

楊桃園土壤深層施肥技術試驗

莊浚釗

摘要

本試驗為探討利用深層鬆土施肥機將液體肥料注入土壤深層後，對楊桃產量及品質之影響。試驗採逢機完全區集設計，五處理，三重複，每處理2株。試驗結果顯示，利用深層鬆土施肥機，確可提高土壤pH、OM及大量元素含量；葉片氮、磷、鉀、鈣含量，各處理均屬於適宜值範圍內，僅鎂低於適宜值；另土壤穿刺阻力以固體化肥表施區，土層深度48公分處，硬度為最大達49kg/cm²，其餘處理經暴氣後土壤穿刺阻力則降低；果實產量與品質方面：以暴氣深施液肥區(化肥全量)之產量116公斤/株，較對照區(固體化肥表施)之106公斤/株，增產9.4%，次為固體化肥表施+深施暴氣區之110公斤/株，增產3.8%，其餘處理亦較對照區增產0.9-1.9%；果實糖度亦以暴氣深施液肥區(化肥全量)之9.2°Brix最佳，而對照區(固體化肥表施)之8.6°Brix最差，其餘處理之糖度亦較對照區高0.3-0.5°Brix；另果重、果汁重及糖酸比亦以對照區(固體化肥表施)最差。

關鍵詞：楊桃、深層鬆土施肥機。

前言

楊桃為多年生常綠灌木，其開花不似其他果樹僅限於抽出新梢頂端，而於其支幹、基部各部位均可著蕾開花，每年可開花3-4次，不但產期長，且產量高^(1,2)。目前本省栽種面積約2,231公頃，除彰化縣、台南縣為大面積栽種外，本場轄區之苗栗縣卓蘭鎮亦為楊桃重要產地，根據統計苗栗縣現有297公頃⁽³⁾。

近年來栽培技術已相當進步，但由於農民肥培管理不當，長期且大量施用化學肥料，無開溝或中耕之措施，以致肥料遭雨水淋洗而流失，不僅降低肥料之有效利用率，亦導致河川之污染，且易使根系集中於表土，無法深入底層，易受風災及乾旱為害，影響果實品質及產量。

本場為能實際了解深層暴氣施肥機之施肥效果，於1992-1994年間於苗栗縣卓蘭鎮進行試驗，以深層鬆土施肥機將液體肥料直接打入土層深約60公分處使作物吸收，減少肥料流失，且可利用氣暴打破硬磐層改善其土壤物理性質^(6,7)，過去用於茶園之效果不錯^(4,5)，現用於果園，期能減少成本支出，使果實產量及品質提高，增加果農收益。

材料與方法

一、田間試驗

本試驗於1992-1994年間在苗栗縣卓蘭鎮果樹專業區執行，採逢機完全區集設計，5處理，3重複，每處理2株，並設緩衝株隔離，以農民慣用施肥法固體化肥表施為對照(SF)，其他處理包括：固體化肥表施+深層暴氣(SF+A)，暴氣深施液肥採用三變級：化肥全量(LF+A)、3/4化肥量(3/4 LF+A)、1/2化肥量(1/2 LF+A)。施肥量及方法；基肥：於楊桃採收後3-4月間施用40%，固體化肥表施區以硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀單質肥料混合後撒施於表土，而固體化肥表施+深層暴氣區則於樹冠下東、西、南、北四方位各暴氣一次，而暴氣深施液肥區則以台肥1號液體肥料(12-6-6)施用，化肥全量區每株於樹冠東、西、南、北四方位土層深約60公分下各注入1公升，共計4公升，而化肥3/4量則採正三角形各注入1公升，共計3公升，化肥1/2量則採對角方式各注入1公升，共計2公升；追肥：固體化肥表施區之其餘60%則以硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀分四次平均施用於表土，暴氣深施液肥區則以台肥5號液體肥料(4.5-9-9)施用，其施用法與基肥同，液體肥料不足部分以單質肥料補充施用於表土；另加有機質肥料20公斤/株。

