

不同肥培管理對桶柑 (*Citrus tankan* Hayata) 產量與品質影響¹

賴昭宏²

摘 要

本試驗旨在探討不同肥培管理技術對北部地區桶柑產量與品質之影響。試驗於2014-2016年在新竹縣峨眉鄉10年生桶柑果園進行，試驗分為不同氮、鉀肥施用量、苦土石灰施用及生育後期於葉面噴施不同濃度磷、鉀肥等3項試驗分年進行。調查結果顯示，不同氮、鉀肥施用量處理對樹齡10年與單株產量70-90 kg之桶柑而言，每株施用氮1,000 g及氧化鉀1,000 g可獲得較高之產量、單果重、果高和果徑；但是對果實果汁率、可溶性固形物、可滴定酸及糖酸比等品質性狀，各處理間均未達顯著差異。每株桶柑土壤施用苦土石灰5 kg可以提高果實糖度並降低酸度而提高糖酸比，於試驗後，土壤酸鹼值則較未施苦土石灰者提升0.3-0.7；雖然施用苦土石灰顯著改善土壤酸鹼值和鈣含量，但測值仍低於合適值，需分年多次補充始能改善。於果實發育後期（11月）進行葉面噴施不同濃度磷酸一鉀試驗，隔週噴施磷酸一鉀1.25 g L⁻¹共5次，可提高單株產量、單果重和糖酸比。綜合以上結果，對樹齡10年與單株產量70-90 kg之桶柑而言，每年每株施用氮1,000 g及氧化鉀1,000 g、苦土石灰5 kg直到酸鹼值和土壤交換性鈣含量達到合適範圍，以及果實發育後期（11月）隔週噴施磷酸一鉀1.25 g L⁻¹共5次等處理，可獲得較佳之桶柑產量與品質。

關鍵詞：石灰資材、葉面施肥、推薦施肥量

前 言

桶柑為臺灣北部地區重要果樹之一，依農糧署農情報告資源網統計，2018年北部地區種植面積約1,543 ha，占全台總種植面積約49%，產量約26,248 t。依市場交易

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究彙報第538號。

² 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者，chlai@tydais.gov.tw)。

紀錄，桶柑上價與下價間價差可達 2-6 倍，目前推薦施肥量係比照柑橘類果樹以產量為基準而推薦（王，1996；呂，1995），該施肥量與施肥時期是否適用桶柑仍有疑義，有待試驗評估最適施肥量。

桶柑果園多位於坡地，北部地區因雨量高，淋洗作用強，容易導致土壤酸化貧瘠，且土壤鉀、鈣、鎂等要素含量偏低（卓，2005；張，1992；黃，1983）。鉀肥不足使果實品質偏低（果皮增厚、糖酸度降低及風味差），在葉片鎂要素含量介於 0.2%-0.4% 間，其含量與糖度呈顯著正相關，且鎂的不足使樹體提早落葉，最終影響產量與品質（連等，1989）。桶柑著果時間長，果實發育期間易受前期施用氮肥、降雨量及抽梢量等因素而影響品質，應可藉由葉面噴施磷、鉀肥調整抽梢量以提高果實品質。因此，為提高桶柑品質，本研究評估北部地區種植桶柑果樹的適當氮及鉀肥施用量、鈣鎂肥對桶柑品質影響，以及葉面磷、鉀補充以提高桶柑品質之施肥方法。

材料與方法

一、供試材料

試驗於 2014-2016 年於新竹縣峨眉鄉石井村 10 年生桶柑果園進行。

二、試驗方法

(一) 桶柑氮、鉀肥施用量試驗

採複因子逢機完全區集設計，氮施用量分為每株施 500、1,000 及 1,500 g 共 3 變級，氧化鉀 500、750 及 1,000 g 共 3 變級，9 處理，每處理 3 株，3 重複，磷鉀用量則固定均為每株施 300 g。磷肥以過磷酸鈣於採收後全量當基肥施用，氮、鉀肥分別以尿素和氯化鉀施用，分配率依作物施肥手冊推薦方式施用。調查試驗前後土壤化學性質、果實產量（達採收適期全株果實採收秤重）與品質。果實達適當成熟度後，每株自 4 個方位採取胸高至眼高範圍發育正常無病蟲害果實各 1 顆，每小區 12 顆，調查包括果重、果高、果徑、果汁率、可溶性固形物（total soluble solids, TSS）、可滴定酸（titratable acid, TA）及糖酸比（TSS/TA, T-A ratio）。

