

北部地區柑橘土壤管理及營養診斷技術

賴昭宏、施伯明、莊浚釗

行政院農業委員會桃園區農業改良場助理研究員、助理研究員、研究員兼分場長

chlai@tydais.gov.tw

摘 要

北部地區柑橘果園主要分布於淺山丘陵地，土壤酸鹼值屬強酸性且有效性鈣含量偏低，應加強輔導果農進行土壤肥力診斷，適切施用石灰資材以矯正酸鹼值及補充鈣含量。本場試驗結果顯示，文旦以施用氮 1,000 公克/株 及氧化鉀 1,000 公克/株 對果實品質及產量最佳。葉片採樣最佳時期為 5-6 月，採樣部位則為春梢非結果枝第 3 片葉。茂谷柑施用中量(1,000 公克/株)、高量(1,500 公克/株)氮肥，配合高量(750 公克/株)鉀肥則可以獲得較低的裂果率，以及較佳的產量與果實品質。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；但每株施用苦土石灰 5 公斤，可以提高桶柑果實糖度且降低酸度而提高糖酸比，試驗後土壤酸鹼值較未施苦土石灰提升 0.3-0.7 單位。雖然施用苦土石灰可顯著改善土壤酸鹼值和鈣含量，但結果仍低於柑橘土壤分析之參考值，顯見北部地區柑橘果園土壤強酸性及鈣含量不足，被長期而普遍的忽視，需要多年期補充苦土石灰，始能讓酸鹼值與鈣含量達到理想範圍。農友應視種植柑橘種類與定期採取樣本，診斷果園之土壤化學性質，以持續調整土壤管理措施與施肥方式，始能建構一個健康土壤與豐產樹體的優質果園。

關鍵詞：柑橘、土壤管理、施肥推薦

前 言

柑橘為我國重要果樹產業，在北部地區尤其重要，主要種類有桶柑、文旦、茂谷柑及海梨柑等，多種植於山坡地；北部地區因雨量高，淋洗作用強容易導致土壤酸化貧瘠，鉀、鈣、鎂等元素含量偏低(卓，2005；張，1992；黃，1983)。因此，適切因應坡地土壤理化性質，依據果樹生產情形調整施肥種類與方式，以進行合理化施肥，為穩定產量、提高品質及永續生產之重要手段。以下彙整本場近年針對柑橘果園土壤診斷調查，以及肥培試驗結果供農友進行土壤管理參考。

柑橘三要素推薦施肥量與施肥方法

柑橘之三要素施用量可依「作物施肥手冊」(王，1996)推薦如下表：

表 1. 柑橘三要素推薦量(公克/株/年)

樹齡或產量	氮素	磷酐	氧化鉀	換算成台肥複合肥料用量 (成樹用 5 號，幼樹用 43 號)
幼樹 1-3 年	75	75	75	500
幼樹 5 年	150	150	150	1,000
成樹 40 公斤/株	500	250	375	3,125
成樹 60 公斤/株	600	300	450	3,750
成樹 90 公斤/株	800	400	600	5,000
成樹 120 公斤/株	1,000	500	750	6,250
成樹 150 公斤/株	1,200	600	900	7,500

註：石礫地或粗質地肥分易流失之土壤，施肥量酌增 30%-40%，細質地保肥力佳之黏質土壤酌減 20%-30%。草生柑橘園，春肥及果實發育期之氮肥宜增加 20%-30%。若春肥及果實發育期氮肥過多，將影響果實品質和著色，以及花芽分化，採收後之肥料可改用台肥 2 號代替 5 號複合肥料。

表 2. 施肥時期與分配率(%)

肥料別	採收後至春芽萌發前	開花至著果	果實發育期
氮 肥	40	40-50	20-10
磷 肥	40 或 100	40 或 0	20 或 0
鉀 肥	30	30	40

