

有益微生物

在農作生產上的應用

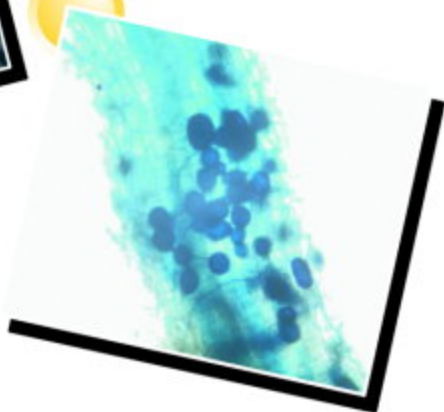




目

錄

前言	3
微生物在肥培管理上之應用	3
利用拮抗生物防治作物病蟲害	9
結語	15





有益微生物在農作生產上的應用

圖·文／張耀聰、陳昱初*

前言

科技的發達促使農用資材不斷的開發與進步，而對農藥及化學肥料的生產技術更是日新月異，除了提供農民的方便性及增加收穫外，也對環境產生了不小的衝擊。曾幾何時，土壤中的蚯蚓、灌溉水圳中的魚蝦及青蛙，也正因此類資材不當使用，而逐漸減少。化學肥料的過量使用，導致土壤微生物相及物理性狀的劣變，而農藥的使用雖然控制了病蟲害的發生及雜草的抑制，但其殘毒對生態環境之破壞，則不容忽視。目前，此一情況則成了世界各國推動永續農業發展必先解決之問題。然而，肥培管理和病蟲害防治是農業生產上之重要工作，該如何改善目前困境呢？微生物的運用則扮演著關鍵性角色。

微生物在肥培管理上之應用

微生物與人們日常生活有密不可分的關係，舉凡醫藥製造、食品加工、環保工程等等，很多方面均藉助微生物；在土壤生態系統中微生物之地位更不容忽視，由於不易為肉眼所觀察，因此所扮演的角色，以往較不受農民重視，但近年來標榜健康飲食之有機農業逐漸興起，其中更限制栽培過程需採用天然資材，致使有機蔬果生產者，在肥料和資材選用上沒那麼方便。目前產、官、學界紛紛投入微生物菌種及製劑之開發與研究，期能藉以改善土壤物理性質、增加肥力有效性，促進作物增產及提升品質，豐富有機產業資材之選擇。何謂微生物肥料或微生物製劑呢？簡單的說，就是含有微生物並能促進植物生長之製劑，可應用於種子、幼苗或土壤，以改善土壤環境，增進養分有效性及作物生長者。而許多農民在自製固態堆肥或液肥時，亦常會加入微生物，但各種可作為肥培利用的微生物其功用為何？目前市售微生物菌種及製劑商品逐漸增多，產品良莠不齊，農民該如何選擇施用？以下將簡要介紹，供農友參考。

一、具固氮能力之微生物

在大氣中，氮氣約佔80%，但均無法由植物直接吸收利用，因此經由固氮

*高雄區農業改良場 助理研究員 (08)7746767、7746757



微生物進行生物固氮作用，將空氣中游离氮素，經由固氮細菌、放線菌或藍綠藻之固氮酵素加以固定，並轉化成氨態氮(NH_3)，再將其轉換成銨離子(NH_4^+)和硝酸根離子(NO_3^-)提供植物利用。土壤中固氮菌的種類甚多，但都是屬於無細胞核的原核生物(prokaryotes)，包括細菌(異營性細菌、光合硫化細菌、根瘤菌)、放線菌及藍綠藻等(表1)，其中在生態的系統上，又可區分為游離性(free-living)、協同性(associative)及共生性(symbiotic)的固氮作用。