(二) 補充鈣、鎂肥對桶柑果實品質之影響

依 2014 年試驗結果選出 3 組果實品質較佳之氮、鉀肥（1,000：1,000、1,500：500 及 1,500：750）比例，搭配每株施用 5 kg 苦土石灰（鹽酸溶性氧化鈣：35.0%、

鹽酸溶性氧化鎂：18.0%) 與不施用進行試驗；作物施肥手冊推薦氮鉀肥 (800:600) 為對照，試驗採逢機完全區集設計，共 7 處理如表 1，3 重複，每重複 3 株。

表 1. 補充鈣、鎂肥對桶柑果實品質影響試驗處理明細表

Table 1. List of treatments for the effect of supplemental calcium and magnesium fertilizers on the fruit quality of Tankan.

處理編號 Treatment code	氮施用量 Nitrogen appl. rates (g per plant)	氧化鉀施用量 Potassium oxide appl. rates (g per plant)	苦土石灰施用量 Dolomite lime appl. rates (g per plant)
1	1,000	1,000	5000
2	1,500	500	5000
3	1,500	750	5000
4	1,000	1,000	0
5	1,500	500	0
6	1,500	750	0
7	800	600	0

施肥方法：磷肥於採收後全量當基肥施用，氮、鉀肥分配率依作物施肥手冊推薦方式施用。調查項目：試驗前、後土壤理化性質分析，柑橘產量及品質調查（果重、果汁率、可溶性固形物、可滴定酸和糖酸比）。

(三) 葉面噴施磷、鉀肥對桶柑果實品質影響試驗

桶柑葉面施肥試驗採逢機完全區集設計，主要為飽和碳酸鈣溶液噴施與否，於 10 月下旬噴施 1 次；分別搭配噴施磷酸一鉀 2.5、1.25 及 0.83 g L⁻¹，自 11 月開始每 2 週噴施 1 次，共噴施 5 次，以不噴施為對照組，共 7 處理，3 重複，每處理 3 株。飽和碳酸鈣溶液為 5 g L⁻¹ 懸浮液，以不阻塞噴頭為限。噴施條件為靜風陰天，日出後 2 小時內，每株 5 L 全株噴灑。調查項目包括果實產量與品質（果重、果汁率、可溶性固形物、可滴定酸及糖酸比）。

三、分析方法

土壤理化性質分析:土壤與蒸餾水比例 1:1 (w/v)，以 pH meter (EUTECH instrument pH510, Singapore) 測定 pH 值。土壤與蒸餾水比例 1:5 (w/v)，以電導度計 (DKK-TOA CM-30G) 測定 EC 值。以 Walkley-Black 法測定有機碳 (Nelson and

Sommers, 1982)，並換算成土壤有機質含量。白雷氏第一法抽出土壤 Bray-1 磷，以原子分光光度計定量（Murphy and Riley, 1962）。孟立克氏第一法抽出土壤交換性鉀、鈣及鎂，以感應耦合電漿原子發射光譜儀（ICP）定量（Knudsen *et al.*, 1982）。0.1 N 鹽酸抽出土壤中有效性 Cu、Zn、Ni、Cr、Cd 及 Pb 重金屬，以感應耦合電漿原子發射光譜儀（ICP）定量。

四、統計分析

數據以 SAS（Statistical Analysis System 6.10, SAS Institute, 1990）程式進行分析，處理因子達顯著差異者，再使用最小顯著差異性測驗（Fisher's protected least significance difference（LSD）test）測定處理因子間之差異。

