

柑橘土壤和肥培管理

黃裕銘¹、黃維庭²、賴文龍³

摘要

柑橘類作物是世界性重要果樹，在台灣栽培歷史亦相當久遠，台灣柑橘產業需要建立一套容易執行方法，從土壤性質診斷，依地區特性配合柑橘類特性建立土壤肥力改良及維持方法，確定肥料施用原則及各種主要養分（氮、磷、鉀）、次量養分（鈣、鎂、硫）及微量養分（鐵、錳、銅、鋅、硼、鋁、氯）之施用量、施用時期及施用方法。

前言

柑橘類產量佔世界上所有水果之第一位（呂，1995），主要產區有巴西、美國（佔全世界一半以上）、西班牙、墨西哥、日本、阿根廷、阿爾及利亞、埃及及南非等。台灣柑橘類自康熙 40 年由大陸輸入文旦開始，往後陸續輸入椪柑、高牆桶柑、海梨柑、雪柑及柚子等（嚴及翁，1980）。台灣柑橘類栽種總面積在 1980 年有 37,301 公頃，到 1989 年有 50,293 公頃，在 1990 年代逐年下降，到 2004 年時降到 33,527 公頃，其中以椪柑、柳橙及桶柑 3 種最多，但是此三種柑橘在台灣種植面積逐漸減少中，近年反而麻豆文旦、白柚及檸檬面積較穩定或增加之趨勢，主要種類種植面積近年變化見表一（農糧署，2005）。台灣柑橘類種類豐富，了解各種柑橘類對環境因子包括氣候及土壤特性，有助柑橘生產事業之發展。

¹國立中興大學副教授。

²行政院農業委員會農業試驗所助理研究員。

³行政院農業委員會台中區農業改良場助理研究員。

表一、二十五年來台灣主要柑橘類作物栽種面積變動。(農糧署，2005)

| 種類 | 生產年度 (公頃) | | | |
|------|-----------|--------|--------|--------|
| | 1980 | 1989 | 1998 | 2004 |
| 椪柑 | 12,161 | 14,341 | 9,546 | 7,300 |
| 桶柑 | 10,714 | 9,856 | 5,902 | 4,134 |
| 麻豆文旦 | 1,107 | 4,221 | 6,719 | 5,952 |
| 斗柚 | 135 | 132 | 81 | 72 |
| 白柚 | 227 | 586 | 886 | 767 |
| 柳橙 | 9,778 | 15,853 | 8,042 | 9,794 |
| 檸檬 | 1,239 | 1,081 | 1,366 | 1,605 |
| 葡萄柚 | 112 | 1,179 | 847 | 575 |
| 其他柑類 | 1,190 | 2,793 | 3,518 | 3,328 |
| 總計 | 37,301 | 50,293 | 37,049 | 33,527 |

資料來源 (農糧署，2005)

一、氣候條件

柑橘類原產於熱帶及亞熱帶地區 (呂，1995)，可生長溫度範圍為 12—36°C，最適溫度範圍為 24—34°C。嚴及翁 (1980) 提出柑橘類好高溫，耐寒性最差的是枸櫞、來母，其次是檸檬、葡萄柚、麻豆文旦及佛手柑，再次是甜橙類；甜橙類生長最適溫 23°C—29°C，13°C 以下或 37°C 以上則生長停止。溫州蜜柑生長適溫 26°C，生產高品質適溫是 16°C。桶柑由甜橙及溫州蜜柑雜交，因此適溫介於兩者之間。Hackett and Carolane (1982) 歸納葡萄柚 (*Citrus paradisi macf.* Hook)、柚子 (*Citrus grandis* (L.) Osb.)、甜橙 (*Citrus sinensis* (L.) Osb.)、橘子 (*Citrus unshiu* Marcovitch)、酸橙 (*Citrus aurantium* L.) 等柑橘類之基礎溫度、最適溫度、溫度上限及耐霜性以供參考 (表二)。若氣溫持續增加則可選擇較耐高溫種類。同一表中他們也針對各種柑橘類歸納其耐旱、耐浸水、地上部耐鹽、根圈耐鹽、耐遮陰、及耐風性。土壤鹽分高時尤其氯和鈉之累積造成柑橘類作物受損 (Cooper, 1962; Smith, 1962)，也降低柑橘對鈣、鎂及鉀之吸收 (Jones *et al.*, 1957; Patil and Bhambota, 1980; Zekri and Parsons, 1990, 1992)。Zekri (1993) 證明氯化鈉對柑橘幼苗生長之抑制作用主要非滲透壓之關係。