Table 1. The treatment combinations and rates of fertilizers

Treatment	Rate of fertilizer		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. SF(ck)	450	320	650
2. SF+A	450	320	650
3. LF+A	450	320	650
4. 3/4 LF+A	338	240	488
5. 1/2 LF+A	225	160	325

二、分析方法

試驗前及果實收穫後採取土壤，分析土壤肥力，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；電導度以土壤飽和抽出；葉片分析：葉片於7月時採非結果枝之葉片即枝條頂端算起第5葉，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，鉀以燄光儀測定，鈣、鎂則以原子吸收光譜儀測定；土壤穿刺阻力以穿刺阻力計(HOGENTOGLER & CO. INC. USA圓錐頭修正為0.8 cm)測定；果品分析：於果實成熟期每株依各方位採摘果實2粒，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；果汁重、果汁率分別將果肉取出稱重並榨汁換算而得。

結果與討論

一、不同肥料處理對土壤肥力之影響

不同肥料處理對土壤肥力之影響，由圖1得知試驗前土壤pH值於各土層皆為最低，而同為固體化肥表施之處理1、2，但經暴氣後則其pH值於表、底土均高於未暴氣區，而施同量肥料且經暴氣處理，液肥區各土層之pH值均較固體化肥區低0.1-0.3單位，而暴氣深施液肥(化肥3/4量及1/2量)其pH值較低，介於4.4-4.8，各土層之pH值隨土層深度增加有漸降之趨勢，而各處理土壤pH值均屬強酸性土壤，應以石灰質材料改善⁽⁸⁾。表土有機質含量尚屬適量介於2-3%，但20公分以下之土層則低於2%，顯現不足現象，而試驗前土壤0-20、20-40公分之有機質含量均最高，應為過去施用殘留所致，故有機質之施用應開深溝充分混和較佳。土壤磷酐含量表土於試驗前為最低，而暴氣深施液肥區(化肥全量)於各土層含量均最高，其餘各處理於各土層之變化未有一致性。土壤氧化鉀含量試驗前的含量均極高，而同為固體化肥表施，但經暴氣處理後其含量較未暴氣區為高，次為暴氣深施液肥區(化肥全量)，而暴氣深施液肥區(化肥3/4及1/2量)則為最低。土壤氧化鈣各處理於各土層之含量均極高，且表土之含量均高於4,600 kg/ha，而底土含量亦高於3,700 kg/ha。土壤氧化鎂含量試驗前各土層含量均為最低，而處理3暴氣深施液肥區(化肥全量)於0-20及20-40公分處含量均為最高，暴氣深施液肥區(化肥3/4及1/2量)則較低。土壤電導度：0-20及20-40公分處以固體化肥表施+深層暴氣區最高，分別為2.01 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 及1.32 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，次為暴氣深施液肥區(化肥全量)之1.69 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 及1.29 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，而40-60公分處則以暴氣深施液肥區(化肥全量)為最高達1.51 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，因液肥注射器之深度為60公分，據謝氏⁽⁹⁾指出葡萄園土壤EC值在高於2.7 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 時易受鹽害，本試驗各處理電導度值均低於2 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，尚不致造成鹽害問題。綜合以上，因果園施肥不均造成土壤地力變異極大，且過去施用大量化肥，使土壤pH值極低，其他大量元素含量均極高，但本試驗後各土層之含量以處理2及處理3較高，故以深層鬆土施肥機可提高土壤養分含量。

