

蒸汽消毒防治菊花育苗期土壤傳播性病害¹

劉興隆²

摘 要

應用蒸汽機產生之高壓蒸汽進行菊花苗床之沙土消毒，當溫度達70°C並維持20 min，即完成蒸汽消毒處理，處理結束測得不同位置20 cm深之溫度範圍為76~95°C，30 cm深之溫度範圍為47~78°C，能完全殺死預先埋入沙土0、10、20及30 cm深之莖腐病菌(*Rhizoctonia solania*)、根腐病菌(*Pythium aphanidermatum*)及軟腐病菌(*Erwinia chrysanthemi*)。菊花莖腐病、根腐病及軟腐病病圃以蒸汽消毒，隔天扦插菊花，所生產之菊花種苗，其病害發生率只有0~2.1%，而對照不經蒸汽消毒處理，其菊花種苗發病率高達84.2~100%，顯示蒸汽消毒能同時防治菊花莖腐病、根腐病及軟腐病等菊花育苗期土壤傳播性病害。

關鍵字：菊花、育苗床、土壤傳播性病害、蒸汽消毒、防治。

前 言

菊花育苗大多為沙床育苗，以水泥板圍成苗床，苗床寬度約120 cm，高度約30 cm，長度不定，內填滿河沙，於其上扦插繁殖菊花苗，由於長期連續使用相同的河沙介質繁殖種苗，常造成土壤傳播性病害猖獗。根據台中區農業改良場調查發現，菊花育苗期病害主要為土壤傳播性病害，有莖腐病(*Rhizoctonia solani*)、根腐病(*Pythium aphanidermatum*)、白絹病(*Sclerotium rolfsii*)、菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)及軟腐病(*Erwinia spp.*)等⁽⁵⁾，其中又以莖腐病、根腐病及軟腐病發生最普遍，且危害較嚴重。調查發現，不同季節主要病害種類不同，而同一時期育苗場間病害種類亦有差異，且育苗場常同時發生二種以上土壤傳播性病害。而因每種土壤傳播性病害之有效防治藥劑差異很大^(1,2,7,9)，故無法使用單種藥劑同時防治多種土壤傳播性病害，且育苗場業者不易診斷區分菊花育苗期土壤傳播性病害種類，更難對症用藥，故本研究應用蒸汽機產生之高壓蒸汽，進行菊花苗床之沙土消毒，以了解蒸汽消毒對菊花育苗期主要土壤傳播性病害之防治效果。

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0677 號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

材料與方法

菊花苗床蒸汽消毒方法

菊花育苗床沙土蒸汽消毒，乃將蒸汽管路安置於苗床上，再覆蓋耐熱橡皮布，將蒸汽機產生之高壓蒸汽導入苗床沙土進行消毒；安裝於苗床之蒸汽管材質為鍍鋅鐵管，直徑2.6 cm，每支長度3 m，管上每30 cm處連接一根長20 cm銅管，銅管末端封閉，距其末端4~9 cm處平均分布6個直徑1 mm之孔口，高壓蒸汽由孔口導入苗床沙土；每次蒸汽消毒苗床面積為900 cm×120 cm，其蒸汽管路佈置方法為將3支蒸汽管連結成9 m蒸汽管路組，120 cm苗床寬度放置4組蒸汽管路組，每根管路組間距30 cm，將連在管路上之銅管插入沙土中，以耐熱橡皮布覆蓋蒸汽管路及所要處理的苗床範圍後，將連結於蒸汽機上之溫度感應器插在蒸汽管路末端二個蒸汽管路組中間的沙土中，約20 cm深處，即可進行菊花苗床蒸汽消毒處理，當溫度感應器達70℃時，開始計時20 min，時間到即掀開橡皮布完成蒸汽消毒。蒸汽機採用潔康企業有限公司製造之CK200機型，為貫流蒸汽鍋爐，其相對蒸發量為200 kg/h，傳熱面積為4 m²，常用壓力為7 kg/cm²，限制壓力為10 kg/cm²，本機之溫度感應器，可設定處理溫度及處理時間，當溫度到達設定溫度，即開始計時，同時停止蒸汽導入消毒區域，計時期間當溫度低於設定溫度，自動再導入蒸汽，以維持溫度在設定溫度。