表二、各種柑橘對氣候環境因子之忍受度(grade)。(Hackett and Carolane, 1982)

| 耐受因子 | 葡萄柚* | 柚子 | 甜橙 | 橘子 | 酸橙 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 乾旱 drought (1-8) | 7** | 7 | 7 | 6 | 7 |
| 浸水 flood (2-7) | 3 | 0 | 3 | 4 | 4 |
| 地上不鹽害 salt as spray (1-9) | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| 根圈鹽害 salt in root zone (1-9) | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 |
| 遮陰 shade (1-5) | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| 風 wind (3-7) | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| 基溫 base temperature, °C | 12 | 12 | 13 | 10 | 12 |
| 適溫範圍 favourable range, °C | 18-26 | 22-30 | 20-30 | 18-28 | 25-30 |
| 溫度上限 Upper limit (D/N), °C | 40/30 | 33/23 | 25/19 | 34/. | 42/32 |
| 霜害 frost sensitivity (1-9) | 5 | 7 | 5 | 5 | 2 |

*: 葡萄柚 (*citrus paradisi macf. Hook*)、柚子 (*citrus grandis* (L.) Osb.)、甜橙 (*citrus sinensis* (L.) Osb.)、橘子 (*citrus unshiu* Marcovitch) 酸橙 (*citrus aurantium* L.)。

**數字愈大代表耐忍受度愈高。

二、土壤

柑橘類對土壤特性之需求如下：

(一) 坡度

台灣柑橘類之種植地區分佈廣泛，幾乎全省皆有種植，不同地區亦有個別之特色柑橘，所種土地有屬於平地也有許多屬於坡地，其各種坡度土壤之選擇可參考 Hackett 和 Carolane (1982) 資料，表三資料顯示葡萄柚、柚子及酸橙類可以耐較陡坡地。不耐浸水品種不僅要注意地面排水，可由坡度改善地面排水；亦須注意土層內排水，況且並非坡地土壤就無需要注意土壤剖面中排水性，若發現造成土層排水問題就需要解決，例如若有硬盤層則須打破或需作暗管排水。

表三、各種柑橘類對土壤坡度之限制性。(Hackett and Carolane, 1982)

| 容許程度 | 坡度，Slope | | | | |
|--------------|----------|----------|---------|---------|---------|
| | 葡萄柚* | 柚子 | 甜橙 | 橘子 | 酸橙 |
| 最高 (maximum) | >10 | 6.0—10.0 | 1.0—5.0 | 1.0—5.0 | >10 |
| 最低 (minimum) | 1.0—5.0 | 0 | 0 | 0 | 1.0—5.0 |

* 說明如表二。

(二) 土層深度

表四資料顯示以柚子對土壤有效土層深度要求最高，其次是橘子 (Hackett and Carolane, 1982)。

表四、各種柑橘類對土壤土層深度之適宜性。(Hackett and Carolane, 1982)

| 土層 等級 | 厚度 | 葡萄柚 | 柚子 | 甜橙 | 橘子 | 酸橙 |
|----------|----------|-----|----|----|----|----|
| (2—8) | <10 cm | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 10—20 cm | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 |
| | 21—40 cm | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 |
| | 40+cm | 8 | 6 | 8 | 8 | 8 |

* 說明如表二。

(三) 土壤酸鹼值 (pH)

柑橘類可種植之土壤 pH 範圍在 4.0—7.8 間，其最適當 pH 在微酸性範圍 (pH5.5—6.0) 間，因為在此酸鹼值範圍磷及微量元素之有效性最高 (Darcel, 1953; Peech, 1948; Reitz, 1954)。柑橘類對鈣之吸收量相當高，顯示土壤需要有豐富之鈣成分。Hackett 和 Carolane (1982) 資料顯示柑橘類中以柚子最不耐酸需要高 pH 土壤，甜橙次之。台灣地區有許多柑橘類種植於強酸性土壤，因此，為降低肥料及病蟲害管理上成本，種植前必須注意土壤 pH 的調整。

