

介質消毒機之研製與試驗

李允中¹，吳柏青²，林世斌³

1. 國立台灣大學生物產業機電工程學系副教授，本文通訊作者
2. 國立宜蘭大學生物機電工程系教授
3. 國立宜蘭大學食品科學系副教授

摘 要

直熱式的介質消毒機比較適合沒有設置蒸汽鍋爐的本土花卉與種苗產業。本研究與三升農機股份有限公司產學合作，設計、製造一部直熱式介質消毒機進行田間實驗以完成商品化。介質在消毒機內加熱至 85℃，經過 60 分鐘的保溫後溫度仍可以維持在 75℃。並經由總菌數的減少與接種立枯菌試驗驗證殺菌效果。

關鍵詞：消毒機、土壤、微生物

DEVELOPMENT AND TEST OF SOIL PASTEURIZER

Yeun-Chung Lee¹, Poching Johnney Wu², Shih-Bin Lin³

1. Associate Professor, Department of Bio-industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University. Corresponding Author.
2. Professor, Department of Biomechatronic Engineering, National Ilan University.
3. Associate Professor, Department of Food Science, National Ilan University.

ABSTRACT

A direct heat soil pasteurizer is suitable for soil mixture reusing process for Taiwan florist and nursery industries that are not equipped with steam boiler. A soil pasteurizer was designed and developed in cooperated with San-Shen Agricultural Machinery Co. Ltd. Field tests were carried out to evaluate the performance the machine. Soil was heated in the pasteurizer up to 85℃, and after a 60min. holding time the coldest spot was 75℃. The effect of pasteurization was evaluated by microbial total count and Rhizoctonia solani inoculation tests.

Keywords: Pasteurizer, Soil, Microbes

一、前言

國內花卉產業面積與產值逐年增加，其中盆花的生產由1988年的172公頃，到1997年遽增至601公頃，產值也由1億6千萬元增加約十倍至14億元。近五年來產值有些滑落但仍維持在10億元以上的範圍，在2002年盆花的栽植面積已經成長795公頃（行政院農業委員會，2002）。目前台灣的盆花生產大多使用介質栽植，使用的介質土材料大多仰賴進口，於1997年僅泥碳土一項，即達到1萬9千公噸，其價值為1億元（台灣省政府農林廳，1997）。盆花栽植與移植過程產生大量的使用過的介質土，由於擔心含有病原菌而不能再利用，因此常棄置於田間成為污染環境的廢棄物。國內現在仍罕有花卉業者使用介質消毒機，亟待發展此項機械以便將廢棄介質再利用，降低環境污染，減少外匯消耗。並且可以消毒國內的介質材料，發展本土性的栽培介質，降低生產成本。介質消毒機是提高盆花產業競爭力與永續經營能力不可或缺的機械。國外雖然已有介質消毒機械，但大都以蒸汽為消毒熱源，國內花卉業者大都不具備有蒸汽鍋爐，因此必須發展本土式的機械以利推廣。

二、文獻探討

依據Jarvis(1992)整理的資料，在50~55℃，30分鐘可以消滅大部分的土壤病原真菌；比較耐熱的鐮孢菌屬的*Fusarium oxysporum*以及腐霉菌屬的真菌在60℃，30分鐘可以消滅。過度的殺菌會造成土壤的生物真空，同時消滅了放射菌類的微生物而使天然的靜菌作用消失。在一般操作上因此常建議以70℃，30分鐘為土壤的消毒溫度，在這個條件下還可以消除土壤線蟲、蚯蚓、蝸牛、蜈蚣等土壤動物。

國內在近年來也有許多成功的研究，李與呂(1997a)使用蒸汽消毒土壤解決百合黃化病的危害，李與呂(1997b)使用蒸汽消毒防治洋桔梗土壤病蟲害。李與呂(1998)的研究顯示葵百合(*Lilium oriental hybrid cv. Stargazer*)為試驗作物，連續兩年