菊花苗床蒸汽消毒後測量不同位置及不同深度之溫度

菊花苗床蒸汽管路安置妥後，覆蓋耐熱橡皮布，開始蒸汽消毒處理，當溫度感應器達70℃時，開始計時20 min，時間到掀開橡皮布完成蒸汽消毒，馬上以溫度計測量不同位置之20 cm及30 cm深度之溫度；測量點在距離消毒區域前端90 cm、270 cm、450 cm、630 cm及810 cm各有5個點，每個測量點距離蒸汽管路約15 cm，共25個測量點。

水溫對菊花育苗期土壤傳播性病原存活之影響

裝有10 ml無菌蒸餾水之試管分別放入溫度為30℃(室溫)、45℃、50℃、60℃及70℃水浴槽(water bath)中，待試管中的水溫到達定溫後，再分別加入測試之菊花土壤傳播性病原，經10、20及30 min後，馬上取出，放入流動自來水中降到室溫，再調查其存活情形。測試之菊花病原有莖腐病菌、根腐病菌及軟腐細菌。在莖腐病菌及根腐病菌方面，於10 ml無菌蒸餾水之試管中放入10個直徑6 mm之菌絲塊，處理後移到potato dextrose agar (PDA)平板，於30℃培養3天後，調查菌絲塊存活比率，以瞭解水溫對莖腐病菌及根腐病菌存活之影響；在軟腐細菌方面，10 ml無菌蒸餾水之試管加入0.1 ml之 1×10^8 cfu/ml的菊花軟腐細菌之細菌懸浮液，溫水處理後，經系列稀釋，取適當濃度以L型玻棒塗抹於nutrient agar (NA)培養基平板上，於30℃培養3天後，計算存活之細菌數目，以瞭解水溫對軟腐細菌存活之影響。

菊花苗床蒸汽消毒對埋在不同深度之病原殺菌能力

菊花苗床蒸汽管路安置妥後，分別將莖腐病菌菌絲塊、根腐病菌菌絲塊及浸軟腐病菌之濾紙圓盤(抗Rifampicin之軟腐病菌突變菌株)埋入沙土0、10、20及30 cm深處，再覆蓋耐熱橡皮布，開始蒸汽消毒處理，當溫度感應器達70℃時，開始計時20 min，時間到掀開橡皮布完成蒸汽消毒，隔天取出埋入之病原，調查其存活情形。病原埋入位置在消毒區域四個邊附近

及中央，共5點，皆位於二個蒸汽管路組中間。在莖腐病菌及根腐病菌方面，處理後之菌絲塊移到PDA平板，於30°C培養3天後，調查菌絲塊存活比率；在軟腐細菌方面，將浸軟腐病菌之濾紙圓盤放入10 ml無菌蒸餾水之試管，經系列稀釋後，取適當濃度塗抹於含100 mg/ml Rifampicin之NA培養基平板上，於30°C培養3天後，計算其細菌數。以埋入沙土，但未經蒸汽消毒之病原為對照。以瞭解蒸汽消毒對埋在不同深度之病原殺菌能力。

蒸汽消毒防治菊花育苗期土壤傳播性病害試驗

莖腐病及根腐病病圃建立，仍將人工接種之菊花莖腐病及根腐病病組織切碎，分別撒在沙床上，再均勻拌入沙中。軟腐病病圃建立，仍將 1.0×10^7 cfu/ml之軟腐細菌(Ech LH29)懸浮液，澆施於苗床，每平方公尺約使用2,000毫升懸浮液，再將沙土攪拌均勻。

病圃建立後，安置蒸汽管路於菊花苗床，再覆蓋耐熱橡皮布，開始蒸汽消毒處理，當溫度感應器達70°C時，開始計時20 min，時間到完成蒸汽消毒，隔日扦插菊花，在第14天調查菊花扦插苗發病率。應用蒸汽消毒防治菊花莖腐病，共進行二次試驗；應用蒸汽消毒防治菊花根腐病及軟腐病，各進行一次試驗，供試菊花品種皆為「黃秀芳」，每處理3重複，每重複80株；以扦插於不經蒸汽消毒之病圃為對照。

