

應用有益微生物 於堆肥製作

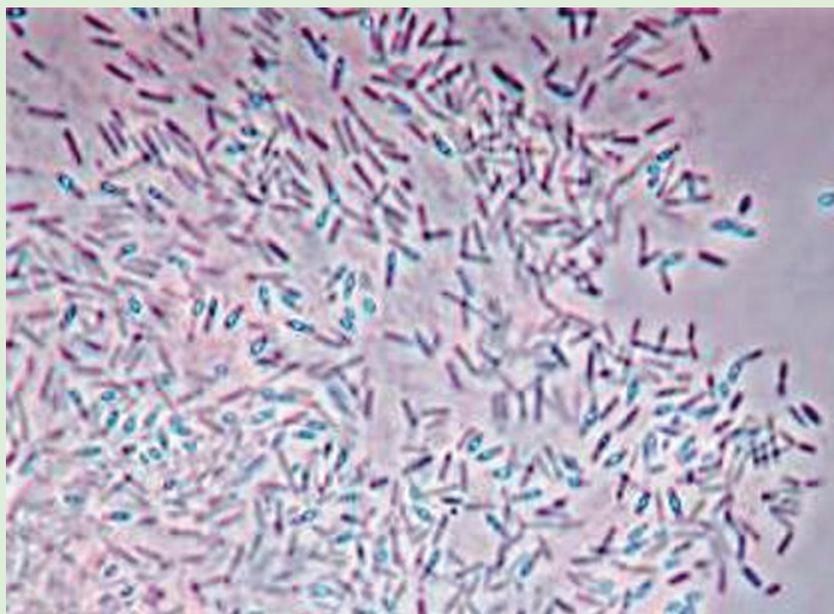
文圖 | 蔡宜峰·陳俊位 台中區農業改良場

一般農業廢棄物均兼具污染性及資源性，如妥為處理，將能轉化為農業生產系統中的養分源（氮、磷、鉀）及能源（碳），因為將農業廢棄物回歸於農田，不僅合乎資源再利用的自然法則，也是現今消納大量有機廢棄物之重要方向之一。

農廢棄物再製回歸自然法則

微生物在堆肥化過程中，擔任有機物分解與堆肥穩定化之重要角色。不同的堆積材料如能接種適當的微生物菌種，可以加速堆肥發酵。為達到最有效率之堆肥化作用，除了添加適當的微生物菌種外，在堆肥製作堆積環境中，維持微生物最適宜之生長條件，使微生物充分的活動與繁殖，亦

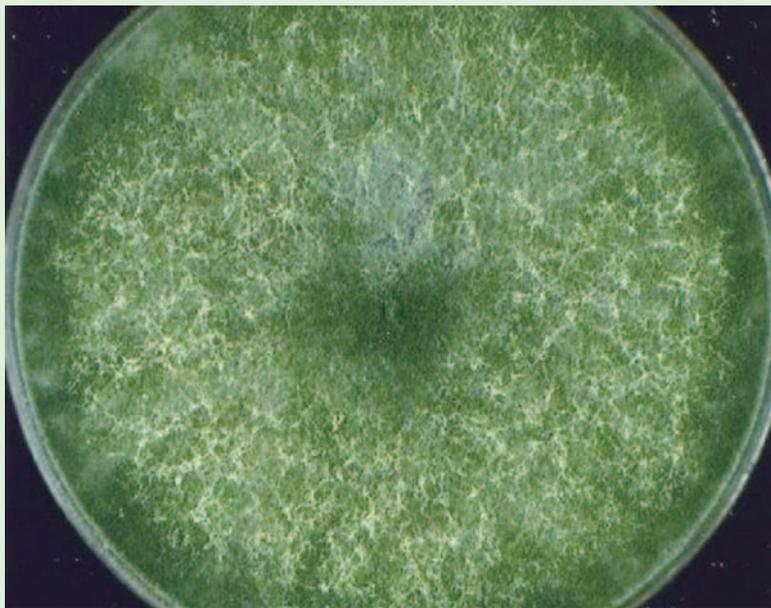
能加強堆肥材料的發酵與分解。其中為了增進堆肥材料發酵分解效率，針對不同有機物材料特性，施予適當的微生物菌種，將是堆肥製作過程之最重要步驟之一。因此，有關於利用有益微生物菌種於堆肥製作的關鍵機制，應包括有篩選出適當的堆肥化微生物菌種、建立有效率、低成本的菌種培養繁殖方法，研發應用於堆肥材料中的接種方法與環控因子之標準等。



