

楊桃葉片營養診斷及肥培管理試驗

莊浚釗

摘要

本試驗擬由楊桃施肥量與不同採樣時期、部位之葉片養分含量及其產量、糖度之三者相關性，探討其葉片養分含量之適宜標準範圍，並訂定營養診斷時葉片之採樣時期與部位及其適宜肥料施用量，以提供營養診斷之施肥推薦及農民施肥之參考。試驗結果顯示楊桃葉片養分含量受結果與否之影響極大，另葉齡影響葉片養分含量之程度較樹齡為大，經由不同部位葉片養分含量周年變化之情形觀之，楊桃葉片之採樣方法可暫定為 7-8 月間採取未結果枝條頂端算起第 5 葉，且其適宜範圍暫定為 N:18-24 g/kg，P: 1.0-1.4 g/kg，K: 14-20 g/kg，Ca: 10-16 g/kg，Mg: 5.0-7.0 g/kg，Fe: 60-180 mg/kg，Zn: 70-150 mg/kg，Cu: 5-15 mg/kg，B: 50-90 mg/kg，而施肥量 N-P₂O₅-K₂O = 400-300-600 g/株/年處理之楊桃糖度 9.2° Brix 及產量 131 kg/株為最佳，可供農民施肥之參考。

關鍵詞：楊桃、葉片營養。

前言

楊桃屬酢醬草科為多年生常綠灌木，樹高可達 8-15 m，葉為羽狀複葉，小葉互生，其支幹、基部各部位均可著蕾開花，此異於一般果樹新梢頂端開花之習性，每年可開花 3-4 次，產期長，且產量高^(1,2)，台灣之楊桃係由馬來西亞引進，目前栽種面積約 1,912 ha，除彰化縣、台南縣為大面積栽種外，苗栗縣卓蘭鎮亦為楊桃重要產地，現苗栗縣約有 270 ha⁽¹²⁾。

近年來楊桃之栽培技術雖已相當進步，唯農友對於肥培管理仍有不當之處，長期過量施用化學肥料，結果致使果園土壤日漸劣化，影響果實產量及品質甚鉅，且因雨水沖刷，導致河川之污染日益嚴重。目前雖已有多種果樹之葉片養分含量暫定標準值⁽¹⁾，可供運用於葉片及土壤營養診斷^(5,7)，唯楊桃葉片營養狀況之基礎研究及標準適宜範圍則仍欠缺，本計畫之目的即擬建立本省主要楊桃品種之葉片採樣方法及探討葉片養分含量之適宜範圍，供營養診斷之參考並藉由肥料試驗結果推薦楊桃適宜肥料施用量，以供農民栽植楊桃施肥之參考。

材料與方法

一、田間調查及試驗

本試驗分葉片養分含量調查與探討肥料施用量兩部份，於 1995 - 1998 年間在苗栗縣卓蘭鎮果樹專業區內執行；葉片養分含量調查分三部份進行：(1)結果枝與未結果枝葉片養分含量之比較：于採收期依結果與否分別採取葉片分析比較之 (2)不同葉齡與樹齡葉片養分含量之比較：葉齡部份為同一主枝條上葉片成分之比較，由當季抽出之枝梢，區分為老、成熟、幼三梢段分別採樣，樹齡部份為調查不同葉齡葉片養分含量之差異 (3)調查楊桃營養之周年變化：每月定期採取葉片並分析其各要素營養成分，以找尋生育過程中濃度變化較少的時期，作為採樣時期。肥料施用量試驗係以氮肥三級(200、400、800 g/株/年)，磷肥固定 300 g/株/年，鉀肥三級(300、600、900 g/株/年)，組成不完全組合，五處理(如表 1)，三重覆，每重覆 2 株，共計 30 株，並設緩衝株隔離，施肥時期及施肥法則依作物施肥手冊行之⁽¹³⁾。

表 1. 肥料施用量之處理組合

Table 1. The combination of fertilizer rates in the experiment.

處理 Treatment	氮 N	磷酐 P ₂ O ₅	氧化鉀 K ₂ O
1	200	300	600
2	400	300	600
3	800	300	600
4	400	300	300
5	400	300	900

二、分析方法

1. 土壤測定

試驗前及果實收穫後分別採取土壤分析之，pH 值以玻璃棒電極法，水：土 = 1:1 測定之，以 Walkley Black 法測土壤有機質含量，Bray No.1 測有效磷含量，Mehlich's method 測交換性鉀含量，原子吸收光譜儀測交換性鈣、鎂含量，電導度則以土壤飽和抽出液再以電導度計測定之。