在后里同一塊百合連作田進行三次60℃維持30分鐘及80℃維持20分鐘之土壤蒸氣消毒試驗，並分別以溴化甲烷燻蒸(28.3g/m³)及完全不做處理為對照，防治由*Fusarium oxysporum f. sp. lilii*、*Rhizoctonia solani*、*Pythium spp.*所引起之百合黃化型病害。結果試驗之60℃、80℃、溴化甲烷燻蒸區及對照組的發病率分析，兩種溫度之土壤蒸氣消毒防病效果無顯著差異，但均優於溴化甲烷處理及對照組。土壤消毒可持續每年連續兩次百合之生產，解決百合無法連作之問題。

劉等人(1998)使用高壓蒸汽消毒土壤，以60℃維持30分鐘，或以80℃維持20分鐘可消除預藏於土壤內唐菖蒲與青蔥球莖的根蟻。土壤根蟻防治效果可達100%，優於溴化甲烷燻蒸處理與托福松粒劑處理。

王(1999)曾進行數年之介質消毒試驗，將蒸汽機釋出之蒸汽注入舊介質內，控制注入舊介質之溫度60℃~80℃ 20~30分鐘，消毒前舊介質含有鐮孢菌(*Fusarium spp.*)、腐霉菌(*Pythium spp.*)、立枯絲核菌(*Rhizoctonia spp.*)等多種病原菌，經過60~80℃約20~30分鐘蒸汽消毒後，僅可測出少許鐮孢菌(*Fusarium spp.*)殘存。至於酸鹼值pH值及與導電度EC值消毒前、後均分別為6.8及0.1無明顯變化且適合花卉栽植。

三、研究設備與方法

(一)介質消毒機

本研究與三升農機公司經由試製、改良完成介質消毒機的設計與製作。該介質消毒機分連續加熱批式保溫(SDM-100)，連續加熱連續保溫(SDM-100C)兩型，其主要規格附表1。

本介質殺菌機分為加熱與保溫兩部份，如圖1，介質由(1)進料輸送機輸送進入(2)消毒機，經過加熱消毒後進入(3)連續保溫桶，在連續保溫桶留置一段時間後，由(4)出料輸送機輸出。消毒機的加熱部份目的在使用柴油或煤油燃燒機將介質於約五分鐘內加熱至80℃以上，並經由噴水使介質保濕不因加熱而降低水分含量。保溫部份功能為將加熱後的介質保持在75℃的溫度30分鐘；

表 1 介質消毒機性能與主要規格表
Table 1 Capacity and Specifications of Soil Pasteurizer

機 型 model		SDM-100	SDM-100C
處 理 量 (M ³ /HR) capacity		0.8~2	0.8~2
尺 寸 dimensions	全 高(mm) height	2470	2470
	全 長(mm) length	4280	4450
	全 寬(mm) width	1020	1620
	重 量(kg) weight	400	700
燃燒機 burner	型 式 model	槍型雙噴油嘴 twin-nozzles	槍型雙噴油嘴 twin-nozzles
	點火方式 ignition	高壓自動點火 pressure ignition	高壓自動點火 pressure ignition
	燃 燒 量 fueling rate	8~10 L/HR	8~10 L/HR
使 用 燃 料 fuel		柴油或煤油 diesel fuel / kerosene	柴油或煤油 diesel fuel / kerosene
電 力 electrical power	電 壓 voltage	單 / 三相 single phase/3 phase 220V	三 相 3 phase 220V
	動 力 power	1HP	7HP
用 途 application		批式消毒 batch process 適合園藝栽培業者 for nursery	省力型連續消毒 continuous process 適合專業代工處理 for soil subtracts processor

分批式連續式兩型，批式將加熱後之介質投入保溫桶；連續式有螺旋輸送器之保溫桶保持介質先進先出的作業方式，進行連續保溫。

介質消毒機為以火焰熱風加熱，並經保溫消毒的兩段式機械，此機械不但可以用於介質再生的消毒工作，亦可以用於各種本土性有機介質的消毒。機械基本構造與功能如下：

加熱殺菌部分的構造包括介質旋轉加熱筒、噴水管、支撐環、支撐旋轉滾輪、減速馬達、傳動小齒輪、燃燒器、從動外齒輪等主要機件。加

熱機構為動力旋轉的傾斜圓筒，同時具有輸送與攪拌功能。在出口端為煤油或瓦斯加熱器，以火焰與熱空氣加熱介質。為避免介質加熱失水與過熱，筒內有噴水管提供水分，水分加熱汽化產生蒸汽效果，並可以避免過熱。加熱達 80℃ 以上之介質送入第二部份的連續保溫消毒機構。

