

土壤蒸汽處理對溫室東方甜瓜生育之影響¹

王毓華² 蘇俊峰³ 楊智凱⁴ 林毓雯⁵ 林楨祐⁶ 魏夢麗^{2,7}

摘 要

王毓華、蘇俊峰、楊智凱、林毓雯、林楨祐、魏夢麗。2011。土壤蒸汽處理對溫室東方甜瓜生育之影響。台灣農業研究 60:167-177。

由於近年來溫室土壤經長期連作，造成東方甜瓜植株提早萎凋，影響其產量及品質。本研究以東方甜瓜‘嘉玉’為試驗材料，以嘉義太保市蔬果栽培溫室為試區，利用自走式蒸汽處理機進行土壤蒸汽處理，以了解其能否改善溫室內長期連作造成土壤問題，進而促進植株生長與生育，並提高果實產量與品質。試驗結果顯示，土壤蒸汽處理過程中，土層深度 10 cm 處，土壤平均溫度連續 1.5 小時超過 60°C。土壤經蒸汽處理後，東方甜瓜植株生長勢較對照組佳，葉片長、寬顯著較大，而萎凋情形也顯著較輕微；處理組的果實產量可提高 38.1%，總收成率為 95.8%，平均單果重為 555.9 g，果長、果寬、果肉厚均顯著較對照組佳。因此可知，溫室內土壤經蒸汽處理，對東方甜瓜的植株及果實生育均具有正面效果。

關鍵詞：甜瓜、土壤蒸汽處理、連作障礙、果實性狀。

前 言

東方甜瓜 (*Cucumis melo* L.) 為葫蘆科 (Cucurbitaceae) 一年生蔓性草本作物，屬於薄皮甜瓜 (*C. melo* L. var. *makuwa* Makino)，消費市場俗稱為美濃瓜，又可稱為香瓜，具有成熟期短、果實甜度高、香氣強、風味佳、肉質脆等特性。根據 98 年農業統計年報資料顯示，台灣東方甜瓜的年栽培面積約 2100 ha，主要產地包括屏東縣 (487 ha)、高雄縣 (468 ha) 及雲林縣 (438 ha) (COA 2009) 等地。過去蔬菜栽培

方式大多採匍匐式露地粗放栽培，隨著農業栽培技術進步，塑膠布溫室設施栽培多應用於生產高經濟價值的蔬果，例如網紋洋香瓜、小果番茄及甜椒等，藉由設施的利用可降低作物直接暴露於自然環境下的風險，避免其對蔬果生產造成損失，以穩定蔬果栽培生產。但是塑膠布溫室在夏季易發生高溫蓄積及土壤鹽分累積問題，進而影響作物生長發育 (Higashide 2009; Wubs *et al.* 2009)，使得塑膠布溫室在高溫期的利用性受到限制。為了提高塑膠布溫室於高溫期之使用效益，農友將較耐高溫的東方甜瓜引

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2544 號。接受日期：100 年 8 月 23 日。
2. 本所作物組助理研究員、前助理研究員。台灣 台中市。
3. 本所植物病理組助理研究員。台灣 台中市。
4. 本所農業工程組副研究員。台灣 台中市。
5. 本所農業化學組助理研究員。台灣 台中市。
6. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員。台灣 高雄市。
7. 通訊作者，電子郵件：yhwang@tari.gov.tw；傳真機：(04)23338162。

進設施內栽培，利用精緻化管理方式，採用植株直立式栽培，每株只選留 1-2 個果實，不但提昇果實品質，也提高產品價格。利用溫室栽培東方甜瓜可避免下雨季節植株直接受到雨害，也減少露天栽培所面臨的病蟲害問題，尤其是藉由雨水飛濺所傳播的病害和大型昆蟲。

由於溫室受限於固定式的結構，不易與水田輪作，加上土壤缺乏天然雨水淋洗，可能衍生其他病蟲害侵襲或連作障礙。連作障礙因作物種類、栽培環境及管理模式而異，包括頻繁的重機械耕耘或湛水狀態下耕耘造成之土壤物理性劣變、植物根分泌或殘株分解釋出相剋化學物 (allelochemical) 而產生自毒性 (autotoxicity)、有益微生物族群及數量變化造成病原菌數量增加、及肥料施用未能配合作物養分需求所造成之養分失衡等。多種植物具有自毒性，如紫花苜蓿、大豆、綠豆、水稻、甘蔗、小麥、大麥、玉米、蘆筍、番茄、茄子、萵苣、花胡瓜、西瓜、向日葵、萬壽菊、茶、咖啡等 (Liu *et al.* 2008)。土壤養分失衡則最常發生於缺乏雨水淋洗的設施栽培環境，設施栽培通常複作指數較高，施用的肥料缺乏雨水淋洗，也容易使鹽分在土壤中累積、滲透壓上升，造成植物的根無法正常吸收水分及養分，因而影響生長。台灣氣候高溫多濕，設施栽培的期作數較溫帶國家更多，故較露天栽培更易發生連作障礙，而設施栽培甜瓜之連作障礙則以病原菌族群數量增加造成根部病害、鹽分累積造成水分及養分吸收障礙為最常見。