結果與討論

一、桶柑不同氮、鉀肥施用量對桶柑果實品質與產量之影響

本試驗以各 3 變級之氮肥和鉀肥組合為複因子試驗，為檢視各處理是否達統計上的顯著差異，進行變方分析。表 2 顯示，本氮肥處理試驗對單果果重、果高和果徑影響達到顯著差異，隨著氮肥施用量提高，可以提高果實體積和單果重量而提高單株產量，但每株施用氮 1,500 g 時則會降低果實體積與重量，而對其餘各調查項目之結果均未達顯著差異。鉀肥處理對各調查項目影響均未達顯著差異。氮肥和鉀肥處理之交感項目僅單株產量達顯著差異，其餘各調查項目則未達顯著差異（表 2）。不同氮、鉀肥施用量對單株產量之影響（圖 1），當每株施用氧化鉀 500 g 和 750 g 條件下，單株產量隨著氮肥施用量增加而增加；當每株施用氧化鉀 1,000 g 時，施用氮 1,000 g 顯著高於每株施用氮 1,500 g，亦高於其他氮、鉀組合之產量，由此推論對 10 年生桶柑而言，每株施用氮 1,000 g 和氧化鉀 1,000 g 為較佳施肥量。單果重則以施用 1,500 g 最低，且顯著低於施用 500 和 1,000 g 兩處理。結果顯示施用較高的氮肥雖可以獲致較高的產量，卻導致果形縮小而使單果重量相對降低。

鉀在作物中不易被代謝，僅形成弱複合物，易於交換，移動性高。在細胞質和葉綠體中高濃度的鉀會中和可溶和不可溶的大分子陰離子，並穩定這些胞器中的 pH 值（徐和廖，1999）。鉀與糖/澱粉積累之間的關係在許多植物中都發現，提高鉀施用量可以增加光合作用產物蓄積至貯藏器官，但在田間種植的柑橘樹中尚未發現；

'Shamouti'橙的果實中總可溶性糖 (TSS) 含量沒有差異，儘管葉片中鉀的含量存在顯著差異；目前柑橘中能證明鉀與糖/澱粉之間的關係，其中多數與在缺乏鉀的營養液中生長的植物有關 (Lavon and Goldschmidt, 1996)。經不同氮、鉀肥施用量處理後，採收果實調查果汁率、可溶性固形物、可滴定酸及糖酸比等品質性狀，各項性狀於各處理間均未達顯著差異 (表 2)。Quaggio 等 (2002) 探討不同氮、磷和鉀施用量對檸檬果實品質及產量之影響，結果顯示，施肥量對果實品質之影響在施肥後第 2 年才會呈現。本試驗多數果實性狀差異不顯著，可能與不同肥培處理係在當年即調查果實性狀有關。柑橘初夏施用氮肥大部分流向地上部，其中以果實居多，春葉、老葉及細根次之 (林等, 2013)。積儲到果實的氮素多數來自 9 月以前所吸收的養分，10 月間吸收之氮素較少運移至果實，多數儲藏於枝葉間 (林等, 2013)。氮為植體內移動速度較快的要素，鉀次之，可能因此僅先影響果實大小與產量，對品質之影響需待來年始能顯現。本試驗田間土壤鉀含量屬適中範圍 (表 3)，可能因此不同鉀肥施用量對果實產量與品質影響不顯著，此結果與本場前於新北市八里區與新竹縣寶山鄉就文旦柚進行試驗之結果相同 (莊和李, 2011)。