註：(1)施肥時期視各地生育情形及品種酌予提前或延後。

(2)採收期：椪柑 11-12 月；柳橙 12-1 月；桶柑 1-2 月；文旦 8-9 月。

(3)開花結果期：椪柑 2-3 月；柳橙 3-4 月；桶柑 3-5 月；文旦 4-5 月。

(4)果實發育期(幼果期)：椪柑 6-8 月；柳橙 7-9 月；桶柑 7-10 月；文旦 6-7 月。

表 3. 北部地區柑橘果園土壤化學性質調查結果(N=85)

	酸鹼度 (1:1)	電導度 (1:5) (dS m ⁻¹)	有機質 (公克/公斤)	有效磷 (毫克/公斤)	可萃取鉀 (毫克/公斤)	可萃取鈣 (毫克/公斤)	可萃取鎂 (毫克/公斤)
高於 參考值	2	0	0	59	37	10	51
適中	6	0	14	21	43	24	20
低於 參考值	77	85	71	5	5	51	14
分析數 值範圍	3.4-7.3	0.03-0.47	9-40	6-186	12-273	159-3,122	10-392
參考值	5.5-6.8	<0.6	>30	11-50	30-100	570-1,140	50-100

N=85，含表土與底土，作物包含文旦、桶柑及茂谷柑，行政區域包含新北市八里區、新竹縣寶山鄉、芎林鄉、新埔鎮、峨眉鄉及關西鎮。

2008 年迄今，本場於田間試驗、推廣輔導及農友服務期間接獲柑橘果園土壤樣品分析調查，整體調查結果顯示，北部地區柑橘果園酸鹼度普遍為強酸性土壤，90%果園酸鹼度均偏酸。電導度均正常，沒有過高的現象，也顯示山坡地區因淋洗作用強烈，不容易發生電導度過高的情況，提高土壤保肥力與肥料利用率更為重要。所調查柑橘果園土壤有機質含量普遍偏低，顯示需要加強推廣有機質肥料施用與草生栽培，以持續補充果園土壤有機質含量。有效磷與可萃取鉀及鎂僅分別約 6%、6%及 16%，於土壤中含量低於參考值，但是 69%的果園土壤中磷和 60%果園土壤鎂含量高於參考值，可能與部分農友長期使用 43 號複合肥料有關。以上調查結果與本場 1998 與 1999 年調查新竹縣海梨柑與桶柑果園土壤結果相近(阮等，2001)，北部地區果園偏強酸性、有機質偏低、鈣含量偏低與磷、鎂含量普遍偏高均相同，僅土壤可萃取鉀含量適中和過量比例於近 20 年明顯增加。

文旦之土壤和肥培管理技術研究

本試驗於 2008 至 2009 年在新北市八里區及新竹縣寶山鄉進行，探討文旦果樹氮肥及鉀肥施用量對果實產量及品質之影響。另，每月定期採取文旦葉片分析其養分含量，以訂定文旦葉片最佳採樣時期、部位及各要素適宜濃度範圍，供葉片營養診斷及施肥推薦用。試驗結果顯示，氮肥效益以氮施用量 500 公克/株處理之文旦果實單果重、果肉重、果肉率最佳，氮施用量 1,000 公克/株處理對八里試區的果皮重、果皮厚及可溶性固形物最佳。而寶山試區氮施用量 1,000 公克/株處理產量 127 公斤/株最佳。鉀肥效益部分，八里試區氧化鉀施用量

750 公克/株處理果實單果重及可溶性固形物較佳，而果肉率及果皮重則以氧化鉀施用量 1,000 公克/株處理最佳，各處理間均未達顯著差異。寶山試區氧化鉀 500 公克/株 處理之文旦果實單果重及果肉重最佳，但果實果肉率、果皮重、果皮厚、產量及可溶性固形物則以氧化鉀 1,000 公克/株處理最佳，其中氧化鉀 1,000 公克/株處理產量每株 139 公斤較氧化鉀 500 及 750 公克/株處理的每株分別為 120 及 115 公斤，分別增產 19 及 24 公斤。綜合考量收益結果，文旦以施用氮 1,000 公克/株及氧化鉀 1,000 公克/株對果實品質及產量為最佳。葉片採樣最佳時期為 5-6 月間，採樣部位則為春梢非結果枝第 3 片葉，各要素適宜濃度範圍值為氮 2.40%-2.60%，磷 0.13%-0.15%，鉀 1.70%-2.05%，鈣 1.72%-2.94%和鎂 0.21%-0.34%(莊和李，2011)。