表1、微生物固氮作用的種類

生態類別	類別特性 (分布)	菌 種 實 例
1. 游離性 異營性	(土壤、水中) 好氣性菌	<i>Azotobacter, Beijerinckia, Rhizobium, Azomomas, mycobacteria, Spirillum</i>
自營性	兼性菌	<i>Bacillus, Enterbacter, Klebsiella, Azospirillum</i>
	厭氣性菌	<i>Clostridium, Desulfovibrio, Desulfotomavillum</i>
	藍綠藻	<i>Nostoc, Anabaena, Gloeotheca</i>
	紫硫化菌	<i>Rhodopseudomonas, Rhodospirillum</i>
	綠硫化菌	<i>Chromatium, Chlorobium</i>
2. 協同性 異營性	(葉面、根圈) 根圈微生物 葉圈微生物	<i>Azospirillum, Azotobacter, Bacillus Klebsiella, Beijerinckia</i>
3. 共生性 異營性	(根瘤、莖瘤、固氮體) 豆科根瘤菌 豆科莖瘤菌 非豆科根瘤菌 非豆科根瘤放線菌	<i>Rhizobium, Bradyrhizobium Azorhizobium Rhizobium Frankia</i>
自營性	裸子植物、蘇鐵 地衣、地錢、苔類 水生蕨、滿江紅	<i>Nostoc Nostoc, Stigonema, Calothrix Anabaena</i>



在農作生產上，最常運用此類微生物者，則多以細菌性根瘤菌(*Rhizobium* spp.)為主，其次為放線根瘤菌(*Frankia* spp.)及固氮藍綠藻(*Anabaena* spp.)。

(一) 細菌性根瘤菌

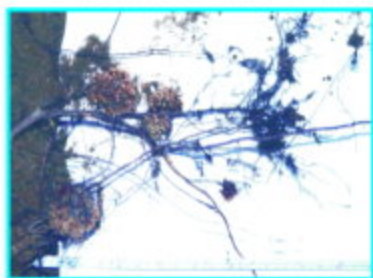
細菌性根瘤菌多數僅適用於蝶形花科如毛豆、紅豆等，及含羞草科如相思樹、銀合歡等植物根部共生，此外接種於其他作物則不易共生結瘤。而固氮能力良好之菌種，形成之根瘤數較少、形體較大，根瘤切面成淺紅或暗紅色，分佈於主根及較粗側根附近，具有良好之互利共生關係，而固氮能力差或無固氮能力之品系，多形成小粒圓形之白色根瘤，分佈於鬚根系，且部分具有寄生關係，將依靠寄主提供養分維生。高屏地區現今每年約有4,500公頃之毛豆與紅豆接種細菌性根瘤菌，其接種根瘤菌後可節省氮肥1/2以上，依作物施肥手冊3要素肥料推存量為 $N-P_2O_5-K_2O=20-60-60$ kg/ha，與農民慣用量212-186-218 kg/ha對照，計算每公頃施肥成本可節省12,633元，大量減少化學肥料之使用，降低施肥對環境之負面影響。而本菌劑主要由農委會補助，中興大學土壤環境科學系楊秋忠教授研發生產與推廣。



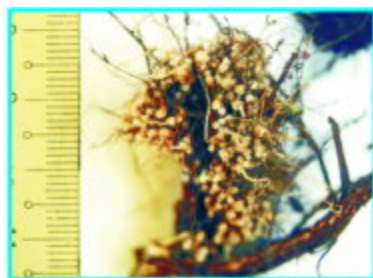
▲毛豆接種細菌性根瘤菌共生結瘤



▲固氮力佳之根瘤切面成淺紅或暗紅色



▲木麻黃根系與放線根瘤菌共生結瘤



▲固氮能力佳之木麻黃放線菌根瘤



（二）放線根瘤菌

放線根瘤菌則會與木麻黃屬、楊梅屬、赤楊屬、馬桑屬及胡頹子屬等植物根部共生，而此類固氮菌則較一般細菌更耐乾旱及高溫，一般均運用於崩塌地造林之先驅植物及海岸防風林建造，其中除楊梅外，很少應用於農作生產上。共生情況良好之放線根瘤菌，根部先端膨大具分枝、叢生聚集成團塊狀，其共生根部幼嫩先端固氮能力較佳，根瘤則會隨時間老化而成黑褐色，逐漸失去固氮能力而崩解。而固氮放線菌之固氮能力約與細菌性根瘤菌相當，對整個地球生態系統而言，其所固定的氮素總量亦不亞於細菌性根瘤菌所固定的氮素總量。然而，具共生固氮能力之微生物均屬好氣性，如根圈土壤太密實或土壤通氣不良，則不易形成根瘤；另施用過多之氮肥，其固氮能力也相對減弱，且不易共生結瘤。

