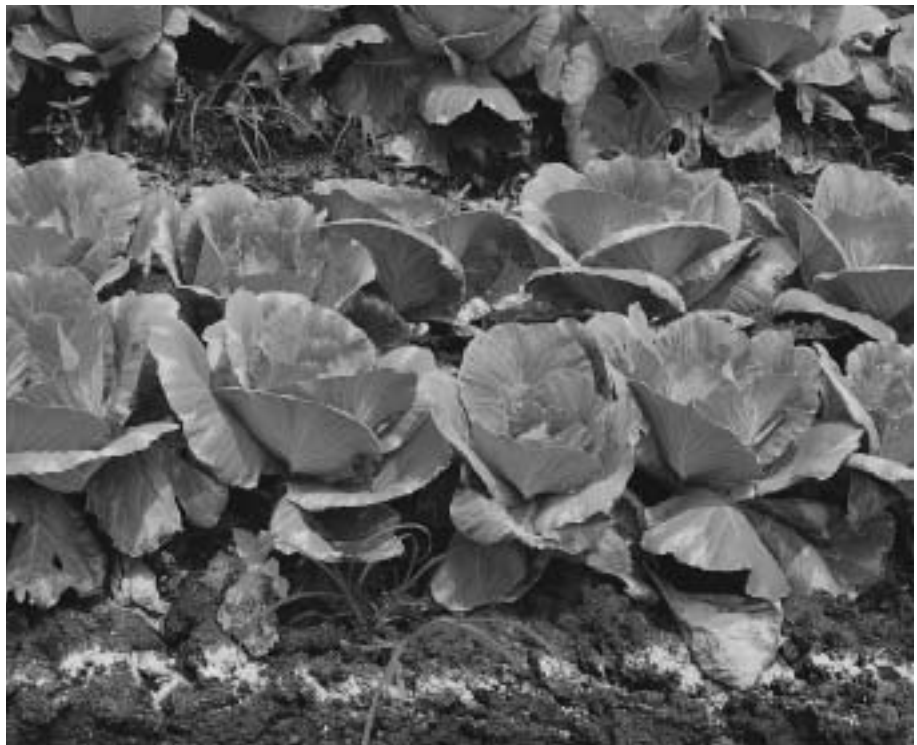




有益微生物在克服蔬菜連作障礙之應用

前言

蔬菜連作障礙常發生於蔬菜栽培專業區及溫網室栽培區，其起因在於栽培區連作同種或近似的蔬菜作物，並因大量使用化學肥料及農藥，使栽培地的土壤鹽份累積超過土壤本身所能忍受緩衝的限度，造成鹽份累積土壤酸化，影響作物正常生理表現，而化學農藥的超量使用，加速病蟲害防治標的物的演化，產生了抗藥性的病菌害虫，再加上未轉作或輪作它種作物，而使作物連作障礙發生，並因這些因素，而使得蔬菜品質不佳，產量銳減，影響農民收益甚鉅，使農



●化學肥料施用太多易導致土壤連作障礙

民栽培蔬菜作物時常冒極大之風險。利用有益微生物來改善植物生長逆境為現今栽培研究上的新趨勢，其有益微生物使用的種類包含有幾大項，(1)促進植物生長，如菌根菌、固氮菌、根圈有益微生物群。(2)病

蟲害生物防治，如蘇力菌、木黴菌、枯草桿菌。(3)改善作物生長環境，如溶磷菌。有益微生物的功用主要在促進植物生長、增加產量、減少病蟲害，其它功能尚包含有產生植物賀爾蒙、誘發植物抗病反應、降



●設施蔬菜連作易導致根部病害發生

低土壤酸化、減低土壤鹽類累積、誘使其它有益微生物產生，這些有益微生物近年來已有相當多的研究人員投入。本文將針對可資應用於克服連作障礙的微生物作一介紹，期供農友們栽培時參考使用。

根圈有益微生物

植物根圈微生物在植物生長過程中，扮演了重要的角色，其除了有可造成植物病害的病原微生物外，亦包含有促進植

物生長的微生物。促進植物生長的根圈微生物方面包含有：

- (1) 促進植物養分吸收的微生物，如固氮菌類、溶磷菌類（包含溶磷細菌類、溶磷真菌類、溶磷放射線菌及菌根菌），可從土壤及礦石中固定游離氮或溶解無機磷，以供植物利用，而促進其生長。
- (2) 抑制土壤有害微生物之為害，如學者所使用在土壤病原菌生物防治上的細菌

