

# 克服蔬果有機介質耕連作障礙之探討 —介質中添加有益微生物之功效

陳俊位、高德錚、蔡宜峯

## 摘 要

本研究旨在探討如何解決有機介質耕周年連作栽培果菜後所產生之根部病變障礙；在試驗中分別外加枯草桿菌、木黴菌及EM等有益微生物處理，藉以探知諸此有益微生物與滋生之有害微生物間族群消長及對克服連作障礙之效益。供試花胡瓜種類為農友秀燕，供試果菜週年栽培制度為花胡瓜—花胡瓜—花胡瓜。栽培設施分成進口之介質袋內容物為P. G. Mix及本場開發之80% PE遮蔭網構築之植床，內容物為本場自行開發之一號介質。兩者均同時在塑膠布遮雨棚及露天中進行並進行接種所篩選枯草桿菌、木黴菌及市售EM菌等，有益微生物各處理接種量為 $1 \times 10^8$  cfu/ml。介質袋耕之栽培密度以每50 L介質袋種植4株，植床耕則以每16 L種植1株。施肥方面以 $EC=1.4 \sim 2.0$  mS/cm之養液配方于介質袋耕以點滴施肥，PE網植床耕則以簡易噴帶施肥；每株每日施肥量300~500 ml。試驗前後調查介質中pH、EC、CEC、OM (%)、N、P、K、Ca、Mg、Fe、Na、Mn、Cu及Zn等離子含量及微生物相之變化，採收時並調查各處理間植株的園藝性狀及單株產量、畸形果、死亡株數等。由試驗結果發現，花胡瓜於不同介質栽培三連作後會發生產量下降之現象，其中以單株結果數及單株果重等性狀嚴重下降及畸形果率和死亡率等之上升。花胡瓜在塑膠布遮雨棚下生長可比露天處理較具增產性；露天栽培下花胡瓜之畸形果率和死亡率逐作累增；夏作時因氣溫太高導致露天栽培之夏作產量嚴重低落。介質經接種枯草桿菌、木黴菌及EM (有益微生物)等處理，均可因減少植株死亡率而使作物增產，尤其以在露天栽培下最具效果。連作後介質之物化組成成分變化不一，介質中之有機碳、電導度、C/N、N、P、K、Na、Mg、Fe及Cu等成分

下降，但pH、CEC及Ca等成分上昇；露天栽培下經連作後之介質成分變化尤鉅。介質中接菌處理後並未能減緩介質物化組成分之變化，但連作後枯草桿菌及木黴菌均仍殘存，尤其在臺中場植床耕處理下，即便未接種仍有枯草桿菌及木黴菌滋生；換言之，本土化有機介質植床耕因有拮抗微生物之滋生而能減緩植株之死亡率較具豐產。

**關鍵字：**介質耕、枯草桿菌、木黴菌、連作障礙

## 前 言

臺灣夏季蔬菜栽培時，因容易遭遇高溫、多雨及颱風等天然因子影響，致使栽培管理不易，並因這些因素，而使得夏季蔬菜品質不佳，產量銳減，影響農民收益甚鉅，使農民栽培夏季蔬菜常冒極大之風險，成爲夏季蔬菜生產之限制因子。此外，一些病原菌如疫病菌、萎凋病菌、白絹病菌、立枯絲核菌及青枯病菌等土棲性病原菌，在夏季高溫多濕的環境下極易發生，尤其以十字花科、茄科及葫蘆科的作物最容易被感染，爲夏季蔬菜生產之另一限制因子。爲改善上述問題，中部農民夏季栽培果菜時多使用進口的「有機介質袋」，以改善之。但炎夏之際袋內溫度比大氣溫度高攝氏六度，此外進口介質因缺乏介質耕專用之養液配方及滴灌器材，導致植株萎凋、營養失調，又因爲介質中鹽分累積，因而發生嚴重低產現象。爲此，本場利用本土的大宗有機廢棄物，如稻穀、太空包廢木屑、牛糞、雞糞、米糠等研製成品質穩定的有機介質，並針對葉菜類及瓜果類等不同作物生長特性，研究建立完整的配套栽培管理技術，包括養液管理、水份控制、生長管理、栽培設備等。然因臺灣地處亞熱帶地區而使果菜有機耕時，常遭遇微生物入侵之根部導致生長障礙。而木黴菌及枯草桿菌近年來在國外研究發現可促進植物生長、與根系共生協助養分吸收、防治病虫害及改善作物生長環境等功效，並有促進作物抗病機制反應產生之能力，應可用來改善上述茄科生長限制因子。爲此本研究旨在探討如何解決有機介質耕周年連作栽培果菜後所產生之根部病變障礙；