結 果

菊花苗床蒸汽消毒後測量不同位置及不同深度之溫度

菊花苗床以70°C維持20分鐘之蒸汽消毒處理後，馬上以溫度計測量不同位置之20 cm及30 cm深度的溫度，結果在20 cm深測得之溫度範圍為76~95°C，在距離消毒區域前端90 cm、270 cm、450 cm、630 cm及810 cm各有5個測量點，其平均溫度分別為87.2°C、89.0°C、89.0°C、89.4°C及85.0°C，可見消毒區域前端及後端之平均溫度較中間區域低，不過經分析無顯著差異存在；而30 cm深測得之溫度範圍為47~78°C，測量點距消毒區域前端90 cm、270 cm、450 cm、630 cm及810 cm之平均溫度分別為63.0°C、67.4°C、67.0°C、68.8及60.4°C，同樣消毒區域前端及後端之平均溫度較中間區域低，但分析顯示，並無顯著差異(圖一)。

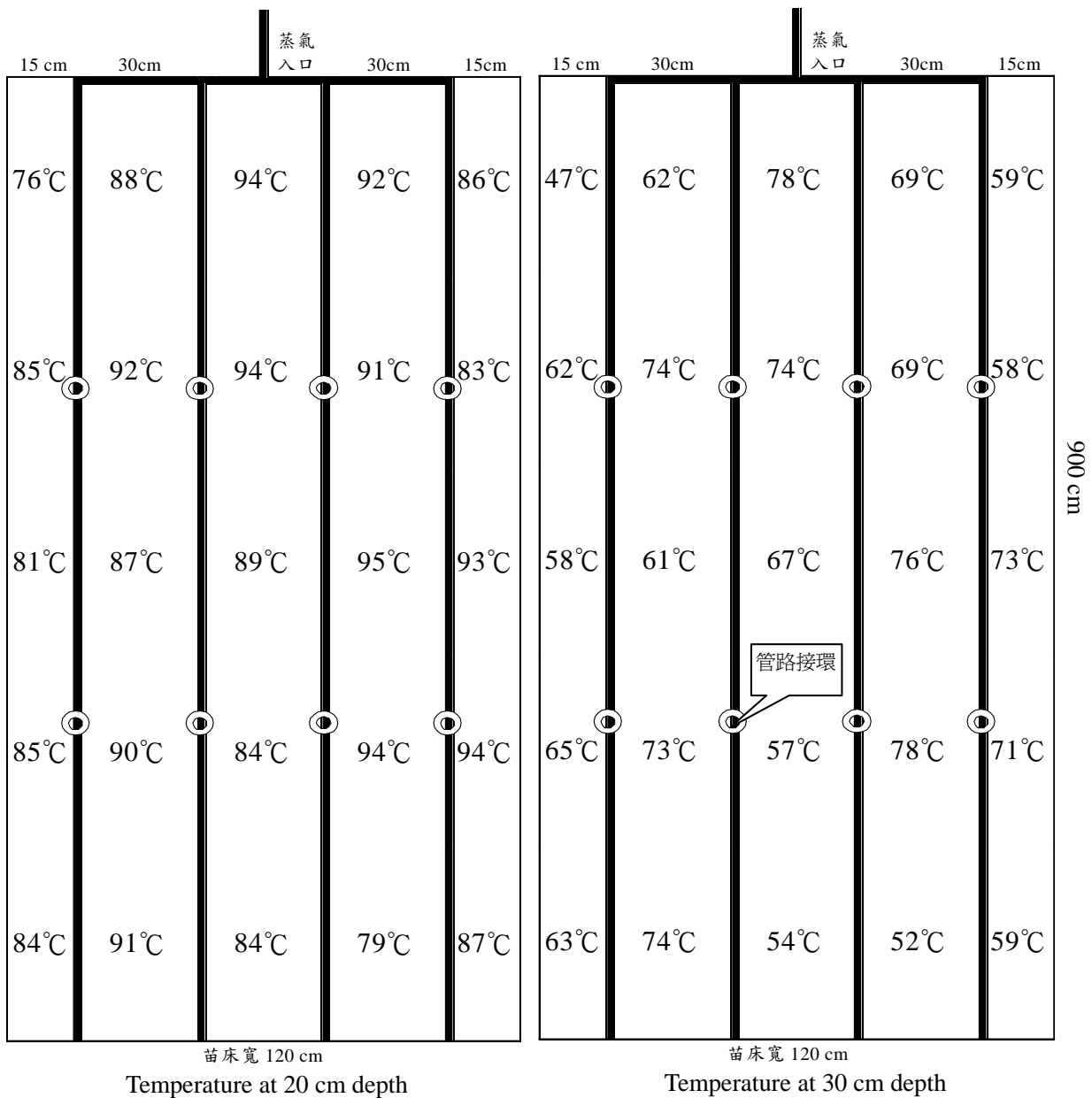
水溫對菊花育苗期土壤傳播性病原存活之影響

菊花根腐病菌、莖腐病菌及軟腐細菌分別加入不同溫度之無菌蒸餾水，經10、20及30分鐘後，測試病原之存活情形。根腐病菌6 mm之菌絲塊，於45°C及以上之水溫，不論經10、20及30 min，皆無法存活；莖腐病菌6 mm之菌絲塊，在45°C，經30 min，才完全無法存活，而50°C及以上之水溫，經10 min，即無法存活；軟腐細菌，在45°C水溫，經30 min處理，仍有 6.2×10^6 cfu/ml (9%)細菌存在，此時置於室溫下之菌量為 7.3×10^7 cfu/ml，於50°C及以上之水溫，經10 min，已測不到軟腐細菌之存活；由上述數據得知，50°C及以上溫度，只要處理時間超過10 min，菊花育苗期三種主要土壤傳播性病原，皆可完全被殺死(表一)。

菊花苗床蒸汽消毒對埋在不同深度之病原殺菌能力

將莖腐病菌菌絲塊、根腐病菌菌絲塊及浸軟腐病菌之濾紙圓盤埋入菊花苗床沙土0、10、20及30 cm深，再以70°C維持20 min之蒸汽消毒處理，消毒結束後掀開橡皮布，隔天取出埋入

之病原，調查其存活情形。結果所有預先埋入在蒸汽消毒區域四個邊附近及中央沙土之莖腐病菌、根腐病菌及軟腐病菌，不論埋入0、10、20或30 cm深，均無法存活；而對照埋入沙土，但未經蒸汽消毒之病原，在莖腐病菌菌絲塊及根腐病菌菌絲塊之存活率為100%，在軟腐細菌則每個濾紙圓盤之軟腐病菌菌量為 6.8×10^3 cfu/disc (表二)。



圖一、菊花苗床蒸汽消毒後測得不同位置及不同深度之溫度(70°C維持20分鐘之蒸汽消毒處理)。
 Fig. 1. Temperature of different location and depth in the sand seedbeds after steam disinfection. Sand seedbeds was treated with steam, kept at 70°C for 20 min..