（三）固氮藍綠藻

水生植物方面，水生蕨類滿江紅之葉部分裂為上下兩片，上裂葉浮於水面，具同化組織及氣孔，葉內側充滿許多黏液空腔，空腔內常會有具固氮能力之念珠狀藍綠藻共生。以往，常被應用在水田的栽培上，於種植水稻前，將滿江紅引進水田，使其繁殖培養，並進行生物固氮，待滿江紅死亡後，翻耕入土中，便會釋放出所固定之氮素，供水稻運用，增加稻米產量。



▲中興大學研發之根瘤菌劑



▲農試所研發技轉之菌根菌劑



二、促進磷素有效性之微生物

土壤中磷素之存在形式，包括無機磷及有機磷。一般而言，施入土壤之磷肥僅5~25%會被植物利用，其餘多與土壤中鈣、鎂、鐵、鋁等結合，形成無效態磷，作物無法吸收利用。然而促進磷有效性之微生物，則能將此無效磷素轉化成有機磷供作物利用。而此類微生物肥料常見者，有溶磷菌(phosphate solubilizing microorganisms)及菌根菌(mycorrhizal fungi)。

(一) 溶磷菌

土壤中的溶磷菌可略分3大類，即溶磷細菌、溶磷真菌及溶磷放線菌，其中常見之溶磷細菌14種、溶磷固氮細菌3種、溶磷真菌19種、溶磷放線菌2種。而溶磷真菌、細菌則分別佔土壤中全部真菌、細菌的0.5%及1%，溶磷微生物中60%是真菌，以麴黴屬、青黴屬為主，40%是細菌。而在目前市售溶磷菌產品中，有菌專家溶磷菌1號及博士溶磷菌等，然真菌類之生產製程及培養較費時，因此目前多以細菌類及放線菌類之溶磷菌為主，然此類產品並非共生性微生物，但適合使用於各種作物，最佳時機為幼苗栽植後施用於根域周圍，或待子葉長出後施用，均能達到良好之功效。



▲毛豆幼苗接種溶磷菌促進磷肥吸收



▲木瓜幼苗接種菌根菌促進生長及發根

(二) 菌根菌

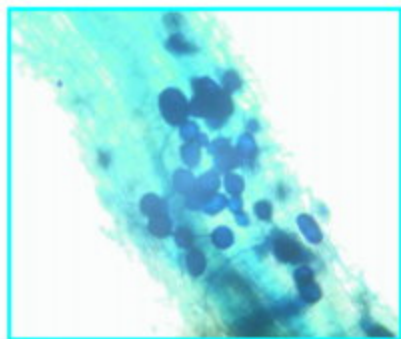
菌根菌能與植物根部形成共生器官，稱為菌根，具有促進植物吸收養分及水分之功效，並與病害防治、減少環境污染及植物進化有密切關係。根據菌根結合形式之外部形態來分類，可分外生菌根、內生菌根及外內生菌根三大類，但依據解剖觀察，至少有7種，其中包含不同類別的真菌和宿主植物，於形態上則具有不同的典型。



目前菌根菌之商品主要分為外生菌根菌及內生菌根菌兩類，外生菌根菌多運用於松科、殼斗科及桉樹類等之造林，或生產高經濟價值之共生菌(如松露菌、牛肝菌等)，但該類產品盛行於歐美國家，目前國內並無製造販售。內生菌根菌於農作生產上較為普遍，因其能促進植物根系生長，並與根系共生形成菌根，藉由菌根之菌絲，擴大磷肥吸收範圍，及增進其他養分和水分之吸收，故有提高作物抵抗逆境之能力，亦能促進土壤團粒形成，改善土壤性質和增強對土生病原菌及線蟲等之抵抗性。但在高磷含量之土壤中，菌根菌不易與作物共生，促進磷肥吸收之效果則較差。



▲林木與外生菌根菌共生產出之松露菌



▲作物與內生菌根菌共生之根內囊泡體

目前市售內生菌根菌劑，有根特旺菌根菌、愛根好、菌專家菌根菌及博士菌根真菌等，皆以孢子土粉劑為主，而此菌劑於田間大面積機械化施作成本較高，且效果不如植穴內接種施用者佳。最佳之接種方式，育苗階段即進行接種，使其形成良好之菌根，有助於苗木移植存活率及提升日後產量與品質。由於此類微生物會與作物根系共生，對於非菌根作物如莧科、十字花科、石竹科、藜科、鴨趾草科、玉蕊科、馬齒莧科及蕁麻科等植物都不適合使用，卻可適用於溶磷菌之使用。

