

# 長期施用台肥 5 號複合肥料對柑桔果實品質及產量之影響

莊浚釗

## 摘 要

為探討柑桔施肥量對果實品質及產量之影響，在苗栗縣卓蘭鎮柑桔專業區內，以台肥五號複合肥料（16-8-12）之不同施用量，辦理自 72 年至 82 年之長期試驗。根據 8 年之試驗結果顯示，以每株施用台肥五號 3 公斤區平均產量最低（55.9 公斤），而 6、9 及 12 公斤區產量分別為 63.1 公斤、62.4 公斤及 58.4 公斤，分別增產 13%、12% 及 4%，顯示柑桔肥料施用量至每株 6 公斤以上時，產量並未因施肥量增加而增加，反有減少的趨勢。收穫後土壤中有效性磷酐及氧化鉀含量隨施肥量之增加而增加，其餘 pH、有機質之含量則未增加；葉片養分濃度大多亦隨施肥量之增加而有增高趨勢，其中葉片氮素含量屬於高等，磷、鉀、鎂含量則屬適中範圍，鈣則低等居多。另不同施肥量對品質影響，尚無明顯差異。

## 前 言

柑桔為台灣主要果樹之一，目前栽種已相當普遍，而苗栗縣為重要之產地，種植面積已達 1883 公頃<sup>(1)</sup>，但目前不僅要求量之增加，更要求品質的提昇，而影響果實品質及產量的因子很多，包括氣候、土壤養分及水分及植體營養狀況等，其中以土壤養分之供給，影響植物營養最大<sup>(10)</sup>，而各地區氣候環境之不同，對於果實產量及品質亦皆有影響<sup>(6)</sup>。Embleton<sup>(11)</sup>指出以三要素氮、磷、鉀對果實品質影響最大，在本省除了郭氏<sup>(3,4)</sup>曾研究氮肥、鉀肥對桶柑產量及品質之影響之外，另外張氏等人<sup>(7,8)</sup>之研究均偏重於葉片營養診斷標準之建立，而對於施肥量之研究則較缺乏。根據本場調查得知，不同農戶間施肥量的差異很大，氮肥每株用量介於 500~2100 公克，磷酐於 200~2340 公克間，氧化鉀於 340~1800 公克，然而其產量及品質並未因為施用量增加而增產及品質提昇，形成人力及財力上的浪費，故確立正確的肥料施用量乃是當務課題。

本研究乃針對此課題，於卓蘭鎮柑桔專業區進行肥料試驗，以五號複肥 3、6、9、12 公斤/株等處理，探求柑桔最佳肥料施用量，供果農施肥之參考。

## 材料與方法

本試驗於苗栗縣卓蘭鎮柑桔專業區內以 12 年生之椪柑進行肥料試驗，並以每株施用台肥五號複肥 3、6、9、12 公斤為處理，每處理 4 株，自 72 年 7 月至 82 年 6 月，四重複，採逢機區集設計。肥料分配率各為基肥（12~1 月）佔 50%，春肥（3~4 月）佔 30%，夏肥（7~8 月）佔 20%。試驗前及收穫後採取表土，分析土壤性質，以水與土壤比例 1:1，用玻璃電極法測 pH 值；Walkley Black 法測土壤有

機質含量；Bray No.1測有效性磷含量；Mehlich's method測交換性鉀含量；比重法測土壤質地；葉片養分含量：氮素以濃硫酸加硒粉催化劑分解，分解液以Kjeldahl法蒸餾，磷、鉀、鈣、鎂以三酸（硝酸、過氯酸、硫酸 = 4 : 1 : 1 v/v）分解，分解液以鉬黃法比色，鉀以焰光儀測定，鈣、鎂則以原子吸收光譜儀測定；果實品質之測定：甜度以手提式糖度屈折計測定；酸度則以0.1N氫氧化鈉溶液滴定之；果肉率及果汁率分別將其果肉取出稱重並榨汁換算而得。柑桔產量調查：於成熟之採收期，將整株果實全部採下，以木箱裝箱稱重，再扣除木箱重量，即為整株之產量。統計分析：以鄧肯式顯著性表示。

## 結果與討論

### (一) 施肥量與土壤理化性質之關係：

柑桔收穫後土壤分析結果（表一）顯示，土壤 pH、O.M 並未因肥料增施而提高，而土壤平均 pH 值除每株 6 公斤區為 5.1 外，其餘均為 5.2，顯示土壤均為強酸性土壤，僅 73 年及 78 年之土壤 pH 較高為酸性土壤，但年度間之變化無規則可尋（圖 1）。根據過去研究調查顯示，本省柑桔大部分分布於坡地，土壤原本較酸，再加上多年施用化肥及酸雨之淋溶與作物對陽離子的吸收，使土壤更趨酸化；O.M 平均值介於 2.6~2.7 之間，僅 79 年度含量 > 3% 稍偏高外，其餘土壤有機質含量尚充足，而各年度間之變化無規律（圖 2）；而增施肥料可提高土壤中有效磷酐及氧化鉀之含量，各年度均有一致之趨勢，即每株施用 5 號複肥 3、6、9 及 12 公斤，其每公頃表土之平均有效性磷酐的含量分別為 1012、1082、1125 及 1192 公斤，而氧化鉀亦由每株施 3 公斤之 635 公斤/公頃增至每株 12 公斤之 722 公斤/公頃，年度間之變化亦有逐年提高之趨勢（圖 3、4），可見經過 8 年之試驗可提高養分之有效性。根據張氏等<sup>(8)</sup>研究柑桔表土每公頃有效磷酐含量於 1145~1720 公斤間屬高量，而本試驗處理 4（12 公斤/株）則屬之。

表一 不同施肥量對土壤理化性質之影響

Table 1. Effect of rate of fertilizer application on the soil properties.  
(1983-1990)

