

生物性肥料 在甜瓜生產之應用

撰文 | 臺南區農業改良場 黃瑞彰



前言

甜瓜（包括洋香瓜與美濃瓜）為臺灣中南部設施及田間極具經濟價值之葫蘆科果菜類作物。由於甜瓜屬於高磷肥需求、生長期相對較長的作物，在傳統慣行栽培中，農友往往習慣大量投入化學肥料。長期過度施用化肥與農用化學物質，不僅導致土壤酸化、劣化及鹽分累積，更嚴重破壞土壤微生物的多樣性，降低了土壤的自然制衡能力，進而引發嚴重的連作障礙與病蟲害。

隨者永續農業與合理化施肥策略的推動，利用微生物肥料（生物性肥料）來改善土壤營養狀態、促進養分有效性、保護作物根系，已成為兼顧產量與生態平衡的重要利器。在作物最經濟、最有效率的「育苗期」或田間定植初期適時接種有益微生物，不僅能替代部分化學肥料、降低有機栽培與慣行生產成本，更能顯著提升甜瓜的果實產量與品質。

常見應用之生物性肥料 種類與特性

目前在瓜果類作物生產上，研發與推廣最具成效的生物性肥料主要有以下兩大類：

1. 叢枝菌根菌 (Arbuscular Mycorrhizal Fungi, AMF)

屬於植物內生菌根菌。當其成功感染甜瓜根部後，會在皮層細胞內發育出特化的吸收構造—「叢枝」，並向根際外延伸出長達 8 至 10 公分的根外菌絲。這些菌絲如同根系的延伸，大幅擴張了植物根部與土壤接觸的有效吸收表面積。其生物學效益主要體現在兩大面向：首先，顯著提升植物對磷（P）、鈣（Ca）及鎂（Mg）等移動性較差養分的吸收效率；其次，透過生理調控機制，有效增進作物的抗病能力及對環境逆境（如乾旱、鹽害）的耐受性，確保產量穩定。

2. 溶磷菌

(Phosphorus Dissolving Bacteria, PDB)

土壤中具備溶解難溶性磷源能力的微生物，統稱為「溶磷微生物」或「溶磷菌」。土壤磷素包含無機態與有機態，施入農田的磷肥易受土壤理化性質影響而被固定為不溶性形態，導致植物吸收效率低下。由於磷素移動性差且易於田間累積，溶磷菌的關鍵作用在於轉化這些累積的無機（鈣、鐵、鋁結合態）及有機結合磷，將其釋放為有效養分。此外，溶磷菌能分泌生理活性物質促進根系伸展，強化植株營養吸收。

不同菌種對磷源的溶解能力具特異性，部分菌株僅能溶解磷酸鈣，而優良菌株則具備廣譜溶磷能力。目前已知的高效溶磷菌群涵蓋細菌（如 *Bacillus*、

Pseudomonas、*Burkholderia* 等）、真菌（如 *Aspergillus*、*Penicillium*）及酵母菌（如 *Yarrowia*），在農業永續生產上具備極高的應用潛力。

微生物肥料的使用方法

要讓生物性肥料在田間發揮穩定的肥效，抓準「育苗期」接種是最經濟且成功率最高的做法，目前被常用為推廣有溶磷菌液劑及菌根菌粉劑2種，分別說明如下：

- ① 溶磷菌液劑灌注方法：每毫升之菌數約為 4×10^8 cfu，稀釋300~500倍，澆灌於根系附近之土壤至澆濕為原則，使菌液儘量接觸到根系為佳。
- ② 菌根菌粉劑拌種之方法：以每穴約2公克之菌根菌孢子土（每克約含



溶磷菌液稀釋後澆灌於根系附近之土壤。

表1. 微生物肥料對香瓜葉片元素濃度之影響

處理	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	Na (g kg ⁻¹)
對照區	20 a	1.7 a	30 a	60 b	17 a	1.33 a
接菌區	22 a	1.7 a	40 a	69 a	18 a	0.54 b



