

工業有機廢棄物 與香菇太空包廢棄包堆肥資材化

近年來台灣地區工業廢棄物量逐年增加，而其中有機廢棄物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）及能量源（碳）等。因此將工業廢棄物中之有機物回歸於大地，應該是合乎自然法則的資源再利用方法。



點外，且可達減廢之目的。故本研究乃將以木屑或香菇太空包與糟泥為主要原料搭配含豐富氮與磷之廢棄物，再添加其它添加物，則可製造複合有機肥料，此無毒性有機肥具有改善地力與增加收成之優點，且可達減廢之目的。

木材加工業廢棄物是宜蘭地區主要廢棄物來源之一，此類廢棄物每月約高達 5,000 公噸，其中木屑量約占一半。而宜蘭酒廠每天也排出數量不少之有機廢棄物，如酒糟、糟泥等；另外從蘇澳港附近的漁產加工廠也有高氮與高磷廢棄物之排出，且香菇生產過程亦產生數量可觀之香菇包，造成廢棄物問題，這些廢棄物經常造成其附近區域之環境污染問題。近年來由於工業發達，農業的轉型，國內農地施肥情形幾乎已完全由化學肥料取代，而引發土壤酸化、鹽化等問題，目前農政單位積極推廣永續農業，鼓勵農民使用有機肥料，希望藉此改善地力提高農作物品質。故若能以木屑或香菇太空包與糟泥為主要資材搭配其它廢棄物與添加劑，製造有機肥料，除具有改善地力與增加收成之優

堆肥製作技術

本研究使用之有機材料包括有鋸木屑、廢棄香菇太空包及糟泥等多種，堆肥前之配方主要依據鋸木屑、酒糟、海鳥糞等不同資材所含營養成分，估算調整堆肥前堆積物之碳氮比至約為 30 左右，並同時使其氮磷比亦維持約為 8 左右；以高速堆肥進行發酵處理，控制溫度：50 - 75℃；水分含量：60% 左右。而其中碳源部分均以木屑或廢棄香菇太空包及酒糟為主。堆肥試驗程序內容如下：

原料 → 檢測 → 調配 → 堆肥化 → 監測 → 翻堆 → 檢測。

程序說明如下：

- (1) 原料：主資材：木屑、糟泥、廢棄香菇太空包。
- (2) 副資材：尿素與海鳥糞等。

表 1. 各種堆肥資材與營養分調配比例

堆肥種類	調整後營養分 (%, 乾基)	各資材比例
有機堆肥試驗 (1) 1. 主資材：香菇太空包 副資材：糟泥 2. 堆肥天數：24 天 3. 碳/氮 = 22 4. 氮/磷 = 2 5. 水 = 70%	氮 = 1.26% 磷 = 1.54% 鉀 = 12.05 毫克/公斤 鎂 = 23 毫克/公斤 有機質 = 82.73%	香菇太空包：48% 糟泥：32% 熟堆肥：20%
有機堆肥試驗 (2) 1. 主資材：香菇太空包 副資材：糟泥 2. 堆肥天數：23 天 3. 碳/氮 = 19 4. 氮/磷 = 2 5. 水 = 71%	氮 = 1.54% 磷 = 1.2% 鉀 = 14.29 毫克/公斤 鎂 = 40.061 毫克/公斤 有機質 = 87.2%	香菇太空包：48% 糟泥：32% 熟堆肥：20%
有機堆肥試驗 (3) 1. 主資材：香菇太空包 副資材：糟泥 2. 堆肥天數：18 天 3. 碳/氮 = 21 4. 氮/磷 = 2 5. 水 = 73%	氮 = 0.6% 磷 = 1.66% 鉀 = 12 毫克/公斤 鎂 = 0.39 毫克/公斤 有機質 = 94.2%	香菇太空包：46% 糟泥：31% 熟堆肥：23%

表 2. 資材特性分析

分析項目	菌種堆肥	糟泥	太空包廢棄包
pH	7.9	3.6	7.3
EC (µs/cm)	22.7	24.5	24.0
含水率 (%)	19.4	82.0	70.2
有機質 (%)	38.4	70.3	91.0
磷含量 (濕)	3.0	ND	1.4
磷含量 (乾)	3.7	ND	4.7
鉀 (毫克/公斤)	7.4	38.9	37.6
鎂 (毫克/公斤)	39.7	200.0	140.9
鈣 (毫克/公斤)	63.4	16.4	207.9
硼 (毫克/公斤)	0.4	3.9	ND
鋅 (毫克/公斤)	7.9	4.0	1.5
鎳 (毫克/公斤)	0.1	1.8	3.9
銅 (毫克/公斤)	2.2	1.7	ND
銅 (毫克/公斤)	0.2	0.16	ND
鉻 (毫克/公斤)	ND	ND	ND
全碳分析 (%)	22.3	40.8	52.8
全氮分析 (%)	2.7	2.1	0.8

