

農業剩餘物質再利用產品開發 及在友善耕作上之應用技術

陳俊位^{1*}、鄧雅靜²、蔡宜峯³

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場埔里分場、分場長

² 國立勤益科技大學、助理教授

³ 行政院農業委員會花蓮區農業改良場、代場長

*E-mail: chencwol@tdais.gov.tw

摘要

臺灣農業生產上每年約產生 460~520 萬公噸農業剩餘物質，其中以畜產剩餘物質占 49% 及農產剩餘物質占 42% 為大宗。這些農業剩餘資材富含有機碳、氮、磷、鈣及微量礦物質等，如能讓其循環再生利用於農業相關產業上，除可提升剩餘物質之價值外，將其用在友善耕作上，更能達到節能減碳資源永續循環的目的。臺中區農業改良場多年來針對農業剩餘物質開發相關應用技術，並有多種產品生產上市。各項技術為 1. 稻穀及相關種子汙染或剩餘物質開發成木黴菌、芽孢桿菌及放線菌等菌種量產資材，作為作物種苗接種劑、堆肥發酵接種劑及生物農藥量產製劑。2. 農業剩餘物質開發成生物性堆肥，利用木黴菌與芽孢桿菌製劑分解能力，將蔗渣、稻穀、動物糞便及菇類栽培後的剩餘物質開發成具肥效與能改善土壤質地的固態有機堆肥。3. 功能性微生物製劑之開發，利用微生物將過期奶粉、海草粉、矽藻土與製糖剩餘物質糖蜜等混合發酵，產製出具促進植物生長、提升產量品質與增加作物抗環境逆境能力的液態功能性微生物製劑。4. 天然素材植物保護製劑之開發，以漁業剩餘物質蝦蟹殼粉結合微生物發酵開發出天然有機之幾丁聚醣合劑，具防治作物白粉病與露菌病之效果。5. 將菇類剩餘物質開發成新型栽培介質，利用木黴菌製劑接種菇類剩餘物質，以簡易製程快速去化方式，將菇類剩餘物質開發成抑病介質與根系周界環境及溫度控制資材，減少作物根系病害危害與環境逆境對作物造成的影響。由於上述相關微生物製劑及產品對作物具肥效，並能降低病蟲害與

環境逆境對作物的影響，運用在作物友善栽培管理上，能減少或取代化學農藥與肥料。在作物友善栽培管理過程中，結合有益微生物菌種、生物性堆肥、抑病介質及功能性微生物製劑的綜合管理方式，可促進植物生長、幫助養分吸收及抑制病害發生等效益外，近來更發現其能誘導植物產生系統性抗性，提高對病害的抵抗力外並對極端氣候產生抗逆境能力，減少農作物損失外並能增加農友的栽培信心，可改善友善耕作因病蟲害與肥培管理導致生長不良、品質不佳的缺點。目前已建立相關資材技術套組應用在水稻、有機蔬菜、瓜類作物及番石榴等作物之栽培管理技術，可有效降低病蟲害、乾旱、淹水及低溫逆境對作物造成的影響。相關技術除增加農民收益外，對未來推廣友善栽培更是一大利器。

關鍵字：農業剩餘物質、微生物製劑、有益微生物、友善耕作

前言

能源危機及資源過度開發造成地球生態系的浩劫，也導致極端氣候的問題產生，如何讓資源循環再生利用轉化成可使用資源為現今研究的重點。在農業生產領域中，一般農作生產、畜牧業、養殖業、製油業、釀造製酒業與屠宰業所產生的事業廢棄物極具資源再生的可用性。臺灣農業生產上每年約產生 460~520 萬公噸農業剩餘物質，其中以畜產剩餘物質占 49% 及農產剩餘物質占 42% 為大宗。這些剩餘物質以掩埋（含就地翻耕）、焚燒、堆肥、製成飼料等處理方式為主。農產剩餘物質再利用比率約 55%。這些剩餘物質如稻桿、蔗渣、稻穀、米糠、粕類、菇類剩餘物質、動物糞便、蝦蟹蚶殼、魚鱗、動物內臟、血水與殘體等皆含有高量的植物性與動物性養份，如能有效轉化這些資源廢棄物成為可再次使用的資源物質，將可減少農業資源的浪費。運用微生物發酵技術除可將農業廢棄物循環再生利用外，並能運用微生物新科技創造低投入、零污染、高產出及價值高的新循環農業，達到綠色資源永續循環利用。

國內推動有機農業自 96 年「農產品生產及驗證管理法」公布實施，將有機農產品正式納入法規管理，讓萌芽產業開始成長。106 年 5 月訂定「友善環境耕作推廣團體審認要點」，秉持「推廣團體自主管理為主、政府監督為輔」之理念。107 年 5 月 8 日經

立法院院會三讀通過「有機農業促進法」。友善環境耕作須符合環境友善，不使用合成化學物質、基因改造生物及其產品等原則，與有機農業生產規範相似，注重生產者與消費者雙方之互信，異於第三方驗證機構驗證制度。為將友善環境耕作農友納入輔導、共享資源，逐步引導與有機接軌。目前，國內有機農業驗證面積已達 7,700 餘公頃、友善耕作登錄面積已達 1,300 餘公頃。如何促進國內有機農業持續成長，並帶動其他符合友善環境耕作產業併進成長，為有機農業未來產業輔導策略之重要課題。