菌根菌孢子土與介質均勻攪拌。

100粒菌種) 撒施於介質，再與介質（泥炭與蛭石或珍珠石（1:1，體積比）混合）均勻攪拌，攪拌後之介質填入穴盤中，再進行播種育苗。

田間產量與逆境抗性表現

透過高活性指標的微生物肥料進行整合性施肥，在田間實證上均表現出優異的肥效及品質提昇效益：

提昇養分吸收與耐鹽抗性

經採集葉片進行植體分析顯示，接菌處理之甜瓜，其葉片中的鈣（Ca）與鉀（Mg）離子濃度較未接菌處理顯著提高，生長勢強健。另外，未接菌的對照組其植體葉片鈉離子（Na⁺）含量最高，而經接菌處理後，能顯著干擾並降低鈉離子的吸收。此結果證實，接種菌

根菌能有效提昇甜瓜抵抗土壤鹽分逆境（Salt stress）的能力（如表1）。

減量施肥與產值提升

洋香瓜

田間試驗證實，施用 2/3 全量化學肥料並配合接種菌根菌的整合性施肥處理，洋香瓜的果實產量非但沒有減少，反而較傳統 100% 全量施肥處理增加了 13.9%。在溶磷菌的試驗中，高效菌劑處理同樣顯著提高了磷肥利用率，果實糖度較對照組顯著高出 0.8° Brix（如表 2、3）。

表2. 不同肥料量對洋香瓜產量與品質影響（夏露品種）

處理	產量 (公斤/0.1公頃)	糖度 (Brix)
對照區	2,714 ± 33	15.9 ± 0.1
全量肥料並 接種菌根菌	2,765 ± 43	16.4 ± 0.3
2/3 肥料並 接種菌根菌	3,091 ± 49	16.3 ± 0.3

表3. 微生物肥料溶磷菌對洋香瓜生育影響

處理	產量 (公斤/0.1公頃)	糖度 (Brix)
對照區	3,396 ± 93	15.1 ± 0.80
接菌區	3,655 ± 86	15.9 ± 0.36

香瓜

在香瓜的微生物肥料施用調查中，透過合理化整合肥培，施用溶磷菌與菌根菌植株生長勢，以接菌處理較未接菌

表4. 微生物肥料對香瓜生育之影響

處理	株高 (公分)	葉數	葉綠素 (SPAD)
對照區	148	24	44.8
接菌區	159	25	46.2

表5. 微生物肥料對香瓜產量與品質之影響

處理	產量 (公斤/0.1公頃)	榨汁率 (%)	糖度 (Brix)
對照區	1,180 b	81.5 a	14.9 a
接菌區	1,474 a	82.3 a	15.1 a



接種菌根菌促進香瓜幼苗生長勢，接菌處理（左），未接菌處理（右）。



香瓜接種菌根菌促進植株生長情形；未接種（右），接種區（左）。

處理高，且能穩定維持美濃瓜的產量，並使果實呈現 14.9 至 15.1° Brix 以上的優質高糖度表現（如表4、5）。

抗逆境與病蟲害防禦表現

微生物肥料不僅提供養分，更如同為甜瓜根系穿上一層「隱形防護衣」，能有效因應劇烈氣候與土壤土傳障礙。

降低根圈土壤線蟲與黑點根腐病危害

中南部砂質壤土地區為甜瓜重要產區，但長期連作導致土壤生態失衡。其中以根瘤線蟲（*Meloidogyne incognita*）與黑點根腐病（*Monosporascus cannonballus*）的複合危害最為嚴峻。經田間調查，接種叢枝菌根菌之甜瓜，因健康的菌絲占據了根部共生空間並強化根系防禦，能顯著降低根圈土壤中的線蟲密度與蟲口數，也降低黑點根腐罹病率，減輕連作障礙（如表6、7）。