在試驗中分別外加枯草桿菌、木黴菌及EM等有益微生物處理，藉以探知諸此有益微生物與滋生之有害微生物間族群消長及對克服連作障礙之效益。

## 材料與方法

本研究供試蔬菜種類為花胡瓜(農友秀燕)，供試果菜週年栽培制度為花胡瓜—花胡瓜—花胡瓜。栽培設施分成進口之介質袋(內容物為P. G. Mix)及臺中場開發之80% PE遮蔭網構築之植床(內容物為臺中場自行開發之一號介質)，TSS1兩者均同時在塑膠布遮雨棚及露天中進行並進行接種枯草桿菌(*Bacillus amylolique faciens*. TCB9401)  $1 \times 10^8$  cfu/ml、木黴菌(*Trichoderma asperellum*- TCT213)  $1 \times 10^8$  prog/ml及EM等有益微生物之處理。介質袋耕之栽培密度以每50 L介質袋種植4株，植床耕則以每16 L種植1株。施肥方面以EC=1.4~2.0 mS/cm之養液配方于介質袋耕以點滴施肥，PE網植床耕則以簡易噴帶施肥；每株每日施肥量300~500 ml。試驗前後調查介質中pH，EC，CEC，OM (%)，N，P，K，Ca，Mg，Fe，Na，Mn，Cu，Zn等離子含量及微生物相之變化和採收時之各處理植株的園藝性狀包括單株產量、畸形果、死亡株數等。

## 結 果

由試驗成果發現，花胡瓜於不同介質栽培三連作後會發生產量下降之現象，其中以單株結果數及單株果重等性狀嚴重之下降及畸形果率和死亡率等之上昇最為顯著(表1)。花胡瓜在塑膠布遮雨棚下生長可比露天處理較具增產性；露天栽培下花胡瓜之畸形果率和死亡率逐作累增；夏作時因氣溫太高導致露天栽培之夏作產量尤其低落。介質經接種枯草桿菌、木黴菌及EM(有益微生物)等處理，均可因減少植株死亡率而致增產，尤其在露天栽培下最具效果(表2)。連作後介質之物化組成分變化不一，介質中之有機碳，電導度，C/N，N，P，K，Na，Mg，Fe，及Cu等成分下降，但pH，CEC及Ca等成分上昇；露天栽培下經連作後之介質成分變化尤鉅(表3)。介質中接菌處理後並未能減緩介質物化組成分之變化(表4)。測試有益微生物添加於栽植袋及本場研發介質(TSS1)中之微生物相變化，以了解微生物

在介質耕中之存活情形。在第一期作中，小黃瓜於種植三天後，施用二菌種，各處理間未接菌前各處理的濃度皆為0，接菌後可測得枯草桿菌 $3.2 \times 10^7$  cfu/ml及木黴菌 $5.6 \times 10^6$  prog/ml，在前四週的生育調查，於露天栽培區的小黃瓜植株接種木黴菌可改善生長情形。在二期作中接種的介質中仍可測得枯草桿菌及木黴菌的存在( $7.2 \times 10^5$  cfu/ml及 $3.1 \times 10^4$  prog/ml)，顯示所添加的微生物可在介質中存活(表5)。而利用根段檢測法可測得上述二種微生物之存在。而二種微生物在介質耕中的族群消長與栽培介質中的溫度變化有關並與不同栽培設施有關，介質內的微生物變化以露天區較為顯著，而塑膠布遮雨棚則各微生物族群數量較為平均。而在比較微生物添加次數與作物生長促進之關聯性上，有益微生物的添加次數以一次即有效益，施用三次者對植物生長及產量促進並無正相關(表6)。由結果顯示，有益微生物在作物生長初期添加一次即有克服花胡瓜介質耕連作障礙之效果，連作後枯

