

葉部噴施養液對番石榴抗風能力及果實品質之影響

曾宥紘、賴文龍、郭雅紋、陳鴻堂

摘要

102年研究顯示葉面噴施10 mM 硝酸鉀、氯化鉀及硫酸鉀可顯著增加葉片長度，而施用10 mM 硫酸鈣可增加番石榴葉片厚度。番石榴葉面噴施10 mM 磷酸一鉀、硝酸鉀、硝酸鈣、硫酸鉀、硫酸鈣、氯化鉀及氯化鈣，皆可降低蘇力颱風對番石榴葉片之損害，其中以施用硫酸鉀及磷酸一鉀效果最佳。蘇力颱風後果實性狀調查顯示，養液處理之果肉厚度皆明顯降低，果實硬度除施用磷酸一鉀及氯化鈣外，其他養液處理皆會降低果實硬度，果實糖度以施用10 mM 硫酸鈣有些微增加而施用10 mM 硝酸鉀而降低，果粒數以施用硝酸鉀最高，而施用氯化鉀及氯化鈣則降低，彼此間達顯著差異。103年研究結果顯示，葉片長度及寬度以施用15 mM 硫酸鈣及60 mM 磷酸一鉀有顯著增加，而葉片厚度則以7種養液施用皆有增厚效果。番石榴葉面噴施10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 磷酸一鉀、15 mM 硫酸鈣及60 mM 磷酸一鉀可增加葉片比葉重，且施用60 mM 磷酸一鉀可增加葉鉀含量，而施用10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 磷酸一鉀及15 mM 硫酸鈣可增加葉鈣含量。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 磷酸一鉀有顯著降低，而施用防風網處理則葉片破損率較未施用者高，且各處理與對照相比無顯著差異。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損害。麥德姆颱風後果實性狀調查顯示果實重量以施用10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀有些微減少，而施用15 mM 硫酸鈣有些微增加，果肉厚度除施用15 mM 硫酸鈣及60 mM 磷酸一鉀外，其餘5種養液施用皆會明顯降低其厚度，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。本研究經由田間試驗、盆栽受風測試及比葉重分析結果，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預防風災對其損害之潛力。



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^(1,2)。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⁽³⁾。番石榴的周年生長特性常導致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⁽⁵⁾。前人研究指出葉施氮、磷、鉀肥可增加番石榴葉片數及重量⁽⁶⁾，而葉施氮、鉀肥可增加番石榴果實產量及品質⁽⁷⁾。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⁽⁸⁾。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⁽⁹⁾。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⁽¹⁰⁾，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。前人研究亦提及硝酸鈣的葉面施用可增加番石榴採收後的儲藏時期⁽¹¹⁾。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。

內 容

一、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，102年度試驗之葉部噴施養液處理為(1)控制組以自來水代替養液作為葉面施肥。(2)10 mM 磷酸一鉀。(3)10 mM 硝酸鉀。(4)10 mM 氯化鉀。(5)10 mM 硫酸鉀。(6)10mM 硝酸鈣。(7)10 mM 氯化鈣。(8)10 mM 硫酸鈣。103年度試驗之養液處理為(1)控制組以自來水代替養液作為葉面施肥。(2)10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀。(3)10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣。(4)10

mM 硝酸鉀+ 10 mM 磷酸一鉀。(5)10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀。
(6)60mM 硝酸鉀。(7)15 mM 硫酸鈣。(8)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天葉部噴施養液3次，共6次。

(二) 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、葉數、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。

二、結果

(一) 番石榴葉片性狀調查及風災後葉片破損率

102年研究結果顯示葉面噴施6次養液具有增加番石榴葉片厚度之趨勢，其中以施用硫酸鈣具有顯著增厚效果。蘇力颱風後之葉片受損率則以養液處理組優於對照組且達顯著差異，其中以硫酸鉀及磷酸一鉀具有最佳的效果(表一)。103年葉面噴施6次養液後，番石榴葉片性狀如表二所示，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。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⁽⁴⁾，本研究經葉面噴施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，且施用60 mM 磷酸一鉀可增加葉鉀含量，而施用10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 磷酸一鉀及15 mM 硫酸鈣可增加葉鈣含量。結果顯示此3種養液具有於風災前葉面施用以減少風害的潛力。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，顯示區域風速未達某一極值，覆蓋防風網之抗風效果有限。葉片噴施養液處理之番石榴盆栽，經定置於貨車後方，行經76



