

有機肥施用量及草生對桶柑果園土壤酸鹼值、 有機質及必要元素含量之影響

阮素芬、倪萬丁

摘 要

在新竹縣峨眉鄉 18 年生無子桶柑果園，以裂區設計進行試驗，探討有機肥施用量及草生對土壤酸鹼值、有機質及必要元素含量之影響。試驗以施肥量為主因子，包括全量有機肥、1/2 量有機肥加 1/2 量化學肥、1/4 量有機肥加 3/4 量化學肥及全量化學肥；雜草管理為副因子，包括草生及殺草劑處理，3 重複。草生處理區之土壤中，有機質、有效磷、鉀、鈣、鎂的含量均明顯較殺草劑處理區高，經 5 年試驗結果得知，隨著草生年限之增加，土壤有機質及有效鈣含量會增加，有效磷及有效鎂含量則減少。有機肥施用量則明顯影響土壤酸鹼值，高有機肥施用區之土壤酸鹼值較高且穩定的維持在 6.0 ~ 6.5 間，而化肥處理區之酸鹼值會逐年下降而低於 5.0，有機肥施用量對土壤養分含量之影響較不顯著。在台灣果園土壤中有效磷、鉀與鎂過高的狀態下，施用有機質肥料有助於改善此種缺失，同時可利用草生來穩定提高土壤有機質含量。

關鍵詞：桶柑、有機肥、草生、土壤酸鹼值、有機質、必要元素含量

前 言

桶柑 (*Citrus tankan* Hayata) 又稱年柑、蕉柑，由於過去華南地區常將桶柑藏於木桶內作長程運輸故稱為桶柑。桶柑因其種子少，果肉柔軟多汁，糖酸比適當，同時為農曆年期間重要的應景水果，而深受消費者喜愛；桶柑植株較耐柑桔潰瘍病，土壤適應廣，尤其適合於台灣中部以北栽植。桶柑主要品系有無子桶柑、高牆桶柑、大春桶柑及海梨柑。新竹縣為北部地區重要產地，由於種植地區多為貧瘠坡地，故果農大量施用化學肥料，並多採用殺草劑及農藥來防治雜草與病蟲害，致土壤日益劣化，土壤有效養分失衡。阮等 (2001) 調查北部海梨柑果園土壤，發現普遍有土壤 pH 值、有機質及有效鈣含量偏低，且有效磷、鉀與鎂含量過高之現象；同時，由於土壤有機質含量偏低，導致土壤中根腐線蟲族群過高 (阮等, 1999)。草生果園為目前坡地果園生產的趨勢，不但具有水土保持效果 (沈與鄭, 1990; 廖, 1986; 簡, 1990)，同時有改善土壤理化性質之功效 (莊與簡, 1978; 簡與莊, 1979; Newenhouse and Dana, 1989)，但也與主作物在水分與養分的吸收上有某種程度的競爭 (Bould, *et al.*, 1954; Wilker and Glenn, 1989)，而在果園的生態上，尤其是蠕類的生態平衡上，也具有極大之影響力 (Flaberty, *et al.*, 1971; Meagher and Meyer, 1990)。因此，如何善用草類覆蓋於土壤貧瘠且需水土保

持的生產區，以改善其生產環境，是為當務之急；有機質之應用亦為目前果園提升生產品質的有效方法之一。施用適當碳氮比的有機質可提高產量及改善土壤酸鹼值（陳與蔡，1998），改善果實品質（Mustaffa, 1988），增加土壤團粒結構，提高土壤有機物含量，同時改善土壤排水性及保水性（Campbell, 1978; Guide and Poggio, 1987; Gomez and Lejeune, 1987）。配合草生及有機質之利用，可改善果園土壤理化性，除可使土壤更能永續利用外，更可透過此一手段來改善桶柑之品質。本試驗擬以草生覆蓋以取代殺草劑之使用，並以不同量之有機肥取代化學肥料，以了解有機肥之施用量及草生對桶柑生育之影響，進一步改善土壤理化性質與果實之品質。

