不同鉀肥種類與其施用量對文旦柚品質及產量之影響[1]

江國忠[2]

摘要

為探討硝酸鉀、硫酸鉀、氯化鉀與其施用量對文旦柚果實品質及產量之影響，於八十四年度在東部地區文旦柚主要產地之花蓮縣瑞穗鄉八年生果園進行試驗。結果顯示，在果實品質方面，果汁量每年以施用硫酸鉀每株 0.6kg（含氧化鉀 0.3kg）者之 156cc 為最高，施用氯化鉀每株 0.5kg（含氧化鉀 0.3kg）者次之，而以施用硝酸鉀每株 0.9kg（含氧化鉀 0.3kg）者之 121cc 為最低, 糖度以每年施用硫酸鉀每株 0.6kg 者之 12.4Brix 為最高, 施用量為每株 1.2kg 者次之，而以施用氯化鉀每株 1kg（含氧化鉀 0.6kg）者之 9.8Brix 為最低，各處理間酸度含量之差異不顯著；在果實產量方面，以施用硫酸鉀每年每株 0.6kg 者之 46.3kg 為最高，施用量為每株 1.2kg 者次之，而以施用硝酸鉀每株 0.9kg 者之 35.1kg 為最低。綜合本試驗之果實產量與品質而論，文旦柚施用鉀肥種類與其施用量，以硫酸鉀每年每株 0.6kg 之處理較佳。

（關鍵字：鉀肥種類、施用量、文旦柚、產量、品質）

1.花蓮區農業改良場研究報告第 135 號，本試驗部份經費承行政院農業委員會（計畫編號：84 科技－2.5－糧－14(1－5)）補助，謹此致謝。

2.作物環境課助理。

前言

花蓮縣文旦柚種植面積為全省之冠，可見文旦柚為花蓮地區最重要之經濟果樹（林與陳 1992；農林廳 1996），對於文旦柚品質與產量是否受鉀肥種類與其施用量之影響，目前尚少人研究，故本研究擬究明不同鉀肥種類與其施用量對文旦柚產量及品質之影響，以求合理且有效的施用鉀肥並提高文旦柚的經濟效益。

鉀是植物生長發育所必需的營養元素, 是高等植物體內分佈最多的金屬元素（諶 1971），尤其以果實含量最高，故鉀肥素有〝果肥〞之稱，施用鉀肥可以提高果實的產量與品質（何 1963；諶 1991；諶 1979）。鉀元素的生理功能主要為維持細胞膨壓、促進植物生長與酵素的活化、提高光合效率與同化產物的運輸並促進蛋白質和脂肪的合成（張 1988；郭 1990），及增加植物的抗性等（廖 1975；諶 1989）。此外，不同種類的鉀肥亦會對植物造成影響（胡等 1990；陳 1991；張 1978），如氯化鉀會影響植物的品質（包 1972）與纖維含量（江 1991；江 1989）等。

硫酸鉀、硝酸鉀與氯化鉀雖同為鉀肥,作物所吸收利用均為鉀素，三者應有相同之效果，惟鉀被作物吸收後，土壤中所殘留者為硫酸根、硝酸根與氯離子，因化合物不同，使作物產生之反應不一，如鳳梨、菸草及其他作物的產量及品質，經前人研究有明顯差異，於用硫酸鉀效果，可使鳳梨產生果肉顏色濃，組織緊密、糖份高、酸度低之優點，同時提早成熟，其

效果隨施用量增加而提高；反之，氯化鉀於鳳梨有延遲結實之現象（蘇 1962；Su et al., 1957）。菸草在施氯(Cl)量增加時，菸葉對氯吸收量亦隨之提高（蔡 1979）；施用量達 90 kg／ha 以上時即有抑制生長之結果，其積聚量則以葉部最多，並導致菸葉品質低劣、異臭、燃燒不易（謝 1974）。氯另有促進澱粉轉為纖維之作用，令作物葉片增厚。