項目 Item	處 理 Treatment	年 度 (year)								
		72	73	74	75	76	77	78	79	平均
pH	1.5號複肥 3公斤/株	4.7	5.8	5.3	4.5	5.4	5.2	5.8	4.7	5.2
	2.5號複肥 6公斤/株	4.7	5.8	5.0	4.6	5.5	5.1	5.4	4.6	5.1
	3.5號複肥 9公斤/株	4.6	6.0	5.0	4.8	5.5	5.4	5.6	4.6	5.2
	4.5號複肥 12公斤/株	4.6	6.0	5.1	4.9	5.6	5.3	5.7	4.6	5.2
O.M (%)	1.5號複肥 3公斤/株	2.7	2.8	2.2	2.4	2.6	2.7	2.6	3.1	2.6
	2.5號複肥 6公斤/株	2.6	2.8	2.4	2.7	2.8	2.9	2.5	3.3	2.7
	3.5號複肥 9公斤/株	2.5	2.6	2.2	2.5	2.8	2.8	2.4	3.2	2.6
	4.5號複肥 12公斤/株	2.7	2.7	2.1	2.4	2.8	2.7	2.6	3.1	2.6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	1.5號複肥 3公斤/株	547	750	458	916	1076	1218	1655	1479	1012
	2.5號複肥 6公斤/株	581	840	470	1003	1170	1294	1705	1591	1082
	3.5號複肥 9公斤/株	585	885	510	1060	1240	1328	1812	1577	1125
	4.5號複肥 12公斤/株	614	924	612	1175	1375	1386	1913	1536	1192
K <sub>2</sub> O (kg/ha)	1.5號複肥 3公斤/株	116	524	464	623	743	836	939	837	635
	2.5號複肥 6公斤/株	121	512	473	631	782	891	954	1012	672
	3.5號複肥 9公斤/株	206	588	515	652	844	923	929	921	697
	4.5號複肥 12公斤/株	223	591	532	681	925	980	929	902	722

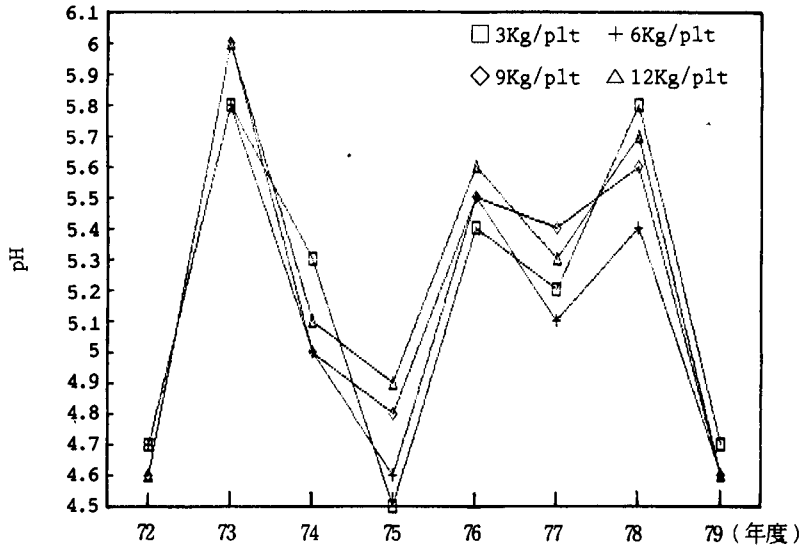


圖1. 不同施用量對土壤pH值之影響

Fig 1. Effect of rates of fertilizer application on soil pH.

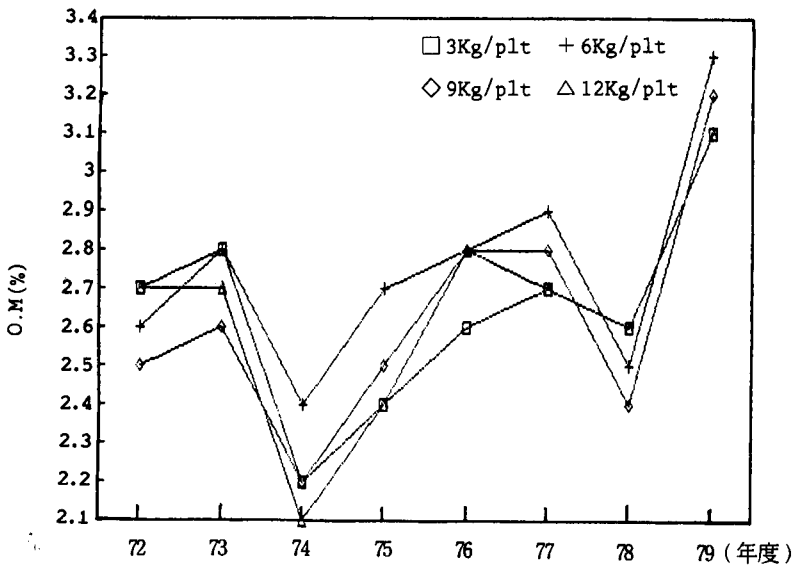


圖2. 不同施用量對土壤有機含量之影響

Fig 2. Effect of rates of fertilizer application on soil organic matter.