2. 植體分析

以濃硫酸加硒粉催化劑分解，分解液以 Kjeldahl 法蒸餾測定葉片氮素含量，以三酸 (硝酸、過氯酸、硫酸 = 4:1:1 v/v) 分解葉片，鉬黃法測磷含量，燄光儀測鉀含量，原子吸收光譜儀測定鈣、鎂含量。

3. 果品分析

於果實成熟期每株依各方位採摘果實 2 粒，糖度以手提式糖度屈折計測定，酸度則以 0.1 N 氫氧化鈉溶液滴定之。

結果與討論

一、結果枝與未結果枝葉片養分之比較

由表 2 結果枝與未結果枝葉片養分之比較得知，非結果枝葉片之氮、鉀、鐵含量均較結果枝葉片中之含量高 2-7 % 不等，且差異均達 5 % 顯著水準，此係因結果枝葉片之養分傳輸入果實所致^(4,16)，而鈣及其他微量元素含量則以結果枝葉片含量較未結果枝高約 5-19 % 不等，且差異均達 5 % 顯著水準，由此觀之，楊桃葉片養分含量與其結果與否有密切之相關性。

表 2. 結果枝與未結果枝葉片養分含量

Table 2. The nutrient concentration of leaves on fruiting and no-fruiting branch.

葉片位置 Leaf position	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	-----g/kg-----					-----mg/kg-----				
結果枝 Fruiting	25.1 ^b (100)	1.3 ^a (100)	21.3 ^b (100)	13.0 ^a (100)	5.7 ^a (100)	122 ^b (100)	2809 ^a (100)	223 ^a (100)	7.9 ^a (100)	70 ^a (100)
未結果枝 No-fruiting	25.6 ^a (102)	1.3 ^a (100)	22.1 ^a (104)	10.5 ^b (81)	5.4 ^a (95)	130 ^a (107)	2569 ^b (91)	205 ^b (92)	6.8 ^b (86)	66 ^b (94)

同行英文字相同者表示經鄧肯氏多變域測驗在 5 % 水準差異不顯著。

The same letters in a column showing insignificant difference at $p = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

括號內數字表示相對含量。

Number in the parenthesis is the relative content.

二、不同葉齡及樹齡葉片營養成分之比較

為了解楊桃枝條上不同位置之葉片養分含量的差異性，分別採摘由枝條頂端算起第 3、4、5 葉片，比較其營養成分含量，由表 3 得知不同葉齡葉片，其氮、磷、鉀含量隨葉片之成長而有遞減之趨勢，且差異均達 5 % 顯著水準，葉片中鈣、鎂及其他微量元素含量則隨葉片之成長有漸增趨勢，除銅外，且除鎂外，其他元素含量且差異均達 5 % 顯著水準。葉片養分濃度不僅受施肥影響外，亦受其離子在植體內之移動性快慢及生長部位所左右^(14,18)，楊桃植體內移動以氮、磷、鉀最快，鐵、錳、鋅、銅移動次之，鈣、硼則最慢，此於柑桔⁽³⁾、荔枝⁽¹⁷⁾及檸檬⁽²⁰⁾亦有相同之結論。不同樹齡葉片養分含量如表 4，其樹齡對葉片濃度之影響並不明顯，此在芒果樹亦得類似結果⁽²⁰⁾。

表 3. 不同葉齡楊桃葉片養分含量

Table 3. The nutrient concentration of leaves at different age of leave in carambola.

葉齡 Leaf age	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	-----g/kg-----					-----mg/kg-----				
第 3 葉 Third leaf	23.9 ^a	1.52 ^a	20.4 ^a	10.6 ^b	5.0 ^a	127 ^b	2461 ^c	147 ^c	5.5 ^a	54 ^b
第 4 葉 Fourth leaf	23.1 ^{ab}	1.45 ^b	19.4 ^b	11.3 ^{ab}	5.2 ^a	131 ^{ab}	2679 ^b	156 ^b	5.4 ^a	58 ^{ab}
第 5 葉 Fifth leaf	22.3 ^b	1.38 ^c	18.4 ^c	12.1 ^a	5.4 ^a	136 ^a	2886 ^a	164 ^a	5.3 ^a	61 ^a

同行英文字相同者表示經鄧肯氏多變域測驗在 5 % 水準差異不顯著。

The same letters in a column showing insignificant difference at $p = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

表 4. 不同樹齡楊桃葉片養分含量

Table 4. The nutrient concentration of leaves at different age of tree in carambola.