表 4. 氮與鉀肥施用量對文旦果實產量及品質之影響

處理	單果重 (公克)	果肉重 (公克)	果肉率 (%)	果皮重 (公克)	果皮厚 (公厘)	產量 (公斤/株)	可溶性固形物 (°Brix)
八里試區							
N1 ^x -K1 ^y	648 a ^z	384 a	59 ab	264 a	18 a	100 a	9.3 d
N1-K2	619 ab	370 ab	59 ab	249 ab	16 b	98 a	9.9 abc
N1-K3	604 ab	360 ab	59 ab	244 ab	17 ab	98 a	9.5 cd
N2-K1	568 b	340 b	60 ab	229 b	16 b	99 a	10.3 a
N2-K2	626 ab	368 ab	59 ab	257 a	17 ab	99 a	9.8 abcd
N2-K3	581 b	334 b	56 b	246 ab	16 b	93 b	9.8 abcd
N3-K1	605 ab	352 ab	58 ab	252 ab	17 ab	96 a	9.6 bcd
N3-K2	584 b	340 b	58 ab	244 ab	17 ab	97 a	10.0 abc
N3-K3	616 ab	375 ab	61 a	241 ab	16 b	101 a	10.1 ab
寶山試區							
N1-K1	683 a	450 a	66 a	233 ab	13 ab	122 bc	11.2 a
N1-K2	596 bc	389 b	65 a	206 bc	13 ab	103 bc	11.4 a
N1-K3	607 bc	400 ab	66 a	206 bc	12 b	137 b	11.5 a
N2-K1	666 ab	413 ab	62 b	252 a	15 a	124 bc	10.9 b
N2-K2	610 abc	397 b	65 a	213 bc	14 ab	95 c	11.5 a
N2-K3	601 bc	400 ab	67 a	201 c	13 ab	163 a	11.2 a
N3-K1	580 c	375 b	65 a	205 bc	13 ab	113 bc	11.5 a
N3-K2	623 ab	415 ab	67 a	208 bc	13 ab	146 b	10.9 b
N3-K3	591 c	388 b	66 a	203 c	14 ab	117 bc	11.3 a

^x : N1、N2、N3=N500、1,000、1,500 公克/株。

^y : K1、K2、K3=K500、750、1,000 公克/株。

^z : LSD 顯著性測驗在 5 %水準差異不顯著。

茂谷柑肥培管理研究

茂谷柑以 3 組不同氮與鉀肥施用量(每株分別施氮 1,000 公克及氧化鉀 1,000 公克、氮 1,500 公克及氧化鉀 500 公克、氮 1,500 公克及氧化鉀 750 公克)進行處理，調查結果，氮與鉀肥施用量對茂谷柑果實單果重以 N1K3 處理最高，顯著高於 N3K1 處理，其餘各處理間差異不顯著。果皮厚度以 N2K3 處理最厚，N3K1 處理最薄，但處理間未達顯著差異，可能需要更多年度的施肥處理或調整施肥時期，才能顯現鉀肥對果皮厚度之影響。果實糖度以 N1K3 處理最高，顯著高於 N1K2 處理，其餘各處理差異不顯著，可能在中、高氮肥施用量下因氮鉀競爭明顯或營養生長排擠光合產物分配所致。果實酸度隨鉀肥施用量增加而有提高趨勢，此與歐美等地試驗(Erner *et al.*, 1999)報告相符，但僅有高氮處理下 N3K3 顯著高於 N3K1 和 N3K2 處理(表 5)，中和低氮肥施用量下不同鉀肥施用量間果實酸度無顯著差異。

