

新竹地區海梨桶柑果園土壤調查

阮素芬、倪萬丁、葉俊巖

摘要

本研究調查新竹縣新埔、關西、芎林及峨眉四個鄉鎮 95 處海梨桶柑果園的土壤狀況。土壤分析結果顯示多數果園之土壤屬於酸性到強酸性土壤，低於柑桔最適土壤酸鹼值(pH 5.0-6.5)的果園超過 60%。表土中僅有 60%果園的土壤含有 2%以上的有機質，而在底土中則僅約 40%。土壤中磷鈣的含量大多偏高；而氧化鉀與氧化鈣的含量則偏低，其中以鈣的缺乏最嚴重。由土壤中鉀、鈣、鎂間的比例分析，鈣的量明顯偏低，而鉀、鎂的量則偏高。所有調查果園土壤均有根腐線蟲的存在，其危害的程度則需進一步調查。

關鍵詞：海梨桶柑、土壤分析、根腐線蟲、土壤酸鹼值、有機質、土壤養分含量。

前言

桶柑(*Citrus tankan* Hay.)又稱年柑、焦柑，過去在華南地區，常將其貯藏於木桶內作長程運輸，所以稱為桶柑。桶柑因其種子少，果肉柔軟多汁，糖酸比適當，晚熟(在舊曆年前後採收)等特性，而深受消費者喜愛⁽⁸⁾；桶柑植株較耐柑桔潰瘍病⁽⁴⁾，土壤適應廣，尤其適合於台灣中部以北地區栽植，為目前台灣柑橘類四大主要栽培種之一^(2,3)。

台灣地區栽種的桶柑可分為普通桶柑、高牆桶柑及海梨桶柑三系⁽¹³⁾，海梨桶柑可能由桶柑之芽條變異而來，其葉片與果實較桶柑光滑，果形近圓球形。台灣以新竹、苗栗等地栽培最多^(2,3)。海梨桶柑在過年前後採收，果實呈橙紅色，色彩豔麗，酸度低，是年節重要應景水果，更成為新竹地區重要農產品，種植面積高達 2,000 公頃。

海梨桶柑雖為新竹地區重要農產品，但在生產上常有果汁率過低之問題。造成果汁率偏低之原因可分遺傳特質(品種間之差異)⁽⁹⁾、生理特性(如水份供應與植株各器官間水份分配)⁽¹⁰⁾、環境與栽培管理等。尤其在北部地區因氣候關係，常易有土壤酸度低、有機質含量低等問題。此外，柑桔園線蟲危害一向是台灣柑桔生產的重要問題之一⁽⁵⁾，危害台灣柑桔之主要線蟲有根腐線蟲(*Pratylenchus coffeae* (Zimm) Goody)、柑桔線蟲(*Tylenchulus semipenetrans* Cobb.)^(5,11,12,17)等。線蟲危害之程度與砧木種類^(7,19)

、溫度⁽¹¹⁾、土壤溼度⁽¹⁵⁾、土壤有機質含量^(14,16)、有機物的施用⁽¹²⁾、土壤微生物相及草生管理⁽¹⁸⁾等因素有極密切之關係，其族群亦受到季節性環境變化⁽¹⁵⁾的影響。本文針對海梨桶柑土壤環境，進行新竹地區海梨桶柑果園土壤酸鹼值、有機質、土壤養分含量、根腐線蟲量之調查，以瞭解新竹地區海梨桶柑園土壤養分狀況及線蟲危害情形，作為改進生產之依據。

