腐植酸及磷、鉀肥對枇杷品質及產量之影響[1]

蔡宜峰　黃祥慶　賴文龍[2]

摘　要

在台中縣新社鄉屬於紅壤地區之枇杷果園實施腐植酸配合磷及鉀肥不同用量之試驗。結果顯示，施用腐植酸有助於改良0~40cm土壤剖面之總體密度及土壤硬度等土壤物理特性，並增加土壤中磷、鉀、鈣、鎂及硝酸態氮的含量及其有效性，但對於較底層土壤(40cm以下)則無明顯影響。腐植酸處理亦略有增加枇杷產量及果實糖度的效果。在磷、鉀肥不同用量處理上，磷肥用量增加可以提高枇杷果實糖度，鉀肥對果實品質之影響不明確，惟與枇杷產量有顯著正相關性。綜合枇杷產量、果實糖度及糖酸比之考量，以P_2O_5及K_2O分別爲300及450kg/ha之處理較佳。

前　言

枇杷屬(Eriobotrya japonica Lindley)爲常綠小喬木或喬木。本省枇杷栽培面積約二十餘公頃，年產量爲一萬六十餘公噸(1)。目前栽培品種多爲「茂木」，約佔90%以上。枇杷較適於溫暖氣候，年平均溫度在攝氏15℃以上地區均可生長，但冬季溫度降至3℃以下時，幼果內胚珠即將受害，而平地氣溫過高時容易引起果實生理障礙。因此，本省枇杷栽培地區多分佈於海拔200~800公尺地區，其中約有90%種植於中部地區的臺中縣、南投縣及苗栗縣之山坡地(1,2)。而此地區土壤大多受磚紅壤化作用(laterization)影響，而形成謂「紅壤」，其土壤特性爲酸性強、有機質含量低、陽離子交換容量小，置換性鹽基含量低及固定性磷酸多等(3)。又由於台灣位於亞熱帶及熱帶地區，土壤有機質分解迅速，且酸性土壤中酚酸類不易聚合成腐植質(4)。因此，以中部枇杷栽培立地條件而言，普遍有土壤性質不良、土壤肥力較低之限制。

本試驗即在紅壤地區利用液劑有機腐植酸施於枇杷果園，並配合磷及鉀化學肥料不同用量處理，探討對土壤理化性質及枇杷品質、產量之影響，以供枇杷果園土壤改良及肥培管理之參考。

材料與方法

試驗地點設置於台中縣新社鄉，枇杷品種爲「茂木」，十年生。試區土壤屬紅壤，平鎮系(Pc)，土壤質地爲粘質壤土，試驗區一般土壤性質如表一。

試驗採逢機完全區集設計，以施用腐植酸(12%液劑)與否二級，磷肥三級(P_2O_5 150，300，450kg/ha)及鉀肥二級(K_2O 300，450kg/ha)組合成八處理(表二)，三重覆，每處理三株，處理間各設一棵緩衝株。

---

[1] 台中區農業改良場研究報告第 0197 號。

[2] 台中區農業改良場助理、助理研究員。

表一、試區土壤一般特性
Table 1. General properties of experimental soil

Soil depth	OM	pH 1:1	Available P	Exchangeable cation			Clay	Sand	Silt
				K	Ca	Mg			
(cm)	(%)	Soil/H_2O	(ppm)	---------- (ppm) ----------			---------- (%) ----------		
0-20	2.8	4.2	208	220	620	34	30	37	33
20-40	1.5	3.9	50	174	394	19	40	16	44
40-60	1.7	3.8	19	186	276	12	38	17	45

表二、試驗處理
Table 2. Thetreatments of experiment

Treatment	Humic acid	P_2O_5	K_2O
		---------- (kg/ha) ----------	
1	0	150	450
2	0	300	450
3	0	450	450
4	0	300	300
5	40	150	450
6	40	300	450
7	40	450	450
8	40	300	300

