

設施小果番茄節水灌溉

許涵鈞、劉依昌

臺南區農業改良場助理研究員

一、摘要

小果番茄是臺灣主要的設施栽培蔬果，主要產季集中於秋冬季，高溫高濕為臺灣設施小果番茄生產限制因子，透過適當的溫室微氣候管理與灌溉管理能穩定小果番茄品質與產量，本研究調查設施小果番茄於滴灌及淹灌栽培之用水量，結果顯示滴灌栽培用水量約為淹灌栽培之一半，且裂果率明顯較低。而設施灌溉策略必需同時考量多項環境因子，太陽輻射量與溫室內蒸發散作用高度相關，為建立臺灣椰纖栽培灌溉模式，分別以光積值達 $200\text{J}/\text{m}^2$ 及 $500\text{J}/\text{m}^2$ 進行灌溉，春夏作試驗結果，以光積值達 $500\text{J}/\text{m}^2$ 為灌溉基準，於小果番茄生產初期之果實糖度較高，但植株生長勢衰弱，建議生長期進入第二個月後以光積值達 $200\text{J}/\text{m}^2$ 為灌溉基礎，每日灌溉次數達 9~13 次。

關鍵字：設施番茄、滴灌、節水灌溉、介質栽培

二、前言

番茄(*Solanum lycopersicum*)為世界上重要果菜之一，依據農業統計年報顯示，臺灣地區 104 年栽培面積約為 4,800 公頃，年產量超過 10 萬公噸；其中設施栽培面積約為 700 公頃，主要集中在嘉義縣及雲林縣等地；簡易設施為目前臺灣地區小果番茄生產普遍使用設施種類，雖然簡易溫室環控條件雖不如密閉溫室精準，配合栽培品種之選擇，所生產之小果番茄在消費市場上受到好評，農友種苗公司育成的「玉女」為目前設施栽培之主流品種，近年更嘗試外銷至加拿大、新加坡及香港。

臺灣設施小果番茄由定植至採收結束之生育期約 8~9 個月，每公頃淹灌用水量約為 4020~6030 公噸，滴灌則為 860~1300 公噸；然而以淹灌方式約有 50% 以上的水並非由植物吸收利用，除造成水資源浪費外，番茄果實可溶性固形物也會降低。而荷蘭研究報告顯示，使用養液滴灌系統配合介質栽培，平均每年每平方公尺耗水量約 500~900 公升，每株每日需水量約在 0.19~1.03 公升；配合溢流水回收利用每公升灌溉水約可產生 68 公斤番茄(鮮重)。設施內微氣候及植物生長狀況不同所需灌溉量亦不同，如番茄苗期，每株每日需水量約 0.05 公升，成株在晴天下，每株單日需水量約高達 2.7 公升。究竟何時需要灌溉?灌溉多少量?是溫室作物管理重要課題。本計畫擬以噴灌及淹灌兩種方式進行灌溉，調查番茄生育期之用水量及品質。並以光積值配合設施微氣候因子進行灌溉策略設定，同時調查植物生長及介質含水量，擬找出最佳灌溉頻率。

三、材料與方法

3.1 灌溉方式對小果番茄品質影響

1. 試驗材料：小果番茄「玉女」
2. 試驗地點：臺南市新化區力霸型溫室內
3. 試驗處理：以養液滴灌及淹灌兩種處理，依植株生長狀態進行灌溉，栽培期間每兩周施用固體肥料，栽培期前 2 個月施用臺肥 43 號，生育期第 75 天後施用臺肥 6 號
4. 調查項目：用水量、果實產量及果實品質

3.2 建立椰纖介質栽培之灌溉模式

1. 試驗材料：小果番茄「玉女」
2. 試驗地點：臺南市新化區玻璃溫室內
3. 試驗處理：以椰纖為栽培介質，灌溉方式採養液滴灌，養液配方及灌溉量依植株生長階段調整。分別以光積值達 $500\text{J}/\text{m}^2$ (A 處理)及 $200\text{J}/\text{m}^2$ (B 處理)進行滴灌，灌溉量則以每次灌溉後溢流量達灌溉量 20%。
4. 調查項目：介質含水量、溢流量、灌溉量、設施內溫濕度、果實產量及果實品質

