

自走式土壤蒸汽消毒機克服洋桔梗連作 障礙之試驗調查及分析¹

楊清富、張元聰、潘佳辰²

摘 要

楊清富、張元聰、潘佳辰。**2023**。抗白粉病、自走式土壤蒸汽消毒機克服洋桔梗連作障礙之試驗調查及分析。臺南區農業改良場研究彙報 82：62-74。

農地長期連續使用而發生連作障礙，不僅造成作物生長與發育不良，也影響品質與產量。改善連作障礙可從施肥方式、微生物製劑、土壤添加物等資材方面進行調整，也可透過淹水、加熱等物理式方法進行改善。本研究利用洋桔梗連作障礙的溫室，配合自走式土壤蒸汽消毒機進行試驗研究。主要試驗包括土層溫度監測、土壤性質、微生物及洋桔梗生長調查。土層溫度監測顯示，利用蒸汽釘管插入土層導入蒸汽，能使土壤快速升溫，並於停供蒸汽後藉土壤之絕熱性更久的維持土溫提高消毒效果。土壤蒸汽處理對於土壤指標之影響包括：土壤電導度 (EC)、pH、有機質、總氮、有效性磷、交換性鉀等，經蒸汽處理後並未有明顯的下降，蒸汽處理 10 分鐘之土壤 FDA (Fluorescein diacetate hydrolysis) 反應降低且達到顯著差異，表示處理 10 分鐘將影響相關微生物酵素活性。可培養微生物結果與 FDA 結果相似，處理過後族群皆有下降的趨勢，唯二個月後除處理 10 分鐘之溶鉀菌群外，族群皆有逐漸恢復。洋桔梗生長調查顯示，試驗的兩個洋桔梗品種在蒸汽處理區之生長勢均優於未處理區。且蒸汽處理連作土壤 10 分鐘的改善效果較佳，但 5 分鐘處理後之切花栽培已達市場可接受之品質。

現有技術：現行土壤蒸汽消毒之做法，蒸汽由土表藉熱傳導或滲透作用不易達到土壤深層，影響消毒效果。

創新內容：本場自走式土壤蒸汽消毒機利用電力驅動，不會造成空氣汙染及產生噪音，適合在溫室內進行作業。

對產業影響：本技術可應用於改善連作障礙、減少化學藥劑使用及降低人工成本。

關鍵字：土壤、蒸汽消毒、洋桔梗

接受日期：2023 年 7 月 19 日

1. 農業部臺南區農業改良場研究報告第 565 號。

2. 農業部臺南區農業改良場副研究員、副研究員、助理研究員。712009 臺南市新化區牧場 70 號。

前 言

近年來研究顯示蒸汽消毒對土壤的物理、化學結構破壞性低⁽²⁾。利用高溫蒸汽對土壤進行消毒滅菌^(8,9,11)，已被大量應用於土傳性病害防治。使用高溫蒸汽處理土壤可有效避免連作障礙之發生^(1,7)，王等⁽¹⁾利用超過 60℃ 連續 1.5 小時之蒸汽處理土壤，結果顯示土壤經過蒸汽處理後東方甜瓜植株生長勢較對照組佳。且葉片長、寬顯著較大，萎凋情形也較輕微。果實產量可提高 38.1%，總收成率達 95.8%，土壤蒸汽消毒對東方甜瓜植株及果實生育均具正面效果。陳⁽³⁾以 80℃ 之蒸汽處理百合 (*Lilium hybridum* Hort.) 栽培介質 30 分鐘，使百合植株黃化枯死率平均由 16.3 ~ 25.6% 降至 1.9 ~ 3.7%。顯示栽培介質在經蒸汽消毒後，可顯著減少百合之病害發生。Jarvis⁽¹¹⁾ 研究顯示蒸汽溫度在 60 ~ 80℃ 下可殺滅土壤中大部分之病原真菌或細菌。而部分較耐高溫之非病原性菌類仍可存活，具有選擇性殺菌效果。土壤經 60 ~ 80℃ 蒸汽消毒處理 30 分鐘後，不會造成生物相真空，將有害的植物病原族群降至最低，留下耐熱性的微生物⁽⁵⁾。目前國內蒸汽消毒最常見的方法⁽⁵⁾ 為：利用蒸汽鍋爐產生高溫蒸汽，導入鋪設於地面上之蒸汽管，其上方再覆蓋耐熱帆布，使高溫蒸汽由表面滲入土層進行消毒。蒸汽需較長時間才能由表面抵達深層土壤，同時有溫度分佈不均的情形，導致消毒效果不佳。近年來坊間亦發展出利用熱水處理土壤改善連作障礙之技術。張等⁽⁴⁾ 以不同熱水溫度及水量處理連作土後再種植洋桔梗，試驗結果：100℃ 300 mL 或 150 mL 及 80℃ 300 mL 熱水處理可改善連作現象，80℃ 150 mL 或 60℃ 熱水和未處理者沒有差別。土壤蒸汽消毒具有無農藥殘留及環境污染的優點，除植物病原菌外，蒸汽消毒同時可殺死地下害蟲及雜草種子，能減少甚至不用殺蟲劑及殺草劑，降低化學藥劑對環境生態的影響。本研究以自行研發之自走式蒸汽消毒機，配合洋桔梗栽培、生長調查及消毒前後土壤性質分析，探討蒸汽消毒改善洋桔梗發生連作障礙的效果及對土壤之影響。