介質消毒機分為連續殺菌批式保溫與連續殺菌連續保溫兩個機型。兩機型主要差異在保溫系統，前者使用方形保溫桶；後者使用連續保溫桶。

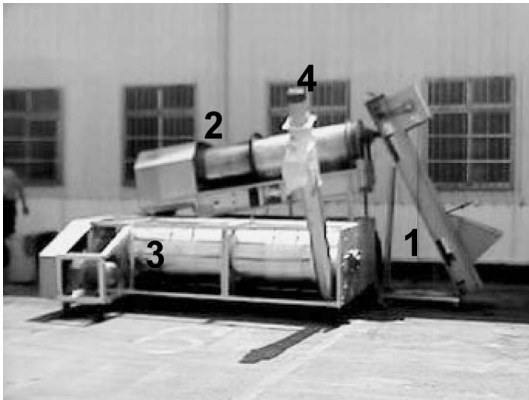


圖 1 連續式土壤消毒機。(1.進料輸送機, 2.消毒機, 3.保溫桶, 4.出料輸送機)

Fig.1 Continuous soil pasteurizer. (1.feeding conveyor, 2. pasteurizer, 3. holding tube, 4. out-flow conveyor)

方型保溫桶：

加熱系統之出料口銜接設有方型保溫桶（批式，SDM-100），其尺寸如下：長×寬×高×厚（內部）：1190×1150×760×1.2（單位：mm），及材質為SUS304；容量為1,040公升(1.04m³)，該方型保溫桶之功能，在裝填加熱消毒後之介質，並對該介質予以持續保溫消毒適當時間，以對介質中之病菌、雜草及害蟲進行消毒。

連續式保溫桶：

連續式保溫桶包括：圓型保溫桶、擠壓輸送螺旋及撥料爪，該承斗將鬆散之介質導入圓型保溫桶內，由擠壓輸送螺旋，將鬆散之介質向圓型保溫桶一端擠壓，因圓型保溫桶在規劃設計時已預留有足夠空間容納介質，並使介質滯留於圓型保溫桶中，保持一適當時間，以消除介質中之病菌、蟲後，由系統內之撥料爪，將堅實之介質撥散後，再由系統內之出料螺旋裝置輸出介質。

(一)測定項目及方法：

1. 含水率測定

含水率之測定以使用紅外線水份測定器為準，含水率(%)以濕基為基準。抽取消毒前後至少20個樣品，測量其含水率之平均值和標準差。

2. 作業性能

連續紀錄介質溫度、熱風溫度、大氣及排氣之溫度和相對濕度。保溫期在保溫槽內裝置18點溫度測定點，以高度三等分上下兩測定層，每層裝置8點，記錄保溫過程溫度變化。

(二)總菌數與立枯菌數

樣本水溶液稀釋後測定總菌數，並使用立枯菌屬的 *Rhizoctonia solani* 培養基測定立枯菌數。並於泥碳土內接種 *Rhizoctonia solani*，培養至 1×10^5 CFU/mL 後進行接種再行殺菌處理試驗。