表 5. 氮與鉀肥施用量對茂谷柑果實品質之影響

處理	單果重 (公克)	果汁率 (%)	皮厚 (公厘)	可溶性固形物 (°Brix)	酸度 (%)	糖酸比
N1K1 ^z	168ab ^y	59a	2.17a	13.7ab	1.2abc	11.6
N1K2	158ab	60a	2.17a	12.3b	1.1bc	11.3
N1K3	181a	60a	2.17a	13.9a	1.2ab	11.1
N2K1	164ab	58a	2.14a	12.8ab	1.1bc	11.5
N2K2	160ab	58a	2.24a	12.5ab	1.0c	12.1
N2K3	173ab	59a	2.25a	12.9ab	1.2abc	11.2
N3K1	147b	59a	2.06a	13.2ab	1.1bc	11.8
N3K2	163ab	59a	2.12a	13.5ab	1.1bc	12.9
N3K3	164ab	58a	2.08a	13.2ab	1.3a	10.0

^z: N 和 K 後數字分別代表施用氮素 1: 500 公克/株、2: 1,000 公克/株、3: 1,500 公克/株和氧化鉀 1: 500 公克/株、2: 750 公克/株、3: 1,000 公克/株。

^y: 同行英文字母相同表示經 LSD 顯著性測驗在 5 %水準差異不顯著。

補充苦土石灰予不同氮與鉀組合對桶柑果實品質之影響

以 3 組不同氮與鉀肥施用量(每株分別施氮 1,000 公克及氧化鉀 1,000 公克、氮 1,500 公克及氧化鉀 500 公克、氮 1,500 公克及氧化鉀 750 公克)搭配每株施用苦土石灰 5 公斤與否進行試驗，調查結果對桶柑產量、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，顯示苦土石灰可提高桶柑果實糖度並降低酸度而提高糖酸比，此與椪柑施用苦土石灰反應相同(黃和蔡，1988)。

表 6. 不同氮與鉀肥施用量及施用石灰與否對桶柑果實性狀與產量之影響

處理	單株產量 (公斤)	單果重 (公克)	果汁率 (%)	可溶性固形物 (°Brix)	可滴定酸 (%)	糖酸比
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: 每株施用氮 1,000 公克、氧化鉀 1,000 公克和苦土石灰 5 公斤；2: 每株施用氮 1,500 公克、氧化鉀 500 公克和苦土石灰 5 公斤；3: 每株施用氮 1,500 公克、氧化鉀 750 公克和苦土石灰 5 公斤；4: 每株施用氮 1,000 公克和氧化鉀 1,000 公克；5: 每株施用氮 1,500 公克和氧化鉀 500 公克；6: 每株施用氮 1,500 公克和氧化鉀 750 公克；CK: 每株施用氮 800 公克和氧化鉀 600 公克(作物施肥手冊推薦)。

^y: LSD 顯著性測驗在 5 %水準差異不顯著。

不同氮與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、鈣及鎂變動較顯著(表 7)，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鈣含量，但結果仍低於參考值(連等，1989)，顯見北部地區柑橘果園土壤強酸性及鈣含量不足，長期而普遍的被忽視，需要多年期補充苦土石灰始能讓酸鹼值與鈣含量達到理想範圍。至於鎂元素可能因部分農友長期連續施用 43 號複合肥料，導致柑橘果園土壤鎂含量多符合參考值範圍甚至過量。

表 7. 不同氮與鉀肥施用量及施用石灰與否對桶柑果園土壤肥力之影響

處理	酸鹼度 (1:1)	電導度 (1:5) (dS m ⁻¹)	有機質 (公克/公斤)	有效磷 (毫克/公斤)	可萃取鉀 (毫克/公斤)	可萃取鈣 (毫克/公斤)	可萃取鎂 (毫克/公斤)
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
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
參考值	5.5-6.8		30	11-50	30-100	570-1,140	50-100