材料與方法

本試驗於新竹縣峨眉鄉以 18 年生無子桶柑為材料，自 1999 至 2003 年連續五年進行有機肥施用量與草生對桶柑果園土壤理化性之影響。總施肥量係以作物施肥手冊中成年桶柑樹平均每樹年產量 90 kg 之施肥量計算，即以氮素每年需 800 g，磷酐（ P_2O_5 ）400 g，氧化鉀（ K_2O ）600 g 為標準，但因有機肥三要素含量無法配製完全符合此一施肥量之比例，因此採用全量有機肥在氮素與磷酐完全符合上述比例下，氧化鉀之含量為實際施肥量，即 $N : P_2O_5 : K_2O = 800 : 400 : 825$ 。有機肥係以農民自製堆肥（茶渣 + 木屑 + 牛糞， $N : P_2O_5 : K_2O = 1.6 : 0.8 : 1.5$ ）、豆粕（ $N : P_2O_5 : K_2O = 6.8 : 1.5 : 2.3$ ）及草木灰（ $N : P_2O_5 : K_2O = 2.0 : 10.5 : 21.0$ ）等調配成總施肥量之全部、1/2、1/4 之施肥量，其餘仍施化學肥料，同時以化肥區為對照。化肥處理區之化學肥料係以台肥生產之尿素（ $N = 46\%$ ）與過磷酸鈣（ $P_2O_5 = 18\%$ ），及東南鹼業公司之硫酸鉀（ $K_2O = 50\%$ ）調配而成。雜草控制包括草生與殺草劑二種處理，草生為自然草生，處理區定期刈割，同時將其稿稈進行植株敷蓋；殺草劑處理係定期以殺草劑除草。田區採裂區設計，施肥為主因子，雜草控制為副因子，共 8 處理，每處理 3 重複。表 1 為各處理區單株之施肥量。

表 1. 肥料處理之單株施用量

Table 1. The dosage per plant of different fertilizer treatment.

處理 Treatment	自製有機肥 Organic fertilizer	豆餅 Soybean cake	草木灰 Ash	尿素 Urea	過磷酸鈣 $CaH_2(PO_4)_2$	硫酸鉀 K_2SO_4
	----- kg/plant -----					
有機肥 Organic fertilizer	30.0	4.4	1.00	—	—	—
1/2 有機肥+1/2 化學肥料 1/2 organic fertilizer + 1/2 chemical fertilizer	15.0	2.2	0.50	0.87	1.11	0.82
1/4 有機肥+3/4 化學肥料 1/4 organic fertilizer + 3/4 chemical fertilizer	7.5	1.1	0.25	1.30	1.67	1.24
化學肥料 Chemical fertilizer	—	—	—	1.74	2.22	1.65

施肥係依一般慣行方法，化學肥料分三次施用，秋冬之際施全量磷肥及半量氮肥與鉀肥為基肥，其餘肥料均分為兩份，分別於萌芽初期及果實肥大前施用；有機肥以全量自製有機肥與草木灰為基肥，豆粕則均分為兩次追肥。

土壤取樣及分析：自 1999 至 2003 年每年 8 月下旬進行土壤取樣，取樣方法為採取表土 20 公分深之土樣，每一小區取 8 點混合為一樣品。取樣後之土壤於室內經風乾、磨碎、過篩後，測定土壤酸鹼值、有機質含量、土壤有效磷、鉀、鈣、鎂含量。酸鹼值以玻璃棒電擊法，測定水：土 = 1：1 的土壤溶液。以 Walkley Black 法，測定土壤有機質含量。以 Bray No.1 法抽取土壤有效性磷，以比色計測定。以 Mehlich's Method 抽取有效性鉀、鈣及鎂，有效性鉀以焰光法測定，有效性鈣及鎂則以原子吸收光譜分析儀測定。分析資料以 20 公分深土壤之含量表示，其中有機質含量以土壤重量百分比表示，有效磷、有效鉀、有效鈣、有效鎂含量分別換算成每公頃 P_2O_5 、 K_2O 、 CaO 及 MgO 之總量，以 kg/ha 表示。

