

國內根圈微生物肥料種類 與作用機制之介紹

作者：鄭哲皓（助理研究員） 電話：(037) 991025 # 201

前言

微生物肥料是以微生物活體或其分泌物為主要成份，用於防治有害生物或提昇作物品質的商品。其中根圈微生物肥料，多以真菌或細菌活體為主成份，藉由棲息在植物根際附近或與植物根部細胞共生，調節根圈環境以改善植物生長。因劇烈氣候頻發，乾旱、暴雨等不利植物生長之氣候出現次數逐漸增加，同時作物連作、過量施肥等不當田間栽培處理，土壤劣化與土棲病害亦有嚴重的趨勢。為同時達到保護植物、增加產量、改良土壤、減少逆境危害之需求，同時在友善農業、有機農法等潮流興起下，微生物肥料逐漸受到農民重視並在國內肥料開發上佔有一席之地。微生物肥料在成份上主要由微生物活體與其他成份所組成，其中微生物活體會因為菌種、施用時機、作用環境等因素而出現效果上之差異，了解微生物肥料的相關知識並把握挑選與施用原則是合理施用的第一步。本文將簡要介紹微生物肥料之主要微生物種類、微生物具有的功效、如何挑選施用微生物肥料，期望農友能合理、精準施用，以最低成本轉化為最大效益。

國內根圈微生物肥料特性與菌種簡介

根圈微生物是指生活在植物根部附近的微生物，其中對植物生長有利之菌種具有製劑化潛力，一般以細菌、真菌為主，它們可能同時具有多種功能，像是溶磷、固氮、溶鉀等增加土壤養分有效性能力，分泌植物生長激素刺激植物發育，分泌緩衝物質或物理

性保護方式減緩鹽害、高溫等不利環境的衝擊，刺激植物防禦反應或分泌抑菌物質抵禦病害侵襲等。由於不同菌種之功能種類與強度皆不相同，為控管微生物肥料之品質並訂定明確規範，「肥料管理法」修正之「肥料種類品目及規格」將微生物肥料依功能分作豆科根瘤菌肥料、游離固氮菌肥料、溶磷菌肥料、溶鉀菌肥料、複合微生物肥料及叢枝菌根菌肥料等六類，而以病害防治為主要功能之根圈微生物製劑則以微生物農藥相關法規適用之。

國內微生物肥料之菌種開發受限於業者申請微生物肥料登記證時須檢附「生物毒性及環境生態試驗報告」，其耗時甚久、增加額外成本且有無法上市的潛在問題，而國內微生物肥料生產業者多為中小型企業，無力承擔新菌種試驗的相關設備成本與風險。農委會於民國 107 年更新「已被鑑定為安全之微生物肥料菌種」16 個菌種（表一）可免附試驗報告，期望簡化微生物肥料申請流程，但目前國內微生物肥料之菌種仍有相當集中之傾向。國內根圈微生物製劑之菌種整理如表一，可發現國內微生物肥料在功能方面集中在溶磷菌 (72) 為主，少數分佈在溶鉀菌 (3) 與叢枝菌根菌 (2)，菌種分佈上除了 *Candida guilliermondii*、*Glomus mosseae* 為真菌外，其餘全為 *Bacillus* 屬細菌。

國內微生物肥料的菌種特性上，已製劑化之 *Bacillus* 屬細菌皆具有產生內孢子的能力，其品質與保存穩定性優於其他無內孢子的菌種，關於已製劑化 *Bacillus* 屬菌種

表一、已被鑑定為安全之微生物肥料菌種

菌種種類	菌種名稱 (中文名稱)
1. 細菌類	<i>Bacillus coagulans</i> (凝結芽孢桿菌)
	<i>Bacillus licheniformis</i> (地衣桿菌)
	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (<i>Rhizobium japonicum</i>)
	<i>Mesorhizobium loti</i> (<i>Rhizobium loti</i>)
	<i>Rhizobium leguminosarum</i>
	<i>Rhodopseudomonas palustris</i> (沼澤紅假單孢菌)
	<i>Sinorhizobium fredii</i> (<i>Ensifer fredii</i> , <i>Rhizobium fredii</i>)
<i>Streptococcus thermophilus</i> (嗜熱鏈球菌)	
2. 真菌類	<i>Aspergillus oryzae oryzae</i> (米麴菌)
	<i>Glomus fasciculatum</i> (<i>Endogone arenacea</i> , <i>Endogone fasciculata</i> , <i>Palaeomycetes butleri</i> , <i>Rhizophagites butleri</i>)
	<i>Glomus mosseae</i> (<i>Endogone mosseae</i>)
	<i>Mucor rouxii</i> (魯毛黴菌)
3. 酵母菌	<i>Candida guilliermondii</i> (季也蒙假絲酵母菌)
	<i>Pichia guilliermondii</i> (季也蒙比齊酵母菌)
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (啤酒釀酒酵母菌)
	<i>Saccharomycopsis fibuliger</i> (<i>Endomycopsis fibuliger</i>) (肋狀擬內孢黴菌)