材料與方法

一、試驗機臺

自走式土壤蒸汽消毒機 (圖 1)，利用履帶式行走載臺吊掛遮罩式蒸汽釘床，藉由升降裝置驅動遮罩式蒸汽釘床上下移動。實施消毒時 (圖 2) 降下遮罩式蒸汽釘床，使蒸汽管釘及罩邊底端深入畦面的土層內。由鍋爐產生之高溫蒸汽輸入蒸汽釘床的蒸汽管道，再由蒸汽管釘之蒸汽出孔在土層中排出，以蒸汽對土壤滲透及高溫消毒。消毒後升起蒸汽釘床，機臺行走一段距離再下降釘床進行批次式的消毒作業。釘床四周及頂面密封使蒸汽侷限在遮罩內，蒸汽不致逸散而能使土層快速升溫。能降低土傳性病蟲害、改善連作障礙及殺滅雜草種籽，機臺採電瓶供電無空氣汙染及噪音疑慮，適合在設施內進行作業。操作人力僅需 1 ~ 2 人，大幅降低人力負擔，採無線遙控操作簡便。本試驗蒸汽鍋爐採用潔康公司生產之貫流型蒸汽鍋爐 (型號：CK200)，蒸發量為 200 kg/h；傳熱面積 4 m²；使用壓力 4 kg/m²；限制壓力 10 kg/m²。

二、試驗方法及步驟

(一) 蒸汽消毒土層溫度監測

為記錄蒸汽消毒土層溫度變化，2022 年 6 月 23 日，以多通道資料紀錄器

(GRAPHTEC GL-240) 配合 3 個熱電偶 (Thermocouple K Type) 進行土壤溫度量測記錄。熱電偶預先埋設於土壤表層、深度 5 cm 及深度 10 cm 處，設定採樣周期 10 秒。進行 24 小時之量測及記錄，俾觀察各土層之溫度變化。



圖 1. 自走式土壤蒸汽消毒機
Fig. 1. Self-propelled soil steam sterilizer

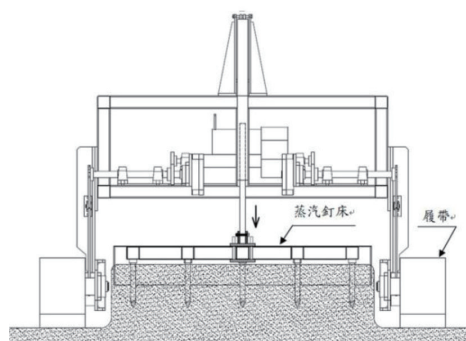


圖 2. 消毒作業示意
Fig. 2. Schematic diagram of disinfection operation

(二) 土壤採樣

配合本場 GA5 溫室整地作畦後進行採樣，採樣時間點分為處理前、處理後及處理後 2 個月，每一區採集 3 處 0 ~ 15 公分表土。土壤先分為新鮮土及陰乾土。陰乾土經陰乾、粉碎及過篩後備用；新鮮土壤儲存於 4°C 備用。

(三) 土壤肥力調查

陰乾土壤進行土壤酸鹼值、導電度、有機質、交換性磷、鉀、鈣、鎂分析 (潘，2020)。

(四) 微生物調查

秤取新鮮土 10 公克加入 95 毫升無菌水，經震盪、過濾、連續稀釋後，取稀釋倍數 10^{-4} 之稀釋液塗膜於無氮培養基 (Himedia, M372)、取稀釋倍數 10^{-3} 之稀釋液塗膜於溶磷菌培養基 (Himedia, M520) 及取稀釋倍數 10^{-2} 之稀釋液塗膜於放線菌培養基 (starch casein agar)。溫度條件皆為 28°C；無氮、SCA 培養條件培養 4 天、溶磷菌培養基 7 天後計算菌數。

(五) 螢光二乙酸水解法 (Fluorescein diacetate hydrolysis, FDA)

修改自 Sanchez-Monedero⁽¹³⁾。秤取新鮮土壤 1 g 依序加入 10 mL 磷酸鉀緩衝液及 200 μ L FDA 基質置於 30°C 恆溫震盪箱 20 分鐘 (200 rpm)。震盪後加入 10 mL 丙酮終止反應並充分混合約 10 秒。以 Waterman No.2 濾紙過濾。取出 1 mL 濾液放入 1.5 mL 離心管離心 5 分鐘。取上清液 200 μ L 於樣品盤中以分光光度計 (490 nm) 進行分析，記錄讀值。

