等物理傷害之抗性，並試圖明瞭其對番石榴產量及品質之影響，可作為日後風災前番石榴葉面施肥營養管理之參考。

材料與方法

一、樣區設置及試驗處理

本研究以 8 種處理進行番石榴葉面施肥，包括 (1) 控制組以自來水代替養液作為葉面施肥。(2) 葉施 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀。(3) 葉施 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣。(4) 葉施 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 磷酸一鉀。(5) 葉施 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀。(6) 葉施 60 mM 硝酸鉀。(7) 葉施 15 mM 硫酸鈣。(8) 葉施 60 mM 磷酸一鉀。

田區設置於彰化縣溪洲番石榴產區，以番石榴為試驗果樹，試驗設計採完全逢機區集，8 處理，3 重複，每一處理每一重複 4 株果樹，於當年 4 月及 7 月每 7-10 天葉施養液 3 次，共 6 次。養液施用時期為 2014 年 4 月 30 日、5 月 9 日、5 月 15 日、6 月 26 日、7 月 4 日、7 月 10 日。

二、土壤肥力分析項目

土壤採取表土 0-20 cm，樣品經風乾過篩 (2 mm) 後進行土壤肥力分析，其中土壤 EC 及 pH 值以水：土 1:1 萃取，用電極法測定 (張，1981)。土壤有機質含量採用 Walkley-Black 法測定 (Nelson and Sommers, 1982)。交換性鉀、鈣、鎂以 1 M 中性 (pH 7) 醋酸銨萃取，用熾光分析儀 (Sherwood flam photometer 410) 測土壤交換性鉀含量

(Kundsen *et al.*, 1982)，用感應耦合電漿光譜儀 (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry; ICP-AES, HORIBA JOBIN- YVON ULTIMA 2) 測土壤交換性鈣及鎂含量 (Lanyon and Heald, 1982)。土壤有效性磷以 Bray No.1 方法抽取並用鉬藍法測定 (Olsen and Sommers, 1982)。微量元素經 0.1N 鹽酸萃取 (吳, 2008)，用感應耦合電漿光譜儀測定銅、錳、鋅及鐵含量 (Baker and Suhr, 1982)。

三、防風網處理

颱風來臨前將進行防風網處理，每一重複處理擇半覆蓋防風網。

四、葉片性狀及果實品質調查

分別於植株之東、西、南、北面選取葉面大小及枝條長度類似之結果枝，於颱風災害前後調查其葉面長、寬、厚、葉破損率，及調查全株之著果率，以了解試驗處理對番石榴抵擋颱風災害之效果。比葉重分析於每一植株採取 5 片第 1 次摘心分枝處葉片，每一處理每一區集共採取 20 片葉，總共採取 3 區集之葉片於實驗室進行葉面積分析 (LI-3100C Area Meter) 後，置於 70 °C 烘箱至恆重後，秤取每一葉片之乾葉重。比葉重為乾葉重除以葉面積，並統計各處理之差異。果實性狀調查果粒重、果長、果寬、果肉厚、果肉率、糖度及硬度。

五、植體分析項目

番石榴葉片採樣為選取幼果期結果枝條果粒上方第 1 葉片，葉片樣品先經蒸餾水清洗，再以 70 °C 烘乾磨粉後，經硫酸及雙氧水分解後 (Lowther, 1980)，以微量擴散法測定全氮量 (Keeney and Nelson, 1982)；利用鉬黃法呈色及分光光度計於 420 nm 下比色，測定其磷濃度 (Olsen and Sommers, 1982)；利用熒光分析儀 (Sherwood flam photometer 410)測定其全鉀濃度；利用原子吸收光譜儀 (Hitachi Polarized Zeeman Atomic absorption spectrophotometer Z-5000) 測定其鈣、鎂濃度 (Baker and Suhr, 1982)。微量元素銅、錳、鋅及鐵則以 1 N 鹽酸反應 (Yoshida, 1976)，並以原子吸收光譜儀分析。

六、統計分析

以 Least Significance Difference (LSD) 法進行，相同字母代表無顯著差異 ($p=0.05$)。

結果

一、番石榴葉片性狀調查及風災後葉片破損率

本研究經葉面噴施 6 次養液後，番石榴葉片性狀如表 1 所示，葉片厚度因養液施用明顯增厚，葉片長度及寬度以 15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀處理明顯增加。葉