資料來源：行政院農業委員會農糧署。

的其他生長特性與植物促生能力如表二。*G. mosseae* 屬於真菌中非專一性叢枝菌根菌，可和多種植物根部細胞進行共生，藉由產生菌絲保護根部、分泌植物荷爾蒙、製造菌根增加養分吸收面積等方式促進植物生長，然而 *G. mosseae* 對於不同植物種類的敏感度不同，有些植物無法與 *G. mosseae* 共生，同時對土壤酸鹼度、含氧量較為敏感，使用時應留意。*C. guilliermondii* 屬於國內公告「已被鑑定為安全之微生物肥料菌種」的酵母菌之一，因腐生能力強，可在人體、土壤、發

酵物等多種環境中存活，除了溶磷能力外，國外亦有研究指出能分泌植物荷爾蒙或刺激植物抗病機制等潛力。

不同菌種對於環境適應性以及促進植物生長功能有所不同，依需求與產品描述斟酌使用。此外，根圈有益微生物雖具有多種促進植物生長與調節環境功能，但市售肥料產品依規定不得記載或標示生物肥料以外之功能（如抵抗病害、增加抗逆境能力等非肥料功效），且同一菌種不同分離株之間的能力種類與強弱也有若干差異，建議消費者仍以產品上記載的主要功能為主，若要測試微生物其他附加效果可小規模測試比較，不宜因文獻紀錄或網站報導而過份期待。

根圈微生物肥料使用注意事項

微生物肥料主要藉由「微生物」對「環境」進行調節或與「植物」交互作用來達到促進植體生長與提昇作物產量品質之效果，因此微生物肥料的效果會受到微生物本身、植物以及環境三要素影響，消費者應充分了解才能有效發揮微生物肥料之功效。

一、商品挑選

國內生產微生物肥料劑型以傳統的粉劑、粒劑、液劑為主，依需求挑選，粒劑適合作為基肥混入土壤；液劑與粉劑可作為追肥澆灌或苗期浸泡接種；叢枝菌根菌必須和植物根系接觸，因此適合與播種介質混合或於苗期施用。

在產品活性上，應挑選近期製造的產品以獲得活性與族群數充足之微生物，同時依需求量斟酌購買以避免長期存放造成菌數減

表二、國內現有微生物肥料用途別、菌種名稱、商品數整理

製劑種類	用途別	菌種名稱	商品數
微生物肥料	溶磷	<i>Bacillus safensis</i>	21
		<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	13
		<i>Bacillus licheniformis</i>	7
		<i>Bacillus velezensis</i>	5
		<i>Bacillus subtilis</i>	24
		<i>Bacillus mycoides</i>	1
	溶鉀	<i>Candida guilliermondii</i>	1
		<i>Bacillus mycodies</i>	2
	促進磷肥吸收	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	1
	<i>Glomus mosseae</i>	2	

參考資料來源：行政院農業委員會農糧署肥料管理整合資訊系統。

表三、國內現有微生物肥料有效成份細菌特徵列表

菌種名稱	生長特性	已報導促進植物生長能力
<i>Bacillus safensis</i>	<ul style="list-style-type: none"> 分佈在各種環境，生存力強 可抵抗惡劣環境(高鹽分、輻射線、重金屬污染等) 	<ul style="list-style-type: none"> 增加土壤磷、鐵元素有效性 分泌植物荷爾蒙 增加植物耐逆境能力
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	<ul style="list-style-type: none"> 分佈在土壤、空氣、水等環境 迅速在植物根際部建立族群 	<ul style="list-style-type: none"> 抑制土壤病原菌滋生 增加土壤磷、鉀元素有效性 誘導植物產生抗病性
<i>Bacillus licheniformis</i>	<ul style="list-style-type: none"> 常見於土壤 耐高溫 (30度以上) 	<ul style="list-style-type: none"> 增加土壤氮、磷、鐵元素有效性 增加植物耐逆境能力 分泌植物荷爾蒙
<i>Bacillus velezensis</i>	<ul style="list-style-type: none"> 廣泛棲息於河水、土壤中、動物腸道、植物根系等環境 	<ul style="list-style-type: none"> 分泌多種抑菌物質 增加土壤磷、鉀元素有效性 分泌植物荷爾蒙
<i>Bacillus subtilis</i>	<ul style="list-style-type: none"> 廣佈在土壤、植物體表 在植物根部建立族群能力強 	<ul style="list-style-type: none"> 分泌多種抑菌物質 增加土壤磷元素有效性 誘導植物產生抗病性
<i>Bacillus mycoides</i>	<ul style="list-style-type: none"> 常見於土壤 可忍受低溫與高溫 耐缺氧環境 	<ul style="list-style-type: none"> 增加土壤磷、鉀元素有效性 分泌植物荷爾蒙 誘導植物產生抗病性