種類有根瘤菌、放射線菌、枯草桿菌等，這些微生物可直接或間接抑制病原微生物之生長、繁殖與為害，其可藉由產生抑菌物質、纏繞寄生或營養競爭而降低病原微生物的為害。

- (3) 促進植物生長之根圈微生物，本類細菌聚集於植物根圈部，其可產生植物荷爾蒙，如生長激素、乙烯、細胞分裂素、維他命



●豆科根瘤菌

及其它植物生長物質，促進植物生長與增產。這類微生物以假單胞細菌群為主，尤其螢光細菌更可產生大量之生長促進物質及抗生物質，對植物生長促進及抑制有害微生物皆有極顯著之功效。具這些特性之微生物尚包含有枯草桿菌等。其除產生生長促進物質外，有益根圈微生物尚可利用或代謝土壤中

一些微生物產生的有毒代謝物質(如氰酸)，可減輕其對植物根部的傷害而使植物正常生長。這些根圈微生物除了拌演促進植物生長、養分吸收及病害抑制之各種角色外，近來更有

研究發現其能誘導植物產生系統性抗性，而對病原感染時所造成之發病率或發病程度顯著降低。此種抗性現象顯露了此類細菌生物防治的一種新機制，也開啟了植物病害防治的新途徑。

促進植物生長有益微生物群個論

一、豆科與根瘤菌共生

根瘤菌共生早於19世紀末即已利用於農業生產上，據估計其固氮量每年約九億噸，為化學工廠固氮量的兩倍，亦達生物總固氮之半。目前已知豆科750屬植物(約16,000到19,000種)大多均能與根瘤菌形成根瘤共生，同時接種法亦早已確立，而近五十年來的努力方向則在於有效菌株之篩選、菌種生產、接種介質、接種源貯藏及接種源品質管制各方向，換言之其努力主要在於提高接種效率。在過去二十年中，研究者則針對根瘤菌之生理、分類及遺傳、感染辨識根瘤形成及固氮作用各種機制深入了解，而藉由這些共生知識之累積，勢必有利於未來豆科作物之增產。

二、囊叢枝菌根菌

菌根菌促進共生植物生長的機制至少包括協助磷吸收、抗旱、抗鹽及提高抗病性，而由其命名即可得知此類真菌的二種共生構造為囊狀體及叢枝體。囊狀體主要是卵型，分布於皮層細胞間或細胞內，可能是貯藏器官；而叢枝體則類似絕對寄生菌的吸食器官能將醣類由植物運送真菌利用，而將真菌吸收所得之礦物質(如磷)運交植物，一些常見菌屬包括無柄孢子屬、內生孢子屬、大孢子屬、繡球屬及厚囊孢子屬。大多