樹齡 Tree age	g/kg					mg/kg			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
5	20.5 ^a	1.3 ^a	14.0 ^a	9.9 ^a	7.8 ^a	123 ^a	1445 ^b	291 ^a	9 ^a
8	21.1 ^a	1.5 ^a	15.5 ^a	10.4 ^a	6.7 ^a	54 ^b	1110 ^c	177 ^c	4 ^b
10	21.6 ^a	1.6 ^a	15.2 ^a	10.0 ^a	7.6 ^a	59 ^b	1193 ^c	217 ^b	3 ^b
12	20.9 ^a	1.4 ^a	15.5 ^a	8.1 ^a	7.1 ^a	63 ^b	1000 ^c	242 ^{ab}	4 ^b
15	21.6 ^a	1.5 ^a	14.9 ^a	9.7 ^a	7.4 ^a	52 ^b	1806 ^a	229 ^b	3 ^b
18	22.1 ^a	1.5 ^a	16.1 ^a	8.5 ^a	7.0 ^a	59 ^b	1112 ^c	183 ^c	4 ^b

同行英文字相同者表示經鄧肯氏多變域測驗在 5 % 水準差異不顯著。

The same letters in a column showing insignificant difference at $p = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

三、不同葉齡楊桃葉片養分與果實糖度及產量之相關

由表 5 不同葉齡各無機養分含量與果實糖度之相關係數得知，僅第 3 葉之氮、鋅及第 4 葉鋅與第 5 葉之氮、銅、鋅達顯著相關，其中鋅元素為顯著正相關，其餘均為顯著負相關，蔡氏(1985)研究指出開花期之葉片氮含量與果實糖度呈負相關⁽⁹⁾，顯示開花期葉片低氮含量則開花率與果實糖度均佳，葉片磷含量亦於開花期時轉入花朵⁽⁸⁾，故葉片中含量減少；根據 Saito(1968)研究結果，葉片中鉀離子於開花期大多轉入果實或進入木質部，與果實內酒石酸結合成酒石酸鹽，造成而 acid salt/free salt 比例增加，而葡萄糖為酒石酸之前驅物⁽¹⁹⁾；開花期時葉片鈣含量與果實糖度呈負相關⁽⁹⁾，而於果實採收期噴施鈣可促進葉片植體之生理代謝，使葉片之糖轉移運至果實量增加⁽⁶⁾；葉片中微量元素含量與果實產量之相關性，僅第 4 葉之硼及第 5 葉之銅、硼為顯著負相關。

表 5. 不同葉齡楊桃葉片養分與果實糖度及產量之相關

Table 5. Relationship among fruit °Brix, yield and different leaves age nutrient of carambola.

元素 Element	葉齡 Leave age	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn-	Cu	Zn	B
糖度 °Brix	第 3 葉 Third leaf	-0.337*	-0.029	-0.271	-0.045	0.074	-0.115	-0.145	-0.183	0.642*	0.062
	第 4 葉 Fourth leaf	0.276	-0.038	0.033	-0.043	0.048	-0.122	-0.159	-0.303	0.644*	0.033
	第 5 葉 Fifth leaf	-0.372*	0.051	-0.269	-0.157	0.067	-0.226	-0.221	-0.345*	0.630*	0.033
產量 Yield	第 3 葉 Third leaf	0.049	0.013	0.146	0.075	0.003	0.033	0.255	-0.097	0.089	0.204
	第 4 葉 Fourth leaf	0.154	-0.006	0.155	0.051	0.032	0.090	0.247	-0.257	0.028	-0.404*
	第 5 葉 Fifth leaf	0.134	0	0.164	0.046	0.034	-0.102	0.240	-0.337*	0.043	-0.442*

* Significantly at 5 % level.

四、楊桃葉片無機養分周年變化及最適宜採樣時期及最適宜葉片無機養分範圍

由圖 1-10 中可知楊桃葉片不論第 3、4、5 葉之氮、磷、鉀含量之變化均由 81 年 7 月開始逐月下降之趨勢，至 82 年 4 月以後則劇增，因其 4 月為楊桃剪枝後大量抽新梢所致，而葉片鈣、鎂含量則於 81 年 7 月逐月漸增至 82 年 5 月劇降至最低，而後又逐月漸增，綜合以上得知，楊桃葉片分析之採樣時期應為生育過程中濃度變化最小的時期，故訂為每年 7-8 月間，取樣部位為樹冠中層不分方位之成熟新梢由枝條頂端算起第 5 葉。最適宜葉片無機養分之範圍，以 SV+SD⁽¹⁵⁾，此標準值係來自優良果園葉片無機養分平均而得，楊桃分級標準係以產量 150 kg/株且果實糖度高於 9 °Brix 為優良果園，根據過去土壤與葉片營養診斷所分析調查農戶中，暫定楊桃葉片無機養分最適宜之範圍為 N: 18-24 g/kg, P: 1.0-1.4 g/kg, K: 14-20 g/kg、Ca: 10-15 g/kg, Mg: 5.0-7.0 g/kg, Fe: 60-180 mg/kg, Zn: 70-150 mg/kg, Cu: 5-15 mg/kg, B: 50-90 mg/kg, 其中 Mn 未訂定之，係因含量偏高，疑是與其噴施鋅錳乃浦藥劑所致。