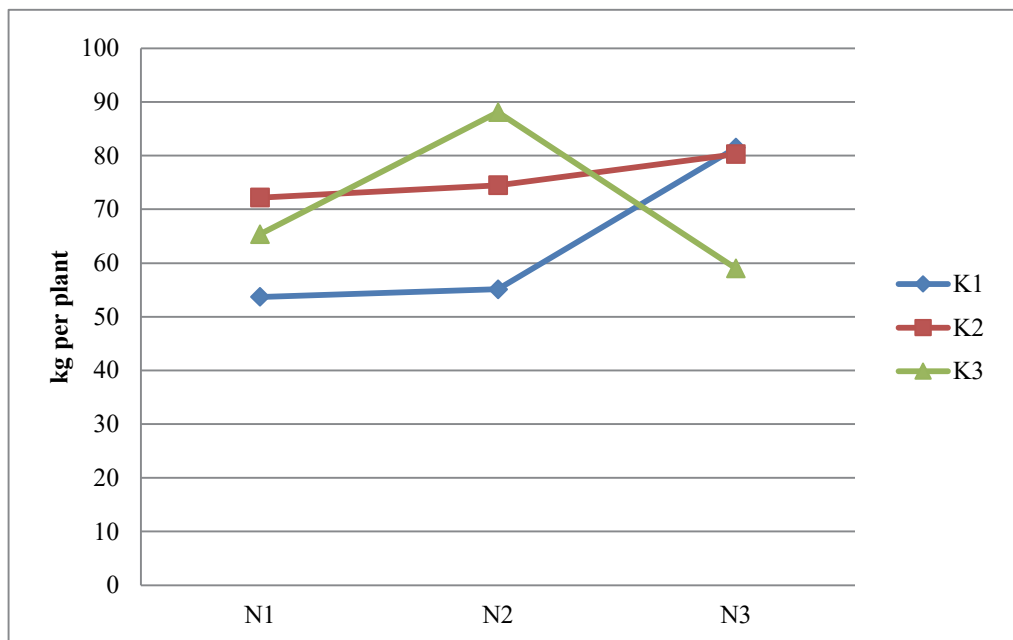


圖 1. 不同氮、鉀肥施用量對桶柑單株產量之影響

Fig. 1 The effect of different nitrogen and potassium fertilizer application rates on the yield of Tankan.

表 2. 不同氮、鉀肥施用量對桶柑果實性狀、產量與品質之影響

Table 2. Effect of different nitrogen and potassium fertilizer application rates on fruit traits, yield and quality of Tankan. (n=12)

處理 Treatments		單果重 Fruit weight (g per fruit)	果高 Fruit height (mm)	果徑 Fruit diam. (mm)	皮厚 Thickness of peel (mm)	單株產量 Yield (kg per plant)	果汁率 Juice content (%)	可溶性 固形物 TSS (°Brix)	可滴 定酸 TA (%)	糖酸比 T-A ratio
N1 ^v	K1 ^w	212	66.8	76.4	4.0	53.7	55.6	12.6	1.03	12.3
N1	K2	225	67.9	78.3	4.0	72.2	55.0	12.7	1.03	12.3
N1	K3	237	70.3	80.1	4.5	65.4	53.3	11.9	1.01	11.7
N2	K1	230	70.2	78.8	4.7	55.1	52.6	11.9	1.00	11.9
N2	K2	252	70.4	81.1	4.6	74.5	51.5	12.2	0.97	12.5
N2	K3	237	69.2	79.9	4.5	88.1	53.7	12.1	1.05	11.6
N3	K1	223	67.5	78.0	4.1	81.5	55.3	12.2	0.96	12.7
N3	K2	200	65.2	75.0	4.5	80.3	52.8	12.5	1.01	12.4
N3	K3	229	67.9	78.7	4.3	59.0	55.1	12.2	1.04	11.7
ANOVA										
N ^x		*z	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
K ^y		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N × K		ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns

^v N1、N2、N3 分別代表每株施用氮 500、1,000 和 1,500 g。

^w K1、K2、K3 分別代表每株施用氧化鉀 500、750 和 1,000 g。

^x 氮肥處理效應。

^y 鉀肥處理效應。

^z LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

^v N1、N2、N3=Application N 500、1,000、1,500 g per plant.

^w K1、K2、K3=K₂O 500、750、1,000 g per plant.

^x Nitrogen treatment effect.

^y Potassium treatment effect.

^z Means values within column followed the same letter are not significant by LSD at 5% probability level.

試驗結束（果實採收完畢）後採取各小區表土與底土進行分析，土壤理化性質中表土 pH 值介於 4.8-4.9，底土介於 4.5-4.6（表 3），均低於 5.5，係屬連等（1989）之強酸性土壤。有機質含量表土介於 23-27 g kg⁻¹ 之間，底土介於 19-23 g kg⁻¹。白雷氏第一法磷含量表土介於 22-41 mg kg⁻¹ 之間，底土介於 11-19 mg kg⁻¹ 之間。可萃取鉀不

論表底土含量介於適宜範圍；可萃取鈣介於 85-172 mg kg⁻¹ 之間，屬嚴重不足；另可萃取鎂介於 25-53 mg kg⁻¹ 之間，屬明顯不足範圍。強酸性土壤中鈣有效性低，鈣嚴重不足會導致柑橘根系發育不良，間接影響各元素吸收效率與果實品質（林等，2013；張等，1987），可能因此導致各處理果實內部品質差異之不顯著（表 2）。

表 3. 不同氮或鉀肥施用量對桶柑果園土壤化學性質變化之影響

Table 3. Effect of different nitrogen or potassium fertilizer application rates on soil chemical properties of Tankan orchard.