(六) 洋桔梗栽培試驗及生長調查

本試驗於本場進行，試驗地點為多年連作洋桔梗之溫室 (GA5)。試驗品種為‘夏康白’ (Chaconne White) 及‘海之波’ (Umi Honoka)。種苗購於彰化頂品公司，育苗期 8 週，至苗具有 8 片本葉移植試驗田區。畦面經曳引機翻耕整平後，以自走式土壤蒸汽消毒機進行消毒作業，處理時間分別為 5 分鐘及 10 分鐘，並規畫相鄰畦面不

進行蒸汽處理做為對照組。於 2022 年 6 月 27 日種植種植後每週調查生長高度，於開花時調查株高、第一朵花高度、節數、花數、自地面向上第 5 節間莖直徑、地上部乾鮮重及地下部乾鮮重。試驗採完全逢機設計，每處理範圍長 9 m 寬 1 m，處理範圍內兩品種每品種栽培 192 株，逢機取 10 株調查，數據進行最小顯著差異 (Least significant difference, LSD) 分析各處理間是否有顯著差異 ($P < 0.05$)。

結果與討論

一、蒸汽消毒土層溫度監測

本研究利用蒸汽鍋爐產生 105°C 蒸汽，透過蒸汽管供應給蒸汽釘床 (入口溫度為 95°C)，從 10 ~ 12 公分之深度噴入土壤中。透過預置溫度計進行檢測並記錄，土層溫度變化如圖 3 所示。持續供應蒸汽 10 分鐘後停供，測得深度 10 cm 土壤 1 分鐘內可升溫至 75°C。停供蒸汽 30 分鐘後土溫仍可維持在 75°C 以上。降至常溫 (25°C) 約需 8 ~ 9 小時。深層土壤能快速升溫主因為從深層土壤釋放蒸汽，同時土壤的低熱傳導性獲得較長的保溫效果。本研究顯示以每次燻蒸 10 分鐘的方式，亦可使土壤升溫至 75°C 以上並保持 30 分鐘以上達到土壤消毒的條件⁽⁵⁾。

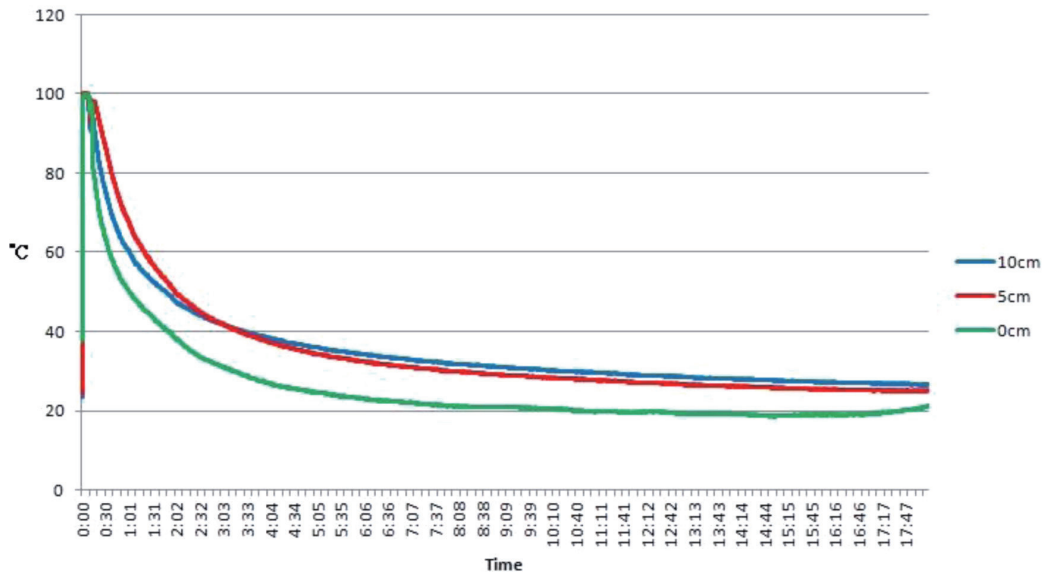


圖 3. 蒸汽消毒土層溫度記錄

Fig. 3. Temperature record of soil layer with steam disinfection

二、土壤蒸汽處理對於土壤指標之影響

為評估蒸汽處理對於洋桔梗土壤品質之影響程度，將採樣時間分為處理前、處理後及處理後 2 個月。分析結果如表 1、2。土壤電導度 (EC) 可視為土壤中養分的總和，處理前約為 0.93 dS m^{-1} ，各處理經蒸汽處理後並未有明顯的下降，兩個月後則有下降的趨勢，可能原因為栽培過程中僅供水未施用肥料所致。土壤有機質經兩個月後發現個處理

