

土壤水分對番石榴果實產量及品質之影響

柯立祥

國立屏東技術學院農園系

摘 要

利用水分張力計式自動灌水系統控制番石榴果園土壤水分為 20 ~ 40 centibar (cb)及 40~60 centibar (cb)兩處理區，並以不灌水區為對照組(>80 cb)，探討不同土壤水分對番石榴果實產量及品質之影響。結果顯示，土壤水分以控制在 20 ~ 40 cb 之番石榴單株結果數 (25個/月) 及產量 (12.8公斤/月) 顯著最高，平均單果重亦最高(510.3公克)，而以不灌溉之對照區之單株結果數、產量及單果重最低，果重僅為384.5公克，而土壤水分 40~60 cb區，則介於兩者之間。果實可溶性固形物 (糖度)、硬度、維生素C含量、果汁pH值亦以 20 ~ 40 cb處理區最高，對照區最低，40~60 cb處理區仍介於兩者之間。此外，核/果比及酸度，則以對照區最高，而以 20 ~ 40 cb處理區最低。此結果顯示，在番石榴栽培上，灌溉可提高果實產量及品質，但為獲致豐產質優之果園，土壤水分應在 20~40 cb之間。

關鍵字：番石榴、土壤水分、果實產量、果實品質。

前 言

番石榴 (*Psidium guajava* L.) 為桃金娘科番石榴屬之熱帶果樹，原產於熱帶美洲，現廣植於熱帶及亞熱帶地區。因不擇土壤且適應力強，在本省海拔1000公尺以下地區均有栽培，目前栽培面積已達 6500 公頃以上，主要分佈在高雄縣、臺南縣及彰化縣等地區。番石榴果實營養豐富，特別是維他命C的含量在一般水果中屬較高的一種，除生食外，亦有加工用品種可製成番石榴乾與番石榴果汁，為一種利用性極佳的經濟果樹。雖然一般認為番石榴是熱帶果樹中較為耐旱的品種。然而要有高的產量及好的果實品質，水分的有效控制與利用仍是必需的。

水分為構成果樹及果實的重要成份，水分對於果樹之一切生理活動如光合成作用、蒸散作用、無機養分吸收及輸送作用、膨壓維持、溫度調節等均有密切關係。特別果樹在結果期更需充份供水，果實才能充分生長發育，增大果實體積與重量。因此，果實生長與土壤水分關係密切。郭曾指出，臺灣地處亞熱帶，氣候特徵為高溫且降雨多，然而雨量過於集中於夏、秋兩季，其他時期仍屬乾旱，作物仍需灌溉以補充水分。加之近年來由於人口急增，工商業迅速發展，民生及工業用水同時驟增，而與農業用水發生嚴重之競爭，造成農業用水嚴重不足。如何有效而經濟的利用水資源以提高果樹產量及品質，將為今後勢必面臨而必需解決之課題。傳統引水灌溉之方式容易造成水資源的浪費，在以往水資源豐沛之時代，或許可以不在乎其效益利弊，但今後之用水，則不得不審慎檢討。Brun等提出以滴灌系統灌溉，水分之逕流較少，可供植物根吸收利用的水分較多，當可節省灌溉用水，提高灌溉效率。國內早已將滴灌或噴灌系統利用於番荔枝、洋香瓜及柑桔等果樹栽培上，對於番石榴之研究，以往

均以引種、育種、選種及栽培管理與產期調節為主，而對番石榴產量及品質影響極為重要之土壤水分管理之相關研究及基本資料，則極為缺乏，農民常依氣候狀況及個人經驗、喜好來管理土壤水分，在此情形下，往往無法適時適量供給水分，造成對植株及果實之生長發育與品質不良之影響。且水分供給也常超出植物所需，不但造成對果樹之不良影響，同時造成水資源的浪費。此外，過多之土壤水分更容易造成土壤養分之流失，減少植物之吸收利用。有鑑於此，本研究即以自動灌溉系統用於番石榴果實生育期間，控制土壤水分含量在兩種範圍內（20~40 centibar；40~60 centibar，縮寫為cb，以下皆同），以探討不同土壤水分對番石榴果實產量及品質之影響。