表一、水溫對菊花育苗期土壤傳播性病原存活之影響

Table 1. Survival rate of soil-borne pathogens of chrysanthemum cuttings after incubated in sterile distilled water at different temperature

Pathogens	Temperature	Survival rate (%)		
		10 min.	20 min.	30 min.
<i>Erwinia chrysanthemi</i>				
	45°C	26	15	9
	50°C	0	0	0
	60°C	0	0	0
	70°C	0	0	0
	30°C (CK)			100
<i>Pythium aphanidermatum</i>				
	45°C	0	0	0
	50°C	0	0	0
	60°C	0	0	0
	70°C	0	0	0
	30°C (CK)			100
<i>Rhizoctonia solania</i>				
	45°C	80	60	0
	50°C	0	0	0
	60°C	0	0	0
	70°C	0	0	0
	30°C (CK)			100

¹ Soil-born pathogens of chrysanthemum cuttings was added into 10 ml of sterile distilled water in a tube, respectively. Tube was incubated in water bath at temperatures as indicated. Population of soil-borne pathogens of chrysanthemum cuttings in tube of each treatment was determined on PDA or NA plate.

表二、蒸氣消毒對不同深度之菊花育苗期土壤傳播性病原存活之影響

Table 2. Survival rate of soil-borne pathogens of chrysanthemum cuttings at different depth in the sand seedbeds after steam disinfection ¹

Depth (cm)	Survival rate (%)		
	<i>Rhizoctonia solania</i>	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Erwinia chrysanthem</i>
0	0	0	0
10	0	0	0
20	0	0	0
30	0	0	0
CK	100	100	100

¹ Sand seedbeds was treated with steam, kept at 70°C for 20 min..