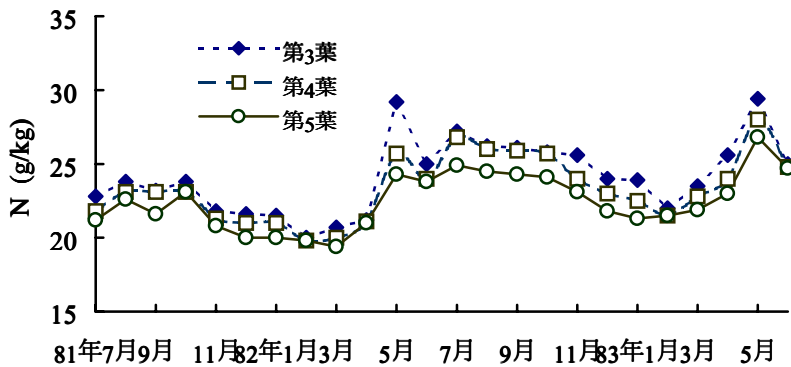


圖1. 楊桃葉片氮含量周年變化

Fig. 1. The variable N contents of carambola leaf at all year.

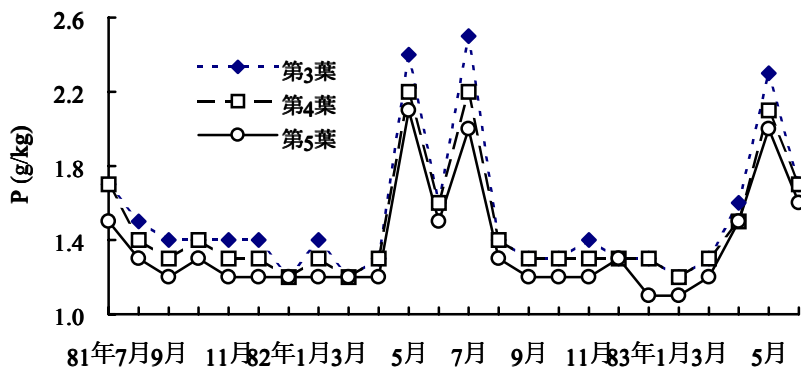


圖2. 楊桃葉片磷含量周年變化

Fig. 2. The variable P contents of carambola leaf at all year.

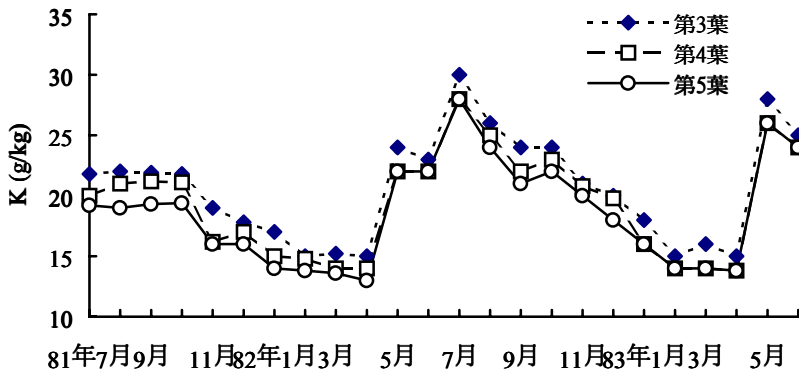


圖3. 楊桃葉片鉀含量周年變化

Fig. 3. The variable K contents of carambola leaf at all year.

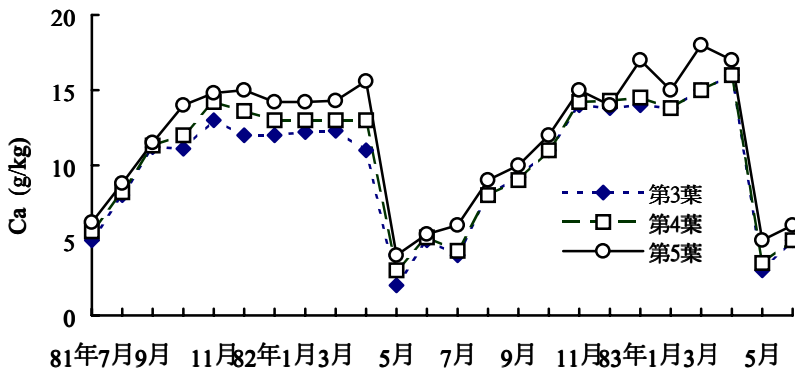


圖4. 楊桃葉片鈣含量周年變化

Fig. 4. The variable Ca contents of carambola leaf at all year.