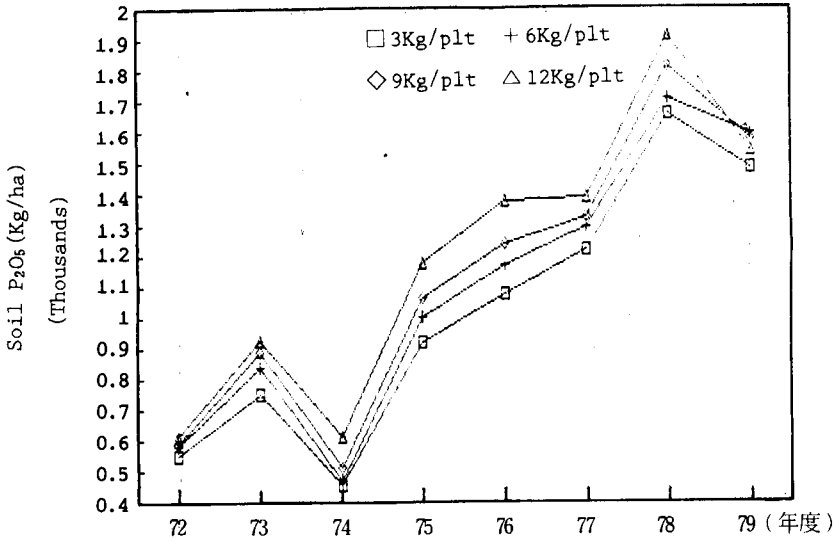


圖3. 不同施用量對土壤有效性磷含量之影響

Fig 3. Effect of rates of fertilizer application on soil available P.

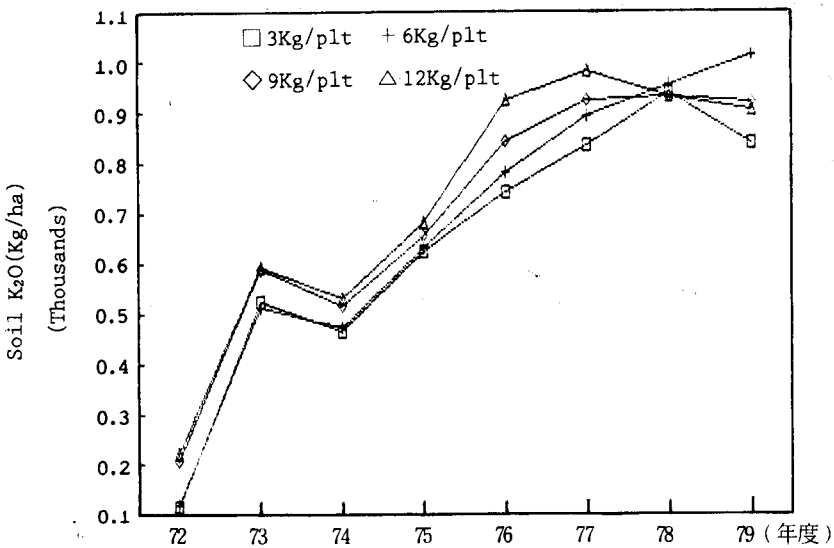


圖4. 不同施用量對土壤有效性鉀含量之影響

Fig 4. Effect of rates of fertilizer application on soil available K.

(二)不同施肥量對柑桔葉片養分含量之影響

由表二分析結果得知，柑桔葉片 N 含量於各年度之不同施肥量間均有增加之趨勢，大多以 3 公斤區之含量為最低，12 公斤區最高，各年之平均值由每株施 3 公斤區之 3.29% 增至每株施 12 公斤區之 3.39%，但年度間之變化無規則（圖 5）；P 各年之平均含量均為 0.16%，而處理及年度間之變化不大（圖 6），僅 79 年偏低顯現不足現象；其餘 K、Ca 含量變化雖未有一致性，但大多以每株施用 5 號複肥 3 公斤區之處理含量為最低，而年度間之變化無一致性（圖 7、8）；Mg 含量於各年度中尚屬適量，但年度間變化亦頗大（圖 9）。按照邱氏<sup>(2)</sup>連氏<sup>(5)</sup>柑桔葉片養分濃度分級標準表，氮含量平均值介於 3.29~3.39%，屬於高含量；磷平均含量均為 0.16%，鉀含量在 1.53~1.59%，鎂含量則為 0.26~0.27% 均屬於適宜範圍，而鈣含量介於 2.02~2.17% 屬於低等，故應多施用石灰質材料（白雲石粉），以改良土壤理化性質<sup>(9)</sup>。

表二 不同施肥量對柑桔葉片養分含量之影響

Table 2. Effect of rates of fertilizer application on the leaf nutrient contents of orange (1983-1990)

元素 Element	處 理 Treatment	年 度 (year)									
		72	73	74	75	76	77	78	79	平均	
N (%)	1.5號複肥 3公斤/株	3.07	3.39	3.16	3.60	3.40	3.14	3.13	3.40	3.29	
	2.5號複肥 6公斤/株	3.13	3.35	3.04	3.65	3.57	3.29	3.29	3.20	3.32	
	3.5號複肥 9公斤/株	3.26	3.43	3.09	3.68	3.47	3.24	3.24	3.28	3.34	
	4.5號複肥 12公斤/株	3.28	3.55	3.12	3.70	3.56	3.24	3.24	3.38	3.39	
P (%)	1.5號複肥 3公斤/株	0.17	0.14	0.14	0.15	0.15	0.20	0.20	0.11	0.16	
	2.5號複肥 6公斤/株	0.16	0.14	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	0.11	0.16	
	3.5號複肥 9公斤/株	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	0.12	0.16	
	4.5號複肥 12公斤/株	0.15	0.14	0.17	0.15	0.15	0.21	0.20	0.11	0.16	
K (%)	1.5號複肥 3公斤/株	1.64	1.59	1.48	1.33	1.17	1.61	1.60	1.85	1.53	
	2.5號複肥 6公斤/株	1.57	1.59	1.63	1.39	1.18	1.69	1.69	1.69	1.55	
	3.5號複肥 9公斤/株	1.66	1.65	1.61	1.36	1.35	1.76	1.64	1.72	1.59	
	4.5號複肥 12公斤/株	1.65	1.63	1.58	1.39	1.23	1.73	1.66	1.75	1.58	
Ca (%)	1.5號複肥 3公斤/株	2.11	1.75	1.79	1.33	2.49	2.24	2.26	2.18	2.02	
	2.5號複肥 6公斤/株	2.13	1.75	1.97	1.48	2.50	2.36	2.84	2.34	2.17	
	3.5號複肥 9公斤/株	2.03	1.68	1.88	1.41	2.68	2.40	2.29	2.24	2.08	
	4.5號複肥 12公斤/株	1.97	1.97	1.83	1.23	2.53	2.39	2.31	2.21	2.05	
Mg (%)	1.5號複肥 3公斤/株	0.25	0.29	0.26	0.24	0.20	0.29	0.31	0.30	0.27	
	2.5號複肥 6公斤/株	0.23	0.29	0.25	0.22	0.22	0.29	0.29	0.32	0.26	
	3.5號複肥 9公斤/株	0.24	0.31	0.25	0.23	0.23	0.29	0.28	0.31	0.27	
	4.5號複肥 12公斤/株	0.24	0.30	0.26	0.21	0.24	0.29	0.29	0.30	0.27	