材料與方法

一、土壤酸鹼值、有機質及養分含量調查

1998 及 1999 年 11 月分別於新竹地區包括新埔鎮、關西鎮、峨眉鄉及芎林鄉四鄉鎮，選擇園相整齊、

植株生長均一的海梨桶柑果園共 95 處，進行土壤取樣。其中，新埔鎮包括寶石里、內立里、旱坑里果園計 22 處，關西鎮包括上林里、新富里果園計 43 處，芎林鄉包括下山村、中坑村及石潭村果園計 25 處，峨眉鄉包括石井村及富興村果園計 5 處，採取各果園之土壤進行調查。土壤取樣係於樹冠邊緣之正下方，取地表以下 0-20 公分深之表土及 20-40 公分深之底土，每果園取十點後，混合均勻為表土及底土樣品各一。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。其中，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 法抽取並測定土壤有效磷含量。以 Mehlich's Method 測有效性鉀含量，以醋酸銨法抽取有效性鈣及鎂，再以原子吸收光譜分析儀加以測定。

二、土壤柑桔線蟲蟲口數調查

1998 及 1999 年 11 月，於新竹縣新埔鎮、關西鎮、芎林鄉及峨眉鄉所選定之 95 處海梨桶柑果園，在田間土壤取樣時，同時採取 300 g 之新鮮表土，進行柑桔園土壤線蟲蟲口量檢測。線蟲之調查係依據柏門氏漏斗調查法檢測，以 100 g 土壤置於內襯衛生紙之 100 目篩內，將篩放在適當漏斗上，漏斗頸下接承接管，注水至土面為止，每土樣重複三次，處理一天後，收集下沉至承接管內之線蟲。收集結束後，將收集液置於有計數格之培養皿(直徑 9 cm，計數格為 3 mm×3 mm)中，在 60 倍解剖顯微鏡下，調查具口針之根腐線蟲數量。將每樣品三重覆之蟲口數平均後，即為該果園土壤樣品之線蟲蟲口數。

三、資料分析

調查分析之果園資料，土壤 pH 值、有機質含量、磷、鉀、鈣、鎂、鈣/鉀及鈣/鎂等，分別加以分級，並以實用組距法計算組距，計算各級之果園數後進行頻度分布之分析。

結果與討論

由圖 1 得知，新竹地區 95 處海梨桶柑果園土壤之酸鹼值，不論是表土或底土，其頻度分布均為偏左之常態分布。其中果園土壤酸鹼值為 4.0-4.5 之果園數最多，底土有 28 處，表土有 37 處，分別佔調查果園之 29.47% 及 38.95%；而果園土壤酸鹼值在 4.5-5.0 間者次之，其中底土有 25 處，而表土有 24 園，分別佔調查果園 26.32% 及 25.16%。進一步依照柑桔適宜之土壤酸鹼值 5.0-6.0⁽²⁾之範圍加以區分(表 1)，可看出在調查的 95 處果園土壤中，土壤表土及底土酸鹼值在適栽範圍者僅分別佔 29.48% 及 25.27%，屬於低酸鹼值之表土及底土則佔 63.16% 及 69.37%，其中屬於強酸性土壤 (pH < 4.5) 的果園佔大多數 (表土與底土分別佔 36.84% 及 44.21%)，土壤酸鹼值大於 6.5 之果園比例分別為 7.37% 及 5.26%，由此結果得知新竹地區海梨桶柑園土壤酸鹼值偏低之比例極高。連等⁽⁶⁾亦指出台灣柑桔園多分布於坡地，土壤原本較酸，加上多年施用化肥，土壤更趨酸化。因此，在本場轄區的柑桔園，進一步進行土壤改良，以改善土壤酸鹼值，是絕對必需的管理措施。

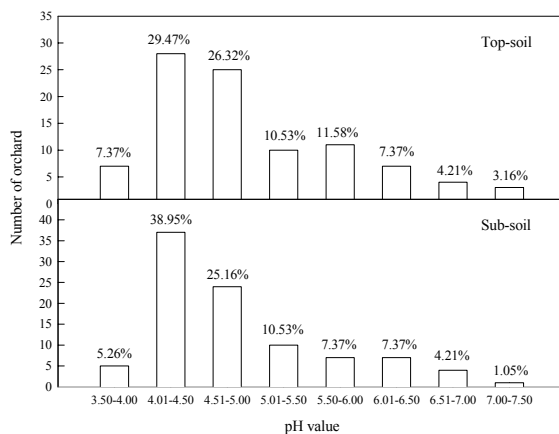


圖 1. 新竹地區海梨桶柑園土壤酸鹼值頻度分布圖
Fig. 1. The frequency distribution of soil pH value in Hai-li tangor orchard in Hsin-chu county.