表 1. 番石榴葉面噴施養液後之葉片性狀調查

Table 1. The guava leaf characteristics after foliar fertilization

Treatment*	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Fruit number	Non-cover treatment Breakdown rate (%)**	Cover treatment Breakdown rate (%)	Specific leaf weight (mg/cm ²)
1	102.8 ^{c***}	51.2 ^b	0.35 ^c	54 ^a	11.10 ^a	15.50 ^{ab}	13.64 ^b
2	105.0 ^{bc}	52.6 ^{ab}	0.40 ^{ab}	57 ^a	10.13 ^{ab}	10.17 ^b	13.84 ^{ab}
3	103.9 ^{bc}	51.6 ^{ab}	0.41 ^{ab}	54 ^a	6.77 ^{bc}	11.96 ^{ab}	14.05 ^{ab}
4	105.5 ^{abc}	53.7 ^{ab}	0.42 ^a	54 ^a	9.77 ^{ab}	10.34 ^b	14.30 ^a
5	104.0 ^{bc}	51.8 ^{ab}	0.41 ^{ab}	62 ^a	7.37 ^{abc}	13.28 ^{ab}	13.59 ^b
6	106.7 ^{abc}	52.9 ^{ab}	0.41 ^{ab}	58 ^a	10.82 ^a	12.88 ^{ab}	13.95 ^{ab}
7	109.6 ^{ab}	53.9 ^a	0.39 ^b	55 ^a	6.54 ^{bc}	18.09 ^a	14.40 ^a
8	111.5 ^a	53.9 ^a	0.41 ^{ab}	52 ^a	5.60 ^c	11.53 ^{ab}	14.37 ^a

* 1.control, 2. 10 mM KNO₃+10 mM CaSO₄+10 mM KH₂PO₄, 3. 10 mM KNO₃+10 mM CaSO₄, 4. 10 mM KNO₃+10 mM KH₂PO₄, 5. 10 mM CaSO₄+10 mM KH₂PO₄, 6. 60 mM KNO₃, 7. 15 mM CaSO₄, 8. 60 mM KH₂PO₄

**Leaf breakdown rate, % after typhoon Matmo.

***Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test).

面噴施 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 磷酸一鉀、15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀可明顯增加比葉重。

本研究發現葉面噴施養液有增長葉片效果，且葉片長度的增加可導致葉片受損率的降低，其相關性如圖 1 所示，推測為葉片長度的增加與葉片比葉重增加有相關性所致，由葉片長與比葉重相關性分析（圖 2），初步得到論證。

麥德姆颱風後未施用防風網處理之葉片破損率以施用 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣、15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀有明顯降低，而施用防風網處理則因為葉片與防風網磨擦而導致葉片破損率較未施用防風網處理為高，且各養液處理與對照組間無顯著差異，另因無法預測颱風於區域中的實際風速，在風速未達某一限值時，防風網處理反而易導致葉片及果實磨擦受損。本研究結果顯示葉面噴施養液 15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀可增加番石榴葉片比葉重，並可減少麥德姆颱風對葉片之損害，具有增強番石榴葉片抗風能力的效果。

二、番石榴盆栽受風測試

番石榴盆栽經 6 次養液處理後，隨機定置於貨車後端，行駛於臺 76 線快速道路，由埔心至埔鹽來回，貨車行駛固定時速為 90 km，平均風速落於 11–22 m/s 之間，最大風速為 18.88–30.65 m/s，達到輕度颱風 17.2 m/s 的標準。盆栽受風後之結果顯示，施用 15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀可顯著降低葉片破損率（表 2）。