結果與討論

本研究為瞭解在相同的養分（以 90 kg/株產量之氮、磷、鉀推薦量為基準）供應下，施用不同量有機肥及草生，經五年長期觀察後，探討對土壤酸鹼值、有機質及養分含量之影響。表 2 為土壤酸鹼值顯著性分析結果，1999 年雜草控制處理間差異顯著，殺草劑處理明顯高於草生處理，2000 年以後所有處理間差異均不顯著，但草生處理之土壤 pH 值均高於殺草劑處理。有機肥施用量對土壤酸鹼值之影響，在 2001 年以前影響不大，至 2001 年後，有機肥施用量即明顯影響土壤 pH 值，有機肥施用量與土壤 pH 值幾乎成正相關，主要原因可能在於草木灰造成的影響，以及有機肥分解與植物吸收養分所造成之結果。化肥處理之土壤 pH 值由試驗初期的 6.17 降至 4.95，顯示長期完全使用化學肥料對土壤劣化之顯著影響。莊與簡（1978）經 5 年的試驗，發現草生下的土壤，pH 值會略高於淨耕者，但差異亦極小，其結果與本試驗結果相近。然而，在有機肥施用部分，除了草木灰之影響外，由於有機肥在土壤中分解，會釋出大量二氧化碳，有使土壤 pH 值略為下降的效果，不過在降雨與入滲較強之狀態下，這些二氧化碳會隨水滲至深層土壤中，而減緩其影響。然而，由表 2 之結果顯示，來自有機肥分解所造成的 pH 值下降，遠不如完全施用化學肥料者。Mangel 與 Kirby（1987）指出氮肥尤其是來自化學肥料的銨態氮，會明顯造成土壤鈣的流失，並使土壤 pH 下降，再加上根對其他陽離子的吸收，更加速土壤 pH 值的下降。相對的，在大量使用有機肥的狀態下，土壤中大部分的氮素是來自有機質分解而來的硝酸根，對土壤 pH 值的影響較緩和（Barker and Miller, 1980），同時也使根域土壤之 pH 值得以維持在較高的水準（Smiley, 1974）。

表 2. 有機肥施用量與草生對桶柑園土壤酸鹼值之影響

Table 2. Effects of organic fertilizer dosage and sod culture on soil pH value of Tankan orchard.

處理 Treatment	pH value				
	1999	2000	2001	2002	2003
雜草控制 Weed control treatment					
草生 Sod culture	6.28 ^b	6.39 ^a	6.13 ^a	6.23 ^a	5.80 ^a
殺草劑 Herbicide	6.59 ^a	6.34 ^a	5.88 ^a	6.18 ^a	5.73 ^a
肥料處理 Fertilizer treatment					
有機肥 Organic fertilizer	6.4 ^{ab}	6.38 ^a	6.45 ^a	6.45 ^a	6.20 ^a
1/2 有機肥 + 1/2 化學肥料 1/2 organic fertilizer + 1/2 chemical fertilizer	6.63 ^a	6.52 ^a	5.92 ^b	6.47 ^a	6.08 ^a
1/4 有機肥 + 3/4 化學肥料 1/4 organic fertilizer + 3/4 chemical fertilizer	6.40 ^{ab}	6.52 ^a	6.03 ^{ab}	6.12 ^b	5.82 ^a
化學肥料 Chemical fertilizer	6.17 ^b	6.05 ^a	5.62 ^b	5.78 ^c	4.95 ^b
Two way ANOVA split plot 顯著性分析 (P value)					
主處理- 肥料 Main factor- fertilizer	0.1379	0.1379	0.0220	0.0051	0.0078
副處理- 雜草控制 Sub factor- weed control	0.0429	0.7337	0.1351	0.3512	0.6400
交感- 肥料 × 雜草控制 Interaction	0.4709	0.8445	0.4695	0.0251	0.3827

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5%水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5% probability level.

表 3 為土壤有機質含量之變化與差異性分析，試驗後第一年（1999）取樣分析結果顯示，施用肥料之處理達差異顯著，而雜草控制處理間差異不顯著。但隨著處理時間之增加，草生處理之土壤有機質含量較殺草劑處理高，於 2000 及 2002 年達 5%差異顯著水準，2003 年更達 1%差異顯著水準，有機肥施用量處理間差異不大，未達差異顯著水準，而施用有機肥之處理較純施用化肥之處理其土壤有機質含量較高。王等（1975, 1977），徐等（1976），張與鄭（1975），廖（1974），莊與簡（1978）均指出，植草後土壤中有機質含量會顯著提高，王（1975）指出，土壤中有機質含量上升之主要原因在於植草地之植物殘體及根系更新所造成，試驗結果亦顯示，由於草生處理區土壤有機質含量並未明顯上升，草生與殺草劑處理土壤有機質含量之差異，肇因於殺草劑處理土壤有機質含量的下降，亦即