石灰資材中以生石灰 (burnd lime) 之石灰值最高，然而其遇水反應產生氫氧化鈣並釋出高量熱能 (15,540 卡/莫耳)，因此使用者一不小心就會造成皮膚燒傷，甚至有人因傷到眼睛而失明。消石灰又稱熟石灰，其石灰值居次，然而由於其中和反應進行相當快，容易造成土壤 pH 急劇上升，影響土壤其他養分有效性降低，如鐵、錳、鋅和銅等，若同時施用亦能降低磷肥有效性。此兩種資材在土壤具傳播性病蟲

害時，可用此方法產高熱及和銨態氮反應，使短時間提高土壤pH，而提高氨濃度作為消毒作用。由於台灣地區有些土壤pH甚至低到4以下，施用一般石灰資材，除非和土壤混合，否則中和效力不容易達到深層土壤，因此有使用石膏(CaSO₄)作為提高土壤pH資材，此種資材能提高土壤pH有限，但是較容易使鈣移動到深層土壤，並使深層土壤pH緩和的提高。台灣目前有許多蛋雞糞及乳牛糞堆肥，此兩種動物之飼料往往添加高量之石灰，因此，此等堆肥具有相當程度之石灰值，值得選為酸性土壤用堆肥。

表五、各種柑橘類對土壤 pH 之適宜性。(Hackett and Carolane, 1982)

| pH 等級 | pH 範圍 | 葡萄柚* | 柚子 | 甜橙 | 橘子 | 酸橙 |
|-------|---------|------|----|----|----|----|
| | <5.5 | 6 | 2 | 4 | 6 | 6 |
| (2-8) | 5.5-7.0 | 8 | 6 | 8 | 8 | 8 |
| | 7.1-8.5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

* 說明如表二。

表六、一般石灰資材之石灰值、來源及安全性。

| 石灰資材 | 主要化學式 | 石灰值 | 來源 | 使用安全性 |
|------|---------------------------------------|---------|------------|-----------|
| 貝殼粉 | CaCO ₃ | 95 | 貝殼類殼，如牡蠣殼粉 | 安全 |
| 石灰 | CaCO ₃ | 100 | 石灰石磨粉 | 安全 |
| 消石灰 | Ca(OH) ₂ | 120-135 | 將生石灰加水 | 危險 |
| 生石灰 | CaO | 150-175 | 將石灰煅燒 | 最危險 |
| 苦土石灰 | CaCO ₃ · MgCO ₃ | 110 | 將白雲石磨粉 | 安全兼有豐富鎂肥 |
| 製糖石灰 | CaCO ₃ | 80-90 | 製糖工業 | 安全兼有豐富有機質 |

施用銨態氮肥或尿素態氮，在土壤中會經土壤微生物行硝化作用使土壤酸化，1 莫耳的銨態氮經硝化作用會釋出 2 莫耳的質子，因此需要 1 莫耳之石灰中和，合算 1 公斤的硫酸銨經硝化作用需消耗 1.5 公斤之石灰以中和之。1 莫耳的尿素態氮經硝化作用也會釋出 2 莫耳的質子，因此，需要 1 莫耳之石灰中和，合算 1 公斤的尿素經硝化作用需消耗 1.65 公斤之石灰以中和之。一般高濃度之複合肥料主要材料亦為尿素或硫酸銨，因此施用氮肥絕對不可過量，氮肥過量不僅造成養分不平衡之問題，同時更容易造成土壤酸化，因此不得不謹慎。有些鹼性土壤可以利用氮肥本身硝化

作用造成之酸化作用以降低土壤 pH，不一定需要使用其他酸化劑。

台灣地區有許多土壤地下水含高量之石灰質，因此在考量土壤 pH 時需要納入考慮。

(四) 土壤質地

土壤質地關係到土壤通氣性及水分移動，最好土壤是整個土壤剖面皆為壤土，其次是整個剖面皆為砂土；底層為黏土上層為砂土或壤土者皆降低其適宜性，主要由於質地變異太大時會造成土壤水分向下移動受阻，一旦灌溉水太多或雨水太多時在其介面處形成積水現象，而影響根系呼吸作用及生長。土壤剖面中質地分布狀況對各種柑橘類適宜性之影響由表七資料可見不同種類間亦有所差異 (Hackett and Carolane, 1982)，柚子及甜橙較不適應底層黏質土壤。

