

利用葉分析診斷柑桔營養狀態之研究

邱再發 林森岷

一、緒 言

藉植物分析以解決植物生育之營養問題，刻漸為一般學者所提倡^(1,2,3,4,5,6)而遂漸形成為植物營養診斷之方法。在各地許多學者分別對各種作物分析葉之無機成分，此等化學分析因各方之注意研究益趨進步完善而能够判定有關植物健全與否之各種營養元素之濃度水準，他們表示葉分析是診斷植物養分之缺乏或過剩之良好工具。過去利用土壤分析解決植物營養及土壤肥力問題雖有顯著進步，但無法避免之缺點仍多，譬如對土壤中各種養分已有各種抽出劑之案出但尚未能正確測定土壤所能供給之養分含量，蓋植物吸收養分之機構複雜，實未便以土壤抽出劑單純定量之。反之植物體中所含養分可因土壤中養分之多寡以及肥料之施用而有變化，故引起農學者之注意及興趣，認為合理的土壤肥力及植物營養之研究，宜以植物為對象。

在臺灣對鳳梨⁽⁷⁾茶⁽⁸⁾水稻⁽⁹⁾也有進行葉診斷法研究，惟至應用階段尚須繼續進行基礎研究。柑桔為戰後在臺灣發展之新興作物之一，近年來其果實之出口頗受各地之贊揚。但柑桔施肥問題因缺乏試驗資料，柑農未能實施合理的施肥管理，所以影響其生產甚大，農試所由1958年開始柑桔園施肥試驗⁽¹⁰⁾，現在利用該試驗處理區之柑樹為材料，進行柑桔葉診斷法之研究供為柑桔施肥之應用。

二、材料與方法

1. 研究材料

使用柑桔園施肥試驗地之椪柑樹為本研究之基礎材料，該試驗⁽¹⁰⁾為1958年1月開始肥料處理本報告之材料為1959年採取者該試驗分為五處理三地點；

- 1) 無氮區 2) 無磷區 3) 無鉀區 4) 三要素區 5) 三要素加微量元素區
1) 新埔照門柑桔園(21年生) 2) 新埔大坪柑桔園(19年生) 3) 員林柑桔園(10年生)

2. 柑葉取樣方法

a) 時期：在三月、五月、七月、九月、十一月分期採取柑葉，探求時期與柑葉養分含量之關係。

b) 成熟度不同柑葉：採取成熟度不同柑葉，則由枝頂第一、二、三、四位置柑葉，分部位取樣，探求柑葉位置與其養分濃度之關係。

c) 葉數：分別取樣20葉、40葉、80葉供為分析，闡明取樣葉數與養分濃度之關係。

d) 闡明施肥與柑葉養分之關係：分別取樣各施肥處理區之柑葉闡明施肥與柑葉養分含量之互相關係。一般係於所定時期選擇果樹外側周圍不着果枝，每樹約10~20枝，由每枝枝頂採取第3~4葉供為分析。柑葉化學分析後並參考各肥料處理區之柑桔樹之肥料需要情形確立柑葉之氮、磷、鉀臨界濃度(Critical percentage)。

3. 分析方法

柑葉樣本風乾後以粉碎機磨碎，然後在乾燥器85°C烘乾後定量氮、磷、鉀含量。氮以 Microkjeldahl 法定量；磷以 Piper 氏之 Mircs-digestion 法⁽¹¹⁾分解樣本後以 Molybdenum-blue 比色法，使用還元劑 Hydrazin suephate⁽¹²⁾定量磷含量、再使用前述分解液以 Flame-phometric

method⁽¹³⁾定量鉀含量。

三、結果與考察

1. 施肥對柑葉中氮、磷、鉀含量之影響

為比較各施肥處理區之柑葉中 N. P. K 含量，於三、五、七、九、十一各月份在三個試驗地對各施肥處理區進行採樣以供化學分析。結果如表 1, 2, 3 及圖 1, 2。表中各種元素之含量皆係二重覆平均，即各處理區在第 1~2 區集及第 3~4 區集所採者分別為第 1 及第 2 重覆，故每重覆樣品有同處理之試驗柑樹八顆，所採柑葉約 150~200 枚。