(3) 調配：

主要為調配適當的營養源 (即碳、氮與磷比例) 及水分 (約 50 - 60%)。依檢測結果計算各物料的摻配比率，本研究依據之堆肥調配參數如表 1 所示。

有機堆肥之資材成分分析

本研究以糟泥、香菇太空包廢棄包及菌種堆肥等資材進行堆肥化處理，其成分分析如表 2 所示，資材之 pH 介於 3.6 - 7.9 之間，其中菌種堆肥 pH 為 7.9 最高，糟泥 pH 為 3.6 最低；有機質以菌種堆肥為 38.4%，而菌種堆肥及香菇太空包廢棄包磷含量分別為 3.7% 及 4.7%；氮含量則以菌種堆肥 2.7% 為最高，糟泥 2.1%，香菇太空包廢棄包 0.8%。

堆肥製造試驗

本研究先將各種資材進行物理與化學分析，以建立資材特性，經計算各種配比之資材 (如表 1) 調配合適之含水率與有機質含量，並

混合成爲含水率 60%。高速堆肥製造機，其操作特性乃藉控溫器調整操作溫度，且藉調整轉速控制進風量，但需另行添加高速發酵菌，以增加分解速率。操作時間約歷時約 30 天。

有機堆肥製造試驗 (1) 是以香菇太空包廢棄包 (占 48%) 添加糟泥 (占 32%) 及熟堆肥 (占 20%) 等調整材，含水率調整至 70% 左右後開始混合發酵處理而成，呈褐色，氣味尚好，處理 24 天後含水率爲 59.7%。至於 pH 爲 7.7，有機質 81.9%，氮 1.44%，磷 1.66%，鉀 17.3 毫克/公斤，鈣 113 毫克/公斤，鎂 40 毫克/公斤，鋅 4.95 毫克/公斤，銅 0.1 毫克/公斤，鎳、鉻、鎘、鉛等則未偵測到。

有機堆肥製造試驗 (2) 是以香菇太空包廢棄包 (占 48%) 爲主要材料添加糟泥 (占 32%)、熟堆肥 (占 20%) 等其他調整材，將含水率調至 71% 左右開始混合發酵處理 23 天而成，呈暗褐色，氣味尚好，重量減少 39.7%，含水率減至 16.8%，pH 值爲 7.4，尚

好，有機質 (84.3%)，尚高，氮 (3.4%) 相當高，其他巨量元素和微量元素都大致正常，鎳、鉻、鎘、鉛等容易造成不良影響之元素含量都很低。

有機堆肥製造試驗 (3) 是以香菇太空包廢棄包 (占 46%) 爲主要材料添加糟泥 (31%) 占、熟堆肥 (占 23%) 等其他調整材，將含水率調至 73% 左右開始混合發酵處理 18 天而成，呈褐色，氣味尚好，重量減少 33.96%，含水率降至 40.2%，pH 值爲 7.5，尚好，有機質 (88.6%)，尚高；氮 (1.8%)，尚好，磷 (2.0%)，尚好，鉀 (11 毫克/公斤)，稍低，其他巨量元素和微量元素都正常，鎳、鉻、鎘、鉛等容易造成不良影響之元素含量都很低，可成爲很好之有機肥。

堆肥之碳氮磷鉀成分及重金屬成分分析

爲有效地提升堆肥之效益，必須瞭解碳、氮、磷、鉀等成分在有機物堆肥化過程中之變化，以能適當地提高堆肥中營養要素含量，或調整堆肥中營養要素含量比例，配合作物對養分吸收率。三種堆肥成品之碳含量均在 45% 以上；氮含量 1.44% 以上，而類似於一般市售有機質肥料者，其中以有機堆肥 2 成品 3.4% 爲最高；經由 3 種不同配方之堆肥化試驗顯示，有機物中碳成分含量在堆肥化過程中均呈下降趨勢，氮成分百分率含量在堆肥化呈上升情形，磷百分率成分含量則隨堆積日數增加而逐漸增加。由於在堆肥



化中，有機物基質中所含碳水化合物成分會迅速地被微生物作用而分解，全碳含量會呈下降情形，最後當堆肥充分腐熟時，其組成成分均呈現較穩定狀態。在經過不同堆肥天數使達到腐熟程度時，有機堆肥（1）配方之堆肥中氮及磷成分含量分別增加約 0.18% 及 0.12%，碳成分含量則分別減少約 0.45%；



有機堆肥（2）配方之堆肥中氮及磷成分含量分別增加約 2.11% 及 0.44%，碳成分含量則分別減少約 1.70%；有機堆肥（3）配方之堆肥中氮及磷成分含量分別增加約 1.23% 及 0.33%，碳成分含量則分別減少約 3.23%，如表 3 所示。