二、不同肥料處理對葉片養分含量之影響

不同肥料處理對葉片養分含量之影響如表2所示，葉片氮含量以處理5暴氣深施液肥區(化肥1/2量)之2.09%為最低，其餘各處理分別為2.21%及2.22%，彼此之差異未達5%顯著差異，且介於1.65-2.60%標準值間；葉片磷含量差異未顯著且均介於標準值範圍；葉片鉀含量以固體化肥表施區之1.58%為最低，而同為化肥表施區但經暴氣處理後之處理2則為1.63%，暴氣深施液肥區(化肥全量)1.70%為最高，但差異未達顯著水準，且均介於適宜值範圍；葉片鈣含量亦以固體化肥表施區1.62%較經暴氣後之1.66%為低，而暴氣深施液肥區(化肥3/4、1/2量)則較低，但亦介於適宜值範圍內，且差異未達顯著水準；而葉片鎂含量各處理均低於0.6%以下，顯現不足現象，其中暴氣深施液肥區(化肥1/2量)為最低僅0.46%，與固體化肥表施區之0.59%，差異達5%顯著水準，應為果實產量高造成葉片鎂轉移入果實所致，故葉片鎂含量不足，應於施基肥前先行以石灰質材料改善之^(10, 11)，或以葉面噴施硫酸鎂改善。綜合以上可知，不同肥料處理以固體化肥表施及暴氣深施液肥區(化肥全量)之葉片養分含量較高，但處理間之差異均未達5%顯著水準。