材料與方法

一、試驗品種：麻豆文旦

二、試驗設計：逢機完全區集設計，五處理，六重複，每處理二株。

三、試驗材料：硫酸鉀、硝酸鉀、氯化鉀、硫酸銨、過磷酸鈣。

四、試驗處理：氮及磷酐之用量各為 0.4 及 0.2 kg，鉀肥之種類與其施用量如下，施用法按作物施肥手冊（農林廳 1996）柑桔類者施用：

1.鉀肥用硝酸鉀，每年每株施用 0.9 kg（含氧化鉀＝0.3 kg）。

2.鉀肥用氯化鉀，每年每株施用 0.5 kg（含氧化鉀＝0.3 kg）。

3.鉀肥用硫酸鉀，每年每株施用 0.6 kg（含氧化鉀＝0.3 kg）。

4.鉀肥用氯化鉀，每年每株施用 1.0 kg（含氧化鉀＝0.6 kg）。

5.鉀肥用硫酸鉀，每年每株施用 1.2 kg（含氧化鉀＝0.6 kg）。

註：(1)因硝酸鉀中含有 13％的硝酸態氮，已在處理 1.之氮肥施用量中扣除。

(2)八十三年十月六日環施基肥（氮肥 40％、磷肥 100％、鉀肥 30％），八十四年二月九日撒施第一次追肥（氮肥 40％、鉀肥 30％），八十四年五月廿五日撒施第二次追肥（氮肥 20％、鉀肥 40％）。

五、調查項目：

土壤及植體成分分析，園藝性狀及產量調查，果實品質（包括糖度、酸度等）分析。

結果與討論

一、不同鉀肥種類與其施用量對文旦柚果園土壤性質之影響

八十四年九月廿九日文旦柚收穫後採取土壤分析結果（如表一）顯示，各處理之土壤 pH 值，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg之處理者最高，上層土壤 pH 值為 6.5，不層土壤 pH 值為 6.1，施用硫酸鉀每株 1.2 kg之處理者次之，上層土壤 pH 值為 6.2，下層土壤 pH 值為 6.1，而以施用硝酸鉀每株 0.9 kg之處理者最低，上層及下層土壤 pH 值均為 5.7，但各處理之土壤 pH 值均尚在中酸性（Medium acid, pH＝5.6　6.0）至微酸性（Slightly acid, pH＝6.1　6.5）之範圍（郭 1990）。土壤有機質含量，上層土壤以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 2.9％為最高，施用氯化鉀每株 1.0 kg處理者之 2.5％次之，而以施用氯化鉀每株 0.5 kg及硫酸鉀每株 1.2 kg兩處理者之 2.1％為最低；下層土壤以施用氯化鉀每株 1.0 kg處理者之 2.4％為最高，其餘 4 個處理均為 2.1％，但各處理之土壤有機質含量均尚在中等級（OM＝2.0　4.0％）之範圍（郭 1990）。土壤有效性磷含量，上層土壤以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 260ppm 為最高，施

用氯化鉀每株 1.0 kg處理者之 160ppm 次之, 而以施用硝酸鉀每株 0.9 kg處理者之 70ppm 為最低；下層土壤以施用氯化鉀每株 1.0 kg及硫酸鉀每株 1.2 kg兩處理者之 110ppm 為最高，施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 100ppm 次之, 而以施用硝酸鉀每株 0.9 kg處理者之 26ppm 為最低,但各處理之上層及下層土壤有效性磷含量均在高等級以上（P＞20.1ppm）之範圍（連等 1989）。土壤有效性鉀含量，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg之處理者最高，上層土壤有效性鉀含量為 106ppm，下層土壤有效性鉀含量為 152ppm，施用氯化鉀每株 1.0 kg之處理者次之，上層土壤有效性鉀含量為 100ppm，下層土壤有效性鉀含量為 82ppm，而以施用氯化鉀每株 0.5 kg之處理者最低，上層土壤有效性鉀含量為 35ppm，下層土壤有效性鉀含量 46ppm，但各處理之土壤有效性鉀含量均在中等級以上（K＞29.8ppm）之範圍（連等 1989）。土壤有效性鈣含量，各處理均在中等級以上（Ca＞571ppm）之範圍（連等 1989）；有效性鎂含量，除施用硫酸鉀每株 1.2 kg處理之下層土壤尚在低等級（Mg：24.1　48.1ppm）之範圍，其餘土壤均在中等級以上（Mg＞48.1ppm）之範圍（連等 1989）；可溶性鐵含量，各處理均在中等級以上（Fe＞50ppm）之範圍（方等 1982）；可溶性錳含量，除施用硫酸鉀每株 0.6 kg及氯化鉀每株 1.0 kg兩處理均在中等級（Mn：20　140ppm）之範圍，其餘 3 個處理均尚在低等級（Mn＜20ppm）之範圍（連等 1989）；可溶性銅含量，各處理均在中等級（Cu：0.5　8.0ppm）之範圍（方等 1982）；可溶性鋅含量，除施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理之上層土壤在中等級（Zn：6　20ppm）之範圍，其餘土壤均尚在極低等級（Zn＜3ppm）之範圍（連等 1989）。

表一、各處理對文旦柚果園土壤性質之影響

Table 1. The soil properties of various treatments in the experimental orchard of wentan pomelo.