在殺草劑處理區土壤有機質會隨著時間而消耗，而草生處理則是有效維持土壤有機質的有效方法。至於有機肥施用之處理間差異雖不顯著，但高有機肥施用處理土壤有機質含量有逐漸上升趨勢，而 1/4 量有機肥及全化肥處理區之土壤有機質則未有明顯之變化趨勢，由於台灣因高溫且降雨量大，外加之有機物需一段時間方能轉換成土壤有機質，因此土壤中施用不同量之有機肥，未能如預期般增加土壤中之有機質，同時試驗中所施用之有機肥量可能仍不足桶柑所需，但由試驗中所獲得之趨勢，為維持桶柑土壤中之有機質達一定之量，配合有機肥施用及草生仍是提高或維持土壤有機質的重要措施。

表 3. 有機肥施用量與草生對桶柑果園土壤有機質含量之影響

Table 3. Effects of organic fertilizer dosage and sod culture on organic matter content of Tankan orchard soil.

處理 Treatment	有機質含量 Organic matter content				
	1999	2000	2001	2002	2003
	----- % -----				
雜草控制 Weed control treatment					
草生 Sod culture	3.03 ^a	4.39 ^a	4.75 ^a	2.73 ^a	3.11 ^a
殺草劑 Herbicide	2.67 ^a	3.51 ^b	3.53 ^a	2.54 ^b	2.41 ^b
肥料處理 Fertilizer treatment					
有機肥 Organic fertilizer	2.90 ^{ab}	4.15 ^a	4.48 ^a	2.57 ^{ab}	3.08 ^a
1/2 有機肥+1/2 化肥 1/2 organic fertilizer + 1/2 chemical fertilizer	2.53 ^b	4.12 ^a	4.20 ^a	3.13 ^a	2.62 ^a
1/4 有機肥+3/4 化肥 1/4 organic fertilizer + 3/4 chemical fertilizer	3.29 ^a	4.22 ^a	4.13 ^a	2.55 ^{ab}	2.83 ^a
化學肥料 Chemical fertilizer	2.68 ^b	3.32 ^b	3.73 ^a	2.28 ^b	2.52 ^a

Two way ANOVA split plot 顯著性分析 (P value)					
主處理- 肥料 Main factor- fertilizer	0.0254	0.0566	0.5155	0.0824	0.7622
副處理- 雜草控制 Sub factor- weed control	0.1777	0.0266	0.1068	0.0158	0.0010
交感- 肥料 × 雜草控制 Interaction	0.9562	0.8936	0.8379	0.0111	0.1077

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5%水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5% probability level.

表 4 為有機肥施用量與草生對桶柑果園土壤有效磷之影響，在試驗初期土壤中有有效磷含量約為果園適宜量（60 ~ 290 kg/ha）之三倍以上，試驗初期，除 1/2 有機肥處理明顯較低外，其餘各處理差異不顯著，而在草生部分，多數年份草生處理區之有效磷含量高於殺草劑處理，而隨著處理時間之增加，化肥區之有效磷含量明顯高於其他處理。就整體而言，試驗期間土壤有效磷含量逐年下降，其中草生處理者下降趨勢不如殺草劑處理者，而化肥處理則不如施有機肥之處理；同時至 2003 年化肥處理之土壤有效磷仍超過適宜量之 2.5 倍，其餘處理則均降至 2 倍以下。土壤有效磷含量的下降可能肇因於一：有機物分解造成土壤中二氧化碳含量增加，提高土壤有效磷的解離與移動性（Tisdale and Nelson, 1975），因此有機物量多及分解多之土壤，其有效磷含量減少之情形越明顯；二：農民慣常施用之磷肥遠超過試驗中之施用量，進而導致長期大量累積。而在草生或施用多量有機肥處理，有效磷被植被吸收後再分解，而使土壤中有有效磷含量較殺草劑處理或化肥處理為低，亦即有機質含量多之處理有助於使土壤中過高的有效磷含量降低，而更長期磷含量的動態，則需進一步的觀察。

表 4. 有機肥施用量與草生對桶柑果園土壤有效磷含量之影響

Table 4. Effects of organic fertilizer dosage and sod culture on available phosphate content of Tankan orchard.