因耕作方式及施行農法不同，目前國內已推廣中之友善或自然農法最早為財團法人國際美育自然生態基金會推廣的 MOA 自然農法，其理念係根據大自然法則，以尊重土壤為基礎，維護生態體系，以達人類及所有生命體之調和與繁榮。泰國米之神基金會推廣 KKF 自然農法，特點在於發展地區性可持續經營之農業型態，推廣在地稻米育種及農夫學校。由台灣樸門永續設計學會推廣之樸門永續農業，農法以發掘大自然的運作模式來設計庭園及生活，並尋求建構人類和自然環境的平衡點為特點。另韓國趙漢珪老師所推動 CGNF 自然農業強調由土壤基盤改良、在地微生物菌、漢方營養液的製作，了解作物生命週期循環與實作之方法。而秀明自然農法則是「尊重自然、順應自然」，利用自然生態系循環之原理，兼顧農產品收穫及環境保護的農法。另外尚有生物動力農法（BD 農法）、綠色保育標章及透過第三方驗證 PGS 模式等多樣態友善耕作方式。這些農法雖為各自農法團體發展，惟其農法精神及耕作方式仍在於自然資源循環永續利用及生態平衡發展，不使用化學農藥及肥料製品，生產自然安全農產品。而依據國際有機農業運動者聯盟（IFOAM）推動有機 3.0 之精神，強調有機農業四大原則：健康、生態、公平、謹慎之生活型態，推動土地利用、生態環境和人類健康之永續發展。

在現今農業操作上，資源再生與利用為環境永續經營的主軸。台灣地處亞熱帶氣候區，屬於高溫高濕環境，且地狹人稠又以集約方式進行栽培作業，導致病蟲害更顯猖獗。加上近年來極端氣候的影響，因此在推廣有機及友善耕作時，常因這些因素而影響農民栽種之意願。歷年來雖有許多專家學者研究，利用有機資材、植物成份及礦物油劑等天然物質與天然素材開發成防治病蟲害的藥劑，以及利用微生物資源開發成生物農藥來進行病蟲害防治。然因此些藥劑或製法繁瑣、或成份不穩定、或價格昂貴、或效果不彰、或保存不易，致使農友在應用上因此而望而卻步，另謀其它有效可行的防

治資材與製劑。而極端氣候的影響，與農民使用豆粕及米糠資材發酵的液肥，也影響到作物的生長、產量與品質。端此，臺中區農業改良場多年來針對農業剩餘物質開發相關應用技術，並有多種產品生產上市。為提供有機及友善栽培農友相關栽培技術，遂開發作物有機及友善栽培技術套組，以綜合有害生物管理方法結合正確有機肥料與資材施用（IPFM：Integrated pest & fertilizer management）為原則，並針對植物遭遇逆境時建立其處理方法，以本場所研發的微生物菌種、生物性堆肥及功能性微生物製劑等技術產品配合施用方法，成功建立多種作物有機及友善栽培技術。以下分別介紹相關技術產品之特性與其在作物上之綜合運用方法。

農業剩餘物質再利用產品之開發

在農業生產領域中，一般農作生產、畜牧業、養殖業、製油業、釀造製酒業與屠宰業所產生的事業剩餘物質極具資源再生的可用性。農業剩餘物質種類如稻桿、蔗渣、菇類廢棄物、稻穀（相關水稻、雜糧與小麥種子汙損或未飽滿之種子）、米糠、粕類、動物糞便、蝦蟹蚵殼、魚鱗、動物內臟、血水與殘體等。這些剩餘物質含有高量的植物性與動物性養份（表一），目前以製成有機肥為主要處理方法。如能有效轉化這些資源廢棄物成為高價值的資源物質，將可減少農業資源的浪費，並創新廢棄物的新用途與價值。

表一、不同農業剩餘物質成份分析表

Table 1. Nutrient characteristics of different agricultural residual materials

農業剩餘物質	C/N	全碳 (%)	全氮 (%)	磷 (%)	鉀 (%)
牛糞	13~17	35	1.8	0.5	1.7
豬糞	8~15	42	3.0	3.0	0.5
雞糞	6~9	18	3.3	1.7	2.4
米糠	18~22	55	2.4	0.4	1.8
大豆粉	4~6	38	7.0	0.6	2.4
大豆桿	30~36	42	1.3	0.3	0.5
樹皮	120~500	70	0.3	0.08	0.6
稻蒿	45~60	43	0.7	0.1	2.0
穀殼	70~90	35	0.4	0.1	0.6
太空包	25~40	44	1.1	0.4	0.5

資料來源：臺中區農業農改場，1995

在這些剩餘物質中，本場先針對穀類、豆類與麥類種子結合微生物開發成育苗接種劑與堆肥發酵菌種，利用材料取得方便性與低成本，開發出高價值與菌種濃度高的製劑。

1. 稻穀菌種接種劑之開發：利用稻穀及相關種子汙染或剩餘物質開發成木黴菌、芽孢桿菌及放線菌等菌種量產資材，作為作物種苗接種劑、堆肥發酵接種劑及生物農藥量產製劑。以木黴菌稻穀菌種為例，其為本場首先利用雜穀或汙損的種子當木黴菌培養的基質。運用稻穀培養木黴菌，在國內外尚未有人利用其來培養，目前生產木黴菌大多利用液體發酵培養，以厚膜孢子進行量產。或以脫殼後之米粒培養木黴菌，但因米粒內營養成份影響，及水份太多米粒會軟化聚黏影響通氣性，使木黴菌生長不良，若水分太少則木黴菌因缺水而無法正常生長，固態發酵培養因生產技術尚無法大量生產木黴菌厚膜孢子。本場所研發之穀粒培養基，由於消毒完全且穀粒外殼完整，供試木黴菌要利用穀粒內米粒養分時要能產生纖維分解酵素，分解部份外殼後利用米粒養分，菌絲纏繞後在稻穀外殼即可形成綠色木黴菌孢子。所製備之木黴菌稻穀菌種特性為好氣性、具纖維分解酵素、低單糖類需求微生物。本項產品除利用相關技術突破木黴菌固態培養瓶頸外，並具高再生性及儲存期長等優勢。所製備之稻穀菌種因穀粒完整具高再生性，在沖洗外殼所附之孢子後，即可覆蓋保濕再生成孢子重覆繁殖二~三次，孢子數皆可維持在 10^9 spore/g 左右。另並具高低溫儲藏性，製備好之菌種儲存在 -20°C 低溫保存箱中，活性可維持二年以上，且孢子活性無衰退情形，本稻穀菌種比市面上以厚膜孢子製品之儲存時間增加一倍以上，耐低溫性優於其他產品，當堆肥處理劑時其耐堆肥醱酵高溫能力強過其它產品，菌種再生性則為國內其他孢子產品無法競爭之獨特性。本菌種除可當育苗時之幼苗發根接種劑外，尚可當堆肥與液肥發酵菌種，配合農業剩餘資材可生產有機堆肥與液菌肥，目前已開發多種產品。同樣技術可應用黃豆汙損種子培養液化澱粉芽孢桿菌，應用黃豆或麥類汙損種子培養放線菌。這些菌種的繁殖除可加值稻穀採收後剩餘物質的價值與再利用率外，也因為其田間施用效果顯著，可加速穀類剩餘物質的去化速度。