腐植酸用量每年每株施用40ml，分別于基肥、花芽分化始期、果實形成期及果實肥大期，每次將腐植酸10ml稀釋250倍，灌注於樹冠周圍土壤。化學肥料中氮素用量爲600g N/株，磷及鉀肥配合各處理用量，分成基肥1/3 (9月初)，第一次追肥1/3 (11月)及第二次追肥1/3 (4月)施用。有機肥料每年施用量爲大豆粕5ton/ha。化學及有機肥料施肥法均於樹冠下採穴施法，再覆土掩蓋。

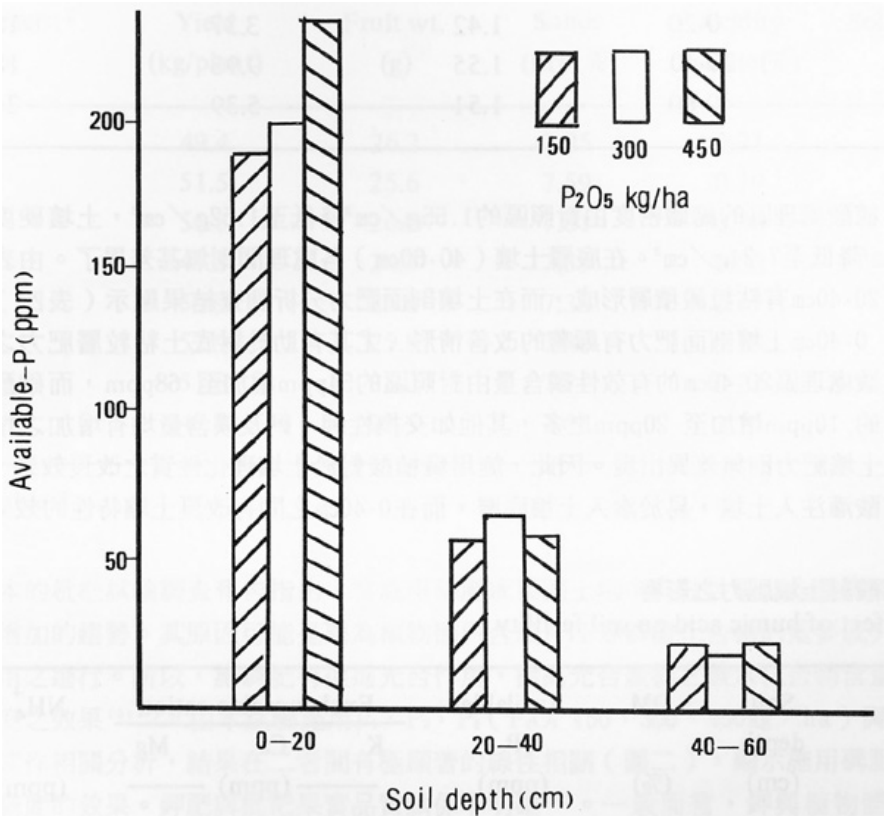
試驗調查分析項目包括一般土壤理化性質及枇杷葉片營養要素含量變化，其中土壤物理性質調查包括質地分析(比重計法)，總體密度(用saran coated clodss測定)[11]，土壤硬度(日本山中式硬度計)及土壤水分含量(稱重百分率法)，土壤化學性質則包括有土壤pH值、有機質含量、有效性磷含量及交換性鉀、鈣、鎂含量，土壤銨態氮(NH_4^+)及硝態氮(NO_3^-)等項[12]。植體分析爲採結果枝中間成熟葉，分析項目包括N、P、K、Ca、Mg等項[12]。並調查枇杷每年每株生產重量爲產量及果品分析如粒重、糖度(total soluble solids)、酸度(malate)等。

結果與討論

枇杷爲多年生常綠果樹，每年必須維持適當的營養生長，才能穩定結果量(生殖生長)。新稍過分旺盛，將造成花芽分化不良、結果量少。生育稍差之新稍葉片數少，雖然可以促進花芽形成，但果粒小、果實品質差，甚至造成隔年結果現象，故經營枇杷園之首要管理工作爲維持營養生長與生殖生長之平衡[1,2,7]。但由於本省中部栽培枇杷地區土壤大多屬於紅壤，而普遍有酸性強、土壤有機質含量低及土壤中植物營養要素有效性低的限制[1,2,3]。在試驗前