三、其他肥培有益之微生物

除根瘤菌、溶磷菌和菌根菌外，近年來尚有許多有益微生物商品，常見用於農業生產，例如早期運用於病害防治之木黴菌，即為最具潛力之生物防治真菌之一，但目前亦有添加此菌於堆肥或做為土壤改良劑。枯草桿菌具有促進土壤中大分子的分解與促進養分吸收之功能，尤其對醣類、蛋白質之分解力強，但目前市售產品歸類在生物防治劑，主要做為殺菌劑使用。另於土壤團粒結構



不佳之區域，水土不易保持，而有機物的產生菌則能利用土壤中許多小分子有機物(如酚類、胺基類、醣類等)，合成大分子的有機物(如腐植酸、黃酸、黑色素等)，增加土壤孔隙，促進作物根群生長，對土壤團粒化之功效，不容忽視。

農友自製固態堆肥或有機液肥，亦常加入微生物促進發酵，常見者有乳酸菌、酵母菌、硝化細菌、放線菌(Actinomycetes)及光合成細菌(簡稱PSB)等進行發酵培養。乳酸菌及酵母菌具有分解有機物，或分泌有機酸、抑制病原菌繁殖等效果；光合成細菌及硝化細菌則能將發酵過程產生之硫化氫及氨氣轉化為硫酸氫及硝酸鹽類，間接提供植物氮素來源；放線菌則是以分解纖維素及木質素為主，並可將堆肥材料中無機成分轉化成微生物的有機體，而提供土壤中分解菌進行分解而釋出無機養分，此為堆肥具有緩效性肥料效果的重要因素之一。但須注意，添加微生物菌種於自製微生物液肥時，發酵溫度避免超過70℃，以免添加菌種死亡，而此類菌種於土壤中可藉由根分泌物，或少量醣類及分解有機質產生的能量過活。因此，農田果園土壤中施用糖蜜，則能促進此類微生物增生繁殖，活化土壤微生物相，而達到釋出土壤中的有機質養分，提供作物生長。

利用拮抗生物防治作物病蟲害

生物防治是利用生物性因子防治病蟲害的方法，包括1.利用天敵昆蟲剋制害蟲，2.釋放人工飼養的不孕性雄蟲到野外和野生雌蟲交配，讓雌蟲不能繁殖後代，3.利用費洛蒙誘殺害蟲，4.使用誘引劑、忌避劑或性干擾等方法，降低害蟲發生密度，5.利用有益細菌或真菌防治作物病害等。藉由這些非農藥防治法，讓作物遭受的損害減到最低。

一、拮抗微生物在生物防治上之運用

(一) 微生物及其製劑

這是利用細菌類、真菌類、病毒、蟲生線蟲、原生動物等微生物防治病蟲害的方法，其中，以蘇力菌的應用最具成效，主要是藉由三種外毒素，以及一種可產生對鱗翅目昆蟲具高度殺傷力的內毒素，引起昆蟲組織病變，終至死亡或生長受阻，目前廣泛應用在蔬菜、果樹、花卉、行道樹、森林及倉庫害蟲的防治。生物防治中，以「拮抗微生物之應用」研究最多，諸如木黴菌、膠狀青黴菌、農桿菌、枯草桿菌、螢光假單胞細菌與捕食線蟲性真菌等，最具發展成



生物農藥之潛力。在台灣，應用拮抗微生物防病之實例，則有：1.木黴菌粉衣豆種子防治根腐病。2.利用枯草桿菌粉劑處理菊花扦插苗，減少菊花莖腐病，3.利用木黴菌防治康乃馨根腐病與甘藍立枯病等。「拮抗植物」如萬壽菊、孔雀草可以抑制或毒殺線蟲，因此與胡蘿蔔間作時，可以有效防治根瘤線蟲病害。此外，前揭所述內生菌根菌亦有防治病害之功效。至於拮抗生物的防病機制，約略分為5種：1.產生抗生素與毒素，2.產生酵素分解病原菌，3.營養競爭，4.超寄生，及5.誘導植物產生抗病性。

（二）交互保護

作物於幼苗期，先行接種輕症系統的病原，將可避免或降低植物在田間被強症系統的病原感染，稱為交叉保護(cross protection)。目前此方法多用於病毒病害的防治，在真菌與細菌病害上則僅局限於實驗階段。利用交互保護法防病的實例，在國外有番茄嵌紋病毒(TMV)及柑桔南美立枯病之防治，國內則有利用弱症系統病毒防治木瓜輪點病與瓜類夏南瓜黃化嵌紋病毒之研究。雖然木瓜輪點病之弱病毒未能完全保護木瓜免受強症病毒再感染，但可延遲發病，增加產量與收益。