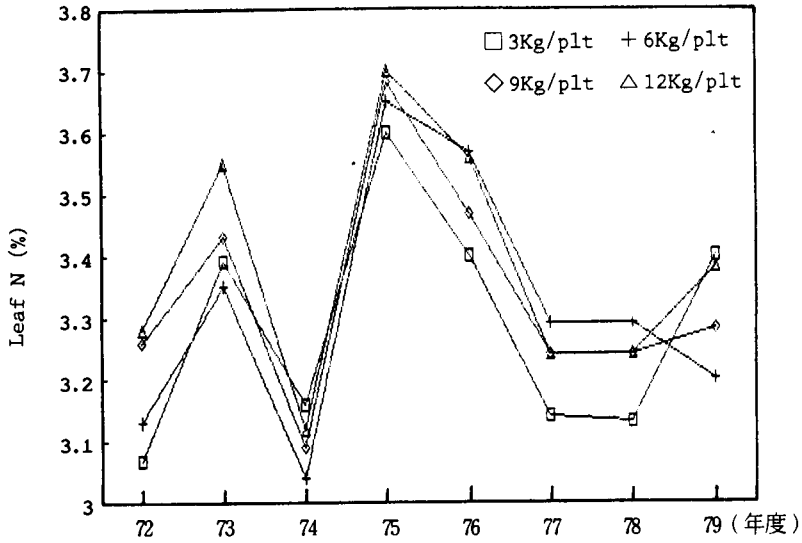


圖5. 不同施肥量對柑桔葉片N含量之影響

Fig 5. Effect of rates of fertilizer application on leaf N content of orange.

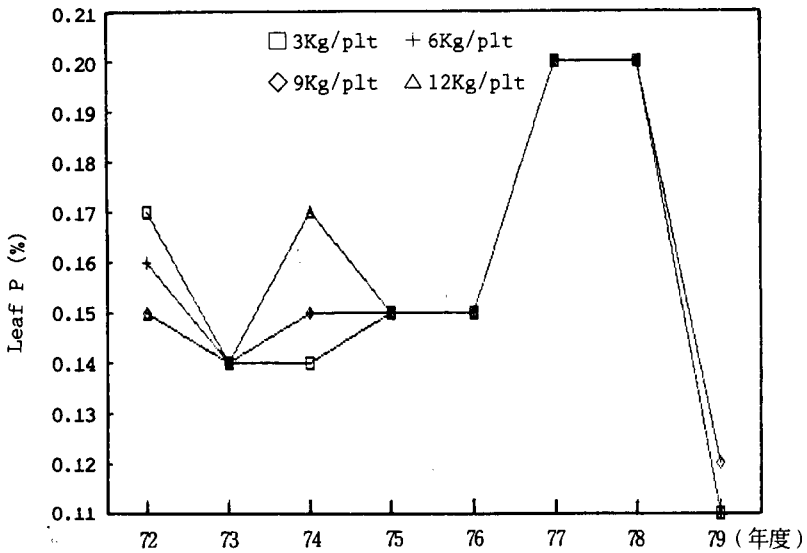


圖6. 不同施肥量對柑桔葉片P含量之影響

Fig 6. Effect of rates of fertilizer application on leaf P content of orange.

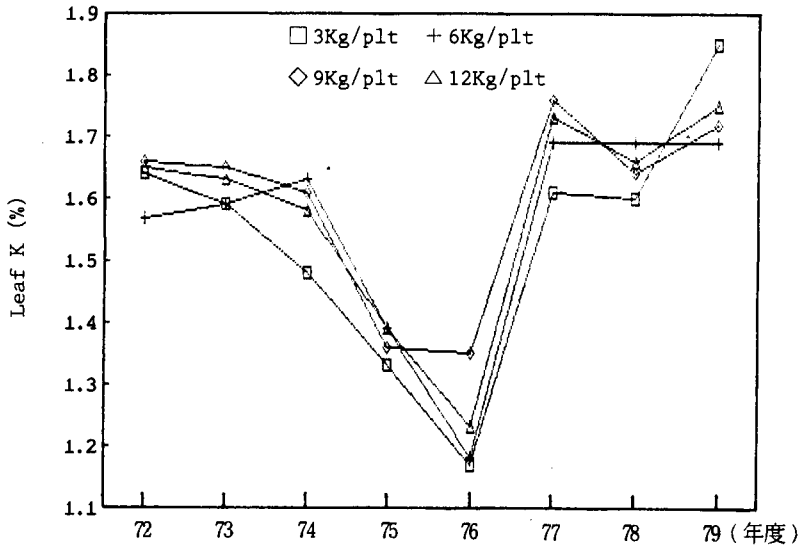


圖 7. 不同施肥量對柑桔葉片 K 含量之影響

Fig 7. Effect of rates of fertilizer application on leaf K content of orange.