枇杷果園土壤特性分析調查顯示(表一)，其中有若干特點如表、底層土壤肥力分佈不均，在表層土壤(0-20cm)約有機質含量及植物營養要素含量均遠高於底層土壤，另土壤粘粒含量由表土的30%增加至底土的40%，底土坋粒含量亦有增加現象，可能有粘粒及坋粒澱積情形發生而形成硬磐。這些現象往往是一般果園常用表層施肥法，且植物營養要素在土壤中移動性低，尤其是磷酸在紅壤中固定性高，常有累積於表土的情形[3]。另土壤經過長期人爲耕作影響，亦會在底土層形成所謂硬磐。造成土壤理化性質的劣變[5]。

一般而言，磷酸在土壤中移動性相當低，尤其在紅壤中極易被鐵、鋁等化合而固定。本試驗中施用P_2O_5 150，300，450kg/ha三級處理，但由土壤剖面中有效性磷酸含量分佈結果顯示(圖一)，土壤有效性磷酸含量隨剖面深度而降低，在表土中有效性磷酸含量隨磷肥施用量之增加而增加，但土壤剖面20cm以下的底土層則無差異。



圖一、施用磷肥對土壤有效性磷含量之影響
Fig. 1. Effect of P-fertilizer on soil available phosphate concentration

腐植酸是一種有機性的土壤改良劑，楊氏(1988)指出，在紅壤中外覆腐植酸可減少土壤石灰需要量，而改良土壤酸性，另對增加土壤磷酸有效性及硝態氮(NO_3^-)吸附性均有助益，且又能增加土壤團粒穩定性[4]，在本試驗中，經過連續兩年於枇杷果園土壤灌注腐植酸處理後，分析調查土壤總體密度及硬度等物理特性顯示(表三)，土壤剖面中20-40cm處的總體密度及硬度均有較高的情形，可能有形成硬磐的現象。

就總體密度而言，構造良好的土壤應在1.2g/cm^{3}左右，如果已大到1.4g/cm^{3}就構成根系的限制，1.6g/cm^{3}則已相當嚴重，到1.8g/cm^{3}時則極嚴重[5]。本試區土壤剖面中的總體密度大多介於1.4~1.6g/cm^3，可見枇杷根系發展已受限制。在經過腐植酸處理後，在表土層中(0-20cm)，

總體密度無差異，土壤硬度分析上則比對照區已有改良情形。在中層土壤(20-40cm)中，施用腐植酸處理區的總體密度由對照區的1.55g/cm^{3}降低至1.52g/cm^3，土壤硬度由對照區的9.93g/cm^{2}降低至7.24g/cm^2。在底層土壤(40-60cm)各處理間則無甚差異了。由表三已知試區土壤剖面20-40cm有粘粒澱積層形成，而在土壤剖面肥力分析調查結果顯示(表四)，施用腐植酸處理對0-40cm土壤剖面肥力有顯著的改善情形，尤其有助於對底土粘粒層肥力之改善，例如，在腐植酸處理區20-40cm的有效性磷含量由對照區的54ppm增加至68ppm，而硝酸態氮含量亦由對照區的10ppm增加至20ppm之多，其他如交換性鉀、鈣及鎂含量均有增加之情形，但在40cm以下之土壤肥力則無差異出現。因此，施用腐植酸對於土壤理化性質之改良效果，可能爲施用液劑腐植酸灌注入土壤，易於滲入土壤底層，而在0-40cm之間有改良土壤特性的效果。

表三、腐植酸對土壤物理性狀之影響
Table 3. Effect of humic acid on soil physical characteristics

Treatment	Soil depth (cm)	Bulk density (g/cm^3)	Soil hardness (kg/cm^2)	Water content (%)
Humic acid	0-20	1.40	1.54	15.4
	20-40	1.52	7.24	19.9
	40-60	1.50	5.21	25.2
Control	0-20	1.42	3.37	15.3
	20-40	1.55	9.93	18.1
	40-60	1.51	5.39	26.4