表 1. 新竹地區海梨桶柑果園土壤 pH 調查與評估

Table 1. The soil pH value of Hai-li tangor orchard in Hsin-chu county.

	極低 (pH<4.5)	偏低 (4.5<pH<5.0)	適宜 (5.0<pH<6.5)	偏高 (pH>6.5)
表土 (Top-soil)	36.84 %	26.31 %	29.48 %	7.37 %
底土 (Sub-soil)	44.21 %	25.26 %	25.27 %	5.26 %

圖 2 為 95 個取樣果園土壤中，有機質含量的頻度分布圖。表土部分，以土壤有機質含量在 1.5-2.0 % 間之果園最多，佔取樣果園的 24.21 %，其次為有機質含量在 2.01-2.50 % 之間者，佔調查果園的 18.95 %。在底土部份，有機質含量在 1.51-2.00 % 間之果園佔 29.47 %，1.01-1.50 % 間之果園佔 24.21 %。在文旦果園中，土壤有機質含量在 3 % 以上者屬高等級含量，2 % 以下者即屬於低等級含量，1 % 以下屬極低等級含量⁽¹⁾。在所調查之 95 處海梨桶柑果園中，表土及底土有機質含量在 2% 以下者，分別佔調查果園之 41.05 % 及 57.89 % (表 2)，亦即屬於低等級有機質含量之果園近 4-6 成，而土壤有機質含量在 3% 以上之果園，則僅佔 22.10 % 及 10.53 %。由此顯示，本區之海梨桶柑果園土壤，有機質含量普遍不足以生產高級海梨桶柑之用。

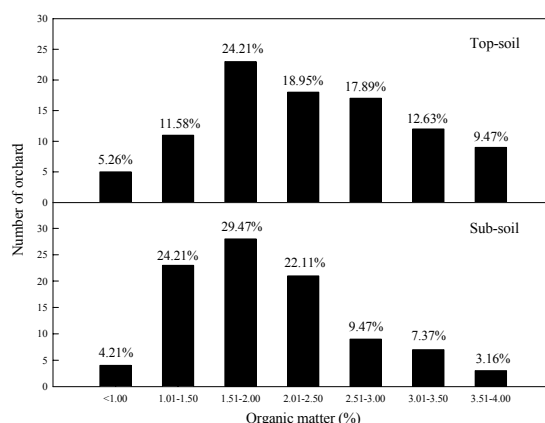


圖 2. 新竹地區海梨桶柑園土壤有機質頻度分布圖
Fig. 2. The frequency distribution of organic matter in Hai-li tangor orchard soil in Hsin-chu county.

表 2. 新竹地區海梨桶柑果園土壤有機質含量調查與評估

Table 2. The soil organic matter content of Hai-li tangor orchard in Hsin-chu county.

	偏低 (O.M.<2.0)	尚可 (2.0<O.M.<3.0)	適量以上 (O.M.>3.0)
表土	41.05 %	36.84 %	22.10 %
Top-soil			
底土	57.89 %	31.58 %	10.53 %
Sub-soil			