處理 Treatment	有效磷含量 Available phosphate content				
	1999	2000	2001	2002	2003
	----- kg/ha -----				
雜草控制 Weed control treatment					
草生 Sod culture	933 ^a	499 ^a	832 ^a	581 ^a	595 ^a
殺草劑 Herbicide	876 ^a	515 ^a	721 ^b	643 ^a	488 ^b
肥料處理 Fertilizer treatment					
有機肥 Organic fertilizer	890 ^a	559 ^a	710 ^a	532 ^b	470 ^b
1/2 有機肥 + 1/2 化肥 1/2 organic fertilizer + 1/2 chemical fertilizer	744 ^b	497 ^a	842 ^a	590 ^b	409 ^b
1/4 有機肥 + 3/4 化肥 1/4 organic fertilizer + 3/4 chemical fertilizer	999 ^a	494 ^a	731 ^a	580 ^b	549 ^{ab}
化學肥料 Chemical fertilizer	985 ^a	479 ^a	821 ^a	745 ^a	739 ^a
Two way ANOVA split plot 顯著性分析 (<i>P</i> value)					
主處理- 肥料 Main factor- fertilizer	0.0151	0.6312	0.1319	0.0426	0.0038
副處理- 雜草控制 Sub factor- weed control	0.3755	0.7350	0.0094	0.0627	0.0223
交感- 肥料 × 雜草控制 Interaction	0.1543	0.1561	0.2357	0.9082	0.0614

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5%水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5% probability level.

表 5 為處理期間土壤中有效鉀含量之變化與變異性分析，試區土壤中有效鉀含量較一般建議適宜量（90 ~ 300 kg/ha）之上限高出 2.5 倍以上，顯示試區中有過多的鉀殘留，試驗結果中顯示，草生處理在 2000 及 2003 年達差異顯著水準，有機肥處理則僅 2002 年達差異顯著水準，而多數狀況下，化肥處理之有效鉀含量較高。莊與簡（1978）指出，草生覆蓋可明顯提高土壤中有效鉀含量，與本試驗之結果相近。有機肥處理似可調節土壤中有效鉀含量，使有效鉀含量過高的土壤中，有效鉀含量趨向於較合理的狀態，但由試驗中亦顯示在土壤有效鉀含量高出適宜量之情形下，單純利用草生或有機質來達到降低鉀含量所需時日甚久。

表 5. 有機質施用量與草生對桶柑果園土壤有效鉀含量之影響

Table 5. Effects of organic fertilizer dosage and sod culture on available potassium content of Tankan orchard.

處理 Treatment	有效鉀含量 Available potassium content				
	1999	2000	2001	2002	2003
	----- kg/ha -----				
雜草控制 Weed control treatment					
草生 Sod culture	811 ^a	1114 ^a	1006 ^a	646 ^a	890 ^a
殺草劑 Herbicide	747 ^a	798 ^b	981 ^a	653 ^a	643 ^b
肥料處理 Fertilizer treatment					
有機肥 Organic fertilizer	784 ^a	808 ^b	940 ^a	527 ^c	716 ^{ab}
1/2 有機肥 + 1/2 化肥 1/2 organic fertilizer + 1/2 chemical fertilizer	599 ^a	975 ^{ab}	1018 ^a	628 ^b	678 ^b
1/4 有機肥 + 3/4 化肥 1/4 organic fertilizer + 3/4 chemical fertilizer	852 ^a	956 ^{ab}	889 ^a	704 ^a	741 ^{ab}
化學肥料 Chemical fertilizer	882 ^a	1086 ^a	1127 ^a	740 ^a	931 ^a
Two way ANOVA split plot 顯著性分析 (<i>P</i> value)					
主處理- 肥料 Main factor- fertilizer	0.2119	0.0513	0.6670	0.0009	0.1205
副處理- 雜草控制 Sub factor- weed control	0.3318	0.0002	0.6918	0.7863	0.0006
交感- 肥料 × 雜草控制 Interaction	0.1179	0.3268	0.4818	0.2454	0.1145

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5% 水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5% probability level.

表 6 及表 7 為土壤中有效鈣及有效鎂含量之變化及分析，草生處理區較殺草劑處理有較高之有效鈣及有效鎂含量。表 8 為土壤 EC 值之分析結果，處理間差異不大，同時多數年份差異不顯著。

表 6. 有機質施用量與草生對桶柑果園土壤有效鈣含量之影響

Table 6. Effects of organic fertilizer dosage and sod culture on available calcium content of Tankan orchard.