皆有下降的趨勢，推測是經微生物分解。有效性磷在蒸汽處理後發現有略為上升的趨勢。FDA 活性於處理前為 37.2，處理 10 分鐘及 5 分鐘分別降為後為 8.1 及 25，處理間達到顯著差異。游離固氮菌群、溶磷菌群、溶鉀菌群、放線菌群不論處理時間在處理後族群皆有下降，溶鉀菌群亦觀察到隨時間逐漸下降。FDA 為評估分解蛋白質、脂質、酯類之酵素活性指標之一，蒸汽處理 10 分鐘後 FDA 反應降低且達到顯著差異，表示處理 10 分鐘將影響相關微生物酵素活性。可培養微生物結果與 FDA 結果相似，處理過後族群皆有下降的趨勢，唯二個月後除處理 10 鐘之溶鉀菌群外，族群皆有逐漸恢復。

表 1. 蒸汽處理對於土壤理化性質之影響及變化

Table 1. Effects and changes of steam treatment on physical and chemical properties of soil

	處理	時間序		
		蒸汽前	蒸汽後	二個月
EC (1:5) (dS/m)	蒸汽前	0.93	—	—
	無蒸汽處理	—	1.14 ^{ab}	0.74 ^a
	蒸汽 10 分鐘	—	0.73 ^b	0.23 ^a
	蒸汽 5 分鐘	—	1.51 ^a	0.38 ^a
pH (1:1)	蒸汽前	7.36	—	—
	無蒸汽	—	7.36 ^{ab}	7.66 ^a
	蒸汽 10 分鐘	—	7.53 ^a	7.79 ^a
	蒸汽 5 分鐘	—	7.28 ^b	7.82 ^a
有機質 (%)	蒸汽前	6.5	—	—
	無蒸汽	—	6.5 ^a	5.8 ^a
	蒸汽 10 分鐘	—	6.1 ^a	5.4 ^a
	蒸汽 5 分鐘	—	5.9 ^a	5.8 ^a
總氮 (%)	蒸汽前	0.48	—	—
	無蒸汽	—	0.49 ^a	0.31 ^a
	蒸汽 10 分鐘	—	0.44 ^a	0.23 ^a
	蒸汽 5 分鐘	—	0.51 ^a	0.28 ^a
有效性磷 (mg/kg)	蒸汽前	513.8	—	—
	無蒸汽	—	518.3 ^a	572.8 ^a
	蒸汽 10 分鐘	—	527.3 ^a	573.9 ^a
	蒸汽 5 分鐘	—	508.0 ^a	575.3 ^a
交換性鉀 (mg/kg)	蒸汽前	611.1	—	—
	無蒸汽	—	626.8 ^a	615.8 ^a
	蒸汽 10 分鐘	—	605.6 ^a	277.1 ^b
	蒸汽 5 分鐘	—	672.2 ^a	430.8 ^b

註：同一列內所附英文字母相同者係經鄧肯氏多變域測定差異不顯著 (P = 0.05)。

Note: Those with the same English letters in the same column have no significant difference (P = 0.05) measured by Duncan's variable domain.

表 2. 蒸汽處理對於土壤微生物之影響及變化

Table 2. Effects and Changes of Steam Treatment on Soil Microorganisms

	處理	時間序		
		蒸汽前	蒸汽後	二個月
FDA µg fluorescein/g dry soil/h	蒸汽前	37.2	—	—
	無蒸汽處理	—	37.1a	8.9a
	蒸汽 10 分鐘	—	8.1b	6.0a
	蒸汽 5 分鐘	—	25.0a	8.9a
游離固氮菌群 CFU	蒸汽前	5.79×10^5	—	—
	無蒸汽	—	6.48×10^5 a	8.02×10^5
	蒸汽 10 分鐘	—	1.11×10^4 a	1.03×10^6
	蒸汽 5 分鐘	—	7.04×10^4 a	7.64×10^5
溶磷菌群 CFU	蒸汽前	6.11×10^3	—	—
	無蒸汽	—	4.08×10^3 a	2.47×10^3 a
	蒸汽 10 分鐘	—	9.26×10^2 a	4.49×10^3 a
	蒸汽 5 分鐘	—	3.15×10^3 a	3.14×10^3 a
溶鉀菌群 CFU	蒸汽前	4.63×10	—	—
	無蒸汽	—	5.56×10	1.35×10^2
	蒸汽 10 分鐘	—	N.D.	N.D.
	蒸汽 5 分鐘	—	N.D.	4.49×10
放線菌群 CFU	蒸汽前	8.96×10^4	—	—
	無蒸汽	—	1.06×10^5 a	1.50×10^4 a
	蒸汽 10 分鐘	—	5.56×10^2 b	1.17×10^4 a
	蒸汽 5 分鐘	—	1.50×10^4 b	9.20×10^3 a

註：同一列內所附英文字母相同者係經鄧肯氏多變域測定差異不顯著 (P = 0.05)。

Note: Those with the same English letters in the same column have no significant difference (P = 0.05) measured by Duncan's variable domain.