表四、腐植酸對土壤肥力之影響
Table 4. Effect of humic acid on soil fertility

Treatment	Soil depth	OM	Available P	Exchangeable cation			NH_4^+	NO_3^-
				K	Ca	Mg		
	(cm)	(%)	(ppm)	---------- (ppm) ----------			(ppm)	(ppm)
Humic acid	0-20	3.7	214	217	613	33	31	9
	20-40	1.8	68	193	415	22	24	20
	40-60	2.2	22	207	299	20	34	16
Control	0-20	3.5	206	221	604	31	30	10
	20-40	1.9	54	167	354	15	29	10
	40-60	2.0	26	172	290	17	28	11

近年來水果的生產已逐漸重視果實品質的提昇，枇杷也不例外。構成枇杷品質的主要條件爲果實之硬度、糖度、酸度及風味等，其中糖度及硬度最重要[10]。而枇杷生長環境因子如土壤肥力、土壤水份等均能影響果實品質的好壞，例如在果實發育後期土壤乾燥，果粒生長受抑制，果實硬度高，品質不良[8]。果實生長期間施用較高量的氮素肥料，雖可強化樹勢，但果實硬度高、糖度低[9]。本試驗連續進行兩年，除每年調查每株枇杷產量外，並著重於枇杷果品分析調查，例如果實糖度(total soluble solids)、酸度(malate)及果實粒重等。由枇杷產量及果品分析結果(表五)，有若干特點顯示，如枇杷果實糖度隨磷肥施用量之增加而增加，

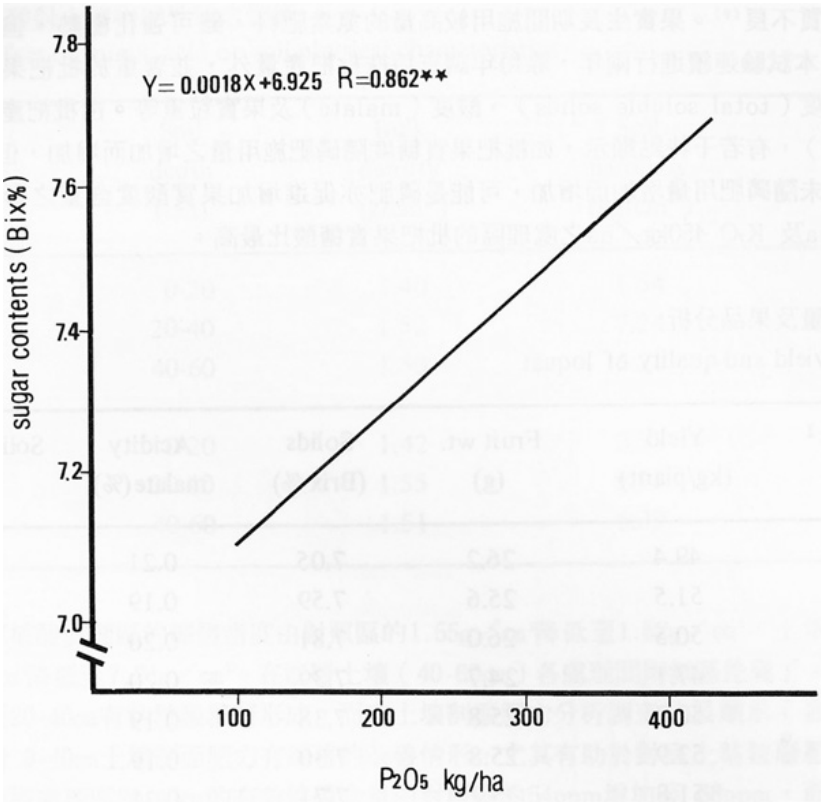
但果實糖酸比的分析上，並未隨磷肥用量增加而增加，可能是磷肥亦促進增加果實酸度含量之影響，其中以P_2O_5 300kg/ha及K_2O 450kg/ha之處理區的枇杷果實糖酸比最高。