四、結果與討論

4.1 灌溉方式對小果番茄品質影響

參試材料於 105 年 2 月 19 日定植於本場力霸型溫室中，以土壤為栽培介質，採雙幹整枝，栽培過程中以市售固體化學肥料為主，依據生長期於栽培前 2 個月每兩周施用臺肥 43 號，第 75 天開始改施用臺肥 6 號；於同年 5 月上旬進入採收期，至同年 6 月 16 日進行最後一次採收及品質調查。灌溉頻率則依據植株生長狀況調整，並由流量計紀錄試驗期間用水量。結果如表一所示。

表一、比較淹灌及滴灌兩種灌溉方式對「玉女」小果番茄生育之影響*

	單果重 (g)	糖度 (Brix)	滴定酸 含量(%)	硬度 (kg)	色相角度	彩度	產量 (kg/分)	裂果率 (%)	用水量 (公噸/分)
滴灌	12.97	8.97	0.29	3.75	47.68	34.56	2331.25	13.00	403.98
淹灌	12.70	8.73	0.29	3.61	48.80	34.04	2322.66	32.00	838.33

* 表中品質分析數據為四次調查之平均值

研究結果顯示栽培期間滴灌用水量約為每分地 404 公噸，為淹灌用水量(每分地 838 公噸)之一半。比較小果番茄之果實品質，採用滴灌栽培之單果重、糖度、硬度及

產量略高於淹灌栽培，但滴灌栽培之裂果率僅有 13%，明顯低於淹灌栽培之 32%。介質水分含量是影響番茄品質因素之一，輕微水分逆境是提高品質手段之一，本場曾比較在不同土壤水份含量條件下栽培之小果番茄品質與產量，栽培於土壤含水量 10% 處理用水量為 30% 處理組之一半，且果實裂果率顯著較低，可溶性固形物的含量顯著高於含水量 30% 處理組。由本研究結果亦能證實，藉由滴灌控制土壤水分含量可以達到節水同時減少裂果率。

4.2 建立椰纖介質栽培之灌溉模式

由於「玉女」小果番茄為國內設施栽培主要品種，本試驗僅以「玉女」單一品種，不同灌溉量進行處理，並未針對不同品種間差異進行試驗處理異。春作試驗：於 105 年 3 月 22 日定植小果番茄「玉女」於試驗溫室中，以 100*12*10 公分之椰纖栽培袋為介質，栽培密度為 2 株/平方公尺，採雙幹整枝，共定植 280 株。分別以光積值達 500J/m² (A 處理)及 200J/m² (B 處理)進行滴灌 150mL。試驗期間第一個月(3/22~4/22)，植株平均葉片數由 7 片增加至 19 片，平均每株約有 2 串花序，溫室內平均日夜溫為 29.7/23°C，太陽輻射量累積為 37,356 J/m²，A 處理之累積灌溉量為 2.6L/m²，平均溢流量為 %，B 處理之累積灌溉量為 60.8L/m²，平均溢流量為 3.8%。生育期第二個月(4/23~5/22)植株平均葉片數由 19 片增加 22 片，平均花序數 2 增加至 9；溫室內平均日夜溫為 31.1/25.7°C，太陽輻射量累積為 36,730 J/m²，A 處理之累積灌溉量為 68.6L/m²，平均溢流量為 0.4%，B 處理之累積灌溉量為 182L/m²，平均溢流量為 1.1%。於本試驗中，顯示於高溫期時當植株生育葉片數達近 22 片，溫室內蒸發散量與 68.6L/m² 相近。

表二、試驗期間溫室內微氣候條件與灌溉溢流量

	日夜均溫°C	累計太陽輻射量	累計用水量 L/m ²	溢流量%
3/22~4/22				
500J/m ²	29.7/23	37,356 J/m ²	22.6L/m ²	2
200J/m ²			60.8L/m ²	3.8
4/22~5/22				
500J/m ²	31.1/25.7	36,730 J/m ²	68.6L/m ²	0.4
200J/m ²			182L/m ²	1.1

評估植株生長勢，A 處理生長勢相對較弱，於定植後第 10 周進行果實性狀調查，A 處理之單果重為 9.3g，糖度為 8.8°Brix；B 處理之單果重為 11.9g，糖度為 7.8°Brix；

比較兩處理果實品質，A 處理於進入生育期第二個月後處於輕微水分逆境下，果實糖度較高，但硬度較高(4.22kg)；分析其植株生長勢，A 處理植株乾重為 70.8g，B 處理為 109.6g，顯示 A 處理之植株生育受到限制；且 A 處理之平均每株花序數為 9.5，每串花數為 13.4 朵，明顯低於 B 處理之平均每串花數 18.4。