Treatments	pH (1:1)	EC (1:5) (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	Bray-1 P	Mehlich-1 K	Mehlich-1 Ca	Mehlich-1 Mg
----- (mg kg ⁻¹) -----							
表土							
N1 ^x	4.9	0.07	25	33	78	172	53
N2	4.9	0.08	24	33	78	160	47
N3	4.8	0.07	24	32	75	166	49
K1 ^y	4.8	0.08	25	34	68	176	52
K2	4.8	0.08	27	41	79	169	53
K3	4.9	0.06	23	22	70	155	50
底土							
N1	4.6	0.06	19	15	59	85	26
N2	4.5	0.06	19	14	63	86	25
N3	4.5	0.06	20	14	56	89	26
K1	4.5	0.07	20	16	56	99	30
K2	4.5	0.07	23	19	63	104	30
K3	4.5	0.06	21	11	56	99	32
參考值	5.5-6.8		30	11-50	30-100	570-1140	50-100

^x N1、N2、N3 分別代表每株施用氮 500、1,000 和 1,500 g。

^y K1、K2、K3 分別代表每株施用氧化鉀 500、750 和 1,000 g。

^x N1、N2、N3=Application N 500、1,000、1,500 g per plant.

^y K1、K2、K3=K₂O 500、750、1,000 g per plant.

二、補充鈣鎂肥對桶柑果實品質之影響

不同氮、鉀肥施用量及施用石灰與否對桶柑產量、單果重與果汁率沒有顯著影響。可溶性固形物以處理 2 最高，顯著高於處理 4 和處理 6（表 4）。可滴定酸以處理 5 最高，顯著高與處理 3 和處理 6。糖酸比以施苦土石灰處理（處理 1、2 和 3）相對較高，顯示苦土石灰可以提高桶柑果實糖度並降低酸度而提高糖酸比，此與椪柑（黃和蔡，1988）和玉荷包荔枝（林和林，2003）施用苦土石灰的效應相似。桶柑葉片中鉀、鈣及鎂有互為拮抗現象（連等，1989），而柑橘果實糖度、酸度與葉片鉀、磷含量之間有顯著相關性，所以施用石灰補充土壤鈣對果實品質之影響係經由提高土壤 pH 及促進根部吸收及增加葉片鈣和鎂等含量，並拮抗鉀與磷等在葉片與植體含量，進而間接影響果實糖酸度。

表 4. 施用石灰與否及不同氮、鉀肥施用量對桶柑果實性狀與產量之影響

Table 4. The effect of different nitrogen and potassium fertilizer application rates and application of lime on the yield and fruit quality of Tankan.

處理 Treatments	單株產量 Yield	單果重 Fruit weight	果汁率 Juice content	可溶性固形物 TSS	可滴定酸 TA	糖酸比 T-A ratio
	(kg per plant)	(g per fruit)	(%)	(°Brix)	(%)	
1 ^z	109.3	268a ^y	58.9a	9.8ab	0.8ab	12.0
2	89.2	255a	56.1a	10.3a	0.8ab	13.1
3	95.6	269a	59.2a	9.6ab	0.7b	13.0
4	93.2	256a	57.7a	9.0b	0.8ab	11.7
5	91.7	239a	57.8a	9.7ab	0.9a	10.8
6	108.5	244a	56.4a	9.1b	0.7b	13.0
CK	90.3	212b	53.9b	9.3ab	0.7b	13.3

^z 1:每株桶柑施用氮 1,000 g + 氧化鉀 1,000 g + Dolomite lime 5 kg、2:氮 1,500 g + 氧化鉀 500 g + Dolomite lime 5 kg、3:氮 1,500 g + 氧化鉀 750 g + Dolomite lime 5 kg、4:氮 1,000 g + 氧化鉀 1,000 g、5:氮 1,500 g + 氧化鉀 500 g、6:氮 1,500 g + 氧化鉀 750 g、CK:氮 800 g + 氧化鉀 600 g。

^y LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

^z Fertilize 1: N 1,000 g + K₂O 1,000 g + Dolomite lime 5 kg, 2: N 1,500 g + K₂O 500 g + Dolomite lime 5 kg, 3: N 1,500 g + K₂O 750 g + Dolomite lime 5 kg, 4: N 1,000 g + K₂O 1,000 g, 5: N 1,500 g + K₂O 500 g, 6: N 1,500 g + K₂O 750 g, CK: N 800 g + K₂O 600 g per plant.

^y Means values within column followed the same letter are not significant by LSD at 5% probability level.

