

微生物接種對無子西瓜生育與產量之影響¹

彭德昌²

摘要

為探討在瓜苗上單獨或複合接種菌根菌、固氮菌及溶磷菌，並配合減施化學肥料等處理對無子西瓜生育與產量之影響，88年1月至6月在花蓮縣光復鄉進行試驗。結果顯示於定植後第58天，複合接種菌根菌(Glomus spp.二株及 Gigaspora sp.一株)、固氮菌(Rhizobium spp.三株)、溶磷菌(Pseudomonas spp.二株及 Bacillus subtilis 一株)及化肥按三分之二推薦量施用者之蔓長比未接種微生物而化肥採標準推薦量之對照區長22.4公分，分枝數亦較對照區多0.2條，每公頃產量則以複合接種菌根菌、固氮菌、溶磷菌及化肥按標準推薦量施肥者之29,921公斤，比對照區之23,519公斤增產27.2%，純收益增加54,920元為最佳。

(關鍵字：無子西瓜、菌根菌、固氮菌、溶磷菌)

¹花蓮區農業改良場研究報告第160號，本試驗經費承蒙行政院農業委員會補功(計畫編號：88MCAC-糧-01(2)-4)，謹此誌謝。

²花蓮區農業改良場作物環境課助理研究員。

前言

在自然界中存在有豐富之微生物資源，先進國家為推行永續農業生產，常有效利用環境中之資源，將有益之微生物接種於種子或施用於幼苗、土壤上，對作物之生產有直接或間接之助益。微生物肥料之功能包括：可增加植物營養要素之供應，提高土壤中養分之有效性、增進根系之生長及養分之吸收、保護根系及增進抗逆境能力、減少化學肥料及農藥之使用等，目前已研究開發推廣應用之微生物肥料計有：固氮菌、溶磷菌、菌根菌等菌種(古、黃，1994；林，1998；張，1998)。

大氣中之氮並不能直接被植物利用，須經由固氮菌、放線菌或藍綠藻之固氮酵素轉化為氨態氮，其中農業上應用最多者即為根瘤菌。根瘤菌進入豆科作物之根部，形成根瘤，固定氮素供應植物氮源，在禾本科及其他非豆科作物根圈周圍生存之固氮菌，則可提供植物少量氮素，並有保護根系之功能(楊，1997)。

土壤中磷素存在之形式，包括無機態及有機態，磷肥施入土壤中後，磷素常被固定而成不易溶解型，導致不易被植物吸收，磷素在土壤中之移動性較差，不易流失而常在農田中累積，溶磷菌之作用即在溶解此累積之無機及有機結合之磷素，溶磷菌亦能促進根系之伸展，有利營養之吸收，溶磷菌之種類包括細菌、放射菌及真菌等(楊，1997)。

菌根(Mycorrhiza)係指植物根部與真菌共生之結合體，可分為內生菌根與外生菌根兩大類。內生菌根之菌絲會進入植物細胞內，以菌絲捲或叢枝構造與植物細胞緊密接觸，外生菌根係在植物根端外圍有菌絲纏繞而成菌氈包裹，菌根之菌絲並不侵入植物細胞內，有些菌根

則兼具有內生與外生菌根之構造。植物根部受叢枝內生菌根菌感染後，菌根在根部皮層細胞內形成細小雙叉分支之叢枝體，在菌絲末端或中段膨大形成囊泡。叢枝內生菌根菌可與許多植物形成菌根，菌根菌具有促進植物生長及對水分、礦物營養之吸收能力，並有幫助植物抵抗乾旱環境及土壤病害、中和重金屬毒害、延長根系壽命及提高幼苗之移植存活率等效益（吳，1994；王，1994）。

嘉義、台南地區近年來已將菌根菌應用於洋香瓜之育苗上，有助於瓜苗根部之發育及其移植之成活率，提早採收與提高果實品質，每公頃約可增加收益 220,000 元（程等，1991；林，1998），高雄、屏東地區自民國 77 年以來推廣毛豆接種根瘤菌，平均每公頃約可增加收益 9,500 元（林，1998）。