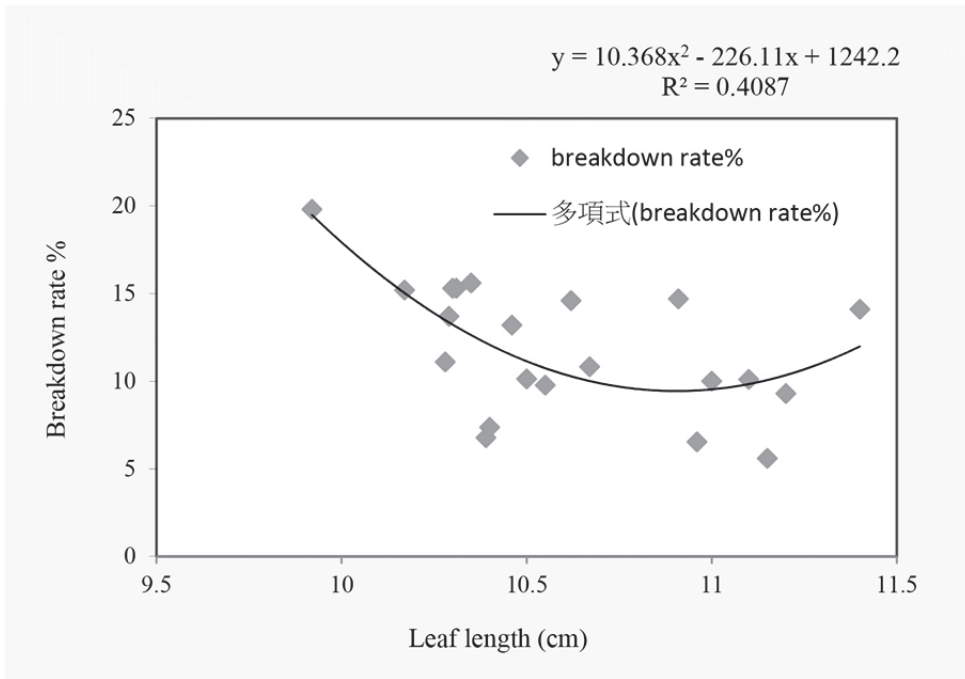


圖 1. 番石榴葉片長與葉片破損率之關係

Fig. 1. The correlation between guava leaf length and leaf breakdown rate (%).