四、結果與討論

(一)加熱與保溫試驗

本介質消毒機在加熱筒出口每五分鐘取樣一次，放於保溫杯內以溫度計量溫度以作為加熱溫度，在上述實驗下加熱後溫度平均為86℃。

介質是一種熱傳導係數較低的物質，因此在保溫殺菌中可以維持相當穩定的溫度。廢介質土加熱殺菌後在方形保溫槽溫度變化歷程圖示於圖2至圖4。圖2左圖為保溫桶上層距離表面5公分處的溫度分佈，右圖則為下層距離底部5公分處。上層溫度由於進料時暴露在於外界，而下層因有介質土陸續堆積，因此下層溫度比上層溫度高。上層溫度介於72~82℃，下層溫度則介於76~90℃。上下層最高溫度點約略在桶面的幾何中心。保溫過程保溫桶覆蓋絕熱塑膠布，熱量不會逸散，並因桶內的自然對流現象使下層溫度逐漸降低，而上層溫度漸漸升高。圖3為保溫30分鐘後的溫度分佈，上層溫度升高，溫度分佈上下層都介於76~88℃，下層溫度的最高溫為88℃，略比下層最高溫度高2℃。圖4為保溫60分鐘後的結果，上層溫度分佈與30分鐘前相似，表示傳熱的損失很小，下層最高溫降到86℃，應該是自然對流繼續進行的影響。以此保溫特性應該非常適合介質的保溫殺菌，使每一部份的介質都可以均勻獲得適當的高溫，達到殺菌的目的。連續式保溫筒出口溫度相當穩定，但溫度較方形保溫

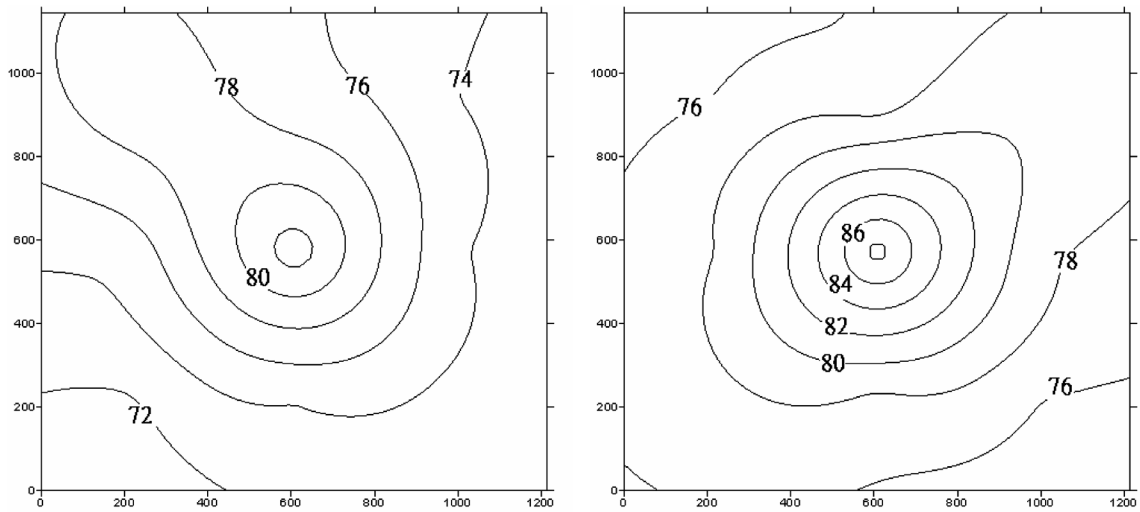


圖 2 廢棄介質經高溫消毒後於保溫桶內初始溫度分佈。上層（左）與下層（右）

Fig.2 Initial temperature distribution for pasteurized used soil substrate in the holding tank. upper layer (lift), bottom layer (right)