圖 3 為 95 處取樣果園中土壤磷酐含量的果園頻度分布圖。在表土部分，以磷酐含量在 1,001-1,100 kg/ha 間的果園數最多，共計有 18 處果園，佔調查果園數的 18.95%，其次為土壤磷酐含量在 901-1,000 kg/ha 間者，共計 12 處果園，佔調查果園數的 12.63%；在底土部分，亦以土壤磷酐含量在 1,001-1,100 kg/ha 間之果園最多，共有 16 處果園，佔調查果園數的 16.84%，其次有 11 處果園土壤磷酐含量在 1,101-1,200 kg/ha 之間，佔調查果園數的 11.58%。圖 4 為海梨桶柑果園土壤中，土壤氧化鉀含量的頻度分布圖。在表土部分，有 27 戶果園土壤氧化鉀含量在 301-4,000 kg/ha 間，佔調查果園數的 28.42%，次多者為土壤氧化鉀含量在 401-500 kg/ha 之間者，共有 22 處果園，佔調查果園數的 23.16%；底土部分，有 37 處果園土壤氧化鉀含量在 301-400 kg/ha

之間，佔調查果園數的 38.95%，次多者為土壤有效鉀含量在 401-500 kg/ha 之間者，共有 19 處果園，佔調查果園數的 20.00%。圖 5 為海梨桶柑果園土壤中，土壤氧化鈣含量的頻度分布圖。在表土部分，有 23 處果園之土壤氧化鈣含量在 2,001-3,000 kg/ha 間，佔調查果園數的 24.21%，次多者為土壤氧化鈣含量在 1,001-2,000 kg/ha 及 3,001-4,000 kg/ha 之間者，共有 17 處果園，佔調查果園數的 17.89%；底土部分，有 31 處果園土壤氧化鈣含量在 1,001-2,000 kg/ha 之間，佔調查果園數的 32.63%，次多者為土壤氧化鈣含量在 2,001-3,000 kg/ha 之間者，共有 24 處果園，佔調查果園數的 25.26%。圖 6 為海梨桶柑果園土壤中，土壤氧化鎂含量的頻度分布圖。在表土部分，有 16 處果園土壤氧化鎂含量在 201-300 kg/ha 之間，佔調查果園數的 16.84%，次多者為土壤氧化鎂含量在 101-200 kg/ha 之間者，共有 15 處果園，佔調查果園數的 15.79%；底土部分，有 21 處果園土壤氧化鎂含量在 101-200 kg/ha 之間，佔調查果園數的 22.11%，次多者為土壤氧化鎂含量在 401-500 kg/ha 之間者，共有 11 處果園，佔調查果園數的 11.58%。

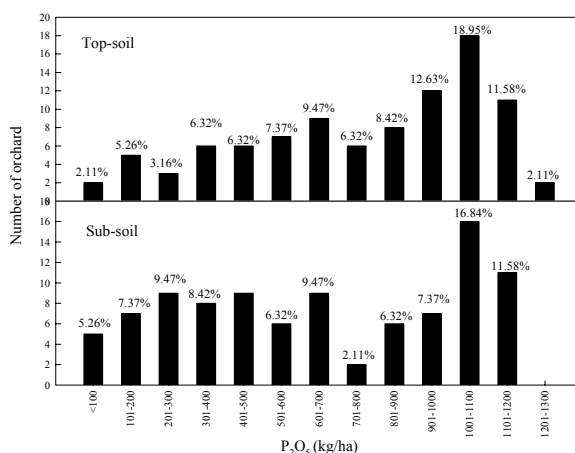


圖 3. 新竹地區海梨桶柑園土壤磷酞含量頻度分布圖
 Fig. 3. The frequency distribution of soil phosphorus content in Hai-li tangor orchard in Hsin-chu county.

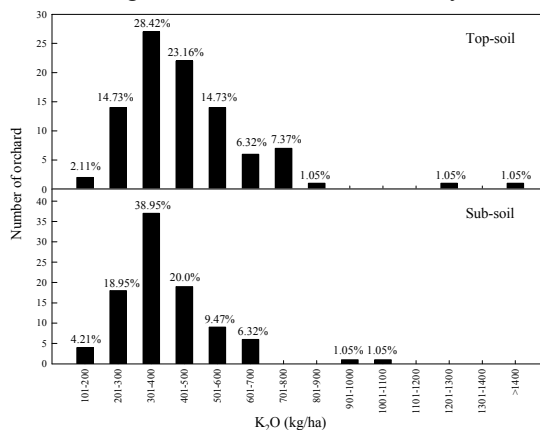


圖 4. 新竹地區海梨桶柑園土壤氧化鉀含量頻度分布圖
 Fig. 4. The frequency distribution of soil potassium oxide content in Hai-li tangor orchard soil in Hsin-chu county.