花蓮地區自民國 60 年代開始至今即為本省西瓜之重要產區之一，根據 1999 年台灣農業年報之統計資料，民國 87 年花蓮縣西瓜之栽培面積為 1,637 公頃，本區栽培無子西瓜之農友大多在 1 月下旬至 2 月上旬播種，約經 1 個月之育苗期後定植於田間，自 6 月上旬至 7 月間陸續採收運銷全省各地。由於西瓜在早春生育初期，常受低溫、陰雨等氣候影響，瓜苗之生育不整齊，肥料之利用率低，並有連作障礙等問題發生，致使本區西瓜之生產遭遇很大之困難而亟待解決。

本試驗之目的為探討在育苗介質中單獨或複合接種菌根菌、固氮菌及溶磷菌，並配合減施化學肥料之處理對無子西瓜生育與產量之效果，以供推廣栽培之參考。

材料與方法

本試驗於民國 88 年 1 月至 6 月在花蓮縣光復鄉進行，供試品種為農友新一號無子西瓜，微生物菌種為國立中興大學土壤環境科學系楊秋忠教授提供之菌根菌（*Glomus* spp. 二株及 *Gigaspora* sp. 一株）、固氮菌（*Rhizobium* spp. 三株，並具溶磷作用）、溶磷菌（*Pseudomonas* spp. 二株及 *Bacillus subtilis* 一株），化學肥料為硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀，堆肥為腐熟雞糞堆肥。

微生物菌種之培養過程，菌根菌係將菌種接種至玉米種子上，以阿泰姆石砂栽培，於玉米成熟後去除地上部，取出地下之根系及介質混合物，即為菌根菌之接種劑，存放於室溫下備用（Young, 1990）；固氮菌係先配製酵母抽出物甘露醇培養基（10g mannitol, 0.5g K_2HPO_4 , 0.2g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.2g NaCl, 4.88mg $FeCl_3$, 0.4g yeast extract，加蒸餾水至 1L，以 $121 \text{ } ^\circ C$ -1.5 kg/cm² 殺菌釜殺菌 20 分鐘），經降溫後接種菌種，培養振盪三天後包裝，存放於低溫（8 $^\circ C$ ）冷藏備用（Vincent, 1970）；溶磷菌亦先配製培養基（10g sucrose, 0.27g NH_4NO_3 , 0.2g KCl, 0.1g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.001g $MnSO_4 \cdot 4-6H_2O$, 0.001g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 3g $Ca_3(PO_4)_2$, 0.2g yeast extract，加蒸餾水至 1L，以 $121 \text{ } ^\circ C$ -1.5 kg/cm² 殺菌釜殺菌 20 分鐘），經降溫後接種菌種，培養振盪四天後包裝，存放在低溫（8 $^\circ C$ ）冷藏備用（Young, 1990）。

無子西瓜種子先用鉗子輕輕軋開臍丘部種殼，於 88 年 1 月 29 日以溫水（40 $^\circ C$ ）浸種 30 分鐘後，置於淺盤濕沙中以 35 $^\circ C$ 催芽 36 小時；88 年 1 月 30 日將菌根菌菌種與育苗介質

(w/w,1:15) 混合後裝入育苗袋中，於 88 年 1 月 31 日播種，以不接種者為對照。育苗介質之微生物接種處理，除單獨接種菌根菌者外，尚有複合接種菌根菌、固氮菌、溶磷菌之處理，固氮菌及溶磷菌係在播種後第 4、第 10 及第 22 天將菌液稀釋 100 倍後澆灌於瓜苗地際部，每次每株每種菌稀釋液各 15ml，計 3 次。育苗期間調查瓜苗株高、莖葉重、根長、根重等。

田間化學肥料之施用量分為標準推荐量（全量）及三分之二量兩個等級，西瓜之肥料推荐量為：堆肥用量在 10,000 kg/ha 之情況下，三要素之用量 N:P₂O₅:K₂O = 210:180:220 kg/ha，施用方法按作物施肥手冊之內容施用之（行政院農業委員會、台灣省政府農林廳, 1996）。