Treatment		Soil depth (cm)	pH	OM (%)	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
					(ppm)							
KNO_3	0.9 kg	0　20	5.7	2.2	70	52	1134	62	320	8	3.1	1.7
		20　40	5.7	2.1	26	68	1330	51	234	10	2.6	1.4
KCl	0.5 kg	0　20	6.1	2.1	120	35	1205	52	332	6	1.9	1.3
		20　40	5.9	2.1	60	46	1144	74	263	7	2.4	1.3
K_2SO_4	0.6 kg	0　20	6.5	2.9	260	106	1832	258	181	58	3.0	6.8
		20　40	6.1	2.1	100	152	1855	228	150	25	2.8	1.9
KCl	1.0 kg	0　20	5.9	2.5	160	100	1637	87	231	27	3.4	2.3
		20　40	5.8	2.4	110	82	1536	62	222	21	3.8	2.1
K_2SO_4	1.2 kg	0　20	6.2	2.1	150	66	1360	60	250	15	3.0	1.6
		20　40	6.1	2.1	110	58	1368	47	201	15	2.4	1.7

土壤分析方法說明：

1.pH：採玻璃電極法(土：水＝1：1)。

2.OM：採比色法。

3.P：採白雷氏第一法(pH 3.5)。

4.K、Ca、Mg：採孟立克氏法（0.05N HC1-0.25N H_2SO_4 抽出，K 以火焰光度計測定，Ca、Mg 以原子吸光儀測定）。

5.Fe、Mn、Cu、Zn：採 0.1N HC1 萃取法（以原子吸光儀測定）。

二、不同鉀肥種類與其施用量對文旦柚葉片營養元素含量之影響

八十四年七月廿八日文旦柚果實肥大期，採取未結果枝條之葉片分析其營養元素含量（如表二）顯示，各處理葉片之氮含量，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 1.9％為最高，施用硝酸鉀每株 0.9 kg處理者之 1.8％次之，而以施用氯化鉀每株 0.5 kg處理者之 1.3％為最低，但各處理葉片之氮含量均低於本省現行文旦柚營養診斷標準之適中濃度 2.2　2.5％範圍(Chang et al., 1994)，惟植株均未發現有缺氮之徵狀。葉片之磷含量，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 0.74％為最高，施用氯化鉀每株 1.0 kg及硫酸鉀每株 1.2 kg兩處理者之 0.68％次之，而以施用硝酸鉀 0.9 kg處理者之 0.64％為最低，但各處理葉片之磷含量均高於本省現行文旦柚營養診斷標準之適中濃度 0.12　0.18％範圍（Chang et al., 1994）。葉片之鉀含量，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 3.17％為最高，施用氯化鉀每株 1.0 kg處理者之 3.05％次之，而以施用硫酸鉀 1.2 kg處理者之 2.92％為最低，但各處理葉片之鉀含量均高於本省現行文旦柚營養診斷標準之適中濃度 1.40　1.70％範圍（Chang et al., 1994）。葉片之鈣、鎂及鐵含量均高於本省現行文旦柚營養診斷標準之適中濃度（Ca：2.5　4.5％，Mg：0.26　0.50％，Fe：60　120ppm）範圍（Chang et al., 1994）。葉片之錳及銅含量均接近或在本省現行文旦柚營養診斷標準之適中濃度（Mn：25　200ppm，Cu：5　16ppm）範圍（Chang et al., 1994）。葉片之鋅含量，各處理均低於本省現行文旦柚營養診斷標準之適中濃度（Zn：25　100ppm）範圍（Chang et al., 1994），惟植株均未發現有缺鋅之徵狀。

表二、各處理對文旦柚葉片營養元素含量之影響

Table 2. The leaf nutrient contents of wentan pomelo in various treatments.