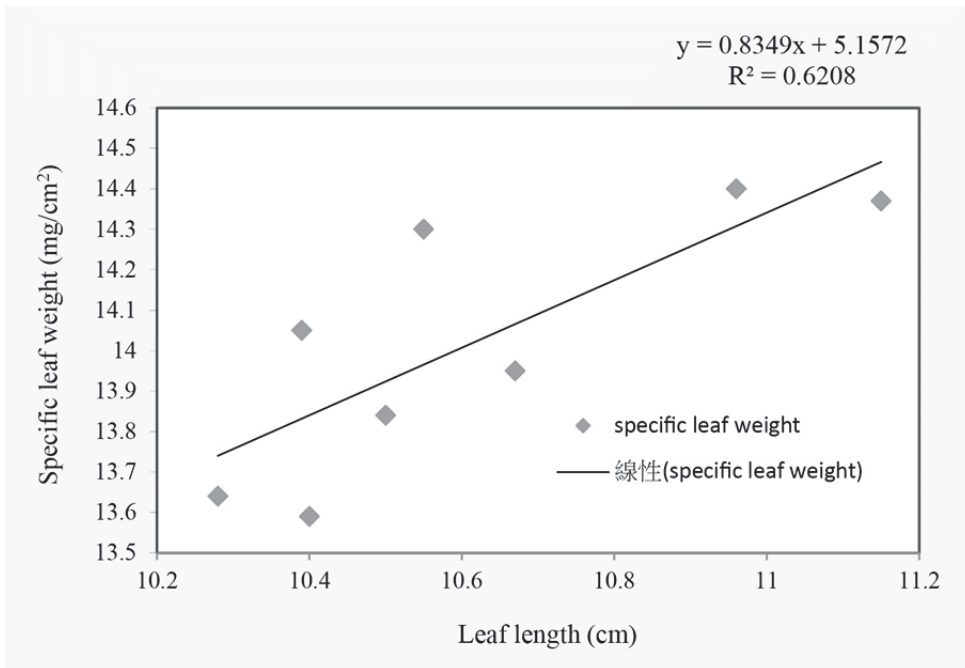


圖 2. 番石榴葉片長與比葉重之關係

Fig. 2. The correlation between guava leaf and specific leaf weight

三、葉片及果實養分分析

番石榴葉片氮含量以施用 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀而顯著降低，葉片磷含量以施用 10 mM 硝酸鉀+磷酸一鉀、15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀顯著增加，葉片鉀含量以施用 60 mM 磷酸一鉀而增加，葉片鈣含量以施用 10 mM 硝酸鉀+磷酸一鉀及 15 mM 硫酸鈣明顯增加，葉片硼含量以施用 60 mM 硝酸鉀而顯著增加，鎂、銅、錳、鋅及鐵含量於各處理無顯著差異 (表 3)。鈣參與植物細胞壁組成，而鉀則與厚壁組織增厚有關，本研究發現葉片比葉重以施用 10 mM 硝酸鉀+磷酸一鉀、15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀有明顯增加，推測與葉片中鈣及鉀含量增加有關。果實養分分析結果顯示以施用 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀可增加果實硼含量外，其他養分含量不因養液處理有顯著差異 (表 4)。

四、果實品質調查

麥德姆颱風後，調查果實品質顯示葉面噴施 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀會些微降低果實重量，而施用 15 mM 硫酸鈣可些微增加果實重量，兩者間達顯著差異。果實長度因施用 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀及 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀而縮短，果肉厚度除施用 15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀無顯著變化外，施用其他五種養液反而導致果肉厚度降低。果實硬度因施用 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀而顯著降低，果實糖度則以施用 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀而增加 (表 5)。番石榴於採收前 27 日果粒數於各處理間無顯著差異，然果實

表 2. 葉施不同養液之番石榴盆栽葉片受損率

Table 2. The leaf breakdown rate (%) of guava pot after different foliar fertilization

Treatment	Leaf breakdown rate %	
	(one way)	(two way)
1 (water)	34.42 ^{ab**}	44.05 ^{ab}
2 (10 mM KNO ₃ +CaSO ₄ +KH ₂ PO ₄)	31.32 ^{ab}	35.94 ^{bcd}
3 (10 mM KNO ₃ +CaSO ₄)	31.89 ^{ab}	35.67 ^{bcd}
4 (10 mM KNO ₃ +KH ₂ PO ₄)	25.59 ^{abc}	38.53 ^{abc}
5 (10 mM CaSO ₄ +KH ₂ PO ₄)	35.81 ^a	51.01 ^a
6 (60 mM KNO ₃)	24.86 ^{bc}	33.28 ^{bcd}
7 (15 mM CaSO ₄)	16.87 ^c	30.86 ^{cd}
8 (60 mM KH ₂ PO ₄)	19.52 ^c	24.61 ^d

*The leaf breakdown rate of guava pot was analyzed by truck travel from interchange Puhsin to Puyan and return in fast road line 76

** Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test).

表 3. 番石榴葉面施用不同養液後之葉片養分含量

Table 3. The elemental nutrient contents of guava leaf after applying different foliar fertilizer

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	B
	g/Kg					mg/Kg				
1 (water)	11.4 ^{a*}	1.5 ^c	7.3 ^{bcd}	19.8 ^c	3.7 ^a	10.7 ^a	117 ^a	21 ^a	201 ^a	32 ^b
2 (10 mM KNO ₃ +CaSO ₄ +KH ₂ PO ₄)	9.77 ^b	1.6 ^{bc}	6.5 ^d	20.4 ^{abc}	3.8 ^a	12.0 ^a	143 ^a	21 ^a	242 ^a	34 ^b
3 (10 mM KNO ₃ +CaSO ₄)	10.5 ^{ab}	1.5 ^c	7.1 ^{bcd}	19.5 ^c	3.6 ^a	10.3 ^a	118 ^a	19 ^a	212 ^a	32 ^b
4 (10 mM KNO ₃ +KH ₂ PO ₄)	11.0 ^{ab}	1.8 ^{ab}	6.8 ^{cd}	21.5 ^{ab}	3.9 ^a	13.7 ^a	121 ^a	21 ^a	203 ^a	34 ^{ab}
5 (10 mM CaSO ₄ +KH ₂ PO ₄)	10.7 ^{ab}	1.5 ^c	8.4 ^{ab}	19.1 ^c	3.4 ^a	9.7 ^a	140 ^a	20 ^a	225 ^a	34 ^{ab}
6 (60 mM KNO ₃)	10.7 ^{ab}	1.4 ^c	7.9 ^{abc}	20.6 ^{abc}	3.8 ^a	10.0 ^a	123 ^a	19 ^a	259 ^a	38 ^a
7 (15 mM CaSO ₄)	10.5 ^{ab}	1.8 ^{ab}	7.1 ^{bcd}	21.6 ^a	3.9 ^a	12.0 ^a	125 ^a	19 ^a	196 ^a	34 ^b
8 (60 mM KH ₂ PO ₄)	9.9 ^{ab}	2.0 ^a	8.9 ^a	19.8 ^{bc}	3.9 ^a	10.7 ^a	125 ^a	21 ^a	244 ^a	35 ^{ab}

* Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test).

表 4. 番石榴葉面施用不同養液後之果實養分含量

Table 4. The elemental nutrient contents of guava fruit after applying different foliar fertilizer

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	B
	g/Kg					mg/Kg				
1 (water)	9.57 ^{a*}	1.8 ^a	20.6 ^a	2.7 ^a	1.4 ^a	7.0 ^a	9.0 ^a	11 ^a	32 ^a	8.0 ^b
2 (10 mM KNO ₃ +CaSO ₄ +KH ₂ PO ₄)	10.07 ^a	1.8 ^a	21.1 ^a	2.5 ^a	1.3 ^a	7.3 ^a	8.0 ^a	12 ^a	30 ^a	10.1 ^a
3 (10 mM KNO ₃ +CaSO ₄)	10.17 ^a	1.8 ^a	21.9 ^a	2.0 ^a	1.2 ^a	5.7 ^a	7.3 ^a	12 ^a	31 ^a	9.5 ^{ab}
4 (10 mM KNO ₃ +KH ₂ PO ₄)	11.0 ^a	1.9 ^a	23.3 ^a	2.5 ^a	1.3 ^a	6.3 ^a	7.0 ^a	13 ^a	32 ^a	9.7 ^{ab}
5 (10 mM CaSO ₄ +KH ₂ PO ₄)	10.0 ^a	1.6 ^a	20.9 ^a	2.4 ^a	1.2 ^a	5.0 ^a	7.0 ^a	11 ^a	28 ^a	9.6 ^{ab}
6 (60 mM KNO ₃)	10.97 ^a	1.9 ^a	23.7 ^a	2.8 ^a	1.4 ^a	5.3 ^a	7.3 ^a	12 ^a	29 ^a	8.7 ^{ab}
7 (15 mM CaSO ₄)	10.63 ^a	2.0 ^a	23.4 ^a	2.2 ^a	1.4 ^a	5.7 ^a	7.3 ^a	13 ^a	29 ^a	8.9 ^{ab}
8 (60 mM KH ₂ PO ₄)	12.03 ^a	2.0 ^a	26.0 ^a	2.7 ^a	1.4 ^a	5.7 ^a	8.0 ^a	13 ^a	30 ^a	9.4 ^{ab}

* Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test).

