

專題報導

生物農藥



# 植物病害的 殺手明星

# 枯草桿菌

枯草桿菌是細菌的一種，原先篩選自枯乾的稻草，所以稱它為枯草桿菌，可應用在土壤中，作為抑制作物根部病菌生長的植物保護製劑。

謝奉家



## 枯草桿菌的用途

許多重要的植物病害都是由土壤或根圈真菌所引起的，因此可以利用土壤微生物間的拮抗作用，研發抑制真菌生長的生物防治藥劑。目前從自然界已篩選出一些具有殺菌活性的微生物，在國內外也有部分產品上市，例如假單胞菌、枯草桿菌（*Bacillus subtilis*）、木黴菌與鏈黴菌等。

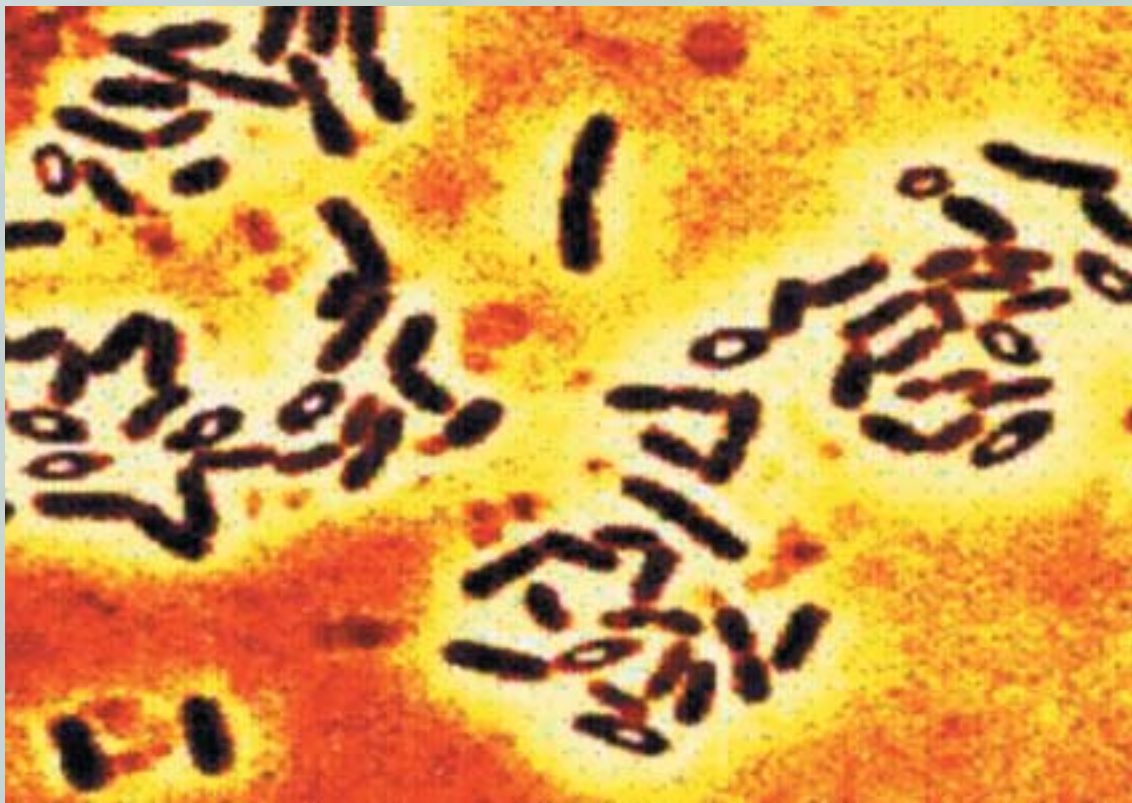
在中小學生的細菌培養觀察實驗中，把枯乾的稻草泡在水中幾天後，會有細菌滋生，取一滴水放在顯微鏡下，可以看到一些桿狀的細菌，這就是枯草桿菌！枯草桿菌屬於革蘭氏陽性、好氣性的桿狀細菌，普遍存在於土壤及植物體表，形態上的主要特徵是具有周生鞭毛及內生孢子。這類細菌在食品、飼料添加物、酵素、以及種子保護劑等生技產業上，已應用多年，屬於安全的有益微生物。