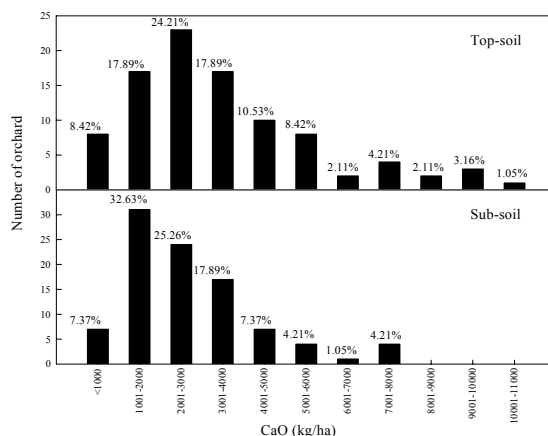


圖 5. 新竹地區海梨桶柑園土壤氧化鈣含量頻度分布圖

Fig. 5. The frequency distribution of soil calcium oxide content in Hai-li tangor orchard in Hsin-chu county.

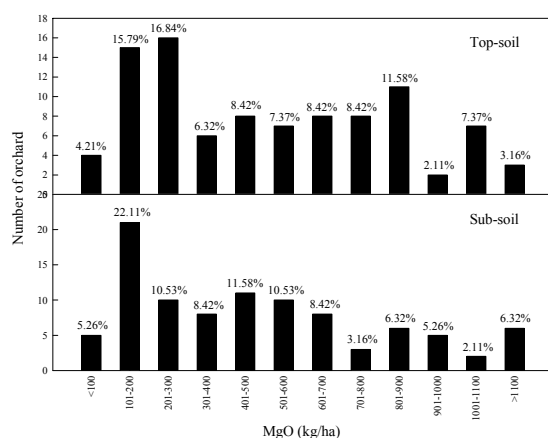


圖 6. 新竹地區海梨桶柑園土壤氧化鎂含量頻度分布圖

Fig. 6. The frequency distribution of soil magnesium oxide content in Hai-li tangor orchard soil in Hsin-chu county.

由以上結果顯示，調查之果園土壤中，磷酐的含量普遍甚高，此種現象，應與長期施用複合肥料，導致土壤累積過多磷有關。而氧化鈣、氧化鉀與氧化鎂之含量普遍較低，其中以鉀之狀況最為嚴重，其次為鈣；而相較之下，鎂則較不嚴重。此結果可能與試驗、研究、推廣單位，長期鼓吹使用苦土石灰所致。事實上，在所調查的果園之中，已有甚多果園土壤之中，有效鎂之含量已超出理想範圍甚多。因此，今後在校正酸性土壤之土壤酸鹼度時，石灰石粉與苦土石灰之比例應依果園需要加以調整。