甜瓜若因連作障礙使得根系受到嚴重傷害時，首先發生的病徵為植株快速萎凋 (melon vine decline)，在著果後的果實膨大期尤其嚴重。由於果實膨大時需要大量水分，此時植株若因外在因素的干擾，特別是病原微生物的感染，便會發生植株快速萎凋及死亡的現象，使得甜瓜果實品質降低或失去商品價值 (Martyn & Miller 1996)。目前該病害已在世界

各地造成甜瓜產地的嚴重經濟損失，從地中海沿岸、美國到亞洲均有相關報導 (Uematsu *et al.* 1985; Aegerter *et al.* 2000; Garcia-Jimenez *et al.* 2000; Chilosi *et al.* 2008)。造成甜瓜植株快速萎凋的原因，可能有多種土壤傳播性病原菌，其可單獨或複和感染 (Fita *et al.* 2009a)，包括 *Monosporascus cannonballus* Pollack et Uecker (黑點根腐病)、*Acremonium cucurbitacearu* Alfaro-Garcia W. Gams et Garcia-Jimenez、*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich 和 *Rhizopycnis vagum* DF Farr 等 (Bruton & Miller 1997; Garcia-Jimenez *et al.* 2000; Chilosi *et al.* 2008)。近年來，台灣甜瓜產區亦有發生甜瓜植株快速萎凋的問題，經鑑定主要病原菌為 *M. cannonballus* 所引起的黑點根腐病，病害嚴重發生時，發病率達 80% 以上 (Tsay & Tung 1994; Lin *et al.* 2008)。

針對土壤連作所衍生的問題，已有多種技術用以克服栽培障礙，包括輪作、太陽能熱處理、化學藥劑燻蒸、嫁接及蒸汽處理等 (Ucko *et al.* 1992; Palti & Katan 1997; Pivonia *et al.* 2002; Fita *et al.* 2007; Triky-Dotan *et al.* 2009)。利用水旱田輪作可於露天栽培上解決連作障礙，然而東方甜瓜溫室栽培則受限於設施條件與經濟效益，不容易被農友所採用。太陽能熱處理應考量日照環境的因素，往往還需配合土壤燻蒸處理，以提高其效果 (Gamliel *et al.* 2000)。但以化學藥劑操作土壤燻蒸雖具效果，燻蒸藥劑卻可能危害人體健康及環境，在使用上受到法律條文的管制 (Cohen *et al.* 2000; Stanghellini *et al.* 2003)。嫁接處理則普遍使用於園藝作物上，有關甜瓜嫁接已有許多相關研究報告 (Fita *et al.* 2007; Beltran *et al.* 2008)，但隨著栽培品種不同，嫁接砧木的選擇需要長期審慎評估接穗與砧木間的親和性等問題 (King *et al.* 2008)。利用土壤蒸汽消毒處理解決土壤傳播病害國內外均有文獻報告 (Gay *et al.* 2010; Lee *et al.*

2007; Liu 2007), 主要乃利用高溫殺死土壤中的病原微生物, 但是因過去的蒸汽處理機機體笨重、移動困難、使用不便 (Liu *et al.* 1998), 此外, 燃料能源的消耗亦為蒸汽處理使用上必須考慮的問題。

國內東方甜瓜於溫室經過長期連作後, 近年來也開始出現植株提早萎凋的現象, 其可能原因尚無相關研究報導, 亦無有效可行的解決方案。因此為了在短期內提供迅速、有效的非農藥解決方法, 本研究乃利用農業試驗所所開發的自走式土壤蒸汽處理機, 進行溫室內土壤蒸汽處理, 評估東方甜瓜植株生育情形、植株萎凋狀況及果實品質, 以作為溫室東方甜瓜栽培上的參考。

材料與方法

土壤蒸汽處理田間試驗設計

農試所於 2008 年初研製完成田間自走式土壤蒸汽處理機, 以物理性蒸汽高溫殺死病原

菌以達到防治土壤傳播性病害之效果。本機由蒸汽產生器與自走動力底盤兩大部分組成, 蒸汽產生能力為 1500 kg/h, 並藉由 85 馬力柴油引擎提供履帶行走動力, 可於田間或連棟設施間靈活移動 (圖 1)。本試驗於 2009 年 7 月選定嘉義縣太保市一處 PVC 塑膠溫室為試驗田, 本試區已經過每年 2 期作, 至少 3 年連作栽培東方甜瓜‘嘉玉’, 溫室四周以 32 目防蟲網隔離, 試驗區為 8 m × 60 m (寬 × 長), 土壤處理分為蒸汽處理組及未經蒸汽處理組 (對照組)。溫室土壤於處理前需經由充分翻土整地使其質地均勻, 田區設計採 CRD, 每處理 4 重複, 每重複栽培 100–120 株。土壤蒸汽處理組於該年 7 月 17 日進行處理, 先將栽培土壤以耕耘機開溝作畦, 蒸汽管線佈於畦面上預定之栽培位置, 上方覆蓋塑膠蓋片, 確保處理作業過程蒸汽可有效滲入土壤, 並分別於田間 4 處距離蒸汽管線約 50 cm 處土壤中埋設 PT100 感溫棒, 監測深度分別為 5、10 及 15 cm, 以小型紀錄



圖 1. 自走式蒸汽處理機。

Fig. 1. A self-propelled soil disinfector for steaming the soil used in this study.