表 1. 肥料處理和採樣時期對柑葉氮素含量之影響(烘乾平均%)

Table 1. Effect of fertilizer treatment and time of sampling on the nitrogen contents in citrus leaves (mean N % on oven dry basis)

地點 Locality	處理 Treat- ment 時期 Time	無氮區 PK	無磷區 NK	無鉀區 NP	三要素區 NPK	微量元素區 NPK+ Mn. Zn. Mg	平均 Average	L. S. D.
照門 Chawmen	三月 Mar.	2.79	2.74	2.77	2.95	2.80	2.811	時期間** 5% 0.248 1% 0.337
	五月 May	3.04	3.02	2.97	3.20	3.14	3.074	
	七月 July	3.14	3.23	3.26	3.16	3.22	3.201	
	九月 Sep.	3.09	3.32	3.27	3.23	3.29	3.243	
	十一月 Nov.	3.12	3.19	3.26	3.21	3.23	3.203	
	平均 Average	3.035	3.098	3.110	3.151	3.138	3.106	
	L. S. D.		處理間 N. S.			處理×時期 N. S.		
大坪 Taping	三月 Mar.	2.56	2.66	2.67	2.74	2.64	2.656	時期間** 5% 0.215 1% 0.292
	五月 May	2.73	3.07	3.14	3.21	3.14	3.060	
	七月 July	2.82	3.13	3.19	3.32	3.21	3.135	
	九月 Sep.	2.79	3.28	3.30	3.43	3.32	3.224	
	十一月 Nov.	2.91	3.29	3.26	3.33	3.29	3.218	
	平均 Average	2.763	3.088	3.114	3.206	3.122	3.058	
	L. S. D.		處理間** 5% 0.215 1% 0.292			處理×時期 N. S.		
員林 Yuanling	三月 Mar.	2.80	2.73	2.81	2.71	2.75	2.761	時期間** 5% 0.139 1% 0.189
	五月 May	3.05	3.13	3.24	3.22	3.07	3.146	
	七月 July	2.84	2.93	2.97	3.05	3.00	2.960	
	九月 Sep.	2.98	3.19	3.07	3.08	3.09	3.085	
	十一月 Nov.	2.96	2.96	3.00	3.03	3.08	3.007	
	平均 Average	2.928	2.992	3.019	3.021	2.999	2.992	
	L. S. D.		處理間 N. S.			處理×時期 N. S.		

註：**表示達到1%顯著標準，N.S. 表示不顯著。

表 2. 肥料處理及採樣時期對柑葉磷素含量之影響(烘乾物百分率)

Table 2. Effect of fertilizer treatment and time of sampling on the phosphorus contents in citrus leaves (mean P % on oven-dry basis)

地點 Locality	處理 時期 Treatment Time	無氮區 PK	無磷區 NK	無鉀區 NP	三要素區 NPK	微量元素區 NPK+ Mn, Zn, Mg	平均 Average	L. S. D.
照門 Chawmen	三月 Mar.	0.144	0.117	0.118	0.123	0.121	0.1250	時期間** 5% 0.0180 1% 0.0252
	五月 May	0.168	0.157	0.151	0.156	0.158	0.1583	
	七月 July	0.152	0.137	0.138	0.138	0.142	0.1417	
	九月 Sep.	0.142	0.133	0.129	0.126	0.135	0.1333	
	十一月 Nov.	0.164	0.157	0.153	0.151	0.151	0.1552	
	平均 Average	0.1544	0.1405	0.1380	0.1392	0.1414	0.1427	
	D. N. S.		處理間**		5% 0.0180 1% 0.0252	時期×處理 L. S.		
大坪 Taping	三月 Mar.	0.122	0.114	0.124	0.119	0.124	0.1207	時期間** 5% 0.0207 1% 0.0281
	五月 May	0.171	0.146	0.168	0.162	0.164	0.1626	
	七月 July	0.148	0.132	0.147	0.139	0.139	0.1413	
	九月 Sep.	0.140	0.128	0.133	0.133	0.132	0.1335	
	十一月 Nov.	0.169	0.133	0.145	0.137	0.138	0.1446	
	平均 Average	0.1501	0.1309	0.1437	0.1385	0.1395	0.1405	
	L. S. D.		處理間**		5% 0.0207 1% 0.0281	時期×處理 N. S.		
員林 Yuanlin	三月 Mar.	0.150	0.141	0.162	0.145	0.150	0.1498	處理間** 5% 0.0147 1% 0.0199
	五月 May	0.163	0.163	0.161	0.170	0.168	0.1654	
	七月 July	0.128	0.124	0.134	0.130	0.133	0.1299	
	九月 Sep.	0.125	0.124	0.130	0.122	0.120	0.1245	
	十一月 Nov.	0.130	0.124	0.136	0.143	0.127	0.1320	
	平均 Average	0.1393	0.1355	0.1448	0.1422	0.1398	0.1403	
	L. S. D.		處理間 N. S.		時期×期間 N. S.			