蒸汽消毒防治菊花育苗期主要土壤傳播性病害試驗

莖腐病、根腐病及軟腐病病圃建立後，再以70°C維持20 min之蒸汽消毒處理，消毒結束掀開橡皮布，隔天扦插菊花，以了解蒸汽消毒防治菊花扦插苗土壤傳播性病害之效果。應用蒸汽消毒防治菊花莖腐病，共進行二次試驗，第一次結果為蒸汽消毒處理區發病率為2.1%，而對照不處理區為61.3%；第二次結果為蒸汽消毒處理區完全未發病，而對照不經蒸汽消毒區達100%。在蒸汽消毒防治菊花根腐病試驗中，蒸汽消毒處理區發病率為0.8%；而對照不經蒸汽消毒區為84.2%。在菊花軟腐病防治試驗中，蒸汽消毒處理區完全未發病，而對照不經蒸汽消毒區發病率高達100% (圖二、表三)。

表三、蒸汽消毒防治菊花育苗期土壤傳播性病害試驗

Table 3. The effects of steam disinfection on controlling soil-borne diseases of chrysanthemum cuttings in the sand seedbeds

Treatments ²	Disease severity (%) ³
Basal stem rot (<i>Rhizoctonia solania</i>)	
The first trial	
Steam disinfection ¹	2.1 a ⁴
CK	61.3 b
The second trial	
Steam disinfection	0.0 a
CK	100.0 b
Root and basal stem rot (<i>Pythium aphanidermatum</i>)	
Steam disinfection	0.8 a
CK	84.2 b
Bacterial soft rot (<i>Erwinia chrysanthemi</i>)	
Steam disinfection	0.0 a
CK	100.0 b

¹ Sand seedbeds was treated with steam, kept at 70°C for 20 min.

² Each treatment consisted of three replicates. Each replicate had 80 tested chrysanthemum cuttings.

³ Disease severity (%) = diseased cuttings / total tested cuttings ×100

⁴ Mean within columns followed by different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).



圖二、應用蒸汽消毒防治菊花育苗期土壤傳播性病害。A. 蒸汽消毒處理區未發生土壤傳播性病害。B. 對照區未經蒸汽消毒，土壤傳播性病害發生相當嚴重。
Fig. 2. Application of steam disinfection on controlling soil-born diseases of chrysanthemum cuttings in the sand seedbeds. A. Sand seedbeds was treated with steam, the soil-borne diseases did not occur. B. Control, no steam disinfection, the soil-borne diseases occurred seriously.

討 論

菊花育苗期土壤傳播性病害有莖腐病(*Rhizoctonia solani*)、根腐病(*Pythium aphanidermatum*)、白絹病(*Sclerotium rolfsii*)、菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)及軟腐病(*Erwinia* spp.)等病害，發病初期很難用弱眼判斷為何種病害，後期有些病害同樣難區別，而各種土壤傳播性病害之防治藥劑不同^(1,2,7,9)，且育苗場常同時發生多種土壤傳播性病害，因此農民難正確辨別病害種類，無法對症用藥，導致防治效果不佳，為解決此難題，應尋求同時防治菊花育苗期多種土壤傳播性病害的方法^(5,6)。土壤傳播性病害的防治方法有淹水、輪作、土壤燻蒸劑消毒、土壤添加物處理、抗病育種、太陽能消毒、蒸汽消毒及農藥處理等方法^(2,3,8,10,11)，然由於菊花育苗之沙床以水泥板圍成，寬度約120 cm，高度約30 cm，內裝填河沙；沙床安置蒸汽管路及覆蓋耐熱橡皮布等操作很方便，蒸汽較不會流失且蒸汽在沙土間流動會較順暢，這些條件適合蒸汽消毒處理⁽⁴⁾，故以蒸汽消毒進行菊花育苗期多種土壤傳播性病害防治試驗。

土壤蒸汽消毒區域之溫度均勻與否，對蒸汽防治土壤傳播性病害之效果影響很大⁽³⁾。本試驗之蒸汽管上每30 cm處連接一根長20 cm銅管，其上有6個直徑1 mm之孔口，而蒸汽管路組間距為30 cm，故任何兩個相鄰之銅管其距離約30 cm，銅管之分布較均勻，當高壓蒸汽由孔口導入苗床沙土後，相鄰二個銅管釋出之蒸汽將在距離15cm處相會合。本試驗菊花苗床以70°C維持20分鐘之蒸汽消毒處理後，馬上以溫度計測得20 cm深之溫度範圍為76~95°C(25個測量點平均溫度為87.9°C)，而30 cm深之溫度範圍為47~78°C(25個測量點平均溫度為65.3°C)，雖然外圍區域溫度較中間區域之溫度低，不過埋入各處0~30 cm深之莖腐病菌、根腐病菌及軟腐病菌，均無法存活；而蒸汽消毒後，扦插菊花，所生產之菊花種苗，其病害發生率很低，能有效同時防治莖腐病、根腐病及軟腐病等菊花育苗期主要土壤傳播性病害。