少，其中液劑含有的微生物多呈現活化狀態，宜購買後立刻使用，粒劑與粉劑可在陰涼乾燥環境下保存較久，但仍建議盡早使用。

微生物肥料依成份分為「無添加肥料之純菌粉」以及「添加肥料成分之產品」，使用時注意產品內是否有添加額外肥料，以免發生施肥過多導致土壤元素失衡的狀況。

二、植株狀況

許多土壤中的微生物需要植物根部分泌之養分以維持族群，根部分泌養分主要位置在根圈周圍靠近根部末端的根毛附近，因此越早接種根圈有益微生物在植物根部附近成功率越高且效果越明顯。

由於根圈較小方便處理，因而育苗期間相當推薦施用根圈有益微生物，同時苗期根部發育旺盛與介質內雜菌稀少的環境適合有益微生物建立族群，以液態施用之微生物肥料接種，讓具有活性的微生物迅速接觸根部；若播種時使用微生物肥料，因植物尚未發根，應以固態施用的劑型與介質混合，使休眠狀態的微生物能度過沒有根部之期間慢慢復甦；在作物定植後若有補充有益微生物族群的需求時，推薦施用液態微生物肥料以快速補充，針對作物根圈周圍充分澆灌以利微生物接觸有效根系。

除了植物年齡影響肥料效果外，植物種類與種植方式也有所影響。尤其使用叢枝菌根菌時，目前已知無法接種叢枝菌根菌的作物包含莧菜、十字花科蔬菜、菠菜、甜菜等。另外，叢枝菌根菌屬於真菌，其生長對氧氣的需求較高，水耕植物因根部時常處在氧氣不足環境，不利叢枝菌根菌建立族群與發揮功效，宜避免淹水期間施用。對於微生物肥

料施用有疑問時，應先查找資料或詢問廠商及研究單位，亦可進行小規模施灑紀錄效果。

三、施用環境

田間狀態例如土壤質地、酸鹼度、有機質含量、含水量、透氣性等，影響根圈微生物的生長好壞，連帶影響微生物肥料效果與植物生長。施用環境中以水分影響最為重要，因微生物之生長擴散、分泌化學物質傳遞與作用都需要以水為媒介，施用微生物肥料時務必確保土壤溼潤，建議田區行草生栽培或是在氣候陰涼時使用，若土壤排水性較強則應考慮追加施用頻率或改善土壤保水能力。

為使作物與根圈微生物都能獲得最佳生長環境，種植作物前兩個月宜先進行土壤檢測，了解土壤現況進行調整改善，並針對土壤有效性較低的元素挑選相對應之微生物肥料施用，施用前應留意土壤近期是否有施用殺菌劑或殺草劑等可能殺死根圈微生物的化學物質，避免在化學藥劑施用前後使用微生物肥料。

四、使用時機

農民施用微生物肥料的時機與頻率影響微生物能否發揮功效以及持續程度。使用時機如同之前所述，應把握商品購買後及早施用、作物幼年時期接種、避開化學藥劑使用前後、在灌溉或土壤溼潤時使用等要領；施用頻率方面，依商品標示使用，若商品無推薦頻率則推薦 2~3 週施用一次，同時依照作物不同生長時期的養分需求調整施用頻率，例如作物營養生長初期或果樹萌芽期可採 2 週施用一次的頻率、營養生長中後期可降低施用頻率、接近採收時期或果樹休眠期考慮停止施用等。

結語

劇烈氣候、連作、過量施肥、高強度噴灑化學藥劑等不利因子造成作物衰弱並增加病害侵襲機會，嚴重影響農民收益。微生物肥料因具有不易肥傷、功能多樣化、調節環境、低污染、生物友善等優點，在我國推廣有機與友善環境耕作等環境永續政策下受到重視發展，如農糧署網站列出「國產微生物肥料品牌推薦名單一覽表」並說明補助辦法（圖一），預期藉由減輕農民購買負擔，增加使用微生物肥料的意願。然而，國內微生物肥料在相關法規、製成技術、菌種開發上仍有許多改善空間，微生物肥料功能種類不足、使用注意事項較多、效果不穩定等問題使不了解微生物肥料特性的農民望之卻步，因此本文介紹國內微生物肥料概況、主成份菌種特性以及微生物肥料施用要領，期望減少農民對微生物肥料施用的疑慮。藉由微生物肥料減少學資材施用，同時調節環境、降低污染、增進作物品質並增進消費者對農產品安全之信心，達到兼顧環境、效率、效益之永續農業。



圖一、國產微生物肥料品牌推薦名單一覽表與補助方式說明。補助方式請參考「友善環境農業資材補助作業方式」QR code，國產微生物肥料品牌推薦名單一覽表詳細品項請參考「友善環境農業資材補助推薦名單」QR code 並點選「國產微生物肥料品牌推薦名單一覽表」。（資料來源：行政院農業委員會農糧署）