表 3. 肥料處理及採樣時期對柑葉鉀素含量之影響(烘乾物百分率)

Table 3. Effect of fertilizer treatment and time of sampling on the potassium contents in citrus leaves (mean K % on oven-dry basis)

地點 Locality	處理 時期 Treatment Time	無氮區 PK	無磷區 NK	無鉀區 NP	三要素區 NPK	微量元素區 NPK+ Mn, Zn, Mg	平均 Average	L. S. D.
照門 Chawmen	三月 Mar.	0.81	0.67	0.67	0.77	0.73	0.732	處理間** 5% 0.147 1% 0.202
	五月 May	1.44	1.41	1.26	1.44	1.42	1.396	
	七月 July	1.34	1.31	1.12	1.20	1.20	1.237	
	九月 Sep.	1.20	1.04	0.90	0.98	0.98	1.020	
	十一月 Nov.	1.30	1.28	1.22	1.18	1.16	1.208	
	平均 Average	1.221	1.142	1.016	1.116	1.098	1.118	
	L. S. D.		處理間**		5% 0.147 1% 0.202	處理×時期 N. S.		

大坪 Taping	三月 Mar.	0.68	0.47	0.48	0.52	0.44	0.521	時期間** 5% 0.218 1% 0.296
	五月 May	1.62	1.25	1.22	1.41	1.20	1.342	
	七月 July	1.50	0.98	0.94	1.06	0.99	1.097	
	九月 Sep.	1.20	0.91	0.84	1.03	0.82	0.962	
	十一月 Nov.	1.30	0.84	0.80	0.89	0.66	0.898	
	平均 Average	1.262	0.892	0.858	0.984	0.824	0.664	
	L. S. D.	處理間** 5% 0.218 1% 0.296			處理×時期 N. S.			
員林 Yuanlin	三月 Mar.	1.13	1.46	1.14	1.41	1.12	1.255	時期間** 5% 0.212 1% 0.287
	五月 May	1.98	1.91	1.86	1.94	1.88	1.916	
	七月 July	1.38	1.22	1.18	1.19	1.24	1.243	
	九月 Sep.	1.09	0.91	0.93	1.00	1.03	0.995	
	十一月 Nov.	1.08	0.90	0.86	1.00	0.93	0.995	
	平均 Average	1.333	1.284	1.196	1.310	1.241	1.272	
	L. S. D.	處理間* 5% 0.212			處理×期間 N. S.			