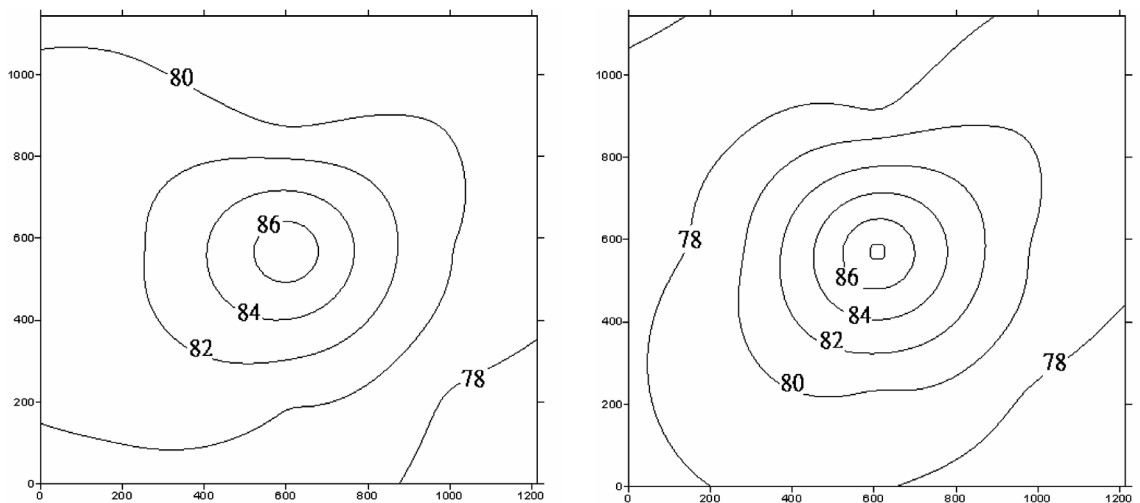


圖 3 廢棄介質經高溫消毒後於保溫桶內 30 分鐘後溫度分佈。上層（左）與下層（右）

Fig.3 Temperature distribution for pasteurized used soil substrate in the holding tank 30min after pasteurization. upper layer (lift), bottom layer (right)

槽低，因為連續保溫輸送中，保溫筒表面散失較多熱量，但仍可以穩定的維持在 75°C 。泥碳土殺菌試驗在方形保溫桶充滿時，測得中心仍可以保持約 81°C ，此溫度稍低於加熱筒出口溫度，因介質在落下時溫度散失較大的結果。裝填中保溫桶

表面溫度會因表面散熱降低，充填完畢時以塑膠布包覆。在保溫過程中，因內部溫度很高且表面熱傳導速率降低而使溫度回升，保溫過程泥碳土仍可維持在 77°C 。

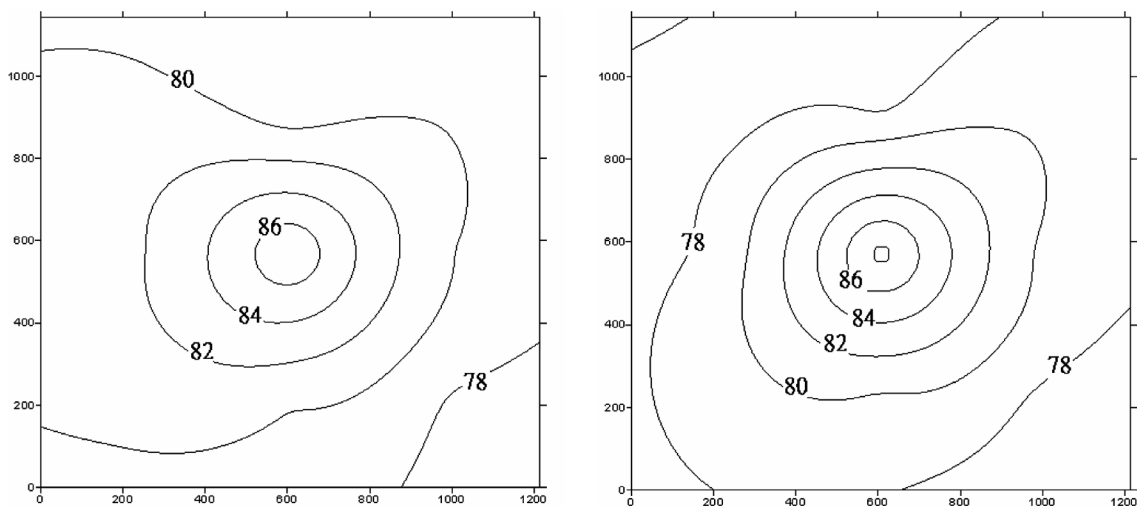


圖 4 廢棄介質經高溫消毒後於保溫桶內 60 分鐘後溫度分佈。上層(左)與下層(右)

Fig.4 Temperature distribution for pasteurized used soil substrate in the holding tank 60min after pasteurization. upper layer (lift), bottom layer (right)

(二) 含水率變化

介質熱處理過程必需加水以防止水分喪失，並產生水蒸氣促進殺菌效果。本實驗使用新的泥碳土與廢介質，加入水分與處理過程喪失的水分約相等，其結果如表 2 所示。保溫過程中箱內介質土壤經過熱傳與質傳作用，而產生均化現象。加熱後保溫前水分標準差較大，保溫後的水分標準差減小。自然對流與冷凝使部分水氣凝結於保溫槽壁，使含水率有些降低，因為使用過的廢介質保水性降低這種現象較為明顯。