表 3 為 95 處調查果園土壤中，鈣與鉀、鎂毫克當量數比率之分布。其中，大部分表土 Ca/K 在 20 以下，而 Ca/Mg 亦僅有不到 10% 的果園大於 20。由此，除表示所調查的土壤鹽基飽和度不足之外，亦顯示鈣的含量相對不足，而鎂則有相對過量的現象。由於，植物根系對此三種要素的吸收，常呈互為拮抗之現象，使彼此間的吸收量，受其相對濃度所左右。因此土壤中三者的相對濃度，便成為影響其吸收之關鍵。由於植物生理上的需求，根系吸收鉀的效率遠高於其他兩種要素，而對根系鎂的需求又相對的比其他兩者低，因此土壤中鈣的含量必須常保持為鉀的十倍，才能確保鈣的吸收；而鈣亦應為鎂的十至數十倍之間的程度，才易使三者之吸收保持平衡。而由表 3 之結果顯示，鈣與鉀的比率在 10 以下者，表土部份佔 36.84%，底土部份高達 46.31%；而鈣鎂的比率，無論表土或底土，絕大多在 10 以下(表土與底土分別為 88.42% 及 89.48%)。亦即依三者間的當量數比率看，鈣的含量明顯偏低，相較之下鎂的含量則嚴重過多，鉀的含量屬於偏高的程度，也就是三者之間有極端不平衡之現象。再由圖 4、圖 5、圖 6 所調查之之結果看，除鎂的含量之外，其餘兩者的含量偏低。在鎂的部分，英國的標準，土壤中每含量在 25 ppm 以下時，對鎂不敏感的作物，施用鎂肥，可顯著提高產量；而對鎂敏感的作物，則在 50 ppm⁽²⁰⁾

。從圖 7 的結果看，本調查樣品中，土壤鎂含量超過 30 ppm 者，在表土部份有 48.44 %，在底土部份有 42.11 %，明顯嚴重過高。因此，三種主要金屬營養要素，無論含量或其之間的比率，均應加以注意。

雖然，柑桔園的營養診斷與施肥建議，應以葉片分析之結果為主要研判之依據，但就本調查之結果顯示，除部份果園外，多數果園土壤之磷與鎂的堆積嚴重，鈣與鉀則顯然不足。

表 3. 新竹地區海梨桶柑果園土壤中有效鉀、鈣、鎂之比例分佈
Table 3. The soil Ca/K and Ca/Mg of Hai-li tangor in Hsin-chu county.

毫克當量比 Ratio	Ca/K		毫克當量比 Ratio	Ca/Mg	
	表土 Top-soil	底土 Sub-soil		表土 Top-soil	底土 Sub-soil
0-5	7 (7.37%)	5 (5.26%)	0-3	23 (24.21%)	22 (23.16%)
5-10	28 (29.47%)	39 (41.05%)	3-5	31 (32.63%)	37 (38.95%)
10-15	29 (30.53%)	28 (29.47%)	5-10	30 (31.58%)	26 (27.37%)
15-20	13 (13.68%)	13 (13.68%)	10-15	7 (7.36%)	6 (6.32%)
25-25	8 (8.42%)	5 (5.26%)	15-20	0	1 (1.05%)
25-30	5 (5.26%)	5 (5.26%)	20-25	3 (3.16%)	0
>30	5 (5.26%)	0	>25	1 (1.05%)	2 (2.11%)

進一步調查四鄉鎮海梨桶柑園土壤中，根腐線蟲族群之果園頻度分布(圖 8)，發現調查果園土壤均有根腐線蟲存在，發生率達 100%。其中以 100 克土壤中之有害線蟲量在 1,000-2,000 隻之果園數最多，共計 19 處果園，佔調查果園數之 20.00%，其次為 100 g 土壤中之有害線蟲量在 200-300 隻者，共 13 處果園，佔調查果園數之 13.68%。而土壤線蟲量在 200 隻以下者有 25 處果園，僅佔調查果園之 26.31%，其餘有 70 處果園之 100 g 土壤線蟲量高於 200 隻，而 100 g 土壤線蟲量超過 1,000 隻之果園亦高達 32 處，佔調查果園之 33.69%，族群密度已達致病程度。雖然在所調查果園之植株，尚未有明顯線蟲危害徵狀，但此為一警訊，應進一步進行有害線蟲之控制與防治工作。