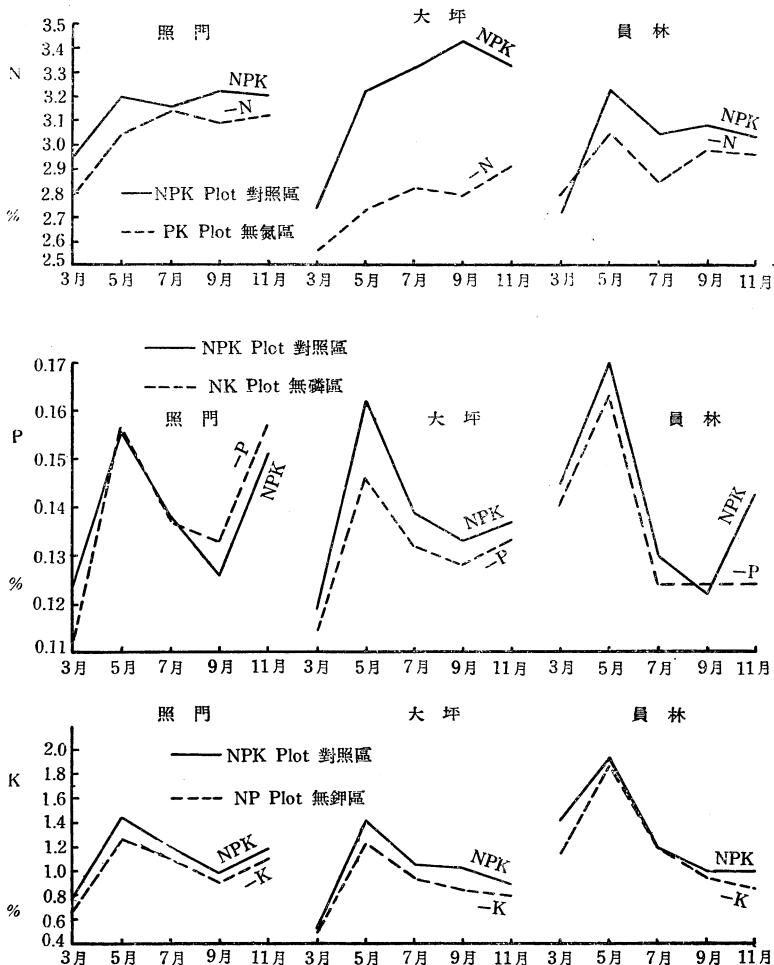


圖 1. 椪柑葉成分之季節的變化

Fig 1. Seasonal change of leaf composition in citrus Ponkan

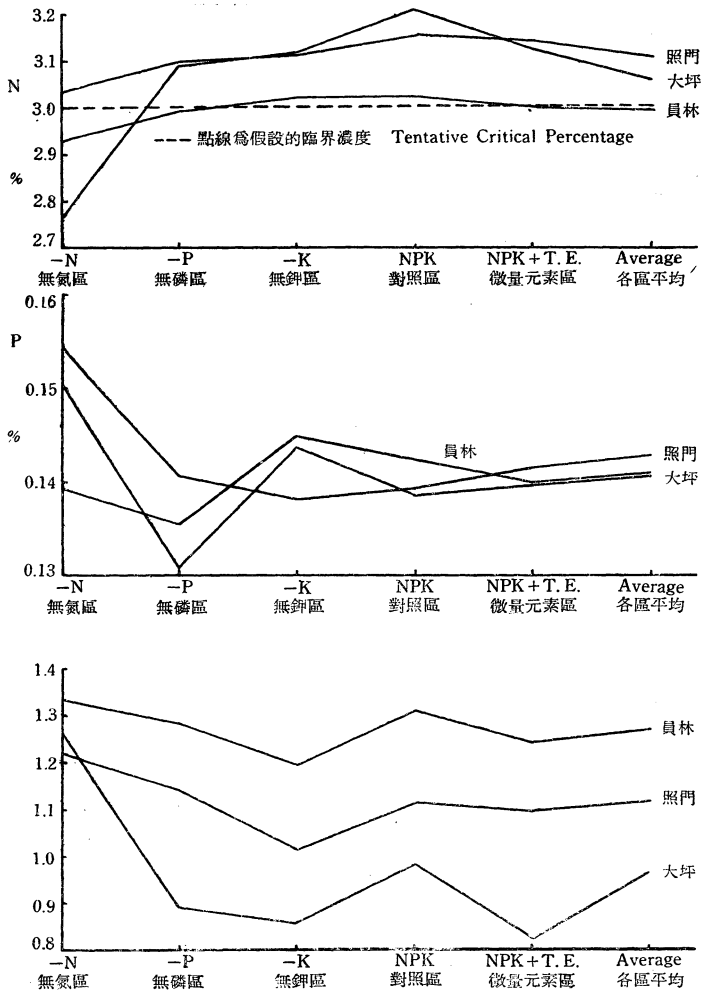


圖 2. 肥料處理對柑桔葉成分之影響(年平均%)

