



微生物 在 瓜果類作物生產之應用

文/圖 ■ 黃瑞彰 林晉卿 江汶錦 林經偉 卓家榮

前言

自然界中存在有豐富之微生物資源，對農作物生產而言，常利用此資源，如將有益微生物接種在種子或施用在幼苗、土壤上，可增加植物營養要素之供應、提高土壤中養分之有效性、增進根系之生長與養分之吸收、保護根系及增進抗逆境能力等，均可稱之為「微生物肥料」應用。

談到作物的養分補充，化學肥料一直都是最佳選擇，因為它具有使用方便、價格合理且效果迅速的優點。但是在享受化肥所帶來便利的同時，應注意到過度使用所帶來的不良影響，眾所皆知就是土壤酸化及劣化問題。農友大量施用農用化學物質造成土壤劣化與污染，影響土壤微生物多樣性，使生物制衡能力降低，病蟲害增加。土壤微生物是自然界中推動各種元素循環之最基層的生物。近年來，隨著生物技術的崛起，土壤微生物所扮演的角色日趨重要，目前國內已研發應用推廣之微生物肥料有根瘤菌、溶磷菌及叢枝菌根菌等，根據試驗調查，豆類接種根瘤菌或瓜類作物育苗接種菌根菌之微生物肥料，皆可提高土壤營養分之供應及有效性，替代部份化學肥料，非但可節省肥料投入之成本，提高單位面積產量，增加農民收益，且可充分運用微生物資源，減緩農業生產對自然生態平衡及環境之衝擊。

台灣地區高經濟果樹如木瓜、鳳梨與蓮霧及蔬果作物如胡瓜、苦瓜、西瓜、洋香瓜、番茄與甜椒等，均為高磷肥需求之作物，一般農民栽植慣用大量的化學肥料，磷肥大部分因被土壤固定結合或流失，不但栽培成本提高，亦可能造成地下水污染，若能利用菌根菌及溶磷菌等微生物肥料，可促進幼苗與植株之生長，提高移植成活率，減少肥料用量，增進作物之產量品質，達到合理化施肥之目標。

土壤微生物多樣性是生態保育的基礎，亦是減少農業災害的根本，合乎自然法則，農業才能永續。生物多樣性是永續的、無價的、無形的效益，尤其在台灣的島形地區，又是高溫、多雨、多風之多變環境。為了台灣農業永續發展，唯有重視農業土壤微生物多樣性，才能維持健康的土壤環境，亦才有健康的人類。這是一個值得政府及全民重視的課題。

微生物肥料之功能

有益的土壤微生物種類甚多，不同微生物肥料有不同之功能，其功能主要為：

（一）固氮作用

固氮根瘤菌包括共生、協生及非共生固氮根瘤菌，可以將空氣中的氮素固定為氨，轉變成作物可以利用的氮化合物，此作用是直接增加土壤的氮素來源，並能替代或減少化學氮肥的施用。自1964

年Burton開發與豆科植物共生之根瘤菌以來，在美國、歐洲、澳洲均有商品化產品出售，例如大豆接種製劑Rhizobia即是。不論國內外皆已證實豆科共生根瘤菌的使用可以顯著節省化學氮肥之施用量，但接種劑菌數要106cfu/ml以上為佳。整體而言，共生性固氮菌的發現使用歷史雖已久，但由於土壤生態系的複雜性與菌種對作物的專一性，其應用效果往往因地區、作物而異，所以仍需研發能針對不同土壤、作物之專一性配方產品，或與其他菌種混合開發混合劑以提高使用效果。

（二）溶解作用

營養元素的存在型式會影響吸收效率，土壤中存有許多作物不能利用的結合型營養元素，如磷、鈣、鐵等需靠根圈之某些土壤微生物分泌一些有機酸溶解後才能被利用，因此，溶解結合型營養元素的菌，可以做為提供作物營養的功能，並可替代或減少化學肥料的施用，例如菌根菌。