器 (Temperature logger, MicroLog PRO-EC750, Fourier Systems Ltd., Israel) 監測記錄蒸汽處理過程溫度變化。於蒸汽處理當日上午 11 時 50 分完成佈線工作，自 12 時 30 分開機處理，處理 3.5 小時 (下午 4 時) 關機，接著再悶 0.5 小時，全程蒸汽處理時間為 4 小時。對照組則依慣行法，土壤經翻土整地後，開溝作畦備用。

供試材料

供試植株材料選用東方甜瓜‘嘉玉’ (農友種苗公司)，首先將種子以億力 1000 倍做表面消毒 30 分鐘，並以流水浸種 24 小時後，置於鋪有濕布的培養皿中，移至定溫箱催芽 (30°C 黑暗處理)，待種子有芽點長出 (約 0.2 cm) 時，栽種於含有泥炭土栽培介質的 104 格育苗盤。播種後 2 星期，植株幼苗即會有 2 片本葉伸展。植株幼苗於該年 7 月 20 日定植於試驗田，採用土耕直立式栽培，行距為 1 m，株距為 0.25 m。

植株及果實性狀調查與統計分析

植株栽培管理：植株定植於試驗田後，採單株留主蔓的栽培管理方式，待植株生長至攀爬網頂端時 (約 180 cm) 摘除頂芽。於主蔓第 10–15 節之間選擇 1–2 條強健的子蔓為著果位置。授粉後，當子房膨大至直徑 2 cm 時進行疏果，每植株僅留 1 個果型端正之幼果，其他栽培管理則依溫室栽培東方甜瓜慣行法管理之。

植株性狀調查方法：本試驗於東方甜瓜生育期間採樣 3 次，分別為定植後 31 (開花期)、38 (小果期) 及 45 天 (中果期)，每重複逢機採樣 10 植株，調查其葉片生長情形，調查項目包括著果節位上下共 4 片葉片之葉長及葉寬；為了評估溫室栽培之東方甜瓜連作障礙所衍生的植株提早衰敗問題，分別於定植後 21 天 (開花前)、45 天 (中果期) 及 52 天 (大果期) 調查不同生育時期植株萎凋情形，每重複調查 80 株；由於植株萎凋時會伴隨著葉片黃化現象，故同時逢機選取 10 株，以葉綠素計 (Chlorophyll

meter, SPAD-502, Minolta Co. Ltd., Japan) 測定著果節位葉片之 SPAD 讀值，每葉片測 2 點，取其平均值，以了解東方甜瓜生育過程植株萎凋與葉片黃化現象。

果實性狀調查方法：於雌花開花後 7 (定植後 38 天，小果期)、14 (定植後 45 天，中果期) 及 21 天 (定植後 52 天，大果期) 調查甜瓜之著果節位和果實周徑。於 9 月 8–13 日 (植株定植後 50–55 天) 待果實轉色後，每重複逢機採收 10 個果實，調查單果重量，並將果實剖半後，量測果實之長、寬、果肉厚及果肉之可溶性固形物。

統計分析：本試驗調查所得各項資料均以 SAS-EG (Version 4.1, 2006) 統計分析軟體進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA) 及最小顯著差異性測驗 (least significant difference test, LSD test)。

結 果

土壤蒸汽處理溫度監測

根據土壤溫度監測記錄 (圖 2)，土壤蒸汽處理前，不同深度的土壤溫度在 4 個監測點均為 40°C 以下，蒸汽處理後約 1.5 小時，土壤溫度開始上升，約 3.5 小時 (下午 4 時) 後關機，此時溫度達到最高峰，土壤深度 5 cm 處 4 個監測點平均為 83.6°C、土壤深度 10 cm 處平均為 69.2°C 及土壤深度 15 cm 處平均為 53.3°C。以土壤深度 10 cm 處而言，4 個監測點溫度達 60°C 以上之處理時間，皆超過 1.5 小時。根據觀察，蒸汽處理機關機後土壤深度 5 cm 與 10 cm 處土壤溫度開始下降，而土壤深度 15 cm 處因熱傳導持續進行，處理後 4 小時 (下午 4 時 30 分) 約略繼續升溫 1°C，而後才開始下降。

植株生育性狀比較分析

為了評估土壤蒸汽處理對東方甜瓜植株生長的影響，分別於定植後 31、38 及 45 天調查葉片大小，由於東方甜瓜在定植後 31 天左右，

植株已開始開花著果，經由人工摘除頂芽後，葉片完全展開，隨著生長期增加，葉片大小固定而不再增加，因此本報告僅列出定植後 31 天的結果。根據觀察，栽培於蒸汽處理過之土壤的東方甜瓜，植株生長勢強、生長整齊，當葉片數量長至平均 27 片時，植株已開始開花著果，因此即進行人工摘除頂芽。對照組則植株生育情形不整齊、生長勢差，直到平均葉片數量為 29 片時，才開始正常開花著果。進一步比