●茄子接種菌根菌生長情形

數的園藝及農藝作物都能與菌根菌共生，而目前菌根菌也被認為深具實用潛能，菌根菌在台灣已試驗於多種茄科與葫蘆科作物。

三、促進植物生長之螢光細菌

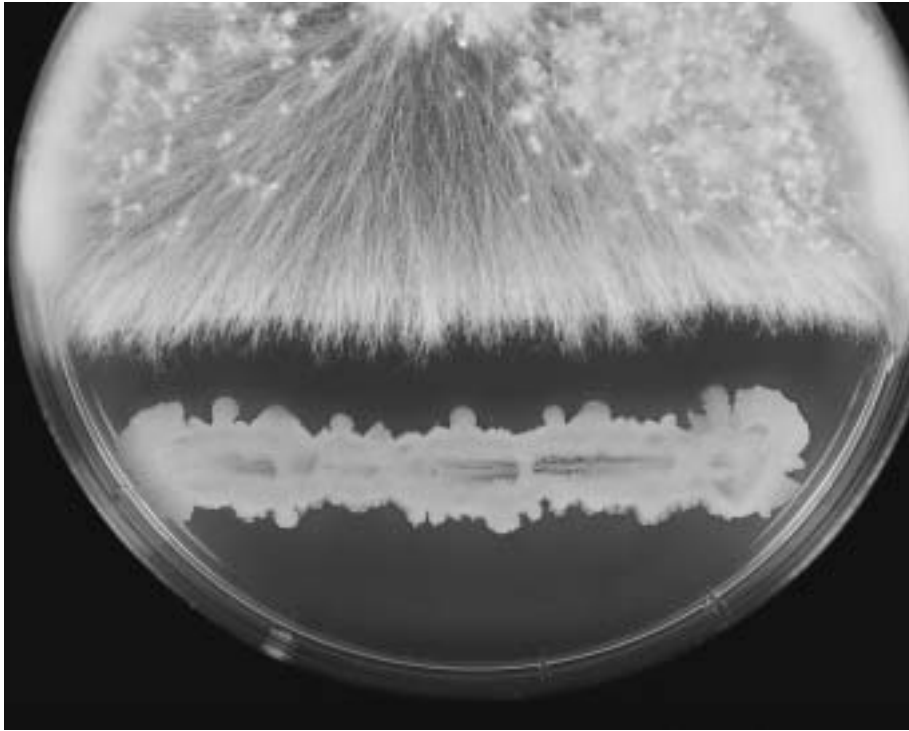
部分螢光細菌可抑制土壤中有害微生物之活性，而選擇性施用這些細菌則可藉其生長促進效應或是抑制病害效應而達到增產目的。例如美國華盛頓州發生由小麥腫囊病引起小麥

病害的重大損失，據推測即是由螢光細菌所克服者，此外接種含螢光細菌的抑病土亦能成功抑制萎凋病的發生。螢光細菌代謝活力極強，能廣泛利用各種根分泌物質，分裂期短，增殖快，移動迅速，能於根部菌落化，並能產生多種二次代謝物來拮抗其他微生物，在成功佈滿根域後，即能順利表現促進生長功效。

四、溶磷菌

為數類能將土壤中被固定約

有機磷礦質化或促進難溶性無機磷酸鹽溶解之微生物，因而溶磷菌的利用能提高磷素的利用性。溶磷菌種類廣泛，例如細菌類螢光細菌與枯草桿菌，真菌類有黑黴菌、青黴菌、菌根菌及放線菌。溶磷作用的基本機制為直接產生有機酸或間接生成無機酸造成難溶性磷酸中磷酸根的釋出，或是分泌酵素加速有機磷的礦質化作用而釋出磷酸根。其中酸的種類諸如糖膠酸、琥珀酸、黃酸、硫



●枯草桿菌拮抗白絹病菌情形

酸、硝酸及碳酸等，而相關酵素則包括植酸脫磷酵素、核酸分解酵素、磷脂分解酵素、酸性磷酸酵素及鹼性磷酸酵素等。而目前有關溶磷菌促進植物生長報導也很多，由於使用菌種不同，無論在酸性土壤或是石灰質土壤中都有促進報導，同時與根瘤菌及菌根菌合用亦有協力效果，接種方式亦簡單方便，值得開發推廣。

病蟲害防治用之生物製劑

在植物病蟲害的生物防治上，係以生物為工具，來達到防治作物病蟲害之目的。其範圍包括害蟲防治之捕食性天敵：如捕食性昆蟲和其他天敵：寄生性天敵：如寄生蜂、寄生蠅；病原微生物：如真菌之白僵、綠僵、黑僵，細菌之蘇力菌，病毒之核多角體病毒、顆粒病毒，原生動物之線

蟲等。在病害防治上則為利用拮抗微生物防治作物病害。其實施方法並非僅僅外施拮抗微生物以降低病原密度，還包括對微生物有影響之輪作和某些耕作系統及施肥方法，及植物抗病育種，藉以影響植物抗病性和根圈及葉圈表面之微生物相。