表五、枇杷產量及果品分析
Table 5.The yield and quality of loquat

Treatment No.[1]	Yield (kg/plant)	Fruit wt. (g)	Solids (Brix %)	Acidity malate (%)	Solids/Acidity (%)
1	49.4	26.2	7.05	0.21	33.6
2	51.5	25.6	7.59	0.19	40.5
3	50.5	26.0	7.81	0.20	39.4
4	47.1	24.7	7.39	0.20	37.4
5	50.9	25.8	7.38	0.19	39.4
6	52.9	25.8	7.30	0.19	39.8
7	51.8	25.2	7.71	0.21	37.5
8	47.8	25.5	7.68	0.22	36.3

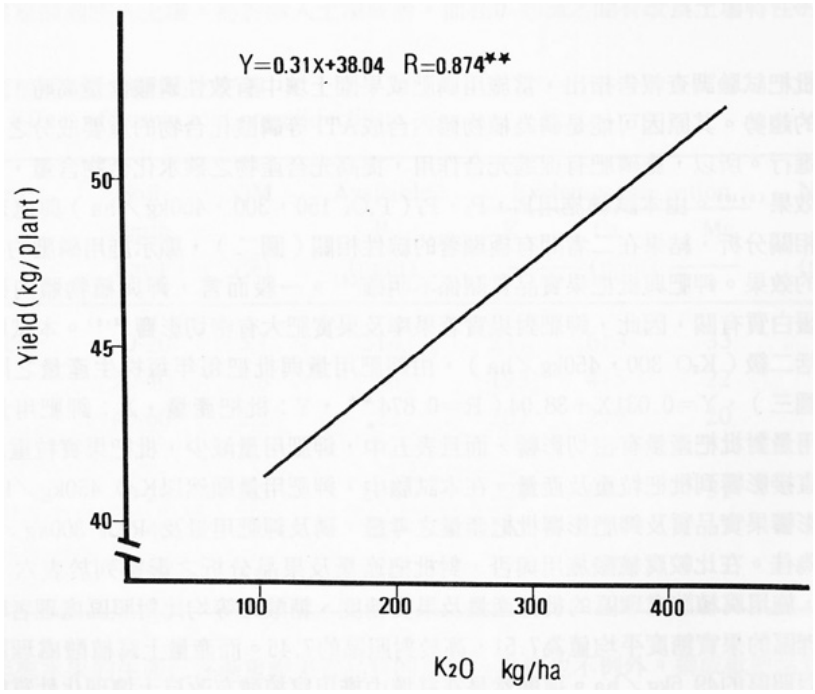
[1] See in table 2.

由日本的枇杷試驗調查報告指出，當施用磷肥或果園土壤中有效性磷酸含量高時，枇杷果實糖度亦有增加的趨勢。其原因可能是磷爲植物體內合成ATP等磷酸化合物的重要成分之一，而影響光合作用之進行。所以，施磷肥有促進光合作用，提高光合產物之碳水化合物含量，進而有增加果實糖度之效果[6,10]。由本試驗施用P_1，P_2，P_3 (P_2O_5 150，300，450kg/ha)與處理區的枇杷果實糖度作相關分析，結果在二者間有極顯著的線性相關(圖二)，顯示施用磷肥的確有增加枇杷果實糖度的效果。鉀肥與枇杷果實品質關係不明確[6]。一般而言，鉀與植物體內碳水化合物移動及合成蛋白質有關，因此，鉀肥對果實著果率及果實肥大有密切影響[2,6]。本試驗中鉀肥施用量處理包括二級(K_2O 300，450kg/ha)，由鉀肥用量與枇杷每年每株生產量之間有極顯著的相關性(圖三)，Y=0.031X+38.04 (R=0.874**，Y：枇杷產量，X：鉀肥用量)，由此顯示，鉀肥用量對枇杷產量有密切影響，而且表五中，鉀肥用量減少，枇杷果實粒重即降低，因此，鉀肥會直接影響到枇杷粒重及產量。在本試驗中，鉀肥用量顯然以K_2O 450kg/ha爲佳。而綜合磷肥會影響果實品質及鉀肥影響枇杷產量之考量，磷及鉀肥用量及P_2O_5 300kg/ha及450kg/ha之處理爲佳。在比較腐植酸施用與否，對枇杷產量及果品分析之影響列於表六，由平均分析結果顯示，施用腐植酸處理區的枇杷產量及果實糖度、糖酸比等均比對照區處理者略優。如施用腐植酸處理區的果實糖度平均值爲7.51，高於對照區的7.45。而產量上腐植酸處理區爲50.9kg/ha亦優於對照區的49.6kg/ha。這顯然是在紅壤中施用腐植酸有改良土壤理化性質的效果所致(表三、四)。所以，腐植酸可視爲紅壤地區果園土壤改良劑之一。



圖二、磷肥施用量與枇杷果實糖度之關係

Fig. 2. Relationship of the rates of P-fertilizer and sugar contents of loquat.