線道，由埔心至埔鹽來回測定葉片破損率，結果顯示以葉片噴施養液15 mM 硫酸鈣及60 mM 磷酸一鉀可顯著降低葉片破損率，綜上所述，本研究之葉片厚度、比葉重、盆栽與田間試驗結果，皆以施用15 mM 硫酸鈣及60 mM 磷酸一鉀可減少強風對葉片之傷害。

表一、102年葉片噴施養液後番石榴葉片性狀調查

Table 1. Investigation of guava leaf characteristics after foliar application in 2013

Treatment	Length (cm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Leaf breakdown rate* (%)
Control	9.92 ^{c**}	5.03 ^a	0.325 ^b	19.8 ^a
KH ₂ PO ₄	10.29 ^{bc}	5.38 ^a	0.328 ^b	13.7 ^c
KNO ₃	10.62 ^{ab}	5.53 ^a	0.340 ^{ab}	14.6 ^{bc}
KCl	10.91 ^a	5.59 ^a	0.328 ^b	14.7 ^{bc}
K ₂ SO ₄	10.46 ^{ab}	5.51 ^a	0.333 ^{ab}	13.2 ^c
Ca(NO ₃) ₂	10.35 ^{bc}	5.37 ^a	0.330 ^{ab}	15.6 ^b
CaCl ₂	10.31 ^{bc}	5.36 ^a	0.343 ^{ab}	15.3 ^b
CaSO ₄	10.17 ^c	5.43 ^a	0.350 ^a	15.2 ^b

* Leaf breakdown rate, % after typhoon Soulik.

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

表二、103年葉片噴施養液後番石榴葉片性狀調查

Table 2. Investigation of guava leaf characteristics after foliar application in 2014

Treatment	Length (cm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Non-cover treatment leafbreakdown rate* (%)	Cover treatment leaf breakdown rate* (%)	Specific leaf weight (mg/cm ²)
1 (water)	10.28 ^{c**}	51.2 ^b	0.35 ^c	11.10 ^a	15.50 ^{ab}	13.64 ^b
2 (10 mM KNO ₃ +CaSO ₄ +KH ₂ PO ₄)	10.50 ^{bc}	52.6 ^{ab}	0.40 ^{ab}	10.13 ^{ab}	10.17 ^b	13.84 ^{ab}
3 (10 mM KNO ₃ +CaSO ₄)	10.39 ^{bc}	51.6 ^{ab}	0.41 ^{ab}	6.77 ^{bc}	11.96 ^{ab}	14.05 ^{ab}
4 (10 mM KNO ₃ +KH ₂ PO ₄)	10.55 ^{abc}	53.7 ^{ab}	0.42 ^a	9.77 ^{ab}	10.34 ^b	14.30 ^a
5 (10 mM CaSO ₄ +KH ₂ PO ₄)	10.40 ^{bc}	51.8 ^{ab}	0.41 ^{ab}	7.37 ^{abc}	13.28 ^{ab}	13.59 ^b
6 (60 mM KNO ₃)	10.67 ^{abc}	52.9 ^{ab}	0.41 ^{ab}	10.82 ^a	12.88 ^{ab}	13.95 ^{ab}
7 (15 mM CaSO ₄)	10.96 ^{ab}	53.9 ^a	0.39 ^b	6.54 ^{bc}	18.09 ^a	14.40 ^a
8 (60 mM KH ₂ PO ₄)	11.15 ^a	53.9 ^a	0.41 ^{ab}	5.60 ^c	11.53 ^{ab}	14.37 ^a

* Leaf breakdown rate, % after typhoon Matmo.

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

(二) 果實品質調查

102年研究顯示葉片噴施養液對番石榴果實長、寬、重、果肉厚、果肉重及果肉率皆無顯著影響，果實糖度以施用硫酸鈣有些微增加，果實硬度則除施用磷酸一鉀及氯化鈣外，其他6種養液施用皆會降低果實硬度，果粒數以施用硝酸鉀達最多，而施用氯化鉀及氯化鈣會些微降低果粒數，彼此間達顯著差異(表三)。103年麥德姆颱風後，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 磷酸一鉀無顯著差異外，施用其他五種養液會導致果肉厚度降低。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，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(表四)。