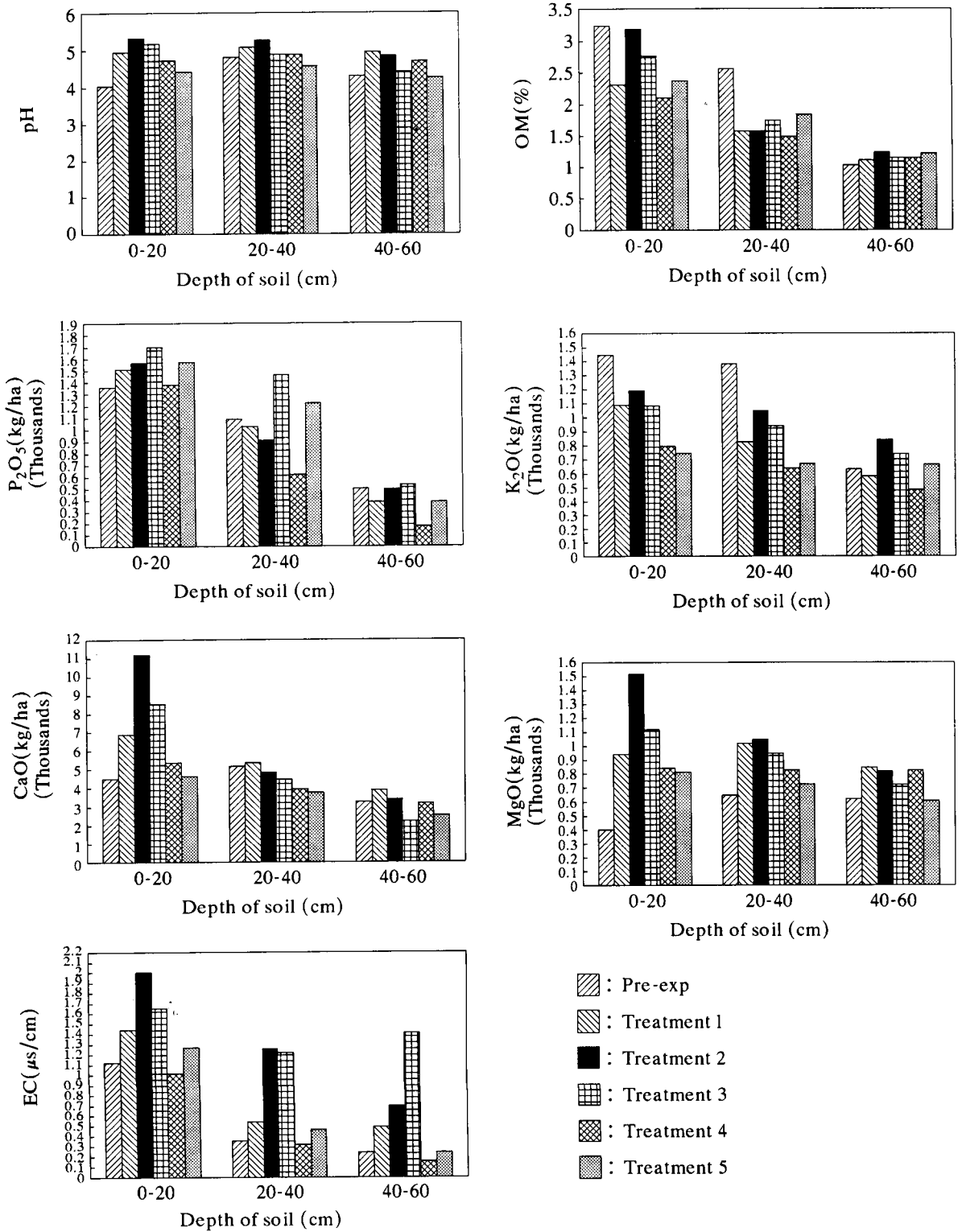


Fig 2. Effect different fertilizer treatments on soil pH、OM、P₂O₅ and K₂O、CaO、MgO、EC

Table 2. Effect of different fertilizer treatments on the nutrient concentrations of carambola leaf during 1992-1994.

Treatment	N	P	K %	Ca	Mg
SF(ck)	2.21 ^a	0.11 ^a	1.58 ^a	1.62 ^a	0.59 ^a
SF+A	2.22 ^a	0.11 ^a	1.63 ^a	1.66 ^a	0.51 ^{a b}
LF+A	2.21 ^a	0.12 ^a	1.70 ^a	1.62 ^a	0.49 ^{a b}
3/4LF+A	2.22 ^a	0.11 ^a	1.59 ^a	1.53 ^a	0.50 ^{a b}
1/2LF+A	2.09 ^a	0.11 ^a	1.62 ^a	1.54 ^a	0.46 ^a

1. Values followed by the same letter in the same column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test (P=0.05).
2. Suitable range N: 1.65-2.60%, P: 0.10-0.18%, K: 1.20-1.90%, Ca: 1.50-2.00%, Mg: 0.60-1.00%.

三、不同肥料處理對土壤穿刺阻力之影響

不同肥料處理對土壤穿刺阻力之影響，由圖2土壤穿刺阻力之測定結果得知，各處理於土壤深度0-27公分時，其穿刺阻力均介於3-13 kg/cm²，且增加緩慢，但至27公分以下之土壤穿刺阻力隨深度加深而劇增，且固體化肥表施區至48公分處則達最大49 kg/cm²，較使用深層暴氣施肥機暴氣後高出甚多，且由圖中得知楊桃園土壤約於33公分處，其穿刺阻力>20 kg/cm²，有深層壓實情形，但經由暴氣後土壤穿刺阻力較未暴氣區有降低趨勢，可見利用深層鬆土施肥機可改善深層土壤的壓實作用。

四、不同肥料處理對楊桃果實產量及品質之影響

不同肥料處理對楊桃果實產量及品質之影響如表3所示，分述於下：

1. 產量：以固體化肥表施區(對照區)之106公斤/株為最低，最佳為暴氣深施液肥區(化肥全量)之116公斤/株，較對照區增產10公斤/株，增產率為9.4%，且達5%顯著差異，而同為固體化肥表施但經暴氣處理者，則增加4公斤/株，增產率為3.8%，其餘暴氣深施液肥區(化肥3/4及1/2量)之產量為107公斤/株及108公斤/株，分別增產0.9%及1.9%。
2. 果重：以固體化肥表施區(對照區)之234公克/粒最輕，而同為固體化肥表施但經暴氣處理者，果重每粒增加9公克，另暴氣深施液肥區(化肥全量、3/4量及1/2量)果重分別較對照區每粒增加19-42公克不等，其中以暴氣深施液肥區(化肥3/4量)之果重275公克/粒為最佳。
3. 果汁重：以固體化肥表施區(對照區)之174公克為最低，而同為固體化肥表施，但經暴氣處理者，果汁重每粒增加5公克，另暴氣深施液肥區(化肥全量、3/4量及1/2量)果汁重分別較對照區每粒增加9-28公克不等，其中以暴氣深施液肥區(化肥3/4量)之果汁重202公克/粒為最佳。
4. 糖度：以固體化肥表施區(對照區)之8.6 °Brix最差，而同為固體化肥表施，但經暴氣之處理2，果實糖度則為8.9 °Brix，較對照區高0.3 °Brix，而暴氣深施液肥區(化肥全量)之糖度為9.2 °Brix為最佳，其餘暴氣深施液肥區(化肥3/4量及1/2量)分別為8.9 °Brix及9.1 °Brix。