2. 生物性堆肥之開發技術：一般農業剩餘物質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），將農業剩餘物質回歸于農田，不僅合乎資源再利用的自然法則，而且也是現今消納去化如此大量有機剩餘物質的重要方向之一。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，因此有機剩餘物質需經過適當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。所謂堆肥化作用即利用廣泛分佈於自然界之微生物，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份，即腐熟的堆肥。近年來本場持續由臺灣中部地區有機農場土壤、作物根系及各種自製堆肥中採取樣品，以洋菜平板法進行微生物分離，篩選具有明確分解有機質功能之有益微生物菌株，目前經純化及完成鑑定計 20 株以上分離菌株。本項技術主要針對臺灣農村地區大宗農業剩餘物質如落葉、果菜渣、禽畜糞、稻殼、蔗渣及木屑（菇類太空包廢木屑）等資材，選出具有快速分解能力之木黴菌（*Trichoderma* sp.）及枯草桿菌（*Bacillus* sp.）及放線菌（*Streptomyces* sp.）等菌株。此些具纖維分解能力強之菌株，以上述稻殼微生物培養法量產堆肥發酵製劑後，添加入混合好之堆肥材料內，在堆肥堆積製作初期，這些微生物可分解堆肥成分中多醣類的纖維質，將多醣類成分的纖維質裂解成雙醣及單醣類的碳水化合物，可供堆肥製作過程之中、高溫分解菌如放射線菌群及桿菌屬細菌養份的利用來源，除可提高產品堆肥化過程中的核心溫度外，並可加快堆肥組成分的礦化速率，使整個堆肥製程時間縮短，使成分穩定且可增加堆肥養分含量。

此外，為了使具纖維分解能力強之微生物菌株能適應不同資材，而能快速分解堆肥粗資材，本場開發相關菌種如木黴菌大量繁殖技術，包括固態及液態簡易繁殖培養技術，不僅操作簡便且成本低廉，頗適用於規模化生產堆肥。近來更開發多項複合有益菌種配方，添加到不同材料之堆肥製作過程中，可以有效誘發中溫、高溫與後腐熟三個階段的微生物，達到促進堆肥分解發酵速率，減少堆肥味道惡臭，縮短堆肥製程所費時間，並可以有效率地製造成品質優良的有機質肥料。將農業剩餘物質開發成生物性堆肥，利用木黴菌與芽孢桿菌製劑分解能力，將蔗渣、稻殼、動物糞便及菇類栽培後的剩餘物質開發成具肥效與能改善土壤質地的固態有機堆肥。施用於土壤除可增加土壤肥力外，並可改善土壤孔隙及團粒結構，

使作物藉由生物性堆肥的施用克服土壤逆境而能正常生長，進而增進田間農作物栽培之品質與產量。

3. 功能性微生物製劑之開發：目前農友間及部份有機農法會利用含氮量高的農業剩餘物質（如黃豆粕或米糠）配合紅糖與微生物發酵成液肥，不論微生物的種類為何，與剩餘物質發酵後的產物其實僅是液態有機質肥料，以肥料組成份來看也僅是三要素氮、磷、鉀的組合，各種農業剩餘物質其養份含量分析如表二，微生物液肥發酵配方如能搭配多種農業剩餘物質的養份，則可以開發出適合有機及友善耕作養份需求的功能性微生物製劑配方，養份含量除氮、磷、鉀三要素外，尚有鈣、鎂及多種微量元素，配合可以促進作物根系發育的微生物菌種，可以彌補以往所推廣的單質液態肥配方養份不足或單一元素過量的問題。