Fig. 2 Effect of fertilizer treatment on leaf compositions in Citrus Ponkan (yearly mean per cent)

由表 1 知無氮區柑葉 N 含量顯然因不施氮肥而略有降低。各地柑桔園之柑葉 N 含量除三月份外均為 3% 以上而無氮區則大都均低於此含量，雖然肥料試驗僅為第二年，現在各試驗地之無氮處理區皆呈較淡之葉色，可謂開始呈現缺氮之症徵。由現在結果推測，柑葉氮素之臨界濃度當在 3.0% 附近。為判定正確的臨界濃度，尚須繼續進行試驗之必要。

由表 2 可見，無磷區之柑葉 P 含量較對照區 (NPK 區) 亦稍有降低，惟差異小，其統計結果各處理間 P 含量之差異所以顯著者，主要係由各時期無氮區之 P 含量比對照區為高所致。表 3 K 含量之間亦有類似情形即除無鉀區之 K 含量比對照區稍為降低外，無氮區之 K 含量亦有顯著的增高，可見在缺氮情形下柑葉 PK 含量均有提高之傾向。三井氏⁽¹⁴⁾亦曾報告水稻在缺氮情形下可增加磷鉀吸收量，又微量元素區之 K 含量比對照區稍低如圖 2 因微量元素區為 NPK 之外另加 Mg, Mn, Zn, 而 Mg 以硫酸鎂每年每棵柑桔施用 1 磅，所以微量元素區之 K 含量比對照區稍低之原因似乎由 Mg 對 K 之拮抗作用 (Antagorism)⁽¹⁵⁾所致。

總之土壤中某種養分缺乏時除降低其葉中養分濃度外所施養分之不平衡 (Unbalanced fertilization) 亦可影響柑葉其他養分濃度之增減。因此利用葉分析診斷柑桔樹之營養狀態時不能單純僅由一種養分分析來判斷其養分之缺否而必須注重到各種養分間之平衡問題。

2. 季節與柑葉 NPK 成分之變化

由前表知柑葉中三要素含量均以三月為最低，五月時急激增高。其後 NP 濃度變化較小，至於 K 濃度之變化，五月以後便漸漸減低，此係與葉齡，氣候及時期有關者，蓋三月所採者均為前年留下之老葉並當果實收穫後果樹衰弱時期故濃度最低，五月所採者均為春天新葉並值生長旺盛時期故無機養分之濃度較高，此種養分濃度之季節性變化以鉀素較大，磷較小，因此若要採用葉診斷時，須要確定季節，進行柑葉採樣。

3. 樣品葉數與柑葉成分之比較

五月於大坪柑桔施肥試驗地對照區 (NPK區) 之柑桔樹採取葉數 20, 40, 80 樣品三種以供分析，結果如表 4，由分析結果知各種樣品中 NPK 含量皆甚相似，變異係數甚小差異，可見葉數 20 之樣品已為適當。

4. 採葉位置與葉成分之比較

五月在各試驗地，對三要素處理區之柑桔樹，由枝頂第 1, 2, 3 及 4 葉分別採取不同位置之柑葉樣本供為分析，其結果列於表 5，變方分析結果 F 值不顯著，所以柑葉位置對其成分似無影響。

表 4. 採葉數與葉成分之比較

Table 4. Comparison of leaf composition due to number of leaves

成分 % Composition	採葉數 Number of leaves collected	重 複 Replication	1	2	3	4	平 均 Average	變異係數 C. V.
			N %	20	3.23	3.11		
	40	3.23	3.11	3.26	3.10	3.17	2.6%	
	80	3.43	3.12	3.25	3.17	3.24	4.2%	
P %	20	0.128	0.121	0.145	0.111	0.126	11.7%	
	40	0.128	0.145	0.125	0.124	0.131	7.1%	
	80	0.152	0.128	0.128	0.132	0.135	8.5%	
K %	20	0.94	0.88	0.92	0.88	0.90	3.3%	
	40	1.00	0.90	1.04	0.88	0.95	8.1%	
	80	1.04	0.94	0.96	0.98	0.98	4.4%	