表6. 接種微生物肥料對香瓜線蟲二齡幼蟲蟲口數影響

處理	Root-knot nematode (numbers/100 g soils)
對照區	68 a
接菌區	20 b

表7. 接種微生物肥料對香瓜黑點根腐病影響

處理	罹病株率 (%)		
	6月13日	6月20日	6月26日
對照區	0.23	8.30	20.3
接菌區	0.15	1.30	4.70



左圖：接種微生物肥料植株生育較佳。右圖：未接種微生物肥料植株生育差。

提昇耐浸水（淹水）逆境能力

當甜瓜遭遇強降雨或田間短暫浸水時，植株根系易缺氧受損。試驗發現，雖然浸水會使植株鮮、乾重降低，但接菌處理的洋香瓜苗，其鮮乾重仍顯著高於未接菌者（如表8）。

透過葉綠素螢光光合作用生理參數

（黑暗狀態下，PSII 光學反應最大螢光值 F_v/F_m ）分析，接菌處理擁有較高的 F_v/F_m 比值（如表9），顯示接菌能有效維持光合作用胞器的生理活性，提昇甜瓜對浸水逆境的耐受力，協助作物在雨後迅速恢復生機。

表8. 接種菌根菌處理對洋香瓜在水分逆境下植株生長情形

處理	鮮重 (g)	乾重 (g)
-W-M	65.9 ± 2.3	10.2 ± 0.3
-W+M	67.1 ± 0.8	10.7 ± 0.5
+W-M	42.8 ± 1.2	5.43 ± 0.3
+W+M	44.0 ± 0.8	6.33 ± 0.4

-W : Normal water supply ; +W : Flooding stress ; -M : Non-mycorrhizal; +M : *Funneliformis mosseae*

表9. 接種菌根菌處理對洋香瓜在水分逆境下葉綠素， F_v/F_m 與 F_o 影響

處理	葉綠素 (SPAD)	F_v/F_m	F_o
-W-M	36.5 ± 0.18	0.786 ± 0.004	429 ± 25
-W+M	38.3 ± 0.20	0.793 ± 0.007	508 ± 17
+W-M	33.4 ± 1.29	0.745 ± 0.009	631 ± 56
+W+M	34.8 ± 0.95	0.778 ± 0.009	436 ± 13

-W : Normal water supply ; +W : Flooding stress ; -M : Non-mycorrhizal; +M : *Funneliformis mosseae*



接種叢枝菌根菌處理對洋香瓜在水分逆境下植株生長情形。

農友操作時需特別注意事項

1

避免同時施用高劑量化學磷肥

菌根菌在低磷環境下感染率最高，育苗期及定植初期若施用過高濃度的速效性磷肥，會抑制菌絲的活化與共生效果。

2

注意殺菌劑的施用干擾

叢枝菌根菌屬於真菌，田間定植初期應儘量避免將強效「土傳性真菌殺菌劑」直接灌注於根圈，以免殺滅有益菌絲。

3

認明高活性指標產品

購買市售微生物肥料時，應選擇具備定量活性指標與商譽良好的登記商品，以確保田間施用效果的穩定。

結語

臺灣亞熱帶高溫多雨之氣候型態，易致土壤有機質含量偏低及酸化，限制

了磷等重要營養要素之有效性。臺南區農業改良場近年來配合永續農業推動工作，積極開發適宜本土氣候之有益菌種，並將微生物肥料整合應用於作物生產中，其減肥、增產及抗逆境之成效已獲得具體驗證。

實務操作上，「育苗期拌菌根、田間灌溶磷、肥料減施三分之一」之整合性施肥技術已臻成熟，確能有效提升甜瓜之果實產量與品質，達到實質增收之目的。展望未來，健全田間肥效評估規範、推廣具高活性指標之登記商品，並引導農友適度替代化學肥料之施用，為健全土壤生態及減緩環境衝擊之重要關鍵。臺南場將持續深化相關技術之輔導，歡迎廣大瓜農踴躍洽詢，共同導入微生物肥料整合肥培管理，齊心推動臺灣農業之永續發展。🌱