表七、各種柑橘類對土壤質地之適宜性。(Hackett and Carolane, 1982)

| 質地狀況 | 葡萄柚 | 柚子 | 甜橙 | 橘子 | 酸橙 |
|---------------------------|-----|----|----|----|----|
| 壤土 (Loam, uniform) | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 底層粘土上層壤土 (loam over clay) | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 |
| 石礫土 (rocky soil) | 4 | 6 | 2 | 2 | 4 |
| 砂土 (Sand, uniform) | 6 | 8 | 6 | 6 | 6 |
| 底層粘土上層砂土 (sand over clay) | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 |
| 無固體物 No solid | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

*：說明如表二。

(五) 菌根菌

土壤有機質可改良土壤物理、化學及生物性質，土壤有機質含量高果樹生長較健康，產量及品質也較高。土壤有機質含量有利菌根菌在柑橘類根生長，菌根菌之生長對根毛少之柑橘類果樹有助於養分及水分吸收 (Jacob 和 Uexkull, 1958)。有些學者已經證明柑橘類作物接種囊叢株菌根菌 (VAM) 可增加柑橘類對磷及銅之吸收 (Kleinschmidt and Gerdemann, 1971; Timmer and Leyden, 1980)。有些學者認為菌根菌可提高對石灰質敏感柑橘類之耐石灰性 (Clement at al., 1977; Lapeyrie and Chilvers, 1985)。菌根菌對柑橘類有專一性，Terry (1992) 利用兩種柑橘之根砧接種菌根菌，顯示在鹼性介質中生長較不良，酸性介質中可提高鐵之吸收，鹼性介質中可增加磷之吸收。

三、營養需求

所有柑橘類對養分的需求量可說相當相似，然而由表八資料顯示大量及次量養分以橘子需要量最高，微量要素以葡萄柚及酸橙較高。Barnette (1936) 分析 20 年生葡萄柚對養分移除量氮 (163 kg-N/ha)、磷酐 (30 kg-P₂O₅/ha)、氧化鉀 (310 kg-K₂O/ha) 及氧化鈣 (398 kg-CaO/ha)。顯示鈣需要量亦相當高，土壤需要有豐富之鈣成分。美國加州柑橘研究佔分析葡萄柚、密柑、橙及其他柑橘類果實得到平均養分含量氮 (N) 0.149%、磷 (phosphate) 0.055% 及鉀 (Potash) 0.249%。Oppenheim (1932) 研究三年柑橘樹連木材、枝條、葉及果總移除量，每 400 株 (約 1 公頃分高產、中產及低產能田)，如表九。

表八、各種柑橘類養分需求等級。(Hackett and Carolane, 1982)

| 級等 | 成分 | 葡萄柚 | 柚子 | 甜橙 | 橘子 | 酸橙 |
|-------|-------|-----|----|----|----|----|
| (2-8) | N | 5 | 5 | 6 | 7 | 5 |
| (2-8) | P | 5 | 5 | 4 | 7 | 5 |
| (2-8) | K | 4 | 5 | 4 | 7 | 4 |
| (2-8) | Ca | 4 | 4 | 3 | 7 | 4 |
| (2-8) | Mg | 4 | 5 | 3 | 7 | 4 |
| (1-5) | minor | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 |

*：說明如表二。

| 品種與產量 | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO |
|-------|-----|-------------------------------|------------------|-----|
| 橙 | | | | |
| 高產量 | 242 | 54 | 205 | 315 |
| 中產量 | 170 | 40 | 145 | 300 |
| 低產量 | 35 | 22 | 77 | 205 |
| 蜜柑 | | | | |
| 高產量 | 182 | 54 | 204 | 272 |
| 中產量 | 115 | 36 | 130 | 210 |
| 低產量 | 59 | 20 | 84 | 140 |
| 檸檬 | | | | |
| 高產量 | 270 | 54 | 209 | 358 |
| 中產量 | 183 | 34 | 140 | 242 |
| 低產量 | 94 | 20 | 77 | 193 |

四、管理

(一) 敷蓋及覆蓋

前面提過柑橘類之根毛少，因此對養分之缺乏及過量時相當敏感，如何提高其對環境之緩衝性相當重要，尤其輕質地及黏重土壤。輕質地土壤建議地面種植豆科覆作物，黏重土壤用草覆蓋最為適合。