無子西瓜瓜苗於 88 年 3 月 1 日定植，採逢機完全區集設計，共六處理，四重複，行距 4.9 m，株距 1.3 m，行長 13 m，小區面積 63.7 m²。田間生育期中調查瓜蔓長度及每株蔓數。無子西瓜於 88 年 6 月 5 日採收，調查產量、果徑、果皮厚及糖度等。

結果與討論

一、微生物接種處理對無子西瓜苗期生育之影響

根據播種後第 50 天之調查結果顯示，接種菌根菌者之株高 21.4 cm、莖葉重 6.41g，均比未接種微生物之對照區株高 19.6 cm、莖葉重 5.56g 為佳，但接種菌根菌者之根長 16.8 cm、根重 0.42g 則較對照區之根長 17.7 cm、根重 0.49g 略差，得知無子西瓜育苗時若於栽培介質中接種菌根菌將有助於苗期之生育，而複合接種菌根菌、固氮菌、溶磷菌者亦有類似之效果。

表一、微生物接種處理對無子西瓜苗期生育之影響（播種後 50 天）

Table 1. Effect of different biofertilizers on the seedling growth of seedless watermelon (50 days after sowing)

Treatment ^y	Seedling height ^z (cm)	Wt. of above ground parts ^z (g)	Length of root ^z (cm)	Wt. of root ^z (g)
VAM	21.4a	6.41a	16.8a	0.42a
VAM+NFB+PSM	21.0a	6.02a	16.9a	0.47a
Non-inoculation	19.6a	5.56a	17.7a	0.49a

^yVAM : vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi

NFB : nitrogen fixing bacteria

PSM : phosphate-solubilizing microorganism

^zMeans followed by same letter are not significantly different at 5 % level.

二、微生物接種處理對無子西瓜植株生育之影響

根據定植後第 58 天之調查結果顯示，在 6 個試驗處理中，以複合接種菌根菌、固氮菌、溶磷菌、化學肥料按三分之二推荐量施用者之生育為最佳，其蔓長 405.4 cm 比未接種微生物、化學肥料採用標準推荐量之對照區（383.0 cm）長 22.4 cm，其分枝數 8.2 條亦較對照區（8.0 條）多 0.2 條；育苗介質中只接種菌根菌、化學肥料按三分之二推荐量施用者之生育與對照

區相近，其蔓長 384.1 cm 稍優於對照區，其分枝數 7.9 條則略低於對照區，得知無子西瓜育苗時若於栽培介質中接種菌根菌者，因其幼苗之生育較佳，雖其化肥施用量減少三分之一，但對移植後之生育尚無明顯之影響，亦即接種菌根菌處理者具有可減少施用化學肥料之效果；在 6 個處理中，以未接種微生物、化肥按三分之二推薦量施用者之生育最差，其蔓長只 367.7 cm，其分枝數亦只有 7.0 條，顯示若未接種微生物處理者又減少化學肥料之施用量時，對移植後之生育將有影響。

表二、微生物接種處理與化肥施用量對無子西瓜田間生育之影響（定植後第 58 天）

Table 2. Effect of different microbial fertilizers and chemical fertilizer amounts on the growth of seedless watermelon (58 days after transplanting)

Treatment		Length of vine ^z (cm)	No. of vine ^z
Microbiofertilizers ^x	Chemical fertilizer amounts ^y		
VAM	Normal	381.6a	7.8a
VAM	2/3 amount of normal	384.1a	7.9a
VAM+NFB+PSM	Normal	376.4a	7.7a
VAM+NFB+PSM	2/3 amount of normal	405.4a	8.2a
Non-inoculation	Normal	383.0a	8.0a
Non-inoculation	2/3 amount of normal	367.7a	7.0a

^xVAM : vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi

NFB : nitrogen fixing bacteria

PSM : phosphate-solubilizing microorganism

^yNormal : N-P₂O₅-K₂O = 210-180-220 kg/ha

2/3 amount of normal : N-P₂O₅-K₂O = 140-120-143 kg/ha

^zMeans followed by same letter are not significantly different at 5 % level.