較著果節位上、下葉位之葉片大小在處理間的差異，由表 1 結果可知，在 5% 顯著水準下，蒸汽處理組所調查 4 片葉的平均葉長及葉寬均顯著較對照組為大。觀察東方甜瓜植株萎凋與葉片黃化情形，由圖 3 結果顯示，隨著定植日期增加，蒸汽處理組與對照組的植株萎凋比率也增加 (圖 3A)，然而葉綠素計讀值則呈現降低趨勢 (圖 3B)。當植株定植 21 天尚未開花時，處理組植株萎凋情形不明顯，平均萎凋率

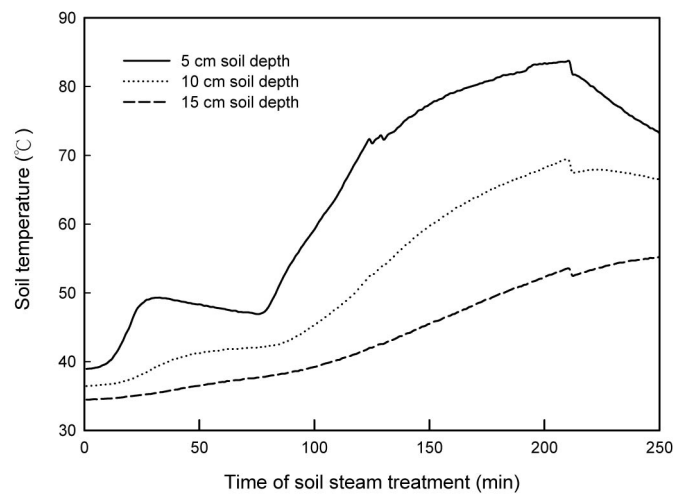


圖 2. 蒸汽處理過程不同土壤深度之溫度變化。

Fig. 2. Effect of duration of steam treatment on soil temperatures measured at different soil depths.

表 1. 土壤蒸汽處理對東方甜瓜‘嘉玉’果實著果節位上、下各 2 片葉之葉片大小的影響^z

Table 1. The effects of steam treatment of soil on leaf size of oriental melon ‘Grill’^z

Soil treatment	1 st leaf ^y		2 nd leaf		3 rd leaf		4 th leaf	
	Length (cm)	Width (cm)	Length (cm)	Width (cm)	Length (cm)	Width (cm)	Length (cm)	Width (cm)
Steaming	13.9 ± 0.1 a ^x	20.6 ± 0.1 a	13.8 ± 0.1 a	19.9 ± 0.4 a	14.0 ± 0.2 a	19.6 ± 0.1 a	14.2 ± 0.4 a	20.3 ± 0.2 a
Control	11.5 ± 0.2 b	16.8 ± 0.4 b	11.4 ± 0.2 b	16.7 ± 0.2 b	11.4 ± 0.3 b	16.4 ± 0.3 b	11.3 ± 0.2 b	16.4 ± 0.3 b

^z Leaves of 31 day-old plants grown in the greenhouse were measured for length and width.

^y 1st leaf: the leaf above the fruiting node; 2nd leaf: the leaf on the fruiting node; 3rd leaf: first leaf below the fruiting node; and 4th leaf: second leaf below the fruiting node.

^x Mean ± standard error (n = 4). Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test.

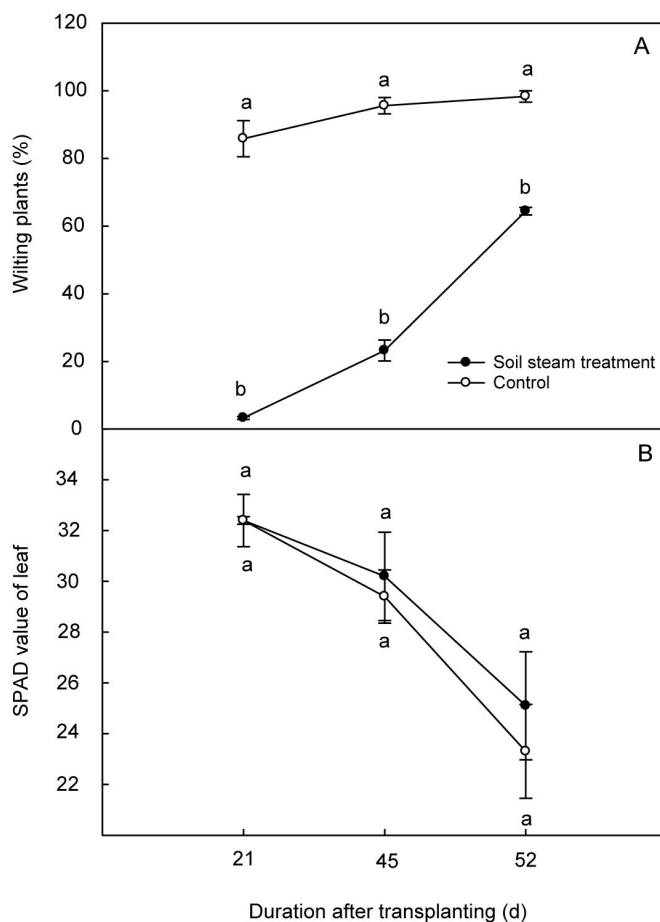


圖 3. 土壤蒸汽處理對東方甜瓜‘嘉玉’不同生育時期 (A) 植株萎凋情形之影響及 (B) 著果節位之葉片葉綠素讀值。

Fig. 3. Effects of soil steam treatment on wilt of plants (A) and leaf SPAD value (B) of oriental melon ‘Grill’ at different growth stages. Error bar is the standard error (n = 4). Means with the same letter for each growth stage are not significantly different at 5% level by LSD test.