所得之結果，期能實際應用於改進番石榴栽植技術，提高果實之產量及品質，以作為農民田間栽培管理之依據。

材料及方法

供試材料

以引進自泰國，目前在國內甚受歡迎之泰國拔（Tai-Guo-Pa）為供試材料，樹齡四年之果園，行株距為3 m×3 m，栽植於國立屏東技術學院農園生產技術系試驗園中。

土壤分析

果園土壤經分析為砂質壤土，土壤肥力如表1所示。土壤成份分析方法，採表土（0~30 cm）及底土（30~60 cm）經風乾，過篩（1 mm）後分析。

(1)土壤pH（1:1水土比例），(2)土壤有機質（Walkey Black Method），(3)電導度（飽合土壤之抽取液以電導度計測定），(4)磷（鉬黃法），(5)鉀（焰光分析儀flame photometer測定），(6)鈣、鎂及鐵（原子吸收光譜儀atomic absorption spectrophotometer測定）。

表1、番石榴果園之土壤分析

Table 1. Soil analysis of guava orchard

土層質地	酸鹼度 (pH)	OM ¹ (%)	EC ² (ms/cm)	土壤元素含量(ppm)				
				P	K	Ca	Mg	Fe
表土 ³ 砂壤土	4.76 ±0.26	1.8 ±1.2	0.43 ±0.13	87.5 ±107.2	65.0 ±34.8	484.8 ±411.2	105.3 ±27.4	215.9 ±144.1
底土 ⁴ 砂壤土	4.86 ±0.22	1.3 ±1.0	0.39 ±0.11	84.1 ±113.3	71.9 ±44.3	504.0 ±281.5	112.2 ±27.8	228.9 ±117.4

¹ OM: organic matter content.

² EC: electric conductivity.

³ Surface soil: 0-30 cm soil.

⁴ Subsoil: 30-60 cm soil.

試驗設計

採用逢機完全區集設計，三處理四重複，每處理選試區中央3株果樹為調查植株。在距離主幹20公分處之土壤，插入水分張力計(tensiometer)以控制整個自動灌溉系統。灌溉系統自水源處以直徑20 mm PVC管接至各處理區，並控制土壤水分在(a) 20~40 cb及(b) 40~60 cb兩區，並以不灌溉之試驗區為對照組（土壤水分在旱季均大於80 cb），至於土壤水分之自動控制，以20~40 cb區為例，當土壤水分降至40 cb時，灌溉（滴灌）系統自動啟動，當土壤水分提高至20 cb時，灌溉系統自動停止。於82年10月至84年8月為試驗處理期。採一般

農民栽培管理方式，結果枝定第3~5片對生葉位為結果位，每結果枝固定留2果實。果實於收穫後分別進行結果數、單果重、可溶性固形物、硬度、可滴定酸度、維生素C (vitamin C) 含量、果汁 pH 值及核/果比等各項測定。所得資料並以鄧肯氏多變域測定 (Duncans's multiple range test) 分析其差異，同時計算標準偏差。

一、結果數及平均單果重

每株結果數是以直接計算每株果實收穫而得。果實重量之測定，是於果實成熟後以 Junior 500C 電子天平秤重得之。

二、果實可溶性固形物(brix)及硬度

果實可溶性固形物之測定是以手持曲折式糖度計 (hand-refractometer; ATAGO) 測定之。以日本製物性測定儀 (Rheo Meter; CR-200D型) 之5號探針，面積約1cm，測定果實硬度。測定時先設定探針深入距離為20mm，測定三點，以平均值表示之。

三、果實可滴定酸度

取果肉 10 g，加入 100 mL 之蒸餾水研磨及過濾，取澄清液 25 mL 以 0.1 N 氫氧化鈉滴定，以 pH meter (臺製 JENCO 牌；6071 式) 測定滴定酸鹼度至 8.1，此為滴定中點。滴定結果按蘋果酸 (malic acid) 與氫氧化鈉之化學當量，以公式 (1) 計算，結果以百分率表示。

$$\text{可滴定酸含量}(\%) = A \times F \times 0.0067 \times 100 \div S \div 25 \times 100 \text{---(1)}$$

A：0.1 N NaOH 溶液的滴定值

F：NaOH 溶液的力價 (約為 1)