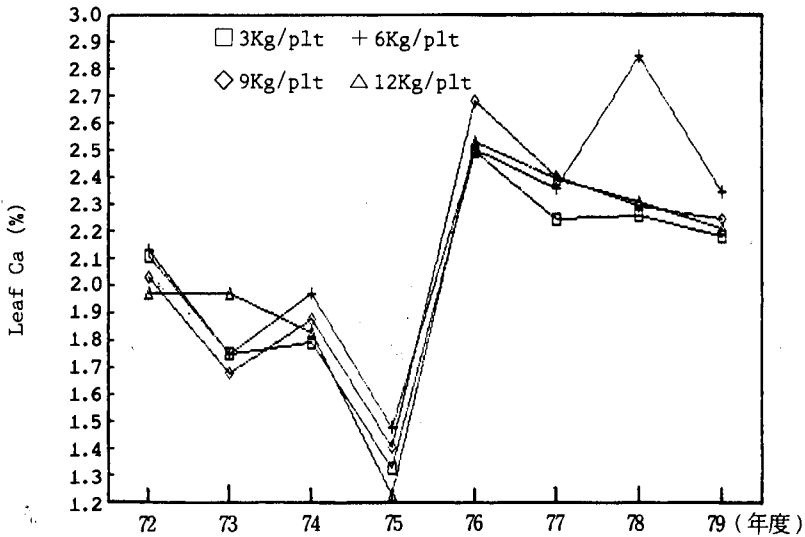


圖 8. 不同施肥量對柑桔葉片 Ca 含量之影響

Fig 8. Effect of rates of fertilizer application on leaf Ca content of orange.

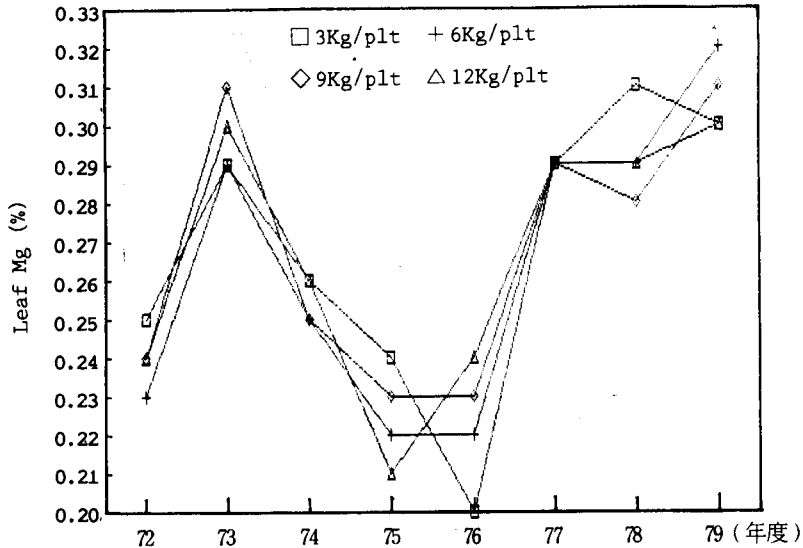


圖9. 不同施肥量對柑桔葉片Mg含量之影響

Fig 9. Effect of rates of fertilizer application on leaf Mg content of orange.

(三)不同施肥量對果實產量及品質之影響：

由表三調查得知，施用台肥五號複肥3公斤區之平均產量為最低（55.9公斤/株），而6、9及12公斤區產量分別為63.1公斤、62.4公斤58.4公斤，分別增產13%、12%及4%，顯示肥料施用量在每株6公斤時產量最高，且各年度中大多均為此情形，但年度間之變化未有一致性，其中以74年及77年產量最高（圖10），其產量隨著肥料用量增加而增加，當肥料施用量至每株9公斤時則略為減少，但至12公斤時產量則明顯下降，但彼此差異均未達5%顯著水準。

而果實品質與施肥量間之關係，各處理之果實直徑平均為7.4公分，果重在183~196公克，果肉率於74.3~74.8%間，果汁率在55.2~56.1%間，甜度為10.6~10.7Brix。而果重則以近兩年（78、79）提高許多，而果汁率以78年度為最高，甜度以74年為最高，其餘各年度均相差不大，而年度間之變化亦未有一致性（圖11、12、13、14、15），由此可知果實品質與不同施肥量間尚無法找出任何關係，另由其相關性（表四、五）可知土壤理化性質、葉片無機養分含量與果實產量、甜度則無達顯著相關，僅葉片磷含量與產量間隨施用增加而相關漸增，至12公斤區達極顯著相關。



表三 不同施肥量對柑桔產量及品質之影響

Table 3. Effect of rates of fertilizer application on the quality and yield of orange (1983-1990)