表三、試驗期間番茄生育性狀調查

	單果重 g	糖度 Brix	硬度 kg	植株乾重 g	花序數	每串 花數	結果率 %
A 處理	9.3	8.8	4.22	70.8	9.5	13.4	14.4
B 處理	11.9	7.8	3.26	109.6g	10.8	18.4	10.5

直接偵測土壤水分或水勢的反應，為灌溉策略之主要因子。目前已有許多感測器可用來偵測土壤含水狀態，常見土壤水偵測包括土壤張力計、電容式水分感測器及 Watermark 土壤濕度感測器。但不論是何種土壤水分感測器皆需與介質緊密接觸。而蒸發散量(Evapotranspiration)的計算常用來評估灌溉時機，而溫室中光度、溫度、濕度、風速、葉面積等因素均會影響蒸發散量，其中光度(太陽輻射強度)與蒸發散最為相關。光積值(Radiation sum)是光照強度經過一段時間的累加計算之後的數值，利用光積值達到設定值便啟動灌溉為常見灌溉策略依據；即在太陽輻射相對較高時(如:晴天、中午)，作物蒸散作用旺盛，此時啟動灌溉頻率較為密集，反之陰雨天的灌溉次數相對較低，能減少過度灌溉造成的浪費及因溼度變化造成的裂果比例，因此本研究採用光積值為灌溉基礎，評估臺灣地區小果番茄之灌溉頻率。

灌溉頻率必須同時考量多項因子，植槽/植株秤重裝置廣泛利用於椰纖等組成鬆散的介質，荷蘭設施栽培廣泛利用植槽重量監測裝置，透過栽培袋重量變化可以直接偵測植株與介質因為蒸發散作用減少的水分，以及灌溉的量是否足夠，在灌溉策略上是一個相當重要的指標。未來也將朝向以植槽重量變化建立台灣設施番茄之灌溉模式。

五、結論

「玉女」為國內小果番茄主要栽培品種，因皮薄口感佳廣受消費者喜愛，相對也容易因環境劇烈變化而裂果，維持生產環境穩定避免土壤濕度劇烈變化是理想灌溉策略目標。而光線、溫度、濕度及植物生長等都是影響決策的因子，因此必須參考多項指標同時評估且隨著植物生長與環境而調整。本研究結果顯是透過滴灌栽培能夠有效減少用水量，同時提高品質，減少裂果發生。而太陽輻射為影響植物蒸發散量及設施微氣候的主要因子，以光積值達 $500\text{J}/\text{m}^2$ 為灌溉基準，於小果番茄生產初期之果實糖度高於 $200\text{J}/\text{m}^2$ 為灌溉基準，但植株生長勢較弱，且於生長期進入第二個月後灌溉溢

流量近 0%，顯示月累積灌溉 68.6L/m² 不足以供應生長所需。於植株葉片數達 20 片以上，因植株蒸散作用增加及果實進入膨大，用水量逐漸增加，應再增加灌溉量。

六、參考文獻

1. 徐鶴林、李景富。2007。中國番茄。中國農業出版社。
2. 謝明憲、劉依昌、許涵鈞、江汶錦、鍾瑞永。2012。小果番茄肥液滴灌管理研究。臺南區農業改良場研究彙報第 59 號:9-18。
3. 謝明憲、許涵鈞。2013。設施節水滴灌應用資材及技術簡介。臺南區農業專訊 84 期。1-9。
4. Callejón-Ferre A. J., Manzano-Agugliaro F., Díaz-Pérez M., Carreño-Ortega A. and Pérez-Alonso J. 2009. Effect of shading with aluminised screens on fruit production and quality in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under greenhouse conditions. Spanish Journal of Agricultural Research 2009 7(1), 41-49.
5. Iraqi D., S. Gagnon, S. Dube and A. Gosselin. 1995. Vapor Pressure Deficit (VPD) Effects on the Physiology and Yield of Greenhouse Tomato. HortScience.30(4):846.
6. Martin P.N. Gent. 2007. Effect of Degree and Duration of Shade on Quality of Greenhouse Tomato. Hort Science June 2007 vol. 42 no. 3 514-520 - 4 – 1050629.
7. Sandri, M.A.; Andriolo, J.L.; Witter, M; DAL ROSS, T. 2003. Effect of shading on tomato plants grow under greenhouse. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 4, p. 642-645.
8. Shina, E.H., J. S. Parkb and J. E. Sona. 2014. Esimating the actual transpiration rate with compensated levels of accumulated radiation for the efficient irrigation of soilless cultures of paprika plants. Agricultural Water Management 135:9-18.