▲蟲生真菌之菌絲體培養

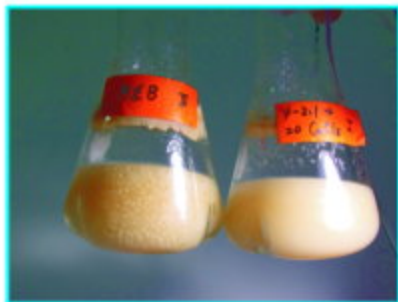
（三）蘇力菌研究與應用現況

應用生物性殺蟲劑防治害蟲為一良好解決之道，其中蘇力菌已商品化，使用簡便又安全。蘇力菌的殺蟲結晶蛋白對特定的昆蟲具毒效，但對哺乳類動物、鳥類、害蟲的天敵、蜜蜂等均無害。在過去30年，蘇力菌產品僅用於防治



鱗翅目某些害蟲，但近10年來，科學家已分離定序出許多的蘇力菌殺蟲基因，並研製成重組基因產品。且許多新發現的蘇力菌品系，其殺蟲範圍超越傳統市售產品，目前已發現蘇力菌對原生動物、扁蟲、線蟲及塵蟎具有毒效，因此可以拓展其研究及使用領域到居家環境、飼養動物、人類健康等。蘇力菌內毒素產生的基因位於質體上，容易進行轉殖，第一代的蘇力菌雖已發展到重組毒素基因，但大都限於單一基因，而第二代的蘇力菌則進入利用多重毒素基因，或差異很大的基因，甚而作成嵌合(chimeric)基因，以圖增強殺蟲效果、擴大殺蟲範圍或改良蘇力菌本身對不良環境的抵抗力等。

蘇力菌是一種昆蟲病原細菌，為革蘭氏陽性桿菌，在營養缺乏或環境不良的時候，蘇力菌會進入不分裂的半靜止期，或分化形成孢子(spore)和殺蟲結晶蛋白(insecticidal crystal protein, ICP)，這種結晶蛋白對某些生物具有特殊的毒效。蘇力菌培養到穩定期則不再分裂，在產孢同時形成伴孢晶體(即ICP)，約佔菌體乾重的25%。當昆蟲食入蘇力菌毒素時，在中腸高鹼性和蛋白的作用下，將具有活性片段和構造性片段的前毒素，大小約130-140 kDa活化成帶有2個高度保留區的毒性區域以及含有3個高度保留區的細胞結合區域的60-70 kDa毒素。根據殺蟲範圍系統樹擴展圖，顯示1904年，只知道蘇力菌對鱗翅目有效，到了1978年又知對雙翅目有效，而1983年又發現對鞘翅目有效，但於1985年以來也確認了對其他生物的毒效，如線蟲，尤其是反芻類體內寄生線蟲的卵及幼蟲和原生動物、扁蟲、蠕類，例如歐洲家室塵蟎及1991年又發現對螞蟥有毒效等。



▲黑殭菌之液體培養



▲黑殭菌之米粒固體培養



(四) 黑殭菌研究與應用現況

目前全世界約有700多種真菌可以寄生昆蟲，其中約10餘種已被商品化，登記為生物性殺蟲劑。如黑殭菌、白殭菌、及綠殭菌等。黑殭菌最早在1879由俄國生物學家Elias Metschnikoff從金龜子上分離，後來經多人之研究，證實其具有廣泛之致病力。迄今該菌被利用來防治有害昆蟲已逾百年歷史，為現今利用來防治有害昆蟲的重要蟲生真菌之一。本菌屬於不完全菌綱，線菌目，線菌科。分佈於全世界，對200種昆蟲有致病性；台灣地區重要害蟲如白粉蝶、小菜蛾、香蕉蝶、犀角金龜、斑飛蟲、瘤野螟、二化螟，均易受感染。此外，可可椰子之紅胸葉蟲和青蔥甜菜夜蛾之田間實驗結果亦證實防治效果良好。本場重要研究成果包括：