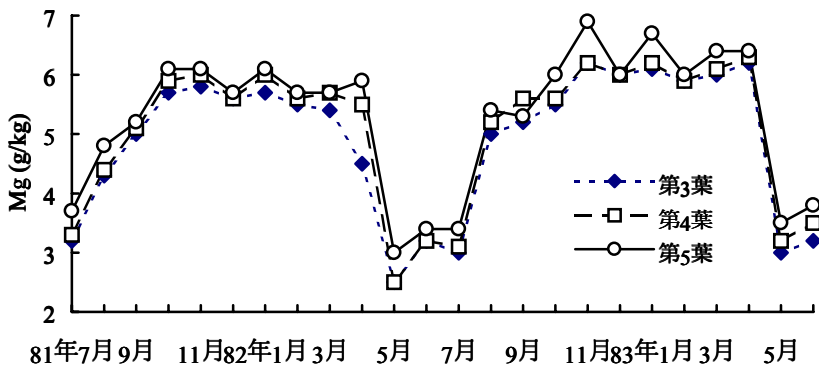


圖5. 楊桃葉片鎂含量周年變化

Fig. 5. The variable Mg contents of carambola leaf at all year.

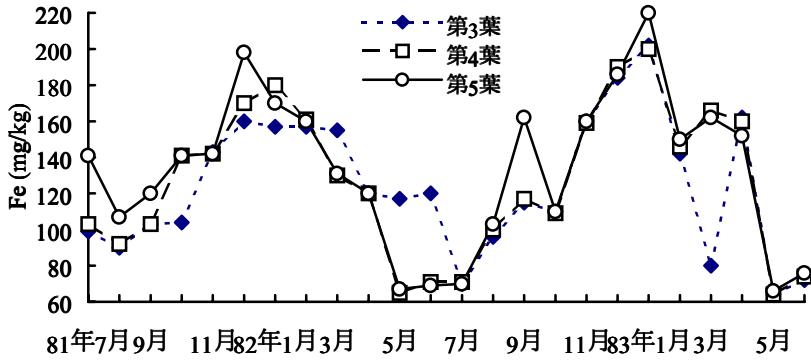


圖6. 楊桃葉片鐵含量周年變化

Fig. 6. The variable Fe contents of carambola leaf at all year.

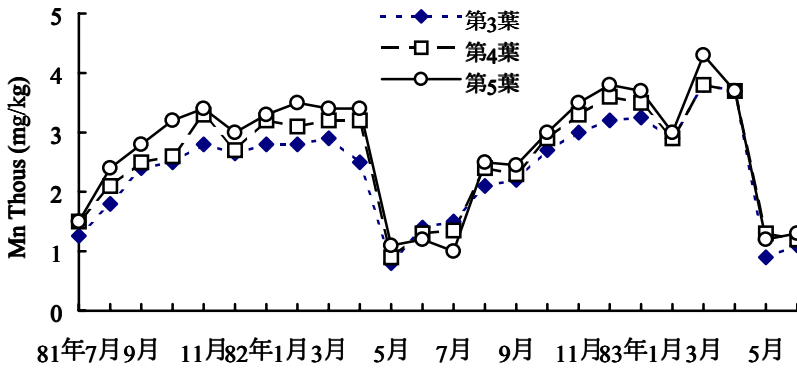


圖7. 楊桃葉片錳含量周年變化

Fig. 7. The variable Mn contents of carambola leaf at all year.

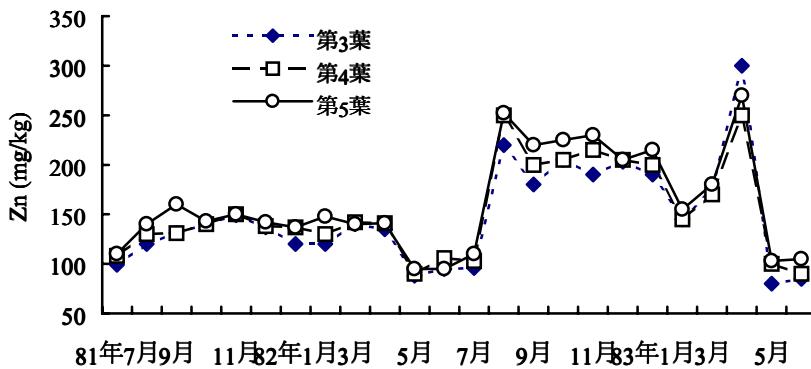


圖8. 楊桃葉片鋅含量周年變化

Fig. 8. The variable Zn contents of carambola leaf at all year.