元素 Element	處理 Treatment	年 度 (year)									指數 Index
		72	73	74	75	76	77	78	79	平均	
產量 Yield (kg/plt)	1.5號複肥 3公斤/株	28.4	34.5	79.5	43.7	67.2	96.7	59.8	36.5	55.9 <sup>a</sup>	(100)
	2.5號複肥 6公斤/株	28.3	35.1	95.1	49.8	49.8	101	74.2	47.7	63.1 <sup>a</sup>	(113)
	3.5號複肥 9公斤/株	28.0	34.2	92.1	48.6	48.6	102	77.1	43.0	62.4 <sup>a</sup>	(112)
	4.5號複肥 12公斤/株	28.0	35.9	86.0	45.4	45.4	92.6	73.8	32.0	58.4 <sup>a</sup>	(104)
果粒直徑 Fruit diameter (cm)	1.5號複肥 3公斤/株	7.2	7.2	7.6	7.5	7.3	7.7	7.2	7.1	7.4 <sup>a</sup>	(100)
	2.5號複肥 6公斤/株	7.3	7.3	7.5	7.5	7.4	7.8	7.3	7.3	7.4 <sup>a</sup>	(100)
	3.5號複肥 9公斤/株	7.3	7.2	7.4	7.3	7.3	7.8	7.4	7.4	7.4 <sup>a</sup>	(100)
	4.5號複肥 12公斤/株	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.6	7.3	7.2	7.4 <sup>a</sup>	(100)
果重 Fruit weight (g)	1.5號複肥 3公斤/株	185	176	191	177	182	172	206	191	185 <sup>a</sup>	(100)
	2.5號複肥 6公斤/株	184	175	187	172	175	175	214	185	183 <sup>a</sup>	(99)
	3.5號複肥 9公斤/株	187	181	186	170	179	165	209	184	183 <sup>a</sup>	(99)
	4.5號複肥 12公斤/株	184	180	186	169	173	172	204	196	196 <sup>a</sup>	(106)
果肉率 Pulp rate (%)	1.5號複肥 3公斤/株	74.2	72.3	72.6	77.8	74.4	73.4	76.3	75.5	74.6 <sup>a</sup>	(100)
	2.5號複肥 6公斤/株	71.8	73.4	75.6	76.4	74.0	72.1	75.9	75.1	74.3 <sup>a</sup>	(99)
	3.5號複肥 9公斤/株	77.6	72.6	75.9	75.5	75.2	72.6	73.5	75.8	74.8 <sup>a</sup>	(100)
	4.5號複肥 12公斤/株	72.5	73.6	75.5	77.3	73.6	73.2	76.8	75.5	74.8 <sup>a</sup>	(100)
果汁率 Juice rate (%)	1.5號複肥 3公斤/株	51.8	52.6	51.6	58.5	53.8	52.1	72.7	52.8	55.7 <sup>a</sup>	(100)
	2.5號複肥 6公斤/株	52.0	52.1	52.7	58.4	55.2	53.1	74.7	50.7	56.1 <sup>a</sup>	(101)
	3.5號複肥 9公斤/株	52.4	53.8	51.6	56.7	54.9	53.1	72.9	52.4	55.9 <sup>a</sup>	(100)
	4.5號複肥 12公斤/株	51.8	51.9	49.6	57.5	52.6	54.2	72.8	51.6	55.2 <sup>a</sup>	(99)
甜度 Sweet- ness (Brix)	1.5號複肥 3公斤/株	10.3	10.3	12.5	9.8	10.8	11.4	10.0	10.2	10.7 <sup>a</sup>	(100)
	2.5號複肥 6公斤/株	10.3	10.5	12.2	10.1	10.5	11.1	10.0	10.1	10.6 <sup>a</sup>	(99)
	3.5號複肥 9公斤/株	10.4	10.5	12.2	10.2	10.5	11.1	10.1	10.2	10.6 <sup>a</sup>	(99)
	4.5號複肥 12公斤/株	10.7	10.2	12.3	10.1	10.6	11.3	10.2	10.2	10.7 <sup>a</sup>	(100)

\* 英文字相同者表示差異未達 5% 顯著差異

表四 土壤理化性質與柑桔甜度、產量之相關

Table 4. Relation of soil properties on the sweetness and yield of orange

	pH	O.M	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
產 ( 3公斤區 )	0.307	-0.433	0.125	0.430
( 6公斤區 )	0.037	-0.246	0.137	0.399
( 9公斤區 )	0.187	-0.268	0.178	0.425
量 ( 12公斤區 )	0.258	-0.533	0.173	0.386
甜 ( 3公斤區 )	0.195	-0.495	-0.430	-0.124
( 6公斤區 )	0.073	-0.384	-0.565	-0.232
( 9公斤區 )	-0.002	-0.434	-0.563	-0.215
度 ( 12公斤區 )	-0.112	-0.604	-0.503	-0.194

表五 葉片養分含量與柑桔甜度、產量之相關

Table 5. Relation of leaf concentration on the sweetness and yield of orange

	N	P	K	Ca	Mg
產 ( 3公斤區 )	-0.334	0.464	-0.278	0.292	-0.024
( 6公斤區 )	-0.270	0.558	0.367	0.287	0.217
( 9公斤區 )	-0.512	0.694	0.268	0.259	0.077
量 ( 12公斤區 )	-0.597	0.852**	0.174	0.240	0.203
甜 ( 3公斤區 )	-0.430	0.001	-0.127	0.099	-0.120
( 6公斤區 )	-0.487	0.083	0.162	-0.155	-0.095
( 9公斤區 )	-0.578	0.072	0.177	-0.034	-0.119
度 ( 12公斤區 )	-0.681	0.393	0.093	0.133	-0.027

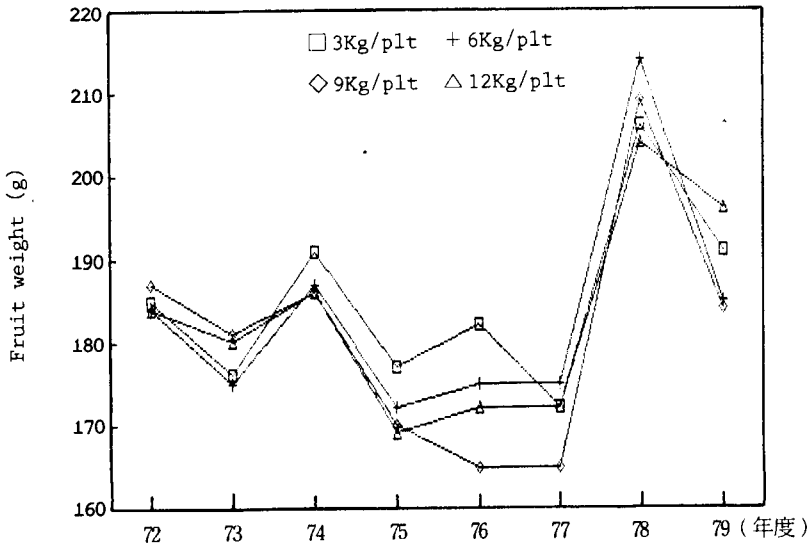


圖12. 不同施用量對柑結果重之影響

Fig 12. Effect of rates of fertilizer application on fruit weight of orange.