依據施用對象而言，目前主要約可含(一)生物性殺蟲劑、(二)生物性殺菌劑、(三)生物性殺草劑等。分別略述於下：

生物性殺蟲劑：目前較常被使用之微生物者有(1)細菌殺蟲製劑--如蘇力菌在環境適合時可分泌外毒素，作用對象包括昆蟲及無脊椎動物。當環境不適宜時則產孢並產生蛋白結晶；即為吾人用來殺蟲的內毒素，主要防治對象為鱗翅目、雙翅目、鞘翅目及線蟲。(2)真菌殺蟲製劑--如黑殭菌、白殭菌、綠殭菌主要殺害對象較無專一性；除對殺蟲鱗翅目及鞘翅目有效外，亦可殺害蚜蟲及飛蟲；另外對線蟲及亦有毒性。(3)其它尚有病毒製劑如核多角病毒、細胞質多角病毒及線蟲殺劑類如斯氏線蟲及異小桿線蟲屬的線蟲，寄主廣泛可用於防治白蟻、螞蟥等地下害蟲；樹蜂、蟲、螟蟲等鑽莖害蟲；甜菜葉蛾、棉鈴蟲等食葉害蟲均有很好的防治效果。另類應用者有(1)轉基因植物：此類植物主要表現來至於蘇力菌之毒素；目前應用之轉基因植物計有棉花、玉米、馬鈴薯、茄子、水稻、番茄、大豆及林木等。(2)其他尚有費洛蒙及賀爾蒙亦被用來防治害蟲。

生物性殺菌劑：目前較常用且有商品化者，計有(1)螢光細菌類可抑制小麥病害及大部分

腐霉病菌引起的病害、立枯絲核病及鐮孢菌病害。(2)枯草桿菌類，可減少灰黴病、白粉病、露菌病及銹病。(3)木黴菌根據文獻主要可抑制重要農藝和園藝作物之立枯絲核病、白絹病、菌核病、疫病、腐霉病、灰黴病及鐮孢菌等；(4)放線菌可防治線蟲、立枯絲核菌及腐霉病引起之病害。

生物性殺草劑：主要應用涵蓋草類致病性之生物如昆蟲、真菌、細菌、線蟲及病毒。根據防治策略可區分成古典的雜草生物防治與現今擴增的生物性殺草劑；古典的策略主要在運用生物自然傳播能力，因此這類生物必須在自然界中建立適當族群量，以便未來或進一步去抑制雜草數量；當然此一生物必須是具有對環境安全與寄主專一性之特性，而此類微生物大多以黃色銹病菌為主。擴增的生物性殺草劑則是可大量供應此類生物來維持或抑制雜草數量；通常這類生物均以當地存在之雜草病源為主，以避免或減少收集及測試費用與外來生物之風險。目前以雜草病原菌來抑制雜草者研究最多。

依據目前台灣已有的資料顯

示，被應用於田間病害生物防治而有成果的例子：

- 1.屏東科技大學以木黴菌粉衣紅豆種子可防治紅豆根腐病，並增加產量。
- 2.台灣大學植物病理系曾利用枯草桿菌粉劑處理菊花扦插苗，發現可減少菊花莖腐病。
- 3.農業試驗所植物病理系發現可利用木黴菌有效的來防治康乃馨根腐病與甘藍立枯病以及促進植株生長。
- 4.中興大學植病系亦有發展枯草桿菌及放線菌應用於多種病害的防治。
- 5.據農業試驗所嘉義分所報告，應用內生菌根菌可減少瓜果類作物土傳性線蟲病害。
- 6.財團法人生物技術開發中心利用枯草桿菌、放線菌及螢光菌應用於多種病害的防治，並已有商品化物品上市(光華農化"台灣寶")。