土壤經100°C高溫處理30 min後，土壤中交換性錳、氨態氮及亞硝酸態氮過高，易造成作物毒害，而80°C處理者無此情形⁽³⁾。本研究菊花苗床以70°C維持20 min之蒸汽消毒處理，雖然消毒後測得部份位置溫度達95°C，但蒸汽消毒後扦插菊花，所生產之菊花種苗均健康正常。蒸汽消毒優點為可同時殺死多種土壤傳播性病原、無農藥殘留問題、不會造成環境污染、蒸汽消毒完成後溫度降到常溫即可種植；但蒸汽消毒也有其缺點，如蒸汽機成本貴，一次消毒面積不大及費時，以及消毒成本高等。本試驗蒸汽消毒苗床面積為900 cm×120 cm，從開始蒸汽消毒(測得開時20 cm深溫度為22°C)到70°C維持20 min結束，費時2小時41分，使用之柴油26 l，其成本高於其它防治方法。雖然蒸汽消毒不盡完善，不過應用蒸汽消毒可同時有效防治菊花育苗場多種土壤傳播性病害的難題，是值得應用的技術；此外菊花苗床蒸汽消毒後，應注重插穗消毒及田間衛生，避免土壤傳播性病原再次污染沙床，使得蒸汽消毒的效果能夠維持更久。

誌 謝

本研究報告經由93農科-1.8.1-中-D1科技計畫補助執行，並承蒙臺中區農業改良場植保研究室謝正雄先生及陳嘉玉小姐等同仁協助完成，特此致謝。

參考文獻

1. 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所 2004 植物保護手冊 p.835。
2. 吳文希 1991 植物病害防治學 茂昌圖書有限公司 台北臺灣。
3. 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。
4. 劉興隆、謝正雄 2002 蒸汽消毒防治菊花育苗期土壤傳播性病害 植保會刊 44:367-368(摘要)。
5. 劉興隆 2004 菊花育苗期病害管理 台中區農業技術專刊167號 行政院農業委員會台中區農業改良場編印。
6. 鄭安秀、陳紹崇 1997 蒸氣消毒後栽培介質再利用之研究 植保會刊 39:403(摘要)。
7. Awuah, R. T. and J. W. Lorbeer. 1991. Methyl bromide and steam treatment of an organic soil for control Fusarium yellows of celery. Plant Dis. 75:123-125.
8. Dawson, J. R., R. A. H. Johnson, P. Adams and F. T. Last. 1965. Influence of steam/air mixtures, when used for heating soil, on biological and chemical properties that affect seedling growth. Ann. Appl. Biol. 56:243-251.
9. Gutierrez, W. A., H. D. Shew and T. A. Melton. 1997. Sources of inoculum and management for *Rhizoctonia solani* damping-off on tobacco transplants under greenhouse conditions. Plant Dis. 81:604-606.
10. Raats, P. A. C. 1988. Disinfection of soils with steam. Acta Horti. 222:117-119.
11. Tesi, R., A. Gelsomino, A. Baldi, A. Lenzi and A. Peruzzi. 2007. Soil disinfection with steam alone or combined with CaO in a greenhouse radish crop. Advances in Horticultural Science, 21:75-82.

Control of Soil-borne Disease on Chrysanthemum Cuttings by Steam Disinfection¹

Hsing-Lung Liu²

ABSTARCT

Sand seedbeds for chrysanthemum cuttings propagation was treated with steam at 70 °C for 20 min. to control soil-borne pathogens. After steam treatment, the temperature at 20cm depth ranges between 76°C and 95°C, and temperature at 30 cm depth ranges between 47°C and 78°C. Soil-borne pathogens including *Rhizoctonia solania*, *Pythium aphanidermatum*, *Erwinia chrysanthemi* could not survive at 0 to 30 cm depth in the sand seedbeds with the steam disinfection. A greater reduction of disease incidence was observed with the steam disinfection on the particular soil-borne disease of chrysanthemum cuttings, therefore application of steam disinfection could control the soil-born diseases of chrysanthemum cuttings at the same time.

Key words: chrysanthemum, seedbeds, soil-borne disease, steam disinfection.

¹Contribution No. 0677 from Taichung DARES, COA.

²Assistant Plant Pathologist and Technician of Taichung DARES, COA.