（三）增進根系營養吸收及生長的作用

植物吸收營養主要需靠根毛部，根毛愈多，吸收的表面積就愈大，吸收能力就愈高。微生物肥料中有增進根系營養吸收及生長的菌類，增加根系吸收能力及表面積，即可減少化學肥料的施用，提高土壤中的營養供應效率，如菌根菌、溶磷菌。

（四）增加植物對逆境的抗性與病原菌之拮抗

微生物的部分分泌物對其他生物之生存具有抑制作用，此種微生物可使土壤或植體中病原菌減少甚或滅絕，減少病害發生，降低農藥之使用。

（五）促進有機物之分解及轉化

大分子之有機物需經由微生物分泌酵素分解成較小的分子或無機物，才能被植物利用。目前此類商品多為複合微生物，直接添加在有機材料中，可加速堆肥熟成，降低有機質之碳氮比，增加腐植化之功能，並除去製成中之臭味。所以在推行有機農業時，此類微生物肥料是相當重要之添加物。

微生物肥料的使用方法

微生物肥料的使用方法，目前被常用推廣的有固氮根瘤菌液劑、溶磷菌液劑及菌根菌粉劑三種，分別說明如下：

（一）固氮根瘤菌液劑拌種之方法

將豆科作物種子與5~10倍稀釋液浸入或噴濕，使種子與液劑接觸，等風乾後再機械播種。

（二）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。

（三）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100粒菌種）撒施於介質，再與介質均勻攪拌，攪拌後之介質填入穴盤中，再進行播種育苗。

微生物肥料在瓜果類作物生產上常用的例子

（一）溶磷菌在蔬果之應用

溶磷菌是泛指能溶解土壤中不易溶解的無機或有機磷化物的微生物總稱。

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。不同的溶磷菌的種類中，溶磷能力及能溶解物的範圍差異甚大，有的菌可溶解「鈣結合磷」，可是不能溶解「鐵結合磷」，有的菌種且可溶解多樣的不易溶解的磷化物。常見的溶磷菌包括細菌及真菌，如*Pseudomonas*，*Bacillus*，*Thiobacillus*，*Penicillium*，*Aspergillus*屬等。

土壤微生物中的溶磷菌接種於酸性土壤中，可以增進磷礦石粉、過磷酸鈣、鋁磷化合物的溶解。溶磷菌除可溶解化合

物增加作物根部對磷肥吸收的能力外，還能分泌出植物生長激素如IAA、NAA等，在非洲菊、百合之相關試驗均有顯著之效益。

(二) 叢枝內生菌根菌在蔬果之應用

叢枝內生菌根菌是能與90%陸地植物形成共生關係的有益真菌，能促進作物生長與增加產量，可視為生物性肥料。主要的菌根菌包括內生、外生及內外生三大類，一般農田作物以內生菌根菌為最多，尤其以囊狀體—叢枝內生菌根菌最普遍受到重視。菌根真菌可從根毛侵入根部，在內皮層產生叢枝(arbuscule)，在皮層產生囊孢(vesicle)，並將菌絲伸出根外。菌絲可分解土壤中的有機物，並吸收無機養分、低



▲ 溶磷菌菌液稀釋後澆灌於根系附近之土壤



▲ 菌根菌孢子土與介質均勻攪拌



▲ 苦瓜未接種微生物肥料，開花結果數少



▲ 苦瓜接種微生物肥料，開花結果數多

分子有機物和水份，並透過內皮進入導管向上運輸，因此可以使成熟根也有如同根毛的吸收功能。

由於這類真菌在感染植物之根部後會向根外延伸出長達8至10公分長的根外菌絲，有助於增加植物根部的吸收面積，特別是對於磷肥的吸收，效果尤其顯著。此外，叢枝內生菌根菌對於幫助作物抵抗逆境、土生病害、線蟲等的研究，也倍受肯定。在花卉方面，促進早花，增大花朵，及延長切花在花瓶的插花壽限等。叢枝內生菌根菌目前被認為是最有效益及發展潛力之「生物肥料」。