表 1. 花胡瓜週年連作處理後對產量性狀之影響

設施處理	介質處理	種植期別	單株總果數(條)	單株總果重(公斤)	單果重(公克)	果長(公分)	畸形果(%)	死亡率(%)	
塑膠布遮雨棚	植床耕	春	23.7	1.93	80.7	17.2	9.1	0.0	
		夏	12.8	0.92	76.7	16.8	13.0	18.0	
		秋	27.8	2.01	73.7	16.5	15.1	25.0	
		平均	21.4	1.62	77.0	16.8	12.6	14.3	
	介質袋耕	春	20.1	1.58	78.6	17.0	2.4	12.5	
		夏	7.2	0.60	79.9	17.0	2.4	25.0	
		秋	16.4	1.25	74.9	16.9	2.4	25.0	
		平均	14.5	1.15	77.8	16.9	10.3	20.8	
		植床耕	春	20.5	1.62	79.0	16.9	15.1	10.0
			夏	7.2	0.59	80.5	16.5	17.7	20.0
秋	4.5		0.31	69.0	14.9	23.3	30.0		
平均	10.7		0.84	76.1	16.4	18.7	20.0		
露天對照	介質袋耕	春	14.3	1.07	75.1	17.3	22.0	10.0	
		夏	10.0	0.82	81.5	17.5	4.2	30.0	
		秋	2.0	0.14	69.5	16.7	50.0	50.0	
		平均	8.4	0.66	75.3	17.1	32.7	45.0	

草桿菌及木黴菌均仍殘存，尤其在臺中場植床耕處理下，即便未接種仍有枯草桿菌及木黴菌滋生；換言之，本土化有機介質植床耕因有拮抗微生物之滋生而能減緩植株之死亡率較具豐產。

表 2. 不同設施栽培處理微生物後對花胡瓜三連作後產量性狀之影響

設施處理	介質處理	菌種處理	單株總果數 (條)	單株總果重 (公斤)	單果重 (公克)	果長 (公分)	畸形果 (%)	死亡率 (%)
塑膠布遮雨棚	植床耕	B	76.2	5.34	73.0	16.5	9.0	0
		T	76.4	5.61	72.8	16.7	11.8	0
		EM	66.0	5.22	78.7	16.9	16.5	4.1
		CK	64.2	4.86	77.0	16.8	12.6	14.3
	介質袋耕	B	51.9	3.93	72.5	16.3	8.7	4.1
		T	55.2	4.32	78.3	17.0	13.4	4.1
		EM	55.8	4.14	75.2	16.6	7.84	0
		CK	43.5	3.45	77.8	16.9	10.3	20.8
露天對照	植床耕	B	31.5	2.44	75.1	16.8	32.0	16.6
		T	34.2	2.52	76.3	16.8	28.9	12.5
		EM	51.3	3.87	76.0	17.2	21.8	12.5
		CK	32.1	2.52	76.1	16.4	18.7	8.3
	介質袋耕	B	14.1	1.14	77.2	17.2	37.8	25.0
		T	18.9	1.41	73.9	16.9	23.2	11.6
		EM	25.5	2.07	77.4	17.0	23.6	12.5
		CK	25.2	1.98	75.3	17.1	32.7	45.0

註：B—枯草桿菌，T—木黴菌，EM—有益微生物，CK—對照。

表三、不同設施處理後對花胡瓜三連作後介質內物化成分之影響

介質處理	設施處理	種植期別	pH	EC (1:10)	OC (%)	C/N (%)	CEC me/100g soil	N (%)	P (%)	K (%)	Na (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm
植床耕	PP	種植前	6.19	1.81	78.8	65.7	59.1	1.20	0.58	1.0	0.53	0.99	0.48	947.2	16.7	144.8	52.8
		連作後	7.10	1.50	36.9	22.8	75.8	1.67	1.09	0.48	0.13	2.70	0.63	693.4	58.5	265.8	179.5
		OF 連作後	7.30	1.10	31.9	22.7	55.7	1.55	0.87	0.38	0.08	3.0	0.49	656.3	4.93	229.9	180.9
介質袋耕	PP	種植前	5.80	1.18	8.36	74.6	81.6	1.12	0.15	0.29	0.25	1.39	0.51	672.9	6.7	83.4	15.7
		連作後	6.60	1.0	38.6	50.2	92.7	0.84	0.08	0.15	0.14	1.60	0.48	541.4	8.4	98.2	20.0
		OF 連作後	6.30	0.90	41.1	57.7	90.7	0.69	0.05	0.22	0.08	1.80	0.45	471.9	8.0	67.0	10.5