圖三、鉀肥施用量與枇杷產量之關係

Fig. 3. Relationship of the rates of K-fertilizer and yield of loqual.

表六、腐植酸對枇杷產量及果品分析之影響
Table 6. Effects of humic acid on yield and quality of loquat

Treatment	Yield (kg/plant)	Fruit wt. (g)	Solids (Brix %)	Acidity malate (%)	Solids/Acidity (%)
Humic acid	50.9	25.5	7.51	0.21	38.3
Control	49.6	25.6	7.45	0.20	37.7

誌　　謝

本報告承農委會及農林廳補助經費，農委會技正蘇楠榮博士協助策畫與本場多位同仁協助工作，謹此誌謝。

參考文獻

1. 林嘉興、張林仁、林信山、劉添丁 1987 枇杷產期調節 園藝作物產期調節研討會專集p.99-106。
2. 范念慈 1984 枇杷栽培 農委會及農林廳編印 農民淺說手冊。
3. 陳振鋒 1957 若干紅土需要磷酸之情形 中華農學會報新 20:1-26。
4. 楊秋忠 1988 坡地紅壤有機腐植質之增進 土壤肥料試驗報告抽印本。
5. 楊策群 1986 排水不良土壤之特性與管理 土壤調查資料應用研習講義 國立中興大學土壤調查試驗中心編 p.l-6。
6. 土持武男 1983 收量、品質と施肥 農業技術大系果樹編 (4):54-57。
7. 中井滋部 1983 春枝伸長と花芽分化期 農業技術大系果樹編(4):3-10。
8. 佐野慶二、立田芳伸、土持武男 1986 ビワ果實品質に及ぼす土壤水份の影響(第2報)數種の土壤における果實發育後期の土壤乾燥效果 日本園藝學會1986年春季大會發表要旨 p.538。
9. 佐野憲二、立田芳伸、土持武男 1986 ビワのチツ素施肥および葉數、果房數ガ果實品質に及ばす影響 日本園藝學會 p.120-121。
10. 濱口壽幸、岸野功 1986 ビワ果實の糖度および果肉硬度食味日本園藝學會1986年春季大會發表要旨 p.505。
11. Mckeague, J. A. 1978. Manual on soil sampling and methods of analysis, 2nd ed. Canadian Society of Soil Science. p.32-34.
12. Page, A. L., R. H. Miller, and D. R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical. And microbiological properties. 2nd ed. American Society of Agronomy and Soil Science. Society of America, Madison.

Effects of Humic Acid and P, K Fertilizers on the Quality and Yield of Loquat[1]

Y. F. Tsai, H. C. Huang and W. L. Lay[2]

ABSTRACT

This field experiment was conducted with humic acid, P and K fertilizers at a loquat orchard of red soil in Hsinshe, Taichung. The results showed that the application of humic acid reduced soil bulk density and hardness, and increased the availableness of P, K, Ca, Mg and nitrate contents in soil profile from 0-40 cm, but no difference down from 40 cm. The application of humic acid also increased the yield and sugar contents of loquat. Furthermore, the sugar contents of fruit was increased significantly by the application of P fertilizer. The yield of loquat was closely related to K fertilizer, and no relationship between fruit quality with K fertilizer. As far as both P and K fertilizers were concerned, treated with 300 kg/ha P_2O_5 and 450 kg/ha K_2O, the maximum yield and quality of loquat could be obtained.

[1] Contribution No. 0197 from Taichung DAIS.

[2] Assistant, Assistant Soil Scientist and Field Assistant of Taichung DAIS, respectively.