表 5. 番石榴果實性狀調查

Table 5. The characteristics of guava fruit after different foliar treatments

Treatment*	Weight (g)	Length (cm)	Width (cm)	Pulp thickness (cm)	sugar content upper part (°Brix)	Sugar content middle part (°Brix)	Sugar content down part (°Brix)	Pulp Weight (g)	Hardness (kg cm ⁻²)	Pulp percentage (%)	Fruit number
1	372.5 ^{ab**}	9.49 ^a	8.83 ^a	2.15 ^a	7.38 ^b	9.11 ^b	10.44 ^c	298.8 ^a	6.1139 ^a	80.4 ^a	91.8 ^c
2	365.8 ^{ab}	8.97 ^b	8.72 ^a	1.97 ^{bc}	7.75 ^{ab}	10.06 ^a	11.91 ^a	289.5 ^a	5.5528 ^{ab}	79.3 ^a	130 ^a
3	366.4 ^{ab}	9.24 ^{ab}	8.57 ^a	1.87 ^{cd}	7.77 ^{ab}	9.41 ^{ab}	10.65 ^{bc}	294.3 ^a	5.8069 ^{ab}	80.5 ^a	125 ^a
4	362.3 ^{ab}	9.27 ^{ab}	8.59 ^a	1.87 ^{cd}	7.37 ^b	9.48 ^{ab}	11.12 ^{abc}	290.6 ^a	5.8347 ^{ab}	80.4 ^a	103 ^{bc}
5	347.3 ^b	8.97 ^b	8.55 ^a	1.76 ^d	7.71 ^{ab}	9.92 ^{ab}	11.73 ^a	278.2 ^a	5.3681 ^b	80.1 ^a	116 ^{ab}
6	374.9 ^{ab}	9.41 ^{ab}	8.71 ^a	1.82 ^{cd}	7.52 ^{ab}	9.86 ^{ab}	11.60 ^{ab}	299.0 ^a	5.6602 ^{ab}	80.0 ^a	111 ^{abc}
7	386.4 ^a	9.63 ^a	8.79 ^a	2.13 ^{ab}	7.79 ^{ab}	9.61 ^{ab}	11.17 ^{abc}	305.1 ^a	5.7208 ^{ab}	79.0 ^a	112 ^{abc}
8	352.7 ^{ab}	9.35 ^{ab}	8.58 ^a	2.10 ^{ab}	8.05 ^a	9.81 ^{ab}	11.18 ^{abc}	278.9 ^a	5.4986 ^{ab}	79.1 ^a	118 ^{ab}

*1. control, 2. 10 mM KNO₃+10 mM CaSO₄+10 mM KH₂PO₄, 3. 10 mM KNO₃+10 mM CaSO₄, 4. 10 mM KNO₃+10 mM KH₂PO₄, 5. 10 mM CaSO₄+10 mM KH₂PO₄, 6. 60 mM KNO₃, 7. 15 mM CaSO₄, 8. 60 mM KH₂PO₄

** Significant in comparison with control at P = 0.05 (LSD test).

採收日之果粒數以施用 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀、10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣、10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀及 60 mM 磷酸一鉀較對照組有顯著增加 (表 5)。

討論

前人研究提及樹木生長於迎風帶將導致其葉片型態的轉變，在迎風帶的生長環境中其葉片厚度將會增加 (Armbrust and Retta, 2000)，顯示葉片厚度的增加可減少風對葉片所造成的物理傷害。本研究之葉面養液處理皆有增厚葉片之效果，應具有減少葉片遭受風害之效果；此外前人研究提及比葉重亦為評估葉片抵抗風害之指標，其值越大則抗風效果越佳 (郭與李，2003)，葉面噴施 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 磷酸一鉀、15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀可明顯增加比葉重。植體抵禦物理傷害之能力與其鉀、鈣含量有顯著相關，如 Li 等人曾以氯化鈣噴施於芍藥後，發現可增加芍藥莖部鈣、木質素、纖維素及半纖維素含量，且需更大外力作用方能將其折斷，結果顯示鈣離子的作用有增強植體強度的效果 (Li *et al.*, 2012)。鉀離子於植物中參與厚壁細胞之木質化，因此可強化植株莖桿強度並減少其倒伏的發生 (Datta and Mikkelsen, 1985)。本研究發現番石榴葉片鈣、鉀含量增加而導致比葉重的增加，推測有助於番石榴植體強度的提升。此外，前人研究提及葉面施肥會刺激作物根對土壤養分吸收的增加 (Kannan, 2010)，本研究葉片硼含量因施用 60 mM 硝酸鉀而增加，可能為根對硼吸收增加所致。麥德姆颱風後葉片破損率以施用 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣、15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀有明顯降低。盆栽受風測試結果顯示以噴施 15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀

可減少強風對葉片之傷害，總結葉片厚度、比葉重、盆栽及田間受風測試，結果顯示 15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀具有增強番石榴葉片抗風能力的效果。番石榴因葉面噴施 10 mM 硝酸鉀+10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀、10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣、10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀及 60 mM 磷酸一鉀可顯著增加果粒數，前人研究指出番石榴枝條強剪後，葉面噴施 4%硝酸鉀可顯著增加新梢數、花苞數、著果率及產量 (Shaban and Haseeb, 2009)，顯示強剪後提供葉面養分補充，有助於整期作果實生產，本試區番石榴亦採強剪模式以求高產，經本研究於強剪後葉面噴施硝酸鉀等養液，可增加果粒數，有增產效果，與前人研究相符。本研究結果顯示葉面噴施養液可應用於颱風來臨前增強番石榴抵禦風災之潛力，並可補充強剪高產栽培模式之番石榴營養需求，不論颱風來臨與否，皆具施用功效之葉面營養管理技術。