註：PP—塑膠布遮雨棚，OF—露天。

表 4. 不同設施處理微生物對花胡瓜三連作後介質內物化成分之影響

設施處理	介質處理	菌種處理	pH (1:10)	EC (1:10)	OC %	C/N %	CEC me/100g soil	N %	P %	K %	Na %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm
塑膠布遮雨棚	植床耕	B	7.30	1.16	78.1	30.9	58.9	1.47	1.08	0.44	0.14	2.70	0.61	683.9	57.5	278	175.6
		T	7.10	1.20	76.7	25.2	71.9	1.80	1.16	0.44	0.11	2.90	0.64	884.8	69.4	307.3	201.4
		EM	6.90	1.40	73.8	24.8	78.8	1.80	1.11	0.51	0.12	2.80	0.64	983.7	58.0	322.9	209.8
		CK	7.10	1.50	63.6	22.8	75.8	1.60	1.09	0.48	0.13	2.70	0.63	693.4	58.5	265.8	179.5
	介質袋耕	B	6.80	0.83	76.7	58.5	99.0	0.76	0.09	0.19	0.11	1.90	0.47	741.5	9.8	135.5	17.5
		T	6.70	1.20	81.0	58.0	107.9	0.90	0.10	0.22	0.15	1.80	0.48	613.7	9.80	115.8	20.2
		EM	6.50	1.10	70.9	50.0	160.3	0.90	0.10	0.18	0.13	2.00	0.46	626.5	9.40	118.6	20.4
		CK	6.60	1.0	66.6	50.2	92.7	0.80	0.08	0.15	0.14	1.60	0.48	541.4	8.40	98.2	20.0
露天	植床耕	B	7.30	1.00	66.5	30.0	59.5	1.40	0.83	0.38	0.08	2.60	0.47	669.0	40.6	245.7	81.9
		T	7.20	1.30	63.6	23.7	57.1	1.60	0.90	0.42	0.09	2.80	0.51	721.0	51.1	252.3	189.7
		EM	7.40	1.20	78.1	29.3	58.4	1.60	0.86	0.39	0.10	2.60	0.50	705.1	39.1	215.0	162.7
		CK	7.30	1.10	55.0	22.7	55.7	1.60	0.87	0.38	0.08	3.0	0.49	656.3	4.93	229.9	180.9
	介質袋耕	B	7.00	0.60	44.8	44.4	86.1	0.58	0.09	0.20	0.62	1.50	0.36	548.8	9.90	88.9	13.80
		T	6.40	1.40	66.5	54.2	85.1	0.70	0.07	0.30	0.11	1.70	0.46	469.7	8.80	63.50	17.60
		EM	6.20	0.80	62.2	46.8	85.1	0.77	0.05	0.21	0.07	1.70	0.53	437.1	8.10	59.1	14.5
		CK	6.30	0.90	70.9	57.7	90.7	0.70	0.05	0.22	0.08	1.80	0.45	471.9	8.00	67.0	10.5