枯草桿菌 (*Bacillus* sp.) TCB9488

所謂堆肥化作用即利用廣泛分布於自然界之微生物，在控制的條件下，將廢棄物中不穩定的有機組成分加以分解，轉換為安定的腐植質成分，即腐熟的堆肥。在堆肥化過程中，有機物基質中所含碳水化合物會迅速被微生物作用而分解，同時微生物之增

殖必須吸收氮、磷等營養成分以合成微生物體質 (biomass)，所以堆肥化前有機物基質中應含有豐富的營養要素成分，並需將堆肥化前有機物基質中各種成分調整至較適宜比例範圍內，以利於微生物進行堆肥化作用。然而施用未腐熟的有機物，容易造成土壤過度還原性及釋出毒性物質等問題，因此有機廢棄物需經過適當



木黴菌 (*Trichoderma* sp.) TCF9499

的堆肥化處理以除去不良有機成分及毒性物質等限制作物生長的因子。

台中區農業改良場研究團隊經過多年的精心研究，已成功篩選出具有分解有機質能力的台灣本土化有益微生物菌種，並建立應用於製作堆肥的相關技術等，可供農業廢棄物資源再生利用之研究與應用參考。

成功分離、篩選與鑑定出有益菌種

由台灣地區有機農場土壤、作物根系及各種自製堆肥採取樣品，於實驗室內進行有益微生物分離工作，篩選的首要對象包括乳酸菌、枯草桿菌、木黴菌及放線菌等菌株，當進行多次純系分離後，將篩獲得的有益微生物置於裝 5 c.c. 無菌水之螺旋試管中保存，再實施菌種鑑定工作。

目前台中區農業改良場實驗室分離篩選及初步鑑定出較明確之微生物

包括：枯草桿菌 (*Bacillus* sp.) 1 株 (TCB9488) 及木黴菌 (*Trichoderma* sp.) 1 株 (TCF9499) 為例，經檢送食品科學發展研究所進行菌種鑑定。結果顯示，枯草桿菌 (*Bacillus* sp.) TCB9488 之鑑定結果，顯示分離株 951D098 應為 *Bacillus velezensis*。由木黴菌 (*Trichoderma* sp.) TCF9499 鑑定結果顯示，應為 *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg。

有益菌種可促使堆肥提早腐熟

以接種木黴菌 (*Trichoderma* sp.) TCF9499 製作生物性蔗渣木屑堆肥為例，堆肥材料之各成分乾物重量比例依序為蔗渣 35 - 45%、廢木屑 25 - 35%、豬糞 5 - 15% 及油粕 15 - 25%，將堆肥材料混合均勻後再取用適量木黴菌 TCF9499，菌數約 1×10^9 spore/ml，先加水稀釋 200 倍成菌懸液，將

菌稀釋液混入堆肥材料中，最後將堆肥材料水分含量調整至 60%，堆積高度維持約 1.5 - 2.0 m，爾後立即進行堆積製作，堆肥化期間約 5 - 7 日利用鏟裝機翻堆 1 次，一直持續到堆肥腐熟為止。

根據研究試驗，有接種木黴菌的蔗渣木屑堆肥製作堆積在第 2 - 3 日，堆肥體溫度上升到 60°C 以上，最高可達到 71°C，此高溫期 (> 60°C) 約維持 10 - 14 日，爾後溫度逐漸降低，約第 31 - 35 日，堆肥溫度才降低至約 48°C 左右，約第 36 - 45 日，堆肥溫度可降低至約 42°C 左右；在未接種木黴菌之蔗渣木屑堆肥方面，堆肥製作堆積第 3 - 5 日後，堆肥體溫度上升到 60°C 以上，最高可達到 68°C，約第 31 - 35 日，堆肥溫度約 50°C 左右，約第 36 - 45 日，堆肥溫度才降低至約 45°C 左右。

另一方面，以接種枯草桿菌 (*Bacillus* sp.) TCB9488 製作生物性稻殼堆肥為例，將堆肥材料依稻殼 60 - 70%；豆粕 20 - 30%；米糠 10 - 20% 比例配方混合均勻後，再取用適量枯草桿菌菌種 TCB9488，菌數約 1×10^9 cfu/ml，先加水稀釋 200 倍成菌懸液，再以堆肥材料 1 m³ 與菌懸液 20 公升之比率，將菌稀釋液混入堆肥材料中，最後將堆肥材料水分含量調整至

60%，堆積高度維持約 1.5 - 2.0 m，爾後立即進行堆積製作，堆肥化期間約 5 - 7 日利用鏟裝機翻堆 1 次，一直持續到堆肥腐熟為止。在稻殼堆肥製作堆積第 2 - 3 日，堆肥體溫度上升到 60°C 以上 (表 2)，最高可達到 70°C，此高溫期 (> 60°C) 約維持 10 - 13 日，爾後溫度逐漸降低，約第 36 - 45 日，堆肥溫度可降低至約 42°C 左右。未接種枯草桿菌菌種之稻殼堆肥，在堆肥製作堆積第 4 - 6 日，堆肥體溫度上升到 60°C 以上，最高可達到 67°C，約第 36 - 45 日，堆肥溫度才降低至約 41°C 左右。