僅為 3.3%，對照組則已高達 85.8%。授粉後隨著果實膨大發育，處理組植株萎凋現象較對照組緩慢，於果實採收前的大果期（定植後 52 天），處理組植株萎凋率僅升高至 64.4%，而對照組則快速萎凋且幾乎皆已萎凋，兩者萎凋率有顯著差異。雖然處理組與對照組之東方甜瓜著果節位葉片的葉綠素讀值未有顯著差異，但隨著植株萎凋發生，葉綠素讀值則有下降的趨勢。

植株產量及果實性狀比較分析

本試驗結果顯示果實收成率在處理組與對照組之間未達顯著差異（表 2），但經土壤蒸汽處理後平均產量高達 1.74 t/0.1 ha，顯著較對照組為高，約可提高 38.1%。為了評估東方甜瓜果實膨大情形，分別於定植後 38（小果期）、45（中果期）及 52 天（大果期）調查果實周徑大小，由圖 4 結果可知，在 5% 顯著水準下，蒸汽處理組的果實周徑在不同發育時期均顯著大

表 2. 土壤蒸汽處理對東方甜瓜‘嘉玉’果實收成率、產量成熟果實特性之影響

Table 2. Effects of soil steam treatment on harvestable fruits, yield and fruit size and quality of oriental melon ‘Grill’

Soil treatment	Harvestable fruits (%) ^z	Yield (t/0.1ha)	FW ^y (g)	FL (cm)	FD (cm)	FT ^x (cm)	TSS ^x (°Brix)
Steaming	95.4 ± 1.6 a ^w	1.74 ± 1.2 a	555.9 ± 33.8 a	9.3 ± 0.3 a	10.6 ± 0.2 a	2.1 ± 0.1 a	12.4 ± 0.6 a
Control	91.7 ± 0.8 a	1.26 ± 0.6 b	390.9 ± 25.7 b	8.1 ± 0.1 b	9.3 ± 0.3 b	1.7 ± 0.1 b	12.0 ± 0.8 a

^z Harvestable fruits (%) = number of harvestable fruits/number of plants.

^y FW: fruit weight; FL: fruit length; FD: fruit diameter.

^x FT: flesh thickness; TSS: total soluble solids.

^w Mean ± standard error (n = 4). Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by LSD test.

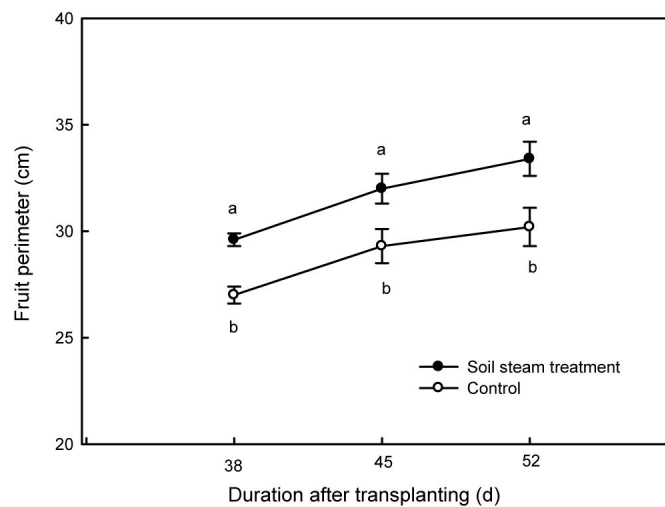


圖 4. 土壤蒸汽處理對不同時期東方甜瓜‘嘉玉’果實周徑發育情形變化。

Fig. 4. Effects of soil steam treatment on fruit perimeter of oriental melon ‘Grill’ at different growth stages. Error bar is the standard error (n = 4). Means with the same letter for each growth stage are not significantly different at 5% level by LSD test.