處理 Treatment	有效鈣含量 Available calcium content				
	1999	2000	2001	2002	2003
	----- kg/ha -----				
雜草控制 Weed control treatment					
草生 Sod culture	3115 ^a	6378 ^a	7991 ^a	4349 ^a	8171 ^a
殺草劑 Herbicide	3266 ^a	5095 ^a	5184 ^b	4040 ^a	5481 ^b
肥料處理 Fertilizer treatment					
有機肥 Organic fertilizer	3069 ^{ab}	5726 ^{ab}	8648 ^a	3993 ^{bc}	7365 ^a
1/2 有機肥 + 1/2 化肥 1/2 organic fertilizer + 1/2 chemical fertilizer	3498 ^a	6778 ^a	6401 ^b	4492 ^{ab}	6739 ^a
1/4 有機肥 + 3/4 化肥 1/4 organic fertilizer + 3/4 chemical fertilizer	3470 ^a	6471 ^a	6277 ^b	4827 ^a	7231 ^a
化學肥料 Chemical fertilizer	2725 ^b	3971 ^b	5025 ^b	3465 ^c	5969 ^a
Two way ANOVA split plot 顯著性分析 (P value)					
主處理- 肥料 Main factor- fertilizer	0.0251	0.0915	0.0147	0.0245	0.6771
副處理- 雜草控制 Sub factor- weed control	0.5373	0.1357	0.0407	0.0986	0.0039
交感- 肥料 × 雜草控制 Interaction	0.6753	0.6490	0.6889	0.2573	0.3343

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5% 水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5% probability level.

表 7. 有機質施用量與草生對桶柑果園土壤有效鎂含量之影響

Table 7. Effects of organic fertilizer dosage and sod culture on available magnesium content of Tankan orchard.

處理 Treatment	有效鎂含量 Available magnesium content				
	1999	2000	2001	2002	2003
	----- kg/ha -----				
雜草控制 Weed control treatment					
草生 Sod culture	1104 ^a	898 ^a	806 ^a	832 ^a	919 ^a
殺草劑 Herbicide	992 ^a	600 ^b	638 ^b	724 ^b	674 ^b
肥料處理 Fertilizer treatment					
有機肥 Organic fertilizer	981 ^a	721 ^a	793 ^a	823 ^a	876 ^a
1/2 有機肥 + 1/2 化肥 1/2 organic fertilizer + 1/2 chemical fertilizer	1061 ^a	879 ^a	679 ^a	850 ^a	888 ^a
1/4 有機肥 + 3/4 化肥 1/4 organic fertilizer + 3/4 chemical fertilizer	1207 ^a	733 ^a	710 ^a	784 ^a	784 ^a
化學肥料 Chemical fertilizer	943 ^a	663 ^a	707 ^a	654 ^b	639 ^a
Two way ANOVA split plot 顯著性分析 (<i>P</i> value)					
主處理- 肥料 Main factor- fertilizer	0.2432	0.3555	0.3961	0.0336	0.2593
副處理- 雜草控制 Sub factor- weed control	0.4023	0.0356	0.0264	0.0284	0.0309
交感- 肥料 × 雜草控制 Interaction	0.3341	0.4363	0.5257	0.5320	0.1716

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5%水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5% probability level.

表 8. 有機質施用量與草生對桶柑果園土壤 EC 值之影響

Table 8. Effects of organic fertilizer dosage and sod culture on soil EC value of Tankan orchard.

處理 Treatment	EC value				
	1999	2000	2001	2002	2003
	----- dS/m -----				
雜草控制 Weed control treatment					
草生 Sod culture	0.14 ^a	0.13 ^a	0.15 ^a	0.13 ^a	0.15 ^a
殺草劑 Herbicide	0.14 ^a	0.12 ^b	0.16 ^a	0.16 ^a	0.13 ^a
肥料處理 Fertilizer treatment					
有機肥 Organic fertilizer	0.13 ^a	0.13 ^a	0.16 ^a	0.12 ^a	0.13 ^a
1/2 有機肥 + 1/2 化肥 1/2 organic fertilizer + 1/2 chemical fertilizer	0.14 ^a	0.14 ^a	0.17 ^a	0.16 ^a	0.14 ^a
1/4 有機肥 + 3/4 化肥 1/4 organic fertilizer + 3/4 chemical fertilizer	0.14 ^a	0.13 ^a	0.15 ^a	0.1 ^{8a}	0.14 ^a
化學肥料 Chemical fertilizer	0.15 ^a	0.10 ^b	0.14 ^a	0.14 ^a	0.16 ^a
Two way ANOVA split plot 顯著性分析 (<i>P</i> value)					
主處理- 肥料 Main factor- fertilizer	0.6171	0.0138	0.5152	0.1379	0.4474
副處理- 雜草控制 Sub factor- weed control	0.6683	0.0325	0.5805	0.1603	0.3300
交感-肥料 × 雜草控制 Interaction	0.4068	0.3999	0.2438	0.8820	0.4511

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5%水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5% probability level.