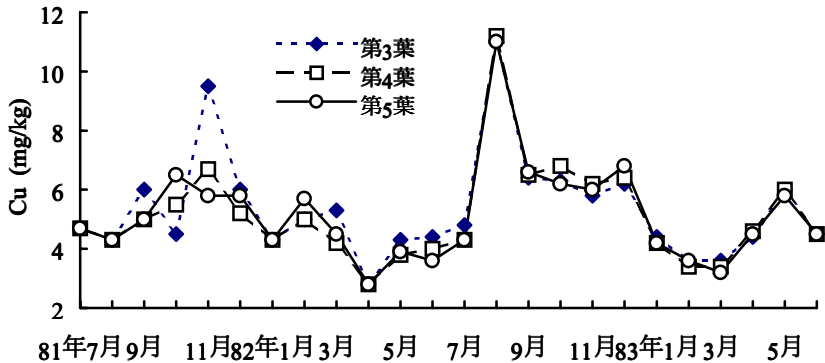


圖9. 楊桃葉片銅含量周年變化

Fig. 9. The variable Cu contents of carambola leaf at all year.

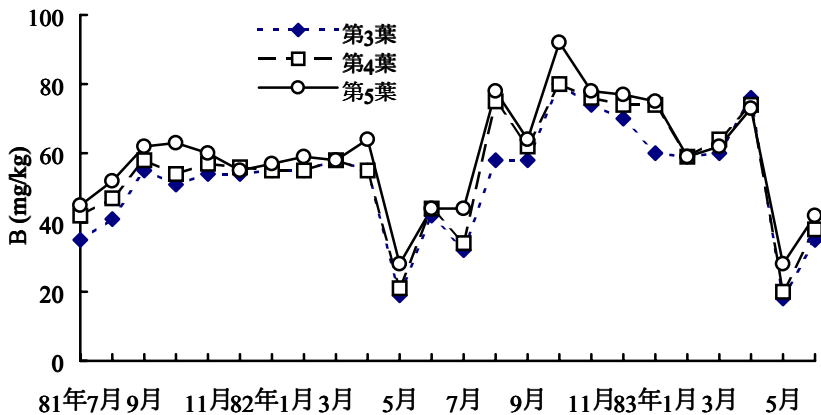


圖10. 楊桃葉片硼含量周年變化

Fig. 10. The variable B contents of carambola leaf at all year.

五、不同施肥量對土壤肥力之影響

由表 6 不同施肥量對土壤肥力之影響中得知表土 pH 以處理 1 之 4.7 為最高，其餘之處理分別為 4.5 及 4.6，差異未達顯著水準；底土則以處理 1、5 之 5.3 最高，其餘均為 5.0，均屬強酸性土壤，故應繼續用石灰質材料改良之⁽¹³⁾；表土有機質含量介於 3.6-4.1 %；而底土則介於 2.0-2.2 %，尚屬充足含量；其餘表土大量元素(氧化鉀、鈣、鎂含量以處理 1 為最高)，且其 EC 值 0.57 dS/m 亦為最高，其他處理之鉀與鎂含量亦甚高，疑為肥料長年施用過多累積所致，表土與底土養分含量並未隨肥料施用量之增加而有增加之趨勢。

表 6. 不同施肥量對土壤肥力之影響

Table 6. Effect of application of different fertilizer rates on soil fertility.

處理 Treatment	pH	OM (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Mn	Zn	Cu	EC (dS/m)
			-----g/kg-----				-----mg/kg-----				
表土 Topsoil											
1	4.7	3.9	0.19	0.34	2.10	0.15	327	81	3.2	34	0.57
2	4.6	3.6	0.19	0.28	1.74	0.13	304	72	3.0	30	0.37
3	4.5	3.9	0.20	0.27	1.85	0.12	310	75	2.9	32	0.47
4	4.6	3.8	0.19	0.28	1.67	0.11	327	58	3.4	33	0.37
5	4.6	4.1	0.19	0.27	1.97	0.13	297	76	3.2	35	0.40
底土 Subsoil											
1	5.3	2.2	0.18	0.26	1.48	0.13	295	56	2.8	26	0.50
2	5.0	2.0	0.17	0.23	1.14	0.12	296	59	2.4	22	0.30
3	5.0	2.1	0.18	0.24	1.43	0.12	300	61	2.7	26	0.39
4	5.0	2.0	0.19	0.23	1.38	0.11	281	53	2.5	26	0.37
5	5.3	2.2	0.18	0.21	1.67	0.14	284	50	2.6	28	0.45