不同氮、鉀肥施用量及施用石灰與否對桶柑果園採收後土壤肥力之影響，以酸鹼值、交換性鈣及交換性鎂含量的變化較顯著（表 5），施用苦土石灰（處理 1、2 及 3）試驗後土壤酸鹼值較未施苦土石灰提升 0.3-0.7 單位。雖然施用苦土石灰顯著改善土壤酸鹼值和交換性鈣含量，但土壤 pH 仍低於強酸性土壤的參考值（連等，1989），顯見北部地區柑橘果園土壤之強酸性及鈣含量不足是長期而普遍被忽視，需要多年期補充苦土石灰始能提升土壤酸鹼值與鈣含量以達到理想範圍。至於鎂要素可能因供試土壤的交換性鎂含量未至缺乏值，且施用苦土石灰除提供鈣亦提供鎂所致。

表 5. 施用石灰與否及不同氮、鉀肥施用量對桶柑果園土壤肥力之影響

Table 5. The effects of application of lime and different nitrogen and potassium fertilizer application rates on soil fertility in tankan orchard.

Treatments	pH (1:1)	EC (1:5) (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	Bray-1 P	Mehlich-1 K	Mehlich-1 Ca	Mehlich-1 Mg
----- (mg kg ⁻¹) -----							
表土							
1 ^z	4.9ab ^y	0.25a	21a	52a	186a	325ab	115ab
2	5.3a	0.27a	21a	52a	151a	373a	130a
3	4.6ab	0.24a	17a	39a	178a	183b	64b
4	4.3b	0.27a	19a	49a	218a	251ab	74b
5	4.3b	0.25a	21a	31a	142a	250ab	84ab
6	4.3b	0.30a	19a	26a	127a	229ab	80ab
CK	4.3b	0.25a	20a	30a	145a	196ab	112ab
底土							
1	4.2ab	0.24a	15ab	52a	107a	259ab	99ab
2	4.8a	0.20a	17ab	25a	77ab	306a	113a
3	4.0b	0.29a	13b	46a	80ab	169bc	66bc
4	4.0b	0.24a	14ab	59a	91ab	186bc	54c
5	4.0b	0.19a	18a	56a	68b	126c	50c
6	3.8b	0.20a	14ab	60a	74ab	131c	49c
CK	3.9b	0.21a	15ab	36a	82ab	120c	50c
參考值	5.5-6.8		30	11-50	30-100	570-1140	50-100

^z 1:每株桶柑施用氮 1,000 g + 氧化鉀 1,000 g + Dolomite lime 5 kg、2:氮 1,500 g + 氧化鉀 500 g + Dolomite lime 5 kg、3:氮 1,500 g + 氧化鉀 750 g + Dolomite lime 5 kg、4:氮 1,000 g + 氧化鉀 1,000 g、5:氮 1,500 g + 氧化鉀 500 g、6:氮 1,500 g + 氧化鉀 750 g、CK:氮 800 g + 氧化鉀 600 g。

^y LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

^z Fertilize 1: N 1,000 g + K₂O 1,000 g + Dolomite lime 5 kg, 2: N 1,500 g + K₂O 500 g + Dolomite lime 5 kg, 3: N 1,500 g + K₂O 750 g + Dolomite lime 5 kg, 4: N 1,000 g + K₂O 1,000 g, 5: N 1,500 g + K₂O 500 g, 6: N 1,500 g + K₂O 750 g, CK: N 800 g + K₂O 600 g per plant.

^y Means values within column followed the same letter are not significant by LSD at 5% probability level.

三、葉面噴施磷、鉀肥對桶柑果實品質之影響

果實發育後期於葉面噴施鈣與不同濃度磷、鉀肥處理後，採收成熟果實調查產量與品質，單株產量、單果重和糖酸比均以處理 5（噴施 5 次磷酸一鉀 1.25 g L⁻¹）最高，顯著高於對照組，但各葉面施肥處理間差異不顯著（表 6）。果汁率、可溶性固形物和可滴定酸各處理間均未達顯著差異。果樹為長期作物，施肥於根部土壤中可能因淋洗作用、酸鹼值不適當、養分拮抗等因素影響吸收效率，經樹體吸收後，仍可能在不同季節因樹體內不同器官間運輸移轉重新分布，導致果實發育關鍵時期發生營養缺乏而影響果實大小與品質。葉面施肥可以避免土壤環境的限制（乾旱、淹水或酸鹼值），及時補充果樹地上部發育關鍵時期需要的要素，並因葉面噴施可調整植體各營養要素濃度而調控營養生長或生殖生長。噴施鈣肥可能與氮拮抗而減輕過量施用氮肥或夏秋雷雨導致秋梢旺盛，影響果實品質。樹體中磷含量提升，則柑橘果皮厚度降低、酸度降低而提高糖酸比；鉀含量提升則使果實增大、果皮厚度增加、酸度提高而降低糖酸比（林等，2013; Emer *et al.*, 1999）。葉面施肥也會因為鹽基種類、濕潤劑種類、濃度及施用前後天氣而影響施用效果（Fernández *et al.*, 2013），本試驗於果實品質方面差異不顯著，可能與施用濃度與天氣有關，後續仍值得再進行進一步試驗確認。