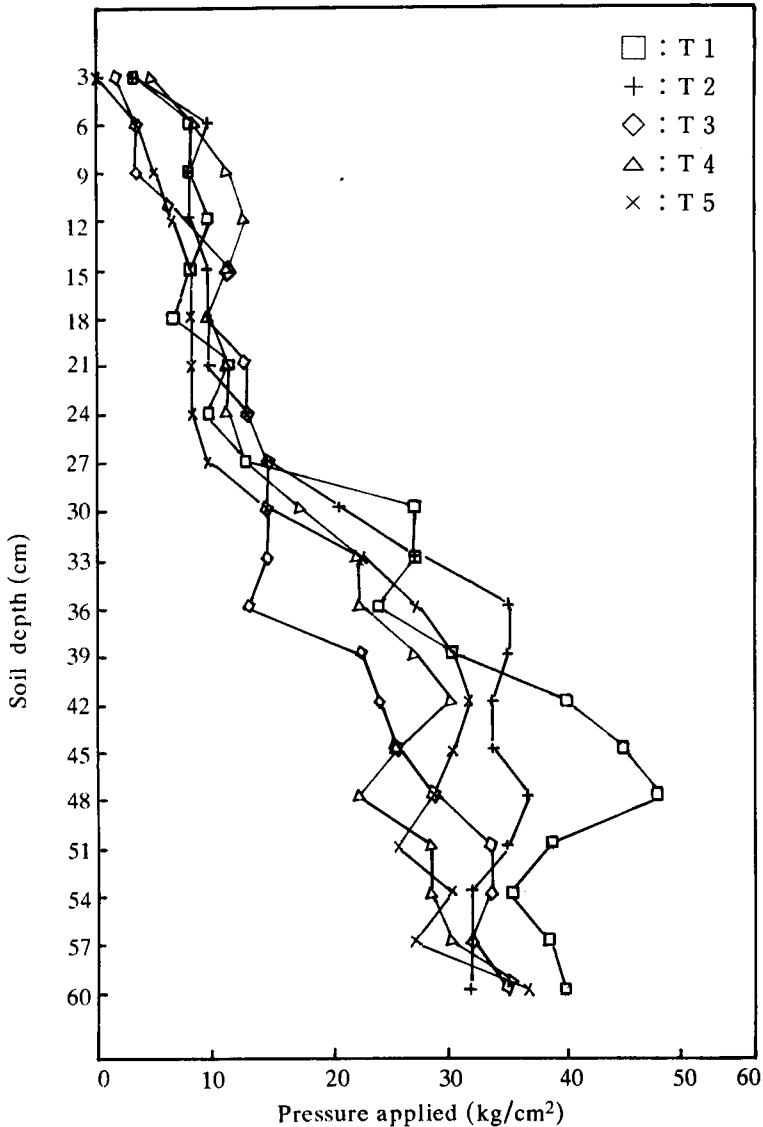


Fig 2. Effect of different fertilizer treatments on the soil penetration-resistance

5. 酸量：以固體化肥表施區(對照區)之0.63最高,而經暴氣處理後之酸量則降低至0.53,另暴氣深施液肥則以化肥全量區之0.55最佳,其餘化肥3/4量及1/2量則較高,分別為0.6及0.57。
6. 糖酸比：以固體化肥表施+深層暴氣區之16.8最佳,次為暴氣深施液肥區(化肥全量)之16.7,均較固體化肥表施區(對照區)之13.7為佳,亦即食用風味較佳,再次為暴氣深施液肥區(化肥3/4量及1/2量)之14.8及15.9。由此可知以深層鬆土施肥機應用於果園確可提高果實產量及品質。

Table 3. Effect of different fertilizer treatments on the quality and yields of carambola during 1992-1994.