表三、102年葉面噴施養液對番石榴果實品質之影響

Table 3. The influence of foliar application on guava fruit quality in 2013

Treatment	Weight (g)	Length (cm)	Width (cm)	Pulp thickness (cm)	Sugar content (° Brix)	Pulp Weight (g)	Hardness (kg cm ⁻²)	Pulp percentage (%)	Fruit number per plant
Control	390.8 ^{a*}	8.37 ^a	8.92 ^a	1.908 ^a	8.38 ^{ab}	298.8 ^a	5.85 ^a	76.55 ^a	141 ^{ab}
KH ₂ PO ₄	382.0 ^a	8.19 ^a	8.92 ^a	1.793 ^b	8.56 ^{ab}	291.0 ^a	5.68 ^{ab}	76.30 ^a	151 ^{ab}
KNO ₃	394.6 ^a	8.17 ^a	9.03 ^a	1.758 ^b	8.29 ^b	299.5 ^a	5.38 ^{bc}	75.35 ^a	153 ^a
KCl	384.6 ^a	8.12 ^a	8.96 ^a	1.758 ^b	8.47 ^{ab}	293.0 ^a	5.45 ^{bc}	76.28 ^a	130 ^b
K ₂ SO ₄	387.9 ^a	8.27 ^a	8.98 ^a	1.730 ^b	8.15 ^b	302.7 ^a	5.16 ^c	77.95 ^a	149 ^{ab}
Ca(NO ₃) ₂	386.2 ^a	8.19 ^a	8.94 ^a	1.715 ^b	8.26 ^b	299.6 ^a	5.48 ^{bc}	77.68 ^a	146 ^{ab}
CaCl ₂	397.1 ^a	8.30 ^a	9.00 ^a	1.705 ^b	8.53 ^{ab}	308.4 ^a	5.57 ^{ab}	77.63 ^a	133 ^b
CaSO ₄	382.9 ^a	8.24 ^a	8.93 ^a	1.693 ^b	8.64 ^a	297.2 ^a	5.35 ^{bc}	77.58 ^a	145 ^{ab}

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



表四、103年葉面噴施養液對番石榴果實品質之影響

Table 4. The influence of foliar application on guava fruit quality in 2014

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 per plant
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	6.11 ^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	5.55 ^{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	5.81 ^{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	5.83 ^{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	5.37 ^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	5.66 ^{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	5.72 ^{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	5.50 ^{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).

結 語

本研究結果顯示颱風前葉部噴施養液可減少颱風後葉片受損率，其中經由葉片厚度、比葉重分析、盆栽及田間受風後之葉片受損率調查，顯示以 15 mM 硫酸鈣及 60 mM 磷酸一鉀，具有應用於颱風災害前提高果樹抗風能力之潛力。果實糖度以施用 10 mM 硝酸鉀+ 10 mM 硫酸鈣+ 10 mM 磷酸一鉀有顯著增加，果粒數則以施用 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，番石榴葉面噴施養液可做為提高其抗風能力，並應用於適時補充高產栽培模式之營養需求。

參考文獻

1. 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。
2. 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 p.1-25。
3. 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行政院農委會臺中區農業改良場 p.113-125。



4. 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。
5. Kittmer, D., M. Drach, R. Vosskamp, M. E. Trenkel, R. Gutser and G. Steffens. 2012. Fertilizers, 2. Types. 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 p.199-246.
6. 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. Assiut. J. Agri. Sci. 36:121-128.
7. Pal, A., R. K. Pathak, K. Pal and T. Singh. 2008. Effect of foliar application of nutrients on yield and quality of Guava (*Psidium guajava* L.) fruits cv. sardar. Prog. Res. 3(1):89-90.
8. Kant S. and U. Kafkafi. 2002. Potassium and abiotic stresses in plants. P.233-251. In: Pasricha N. S. and S. K. Bansal (eds.). Potassium for sustainable crop production. Potash Institute of India. Gurgaon.
9. Datta, S. K. and D. S. Mikkelsen. 1985. Potassium nutrition of rice. In: Munson, R. D. (eds.). Potassium in agriculture. ASA, Madison, Wisconsin. USA.
10. Rahman, M. and Z. K. Punja. 2009. Calcium and plant disease. In: Datnoff, L. E., W.H. Elmer, and D.M. Huber (eds.). Mineral Nutrient and Plant Disease. p.57-78.
11. Goutam, M., H. S. Dhaliwal and B.V. Mahajan. 2010. Effect of pre-harvest calcium sprays on post-harvest life of winter guava (*Psidium guajava* L.). J. Food Sci. Technol. 47(5):501-6.