三、蒸汽處理連作土洋桔梗栽培生長調查及生育性狀之影響

以自走式土壤蒸汽消毒機分別處理土壤 10 分鐘及處理 5 分鐘和相鄰沒有蒸汽處理的區域為對照 (CK)，種植洋桔梗調查生長情形，結果顯示不論 10 分鐘或 5 分鐘，每週累積生長高度均以蒸汽處理區生長旺盛 (圖 4)，沒有蒸汽處理的對照區整個期間生長緩慢。各項生育性狀顯示，兩個洋桔梗品種在蒸汽處理區之生長勢均優於對照區。比較 5 分鐘和 10 分鐘蒸汽處理區，洋桔梗之各項生育性狀 (表 3 及表 4)，除了株高之外其它大部分的性狀在數據上均以 5 分鐘的處理表現較好。但因兩處理之種植區不同，應該和鄰畦未蒸汽處理的對照組表現來檢驗。由處理組和對照組各項性狀的比值來看，10 分鐘處理組均大於 5 分鐘處理組，以株高為例，夏康白品種 10 分鐘處理比值為 1.86，5 分鐘處理比值為 1.39，顯示 10 分鐘處理改進的效率高於 5 分鐘，其它性狀也有相同情形，這表示蒸汽處理連作土壤 10 分鐘的改善效果較佳，然而數據也顯示 5 分鐘處理後

之切花栽培已達市場可接受之品質。

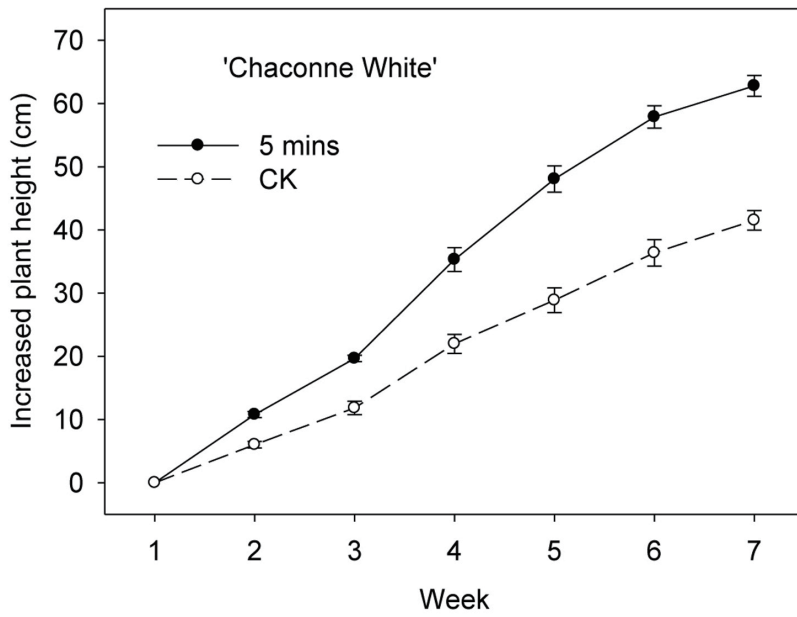


圖 4-1. 蒸汽處理連作土壤 (5 分鐘) '夏康白' 品種洋桔梗每週植株累積生長高度之紀錄

Fig. 4-1. The record of the cumulative growth height of Eustoma 'Chaconne White' per week with the 5-minutes steam-treated continuous cropping soil