於對照組。東方甜瓜之果實外觀性狀及果肉品質如表 2 結果所示，土壤蒸汽處理組之平均單果重為 555.9 g，顯著較對照組為大，而蒸汽處理後的平均果長、果寬及果肉厚均顯著較佳，且果實平均可溶性固形物在處理組與對照組之間則無顯著差異，顯示土壤蒸汽處理對東方甜瓜的甜度並無影響，平均甜度均可達 12°Brix 以上。由此可見，東方甜瓜栽培溫室之土壤，經過蒸汽處理後，對果實發育具有正面的效果。

討 論

利用溫室生產高品質東方甜瓜為這幾年新興崛起的農業技術，藉由精緻化栽培管理，大幅提昇農產品的品質與價格 (Tai & Tsai 2008)，同時也促進夏季高溫期蔬果栽培溫室的利用效率，為農友帶來豐厚的收益。根據過去 2 年在嘉義縣蔬果栽培溫室區所觀察結果，甜瓜栽培陸續發生植株快速萎凋問題，以網紋洋

香瓜為例，由於生長期需 75–100 天，一旦發生植株快速萎凋，對於果實品質影響甚劇，因此多數農友轉而栽培生長期較短（定植後 45–60 天可採收）的東方甜瓜，以期降低風險、提高利潤。由本研究發現，即使是生育期短的東方甜瓜，同樣會面臨植株萎凋早衰的問題。試驗結果顯示，東方甜瓜栽培於未經處理的試區，由於植株生長勢差、整齊度不佳、葉片生長受到抑制、葉片提早黃化，當植株開始開花授粉後，果實生長發育緩慢、果實不易膨大、小果提早轉色成熟，因此具商品價值之果實比率較低，品質與產量均較不穩定。由於造成甜瓜植株快速萎凋提早衰敗的原因很多 (Fita *et al.* 2009a)，引起嘉義地區溫室東方甜瓜萎凋究竟是夏季高溫的生理性萎凋、或是土壤連作鹽分累積、抑或土壤傳播性病害侵襲，仍待進行相關研究，若能釐清造成植株萎凋的主要因素，將有助於未來建立更安全而永續的管理技術。

本研究亦進行田間罹病株的採樣調查，溫室土壤中確實有黑點根腐病原菌的存在，以及甜瓜植株根系受到此病原菌侵襲的狀況，初步推論植株萎凋現象與黑點根腐病的發生有關係 (資料尚未發表)。然而，病害發生與栽培環境之間的相互作用，則待進一步的研究確認。因此針對目前溫室東方甜瓜萎凋問題，並以黑點根腐病危害為前提，擬定下列三階段解決策略：短程目標以開發快速簡便的物理與化學防治方法 (Liu *et al.* 1998; Spadaro & Gullino 2004; Liu 2007)，中程目標則是研發耐病根砧之嫁接技術 (Wolff & Miller 1998; Fita *et al.* 2007; Beltran *et al.* 2008)，長程目標為利用抗病育種以克服病害問題 (Dias *et al.* 2002; Fita *et al.* 2009a)。本研究即是以達成短程目標為原則，採用本所於 2008 年所研發之自走式蒸汽處理機，經由設計改良，使其易於田間設施內移動操作，採用物理性方法，利用土壤蒸汽處理，降低土壤中微生物密度，減少土壤傳播性病害

之危害，本機已於近年內進行莧菜及甜瓜等作物之處理試驗，多數均有正面的效果 (Yang *et al.* 2010)，而本研究於嘉義縣太保市選定曾發生東方甜瓜萎凋問題之蔬果栽培溫室為試驗田，經過土壤蒸汽處理後，觀察植株從幼苗至採收過程之生長情形。根據結果顯示，溫室土壤經由蒸汽處理後，對東方甜瓜之葉片生育具有正面的效應，由於葉片營養的累積可能會影響果實的生長，因此可推論健康的葉片生長將有益於生產較佳品質的東方甜瓜。

若要提高東方甜瓜於溫室栽培之總收益，除了植株健康情形，還有兩個產量構成要素值得重視，其一為果實收成率，亦即總植株數中可採收具商品價值果實的比率；另一為果實特性，包含單果重量、外觀性狀、果肉食味性，也就是具高品質之優良果實收成率愈高，則種植溫室東方甜瓜的利潤愈高 (Tai & Tsai 2008)。根據本研究結果，土壤經蒸汽處理組的植株生長速度快、生長勢佳、葉片健康，致果實總產量增加。一般栽培東方甜瓜 (30–40 cm) 平均產量約為 1.2 t/0.1 ha，本試驗採用較為密集栽培 (25 cm)，相對地總產量在土壤蒸汽處理試區可達 1.7 t/0.1 ha 以上，較對照組可增產 38%。由於溫室栽培之東方甜瓜在消費市場上為高級水果，對於果實品質的要求很高，必須口感好、甜度高、大小適中 (約 500–600 g)，而土壤蒸汽處理對東方甜瓜果實生長確實具有正面的作用，平均單果重為 556 g，且其果肉厚度明顯增加，然而甜度風味並不會受到影響，完全符合市場評價的需求。因此足以證明，利用蒸汽處理東方甜瓜栽培溫室的土壤，不但可增加產量，對於果實大小及品質均有正面的效果，短期內具有克服土壤病害-黑點根腐病之潛力，可提供農友栽培參考使用。然而土壤經過蒸汽高溫處理後，對於土壤中可溶性營養源、微生物相及土壤物理性結構等，是否具有其他正面或負面效果，將來仍待進行相關研究。由

於蒸汽處理機運轉需要消耗能源，此涉及成本問題，因此將來如何再改良機器，以減低能源用量並提高處理效率，則尚需農業機械研究團隊再投入研發。

誌 謝

本研究承嘉義縣太保市謝振隆先生協助田間試驗工作，謹此誌謝。

引用文獻 (Literature cited)