Treatment		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
		(％)					(ppm)			
KNO_3	0.9 kg	1.8	0.64	3.02	5.7	1.28	164	24	6	14
KCl	0.5 kg	1.3	0.67	3.03	5.2	1.63	198	28	7	18
K_2SO_4	0.6 kg	1.9	0.74	3.17	5.6	1.40	175	24	6	15
KCl	1.0 kg	1.6	0.68	3.05	5.2	1.46	199	28	6	15
K_2SO_4	1.2 kg	1.6	0.68	2.92	5.8	1.06	200	28	5	15

三、不同鉀肥種類與其施用量對文旦柚果實品質之影響

八十四年九月五日收穫，採樣、調查與分析果實品質，每株採取四粒文旦柚進行調查分析結果（如表三）顯示，各處理之果實果汁量，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 156cc 為最高，雖與施用氯化鉀每株 0.5 kg處理間差異不顯著，惟與其他 3 個處理間之差異達 5％之顯著水準。果實之糖度，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 12.4Brix 為最高，雖與施用硫酸鉀每株 1.2 kg處理間差異不顯著，惟與其他 3 個處理之差異達 5％之顯著水準。果實之酸度，以施用氯化鉀每株 1.0 kg處理者之 0.44％為最高，惟與其他 4 個處理間差異並不顯著。果實之維生素Ｃ含量，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 39.5mg／100g 為最高，雖與施用氯化鉀每株 0.5 kg及硫酸鉀每株 1.2 kg兩處理間差異不顯著，惟與其他 2 個處理間之差異達 5％之顯著水準。果實之果皮厚度，以施用硝酸鉀每株 0.9 kg處理者之 1.9cm 為最高，雖與施用氯化鉀每株 0.5 kg及 1.0 kg兩處理間差異不顯著，惟與其他 2 個處理間之差異達 5％之顯著水準。

表三、各處理對文旦柚果實品質之影響

Table 3. Comparison of fruit quality of wentan pomelo in various treatments.

Treatment		Fruit Diameter (cm)	Fruit length (cm)	Peel thickness* (cm)	Fruit juice* (cc)	Sugar content* (°Bx)	Acidity* (％)	Vit.C* (mg/100g)
KNO_3	0.9 kg	12.4	14.3	1.9^{a}	121^{d}	10.7^{c}	0.43^{a}	33.6^{c}
KCl	0.5 kg	12.1	14.1	1.7^{ab}	150^{ab}	11.6^{b}	0.43^{a}	37.5^{ab}
K_2SO_4	0.6 kg	12.7	15.0	1.6^{b}	156^{a}	12.4^{a}	0.43^{a}	39.5^{a}
KCl	1.0 kg	12.1	13.5	1.7^{ab}	138^{c}	9.8^{d}	0.44^{a}	29.3^{d}
K_2SO_4	1.2 kg	12.1	14.5	1.6^{b}	147^{b}	12.2^{a}	0.43^{a}	38.7^{a}

*Quality followed by the same letters are not significantly different at 5％level。

四、不同鉀肥種類與其施用量對文旦柚果實產量之影響

八十四年九月五日收穫，採樣與調查果實之果重、果肉重、產量與果實數，調查結果（如表四）顯示，各處理之果重，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 625g 為最重，並與其他 4 個處理間之差異達 5％之顯著水準。果實之果肉重，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 408g 為最重，雖與施用氯化鉀每株 1.0 kg及硫酸鉀每株 1.2 kg兩處理間差異不顯著，惟與其他 2 個處理間之差異達 5％之顯著水準。果實之產量，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 46.3 kg為最高，並與施用硝酸鉀每株 0.9 kg處理間之差異達 5％之顯著水準，惟與其他 3 個處理間差異並不顯著。果實之果實數，以施用硫酸鉀每株 0.6 kg處理者之 48.7 粒為最多，並與施用硝酸鉀每株 0.9 kg處理間之差異達 5％之顯著水準，惟與其他 3 個處理間差異並不顯著。

表四、各處理對文旦柚果實產量之影響

Table 4. Comparison of fruit yield of wentan pomelo in various treatments.