枯草桿菌會與病原菌競爭根系中的營養分，進而成

許多重要的植物病害都是由土壤或根圈真菌所引起的，因此可以利用土壤微生物間的拮抗作用，研發抑制真菌生長的生物防治藥劑。



電子顯微鏡觀察到的枯草桿菌



顯微鏡觀察到的枯草桿菌孢子

為優勢菌種，降低病原菌的危害；加上可以產生內生孢子，在逆境下容易存活；且在產孢過程中，可產生對多種病原菌有抑制作用的抗生物質，應用性極廣。因而在植物病害防治藥劑的開發上，倍受重視。

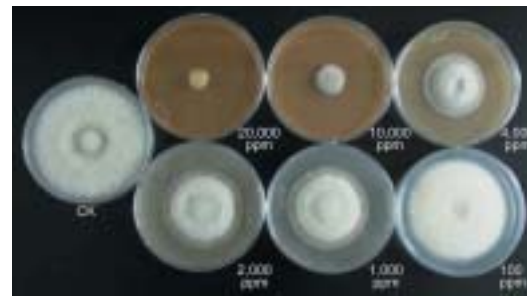
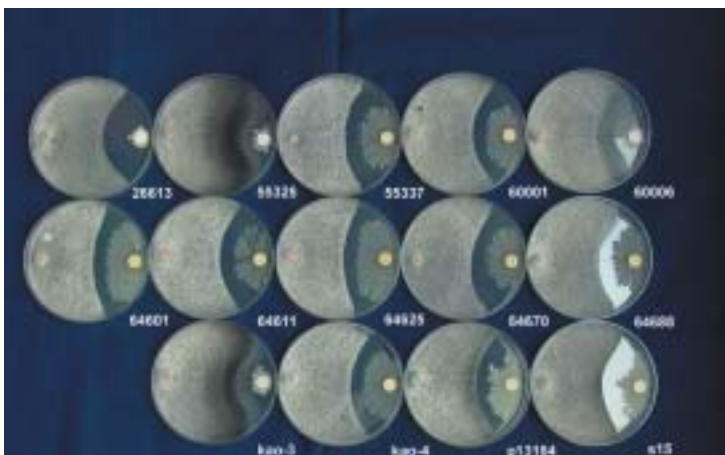
枯草桿菌不僅可以直接噴灑在植物葉片上，保護葉部免受真菌病害，例如菜豆銹病，也可施用在土壤中或做種子拌種處理，以預防土壤病害。牠對於多種作物的生長，尤其是根部的發育，有極為明顯的促進作用，還可做為蔬果採收後防止腐敗的抗真菌劑，例如防治桃褐腐病與柑橘青黴病等。

### 抑制其他微生物

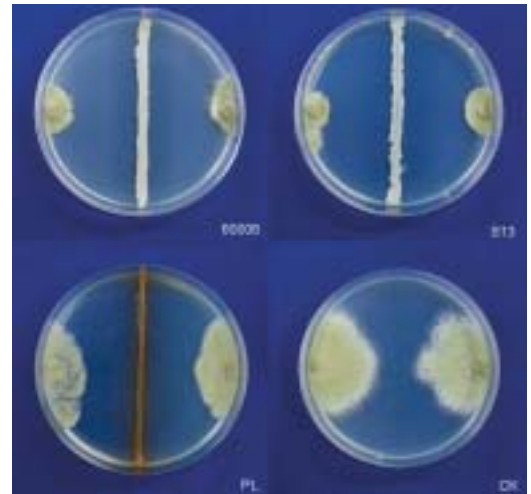
枯草桿菌製劑的植物病害防治機制，至今尚未全盤了解。主因在於它所表現出來的功能是多重作用機制的結果，包括與病原菌競爭營養及空間、抗生物質的作用、促進土壤中大分子的分解與營養的有效吸收、改善土壤性質、以及促進作物生長與抗病性等，需要許多因素相互搭配，才能達到成功的拮抗作用。例如，把孢子活菌施用於作物的葉面和果實的表皮上與土壤中，會與病原真菌進行生長競爭，而由於枯草桿菌屬細菌類，較真菌生長快，因此能迅速把周圍可利用的營養吸收殆盡，進而獲致防治效果。

枯草桿菌對病原真菌和細菌具有拮抗作用，可以產生許多代謝產物和抗生物質。曾有文獻指出，枯草桿菌至少有66種不同的抗生物質，但近

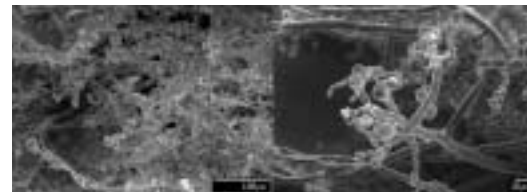
**枯草桿菌對檸檬炭疽病菌的對峙試驗** 把14株不同的枯草桿菌株分別定量置入含等量檸檬炭疽病原菌的14只培養皿中，經同溫、同濕度培養後，病原菌生長範圍越小的，表示該培養皿中的枯草桿菌抑菌效果越好。