- Aegerter, B. J., T. R. Gordon, and R. M. Davis. 2000. Occurrence and pathogenicity of fungi associated with melon root rot and vine decline in California. *Plant Dis.* 84:224–230.
- Beltran, R., A. Vicent, J. Garcia-Jimenez, and J. Armengol. 2008. Comparative epidemiology of *Monosporascus* root rot and vine decline in muskmelon, watermelon, and grafted watermelon crops. *Plant Dis.* 92:158–163.
- Bruton, B. D. and M. E. Miller. 1997. Occurrence of vine decline diseases of melons in Honduras. *Plant Dis.* 81:696–696.
- Chilosi, G., R. Reda, M. P. Aleandri, I. Camele, L. Altieri, C. Montuschi, L. Languasco, V. Rossi, G. E. Agosteo, C. Macri, A. Carlucci, F. Lops, M. Mucci, M. L. Raimondo, and S. Frisullo. 2008. Fungi associated with root rot and collapse of melon in Italy. *Bull. OEPP* 38:147–154.
- Cohen, R., S. Pivonia, Y. Burger, M. Edelstein, A. Gamliel, and J. Katan. 2000. Toward integrated management of melons in Israel. *Plant Dis.* 84:496–505.
- Council of Agriculture (COA). 2009. *Agricultural Statistics Yearbook*. COA, Executive Yuan. Taipei, Taiwan. 332 pp.
- Dias R. de C. S., B. Pico, J. Herraiz, A. Espinos and F. Nuez. 2002. Modifying root structure of cultivated muskmelon to improve vine decline resistance. *Hortscience* 37:1092–1097.
- Fita, A., B. Pico, C. Roig, and F. Nuez. 2007. Performance of *Cucumis melo* ssp. *agrestis* as a rootstock for melon. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 82:184–190.
- Fita, A., B. Pico, R. C. S. Dias, and F. Nuez. 2009a. 'Piel de Sapo' breeding lines tolerant to melon vine decline. *Hortscience* 44:1458–1460.
- Fita A, C. Esteras, B. Pico and F. Nuez. 2009b. *Cucumis melo* L. new breeding lines tolerant to melon vine decline. *Hortscience* 44:2022–2024.
- Gamliel, A., A. Grinstein, V. Zilberg, M. Benihes, O. Ucko, L. Klein, E. Uriely, M. E. Stanghellini, and J. Katan. 2000. Combined soil fumigants and solarization to control soilborne diseases in vegetable crops. *Phytoparasitica* 28:185–186.
- Garcia-Jimenez, J., J. Armengol, R. Sales, C. Jorda, and B. D. Bruton. 2000. Fungal pathogens associated with melon collapse in Spain. *Bull. OEPP* 30:169–173.
- Gay, P., P. Piccarolo, D. Aimonino, and C. R. Tortia. 2010. A high efficiency steam soil disinfection system, part I: Physical background and steam supply optimisation. *Biosyst. Eng.* 107:74–85.
- Higashide, T. 2009. Prediction of tomato yield on the basis of solar radiation before anthesis under warm greenhouse conditions. *Hortscience* 44:1874–1878.
- King, S. R., A. R. Davis, M. M. Waugh, and K. S. Mayberry. 2008. Grafting for disease resistance. *Hortscience* 43:1673–1676.
- Lee, J. S., J. H. Park, K. S. Han, S. R. Cheong, S. T. Seo, and J. W. Lee. 2007. Control of root rot of melon by hot water soil sterilization in consecutively cultured fields. *Hortscience* 42:871–872.
- Lin, Y. S., J. F. Su, and K. M. Lin. 2008. The host range of *Monosporascus cannonballus* in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 17:25–34. (in Chinese with English abstract)
- Liu, H. L. 2007. Control of soil-borne disease on chrysanthemum cuttings by steam disinfection. *Bull. Taichung District Agric. Impro. Sta.* 96:53–62. (in Chinese with English abstract)
- Liu, T. S., Y. C. Huang, J. S. Twu, and J. H. Hsieh. 1998. Steam sterilization of soil for the control of Bulb mites. *Plant Prot. Bull.* 40:241–249. (in Chinese with English abstract)
- Liu, Y. H., R. S. Zeng, M. An, A. U. Mallik, and S. M. Luo. 2008. Autotoxicity in agriculture and forestry. p. 283–301. *in: Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry* (Zeng, R. S., A. U. Mallik, and S. M. Luo, eds.) Springer. New York, USA.
- Martyn, R. D. and M. E. Miller. 1996. *Monosporascus* root rot and vine decline—an emerging disease of melons worldwide. *Plant Diseases of Tropical.* 80:716–725.