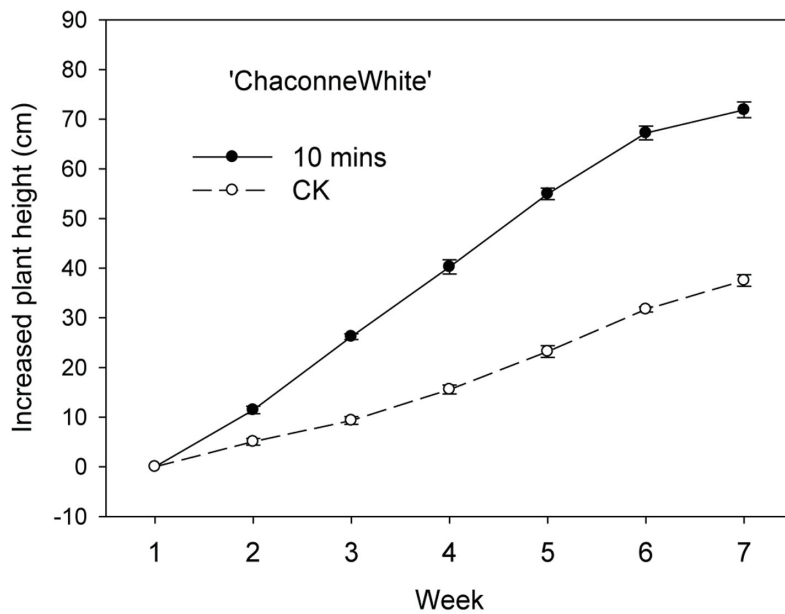


圖 4-2. 蒸汽處理連作土壤 (10 分鐘) '夏康白' 品種洋桔梗每週植株累積生長高度之紀錄

Fig. 4-2. The record of the cumulative growth height of Eustoma 'Chaconne White' per week with the 10-minutes steam-treated continuous cropping soil

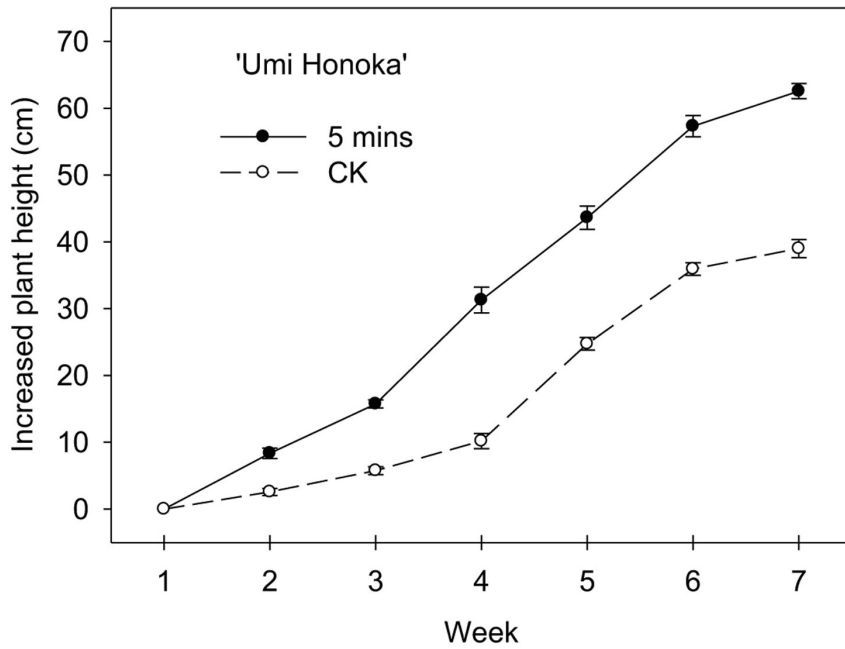


圖 4-3. 蒸汽處理連作土壤 (5 分鐘) '海之波' 品種洋桔梗每週植株累積生長高度之紀錄
Fig. 4-3. The record of the cumulative growth height of Eustoma 'Umi Honoka' per week with the 5-minutes steam-treated continuous cropping soil

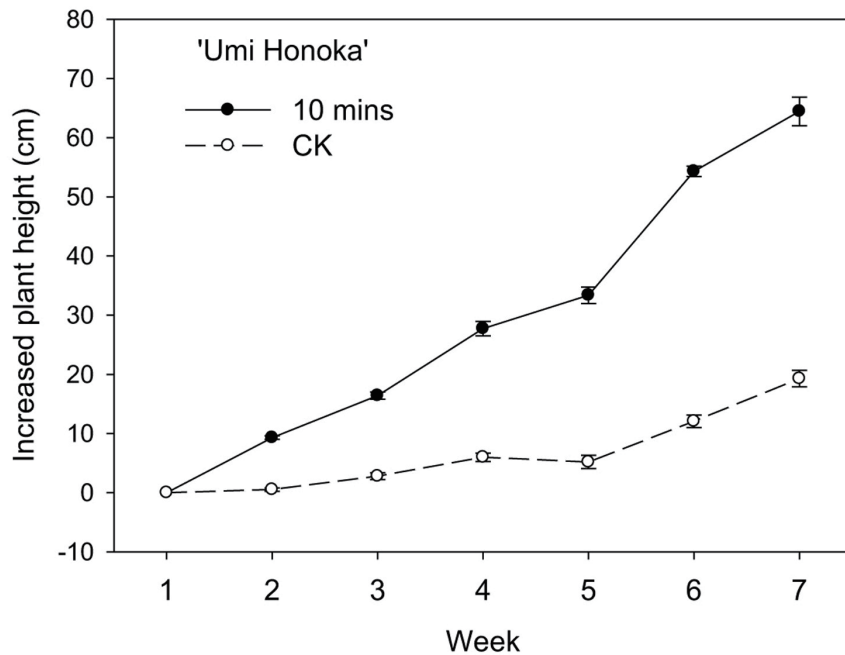


圖 4-4. 蒸汽處理連作土壤 (10 分鐘) '海之波' 品種洋桔梗每週植株累積生長高度之紀錄
Fig. 4-4. The record of the cumulative growth height of Eustoma 'Umi Honoka' per week with the 10-minutes steam-treated continuous cropping soil