就土壤中有效鉀、鈣及鎂之結果觀之，草生處理具有提高三種金屬離子含量之現象，而有機肥處理則提高土壤有效鈣及鎂含量，但卻降低土壤有效鉀含量，隨著時間的增加，有效鉀及鎂有逐年降低之趨勢，但有效鈣含量則有逐年增加之情形。雖然，肥料級的過磷酸鈣中至少含有一半的硫酸鈣，但對土壤中有效鈣的含量卻無助益；相對的，有機肥中所存在的鈣，尤其是草木灰中的氧化鈣，在有機肥的協助下，相當有效的提高土壤中鈣的有效性。此外，由於土壤中有效金屬離子的存在量，常與土壤膠體量、強度及金屬離子與土壤膠體結合能力有關，鉀在三種金屬離子中，與土壤膠體之結合能力最差，鈣離子與膠體結合之能力則最強，有機質含量越多之處理使土壤中膠體與鈣之結合機會增加。

由於土壤中有有效鈣、鎂的增加，造成鉀離子之流失，應是有機肥區土壤有效鉀含量降低的主因之一。在草生處理下，土壤中金屬離子含量較高之另一原因在植被常透過較深層根系的吸收，將較深層部位的金屬離子吸收至地上部及近地表處，在植被因刈割或自然死亡後，便易使地表之有效養分含量增加。

果園植草對果園土壤環境具有改善的效果，但陳與蔡（1992）指出，植草初期需加施 20%之氮肥，並預估至少需 6 年才能達成平衡。就草生處理對土壤 pH 值、有機質及土壤養分有效含量的影響而言，草生具有正面之效果，但仍需適度處理以降低其與主作物間養分與水分之競爭。

誌謝

本研究承行政院農業委員會 90 農科-1.1.1-桃-Y5、91 農科-1.1.1-桃-Y3 及 92 農科-1.1.2-桃-Y1 計畫補助，鍾經鋒先生提供桶柑果園及管理，余玉港、連元意及詹朝鑫先生協助試驗，在此一併申謝。

參考文獻

- 王孝才、張雙滿、程仲武、鄭慶生。1975。陡坡地果園覆蓋作物與敷蓋觀察。中華農學會報 新 91:69-75。
- 王孝才、鄭慶生、張雙滿。1977。坡地蕉園平台階段栽培與農藝方法之效益。中華農學會報 新 97:88-99。
- 王武彰。1975。主要覆蓋作物根群分佈之研究。水土保持試驗研究彙刊 3:127-135。
- 徐三吉、林昭明、蘇錦松。1976。陡坡地不同覆蓋作物水土流失觀測（初報）。中華水土保持 7:147-151。
- 沈在發、鄭慶生。1990。坡地荔枝園不同覆蓋作物對土壤性質及水土流失之影響。79 年度農委會水土保持及集水區經營研究計畫報告專輯 p.3-1, 3-5。
- 阮素芬、倪萬丁、葉俊巖。2001。新竹地區海梨桶柑果園土壤調查。桃園區農業改良場研究報告 46: 1-9。
- 阮素芬、葉俊巖、倪萬丁、陳右人。1999。新竹地區海梨桶柑根腐線蟲危害調查。中國園藝 45: 204-209。
- 張雙滿、鄭慶生。1975。果園敷蓋與覆蓋作物之研究（第二報）：坡地柑橘園覆蓋作物與敷蓋之水土保持效益。水土保持試驗研究彙刊 3:75-88。
- 莊作權、簡宜裕。1978。百喜草覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響。中華水土保持 9:57-65。
- 陳右人、蔡俊明。1992。百喜草覆蓋對幼木茶園氮肥需求量之影響。水土保持及集水區經營研究成果發表論文集 p.134-139。
- 陳右人、蔡俊明。1998。三種不同碳氮比有機肥對茶樹生育之影響。中國園藝 44:393-401。
- 廖綿濬。1974。台灣水土保持手冊之增訂。台灣農業 10(4):25-34。
- 廖綿濬。1986。台灣水土保持技術之發展（2）—台灣水土保持技術及其標準。水土保持文獻專輯 p.88-91。
- 簡宜裕、莊作權。1979。百喜草覆蓋與敷蓋對坡地土壤物理性及水土流失之影響。台灣農業 15(3):57-65。
- 簡碧梧。1990。草類之水土保持及綠化功能。植生覆蓋與草坪管理研討會專輯 p.28-32。
- Barker, A. V. and H. A. Miller. 1980. Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops. p.395-423. In: Janick, J. (ed) Horticultural reviews. Volumn 2. AVI Publish. Westport. Conn.