(三) 殺菌效果

介質熱處理的目的在消除有害微生物，但又不希望產生無菌真空。本介質消毒機以泥碳土、舊介質與接種泥碳土作微生物分析，其結果如表 3。介質的總菌數約為 1×10^7 CFU/mL，經熱處理後可降低為原總菌數的百分之一，經保溫後可降到原總菌數的千分之一即 1×10^4 CFU/mL，因此不會造成無菌真空。

介質土很容易感染立枯菌，也可能從混合水中感染。不論感染或是接種的立枯菌在熱處理後

表 2 熱殺菌前後土壤含水率(% wb)的變化

Table 2 Moisture Contains (% wb) of Soil before and after Pasteurization

材 料 materials	加熱前 before pasteurization		加熱後 after pasteurization		保溫後 after holding	
	平均值 mean	標準差 stand. dev.	平均值 mean	標準差 stand. dev.	平均值 mean	標準差 stand. dev.
泥碳土 peat	84.0	± 1.0	84.0	± 2.1	84.8	± 0.5
舊介質 used substrates	70.5	± 3.7	70.0	± 2.3	68.8	± 0.8

表 3 熱殺菌前後總菌數與立枯菌數的變化
Table 3 Microbes counts of soil before and after pasteurization

材 料 materials	加熱前 before pasteurization		加熱後 after pasteurization		保溫後 after holding	
	總菌數 total count	立枯菌 Rhizoctonia solani	總菌數 total count	立枯菌 Rhizoctonia solani	總菌數 total count	立枯菌 Rhizoctonia solani
泥碳土 peat	2.34×10^7	9.30×10^2	3.64×10^5	-	6.24×10^4	0.5
舊介質 used substrates	3.08×10^7	4.10×10^2	7.82×10^5	-	8.10×10^4	0.8
接 種 inoculated	-	2.16×10^5	-	0	-	0

*單位 unit：CFU/mL； - ：未測定/no data

都全部消失，表中保溫後出現少量的枯菌數，可能是取樣污染或實驗誤差。

五、結論與建議

本研究完成直熱式介質消毒機的設計與製作，經過田間試驗發現本機可以有效的加熱並保溫加熱後的介質進行殺菌，並以立枯菌驗證其殺菌效果。本介質消毒機經過研發後已完成商品化，曾於 91 年 12 月 4 日桃園縣觀音鄉廣福花卉產銷班舉行盆花介質土壤消毒示範觀摩會推廣使用。

六、誌 謝

本研究為行政院農業委員會產學合作計畫：91 農管-2.05-糧-01-3 的部分研究成果。執行期間曾蒙財團法人農業機械化研究發展中心鍾木華先生、行政院農業委員會桃園區改良場等單位同仁協助在此誌謝。

七、參考文獻

- 王雪香。1999。利用蒸汽消毒讓盆栽廢棄舊介質回收再利用。中華盆花。27: 6-8。
- 行政院農業委員會。2002。農業統計年報。台北：行政院農業委員會。
- 李敏郎、呂理燊。1997a。百合黃化病之藥劑篩選及土壤蒸汽處理防治效果。Pp.219-226。園藝作物病害暨防治研討會專刊。台北：中華民國植物病理學會。
- 李敏郎、呂理燊。1997b。土壤蒸汽消毒及土壤病害。P.17。洋桔梗病蟲害防治研習會。南投：臺灣省政府農林廳植物保護科。
- 李敏郎、呂理燊。1998。土壤蒸汽消毒防治百合黃化型病害。植保會刊 40: 251-264。
- 劉達修、黃玉瓊、涂振鑫、謝正雄。1998。蒸汽消毒土壤對根蟊之防治效果。植保會刊 40: 241-249。
- 臺灣省政府農林廳編印。1998。「台灣盆花調查報告」。南投：臺灣省政府農林廳。
- Jarvir, W. R. 1992. Managing diseases in greenhouse crops. St. Paul : APS Press.

收稿日期：2004 年 3 月 9 日

修改日期：2004 年 5 月 17 日

接受日期：2006 年 4 月 17 日