有益微生物使用方法

有益微生物的使用方法非常方便，無論整地與不整地栽培，或苗圃種植的播種方法及



●放射線菌

管理，都與原來慣用方法相同，應用的主要要領是將種子、根部或小苗能直接與接種劑充分接觸，達到接種微生物的目標，使用方法可視需要配合，甚為簡便。

依接種劑的型態，主要可分為液劑及固劑(粉劑或粒劑)二種，分別說明如下：

(一) 液體菌液之使用方法：

1. 幼苗接種的方法：

浸苗法：以稀釋液(約5~10倍)浸苗，浸入液體沾濕後立即取出即可。

噴苗法：當樹苗很多時，可用稀釋液(約5~10倍)放入噴筒中噴濕根部即可。

2. 種子接種之方法：

播種前浸入或噴濕法：將種子與原液或5~10倍稀釋液浸入或噴濕，使種子與液態有益微生物接觸後再播種。

播種覆土前噴濕法：將原液或5~10倍稀釋液噴在苗床上未覆土的種子上，使種子沾濕後，再覆土的種子上，使種子沾濕後，再覆土。

3. 種植後之接種方法或直接灌入土壤之方法：

將100倍之稀釋液灌入種植成株及果樹之根部或土中即可，或以100之稀釋液在雨後噴入土中也可。

(二) 固體菌種的方法：

1. 幼苗接種的方法：

將固態有益微生物先入穴中或條行中，再種植幼苗，使幼苗根部能與有益微生物接觸。

2. 種子接種的方法：

大種子接種：

- 包覆種子法：將種子直接加入黏著劑及少量的水後，再加入固態有益微生物包覆種子，所以種子外覆有一層固體有益微生物。
- 土中接觸法：將固態接種劑施入土中後，再將種子放在固態接種劑上方，再覆土即可。

小種子接種：

- 混合方法：將小種子與固態接種劑以一定比例均勻混合後，再將混合物施入苗床上，達到種子分散，混合比例依施入量及發芽率而定，原則上施入土中後種子即在固態接種劑中。
- 土中接觸法：如上述大種子之方法，將固態接種劑施入土中後，再將種子放在固態接種劑上方，再覆土即可。

如何發揮有益微生物的最大功效

任何有益微生物要發揮最大功效應注意土壤及作物條件的配合，需要注意下列配合條件：

1. 配合微生物繁殖之場所或資材：

有益微生物是活菌，施入土壤後需要繁殖生存，其中最佳生存之處是根圈，因此，施在根上的效果最佳，是直接的作用，若有益微生物在稀釋液中添加少量腐植酸、糖蜜或營養劑，將有助微生物的繁殖及生存。

2. 配合作物的需求：

各種作物在不同生長期中對不同有益微生物的需求要配合，有益微生物之接種愈早期愈好，以幼苗期接種最有效。

3. 有益微生物的品質需求：

有益微生物是活菌，因此，接種劑的品質要求菌數要維持，菌的活性要高，要能適應本土環境及雜菌要少的條件。

有益微生物的保存方法及注意事項：

- (1) 接種劑貯藏於陰涼處或冷藏室（5℃以上）為佳，菌種是活的生物，有一定之保存期限，當活的菌種

降低時，效果將減少。

- (2) 避免與有毒害之農藥混合使用，但播種覆土後可施農藥。
- (3) 使用固氮接種劑，不可與氮肥混合使用，但磷鉀肥仍需於整時作基肥施用，如需施用氮肥，可當為追肥，少量施用，施用溶磷菌或菌根菌，不可加入多量過磷酸鈣。
- (4) 接種劑與種子拌種時，若種子(如大豆)怕浸水時，應將多餘的水倒出，絕不能浸泡種子，否則，怕浸水的種子發芽率及發芽勢受影響而降低。
- (5) 混合種子與接種劑需立即播種，土壤不可太乾。

結語

在大致涉獵了各類有利於植物生長的微生物種類後，吾人應可了解我們對生物資源的開發工作做的並不徹底，事實上只是在一個起步階段。而由於這些微生物在應用上較為困難，同時效果不如化學藥劑明顯，是以過去長期遭受忽視。目前由於化學肥料、殺蟲、殺菌、殺草劑等過度使用，消耗

了許多無法再生資源，因此生態上慢慢出現危機，人們則必須開始考慮到農業資源之維護，甚至必須做到資源再生才能合乎時勢需求。在這種趨勢下，生物製劑的應用勢必抬頭，而雖然其效果不如化學藥劑來的強烈，但是專一性高，對環境危害度低，有利於重新建立一持續利用之農業。另一點值得考量者為生物藥劑具生物性，故施用後的第一要點必為能順利成活，並能大量迅速繁殖。因此施用前必須考慮施用環境，例如大多微生物均適於鹼性環境下生長，而通常化學肥料及藥劑過度施用的土壤均呈酸性反應，因此此時接種效果便差，必須先以石灰調整pH值及適量添加良好有機質後再接種才能有良好效果。其中pH值在調近中性時即能減弱多種病原菌活力，而適當約有機質則可促進接種生物的適時繁殖，是以必須由整體栽培環境考量接種生物存活性，這也是過去許多生物藥劑在田間試驗接種失敗的原因。這些微生物因種類廣泛，未來研究仍需要學者專家及農民相互研究合作方能有所進展。