Treatment	Fruit	Pulp	Yield*	No. of

		weight* (g)	weight* (cm)	(kg/pt.)	fruit/pt.*
KNO_3	0.9 kg	650^{c}	381^{b}	35.1^{c}	39.5^{b}
KCl	0.5 kg	612^{d}	388^{b}	43.5^{ab}	47.0^{a}
K_2SO_4	0.6 kg	725^{a}	408^{a}	46.3^{a}	48.7^{a}
KCl	1.0 kg	679^{b}	395^{ab}	43.8^{ab}	46.4^{a}
K_2SO_4	1.2 kg	634^{cd}	403^{a}	45.9^{a}	47.2^{a}

*Yield followed by the same letters are not significantly different at 5％level。

結論與建議

從本試驗文旦柚園藝性狀及產量調查數據顯示，施用硫酸鉀每年每株 0.6 kg可增加果實數，並可提高果實之果汁、糖度、維生素C之含量及產量，為文旦柚果實品質改進及提高產量的最佳施肥方法。

致謝

本試驗報告承蒙台灣省農業試驗所農化系林主任木連博士斧正及審核，特誌謝忱。

參考文獻

1.方英傑、王傳釗、陳正義　1982　台糖公司自營農場土壤肥力測定及其應用　台灣糖業研究所技術專刊　TB(32):1　76。

2.包伯度　1972　肥料學　p.52　159　國立編譯館。

3.江國忠　1991　不同鉀肥用量及型態對韭菜纖維及產量的關係試驗　農林廳土壤肥料試驗報告　p.158　162。

4.江國忠　1989　氮、鉀肥對韭菜纖維及產量之關係試驗　農林廳土壤肥料試驗報告　p.262　288。

5.何佑元　1963　果樹營養學　中國科學實業出版社。

6.何信鳳、曹碧貴、賴文龍　1995　不同鉀肥種類對茶樹產量及品質之影響　八十三年度土壤肥料試驗報告　台灣省政府農林廳。

7.林慶喜、陳任芳　1992　花蓮地區文旦柚常見營養障害、生理異常及病蟲害圖鑑　p.2　16　花蓮區農業改良場。

8.胡敏夫、張愛華、呂秀英、劉新裕　1990　鉀肥種類與用量對蘭草品質與產量之影響　中華農業研究 39(2):96　101。

9.連深、張淑賢、黃維廷、吳婉麗　1989　柑桔營養診斷之基礎及應用之現況 p.1　26　果園作物營養診斷應用研習會專輯　台灣省農業試驗所特刊第 28 號　台灣省農業試驗所、中華民國土壤肥料學會。

10.陳振鐸　1991　基本土壤學　p.79　136　徐氏基金會。

11.張仲民　1988　普通土壤學　p.379　384　國立編譯館。

12.張仲民　1978　作物之營養與肥料　p.111　115　徐氏基金會。

13.郭魁士　1990　土壤學　中國書局。

14.農林廳　1996　台灣農業年報　p.108　109　台灣省政府印刷廠。

15.農林廳　1996　作物施肥手冊　p.68　72　行政院農委會、台灣省政府農林廳。

16.廖梅桂　1975　韭菜花專業栽培蔬菜 30 種　p.158　163　豐年社。

17.蔡清棻　1979　台灣黃色種菸葉攝取氯之研究　台灣省菸葉試驗所研究彙報　10:39　46。

18.諶克終　1991　果樹之營養診斷與施肥　p.1　111　徐氏基金會。

19.諶克終　1989　最新果樹園藝學　p.109　135　正中書局。

20.諶克終　1979　蔬菜之營養生理與施肥之新技術　徐氏基金會。

21.諶克終　1971　果樹生理學　台灣商務印書館。

22.謝炳坤、謝榮輝　1974　菸草對氯之吸收及其抑制方法之研究　台灣省菸葉試驗研究彙報 1:58　69。

23.蘇楠榮、李壿揚　1962　兩種鉀對於鳳梨產量及品質之影響　中華農學會報　新 39:31　41。

24. Chang, S.S., W.T. Huang, S. Lian, A.H. Chang and W.L.Wu. 1994. Research on leaf diagnosis criteria and its application on leaf diagnosis criteria and its application on the fertilization recommendation for citrus orchards in Taiwan.p.1-1　1-19 in "Proceeding of the International Workshop on Leaf Diagnosis and Soil Testing as a Guide to Crop Fertilization", Sep. 12　17, 1994, hold at TARI. Taichung. Taiwan.

25. Su, N.R., H.Y. Kang, Y.L.Yow, and Y.F.Chow. 1975. Responses of pineapple to nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer. I.Plant crop Tou-Lin pineapple Exp.Sta. Rept, No.13.