表 3-1. 洋桔梗夏康白品種蒸汽處理連作土壤時間對生育性狀之影響

Table 3-1. The growth characteristics of Eustoma ‘Chaconne White’ in the sick soil treated with steam sterilization

Treatment 處理	Plant height (cm) 株高	First flower height (cm) 始花高度	Stem diameter (mm) 莖徑	Flower number 花數	Node number 節數
5 mins	75.1a	33.3a	4.5a	6.7a	7.8a
CK	53.9b	25.3b	3.8b	4.3b	7.1b
10 mins	84.6a	37.6a	3.9a	5.8a	8.0a
CK	45.4b	20.1b	2.1b	2.7b	6.8b

Mean separation within columns and cultivars by LSD test at $P \leq 0.05$.

表 3-2. 洋桔梗夏康白品種蒸汽處理連作土壤時間對生育性狀之影響

Table 3-2. The growth characteristics of Eustoma ‘Chaconne White’ in the sick soil treated with steam sterilization

Treatment 處理	Aerial parts 地上部		Roots 根部		Root length (cm) 根長
	Fresh weight (g) 鮮重	Dry weight (g) 乾重	Fresh weight (g) 鮮重	Dry weight (g) 乾重	
5 mins	35.33a	5.64a	0.78a	0.17a	7.1a
CK	16.56b	2.83b	0.36b	0.08b	5.5b
10 mins	33.63a	5.04a	0.77a	0.15a	6.8a
CK	13.10b	2.10b	0.32b	0.07b	5.7a

Mean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

表 4-1. 洋桔梗海之波品種蒸汽處理連作土壤時間對生育性狀之影響

Table 4-1. The growth characteristics of Eustoma ‘Umi Honoka’ in the sick soil treated with steam sterilization

Treatment 處理	Plant height (cm) 株高	First flower height (cm) 始花高度	Stem diameter (mm) 莖徑	Flower number 花數	Node number 節數
5 mins	77.0a	35.3a	3.4a	8.6a	9.0a
CK	46.5b	22.8b	1.9b	3.5b	8.0b
10 mins	80.7a	32.6a	3.1a	6.8a	9.0a
CK	37.5b	21.9b	1.5b	2.6b	8.2b

Mean separation within columns and cultivars by LSD test at $P \leq 0.05$.

表 4-2. 洋桔梗海之波品種蒸汽處理連作土壤時間對生育性狀之影響

Table 4-2. The growth characteristics of *Eustoma* 'Umi Honoka' in the sick soil treated with steam sterilization

Treatment 處理	Aerial parts 地上部		Roots 根部		Root length (cm) 根長
	Fresh weight (g) 鮮重	Dry weight (g) 乾重	Fresh weight (g) 鮮重	Dry weight (g) 乾重	
5 mins	36.39a	5.19a	0.84a	0.17a	7.1a
CK	11.88b	1.87b	0.43b	0.09b	6.9a
10 mins	31.37a	4.23a	0.82a	0.14a	5.6a
CK	8.59b	1.26b	0.40b	0.08b	5.3a

Mean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

結 論

本研究自走式蒸汽消毒機採用密封式遮罩，能減少蒸汽逸散並使熱力侷限在遮罩內。土層溫度監測顯示，利用蒸汽釘管插入土層導入蒸汽，能使土壤快速升溫。並於停供蒸汽後藉土壤之絕熱性更久的維持土溫提高消毒效果。試驗顯示每次燻蒸 10 分鐘的方式，可使土壤升溫至 75°C 以上並保持 30 分鐘以上達到土壤消毒的條件。土壤蒸汽處理對於土壤指標之影響包括：土壤電導度 (EC)、pH、有機質、總氮、有效性磷、交換性鉀經蒸汽處理後並未有明顯的下降。蒸汽處理 10 分鐘之土壤 FDA 反應降低且達到顯著差異，表示處理 10 分鐘將影響相關微生物酵素活性。可培養微生物結果與 FDA 結果相似，處理過後族群皆有下降的趨勢，唯二個月後除處理 10 鐘之溶鉀菌群外，族群皆有逐漸恢復。此結果顯示，蒸汽消毒能殺滅大部分之土壤微生物，但不會造成永久性的真空態。洋桔梗生長調查顯示試驗的兩個洋桔梗品種在蒸汽處理區之生長勢均優於未處理區。蒸汽處理時間，顯示蒸汽處理連作土壤 10 分鐘的改善效果較佳，但 5 分鐘處理後之切花栽培已達市場可接受之品質。綜合試驗之分析結果，驗證了本技術可應用於降低土傳性病蟲害、改善連作障礙及殺滅雜草種籽，並能減少化學藥劑使用及降低人工成本。