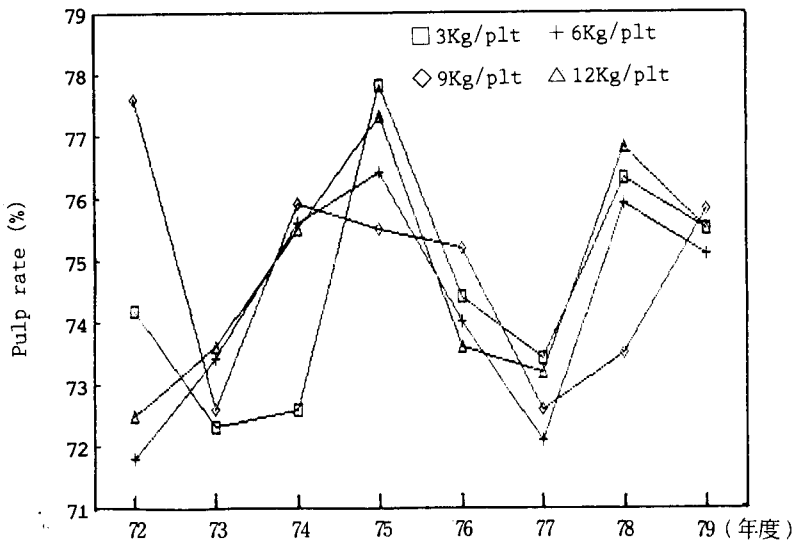


圖13. 不同施用量對柑結果肉率之影響

Fig 13. Effect of rates of fertilizer application on pulp rate of orange.

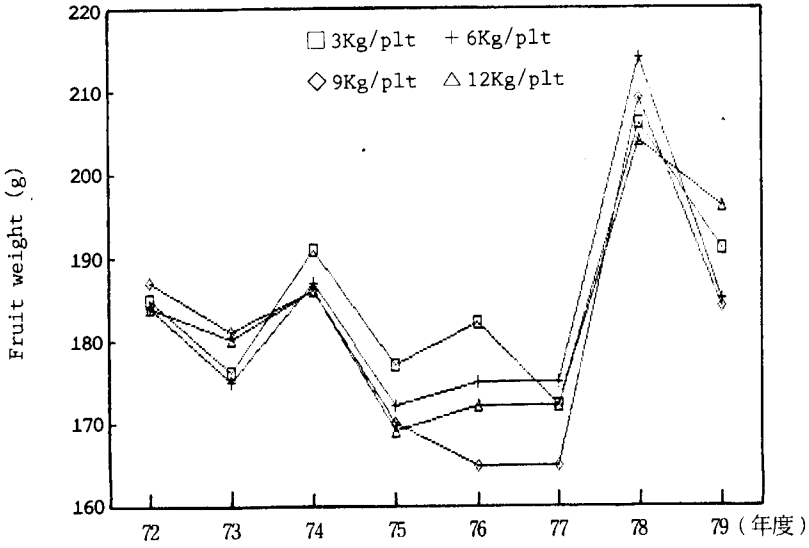


圖12. 不同施用量對柑結果重之影響

Fig 12. Effect of rates of fertilizer application on fruit weight of orange.

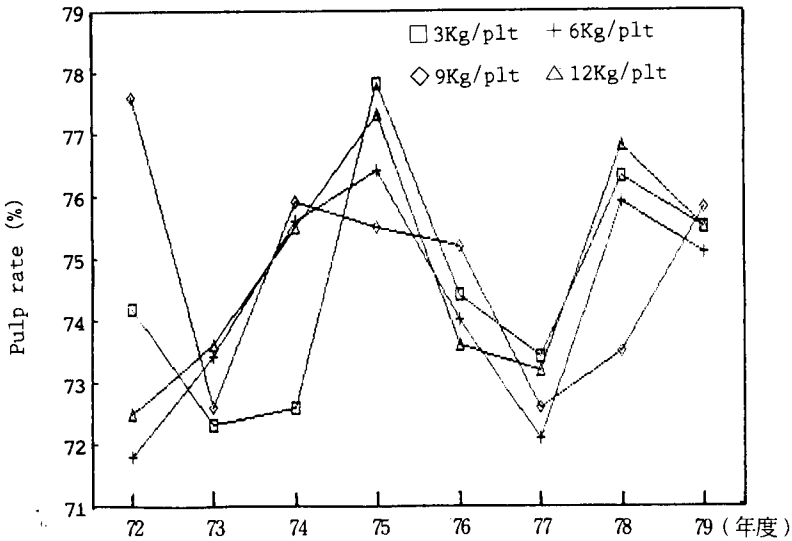


圖13. 不同施用量對柑結果肉率之影響

Fig 13. Effect of rates of fertilizer application on pulp rate of orange.