S：試料的稱取量

四、維生素C (Vitamin C) 含量

取打碎及攪伴均勻之番石榴原料 5 g，加入 3% 之偏磷酸 (HPO) 緩衝液 50 mL 後過濾，取過濾後之澄清液 5 mL 置入三角瓶中，再加入 5 mL 之偏磷酸緩衝液，用 indophenol 溶液滴定樣品至呈現粉紅色為止。以公式 (2) 計算還原型維生素 C 含量，單位以 mg/100g 表示。

$$\text{還原型維生素C (mg/100 g)} = (S \times 10/T \times 5) \times 100 \text{---(2)}$$

S：以標準維生素 C 0.02 g，經上述方法求出以 indophenol 滴定之體積 (mL)

T：樣品以 indophenol 滴定之體積 (mL)

五、核/果比

取果實由中央縱向切開，以測微尺測定果核縱面最寬處之寬度 (cm) 為核徑，測果實最寬處之寬度 (cm) 為果徑，取兩者之比值而得。

$$\text{核/果比} = \text{核徑} / \text{果徑}$$

六、果汁 pH 值

取適量果肉，以果汁機均勻打碎，再以 pH meter (臺製 JENCO 牌；6071 式) 直接測定而得。

結 果

不同土壤水分對番石榴果實產量之影響

由表 2 不同土壤水分對番石榴果實產量之影響可知，不論單株結果數、單株產量或平均單果重，均以土壤水分維持在 20~40cb 之處理區為最高 (分別為 25 個/月；12.8 公斤/月；510.3g)，對照不灌溉區為最低 (18 個/月；6.9 公斤/月；348.5)，而 40~60cb 處理區則

介於兩者之間（21個/月；9.8公斤/月；468.2g）。此外，兩種土壤水分處理區之平均單果重與對照區之差異及三種土壤水分處理區間之單株產量之差異均達顯著水準。此結果顯示，番石榴栽培為了提高產量，灌水為必須的作業，但仍以維持相當高的土壤水分(20~40cb)，才能獲致豐產。

表2、不同土壤水分對番石榴產量之影響

Table 2. The fruit yield of guava in different soil moistures

土壤含水量 (cb)	平均單果重 (g)	單株結果數 (個/月)	單株產量 (kg/月)
20-40	510.3±18.2 a ¹	25±3 a	12.8±1.6 a
40-60	468.2±19.3 a	21±3 a	9.8±1.3 b
對照區 ²	384.5±10.6 b	18±2 a	6.9±0.8 c

¹ Means of 12 fruits. mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

² Soil moisture higher than 80 cb.

不同土壤水分對番石榴果實品質之影響

由表3可知，果實可溶性固形物(brix)及果實硬度均以20~40 cb處理區最高(7.5 Brix；2.23 kg/cm²)，以對照不灌水區最低(6.8 Brix；1.97 kg/cm²)，40~60 cb處理區則介於兩者之間(7.2 Brix；2.11 kg/cm²)。酸度及核/果比則以20~40 cb處理區最低(0.22%及58.4%)，以對照區最高(0.25%；68.2%)，40~60 cb處理區亦介於兩者之間(0.24%；64.3%)。果汁酸鹼度亦以20~40 cb最高(4.16)，40~60 cb區其次(4.08)，而以對照區最低(3.92)。此外，兩種土壤水分處理區之果實糖度與對照區之差異以及三種土壤水分處理區間之核/果比、果實硬度及果汁酸鹼度之差異均達顯著水準。維生素C含量以20~40 cb處理區之值268.4 (mg/100 g)為最高，對照區之值187.5 (mg/100 g)最低，而40~60 cb處理區之值228.3 (mg/100 g)則介於兩者之。此結果顯示，番石榴栽培管理，要維持較高的土壤水分，才能獲致較高的可溶性固形物(brix)含量、果肉率(核/果比)、硬度(脆度)、pH值及維生素C含量以及較低之酸度等良好果實品質。