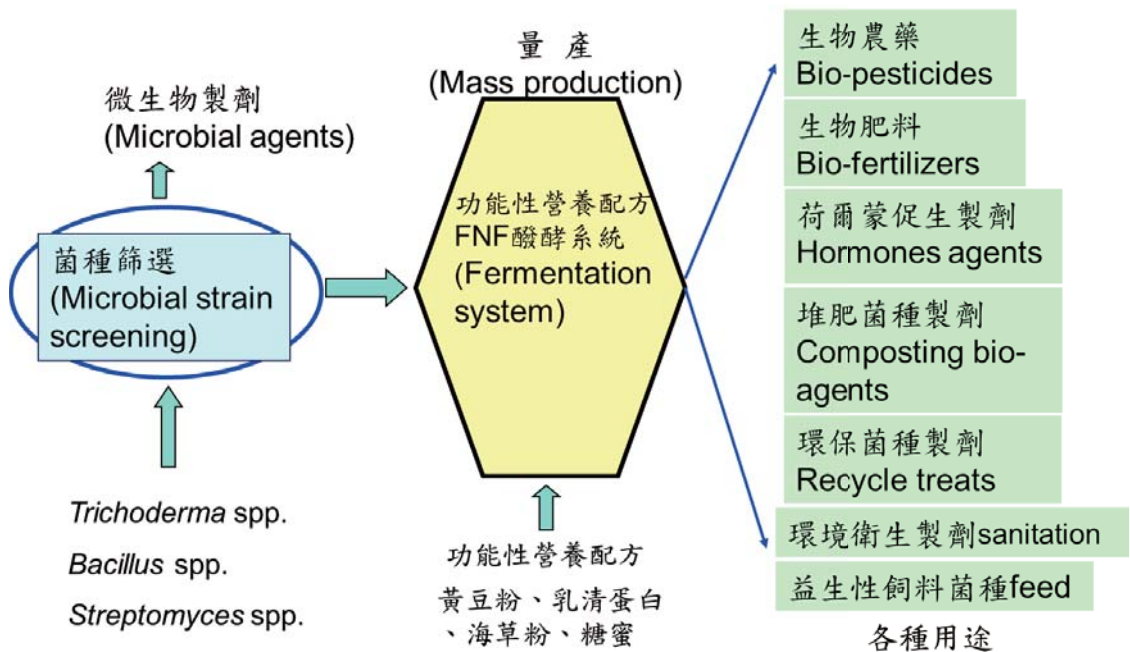
表二、各種農業剩餘物質乾物料成份分析

Table 2: Analysis of nutrient content of various agricultural residual materials

乾物料 分析 項目	全氮	磷	鉀	鈉	鈣	鎂	銅	錳	鋅	鐵	硼	有機質	鹽度 Sal	總溶解 固體值 TDS	pH
	%	ppm	%	ppm								%	g/l		
乳清粉	1.96	4648	2.23	5435	2043	1626	0.23	0.5	3.17	8.79	4.23	76.24	7.6	7.35	5.9
黃豆粉	9.59	435	2.23	814	1584	3561	12.14	35.51	36.28	122.98	13.48	98.44	2.8	2.73	8.33
粗糠	0.63	0	0.37	314	2531	432	3.28	95.9	21.22	55.66	8.15	83.8	1	0.097	5.37
蝦殼粉	5.39	702.8	0.38	29388	4641	8183	14.59	146.12	33.13	810.14	22.3	44.73	30.9	29.6	7.83
黑糖	0.35	0	0.34	1753	816	698	3.5	1.2	2.49	58.67	11.58	99.22	1.4	0.14	4.67
草木灰	0.21	342.8	25.09	2276	1999	15245	128.84	325.38	248.27	2668.6	36.85	3.78	5.9 (1:50)	5.59 (1:50)	12.16

微生物菌種目其前在市面上所販售的產品大多以孢子狀態、菌絲繁殖體配合佐劑或增量劑包裝，由於菌量數目高，售價往往不低，遂農友會想再自行培養放大以降低生產成本。此外，相關製劑產品櫥架壽命、菌種活力常受限於儲藏環境、溫度條件及添加物成份等因子而影響，而使用方式因菌種不同而有不同的使用方法及條件，此常影響田間使用的效果。因此在微生物製劑的開發上，相關繁殖技術、培養配方、生產劑型將決定微生物製劑往後之使用範圍及效果。

功能性微生物製劑為新一代的生物製劑，其係將菌種結合繁殖資材及使用目的，開發出適合各種不同目的使用者的產品（圖一）。不同的微生物菌種本身在繁殖過程中即會產生多種代謝產物及衍生物，這些產物包含有供應植物生長的養份、氨基酸、荷爾蒙、抗生素及二次代謝產物等，依使用的用途可應用在農業、畜牧業、養殖業、環保、醫療、衛生消毒及再生能源等產業上，利用功能性菌種結合農業剩餘物質的營養成分可產出上述多種用途的產品。本場利用所篩選的微生物製劑，結合豆奶粉、過期奶粉、海草粉、矽藻土、蝦蟹殼粉與製糖剩餘物質糖蜜等農業剩餘資材，開發多種液肥配方（表三），利用濾袋懸浮式靜置發酵法產製出具促進植物生長、提升產量品質與增加作物抗環境逆境能力的液態功能性微生物製劑。田間實際應用發現除可促進植物生長提昇產量品質外，並能與作物根系共生協助養分吸收，減少病蟲害危害及改善作物生長環境，並有促進作物抗病機制反應產生之能力等功效。



圖一、功能性微生物製劑可針對目的開發成多種產品

Fig 1. For the purpose the functional microbial agents can to develop into a variety of products

表三、功能性微生物製劑參考配方

Table 3, Functional microbial preparation reference formula

成份	配方 A	配方 B	配方 C	配方 SI	配方 C+SI
豆奶粉	1 公斤	0	0	0	0
奶粉	0	1 公斤	1 公斤	1 公斤	1 公斤
海草粉	0.5 公斤	0.5 公斤	0.5 公斤	0.5 公斤	0.5 公斤
蝦蟹殼粉	0	0	150 毫升	0	150 毫升
矽藻土	0	0	0	0.5 公斤	0.5 公斤
糖蜜	2 公斤	2 公斤	2 公斤	2 公斤	2 公斤
微生物菌種 *	20 公克	20 公克	20 公克	20 公克	20 公克
水 (自來水)	20 公升	20 公升	20 公升	20 公升	20 公升

* 微生物菌種係以本場所開發的穀類剩餘物質菌種繁殖技術所生產的木黴菌稻穀菌種、液化澱粉芽孢桿菌的黃豆菌種及放線菌的麥粒菌種為主要添加菌種製劑

4. 天然素材植物保護製劑之開發：漁業剩餘物質蝦蟹殼含有大量的甲殼質，甲殼質在製造過程中首先係製成甲殼素（即 chitin），甲殼中除含有甲殼素外，尚有碳酸鈣及脂肪、蛋白質、色素等物質，故在傳統製程中，一般以弱酸去除碳酸鈣、以弱鹼去除蛋白質及脂肪，之後再日曬或藥劑脫色，烘乾後即獲得接近白色之甲殼素（chitin），由於甲殼素並不溶於水，也不溶於弱酸或弱鹼，故在應用上限制較多。將甲殼素再以濃鹼在高溫下浸煮一段時間後，即產生脫乙醯作用，經過脫乙醯化以後的產品，即稱為甲聚醣或幾丁聚醣（chitosan）。甲聚醣不溶於水，但可溶於稀醋酸、鹽酸、乳酸等有機酸中。但前述相關處理皆需用大量化學強酸鹼藥劑處理，所造成廢水廢料問題除安全問題外亦造成環境污染，而製造過程中大量原料的損耗亦是一大問題。此外，用化學酸溶解幾丁聚醣的產品因非有機資材，在有機及友善耕作生產認證上仍有疑慮。為此，本技術利用微生物分解方式處理甲殼質，藉由微生物發酵作用系統先分解碳酸鈣、蛋白質及脂肪，再利用該系統產生具作用活性效果的幾丁聚醣合劑，除可減少製程材料的損耗外並且可減少環境污染。幾丁聚醣合劑製備後經試驗證明，其抑菌作用和所添加菌種與發酵代謝產物無關，而與其形成之幾丁聚醣有關。本技術以漁業剩餘物質蝦蟹殼粉結合微生物發酵開發出天然有機之幾丁聚醣合劑，具防治作物白粉病與露菌病之效果。