上述結果顯示接種有益菌種處理堆肥可以提早達到腐熟階段。



生物性堆肥製作情形之一

有益菌可讓堆肥養分含量穩定

堆肥製作主要是把有機廢棄物予以適當堆積，在控制條件下，利用微生物作用，將有機材料分解發酵，轉變為有機質肥料。有機材料在適當的條件下堆積發酵，可以縮短有機物分解的時間，而生產出

物理性狀均一，化學成分穩定的高品質堆肥。由接種木黴菌 (TCF9499) 對蔗渣木屑堆肥養分含量之影響結果顯示，利用木黴菌 (TCF9499) 接種之蔗渣木屑堆肥氮含量約 2.13%、磷含量約 0.98%、鉀含量約 1.81%、鈣含量約 1.03%、鎂含量約 0.78%、有機質含量約 65.5%、鋅含量約 98 ppm、銅含量約 27 ppm。未接種木黴菌 (CK) 之蔗渣木屑堆肥氮含量約 1.87%、磷含量約 0.85%、鉀含量約 1.74%、鈣含量約 0.92%、鎂含量約 0.67%、有機質含量約 63.1%、鋅含量約 90 ppm、銅含量約 26 ppm。顯然有接種木黴菌 (TCF9499) 之蔗渣木屑堆肥的氮、磷、鉀、鈣、鎂、鋅及銅等含量均略高於未接菌處理，且其養分含量較穩定。有接種木黴菌

(TCF9499) 菌種於堆肥製作過程中，以及蔗渣木屑堆肥等製成品中，均可分離出所添加之菌種，分離率約為 1×10^5 至 1×10^6 spore/g，顯示所添加之木黴菌菌種可在堆肥化過程及堆肥成品中存活。

由接種枯草桿菌接種 (TCB 9488) 對稻殼堆肥之養分含量分析結果顯示，利用枯草桿菌菌種 (*Bacillus* sp. TCB9488) 接種之稻殼堆肥氮含量約 1.63%、磷含量約 0.44%、鉀含量約 1.16%、鈣含量約 1.89%、鎂含量約 0.88%、有機質含量約 67.4%、鋅含量約 55 ppm、銅含量約 17 ppm。未接菌之稻殼堆肥氮含量約 1.56%、磷含量約 0.38%、鉀含量約 1.13%、鈣含量約 1.92%、鎂含量約 0.87%、



生物性堆肥製作情形之二

表 1. 台中區農業改良場已辦理完成之「生物性堆肥」技術移轉廠商

項次	產品名稱	授權廠商	聯絡電話
1	大自然基肥 (有機質肥料)	福壽實業股份有限公司	04-2635-0539
2	藻菌 (有機質肥料)	保證責任雲林縣油車合作農場 附設農牧廢棄物處理中心	05-551-9988
3	廚餘堆肥菌種	台中市農會	04-2323-3560
4	301 牛糞堆肥	昔得有限公司	049-233-0136
5	豐田 1 號 (有機質肥料)	田酪股份有限公司	04-875-4559
6	活麗送 (木黴菌菌種 CT103)	福壽實業股份有限公司	04-2635-0539
7	活麗送 (液化澱粉芽孢桿菌菌種 TCB428)	福壽實業股份有限公司	04-2635-0539
8	301 有益菌 (木黴菌菌種TCT301)	昔得有限公司	049-233-0136
9	利用枯草桿菌種 (TCB9407) 製作生物性堆肥之技術	綠世紀生物科技股份有限公司	05-557-3811
10	中改三號蔬果栽培介質	福壽實業股份有限公司	04-781-0159
11	有機蔬果高效肥	彰化縣永靖鄉農會	04-822-7800
12	穀寶 (有機液肥)	農寶生物科技股份有限公司	06-652-6586
13	田園 (有機質肥料)	田園生物科技有限公司	05-279-2900

表 2. 台中區農業改良場已申請獲得之「生物性堆肥」相關發明專利案

項次	專利名稱	專利證字號
1	新型生物性堆肥製作方法	中華民國發明第 I 229064 號
2	稻穀培養基及其製備微生物之方法	中華民國發明第 I 273134 號
3	製造生物性蔗渣木屑堆肥之木黴菌種	中華民國發明第 I 287535 號
4	製造生物性稻殼堆肥之木黴菌種	中華民國發明第 I 287534 號