六、不同施肥量對楊桃葉片含量之影響

由表 7 得知,各處理葉片氮含量介於 23.6-25.5 g/kg 均屬於適宜值範圍,唯其含量並未依其施肥量增加而增加;各處理之葉片磷含量均為 1.3 g/kg, 屬適宜值範圍;各處理葉片中鉀含量則介於 14.0-19.1 g/kg 之間,亦屬適宜範圍,唯其含量未依施肥量增加而增加;另葉片中鈣、鎂含量均低於適宜值,故仍需施用石灰質材料改善之;微量元素方面,各處理中葉片之鐵、鋅含量均屬於適宜值範圍,而銅含量則較 5 mg/kg 稍低,唯葉片上並未顯現出缺乏症狀;各處理之葉片中錳含量均偏高,可能與施用農藥有關。

表 7. 不同施肥量對楊桃葉片含量之影響

Table 7. Effect of application of different fertilizer rates on the nutrient contents of leaves in carambola.

處理 Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	-----g/kg-----					-----mg/kg-----			
1	24.6 ^{ab}	1.3 ^a	16.6 ^{ab}	6.2 ^a	3.9 ^a	148 ^a	782 ^{ab}	148 ^a	3.9 ^a
2	25.0 ^a	1.3 ^a	14.0 ^b	7.0 ^a	4.1 ^a	131 ^b	851 ^a	126 ^a	4.0 ^a
3	23.6 ^b	1.3 ^a	19.1 ^a	7.6 ^a	4.7 ^a	148 ^a	789 ^{ab}	125 ^a	4.2 ^a
4	24.3 ^{ab}	1.3 ^a	17.7 ^{ab}	6.6 ^a	4.0 ^a	141 ^a	756 ^b	115 ^a	4.2 ^a
5	25.5 ^a	1.3 ^a	16.4 ^{ab}	6.9 ^a	4.3 ^a	149 ^a	766 ^{ab}	120 ^a	4.3 ^a

同行英文字相同者表示經鄧肯氏多變域測驗在 5 %水準差異不顯著。

The same letters in a column showing insignificant difference at $p = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

七、不同施肥量對楊桃果實品質之影響

由表 8 得知果重及果汁重以處理 4(N-P₂O₅-K₂O = 400-300-300 g/株/年)之 236 g 及 171 g 為最佳，而以處理 3(N-P₂O₅-K₂O = 800-300-600 g/株/年)之 223 g 及 160 g 為最差，於氮肥三變級(200、400、800 g)處理 1、2、3 中顯示施肥量與果重及果汁重為負相關，而果汁率亦以處理 3 之 71.7 % 為最低，顯示氮肥施用量過多反造成果實變小及果汁率降低；處理 5 之 74.0 % 最高，其餘處理則介於 72.5-73.7 % 不等，而果實糖度則以處理 2(N-P₂O₅-K₂O = 400-300-600 g/株/年)之 9.2 °Brix 最佳，糖酸比 16.5 亦為最佳，而低氮肥區之 8.6 °Brix 及 14.7 則為最差，其餘之處理糖度介於 8.8-9.1 °Brix 及糖酸比介於 15.3-16.4 不等，果實產量亦以處理 2 之 131 kg/plant 為最佳，較低氮肥區 115 kg/plant，增產 16 kg/plant，增產率為 13.9 %，次為處理 5 之 127 kg/plant，增產率為 10.4 %，其餘之處理 3、4 則分別增產 8.7 % 及 2.6 %，且各處理與處理 1(低氮區)間均達 5 % 顯著差異水準，(僅處理 4 未達 5 % 顯著差異水準)，故由此可知肥料之施用以 N-P₂O₅-K₂O = 400-300-600 g/株/年對楊桃果品及產量最佳。

表 8. 不同施肥量對果實品質及產量之影響

Table 8. Effect of application of different fertilizer rates on the quality and yield of carambola.

處理 Treatment	果重 Fruit weight (g)	果汁重 Juice weight (g)	果汁率 Juice ratio (%)	酸量 Acid	糖酸比 Sugar/acid	糖度 °Brix	產量 Yield (kg/plant)
1	231 ^a	168 ^a	72.7 ^a	0.58 ^a	14.7 ^a	8.6 ^a	115(100.0) ^c
2	228 ^a	168 ^a	73.7 ^a	0.56 ^a	16.5 ^a	9.2 ^a	131(113.9) ^a
3	223 ^a	160 ^a	71.7 ^a	0.55 ^a	16.4 ^a	9.1 ^a	125(108.7) ^{ab}
4	236 ^a	171 ^a	72.5 ^a	0.58 ^a	15.3 ^a	8.8 ^a	118(102.6) ^{bc}
5	231 ^a	171 ^a	74.0 ^a	0.57 ^a	15.5 ^a	8.8 ^a	127(110.4) ^a