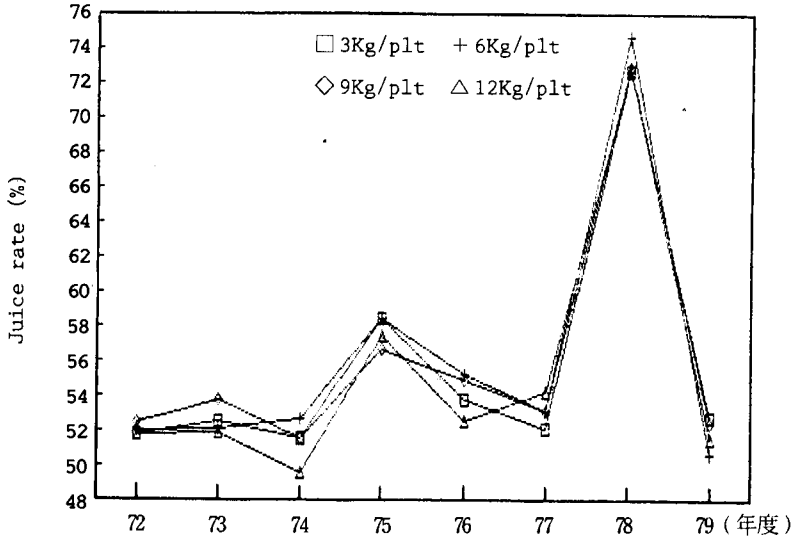


圖 14. 不同施用量對柑桔果汁率之影響

Fig 14. Effect of rates of fertilizer application on juice rate of orange.

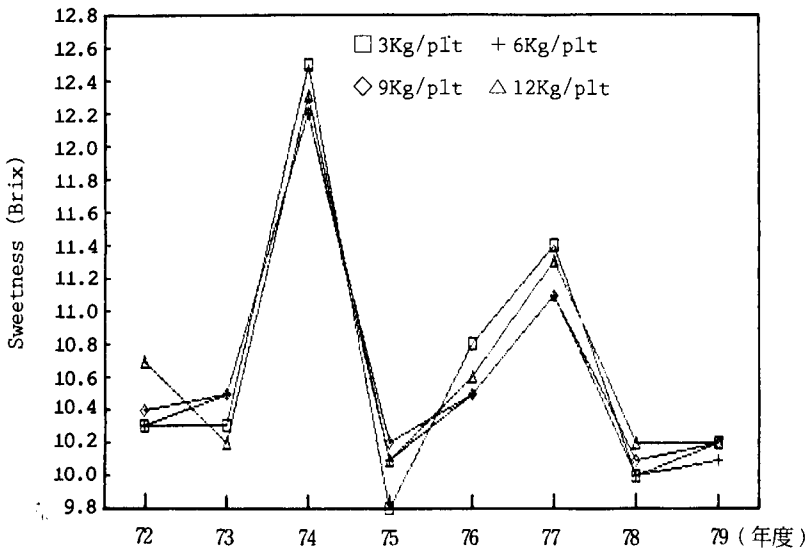


圖 15. 不同施用量對柑桔果實甜度之影響

Fig 15. Effect of rates of fertilizer application on fruit sweetness of orange.

## 參考文獻

1. 台灣農業年報。1991。pp.107。台灣省政府農林廳。
2. 邱再發。1976。柑桔、梨及蘋果葉片營養診斷之研究。中華農業研究 25(3):214-225。
3. 郭國恩。1974。鉀肥施用量與施用方法對桶柑產量及品質之影響。農林廳 63年土壤肥料試驗報告 65-74。
4. 郭國恩。1976。桶柑氮肥不同施用量對葉片營養及品質產量影響研究。農林廳 65年土壤肥料試驗報告 71-90。
5. 連深。1981。作物分析結果的解釋與施肥推荐。pp.66-75。作物需肥診斷技術。台灣省農業試驗所特刊NO.13。
6. 張淑賢、李峰憲、吳婉麗。1987。氣溫與降雨量對本省主要椪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。
7. 張淑賢、李峰憲、吳婉麗、連深。1984。柑桔經濟高品質肥培管理示範及葉片營養診斷標準之研究。72年度土壤肥料試驗示範報告。台灣省政府農林廳。
8. 張淑賢、李峰憲、吳婉麗、連深。1985。柑桔經濟高品質肥培管理示範及葉片營養診斷標準之研究。73年度土壤肥料試驗示範報告。台灣省政府農林廳。
9. 新竹區農業改良場、台中區農業改良場。1972-1975。柑桔石灰需要量試驗。61年至64年土壤肥料試驗報告。台灣省政府農林廳。
10. Bate, T. E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentrations in plants and their evaluation. *A Review Soil Sci.* 112(2):116-130.
11. Embleton, T. W., H. J. Reitz and W. W. Jon. 1973. Citrus fertilization. *The Citrus Industry* 3rd ed. Chap 5:122-172, W. Reuther.

## The Orange Yield and Quality as Affected by Long Time to Use No.5 Compound Fertilizer

Chun-Chao Chuang

### Abstract

The experiment was conducted in Cholan, Miaoli Hsien to study the effect of different rates of compound fertilizer of No.5 on the quality and yield of orange. The results are summarized as following: Application of 3 kg /plant of compound fertilizer of No.5 resulted in the lowest yield (55.9 kg /plant) among treatments. However, the yields of treatments 6、9 and 12 kg /plant were 63.1 kg、62.4 kg and 58.4 kg, with increasing yield of 13%、12% and 4%, respectively.

The results indicated that the yield would decrease when fertilizer was applied over 6 kg /plant. After harvest, the concentration of available phosphorus and exchangeable potassium ( $K_2O$ ) in soil was increased with increasing of fertilizer applied. Whereas, pH、O.M in soil and the element applied concentrations in leaf was increase. The concentration of nitrogen in leaf was high; Phosphorus、potassium and magnesium were middle; and cadium was low. Effect of different rates of compound fertilizers on the quality of orange was no significant.