參考文獻

- 吳正宗。2008。微量要素。土壤與肥料分析手冊 (一)。土壤化學性質分析。台中市:中華土壤肥料學會編印 67-69。
- 張致盛、陳怡靜、張林仁。2009。臺灣果樹農業氣象災害與因應策略。作物、環境與生物資訊。6:61-71。
- 張愛華。1981。本省現行土壤測定方法。作物需肥診斷。台灣農業試驗所特刊 13 號。台中：農業試驗所。9-26。
- 陳鴻堂。2011。番石榴肥培技術之研究。番石榴栽培技術與經營管理研討會論文集。彰化縣：行政院農委會臺中區農業改良場。113-125。
- 郭耀綸、李彥屏。2003。臺灣南部南仁山迎風與背風分布樹種葉片耐脫水性能力。台灣林業科學。18(4):283-292。
- 黃子彬。2010。全球氣候變遷對台灣果樹產業之影響與因應對策。宜蘭地區果樹產業發展研討會專刊。花蓮縣:行政院農委會花蓮區農業改良場。1-25。
- Al-qurashi, A. D. S. 2005. The effect of foliar fertilization of NPK on early growth and nutrient concentrations of guava (*Psidium guajava* L.) plants. Assuit Journal of Agricultural Sciences. 36:121-128.
- Armbrust, D. V. and Retta, A. 2000. Wind and sandblast to growing vegetation. Annals of Arid Zone. 39:273-284.
- Baker, D. E., and Suhr, Norman H. 1982. Atomic absorption and flame emission spectrometry. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties (methods of soil analysis 2). 13-27.
- Datta, S. K. & Mikkelsen, D. S. 1985. Potassium nutrition of rice. In: Munson, R. D. (eds.). Potassium in agriculture (potassium in agriculture). ASA. Madison. Wisconsin. USA.
- Goutam, M., Dhaliwal, H. S. and Mahajan, B. V. 2010. Effect of pre-harvest calcium sprays on post-harvest life of winter guava (*Psidium guajava* L.). Journal of Food Science and Technology. 47(5):501-506.