1. 黑殭菌對逆境耐受性研究

目前已進行紫外線吸收劑之篩選，利用不同之油質(如胚芽油、葵花子油、芝麻油、橄欖油、花生油及礦物油等)及化妝品工業用之紫外線吸收劑(如氧苯酮)本身可吸收紫外線之特性，添加紫外線吸收劑至劑型中，用以對黑殭菌分生孢子保護，減少紫外線之傷害。於實驗室中，利用短波紫外線(紫外線B)進行試驗已證實紫外線吸收劑可明顯提高黑殭菌分生孢子對紫外線之耐受性。此外抗紫外線黑色素基因導入亦為工作之重點之一。

2. 篩選可配合使用之農業藥劑

目前實驗結果雖發現黑殭菌幾乎對大多數的殺菌劑皆相當的敏感，無法配合使用；但亦發現除部份劑型(如乳劑)與部份藥劑外，大部份殺蟲劑對黑殭菌之影響並不大，因此可用以配合黑殭菌使用。

3. 田間實際應用

田間實際應用試驗，在甘藍上防治小菜蛾及用於番茄上防治蚜蟲，以黑殭菌孢子懸浮液與農民慣用之防治法作為對照，其結果可發現雖然以黑殭菌防治效力較為緩慢，但整體評估結果，與農民慣用方式，效果無明顯差異。

4. 芽孢量產

目前已於實驗室中進行黑殭菌液態培養生產芽孢之培養條件試驗，此部份研究雖已掌握部份量產之培養條件，已可利用液態培養方式產生芽孢，但由於在產量上仍未明顯提高，故當需持續在此方面進行更深入之探討。



（五）捕食性及寄生性天敵昆蟲

天敵昆蟲主要分成捕食性及寄生性兩種，如瓢蟲、椿象、草蛉、食蚜虻、蜘蛛、胡蜂及捕植蟻等，都是捕食害蟲的高手；而許多寄生蜂則會寄生在不同害蟲的卵、幼蟲、蛹或成蟲，成為害蟲的剋星。國內現有多處農業改良場所積極研究和飼養天敵昆蟲，並已推廣給農民使用，防治效果非常好。

二、拮抗菌防治病害成功實例

（一）木黴菌防治紅豆根腐病

紅豆為高屏地區之重要秋裡作，栽培面積達5,000公頃以上。紅豆根腐病為其栽培限制因子，病原屬土壤病原菌，因此防治不易。屏東科技大學自土壤中篩選出強拮抗性真菌(*Trichoderma koningi*)，對本菌具寄生作用，會纏繞及分解 *R. solani* 菌絲。人類利用化學誘變劑處理拮抗菌，得到一耐殺菌劑免賴得之菌株，且可增加根部拓殖能力。利用稻殼米糠培養作為基質，添加於紅豆植穴中，可以顯著增加紅豆之健康植株數約14~56%，田間試驗結果，每公頃可增加500~1,200公斤。

（二）枯草桿菌防治白粉病等

枯草桿菌是一種土壤常見的腐生菌，常見於根圈附近。有些菌株具有抗植物病原菌的特性，培養後又能產生内生孢子長久保存，因此具有發展成製劑的潛能。*Bacillus subtilis* Y1336 係財團法人生物技術開發中心於屏東枋山土壤所分離的菌株，在對峙培養及溫室試驗中強烈抑制灰霉、白粉、露菌及銹病之生長，發現其有效物質為 *iturin*，係一種環狀短蛋白質類，經發酵製劑後，已轉移民間廠商生產，作為白粉病的防治藥劑。

三、防治蟲害之微生物種類及其製劑

包括細菌類(蘇力菌)、真菌類(白殭菌、黑殭菌)、病毒(核多角體病毒)、蟲生線蟲、原生動物等。

（一）細菌類

蘇力菌為好氣性，革蘭氏陽性，能形成內孢子的桿形細菌，可產生8種殺蟲毒素，包括蘇力菌素(β 外毒素)、 δ 內毒素等。是目前唯一大量商品化的昆蟲致病菌，對鱗翅目、雙翅目、鞘翅目、膜翅目、等翅目及直翅目等均具有致病性，又對脈翅目、半翅目和異翅目也具殺蟲活性。在臺灣則以防治鱗翅目害蟲為主，如擬尺蠖、小菜蛾、菜心螟、紋白蝶、松毛蟲、茶蠶、甜菜夜蛾等之防治，效果不錯。