(二) 灌溉

呂 (1995) 指出依台灣省農試所推薦以 30 公分深土壤水分狀況為灌水基準，小果期水分張力 30—60 分巴，中大果期 60—90 分巴，而果實成熟採收前 1—2 個月宜使土壤乾燥不宜灌水。檸檬和金柑等週年有 2 次以上開花和收穫之柑橘類，生長期及果實肥大期，常和果實成熟期及花芽分化期重疊，因此土壤水分控制較困難。

五、施肥管理建議 (柳橙及椪柑肥培管理)

(一) 管理方法 A：此法較省工

基肥：於修剪枝條 (發芽前 10—30 天) 後施 N : P₂O₅ : K₂O : MgO = 11 : 10 : 9 : 3 肥料 60—80 公斤／0.1 公頃，富含纖維素及木質素腐熟堆肥 500 至 1000 公斤／0.1 公頃。苦土石灰或牡蠣殼粉 20—30 公斤／0.1 公頃，強酸性土壤可增加 0.5—1.0 倍量。務必混入土壤，另石灰資材不可和複合肥料直接接觸。

追肥 1：開花後 1 個月左右，施 N： P_2O_5 ： K_2O ： MgO = 10：4：6：3 肥料 80—100 公斤／0.1 公頃。最好淺混入土壤。

追肥 2：於七月中旬施 N： P_2O_5 ： K_2O ： MgO = 10：4：6：3 肥料 50—60 公斤／0.1 公頃。最好淺混入土壤。

葉面肥：

催甜肥：當果粒已經足夠大或採收前 1 個月開始用高磷鉀肥 N： P_2O_5 ： K_2O ： MgO = 3.5：23：21：3.5 稀釋 500—1000 倍，每 3—5 天噴 1 次，連繫 3—5 次。同樣稀釋倍數加入綜合微量元素 (MgO ： Fe ： Mn ： Cu ： Zn ： B = 5.0：3.0：1.0：0.5：2.0：2.1) 效果更好。

(二) 管理方法 B：此法較精緻

基肥：於修剪枝條後或開花前 1 個月，施 N： P_2O_5 ： K_2O ： MgO = 6：21：10：3 肥料 30 公斤／0.1 公頃，富含纖維素及木質素腐熟堆肥 500 至 1000 公斤／0.1 公頃。苦土石灰或牡蠣殼粉 30—40 公斤／0.1 公頃，強酸性土壤可增加 0.5—1.0 倍量。務必混入土壤，另石灰資材不可和高磷複合肥料直接接觸。

追肥 1：於發芽前後 5 天內，施 N： P_2O_5 ： K_2O ： MgO = 16：8：16：3 肥料 30 公斤／0.1 公頃。最好淺混入土壤。

追肥 2：開花後 1 個月左右，N： P_2O_5 ： K_2O ： MgO = 16：8：16：3 肥料 30 公斤／0.1 公頃。最好淺混入土壤。

追肥 3：開花後 2 個月左右，施 N： P_2O_5 ： K_2O ： MgO = 16：8：16：3 肥料 30 公斤／0.1 公頃。最好淺混入土壤。

追肥 4：於七月底，施 N： P_2O_5 ： K_2O ： MgO = 11：10：9：3 肥料 20—30 公斤／0.1 公頃。最好淺混入土壤。

葉面肥：

催芽肥：欲促進萌芽，將 N： P_2O_5 ： K_2O ： MgO = 16：8：16：3 (易溶肥) 肥稀釋 500—1000 倍噴整株樹，同樣稀釋倍數加入綜合微量元素 (MgO ： Fe ： Mn ： Cu ： Zn ： B = 5.0：3.0：1.0：0.5：2.0：2.1) 效果更好，連噴 2 至 3 次噴施為原則，每次間隔 5—7 天。

催甜肥：當果粒已經足夠大或採收前 1 個月開始用高磷鉀肥 N： P_2O_5 ： K_2O ： MgO = 3.5：23：21：3.5 稀釋 500—1000 倍，每 3—5 天噴 1 次，連繫 3—5 次。同樣稀釋倍數加入綜合微量元素 (MgO ： Fe ： Mn ： Cu ： Zn ： B = 5.0：3.0：1.0：0.5：2.0：2.1) 效果更好。