- Bould, C. W., D. E. Thomas., and J. A. H. Tolhurst. 1954. Cover crops in relation to soil fertility and fruit tree nutrition: The effect of grass on the uptake of total and fertilizer phosphate by Malling I. rootstock. *J. Hort. Sci.* 29:301–309.
- Campbell, C. A. 1978. Soil organic carbon, nitrogen and fertility. In: Schnitzer, M. and S. U. Khan. (eds) *Soil organic matter*. Elsevier Scientific Publing Co., Inc. p.173–271.
- Flaberty, D. C., C. Lynn, F. Jensen, and M. Hog. 1971. Influence of environment and cultural practices on spider mite abundance in San Joaquin Thompson seedless vineyard. *California Agriculture* 25(11):6–8.
- Guidi, G. and G. Poggio. 1987. Some effects of compost on soil physical properties. In: De Bertoldi, M., M. P. Ferranti, P. L. Hermite, and F. Zucconi. (eds) *Compost: Production, Quality and Use*. Elsevier Applied Science. Elsevier Scientific Publing Co., Inc. p.577–583.
- Gomez, A. and C. Lejeune. 1987. Comparison of Physical and chemical properties of humic acid extracted from a Podzolic soil and mature city refuse compost. In: De Bertoldi, M., M. P. Ferranti, P. L. Hermite, and F. Zucconi. (eds) *Compost: Production, Quality and Use*. Elsevier Applied Science. Elsevier Scientific Publing Co., Inc. p.495–500.
- Mangel, K. and E. A. Kirbby. 1987. *Principles of plant nutrition*. Worblauffen-Bern, Switzerland, International Potash Institut. p.438–440.
- Meagher, R. L. and J. R. Jr. Meyer. 1990. Effects of ground management on certain antibiotic and biotic interaction in peach orchard ecosystems. *Crop Protection*. 9(1):65–72.
- Mustaffa, M. M. 1988. Effects of orchard management practices on yield, quality and leaf nutrient content of Coorg mandarin. *J. Hort. Sci.* 63:711–716.
- Newenhouse, A. C. and M. N. Dana. 1989. Grass living mulch for strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:859–862.
- Smiley, R. W. 1974. Rhizosphere pH influenced by plant, soil and nitrogen fertilizers. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 38:795–799.
- Tisdale, S. L. and W. L. Nelson. 1975. *Soil fertility and fertilizers*. Maxwell Macmillan International, New York, USA. p.206–207.
- Welker, W. V. and D. M. Glenn. 1989. Sod proximity influences the growth and yield of young peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:856–859.

Effect of Organic Fertilizer Dosage and Sod Culture on Soil Reaction, Organic Matter and Available Nutrients Content of Tankan (*Citrus tankan* Hayata) Orchard

Su-Feng Roan and Wan-Tin Nee

Summary

The experiment was conducted at Ear-mei to study the effect of organic fertilizer dosage and sod culture on soil reaction, organic matter and available nutrients content of Tankan (*Citrus tankan* Hayata) orchard. Split plot design with three replicates was used in this experiment. The main factors of the treatment included total, half, a quarter and zero amount of organic fertilizer. The sub factors included sod culture and weed control. The ability of sustainable management of tankan would be approached from this experiment. Sod culture plot had significantly higher soil organic matter, available P, K, Ca and Mg content than weed control plot. Results of five years experiment, it was also found that the soil pH and available Ca content increased and available P and Mg content decreased in sod culture plot. Organic fertilizer dosage also significantly influenced soil pH. The soil pH value maintained 6 to 6.5 in high organic fertilizer dosage plot. The soil pH value drop under 5.0 in chemical fertilizer plot. Most of soil in Taiwan orchard had excess P, K, Mg content, therefore, heavy dose of organic matter and sod culture were necessary.

Key words: Tankan, organic matter, sod culture, pH value, organic matter, available nutrients content.