註：B—枯草桿菌，T—木黴菌，EM—有益微生物，CK—對照。

表 5. 有益微生物添加在花胡瓜介質耕連作後族群變化探討

有益微生物添加處理	栽培設施	介質中有益微生物添加後之含菌量		連作三次介質中有益微生物之含菌量		
		枯草桿菌 (cfu/ml)	木黴菌 (prog/g)	枯草桿菌 (cfu/ml)	木黴菌 (prog/g)	
植床耕	枯草桿菌	塑膠溫室區	$3.2 \times 10^7$	--	$8.8 \times 10^5$	$1.6 \times 10^2$
		露天栽培區	$3.2 \times 10^7$	--	$1.1 \times 10^5$	$3.7 \times 10^3$
	木黴菌	塑膠溫室區	--	$5.6 \times 10^6$	$3.1 \times 10^4$	$3.1 \times 10^4$
		露天栽培區	--	$5.6 \times 10^6$	$3.7 \times 10^4$	$5.3 \times 10^4$
	對照組	塑膠溫室區	--	--	$1.6 \times 10^3$	$1.2 \times 10^2$
		露天栽培區	--	--	$1.6 \times 10^3$	$1.2 \times 10^2$
袋植耕	枯草桿菌	塑膠溫室區	$3.2 \times 10^7$	--	$1.2 \times 10^5$	--
		露天栽培區	$3.2 \times 10^7$	--	$1.0 \times 10^5$	--
	木黴菌	塑膠溫室區	--	$5.6 \times 10^6$	$1.7 \times 10^2$	$2.7 \times 10^3$
		露天栽培區	--	$5.6 \times 10^6$	$1.1 \times 10^2$	$5.6 \times 10^3$
	對照	塑膠溫室區	--	--	$1.1 \times 10^2$	--
		露天栽培區	--	--	$1.0 \times 10^2$	--

註：BS—枯草桿菌，T—木黴菌，CK—對照，PP—塑膠布遮雨棚，OF—露天。

表 6. 有益微生物添加次數在克服花胡瓜介質耕連作障礙之探討

處理	採收 次數	結果數/單 一植株	單一植株總 結果重(公斤)	單果重 (公克)	果長 (公分)	不規則果 (%)	植株死亡 率(%)
對照組	I**	26.3	1.99	72.9	16.6	20.6	0
	II	12.4	0.87	70.2	16.4	27.5	0
	III	19.9	1.459	73.3	17.2	7.65	30
微生物 添加一次	I	21.2	1.51	69.7	16.4	33.4	0
	II	15.9	1.17	75.0	17.1	30.2	10
	III	25.6	1.921	75.1	16.9	11.9	10
微生物 添加二次	I	31.3	2.24	70.6	16.4	19.8	0
	II	12.3	0.83	66.9	16.6	21.1	70
	III	18.1	1.245	68.8	17.1	13.1	20
微生物 添加三次	I	29.9	2.21	73.6	16.7	15.75	0
	II	9	0.68	68.3	16.5	23.4	20
	III	12	0.832	69.3	16.6	18.7	20

\* 有益微生物添加以木黴菌 *Trichoderma asperellum* (TCT213)及枯草桿菌 *Bacillus amylolique faciens* (TCB9401)混合施用。

\*\*三次採收期分別為 I: 5.30.2001, II: 8.26.2001, III: 10.18.2001.

## 討 論

現今因連作使化學肥料使用過量，造成土壤鹽份累積、酸化，導致作物植株發生生理障礙，農作物無法正常生長，產量低下；再者，有機栽培農友在作物栽培過程追肥補充的問題及蔬果介質耕連作栽培的根部障礙，更導致農友作物引品質低落、產量減少及影響收益。現行克服之土壤連作障礙的方法不外乎使用有機質肥料、有機資材、種植綠肥、施用有益微生物等及進一步地使有生物性堆肥及有機液菌肥等。此外植物生長過程中所需的養分一般由土壤中獲得，來維持其基本生命能量，因此，若將含有豐富植物生長中所需的必要元素之有機資材，利用微生物之分解作用將之溶解於水溶液中再施用於土壤或介質中，提供植物吸收利用。此溶液即為有機營養液肥。一般施肥最高原則，以使肥料養分釋放與作物養

分吸收相互巧妙配合，由於堆肥中養分分解釋出較慢，且易受到土壤及環境因子之影響，所以如能適當的搭配有機液肥之使用，將較能適時適量供應作物生長所須之營養要素，而獲得最佳的產量及品質。此外施用有機液肥時可另外添加特殊之抑菌微生物以進一步去促進植物生長增加產量、減少病蟲害、產生植物賀爾蒙、誘發植物抗病反應、降低土壤酸化、減低土壤鹽類累積及誘使其它有益微生物產生。本場所研發的有機液肥已可達上述所欲達成之目標。