表3、不同土壤含水量對番石榴品質之影響

Table 3. The fruit quality of guava in different soil moistures

土壤含水量 (cb)	可溶性固形物 (Brix)	核/果比 (%)	硬度 (kg/cm ²)	酸度 (%)	果汁酸鹼度 (pH)	維生素C含量 (mg/100g)
20-40	7.5 a (±0.2)	58.4 a (±1.2)	2.23 a (±0.03)	0.22 a (±0.01)	4.16 a (±0.04)	268.4 a (±14.1)
40-60	7.2 a (±0.2)	64.3 b (±0.7)	2.11 b (±0.05)	0.24 a (±0.01)	4.08 b (±0.02)	228.3 b (±21.6)
對照區	6.8 b (±0.1)	68.2 c (±1.1)	1.97 c (±0.03)	0.25 a (±0.03)	3.92 c (±0.02)	187.5 c (±17.8)

¹ Means of 12 fruits. mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

² Soil moisture higher than 80 cb.

討 論

番石榴在本省栽植面積逐年增加，已成為重要之經濟果樹。由於週年開花結果，因此水分之供給甚為重要，倘若水分不足易造成果實小，且產量低、品質差之結果。然而水分供給應需有一定時機，特別是在結果期，若在土壤乾燥時才引水灌溉，植株及果實可能早以受影響。因此，為能即時補充土壤水分，供給植株及果實生長。本研究以自動灌溉系統控制土壤水分在兩種範圍（20~60 cb；40~60 cb），以探討適當控制土壤水分對番石榴果實產量及品質之影響。所得結果發現，高土壤水分（20~40 cb）區果實產量最高（表2），此結果與El-Khoreiby及Salem以相同材料所得結果趨勢一致，顯示提高土壤水分可增加番石榴果實之產量。此結果亦與國內施以枇杷為材料，黃及呂以柑桔為材料之研究認為，適當的灌溉將有助於增加枇杷之總重量及柑桔之單粒果重之結果一致。由於果實發育與土壤水分供給關係密切，而本結果亦顯示果實在發育期間，如有適當灌溉措施，將可促進果實生長。惟一般認為番石榴是屬較耐旱之果樹，但由本試驗結果發現，番石榴雖然不灌溉仍可正常開花結果，但若欲獲致豐產的收成，仍必須維持較高之土壤水分。

Allewldt及Ruhl以葡萄為研究材料發現，土壤水分較低時，葡萄乾物生產量會減少51~66%，且降低葡萄品質及糖度。本研究結果亦發現對照區果實可溶性固形物（糖度）最低，而以20~40 cb處理區最高（表3），此與前述學者之結果相符合，顯示增加土壤含水量除增果實重量外，亦可增加果實之糖度。此外，土壤水分不足除對植株生長發育及葉片大小造成影響外，對果實發育之影響主要通過對膨壓的減低，且光合成產物亦減少。因此，對照區果實糖度較低之原因，可能因土壤水分不足造成葉片光合成率及光合產物之量下降，因而影響同化物質在果實中之累積。

番石榴果實維生素C含量豐富，可高達979 mg/100 g以上，為一般果實中含量最多者。由本研究結果獲知，土壤水分愈高之處理區，維生素C含量亦較高（表3），故栽種番石榴時需加強土壤水分之管理，以免影響果實內維生素C含量。進一步分析果實硬度、酸度、核/果比及果汁酸鹼度之結果，均以20~40 cb土壤水分處理區最佳，而以對照區最差（表3）。雖然如前述一般認為番石榴為熱帶果樹中較耐旱之果樹，但由上述結果可知，在番石榴栽培管理上，為獲致豐產質優的結果，土壤水分之管理，仍應維持在20~40 cb之較高土壤水分為宜。

結 論

土壤水分與果實生長之關係密切，果實一經脫離土壤水分控制即無品質可言。本研究以水分張力計控制之自動灌水系統下之灌溉區，可較不灌溉之對照區明顯提高番石榴果實產量及品質，而以土壤水分控制在20~40 cb為番石榴栽培上之適當土壤水分域。

誌 謝

本研究承蒙行政院農業委員會研究經費補助（計畫編號84科技-2.2-糧-64(4)），謹誌謝忱。本文承蔡青園博士及王維德助理協助實驗、資料整理、統計分析及打字，謹此致謝。