- Kannan, S. 2010. Foliar fertilization for sustainable crop production.p.371–402. In: Lichtfouse, E. (eds.). Sustainable agriculture reviews, 1. Genetic Engineering, Biofertilization, Soil quality and Organic Farming.
- Kannan, S. 2010. Foliar fertilization for sustainable crop production Genetic engineering, biofertilisation, soil quality and organic farming.Springer.371–402
- Kant S.and Kafkafi, U.2002. Potassium and abiotic stresses in plants.In: Pasricha N. S. &S. K. Bansal. (eds.). Potassium for sustainable crop production. Potash Institute of India.Gurgaon. 233–251.
- Keeney, D. R, and Nelson, D W. 1982. Nitrogen-inorganic forms. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties (methodsofsoilan2). 643-698.
- Kittmer, D., Drach, M., Vosskamp, R.,Trenkel, M. E.,Gutser, R.andSteffens, G. 2012andFertilizers, 2.Types.p.199–246. In: Gerhartz, W., Y.S. Yamamoto, F.T. Campbell, R. Pfefferkom, J.F. Rounsaville (eds.). Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry, John Wiley and Sons, New York.
- Kundsén, D., Peterson, G. A.andPartt, P. F. 1982. Lithium, Sodium and Potassium.p.225–246. In: Page, A. L. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2.2nd edition. ASA. Madison. Wisconsin. USA.
- Lanyon, L. E. and Heald, W. R. 1982. Magnesium, Calcium, Strontium, and Barium.p.247–262. In: Page, A. L. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2.2nd edition. ASA. Madison. Wisconsin. USA.
- Li, C. Z., Tao, J., Zaho, D., You, C.andGe, J. 2012. Effect of Calcium Sprays on Mechanical Strength and Cell Wall Fractions of Herbaceous Peony (*PaeoniaLactiflora* Pall.) Inflorescence Stems. International Journal of Molecular Sciences. 13:4704–4713.
- Lowther, J. R. 1980. Use of single sulfuric acid hydrogen peroxide digest for the analysis of Pinusradiata, needles.CommunicationsinSoil Science and Plant Analysis.11:175–188.
- Nelson. D. W. andSommers, L. E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter, p.539–579. In: Page, A. L. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. ASA. Madison. Wisconsin. USA.
- Olsen, S. R. andSommers, L. E. 1982. Phosphorus. p.403–430. In: Page, A. L. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. ASA. Madison. Wisconsin. USA.
- Pal, A.,Pathak, R. K.,Pal, K.andSingh, T. 2008. Effect of foliar application of nutrients on yield and quality of Guava (*Psidiumguajava* L.) fruits cv. sardar. Progressive Research, 3(1):89–90.
- Rahman, M. and Punja, Z. K. 2009. Calcium and plant disease. p.57–78. In: Datnoff, L. E., W. H. Elmer, and D.M. Huber (eds.). Mineral Nutrient and Plant Disease.
- Shaban, A. E. A. andHaseeb, G. M. M. 2009. Effect of pruning severity and spraying some chemical substances on growth and fruiting of guava trees. Journal of Agricultural and Environmental Sciences.5:825–831.
- Yoshida, S., Forno, D. A., Cock, J. H. and Gomez, K. A. 1976. Procedures for routine analysis of zinc, copper, manganese, calcium, magnesium, potassium, and sodium by atomic absorption spectrophotometry and flame photometry. p.27–34. In: Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock and K. A. Gomez (eds.). Laboratory manual for physiological studies of rice. IRRI. Philippines.

Influence of Foliar Application on the Wind Resistance and Fruit Quality of Guava

You-Hong Zeng^{1*}, Wen-Lung Lay, Ya-Wen Kuo, and Hong-Tang Chen⁴

Abstract

Typhoons often damage crops and then influence agricultural economy in Taiwan. In this study, foliar application on fruit trees before typhoon season would be implemented for increasing strength of fruit trees and clarifies the possibility of foliar application on decrease fruit trees damage by typhoons. The four new born and similar branches respectively in the east, west, south and north aspect of the guava tree would be labeled for investigation after severe pruning. Foliar application was applied once every 7–10 days and continuous three times respectively in April and July before typhoon and then investigation of the horticultural characteristics and elemental contents of leaf and fruit before and after typhoon. The guava leaf thickness was significantly increased after spaying nutrient solutions by comparison with spaying water. The specific leaf weight was increased by foliar application of 10 mM KNO₃ combined with KH₂PO₄, 15 mM CaSO₄ and 60 mM KH₂PO₄. After typhoon Matmo, the leaf breakdown rates were significantly decreased by applying 10 mM KNO₃ combined with 10 mM CaSO₄, 15 mM CaSO₄ and 60 mM KH₂PO₄ in non-windbreak net covered field. Foliar application of the 15 mM CaSO₄ and 60 mM KH₂PO₄ can decrease leaf breakdown rate of guava pot after exposure to wind. The total soluble solids and boron content of guava fruits were increased by applying 10 mM KNO₃+10 mM CaSO₄+10 mM KH₂PO₄. Fruit number was significantly increased by spaying the 10 mM KNO₃+10 mM CaSO₄+10 mM KH₂PO₄, 10 mM KNO₃+10 mM CaSO₄, 10 mM CaSO₄+10 mM KH₂PO₄ and 60 mM KH₂PO₄. The study results showed the foliar application of 15 mM CaSO₄ and 60 mM KH₂PO₄ would be high applied potential in decrease typhoon damage on fruit tree.

Keywords: Typhoon, Foliar Application, Guava.

1 Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan. zengyh@tdais.gov.tw.

2 Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan. laywe@tdais.gov.tw.

3 Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan. kuoyw@tdais.gov.tw.

4 Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan. chenhtg@tdais.gov.tw.

* Corresponding Author, Email: zengyh@tdais.gov.tw; Tel: 04-8523101#311.