有機質含量約 68.1%、鋅含量約 49 ppm、銅含量約 16 ppm。顯然有接種枯草桿菌之稻殼堆肥的氮、磷、鉀、鋅及銅等含量均略高於未接菌處理。有接種枯草桿菌菌種 (*Bacillus* sp. TCB9488) 於堆肥製作過程中，以及稻殼堆肥等製成品中，均可分離出所添加之菌種，分離率約為 1×10^7 至 1×10^8 cfu/g，顯示所添加之枯草桿菌菌種 (*Bacillus* sp. TCB9488) 可在堆肥化過程及堆肥成品中存活。

兼具生物性肥料與堆肥雙重功效

由於適當利用木黴菌、枯草桿菌

等天然有益菌，在堆肥化過程中，可以顯著增加堆肥過程中之溫度，且臭味也明顯降低，外觀顏色較深黑褐，品質較佳。其中接種木黴菌 (*Trichoderma* sp.) 之腐熟堆肥中，分離率約為 1×10^4 至 1×10^5 spore/g。接種枯草桿菌 (*Bacillus* sp.) 之腐熟堆肥，分離率約為 1×10^7 至 1×10^8 cfu/g。顯然該等有益微生物經由適當的接種及堆肥化製作技術，在腐熟堆肥中均有一定量的有效菌數存活，因此，可以兼具生物性肥料與堆肥之雙重功效。

另由田間栽培試驗結果顯示，使用新型生物性堆肥應用在玫瑰、草莓、彩色海芋、葡萄、甜椒、番茄、小胡瓜、玉米及

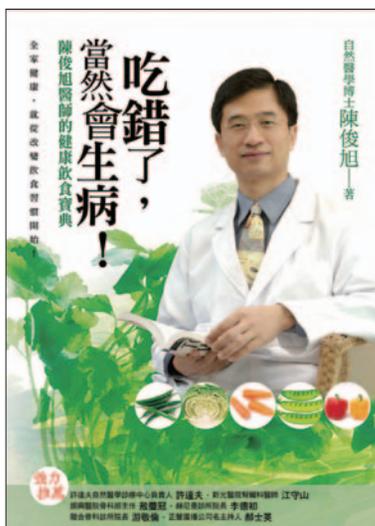
枇杷等多種作物栽培，不僅能夠增加土壤有機質含量及磷、鉀含量等土壤肥力，且能增進作物生長、產量及養分吸收等效益。目前本項生物性堆肥製作技術依據農委會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法，經由農委會審核通過，分別辦理完成多項技術移轉案（表 1），並且已申請獲得 4 項發明專利（表 2）。

研究成果再利用與推廣

土壤為作物生產的基礎，其永續經營管理無疑是最重要的一環，然而台灣農業土壤由於長期施用化肥，面臨土壤理化性質惡化，生物相及土壤生態失衡等問題。此外，農業廢棄物包括禽畜排泄物、蔗渣、稻草及稻殼等大宗生物質量未能妥善利用，常以燃燒或掩埋等方式處理，不僅浪費資源，也造成環境污

染，如能將之資源化作為有機肥循環利用不僅有助於改善土壤生態，也有助於建立永續農業經營模式。堆肥施入土壤中，必須經過微生物的分解作用，才能礦化釋出養分供作物吸收利用，同時也會影響到土壤理化性及生物性等。施用有機質肥料可增加土壤中容易被固定養分如磷之有效性及移動性，增進作物吸收。許多微量元素經由有機質之帶入及保持，也是一般化學肥料無法一一具有的優點。本項應用本土化有益微生物製作生物性堆肥技術，歷經多年的研發、專利申請及技術移轉授權等程序，已獲得相當的成效，日後將經由合作廠商精心製成商品之推廣，以期漸進改善台灣農地土壤，使農業生態環境永續生生不息。豐

【代售新書】



吃錯了，當然會生病！

作者：陳俊旭

定價：300元 **優惠價：250元**
(隨書附贈陳俊旭醫師有聲CD)

這是一本顛覆傳統的健康飲食新觀念書，並提供許多實用的飲食指南。

只要能夠掌握書中教導的「飲食密碼」並身體力行，那麼，你就找到了通往健康之路的金鑰匙。

- 低油、低膽固醇、低蛋白質飲食不一定有益健康
- 多吃植物油、少吃動物油不一定是對的
- 人造奶油比奶油更不安全
- 多喝牛奶容易造成過敏及骨質疏鬆



豐年社 台北市溫州街14號

電話：02-23628148分機30或31 傳真：02-83695591

郵撥00059300財團法人豐年社 (郵購另加掛號郵資60元)