自然界中能與植物共生的有益微生物除根瘤菌(Rhizobia)、菌根菌(VM)外，尚包含抑制病害的微生物群，能幫助植物抑制病害，促進養份吸收，並可固定大氣中的氮及促進植物生長。微生物的生長有其適合的環境條件，如溫度、濕度及酸鹼度，而微生物的種類依其所適合的環境，來決定何種微生物為優勢族群，木黴菌在自然界中已知所扮演的角色眾多，除了擔任自然界中分解的角色外，部分菌株扮演著植物病害生物防治的角色，而今並進一步發現其有植物生長促進的功能，誘導植物產生系統性抗病反應，幫助植物抵抗逆境，代謝產物具植物荷爾蒙功能等等，本試驗之前利用不同胡蘆科作物栽培區所分離的木黴菌菌株進行促進植株生長測試，已發現所篩選的菌株具促進胡瓜幼苗萌芽及生長的能力，並且在後續溫室及田間試驗上發現可促進胡瓜生長勢，並可提早開花，增加果實產量及品質。而桿菌屬(*Bacillus* spp.)細菌則普遍存在於土壤及植物體表，本屬細菌中部份種類由於可產生對植物病原真菌、細菌甚或有害昆蟲等具有毒害作用之抗生物質，因此常被加以研究並發展應用於植物病害或蟲害的生物防治上；其中如蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*)已被大量培養並經商品化推廣應用於實際蟲害防治工作上多年，在植物病害防治上，本屬細菌常被研究應用的有*B. subtilis*、*B. cereus*、*B. megaterium*以及*B. pumilus*等，其中尤以枯草桿菌*B. subtilis*在生物防治上之應用最具潛力。根據學者們多人之研究，可被枯草桿菌拮抗抑制的植物病原菌種類繁多，此種廣效性的抗生作用極適合應用於植物病害的防治上。在使用泥炭土的介質耕系統下，施用木黴菌與枯草桿菌於所栽種的花胡瓜上，處理組在植物生長初期上皆可促進植物生長，在每次採樣分析根部微生物上，各供試菌株皆可從根部測得高濃度菌量，



顯示木黴菌與枯草桿菌可在介質耕系統下的花胡瓜根系存活，並對田間花胡瓜生長有促進效益。由介質及田間土壤中菌種族群消長中發現，所接種之木黴菌與枯草桿菌可在處理後於介質及田間土壤中存活，隨著作物生長並可在其根系及介質土壤中存活，且維持一定的數量。De Freitas (1992)於田間施用PGPR (*Fluorescent Pseudomonas*)於冬小麥上，可促進產量6~11%以上，且其接種的菌株可在作物根部存活，且維持在 $10^4\sim 10^8$  cfu/groot菌量。本試驗中在介質耕的花胡瓜根系上皆可測得所接種之二菌株。Seong (1992)施用*Pseudomonas strain 7NSK2*於作物試驗時發現其可在作物根部聚集，並提高產量13~32%，而其他無聚集能力者只能提高7~19%，同時其也發現施用菌株後其數量在2~4個星期內明顯降低，添加一些營養物質如糖分，則可使其數量高於未添加者。

利用微生物有機液肥進行發酵與田間試驗時，易遭受環境諸多因子(如溫度、濕度、水分、土壤、質地、酸鹼度、肥料)所影響而導致失敗，這也是諸多進行有機液肥製作失敗之原因，在本試驗中木黴菌枯草桿菌菌株在溫室利用介質栽種時，可表現出促進花胡瓜生長及提高園藝性狀等功能，而在田間測試時，供試菌株仍可促使花胡瓜生長，分析根部微生物仍可在根系上分離出所接種的微生物，顯示所接種微生物仍可在作物根系存活，由根系分離微生物時，其他腐生性細菌生長雖然比木黴菌枯草桿菌快，但是由露天栽培作物生長結果顯示，所供試微生物在露天環境下仍能克服其他微生物的影響，而與作物根系結合發揮作用。Kim (1997)施用*Bacillus sp. L324-92R<sub>12</sub>*及*Pseudomonas fluorescens 2-79RN<sub>10</sub>*於小麥根圈，探討二者之族群變化，他發現*L324-92R<sub>12</sub>*在初期接種小麥根部5天後數量少於*2-79RN<sub>10</sub>* 1,000倍，但在45天後其可增加族群數量，反之*2-79RN<sub>10</sub>*則數量降低。在冬小麥試驗*L324-92R<sub>12</sub>*數量從秋天到早春則少於*2-79RN<sub>10</sub>*倍，但在施用150天到285天後*L324-92R<sub>12</sub>*可增加其族群數量，*2-79RN<sub>10</sub>*則降低，二者族群可平衡在 $10^4\sim 10^5$  cfu/Plant二者並可在根系上存活延伸，*2-79RN<sub>10</sub>*可在0.5~6.5 cm根段處分離出，二者可在作物種植於田間後存活6個月，本試驗中菌株在介質中可存活90天以上，且菌量可維持在 $10^4\sim 10^5$  cfu/spore/ml。Kim (1997)施用*Bacillus sp. L324-92*於小麥上，