引用文獻

1. 王毓華、蘇俊峰、楊智凱、林毓雯、林禎祐、魏夢麗。2011。土壤蒸汽處理對溫室東方甜瓜生育之影響。臺灣農業研究 60(3)：167-177。
2. 李敏郎、呂理燦。1996。土壤蒸汽消毒防治百合黃化病。植物保護學會會刊 38(4)：378-379 (摘要)。
3. 陳任芳。1999。蒸汽與藥劑處理栽培介質對百合黃化枯萎之影響。花蓮區研究彙報 17：43-51。

4. 張元聰、王美琴。2017。以土壤改良劑及熱水處理改善洋桔梗之連作障礙。臺南區農業改良場研究彙報 70：46-55。
5. 鄭安秀、陳紹崇、李敏郎。1999。應用蒸汽消毒防治植物病害。臺南區農業改良場技術專刊 88-3 (NO.89)。
6. 潘佳辰、江汶錦、王瑞章、陳琦玲。2020。農業長期生態系之水旱田輪作對土壤肥力的影響：以雲林分場水旱田輪作試驗區為例。臺南區農業改良場研究彙報 75：77-87。
7. Asao T., H. Kitazawa, K. Ushio, Y. Sueda, T. Ban, and M. H. R. Pramanik. 2007. Autotoxicity in some ornamentals with the means to overcome it. HortScience 42: 1346-1350.
8. Jarvis, W. R. 1992. Managing disease in greenhouse crops. APS. Press, St. Paul, Minnesota, USA. 288pp.
9. Ratts, P. A. C. 1998. Disinfection of soils with steam. Acta Horti. 222: 117-119.
10. Sanchez-Monedero, M.A., C. Mondini, M.L. Cayuela, A. Roig, M. Contin, and M. de Nobili. 2008. Fluoresceindiacetate hydrolysis, respiration and microbial biomass in freshly amended soils. Biol. Fertil. Soils 44: 885-890.
11. 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.

Experimental investigation and analysis of self-propelled soil steam disinfection machine overcoming eustoma continuous cropping disorder¹

Yang, C. F., Y. T. Chang and C. C. Pan²

Abstract

Continuous cropping obstacles caused by long-term continuous use of farmland not only cause poor growth and development of crops, but also affect quality and yield. Improving continuous cropping obstacles can be adjusted from the aspects of fertilization methods, microbial preparations, soil additives and other materials, and can also be improved through physical methods such as flooding and heating. In this study, the greenhouse soil with Eustoma continuous cropping obstacles was used to carry out experimental research with a self-propelled soil steam disinfection machine. The main investigation items include soil temperature monitoring, soil properties, microbes and Eustoma growth. The temperature monitoring of the soil layer shows that using a steam nail pipe inserted into the soil layer to introduce steam can make the soil heat up quickly. And after the steam supply is stopped, the heat insulation of soil can be used to maintain the soil temperature for a longer time and improve the disinfection effect. The impact of soil steam treatment on soil indicators includes: soil electrical conductivity (EC), pH, organic matter, total nitrogen, available phosphorus, and exchangeable potassium. No significant decrease was observed after steam treatment, but the soil FDA (Fluorescein diacetate hydrolysis) reaction decreased and reached a significant difference, indicating that 10 minutes of treatment will affect the activity of relevant microbial enzymes. The results of cultivable microorganisms were similar to the results of the FDA. After the treatment, all the populations showed a downward trend. After two months, except for the potassium-soluble bacteria that were treated for 10 minutes, all the populations gradually recovered. The growth survey of Eustoma showed that the growth vigor of the two Eustoma species tested in the steam-treated area was better than that in the untreated area. Steam treatment of continuous cropping soil for 10 minutes has a better improvement effect, but the cut flower cultivation after 5 minutes of treatment has reached the quality acceptable to the market.

What is already known on this subject?

In the current method of soil steam disinfection, the steam from the soil surface is difficult to reach the deep soil layer through heat conduction or infiltration, which affects the disinfection effect.

What are the new findings?

The self-propelled soil disinfection machine is driven by electricity, which will not cause air pollution and noise, and is suitable for working in the greenhouse.

What is the expected impact on this field?

The technology can be applied to improve continuous cropping obstacles, to reduce the use of chemical agents and to reduce labor costs.

Key words: Soil, Steam disinfection, Eustoma

Accepted for publication: July 19, 2023

-
1. Contribution No. 565 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
 2. Associate Researcher, Associate Researcher and Assistant Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712009, Taiwan, R.O.C.