參考文獻

1. 呂明雄. 1995. 柑橘. 台灣農業要覽. 豐年社 p.17—24.
2. 農糧署. 2005. [http : //bulletin.coa.gov.tw/view.php?catid=8908](http://bulletin.coa.gov.tw/view.php?catid=8908).
3. 嚴夢如、翁仁祿. 1980. 柑橘. 台灣農業要覽. 豐年社 p.662—686.
4. Akao S, S Kubota, and Hayashida M. 1978. Utilization of reserve nitrogen, especially autumn applied nitrogen, by Satsuma trees during the development of spring shoots. II. Bull. Shikoku Agric.Exp. Stn. 32 : 49—56.
5. Barnette, R. M. 1936. "Major plant food elements for citrus". Proc.Fla. Sta. Hort. Soc. p.4—8.
6. Clement, A., Garbaye J., and F. La Tacon 1977. Import—ance des ectomycorhizes dans la resistance au calcaire du Pin noir (*Pinus nigra* Arn. ssp. *nigricans* Host) . *Ecologia Plantarum* 12 : 111—131.
7. Cooper,W.C. 1961. Toxicity and accumulation of salts in citrus trees on various rootstocks in Texas. Proc. Fla. State Hort. Soc. 74 : 95—104.
8. Darcel, W. F. 1953. "Investigations in citrus production, with special reference to the nutrition of the crop ". World Crops 5 : 153.
9. Hackett, C., and J. Carolane. 1982. Edible horticulture crops. A compendium of information on fruit, vegetable, spice and nut species. Part 1. p.140.
10. Jacob, A., H. V. Uexkull. 1958. Fertilizer use—Nutrition and manuring of tropical crops. Verlagssellschaff fur Ackerbau mbH. Hannover p.281—298.
11. Jones, W.W., J.P. Martin, and W.P. Bitters. 1957. Influence of exchangeable sodium and potassium in the soil on the growth and composition of young lemon trees on different rootstocks. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69 : 189—196.
12. Kleinschmidt G. D. and J. W. Gerdemann 1972. Stunting of citrus seedings in fumigated nursery soils realated to the absence of endomycorrhizae. *Phytopathology* 62 : 1447—1453.
13. Lapeyrie F. F. and G. A. Chilvers 1985. An endomycorriza — ectomycorriza succession associated with enhanced growth of *Eucalyptus dumosa* seedlings planted in a calcareous soil. *New Phytologist* 100 : 93—104.
14. Oppenheim, I. D. 1932. "Tropische und subtropische Kulturen". Berlin.
15. Patil, V.K. and J.R. Bhamboto. 1980. Salinity studies in citrus : 1. Effect of various levels of salinity on the macronutrient status of seedling rootstocks. J.Ind. Soc. Soil Sci. 28 : 72—79.
16. Peech, M. 1948. "Chemical studies on the soils from Florida Citrus Growers". Fla. Agriculture Exp. Sta. Bull. 448pp.
17. Reitz. H. J., C. D. Leonhard, W. J. Sites, W. F. Spencer, J. Stewart, and J. Wander, W. 1954.

Recommended fertilizers and nutritional sprays for citrus". University of Florida Agric. Exp. Sta. Bull.536pp.

18. Smith, P.E. 1962. A case of sodium toxicity in citrus. Proc. Fla. State Hort. Soc. 75 : 120—124.
19. Timmer, L. W. and R. F. Leyden 1980. The relationship of mycorrhizal infection to phosphorus—induced copper deficiency in sour orange seedlings. *New Phytologist* 85 : 15—23.
20. Zekri, M. and L.R. Parsons. 1990. Calcium influences growth and leaf mineral concentration of citrus under saline conditions. HortScience 25 : 784—786.
21. Zekri, M. and L.R. Parsons. 1992. Salinity tolerance of citrus rootstocks : Effects of salt on root and leaf mineral concentrations. Plant and Soil 147 : 171—181.
22. Zeri, M. 1993. Osmotic and toxic ion effects on seedling emergence and nutrition of citrus rootstocks. Journal of plant nutrition 16 : 2013—2028.

台灣柑橘產業發展研討會專刊