除可促進發芽率外，並可降低病害發生率，而其耐低溫性可使其發揮作用。Germida (1996)施用不同菌系的PGPR (*Pseudomonas cepacia*R55, R85, *P. aeruginosa* R80, *P.fluorescens* R92及*P. putida* R104)皆可促進冬小麥的生長及產量，但促進效果則取決所接種的菌株，而不同菌株亦會影響地下部不同距離的根系分佈、長度及菌根菌的纏繞比率，此情形影響春小麥的產量提昇與否顯示PGPR的促進生長效益受植物及土壤中微生物影響效果極大。本試驗中亦發現殘存根系菌量高之菌株促進生長及提昇產量效果較佳，且在夏季高溫還境下可促使花胡瓜生長及提昇產量，綜合各試驗結果本試驗所使用之木黴菌*Trichoderma asperellum*- TCT213及枯草桿菌*Bacillus amylolique faciens*. TCB9401對介質栽培作物生長實有助益之功效。

### 參考文獻

1. 李晔 1976 花卉無土栽培 豐年 26(9): 47。
2. 高德錚 1991 動態浮耕式水耕系統之開發利用 pp.119-127 臺中區農業改良場特刊47號 臺中區農業改良場出版。
3. Anon 1987. The Ball seed guide to plugs, Geo. J. Ball Inc. 17pp.
4. Ribbons, Norris and D. EW. Ribbons 1969. Method in Microbiology. Pp.129-301. AP Press.
5. Argo, W. R. and J. A. Biernbaum. 1996. Component comparisons: coconut coir. Grower Talks 59: 62-66.
6. Atkins, P. S. 1983. For peat's sake, it's a excellent medium. Florist's Rev.,. 172(4429): 19-21.
7. Baudoin, W. O. 1990. Soilless culture for horticultural crop production. FAO of the United Nations. Rome.
8. Benoit, F. and N. Ceustermans. 1995. A decade of research on ecologically sound substrates. Acta Hort. 408: 17-29.
9. Bruckner, U. 1997. Physical properties of different potting media and substrate mixtures-especially air and water capacity. Acta Hort. 450: 263-270.

10. Hardgrave M.. 1995. An evaluation of polyurethane foam as a reusable substrate
11. Heiskanen, J. 1997. Air-filled porosity of eight growing media based on sphagnum peat during drying from container capacity. *Acta Hort.* 450: 277-286.
12. Hilhorst, M. A. and K. Schurer. 1998. Sensing moisture in soils and substrates. *Acta Hort.* 421:179-184.
13. Judd, R. 1982. Bag culture. *Amer. Veg. Grower.* 30: 40-42.
14. Olympios C. M. 1992. Soilless media under protected cultivation: rockwool, peat, perlite and other substrates. *Acta Hort.* 323: 215-234.
15. Prasad, M. 1997. Physical, chemical and biological properties of coir dust. *Acta Hort.* 450: 21-27.
16. Puustjarvi, V. 1973. Peat and its uses in horticulture. (Translated by W. G. C. Xrause. 1977. helsinki).
17. Sheldrake, R. 1983. Bag culture update. *Amer. Veg. Grower* 31(8): 32-33.
18. Van Os, E. A. 1998. Closed soilless growing systems in the Netherlands: the finishing touch. *Acta Hort.* 458: 279-291.
19. White J.W., R, J. Thomas., R. F. Fletcher and M. N. Long. 1975. Analytical methods for peat substrates. *Acta Horticultural* 50: 157-163.