- Palti, J. and J. Katan. 1997. Effect of cultivation practices and cropping systems on soilborne diseases. p. 377–396. *in*: Soilborne Diseases of Tropical Crops. (Hillocks, R. J. and J. M. Waller, eds.) CABI. Wallingford, UK.
- Pivonia, S., R. Cohen, R. Levita, and J. Katan. 2002. Improved solarization of containerized medium for the control of *Monosporascus collapse* in melon. *Crop Prot.* 21:907–912.
- Spadaro, D. and M. L. Gullino. 2005. Improving the efficacy of biocontrol agents against soilborn pathogens. *Crop Prot.* 24:601–613.
- Stanghellini, M. E., D. M. Ferrin, D. H. Kim, M. M. Waugh, K. C. Radewald, J. J. Sims, H. D. Ohr, K. S. Mayberry, T. Turini, and M. A. McCaslin. 2003. Application of preplant fumigants via drip irrigation systems for the management of root rot of melons caused by *Monosporascus cannonballus*. *Plant Dis.* 87:1176–1178.
- Tai, C. Y. and Y. F. Tsai. 2008. Effects of different fertilizers on the growth and yield of melon (*Cucumis melo* L.) under substrate cultivation. *Bull. Taichung District Agric. Improv. Sta.* 99:61–72. (in Chinese with English abstract)
- Triky-Dotan, S., M. Austerweil, B. Steiner, Y. Peretz-Alon, J. Katan, and A. Gamliel. 2009. Accelerated degradation of metam-dodium in soil and consequences for root-disease management. *Phytopathology* 99:362–368.
- Tsay, J. G. and B. K. Tung. 1994. The occurrence of muskmelon root rot caused by *Monosporascus cannonballus* Pollack & Uecker in Taiwan. *Plant pathol. Bull.* 3:260. (in Chinese with English abstract)
- Ucko, O., A. Maduel, A. Grinstein, and J. Katan. 1992. Combined methods of soil disinfestation for controlling melon collapse with reduced methyl bromide dosages. *Phytoparasitica* 20:229–230.
- Uematsu, S., S. Onogi, and T. Watanabe. 1985. Pathogenicity of *Monosporascus cannonballus* in relation to melon root rot in Japan. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 51:272–276.
- Wolff, D. W. and M. E. Miller. 1998. Tolerance to *Monosporascus* root rot and vine decline in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. *Hortscience* 33:287–290.
- Wubs, A. M., E. Heuvelink, and L. F. M. Marcelis. 2009. Abortion of reproductive organs in sweet pepper (*Capsicum annum* L.): a review. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 84:467–475.
- Yang, C. K., J. R. Tsay, S. T. Wang, Y. H. Wang, J. H. Huang, J. F. Su, P. J. Ann, and S. Y. Chien. 2010. The development and test of self-propelled soil disinfector using steam. p. 19–23. *in* the Proceeding of the 2010 Symposium on Agricultural Machinery and Biomechatronic Engineer. Taiwan Institute of Biological Machetronics and Chinese Institute of Agricultural Machinery Pub. Pintung. (in Chinese)

Effects of Steam Treatment of Soil on Production of Oriental Melon (*Cucumis melo*) in a Commercial Greenhouse¹

Yu-Hua Wang², Jiun-Feng Su³, Chih-Kai Yang⁴, Yu-Wen Lin⁵, Chen-Yu Lin⁶, and
Meng-Li Wei^{2,7}

Abstract

Wang, Y. H., J. F. Su, C. K. Yang, Y. W. Lin, C. Y. Lin, and M. L. Wei. 2011. Effects of steam treatment of soil on production of oriental melon (*Cucumis melo*) in a commercial greenhouse. *J. Taiwan Agric. Res.* 60:167–177.

Soil decline due to continuous monoculture has become a major factors limiting production of oriental melon (*Cucumis melo*) in the greenhouse in Taiwan. A study was conducted in a commercial greenhouse in Chaiyi, Taiwan, to determine effects of steam treatment of soil on the growth, yield and quality of ‘Grill’ oriental melon. The soil in the greenhouse was used for production of ‘Grill’ oriental melon for two crops per year for more than three years. A self-propelled soil disinfectant was used for steaming the soil up to a depth of 15 cm for four hours. Results showed that the temperature in the steamed soil at the depth of 10 cm reached 60°C for a period of 1.5 h., compared to the non-steaming treatment (control). Plants of oriental melon grew vigorously in the steam-treated soil with a significant increase in leaf size. Also, steaming of soil significantly ($P < 0.0001$) reduced incidence of wilting plants. The average weight, length, diameter and flesh thickness of fruits of oriental melon plants grown in steam-treated soil were higher than fruits from plants grown in untreated soil. The yield of oriental melon plants grown in steam-treated soil was increased by 38.1%, compared to the control. This study suggests that steam-treatment of soil is an effective method for resolving the problem of soil decline caused by continuous monoculture of oriental melon as a greenhouse crop.

Key words: Oriental melon, *Cucumis melo*, Soil steaming, Monoculture, Fruit yield.

-
1. Contribution No. 2544 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: August 23, 2011.
 2. Assistant Researcher and Famer Assistant Researcher, Crop Science Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
 3. Assistant Researcher, Plant Pathology Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
 4. Associate Researcher, Agricultural Engineering Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
 5. Assistant Researcher, Agricultural Chemistry Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
 6. Assistant Researcher, Department of Vegetable Crop, FengShan, Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Kaohsiung, Taiwan, ROC.
 7. Corresponding author, e-mail: yhwang@tari.gov.tw; Fax: (04)23338162.