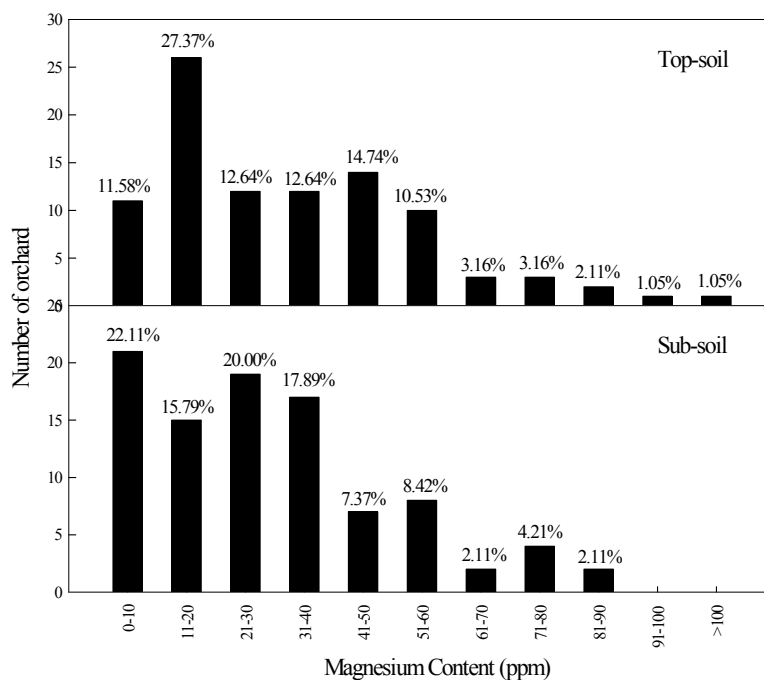


圖 7. 新竹地區海梨桶柑土壤鎂含量頻度分布圖

Fig. 7. The frequency distribution of soil available magnesium content in Hai-li tangor orchard soil in Hsin-chu county.

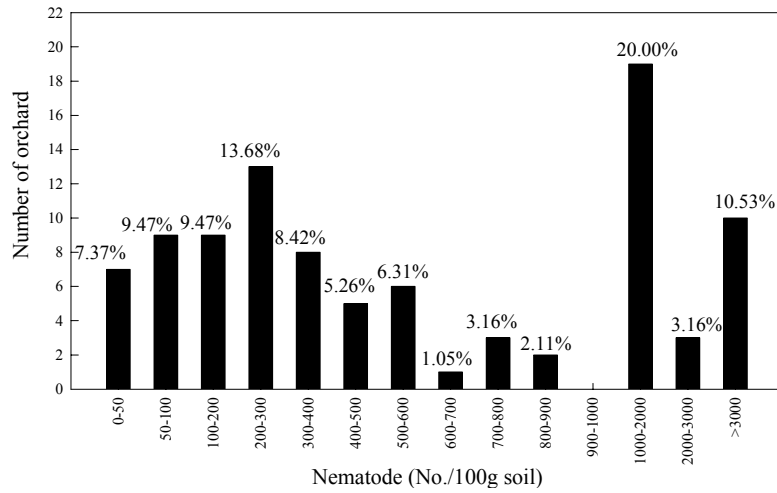


圖 8. 新竹地區海梨桶柑園土壤線蟲頻度分布圖

Fig. 8. The frequency distribution of soil nematode in Hai-li tangor orchard in Hsin-chu county.

綜合調查之結果顯示新竹地區四鄉鎮之海梨桶柑果園，其土壤酸鹼值偏低，有機質含量低，有極高比例果園感染根腐線蟲。由這些果園之土壤狀況亦可反映出，新竹地區欲生產高品質之海梨桶柑，可能應先從土壤改良做起，改善土壤狀況後，方能有較佳之生產及品質。

誌 謝

本計畫承農委會 87 科技-1.1-糧-28 及 88 科技-1.1-糧-11 計畫經費補助，詹朝鑫、連元意、彭燕輝、謝富英、鄭詩誠、羅世守先生協助土壤取樣，土壤研究室協助分析，特此並申謝忱。