5. 菇類剩餘物質開發新型栽培介質：菇農栽培過後的太空包，除少部分用來做為堆肥與改良土壤用途外，多將其作為廢棄物處理，或任意丟棄田野，除浪費寶貴之天然資源外，亦造成對環境之污染。以香菇栽培為例，國內一年有 2 億 5 千萬包廢棄太空包產生（每包約含 1 公斤生物質量），棄之殊屬可惜。利用本創新技術將其回收再利用，除可改善環境污染問題外，並具節省寶貴之天然資源等多重效益。由於菇類剩餘物質含有大量的菌絲體，其組成分主要為幾丁質，利用廢包清理時添加一定量木黴菌堆肥發酵接種劑，於菇菌類廢棄物發酵製作成有機堆肥過程中，可以快速分解有機材料，堆肥溫度上升時會誘發大量具分解幾丁質成分能力的放線菌生成，可調製成具抑病能力的生物性有機介質，且具有操作方便、成本低廉、縮短製程、降低臭味等綜合效益。由於利用本技術可發展新型抑病介質，田間應用可降低多種作物之萎凋病與根瘤線蟲障礙，此外，相關產品具肥效、分解功能與保暖等多種功能，運用在作物生長與復育上，能抵抗極端氣候，恢復作物正常生長。除增加農友收益外，也可以加速菇類剩餘物質去化速度。相關產品更可開發成抑病介質，綠能飼料和抑菌墊料，並能開發成一次性包材，有效提高菇類剩餘資源使用率。

表四、臺中區農業改良場歷年來微生物菌種及生物製劑技術移轉成果

Table 4: Results of the transfer of microbial strains and biologics technology in recent years TDARES

技術名稱	授權廠商
生物性堆肥製作方法	
新型生物性稻殼堆肥製作方法	保證責任雲林縣油車合作農場附設農牧廢棄物處理中心
新型生物性蔗渣木屑堆肥製作方法	福壽實業股份有限公司
新型生物性牛糞堆肥製作方法	昔得有限公司
新型牛糞堆肥介質製作技術	田酪股份有限公司
新型生物性廚餘堆肥製作方法	台中市台中地區農會
廢棄菇類栽培木屑堆肥製作方法	美加農產有限公司
高效禽畜糞處理及肥料調製技術套組	特克斯科技股份有限公司
複合式禽畜糞堆肥發酵菌種製作技術及其應用方法	台灣肥料股份有限公司
製作生物性堆肥之木黴菌、枯草桿菌及放線菌菌種	
製作生物性堆肥之木黴菌菌種（TCT 103）	福壽實業股份有限公司
製作生物性堆肥之木黴菌菌種（TCT 301）	昔得有限公司

農業剩餘物質再利用產品開發及在友善耕作上之應用技術

製作生物性堆肥之木黴菌 TCF9409 及其培菌與應用技術	台農生物科技股份有限公司
木黴菌株 TCT111 及應用於生物性堆肥製作方法	金新隆生技貿易有限公司
新型生物性廚餘堆肥菌種製作方法	台中市台中地區農會
製作生物性堆肥之枯草桿菌 (TCB428)	福壽實業股份有限公司
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
製作生物性堆肥之枯草桿菌種 (TCB9407)	品富發企業有限公司
適用製作果菜渣堆肥分離菌株 TCST9801 及純化培育、應用技術	南亞塑膠工業股份有限公司麥寮分公司
製作生物性堆肥之枯草桿菌種 TCB9401 及其應用技術	綠世代生物科技股份有限公司
放線菌株 TCST168 及應用生物性有機液肥製作方法	品富發企業有限公司
液化澱粉芽孢桿菌 TCB9722 及應用於生物性有機液肥製作方法	品富旺生物科技有限公司
稻草分解菌種複合式製劑製作及應用技術	方圓生化科技有限公司、全淨然興業股份有限公司
木黴菌株 TCT10166 及應用於生物性堆肥製作方法	德大生技有限公司
芽孢桿菌株 TCB 10007 及應用於生物性堆肥製作方法	花農實業有限公司
放線菌株 TCST9706 及應用於生物性堆肥製作方法	鷹輝有限公司
木黴菌 TCT568 及其應用於生物性堆肥製作方法	百泰生物科技股份有限公司
木黴菌 TCT768 製作技術及其應用於菇菌類廢棄物堆肥化應用方法	德林農藥行
芽孢桿菌 TCB102-B7 繁殖技術及其應用方法	甲宸生技股份有限公司
栽培介質製作技術	
新型中改三號蔬果栽培介質製作技術	福壽實業股份有限公司
新型牛糞堆肥介質製作方法	田酪股份有限公司
杏鮑菇栽培介質製作方法	方世文先生
耕種後舊介質再利用技術	金三角蔬果運銷合作社、潘美玲
有機高效肥、液肥製作技術及苗期接種劑	
新型生物性有機營養液菌肥製作技術	全自然生化科技公司
有機高效肥製作方法	赫爾曼貿易有限公司、彰化縣永靖鄉農會、農寶生物科技股份有限公司、田園生物科技股份有限公司、金新隆生技貿易有限公司、東精生物科技有限公司
新型生物性高磷鉀有機液菌肥	方圓生化科技有限公司
有機番茄穴盤苗標準化套裝生產技術	竹農種苗有限公司
高肥效有機液肥之製作及在水稻栽培之應用	甲宸生技股份有限公司
木黴菌株 TCFO9768 及應用於生物性有機液肥製作方法	蘭陽生物科技股份有限公司