(二) 真菌類

多數真菌可寄生於昆蟲或絕對寄生，而採絕對寄生的種類尤為重要，因其能避免寄生昆蟲之大發生，故可用於防治害蟲。如利用白殭菌防治蔗龜、草蟬、綠島草蟬、亞洲玉米螟、甘藷蟻象等，利用黑殭菌防治椰子之紅胸葉蟲、青蔥之甜菜夜蛾、水稻斑飛蟲和褐飛蟲等，均有良好之成效。



▲感染白殭菌之亞洲棕櫚象鼻蟲
(陳明昭提供)



▲感染黑殭菌之褐金龜(陳明昭提供)

(三) 病毒

用於防治害蟲的病毒，有常見的細胞核多角體病毒(NPV)、細胞質核多角體病毒(CPV)、顆粒狀病毒(GV)等。NPV通常成棍棒狀，可感染鱗翅目、雙翅目、膜翅目之幼蟲約200種，通常以鱗翅目為主。鱗翅目幼蟲感染CPV後，背部成灰黃色或白色，於蟲體中腸內形成許多角質包含體，並隨排泄物至排地上，在自然界中無法自然傳播。可用於防治小菜蛾、紋白蝶、玉米穗蟲、甜菜夜蛾等鱗翅目幼蟲。

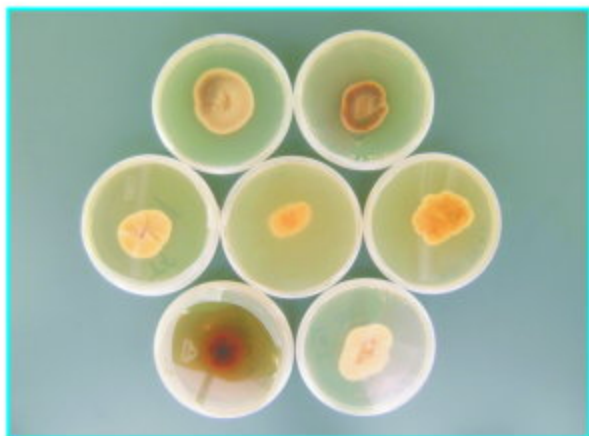
(四) 蟲生線蟲

蟲生線蟲生殖潛能高，易大量繁殖，具有寄生天敵及蟲生病原的特性，能迅速殺死害蟲，又可稱為「有益線蟲」或「殺蟲性線蟲」。其對許多地下害蟲有極高的致死效果，能對作物及動物安全無害，可防治象鼻蟲、鱗翅目幼蟲、黃條葉蚤、蠅類、蚜蟲、小蠹蟲等。在國外已有ORTHO BioSafe等12種商品問世，應用於防治草莓、蔓越莓、草坪等作物之地下害蟲，惟國內仍在研究階段。



結 論

農業生產上所應用之微生物已逐漸增多，但要有效的利用微生物，讓小兵立大功，則需施用之微生物能直接或間接影響作物的生產，除上述可作為肥培及生物防治利用之微生物種類外，目前仍有許多產品逐漸開發運用於農業生產，但相信尚有許多有益微生物仍待開發利用。而如何有效維持田間良好生態環境，提供有益微生物繁衍，將是未來農業安全生產管理之重要課題。有益微生物的施用，在肥培方面，並非適用於任何條件之土壤環境，唯有先行採樣檢測土壤肥力，配合作物使用適當之微生物肥料，才能達到減少化肥施用之目標，進而改善地力；在生物防治方面，為提升有益之微生物拮抗作用，提高生物防治效果，唯有降低化學農藥使用，農業經營才能獲得永續發展。



▲菌種純化分離培養



刊 名：高雄區農技報導
出版年月：96年3月
期 數：83期
篇 名：有益微生物在農作生產上的應用
作 者：張耀聰、陳昱初
發行人：黃賢良
總編輯：沈商嶽
執行編輯：鄭文吉
出版機關：行政院農業委員會高雄區農業改良場
地 址：屏東縣長治鄉德和村德和路2-6號
網 址：<http://www.kdais.gov.tw>
電 話：08-7389158

印刷廠：利吉印刷有限公司
地 址：屏東市民福路78號
電 話：08-7232993
傳 真：08-7212064
發行情：3000本
定 價：30元
展售書局：
國家書坊台視總店 02-25781515
五南文化廣場 04-22260330
GPN:2008200192
ISSN:1812-3023