參考文獻

- 1 江國忠、林素禎、鄭仲。1999。文旦果園土壤肥培管理。文旦產銷經營研討會專刊。p. 95-108。
- 2 呂明雄。1995。柑桔。余淑蓮等主編。台灣農家要覽農作篇(二)。豐年社出版。p. 17-24。
- 3 呂明雄、徐信次。1994。桶柑。張珮瑜主編。認識高品質台灣水果。豐年社出版。p. 29-32。
- 4 徐信次主編。1991。台灣果樹彩色圖說。台灣省農業試驗所特刊 33: 144-146。
- 5 夏鎮洋、張喜寧。1978。柑桔園線蟲問題之探討。中國園藝 24: 81-88。
- 6 連深、張淑賢、黃維廷、吳婉麗。1989。柑橘營養診斷之基礎及應用之現況。果園作物營養診斷應用研討會專輯。台灣省農業試驗所特刊 28: 1-26。
- 7 張喜寧。1980。抗根腐線蟲及柑橘線蟲柑橘砧木之選育與測試。中國園藝 26: 71-77。
- 8 區少梅、陳淑莉、林聖敦。1991。國產與進口甜橙及葡萄柚鮮果品質之比較。台灣果樹之生產與研究發展研討會專刊。p. 89-113。
- 9 黃世恩、陳右人。1999。海梨桶柑與桶柑蒸散速率比較。中國園藝 45: 361-370。
- 10 黃世恩、阮素芬、倪萬丁、陳右人。2001。海梨桶柑與無子桶柑果實與枝梢生長比較。中國園藝 47(3): 267-280。
- 11 童慕秋。1963。柑橘線蟲發生量與季節關係之研究。植保會刊 5: 323-327。
- 12 蔡雲鵬。1971。台灣之寄生性線蟲。台灣農業 7: 139-151。
- 13 譚克終。1961。柑橘栽培學。國立編譯館出版。正中書局印行。256 pp。
- 14 Babatola, J. O. 1989. Effect of some organic manure on nematodes in tomato cultivation. Pakistan J. Nematology 7: 39-46.
- 15 Duncan, L. W., J. H. Graham, and L. W. Timmer. 1993. Seasonal patterns associated with *Tylenchulus semipenetrans* and *Phytophthora parasitica* in the citrus rhizosphere. Phytopathology 83: 573-581.
- 16 Dwivedi, B. K. 1989. Effect of soil organic matter on plant nematode diseases under field conditions. Uttar Pradesh J. Zoology 9: 258-262.
- 17 Huang, C. S. and Y. C. Chiang. 1976. *Pratylenchus coffeae* found in Taiwan citrus orchard. Plant Prot. Bull. (Taiwan, ROC) 18: 75-78.
- 18 Iserra, R. N., L. W. Duncan, N. Vovlas, and P. A. A. Loof. 1996. *Pratylenchus loosi* from pasture grasses in central Florida. Nematologica 42: 159-172.
- 19 McCarty, C. D., W. P. Bitters, and S. D. van Gundy. 1979. Susceptibility of 25 citrus rootstocks to the citrus nematode. HortScience 14: 54-55.
- 20 Mengel, K. and F. A. Kirkby. 1973. Principles of Plant Nutrition. 3rd Edition. International Potash Institute. Switzer Land.

Soil Survey of Hai-li Tangor Orchard in Hsin-Chu County

Su-Feng Roan, Wan-Ting Nie and Chun-Yen Yeh

Summary

A soil survey of ninety-five “Hai-li” tangor orchards in Hsin-chu county was made in 1998 to 1999. The pH value of the soils obtained from about 60% of orchards were noted lower than the optimum range (pH 5.0-6.5) for orange growth. There were 60% of top-soils and about 40% of sub-soils that soil organic matter contents were above 2%. In most of the soil, available P content was too high, while available K and Ca were too low, especially available Ca. According to the ratio among Ca, K and Mg, Ca content was significantly lower than other two nutrients. Root rot nematodes were found almost in the soil of all the orchards. Further investigation of damage caused by nematode is also needed.

Key words: Hai-li tangor, soil analysis, root rot nematode, pH value, organic matter, soil nutrient content.