資料來源：作者自行整理、2018

農業剩餘物質產品在友善耕作上之應用技術

上述本場所開發的相關微生物製劑及產品對作物因具肥效，並能降低病蟲害與環境逆境對作物的影響，運用在作物友善栽培管理上，能減少或取代化學農藥與肥料。因此，在作物友善栽培管理過程中，結合有益微生物菌種、生物性堆肥、抑病介質及功能性微生物製劑的綜合管理方式，可促進植物生長、幫助養分吸收及抑制病害發生等效能，近來更發現其能誘導植物產生系統性抗性，可提高對病害的抵抗力並對極端氣候產生抗逆境能力，除減少農作物損失外並能增加農友的栽培信心，並可改善友善耕作因病蟲害與肥培管理導致生長不良、品質不佳的缺點。目前已建立相關資材技術套組應用在水稻、有機蔬菜、瓜類作物及番石榴等作物栽培管理上，可有效降低病蟲害、乾旱、淹水及低溫逆境對作物造成的影響。相關技術除增加農民收益外，對未來推廣友善栽培更是一大利器。相關技術茲分述如下：

1. 農業剩餘物質產品在水稻友善耕作上之應用技術

農業剩餘物質產品在水稻友善耕作上之使用，首先會以具稻草分解能力的生物性堆肥產品施用於田間，配合水份的使用，在二個星期中分解完成。而微生物製劑在水稻栽培管理上可分二個管理時期運用，一為秧苗期階段，另一為本田期管理。在秧苗期時稻種消毒會以甲殼素合劑稀釋 100 倍，將種子浸於菌液四小時後取出陰乾（取代化學藥劑進行稻種消毒），陰乾後將種子播於育苗箱中後育苗。其後在育苗管理時則以功能性微生物製劑 SI 配方稀釋 100 倍，每育苗箱以灑水器澆灌 1 公升，隔週再接一次，共二次。而在秧苗田管理上可於田間已播種萌芽之育苗箱，覆蓋不織布後，功能性微生物製劑 SI 配方稀釋 100 倍以噴霧器噴灑其上，或配合灌溉水淹灌使秧苗能浸泡到微生物製劑，每分地用量為 10~20 公升。而秧苗種植於田間前，可先於水稻插秧前配合整地淹水時施用 20 公升木黴菌微生物製劑，可加速土壤前期作的稻桿或綠肥腐熟，除減少白化苗外並可增加土壤肥力。插秧後可配合淹水時將 20 公升功能性微生物製劑 SI 配方置於進水口，隨著灌溉水施用於整個田區。隔七天用一次，連續二次。隨著植株生長至孕穗期前，可間歇配合灌溉水淹灌或配合噴藥進行葉部噴灑三~四次，如葉部噴灑則稀釋 100 倍。抽穗前及乳熟期應再追加一次。

運用功能性微生物製劑在作物栽培管理，本場藉由多年的田間試驗已證實相關產品可增強作物自身的免疫防禦能力，可減少稻熱病、紋枯病與白葉枯病之發生。結合營養物質的發酵產品對作物根系發育有極大助益，可幫助養份吸收利用，促進作物生長，提昇孕穗率、產量與品質，在水稻試驗上每公頃可增加產量 300~500 公斤。使用所研發的微生物製劑除能增加農友的栽培信心外，並可改善氣候異常或光照因素導致水稻生長不良、產量減少及品質不佳的缺點，未來對保障糧食生產的安全將是一大利器。

2. 農業剩餘物質產品在有機蔬菜友善耕作上之應用技術

隨著環境氣候的改變，台灣夏季有機蔬菜栽培時，因容易遭遇高溫、多雨及颱風等天然因子影響，致使栽培管理不易，並因這些因素，而使得夏季蔬菜品質不佳，產量銳減，影響農民收益甚鉅，使農民栽培夏季有機蔬菜常冒極大之風險，成為夏季有機蔬菜生產之限制因子。此外，一些病原菌如疫病菌、萎凋病菌、白絹病菌及立枯絲核菌等土棲性病原菌，在夏季高溫多濕的環境下極易發生，尤其以十字花科作物最容易被感染，為夏季有機蔬菜生產之另一限制因子。為改善上述問題，遂建立農業剩餘物質產品在作物育苗期與田間管理上之使用方法。

農業剩餘物質產品在有機蔬菜友善耕作上之田間施用方法為：田間先施用生物性堆肥每分地 15~20 包（25 公斤裝），種子苗期處理會先將種子與液化澱粉芽孢桿菌稀釋 100 倍菌液混拌後陰乾，隨後播種於穴盤中。發芽後每天配合澆水時施用木黴菌功能性製劑配方 C100 倍稀釋液。田間管理則將以菌株處理之幼苗種植於網室內，幼苗種植後前二週每週澆灌功能性製劑配方 A100 倍一次，第三週後每二天澆灌功能性製劑配方 C100 倍一次，依次施用至採收前為止。採收後，可在畦上撒施菇類剩餘物質堆肥產品，隨後種植有機蔬菜穴盤苗，再施用木黴菌功能性製劑配方 C100 倍稀釋液，如此可重覆種植，並可使有機葉菜在 20 天內採收，高麗菜可縮短 2 星期到 1 個月時間採收。

運用芽孢桿菌接種在蔬菜作物種苗上，可減少立枯病與黑腐病之發生。木黴菌則會抑制立枯病促進種苗根系發育，菇類剩餘物質堆肥產品可加速田間採收後剩餘物質分解，減少萎凋病或黃葉病之發生。相關微生物製劑與循環資材可使植株生長健狀且快速，移植田間除可增加移植存活率外，並有促進生長及提升產量