三、微生物接種處理對無子西瓜果實品質與產量之影響

根據採樣調查之結果顯示，不論有無接種微生物、化學肥料採用標準推薦量或三分之二推薦量，6 個處理之果高、果徑、果皮厚及果實糖度之差異均不大；在果實之產量方面，4 個接種微生物菌種之處理者均比未接種者為佳，其中以複合接種菌根菌、固氮菌、溶磷菌、化學肥料採用標準推薦量處理者之 29,921 kg/ha 為最高，比未接種微生物、化學肥料採用標準推薦量之對照區（23,519 kg/ha）增產 27.2%，其餘 3 個接種微生物菌種處理者分別比對照區增產 10.1% 20.6%；若單就 4 個接種微生物菌種處理間進行比較時，不論化學肥料之施用量係採用標準推薦量或按三分之二推薦量施用，均以複合接種菌根菌、固氮菌、溶磷菌處理者

比只接種菌根菌處理者為佳，兩者間之產量約有 6.6%（標準推荐量） 7.8%（三分之二推荐量）之差距。

表三、微生物接種處理與化肥施用量對無子西瓜果實品質及產量之影響

Table 3. Effect of different microbial fertilizers and chemical fertilizer amounts on the quality and yield of seedless watermelon

Treatment ^y		Fruit height (cm)	Fruit diameter (cm)	Rind thickness (cm)	Sugar content (Brix)	Yield ^z (kg/ha)	Index (%)
Microbiofertilizers	Chemical fertilizer amounts						
VAM	Normal	21.1	23.3	2.13	11.5	28,371a	120.6
VAM	2/3 amount	22.5	23.7	1.81	11.3	25,892a	110.1
VAM+NFB+PSM	Normal	22.3	22.2	1.74	11.8	29,921a	127.2
VAM+NFB+PSM	2/3 amount	19.9	21.9	2.09	10.7	27,730a	117.9
Non-inoculation	Normal	21.8	24.4	1.79	11.9	23,519a	100.0
Non-inoculation	2/3 amount	21.8	23.3	1.85	11.3	24,887a	105.8

^ySee table 2.

^zMeans followed by same letter are not significantly different at 5 % level.

四、微生物接種處理對無子西瓜經濟效益之評估

無子西瓜每株接種菌根菌 3g，每公頃以 2,000 株計算，共需菌根菌 6 kg，菌根菌每公斤 600 元，每公頃之菌種費為 3,600 元，人工接種費 500 元；固氮菌及溶磷菌每株每週各接種 0.1 ml 之 100 倍稀釋液 1 次，連續 3 次，每公頃需固氮菌及溶磷菌菌種各 600 ml，菌種費共需 2,000 元，人工接種費 3 次共 3,000 元；化學肥料標準推荐量 N : P₂O₅ : K₂O = 210 : 180 : 220 kg/ha，換算為硫酸銨：過磷酸鈣：氯化鉀 = 1,000 : 1,000 : 367 kg/ha，每公斤硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀之售價分別為 5.35 元、4.15 元、5.55 元，按三分之二推荐量施肥者可節省肥料費 3,844 元及施肥工資 3,000 元；在 6 個處理中，以複合接種菌根菌、固氮菌、溶磷菌、化學肥料採用標準推荐量者之產量為最高，比未接種微生物、化學肥料採用標準推荐量之對照區增產 6,402 kg，每公斤以 10 元計算，扣除菌種費及接種工資後每公頃之淨收益比對照區增加 54,920 元，產量次高者為只接種菌根菌 化肥採標準推荐量之處理，比對照區增產 4,852 kg，扣除菌種費及接種工資後每公頃之淨收益比對照區增加 44,420 元，產量第三高者為複合接種菌根菌、固氮菌、溶磷菌、化肥按三分之二推荐量施用之處理，比對照區增產 4,211 kg，扣除菌種費、接種工資及節省肥料成本與施肥工資後每公頃之淨收益比對照區增加 39,854 元，