^y 和 ^z: 同表 6。

結 論

北部地區果園經調查發現偏強酸性、有機質偏低、鈣含量偏低與磷、鎂含量普遍偏高，除自然氣候條件與土質所造成外，農友普遍未曾因應果園土質進行改良與調整施肥也是原因之一，應適切施用石灰資材以矯正酸鹼值及補充鈣含量。本場試驗結果顯示，文旦以施用氮 1,000 公克/株及氧化鉀 1,000 公克/株對果實品質及產量為最佳。葉片採樣最佳時期，文旦於 5-6 月，其他柑種於 8-9 月進行。採樣部位則為春梢非結果枝第 3 片葉。茂谷柑施用中量(1,000 公克/株)、高量(1,500 公克/株)氮肥，配合高量(750 公克/株)鉀肥則可以獲得較低的裂果率、較佳的產量與果實品質。不同氮與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，但每株施用苦土石灰 5 公斤，可提高桶柑果實糖度且降低酸度而提高糖酸比。試驗後土壤酸鹼值較未施用苦土石灰提升 0.3-0.7 單位。農友應視種植柑橘種類與定期採取樣本診斷果園土壤之化學性質，持續調整土壤管理措施與施肥方式，始能建構一個健康土壤與豐產樹體的優質果園。

參考文獻

1. 王德男。1996。柑桔。作物施肥手冊。行政院農業委員會。p. 68-72。
2. 阮素芬、倪萬丁、葉俊巖。2001。新竹地區海梨桶柑果園土壤調查。行政院農業委員會桃園區農業改良場研究彙報 46:1-9。
3. 卓家榮。2005。柑橘土壤肥力檢測及營養診斷技術。p. 177-191。
4. 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。
5. 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。
6. 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。
7. 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。
8. 黃祥慶、蔡宜峰。1988。椪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。
9. 湯雪溶。2018。農田土壤、灌溉水及植體分析樣品採樣技術。行政院農業委員會桃園區農業改良場。桃園。
10. Erner, Y., A. Cohen, and H. Magen. 1999. Fertilizing for high yield citrus. International Potash Institute. Basel/Switzerland.

Citrus soil management and nutrition diagnosis technology in northern Taiwan

Chao-hung Lai, Po-Ming Shih, and Chun-Chao Chuang

Assistant researcher, assistant researcher and chief of Taipei Sub-Station, respectively,

Taoyuan district agriculture research and extension station, COA

chlai@tydais.gov.tw

Abstract

The citrus orchards in the northern Taiwan are mainly distributed in the hilly areas. The soil pH value are strongly acidic and the available calcium content is low. The soil fertility should be strengthened to guide the fruit farmers to diagnose the soil fertility, and the lime materials should be applied to correct the pH value and calcium content. Wentan pomelo got the optimum yield and fruit quality with applied nitrogen 1,000 g plant⁻¹ and potassium oxide 1,000 g plant⁻¹. The optimal period for Wentan leaf sampling is between May and June, and the sampling site is the third leaf of the non-resulting shoot. In the application of 'Murcott' tangor with medium (1,000 g plant⁻¹) and high (1,500 g plant⁻¹) nitrogen fertilizer combined with high (750 g plant⁻¹) potassium fertilizer, lower fruit cracking rate, better yield and fruit quality can be obtained. The application rate of different nitrogen and potassium fertilizers and the application of lime had no significant effect on the yield, fruit weight and fruit juice rate of the barrel, but the application of dolomite lime 5 kg plant⁻¹ could increase the sugar content of the barrel and reduce the acidity and increase the ratio of sugar to acid. After the test, the soil pH value was increased by 0.3-0.7 units compared with the non-dolomite lime soil. Although the application of dolomite lime significantly improved the soil pH and calcium content, the results were still lower than the reference value. It is obvious that the soil acidity and calcium content in the citrus orchard in the northern region are insufficiently long-term and generally neglected. It needs to be supplemented with dolomite lime for many years, then can achieve the desired range of pH and calcium content.

Keywords: Citrus, soil management, fertilization recommended dose