為避免堆肥成品含有過高的重金屬成分，造成土壤重金屬累積，而造成二次污染，故需對各處理之腐熟堆肥進行重金屬成分分析。前述有機堆肥製造試驗結果顯示，3 種處理所成之腐熟堆肥中，6 種重金屬之含量均低於政府管理「混合有機質肥料」所訂之

含量。結果顯示農民若利用太空包廢渣混合工業廢棄物，如木屑及糟泥等材料，依有機堆肥（1）- 有機堆肥（3）之處理方法應可達到符合政府對「混合有機質肥料」之管理品質標準。（註：分析數據表格省略。）

處理堆肥之轉化率

為瞭解資材在堆肥化中總量之變化情形，

即由堆肥中資材之乾物重量換算，求出其總量之變化。各種不同處理堆肥中堆積達腐熟程度後，有機堆肥 2 配方之堆肥中總量較原始材料共計損失 24.67 毫克，轉化率為 39.74%，碳成分總量損失 79.2%；有機堆肥 3 配方之堆肥中總量較原始材料共計損失 24.4 毫克，轉化率為 33.96%，碳成分總量損失 65.6%；顯然不同有機物配方在堆肥化中氮、碳及乾物量之變化即有顯著之差異。有機物在分解過程中，呈現有多種不同分解速率之情形，其原因可能是有機物中含有不同的化合物組成所造成。

表 3. 堆肥化前後碳、氮、磷成分百分率變化

堆肥種類	堆肥日數	碳 (%)	氮 (%)	磷 (%)
1	0	47.98	1.26	1.54
	24	47.53	1.44	1.66
2	0	50.57	1.24	1.54
	23	48.87	3.35	1.98
3	0	54.63	0.55	1.66
	16	51.40	1.78	1.99

結語

本研究係以木屑及香菇太空包廢棄包為堆肥資材，並以調配不同 3 種堆肥成品，其結果如下：

- 一. 3 種堆肥成品之碳含量

均在 45% 以上，氮含量 1.44% 以上，而類似於一般市售有機質肥料者。

二. 3 種不同配方之堆肥化試驗顯示，有機物中碳成分含量在堆肥化過程中均呈下降趨勢，氮成分百分率含量在堆肥化呈上升情形，磷百分率成分含量則隨堆積日數增加而逐漸增加。

三. 有機堆肥 2 轉化率為 39.74%；有機堆肥（3）轉化率為 33.96%；顯然不同有機物配方在堆肥化中乾物量之變化即有顯著之差異。

四. 各種處理所成之腐熟堆肥，6 種重金屬之含量均低於政府管理「混合有機質肥料」所訂之含量。 

資料來源 | 台南區農業改良場

設施栽培好收成

合理土壤肥培管理 · 讓土地「再活起來」

台南區農業改良場近年來配合推動永續農業工作，推廣合理施肥與微生物肥料之使用，其成效已於作物生產中獲得驗證，農友若有需要此部分的技術，可與該場聯絡。

農業是人類賴以生存的產業，施用肥料是使農作物增產的手段，而土壤質量攸關著農產品的產量、品質、人類健康、環境保育和生態平衡。我國農業依賴投入大量施用化學肥料及噴灑合成農藥來增加生產，大量化學肥料的施用，危及某些土壤微生物的生存、活動及微生物間的平衡，嚴重阻礙植物營養元素正常轉換與其在自然界中之循環，並且污染了大氣、土壤與水體，最後危及農業的永續經營和人類的生存。

近年來國民所得增加，消費者對於農產品品質之要求提高，產期調節之栽培技術也逐漸為農民所重視。為穩定產量與提高品質，以設施栽培調節產期進行園藝作物生產已漸成為農業企業化經

營之利用方式。設施栽培可阻絕雨水對作物地上部植株的直接衝擊，以及對根部的浸泡所造成之損傷，但也因此阻絕了雨水淋洗對施肥不當造成之土壤中累積之高濃度可溶性鹽分。解除鹽分過量累積可採用浸水洗鹽、客土或深耕、置換表土及種植耐鹽作物或綠肥作物等方式。

台南區農改場表示，調查資料顯示台灣農民栽培作物常有施肥量過多之情形，造成肥料利用率降低，且對環境也有不良的影響。尤其是葉菜類蔬菜，生育期甚短，一年之中栽培的期作數多，過量施肥形成負面的影響更大。為改善此種情形，則應用土壤診斷推薦肥料合理施用量是達到此目標之不二法門，尤其設施栽培容易造成養分累積及失衡，此項工作愈加重要。農友若有需要合理施肥與微生物肥料之使用的技術，可與台南場聯絡。 

台南區農業改良場：06-591-2901