只接種菌根菌、化肥按三分之二推荐量施用者比對照區增產 2,373 kg，每公頃之淨收益比對照區增加 26,474 元，而未接種微生物、化肥按三分之二推荐量施用者比對照區增產 1,368 kg，每公頃之淨收益比對照區增加 20,524 元。

表四、微生物接種處理與化肥施用量對無子西瓜之經濟效益比較

Table 4. Profit differences between different biofertilizers and chemical fertilizer amounts applied to seedless watermelon

Treatment ^z		Yield (kg/ha)	Product value (NT\$/ha)	Cost (NT\$/ha)				Net profit (NT\$/ha)
Microbiofertilizers	Chemical fertilizer amounts			Microbio-fertilizers	Inoculat-ing labor	Chemical fertilizers	Fertilizing labor	
VAM	Normal	+4,852	+48,520	+3,600	+500	-	-	+44,420
VAM	2/3 amount	+2,373	+23,730	+3,600	+500	-3,844	-3,000	+26,474
VAM+NFB+PSM	Normal	+6,402	+64,020	+5,600	+3,500	-	-	+54,920
VAM+NFB+PSM	2/3 amount	+4,211	+42,110	+5,600	+3,500	-3,844	-3,000	+39,854
Non-inoculation	Normal(ck)	-	-	-	-	-	-	-
Non-inoculation	2/3 amount	+1,368	+13,680	0	0	-3,844	-3,000	+20,524

^zSee table 2.

結論與建議

根據本試驗園藝性狀、產量及經濟效益之數據顯示，無子西瓜於播種前將菌根菌與育苗介質以 1 : 15 之重量比充分拌合後再播種，育苗期間每隔 1 週將固氮菌及溶磷菌液稀釋 100 倍後澆灌於瓜苗地際部，每次每株每種菌各 15 ml，連續三次，有助於瓜苗及定植後田間之生育，並可增加產量與收益。

誌謝

本試驗報告承蒙國立中興大學土壤環境科學系楊秋忠教授審查及斧正，特致謝忱。

參考文獻

- 1.王均琍 1994 本土化氣霧耕量產菌根接種源 微生物肥料之開發與利用研討會專刊 pp.165-172 台灣省農業試驗所嘉義分所。
- 2.古德業、黃伯恩 1994 生物肥料在永續農業上之應用及展望 微生物肥料之開發與利用研討會 專刊 pp.1-4 台灣省農業試驗所嘉義分所。
- 3.行政院農業委員會、台灣省政府農林廳 1996 作物施肥手冊 pp.143-145。

- 4.林俊義 1998 永續農業發展政策 囊叢枝內生菌根菌應用技術手冊 pp.1-21 台灣省農業試驗所。
- 5.吳繼光 1994 台灣內生菌根資源調查與種源開發 微生物肥料之開發與利用研討會專刊 pp.131-156 台灣省農業試驗所嘉義分所。
- 6.張淑賢 1998 日本生物肥料之研發策略與製劑管理 囊叢枝內生菌根菌應用技術手冊 pp.23-34 台灣省農業試驗所。
- 7.程永雄、杜金池、鄭安秀、陳紹崇 1991 內生菌根菌在洋香瓜栽培上之應用 台灣農業 27 : 53-55。
- 8.楊秋忠 1997 固氮菌及溶磷菌的應用及發展 有益微生物在農業上之應用研討會專刊 pp.11-26 中華永續農業協會。
- 9.Young,C.C. 1990. Effects of phosphorus-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of tree species in subtropical-tropical soils. *Soil Science and Plant Nutrition* 36 : 225-231.
- 10.Vincent, J. M. 1970. A manual for the practical study of the root-nodule bacteria. IBP Handbook No. 15. Blackwell Sci., Oxford, Great Britain.