表 6. 不同葉面施肥處理對桶柑果實性狀與產量之影響

Table 6. Effect of different foliar fertilization treatments on fruit characters and yield of tankan.

處理 Treatments	單株產量 Yield (kg per plant)	單果重 Fruit weight (g per fruit)	果汁率 Juice content (%)	可溶性固形物 TSS (°Brix)	可滴定酸 TA (%)	糖酸比 T-A ratio
SC+PP1 ^z	96ab	273ab	52.6a	8.9a	0.7a	12.0
SC+PP2	88ab	251ab	52.2a	9.8a	0.9a	11.2
SC+PP3	89ab ^y	255ab	52.2a	10.1a	0.8a	12.1
PP1	90ab	258ab	53.9a	9.7a	0.8a	12.2
PP2	101a	290a	51.5a	10.0a	0.7a	13.5
PP3	92ab	263ab	53.2a	9.7a	0.8a	12.4
CK	80b	229b	53.6a	9.1a	0.8a	11.1

^z SC+PP1: 飽和碳酸鈣溶液+磷酸一鉀 0.83 g L⁻¹; SC+PP2: 飽和碳酸鈣溶液+磷酸一鉀 1.25 g L⁻¹; SC+PP3: 飽和碳酸鈣溶液+磷酸一鉀 2.5 g L⁻¹; PP1: 磷酸一鉀 0.83 g L⁻¹; PP2: 磷酸一鉀 1.25 g L⁻¹; PP3: 磷酸一鉀 2.5 g L⁻¹; 7: 對照組。

^y LSD 顯著性測驗在 5% 水準差異不顯著。

^z SC+PP1: Saturated calcium carbonate solution + Potassium phosphate 0.83 g L⁻¹; SC+PP2: Saturated calcium carbonate solution + Potassium phosphate 1.25 g L⁻¹; SC+PP3: Saturated calcium carbonate solution + Potassium phosphate 2.5 g L⁻¹; PP1: Potassium phosphate 0.83 g L⁻¹; PP2: Potassium phosphate 1.25 g L⁻¹; PP3: Potassium phosphate 2.5 g L⁻¹; 7: CK.

^y Means values within column followed the same letter are not significant by LSD at 5% probability level.

結 論

綜合以上各試驗結果，對樹齡 10 年與單株產量 70-90 kg 之桶柑而言，每年每株施用氮 1,000 g 及氧化鉀 1,000 g、苦土石灰 5 kg 直到酸鹼值和土壤鈣含量達到合適範圍，以及果實發育後期（11 月）隔週噴施磷酸一鉀 1.25 g L⁻¹ 共 5 次等處理，可獲得較佳之桶柑產量與品質。