參考文獻

- 1.王武彰 1987 泰國種番石榴肥培管理技術 興農 224:8-9。
- 2.台灣省政府農林廳 1995 臺灣省農業年報(84年版)。
- 3.江國忠 1991 洋香瓜結果期土壤水分管理與不同氮、磷、鉀比率對果實品質及產量之響試驗 土壤肥料試驗研究報告 (79): 111-117。
- 4.周泰鈞、張茂盛 1991 番荔枝果園土壤水分管理對果實品質及產量之影響 土壤肥料試驗報告 79:88-104。
- 5.洪清煌、王德南、黃朝宗、朱添進 1992 果樹 地景企業股份有限公司 87-91頁。
- 6.施昭彰 1994 枇杷之水分生理與管理 枇杷生產技術研習會專集 臺灣省臺中區農業改良場特刊 34:127-134。
- 7.段盛海、楊海明 1992 食品化學實驗 藝軒圖書出版社 51-94頁。
- 8.郭文鑠 1980 臺灣農業氣候規劃 中央氣象局 臺北。
- 9.許仁宏 1985 番石榴栽培及產期調節技術 行政院農業委員會 臺灣省農林廳編印 22頁。
- 10.許仁宏 1991 番石榴栽培及產期調節技術 台灣農村 24(5):23-27。
- 11.陳敏祥 1985 臺灣番石榴之栽培管理與產期調節 台灣農村 20(3):29-31。
- 12.陳敏祥 1988 番石榴品種 高雄區農業推廣簡訊 6:13。
- 13.陳敏祥 1990 番石榴之營養及肥培管理 果樹營養與果園研討會專集 臺灣省台中區農業改良場特刊 20:135-144。
- 14.陳敏祥 1993 番石榴品種改良 果樹育種研習會專刊 臺灣省農業試驗所特刊 37: 249-260。
- 15.黃和炎、呂俊監 1991 坡地柑桔園土壤水分及營養管理技術改進 臺灣省臺南區農業改良場研究彙報 27:17-24。
- 16.劉熙 1985 果樹生理與栽培 恆生圖書公司 五州出版社印 227-277。
- 17.廖春梅 1990 臺灣番石榴調查報告 臺灣省農林廳編印。
- 18.Alleweldt, G., and E. Ruhl. 1982. Untersuchungen zum gaswechselder rebe II. Einfluss langan- haltender bodentrockheit auf leistungsfashigkeit verschiedener rebsorten. Vitis 21:313-324.
- 19.Brun, C.A., J.T. Raese, and E.A. Stahly. 1985. Seasonal response of 'Anjor' pear trees to different irrigation regimes. I. Soil moisture, water relations, trees and fruit growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110:830-834.
- 20.El-Khoreiby, A.M.K., and A.T. Salem. 1989. Effect of different irrigation regimes on growth, fruiting and fruit quality of seedy guava tree. Ann. Agri. Sci. 34:313-321.
- 21.Lim, T.K., and K.C. Khoo. 1990. Guava in Malaysia: Production, Pests and Diseases. Tropical Press San. Bhd. Kuala Lumpur, Malaysia. pp.90-99.

Effects of Different Soil Moistures on Fruit Yield and Quality of Guava (*Psidium guajava* L.)

Lih-Shang Ke

Department of Plant Industry, National Pingtung Polytechnic Institute

SUMMARY

The effect of the soil moisture on fruit yield and quality of guava was investigated. Guava were cultivated in three different soil moisture levels, 20-40 centibar (cb), 40-60 centibar (cb), and a control without irrigation above 80cb, were monitored by a tensiometer-based automatic irrigation system in the guava orchard. Fruit yield was highest at 20-40 cb, with 25 fruits/month/plant, which is equivalent to 12.8kg/month/plant. The average fruit weight is 510.3g. In the control without irrigation, the yield was 18 fruits/month/plant, or 6.9kg/month/plant. The average fruit weight is 384.5g. The yield at 20-40 cb was in between the two treatments. The soluble solid content (0 brix), firmness, vitamin C content and pH of juice were all highest in the treatment of 20-40 cb. The lowest fruit quality was observed in the control. While the core /flesh ratio and acidity was highest in the control. The results of this study suggest that proper irrigation may enhance fruit yield and quality.

It is recommended that the soil moisture content of guava orchard should be maintained at 20-40 cb, in order to attain a good yield.

Key words: guava, soil moisture, fruit yield, fruit quality.