Treatment	Yield (kg/plant)	Fruit weight (g)	Juice weight (g)	Juice rate (%)	°Brix	Acid	Sugar acid rate
SF(CK)	106 ^a (100)	234 ^a	174 ^a	74.4 ^a	8.6 ^a	0.63 ^a	13.7 ^a
SF+A	110 ^b (103.8)	243 ^a	179 ^a	73.7 ^a	8.9 ^a	0.53 ^a	16.8 ^a
LF+A	116 ^a (109.4)	267 ^a	183 ^a	68.5 ^a	9.2 ^a	0.55 ^a	16.7 ^a
3/4 LF+A	107 ^b (100.9)	275 ^a	202 ^a	73.5 ^a	8.9 ^a	0.60 ^a	14.8 ^a
1/2 LF+A	108 ^b (101.9)	253 ^a	186 ^a	73.5 ^a	9.1 ^a	0.57 ^a	15.9 ^a

Values followed by the same letter in the same column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test (P=0.05).

參考文獻

1. 王武彰。1985。果樹產期調節。豐年叢書 p. 121-126。
2. 王武彰。1980。台灣農家要覽(上) p. 760-764。
3. 台灣農業年報。1993。台灣省政府農林廳 p. 130。
4. 黃騰鋒。1988。不同深耕方式對茶園深耕及施肥效果研究。台灣省茶葉改良場年報 p.78-81。
5. 黃騰鋒。1987。自走式多用途深耕鬆土施肥機茶園利用之研究。台灣省茶葉改良場年報 p.81-86。
6. 彭錦樵。1987。深層鬆土施肥(藥)和其他施肥(藥)定量控制裝置之改良與試驗。中國農業工程學報 33(4):45-53。
7. 彭錦樵、凜家政、王豐政。1985。多用途噴式深耕機之改良及試驗。中國農業工程學報 31(1):61-69。
8. 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。
9. 謝慶芳。1988。葡萄之營養缺乏與過多症狀及常見生理障礙。葡萄生產技術。台中改良場特刊14號 p. 99-112。
10. Embleton, T. W., M. Matsumura, W. B. Storey and M. J. Garber. 1962. Chlorine and other elements in avocado leaves as influenced by rootstock. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 80:230-236.
11. Kamprath, E. J. and C. D. Foy. 1971. Lime-fertilizer-plant inter-actions in acid soils in "Fertilizer Technology and Use" p.105-151. Soil Science Society of America.

Deep Incorporation of Fertilizer with Pneumatic Cultivator for Carambola

Chun-Chao Chuang

Summary

A field experiment was conducted to study the effect of deep incorporation of liquid fertilizers with a pneumatic cultivator on the yield and quality of carambola. The experiment was arranged in a randomized complete block design with five treatments in three replications, each treatment including two plants.

After use of pneumatic cultivator the soil pH, O. M and large amount of available elements were higher than the check treatment. The leaf N、P、K、Ca contents were in optimal range. Only leaf Mg was lower than optimal range. The soil penetration resistance was highest, being 49 kg/cm², at the 48 cm deep soil layer by surface dressing with solid fertilizer. The penetration resistance was decreased while the pneumatic cultivator was used. The yield of fruit in deep placement with liquid fertilizer in whole amount was the highest being 116 kg/plant, which was 9.4% higher than the check treatment, being 106 kg/plant, followed in surface dressing with solid fertilizer by pneumatic cultivator, being 110 kg/plant with 3.8% increased. The yields of other treatments were 0.9-1.9% higher than the check treatment. The 9.2 °Brix was the best quality found in deep placement with liquid fertilizer in whole amount. The lowest 8.6 °Brix was found in surface dressing with solid fertilizer (CK). The °Brix of other treatments were 0.3-0.5 °Brix higher than the check treatment. The check treatment gave the lowest in fruit weight, juice weight and sweetness acid rate.

Key words: Carambola, Pneumatic cultivator.