〔註〕 五月於大坪柑桔園採取 Sample collected from Taping orchard in May

表 5. 柑葉位置與葉成分之比較

Table 5. Comparison of leaf composition due to its position at citrus twigs

地點 Locality	位置 Position	氮 N %	磷 P %	鉀 K %
照 門 Chawmen	第一葉 1 st leaf	3.14	0.150	1.85
	第二葉 2 nd leaf	3.20	0.159	1.76
	第三葉 3 rd leaf	3.14	0.157	1.68
	第四葉 4 th leaf	3.13	0.159	1.85

大 坪 Taping	第一葉 1 st leaf	2.96	0.143	1.39
	第二葉 2 nd leaf	3.16	0.148	1.40
	第三葉 3 rd leaf	3.09	0.147	1.49
	第四葉 4 th leaf	3.19	0.154	1.49
員 林 Yuanlin	第一葉 1 st leaf	3.00	0.143	1.38
	第二葉 2 nd leaf	3.01	0.140	1.32
	第三葉 3 rd leaf	3.03	0.142	1.32
	第四葉 4 th leaf	3.03	0.145	1.35

[註] 各成分%爲二重複之平均 Each composition percnet is average of deplcation

5. 施肥處理對柑桔收量之影響

施肥試驗本年爲第二年，各處理對柑桔收量之影響如表6以氮肥爲最大，鉀肥次之，磷肥及微量元素較小。柑桔爲多年生作物，各肥料處理若要顯著的影響其產量或引起各要素之缺乏症徵者必須繼續多年之試驗才能呈現，本年度柑葉分析爲其施肥後第二年之材料，施肥對柑葉成分雖稍有影響，但尚不大明顯因施肥尚未顯著影響到柑桔樹所以使用此材料未能確立各成分之限界濃度，但尚可供爲柑素營養診斷之基礎資料想將來有繼續研究之必要。

表6. 施肥對柑桔果實之影響 (公斤/每棵樹)

Table 6. Effect of fertilization on yield of citrus fruits (kg/tree)

處理 Treatment	地 點 Locality	照 門 Chawmen	大 坪 Taping	員 林 Yuanlin	平 均 Mean	指 數 Index
無 氮 區 (PK)		46.1	36.3	47.4	43.3	73
無 磷 區 (NK)		52.0	37.1	72.2	53.8	91
無 鉀 區 (NP)		47.9	39.5	60.7	49.4	84
三要素區 (NPK)		56.6	40.8	79.2	58.9	100
微量元素區 (NPK+T.E.)		68.7	49.4	73.5	63.9	108

四、摘 要

1. 使用柑桔園施肥試驗地之柑桔樹爲材料進行葉分析做爲柑桔營養診斷之基礎研究。施肥試驗於1958年1月在臺灣主要極柑產地，員林一地點，新埔二地點開始進行，肥料處理分爲無氮區，無磷區，無鉀區，三要素(對照)區，微量元素區等五處理。