同行英文字相同者表示經鄧肯氏多變域測驗在 5 % 水準差異不顯著。

The same letters in a column showing insignificant difference at $p = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

參考文獻

- 1.王武彰。1978。經濟果樹(上) 楊桃。豐年叢書出版社 p.125-132。
- 2.王武彰。1995。園藝作物(果樹)-常綠果樹。台灣農家要覽 農作篇(二) p.126-132。
- 3.邱再發。1976。柑桔、梨及蘋果葉片診斷之研究。中華農業研究 25(3): 214-226。
- 4.范念慈。1987。枇杷樹體營養與果實品質影響。農林學報 36(1): 31-34。
- 5.連深。1981。作物分析結果的解釋與施肥作物需肥診斷技術。台灣省農業試驗所特刊 13: 66-75。
- 6.陳文孝。1979。檬果開花結實之生理研究(一)鈣與硼素對開花之影響。科學發展月刊 7(12): 1220-1230。
- 7.張淑賢。1981。作物需肥診斷技術。台灣省農業試驗所特刊 13: 47-75。
- 8.張忠賀。1988。蓮霧葉片分析採樣方法及營養狀態之研究。國立中興大學碩士論文 p.57-62。
- 9.蔡永暉、鍾慶龍。1985。植體營養與氮肥用量對果實品質改進研究。74 年度土壤肥料試驗示範報告 p.44-63。
- 10.羅瑞生、蘇楠榮。1992。長期施用石灰與作物殘體對土壤肥力與作物產量之影響。酸性土壤之特性

及其改良研討會論文集 p.10-1~32 中華民國土壤肥料學會。

- 11.農林廳。1988。土壤及葉片營養診斷在果園與茶園施用改進之應用研討會議記錄。台灣省政府農林廳。
- 12.農林廳。1993。作物生產-7 果品(14)橄欖、楊桃。台灣農業年報 台灣省政府農林廳 p.129。
- 13.農林廳。1996。果樹-楊桃。作物施肥手冊 台灣省政府農林廳 p.86。
- 14.Bukovac, M. J. and S. H. Wittwer. 1957. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. *Plant Physiol.* 32: 428-435.
- 15.Kin, J. H. 1985. The history of fruit nutritional diagnosis through leaf analysis and fertilization in Korea. In seminar on leaf diagnosis as guide to orchard fertilization. Chapter 2. FFTC/ASPAC & R.
- 16.Koo, R. C. J., and T. W. Young. 1972. Effect of age and position on mineral composition of mango leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 97(6): 792-794.
- 17.Menzel, C. M., M. L. Carseldine, and D. R. Simposon. 1987. The effect of leaf age on nutrient composition of nonfruiting litchi (*Litchi chinesis* sonn). *J. Hort. Sci.* 62(20): 273-279.
- 18.Nisson, P. 1986. Nutrient uptake by plants. Effect of external ion concentrations. *Acta Hort.* 178: 21-28.
- 19.Saito, K., and Z. Kasai. 1968. Accumulation of tartaric acid in the ripening process of grapes plant & cell *physiol.* 9: 529-537.
- 20.Young, T. W. and R. C. J. Koo. 1969. Mineral composition of Florida mango leaves. *Proc. Fla. Sta Hort. Soc.* 84: 324-328.

Leaf Nutrition Diagnosis and Fertilization Management of Carambola

Chun-Chao Chuang

Summary

The experiment was conducted to find out the proper sampling method in carambola and optimum ranges of inorganic nutrient of leaves as standard to recommend the application of fertilizer rates. The results were showed: The leaf nutrients of carambola were influenced by fruiting. The leaf age influenced the leaf nutrient contents more than the tree age. The fifth leaves of non-fruiting branch were sampling during July to August were suitable to diagnosis the leaf nutrition status of carambola. The optimum ranges of leaf nutrition in carambola were tentatively fixed at N: 18-24 g/kg, P: 1.0-1.4 g/kg, K: 14-20 g/kg, Ca: 10-16 g/kg, Mg: 5.0-7.0 g/kg, Fe: 60- 180 mg/kg, Zn: 70-150 mg/kg, Cu: 5-15 mg/kg, B: 50-90 mg/kg. The sweet degree and yield of carambola with application the N-P₂O₅-K₂O = 400-300-600 g/plant/year were 9.2 °Brix and 131 kg/plant respectively, and was the best among the treatments.

Key words: Carambola, Leaf nutrient.