不同濃度的枯草桿菌產品對檸檬炭疽病菌的抑菌情形



各拮抗菌在培養基上抑制柳丁青黴菌絲生長的情形



在掃描式電子顯微鏡的觀察下，可看到枯草桿菌造成柳丁青黴菌分生子梗的生長畸型。

年已發表在期刊中的資料顯示，其中只有11種有確定的結構與功能。有些產品已鑑定出一種稱為「iturin A」的抗生物質，這種化合物會與病原真菌細胞膜的固醇分子作用形成複合物，使得離子傳導孔隙增大，改變細胞膜的滲透性，讓鉀離子迅速流出，進而導致病原真菌菌絲分解並抑制孢子發芽，達到防治病害的效果。

值得注意的是，枯草桿菌製劑抗生物質的作用，是整個菌體代謝物的綜合作用，而不是像傳統應用上單一抗生物質的作用。由於是多重作用機制，這類製劑不會發生傳統農藥應用上常見的抗藥性問題，而且對土壤、生態環境

以及植物生長，都有促進性的正面效果。

## 研究和應用現況

多年來有關枯草桿菌的研究開發，大都著重在土壤傳播的病害方面，許多相關學術研究機構已證實，具應用潛力的病害標的，包括康乃馨莖腐病、玉米苗枯病、甜菜舞病、洋蔥白腐病、菊花莖腐病、蘋果癌腫病、葡萄枝枯病、楓樹黃萎病以及柑橘綠黴病等。

例如中興大學植病系曾篩選到 BS1 菌株，牠對於菸草白星病、茄科作物細菌性葉斑病、芒果細菌性黑斑病，以及山蘇、蟲草與山藥等作物白絹病的防治，效果都明顯優於廣為使用的化學藥劑。另外，在水稻栽培上，近年來極受重視的白葉枯病危害，也有很好的防治效果。尤其對蘭科植物、豆科作物、青心烏龍茶樹、金線連等，生長促進作用都相當明顯，產量也優於未經處理的。

近年來，農委會藥毒所也針對國內本土枯草桿菌與相關芽孢桿菌屬進行拮抗菌株篩選與蒐集，且已初步獲得一些具研發潛力的菌株。至於如何分析及確定牠們的拮抗成分、量產製劑、訂定規格及商品化、儲運、施用以及進行環境影響評估等，仍有賴研究人員的努力。

國外把枯草桿菌應用在病害生物防治上，已行之有年，且已有商品化的生物製劑上市。例如知名的科迪亞克 (Kodiak™) 製劑，就是美國古斯塔夫森公司的產品，它的主成分是枯草桿菌內生孢子，主要應用在種



柑桔綠黴病的危害情形

子處理，防治苗期病害的危害。俄羅斯新西伯利亞公司近年來所推出的枯草桿菌商品貝克芬 (Bactophyt™)，主要推薦使用於細菌性病害的防治。民國 90 年，台灣就有光華農藥公司完成登記，生產枯草桿菌微生物殺菌劑「台灣寶」，推薦用於豌豆白粉病的防治。近年來也陸續有其他公司研發的產品上市。

## 未來願景

由於生物殺菌劑產品的有效成分可以是單純的菌體，或是其代謝產物，也可能是菌體加上代謝產物的作用，所以在生產過程中，會依不同的需求，採取不同的發酵方法。為防止市售產品參差不齊，量產時應該採用可測定枯草桿菌產品有效生物活性等的品管方法。目前藥毒所正積極進行枯草桿菌主要抗生物質，例如表面素、iturin A 等的相關研究，相信不久可對上述殺菌劑產品的主要活性組成，有更明確的了解與評估。

台灣傳統化學農藥產業已低迷了相當長的時間，如果還想在全球農藥市場上重新出發，生物農藥的推廣是民間與政府共同努力的方向。與傳統化學農藥相比，生物農藥的市場目前占有率雖不高，但最近幾年隨著環保消費意識的提高，市場成長相當快速，尤其台灣加入世界貿易組織後，預期微生物殺菌劑商品的進口種類與數量均會增加。藥毒所已針對市場上種類較多且國內已有製造生產的枯草桿菌，著手訂定相關產品規格的檢驗方法，協助農政主管機關進行有效的管理。

謝奉家

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所



國內廠商自行研發生產的枯草桿菌產品