2. 於1959年3月，5月，7月，9月，11月分別採取各試驗地處理區之柑葉，分析其氮、磷、鉀含量探究施肥與時期對柑葉成分之影響。

3. 柑葉N、P、K含量隨季節之不同其變化甚大。五月各養分之濃度爲最高，此爲春天展開之新葉，以後各養分漸漸減低至翌年三月爲最低，蓋三月所採者均爲前年留下之老葉。

4. 各試驗地柑葉之N含量，在無氮區平均爲2.76%~3.03%而對照區爲3.02%~3.21%。柑葉氮之臨界濃度推測爲3.0%附近。

5. P含量在無磷區爲0.131%~0.140%而對照區爲0.138%~0.142%，其差異不大，但無氮區之P含量比對照區者顯著的增高，其差異達到統計的顯著標準。

6. K含量在無鉀區爲0.86%~1.19%而對照區爲0.98%~1.31%，類似P含量情形，無氮區之K含量亦有顯著的增高，所以柑桔樹在缺氮情形下似有增加吸收磷、鉀之傾向。NP含量在各柑

桔園間之差異較少，但K含量其差異甚大，則平均K含量在照門為1.118%，大坪0.964%，員林1.272%。

7. 檢討採葉位置即由枝頂第1, 2, 3, 4葉及樣本採葉數20葉，40葉，80葉與葉成分之關係，其結果表示採葉位置及葉數對葉成分不大有影響。

五、引用文獻

- (1) ULRICH, A. (1943) Plant analysis as a diagnostic procedure. *Soil Sci.* 55: 101-112.
- (2) SCARSETH, G. O. (1943) Plant-tissue testing in diagnosis of the nutritional status of growing plants. *Soil Sci.* 55: 113-120.
- (3) THOMAS, W. (1945) Present status of diagnosis of mineral requirement of plants by means of leaf analysis. *Soil Sci.* 59: 333-351.
- (4) BOYNTON, D., & CONPTON, O. C. (1945) Leaf analysis in estimating the potassium, magnesium, nitrogen and their needs of fruit trees. *Soil Sci.* 59: 339-351
- (5) 袁嗣良(1951) 植物分析測定土壤肥力及植物營養狀況之理論與實際 臺灣季刊 3:2. 170-200.
- (6) 左藤公一(1952) 果樹葉分析に關する研究 日本農業技術研究所報告第1號
- (7) 蘇楠榮(1954) 鳳梨葉營養準定量的診斷測定法及其應用實例 鳳梨公司 斗六實驗農場報告第1號
- (8) 陳振澤(1956) A preliminary study on the coordinated leaf-soil analysis for managing tea soil. 臺大農學院研究報告四卷2號
- (9) 邱再發(1957) 水稻組織測定試驗 第1報及第2報 臺灣科學11卷1號
- (10) 邱再發(1959) 柑桔園施肥試驗 第1報 農業研究9卷1期
- (11) PIPER, C. S. (1956) *Soil and Plant Analysis*
- (12) SANDEL, E. B. (1956) *Colorimetric Determination of Trace of Metals.*
- (13) WILLARD, H. H., et. al. (1958) *Instrumental Method on Analysis*
- (14) 三井進午、熊澤(1957) 作物の養分吸收に關する動的的研究(第15報)日本土肥會誌 28:265-268.
- (15) BEAR, F. E. (1950) Cation and anion relationships in plants and their bearing on crop quality. *Agron. J.*, Vol. 42: 176-178.

STUDY ON LEAF ANALYSIS AS A MEANS OF DIAGNOSING NUTRITIONAL STATUS OF CITRUS PLANTS

by

T. F. CHIU & S. M. LIN

SUMMARY

1. Leaf analysis was conducted as a means of diagnosing nutritional status using Citrus Ponkan trees on the fertilizer experiment orchards as materials. The fertilizer experiments have been started since January, 1958 at one locality in Yuanlin and two localities in Hsinpu, with five treatments layout, i. e. a) No N plot (PK), b) No P plot (NK), c) No K plot (NP), d) NPK plot (Check), e) Trace Elements plot (NPK+Mg, Mn, Zn).

2. Leaf samples were collected at each experimental plot in March, May, July, September and November 1959 respectively, then N, P, and K were analyzed in order to investigate the effect of fertilization and time of sampling on leaf compositions.

3. All these citrus trees had generally the highest leaf contents of N, P and K in

May which is at the early stage of foliation and these contents decreased gradually thereafter. In March next year, it became the lowest contents which is attributed to old age of leaves.

4. N contents in citrus leaves at each locality were 2.76%-3.03% on average in the no N plot, while there were 3.02%-3.21% in the check plot. The critical percentage of nitrogen in Citrus Ponkan leaves was considered at about 3.0%.

5. P contents in the no P plot were 0.131%-0.140% and there were 0.138%-0.142% in the check Plot. The difference of P contents between these two plots was so small but it increased greatly at the no N plot. P contents in the no N plot was significantly higher than that in the check plot.

6. K contents in the no K plot were 0.86%-1.19% and there were 0.98%-1.31% in the check plot. K contents in the no N plot also showed apparently higher, so that nitrogen deficiency would be considered to promote the accumulation of P and K in citrus leaves. It was also found that the difference of K contents in leaves among those three orchards was quite large, but it was small in the case of N and P.

7. The position of leaves at citrus twigs and number of leaves sampled in this experiment was seemed to be little influence on leaf compositions.