參考文獻

- 王德男。1996。柑桔。作物施肥手冊。p. 68-72。行政院農業委員會。
- 呂明雄。1995。柑桔。臺灣農業要覽。p. 17-24。豐年社。
- 卓家榮。2005。柑橘土壤肥力檢測及營養診斷技術。p. 177-191。農業試驗所特刊第 121 號。
- 林永鴻、林順台。2003。玉荷包荔枝營養診斷與肥培管理技術研究。行政院農業委員會高雄區農業改良場年報。〈<https://www.kdais.gov.tw/ws.php?id=508>>。
- 林詠洲、陳邦華、蔡雲鵬。2013。柑橘生長與栽培管理。p. 81。行政院農業委員會農業試驗所。臺灣臺中。
- 連深、張淑賢、黃維廷、吳婉麗。1989。柑橘營養診斷之基礎及應用之現況。p. 1-26。台灣省農業試驗所編印。
- 徐善德、廖玉琬譯。1999。植物生理學。啟英文化事業有限公司。臺北。臺灣。
- 張淑賢。1992。本省柑橘園常見的土壤與樹體營養缺失及其對策。技術服務 9:25-27。
- 張淑賢、李峰憲、吳婉麗。1987。氣溫與降雨量對本省主要檫柑產區之果實品質與柑樹營養狀況之影響。中華農業研究 36(1):75-86。
- 莊浚釗、李宗翰。2011。文旦土壤肥培管理技術研究。行政院農業委員會桃園區農業改良場研究彙報 69:59-71。
- 黃文良。1983。本省柑橘園土壤之酸性化與其酸性來源。中華農業研究 32(1):83-91。
- 黃祥慶、蔡宜峰。1988。檫柑園施用石灰之研究。行政院農業委員會臺中區農業改良場研究彙報 20:23-31。
- Erner, Y., A. Cohen, and H. Magen. 1999. Fertilizing for high yield citrus. International Potash Institute. Basel/Switzerland.
- Fernández, V., T. Sotiropoulos, and P. Brown. 2013. Foliar fertilization scientific principles and field practices. International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris, France.
- Knudsen, O., G.A. Peterson, and P.F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. In A.L. Page (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd edition Agronomy. p. 225-246. ASA. Madison. WI.
- Lavon, R. and E.E. Goldschmidt. 1996. Potassium deficiency and carbohydrate metabolism in citrus. pp. 101-109. In: Frontiers in potassium nutrition: new perspectives on the effect

of potassium on physiology of plants. (Eds. D.M. Oosterhuis and G.A. Berkowitz). Indianapolis, IN, USA.

Murphy, J. and L.E. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta. 27:31-36.

Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In A. L. Page (ed.) Methods of soil analysis, part 2. 2nd ed. Agronomy Monograph no.9, p. 539-579.

Quaggio, J.A., D. Mattos Jr., H. Cantarella, E.L.E. Almeida, and S.A.B. Cardoso. 2002. Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. Sci. Hortic. 96:151-162.

SAS Institute. 1990. SAS User Guide 6.10 Edition. SAS Institute Inc., SAS Circle, Box8000, Cary, NC, USA.

Study on Fertilization Managements to Improve Tankan Yield and Quality¹

Chao-hung Lai²

Abstract

The purpose of this experiment was to explore the effects of different fertilizer management techniques on the yield and quality of tankan in the northern region of Taiwan. The experiment was conducted from 2014 to 2016 in Ermei Township, Hsinchu County. The 10-year-old tankan was divided into three trials: different nitrogen and potassium fertilizer application rates, dolomite lime application, and foliar spraying of different concentrations of phosphorus and potassium fertilizers in the late growth period. The results of the investigation showed that for tankan with a tree age of 10 years and a yield of 70-90 kg per plant, the application of nitrogen 1,000 g per plant and 1,000 g potassium oxide per plant can obtain higher yields and single fruit weights. After treatment with different amounts of nitrogen and potassium fertilizers, the harvested fruits were investigated for quality traits such as juice rate, total soluble solids, titratable acid, and T-A ratio. The traits did not reach significant differences among treatments. The application of dolomite lime 5 kg per plant had no significance effect on fruit quality in the same year. After applying 5 kg of dolomite lime to each plant, the soil pH value increased by 0.3-0.7 units compared to the non-treatment. Although the application of dolomite lime significantly improved the soil pH value and exchangeable calcium content, but the results were still lower than the suitable value, it can be improved only after multiple supplements every year. In the later stage of fruit development (November), foliar spraying of potassium phosphate with different concentrations was conducted. Spraying potassium phosphate 1.25 g L⁻¹ for 5 times every 2 weeks can increase the yield per plant, fruit weight and sugar-acid ratio. Based on the above results, the best yield and quality of tankan can be obtained for tankan with a tree age of 10 years and a yield of 70-90 kg per plant, 1,000 g of nitrogen, 1,000 g of potassium oxide, and 5 kg of dolomite lime per plant are applied until the pH value and the soil calcium content reaches the recommended range, and the plant is sprayed with 1.25 g L⁻¹ of potassium phosphate for 5 times every 2 weeks in the late fruit development period (November).

Key words: lime material, foliar fertilization, recommended amount of fertilizer

¹. Contribution No. 538 from Taoyuan DARES, COA.

². Assistant Researcher (Corresponding author, chlai@tydais.gov.tw).