農業試驗所嘉義分所自民國69年起即從事內生菌根菌之開發研究，篩選優良菌種 *Glomus clarum*，與洋香瓜具親和性，育

苗期接種感染形成內生菌根，可促進根群發育，有助磷肥等要素吸收能力，提高產量與品質。經由該所大量繁殖菌根菌接種原，供育苗接種應用。雲嘉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。

內生菌根植物與土傳病害之關係，近30年來引起許多學者研究之興趣，在這些研究報告中，大多數均顯示作物接種囊叢枝內生菌根菌後，病害嚴重程度較未接種植株為輕，尤其是內生菌根菌與寄生性線蟲病害之關係。

台南區農業改良場近年來配合執行合理化施肥示範計畫—微生物肥料之推廣，應用菌根菌在瓜果類作物，經該項計



▲ 接種內生菌根菌可促進苦瓜幼苗生長，移植存活率較高

表1、微生物肥料施用對苦瓜產量之影響

處理	產量 (公斤/0.1公頃)
接砧未接菌	8,484
接砧未接菌+溶磷菌	8,676
接砧接菌根菌	8,748
接砧接菌根菌+溶磷菌	9,438

註：1. 苦瓜為白華品種
2. 自95.10.18開始採收，至96.03.30調查結果



▲ 接種菌根菌可促進洋香瓜幼苗生長勢(右)



▲ 洋香瓜天華品種接種菌根菌田間生長情形；未接種（左），接種區（右）



畫的實施，農民化學肥料施用量減施20~30%，瓜果類果實甜度增加約1°Brix，增產率5~30%。

微生物肥料之肥效往往非單一功能作用之結果，因而朝多種菌的複合發展，就像化學肥料由單質肥料向複合肥料發展一樣，微生物肥料亦趨向於將固氮和磷、鉀細菌複合在一起，如目前之溶磷根瘤菌即是。

結論

台灣位處於亞熱帶地區，為高溫多雨之氣候型態，對土壤中微生物之活動及變遷影響頗大。尤以土壤有機質含量普遍偏低，以及酸性土壤居多，致土壤中所含植物營養要素之有效性受到很大的限制，如土壤中磷與鐵、鋁等結合成不溶解性物



▲ 接種菌根菌可促進美濃瓜幼苗生長勢(左)



▲ 美濃瓜嘉玉品種接種菌根菌田間生長情形；未接種(右)，接種區(左)

表2. 接種菌根菌對洋香瓜產量與品質影響

處理	產量(公斤/0.1公頃)	糖度(°Brix)
接菌	3,760	10.0
未接菌	3,560	9.3

註：1. 洋香瓜為天華品種
2. 自98.02.20開始採收，至98.03.10調查結果

表3. 接種菌根菌對美濃瓜產量與品質影響

處理	產量(公斤/0.1公頃)	糖度(°Brix)
接菌	1,300	13.7
未接菌	963	13.4

註：1. 美濃瓜為嘉玉品種
2. 自95.06.30開始採收，至95.07.07調查結果

表4. 接種菌根菌對甜瓜線蟲蟲口數影響

處理	螺旋線蟲	根瘤線蟲
	(隻/100克土)	
接菌	25	108
未接菌	548	401

質，而有些細菌能分泌有機酸，幫助磷化合物之分解，增進植物對磷等養分之吸收。

對於有效微生物使用到農作物生產上，在國外早已開始，在台灣最早期是由大豆的固氮作用開始。利用土壤微生物來促進作物生產及改善土壤等，這是農業生產的新科技產物，可減少環境污染，又可提高產品品質與增加產量。

台南區農業改良場近年來配合推動永續農業工作，加強微生物肥料之推廣使用，其成效已於作物生產中獲得驗證。因此，如能適當利用廉價自然資源培育土壤中有益微生物，並積極開發適宜本省氣候條件之有益菌種，推廣應用於農業生產，對維護土壤肥力，替代部分化學肥料，舒減化學肥料不當使用對環境之衝擊，將有助於農業永續發展。