與品質之優點。此外使用這些製劑之植株可抗淹水逆境、減少根部病害、縮短產期及增加產量，在提昇農友經營效益上效果顯著，為有機蔬菜栽培農友資材使用上之新利器。

3. 農業剩餘物質產品在瓜類友善耕作上之應用技術

困擾農友多年無藥可醫的瓜類萎凋病，本場利用微生物製劑、功能性微生物製劑與抑病介質處理，已可成功防治此一病害！瓜果類作物為國內夏季重要蔬菜，包括胡瓜、絲瓜、苦瓜、冬瓜及扁蒲等，這些作物由於採收期長，生產期間常因遭遇豪雨及颱風侵襲，極易發生萎凋病，嚴重影響農友收益。目前產地農民多採取嫁接苗來降低萎凋病發生，但因嫁接種苗成本高、雨季來臨時的根系淹水障礙與錯誤的施肥方式導致萎凋病的防治效果每況愈下。為解決農友作物栽培問題、促進農產品安全及有機農業發展，本場積極開發有機栽培可使用之微生物製劑。運用木黴菌與放線菌相關製劑產品在田間絲瓜與苦瓜栽培管理上，可降低90%以上的萎凋病受害率。其田間施用方法為：田間基肥每分地先施用木黴菌堆肥發酵接種劑處理的菇包剩餘物質15~20包（25公斤裝），絲瓜苗種植前可採浸泡或澆灌方式接種木黴菌育苗接種劑，種植後再配合澆灌木黴菌液肥B配方100~200倍，採收期澆灌與葉噴C配方或SI配方100倍，可有效抑制絲瓜萎凋病之發生，克服目前萎凋病無藥可治的窘境。如果在絲瓜基部再追加灑施菇類剩餘物質堆肥，或置放整包的菇類剩餘物質堆肥，更可保護絲瓜的根部不會受到萎凋病的危害，防治率可以達到近100%。此外，絲瓜生育期間葉面噴施新開發的甲殼素合劑，可有效防治白粉病及露菌病等病害，並減輕根系因下雨而產生的生理萎凋障礙；在這幾年颱風及豪雨的侵襲下，前述微生物製劑除有效保護絲瓜植株生長不受災害影響外，並讓絲瓜得以正常開花、結果，對絲瓜產量及品質有極大助益，且可以克服萎凋病障礙讓農民原地能再重新種植絲瓜。

相關農業剩餘物質產品除可在絲瓜友善耕作上應用外，也可以應用在小黃瓜、胡瓜及苦瓜上，可克服萎凋病、根瘤線蟲及淹水逆境，應用菇類剩餘物質發酵過程中所產的微生物熱，更可以抗低溫逆境！應用在冬天苦瓜的栽培上，搭配功能性微生物製劑的施用，可讓中部地區的農民在1月份收苦瓜，除可調節產期

外，也讓農作物避開產季集中價格不穩的困境。

4. 農業剩餘物質產品在番石榴友善耕作上之應用技術

番石榴是重要的熱帶果樹之一，本場轄區彰化縣溪州鄉、社頭鄉與員林鎮等地栽培面積達 1,240 公頃，為番石榴重要產區。近幾年因立枯病、根瘤線蟲等病蟲害問題與極端氣候的影響，導致中部地區的番石榴植株大量死亡，農民收入銳減。本場利用菇類剩餘物質配合木黴菌發酵接種劑，開發出循環農業新資材—菇類剩餘物質堆肥，歷經 2 年的試驗與調查，終於克服困擾農友多年的病蟲問題，除種出鮮甜爽脆的番石榴外，也讓農業生產過程中所產生的剩餘物質能有新用途！

本技術利用添加木黴菌 TCT768 接種劑於菇菌類廢棄物中製作成有機堆肥，除可以快速分解菇類剩餘物質外，並可誘發大量放線菌生成，所產製新型抑病介質，田間應用可降低番石榴之萎凋病與根瘤線蟲障礙。施用方法以撒施在植株基部土壤上為準，視植株大小調整用量，以覆蓋住植株基部土壤為原則，隨即以功能性微生物製劑 SI 配方稀釋 100 倍澆灌基部土壤，其後則以稀釋倍數 100~200 倍一周噴灑葉面一次。如此在施用的部位可以誘發番石榴新根產生，配合其內所含的有益微生物如木黴菌與放線菌可延緩立枯病與根瘤線蟲所造成的植株死亡。施放於番石榴廢棄枝條與落葉上，則可加速枝條與落葉分解，並具有保濕減少根部水分蒸散之效果。而廢棄枝條樹葉分解後所產生的養分又可供應番石榴生長所需。此外，整包菇鮑浚肥因微生物發酵產生的堆肥生物熱，整包置放於番石榴新根部份對根部有保溫作用，類似暖暖包的功能，又可克服冬天低溫障礙。如果田間重新種植則先將番石榴幼苗以浸泡或澆灌方式接種木黴菌育苗接種劑，田間基肥每分地施用木黴菌堆肥發酵接種劑處理的菇包剩餘物質 15~20 包（25 公斤裝），植株種植後再配合澆灌木黴菌液肥 B 配方 100~200 倍，採收期澆灌與葉噴 C 配方或 SI 配方 100 倍。

本項技術是利用菇類栽培後所剩下的廢棄菇包接種新型木黴菌 TCT768，開發出新型生物性有機堆肥。利用其具肥效、抗病害、分解功能與保暖等多種功能，讓番石榴根系恢復發育，田間植株復育成效達 70%~80%，更能提高開花著果量，果實結實纍纍收成較對照組增加 50%~60%，施用後 3 個月即有成效，為循環農業

新資材田間施用技術成功之範例。

結語

臺中區農業改良場多年來針對農業剩餘物質已開發相關應用技術，並有多種產品生產上市。為提供有機及友善栽培農友相關栽培技術，上述所開發的作物友善栽培技術套組，係以綜合有害生物管理方法結合正確有機肥料與資材施用方式所建立的技術套組，並針對植物遭遇逆境時建立其處理方法，已可有效解決困擾農友多年的栽培問題。因應未來栽培環境的惡化、極端氣候的影響、耕作資源的枯竭與病蟲草害的猖獗，相關栽培所使用的微生物製劑與農業剩餘物質再利用的新穎性技術，將是未來應該加強研究的重點。

參考文獻

1. 安寶貞、羅朝村、謝廷芳、黃秀華 1999 作物病害之非農藥防治 農委會、農林廳編印 臺中。
2. 蔡宜峰、陳俊位、陳彥睿 2005 木黴菌在堆肥製作及應用於介質耕玫瑰之研究 p.119-128. 有機肥料之施用對土壤與作物品質影響研討會論文集 台大農化系編印 臺北。
3. 蔡宜峰、陳俊位 2007 生物性堆肥之菌種開發與應用 農業生技產業季刊 12: 35-41。
4. 陳俊位、鄧雅靜、曾德賜 2009 功能性微生物製劑在有機作物栽培病害管理上之應用 p. 447-181. 陳榮五、白桂芳、蔡宜峰主編 有機農業產業發展研討會專輯 行政院農業委員會臺中區農業改良場編印。
5. 陳俊位、蔡宜峰、鄧雅靜、曾德賜 2012 農業有益微生物研發與應用 p.165-196. 廖君達、陳裕星、張致盛 主編 國際有機農業產業發展研討會專刊 行政院農業委員會臺中區農業改良場編印。
6. 陳俊位、鄧雅靜、蔡宜峯 2014 木黴菌在作物病害防治的開發與應用 p.87-116. 廖君達、白桂芳、張致盛 主編 農業生物資材產業發展研討會專刊 行政院農業委

員會臺中區農業改良場 編印。

7. 蔡宜峯、陳俊位 2016 農村廢棄物堆肥化利用 農業生技產業季刊 46：33-38。
8. 蔡宜峰 2016 開發適用紅龍果之多功能複合有機質肥料及施用效應 p.49-59 紅龍果整體產業價值鏈整合技術發表暨產業交流研討會論文集 臺中區農業改良場特刊 131 號。
7. Altomare, C., W. A.Norvell, T. Björkman and G. E. Harman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. Appl. Env. Microbiol. 65:2926-2933.
8. Burges, H. D. 1998. Formulation of Microbial Biopesticides: Beneficial microorganisms, nematodes and seed treatments. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, Netherlands.
9. Hendrix, P. F., Coleman, D. C. and Crossley, D. A., Jr.1992.Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture . Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy 2:63-82.
10. Munoz de Chavez, M., A. Chavez, V. Valles and J. A. Roldan. 1995.The nopal: a plant of manifold qualities. World Rev. Nutr. Diet. 77:109-134.
11. Parray, J. A., A. N. Kamili, Z. A. Reshi, R. Hamid, and R. A.Qadri. 2013. Screening of beneficial properties of rhizobacteria isolated from Saffron (*Crocus sativus* L) rhizosphere. AJMR7 (23) :2905-2910.

Development of Agricultural Surplus Material Recycling Products and Application Techniques in Friendly Farming

Chen, Chein-Wei¹、Teng, Ya-Ching² and Tsai, Yi-Fong³

¹Branch Chief, Taichung District Agricultural Research & Extension Station

²Assistant Professor, National Chin-Yi University of Technology

³Director, Hualien District Agricultural Research & Extension Station

Abstract

In Taiwan's agricultural production, about 4.6 to 5.2 million metric tons of agricultural surplus materials are produced each year, of which 49% are livestock surplus materials and 42% are agricultural surplus materials. These agricultural surplus materials are rich in organic carbon, nitrogen, phosphorus, calcium and trace minerals. If they can be recycled and used in agriculture-related industries, they can be used for friendly farming, in addition to increasing the value of the remaining materials. It can achieve the goal of sustainable circulation of energy-saving and carbon-reducing resources. The Taichung District Agricultural Research & Extension Station(TDARES) has developed relevant application technologies for agricultural surplus materials for many years, and has produced and marketed a variety of products. Each technology is 1. Rice and related seed pollution or residual substances are developed into Trichoderma, Bacillus and Actinomycetes, and are used as crop seedling inoculants, composting fermentation inoculants and biopesticide mass production preparations. 2. The agricultural surplus material is developed into biological composting. Using the decomposition ability of Trichoderma and Bacillus preparations, the remaining materials after bagasse, rice, animal manure and mushroom cultivation are developed into solid organic compost with fertilizer effect and soil texture improvement. 3. Development of functional microbial preparations, using microorganisms to mix and ferment expired milk powder, seaweed powder, sugar residue and molasses, etc., to produce liquids agents that promote plant growth, improve yield and quality, and increase crop environmental resistance. 4. The development of natural material plant protection preparations, the development of natural organic chitosan mixture

with the fishery residual substance shrimp and crab shell powder combined with microbial fermentation, with the effect of controlling crop powdery mildew and downy mildew disease.

5.) Develop the remaining materials of the mushroom into a new cultivation medium, inoculate the remaining materials of the mushroom with the fungus preparation, and develop the residual material of the mushroom into the disease-preventing medium and the root environment and temperature control by simple process and rapid de-chemicalization. Materials to reduce the impact of crop root disease hazards and environmental stress on crops. Since the above related microbial preparations and products are effective for crops, and can reduce the impact of pests and diseases and environmental stress on crops, the use of crops for friendly cultivation management can reduce or replace chemical pesticides and fertilizers. In the process of friendly cultivation and management of crops, combined with beneficial microbial strains, biological composting, disease-inducing media and functional microbial preparations, it can promote plant growth, help nutrient absorption and inhibit disease occurrence. It can induce systemic resistance in plants. In addition to improving resistance to disease, it can also resist stress in extreme climates. In addition to reducing crop losses, it can increase farmers' cultivation confidence and improve friendly farming due to pests and diseases. Management has the disadvantage of causing poor growth and poor quality. At present, the relevant technical kits have been established to apply the cultivation technology kits for the cultivation and management of rice, organic vegetables, melon crops and guava, which can effectively reduce the impact of pests, droughts, flooding and low temperature stress on crops. In addition to increasing farmers' income, related technologies are a great tool for promoting friendly cultivation in the future.

Key words: Agricultural surplus materials, Microbial preparations, Beneficial microorganisms, Friendly farming

