

木屑與香菇太空廢包堆肥化可行性評估

林凱隆¹ 邱應志¹ 張章堂¹ 鄔家琪²

¹國立宜蘭技術學院環境工程系

²國立宜蘭技術學院園藝系

摘 要

本研究係以木屑及香菇太空廢包為堆肥資材，並以調配不同三種堆肥成品，其結果如下：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。三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。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。各種處理所成之腐熟堆肥，六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。施用堆肥後，蔬菜之株高及葉數，均優於未施用堆肥之處理，所製成之有機肥可用於栽培蔬菜。有機肥 2 與有機肥 3 則對孔雀草花徑增大有助益；基肥宜施用有機肥而追肥施用速效性化學肥，既可以調整土質、節省化肥成本、有效利用廢棄物，又可以充分供應植株養分，避免肥傷產生。資源化方式以製造粒狀複合肥料最具經濟價值，其中製造粒狀木屑有機肥料益本比約為 8.40%，製造粒狀香菇太空包有機肥料益本比約為 9.17%，具有資源化之潛力。

關鍵字：香菇太空廢包；腐熟堆肥；資材

一、前 言

根據農業年報八十六年本省香菇太空包年栽培數量高達13,255萬包，年產乾香菇2,775公噸，全年木屑太空廢包產出量亦高達53,020公噸，由於香菇木屑廢包數量及體積均極為龐大，各鄉鎮地區之公用垃圾處理場均無法代為處理。由於香菇太空包栽培農家對於所產出之廢包均直接棄置於山邊水溝或路旁，不但嚴重破壞環境，甚至堵塞各地區灌排水溝，污染水源等嚴重環保問題，並引起環保機關之嚴重關切。而宜蘭地區除了木材加工廠產生約4,500公噸/月殘材外，酒廠產生約2,000公噸/月糟泥、香菇業者產生約20公噸/年之廢棄香菇太空包，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。

二、實驗材料與方法

1. 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份，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 至 75°C；水份含量：60%左右。而其中碳源部份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

副資材：尿素與海鳥糞等

(2)檢測：

以了解主資材及副資材特性便於後續調配工作之進行，分析項目包括含水率、pH、EC、總碳、總氮、磷、重金屬含量與有機質含量。

(3)調配：

主要為調配適當的營養源(即碳、氮與磷比例)及水份(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。

表1 各種堆肥資材與營養份調配比例。

堆肥種類	調整後營養份(%，乾基)	各資材比例
有機堆肥1 1.主資材：香菇太空包 副資材：糟泥 2.堆肥天數：24天 3.C/N=22 4.N/P=2 5.H ₂ O=70%	N=1.26% P=1.54% K=12.05mg/kg Mg=23mg/kg 有機質=82.73%	香菇太空包：48% 糟泥：32% 熟堆肥：20%
有機堆肥2 1.主資材：香菇太空包 副資材：糟泥 2.堆肥天數：23天 3.C/N=19 4.N/P=2 5.H ₂ O=71%	N=1.54% P=1.2% K=14.29mg/kg Mg=40.061mg/kg 有機質=87.2%	香菇太空包：48% 糟泥：32% 熟堆肥：20%
有機堆肥3 1.主資材：香菇太空包 副資材：糟泥 2.堆肥天數：18天 3.C/N=21 4.N/P=2 5.H ₂ O=73%	N=0.6% P=1.66% K=12mg/kg Mg=0.39mg/kg 有機質=94.2%	香菇太空包：46% 糟泥：31% 熟堆肥：23%

2.廢棄物與肥料性質之界定

為確定所使用有機廢棄物之性質藉以掌握操作參數，與了解製成肥料之性質藉以評估對農作物之有效性或危害性，可藉元素分析、性質測試及重金屬成份分析等工作予以進行。各測試項目如下：

- (1) 元素分析：含 C、N、P、K。
- (2) 性質測試：含水份、pH、EC、有機質。

(3) 重金屬成份分析：含Cu, Cr, Cd, Pb, Ni, Zn。

3. 田間試驗參數

(1)肥料種類：有機肥料、化學肥料

(2)供試肥料：孔雀草

(3)資材成份：香菇太空包、木屑、糟泥

(4)營養份含量：分別有有機肥料 N=1.13%、N=1.61%、N=1.93%及商品有機肥料 N=7%、化學肥料 N=10% 含量之肥料。

(5)再現性測試：每一種含量之肥料分別再以三重複栽種之。

三、結果與討論

1. 有機堆肥試驗

(1)資材成分分析

本研究以木屑、糟泥、香菇太空廢包、海鳥糞及菌種堆肥等資材進行堆肥化處理，其成份分析如表 2 所示，資材之 pH 介於 3.57~9.30 之間，其中尿素 pH 為 9.3 最高，糟泥 pH 為 3.6 最低；有機質以木屑 97.2% 為最高；菌種堆肥、海鳥糞及香菇太空廢包磷含量分別為 3.7%、16.9% 及 4.7%；氮含量則以尿素 43.8% 為最高，木屑 0.1%，菌種堆肥 2.7%，糟泥 2.1%，海鳥糞 0.1%，香菇太空廢包 0.8%。

(2)操作方式

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及各種營養鹽(如海鳥糞以增加磷、尿素以增加氮)，並混合成為含水率 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，但需另行添加高速醱酵菌，以增加分解速率。操作時間約歷時約 30 天。

表2 資材特性分析。

分析項目	木屑	尿素	堆肥	糟泥	海鳥糞	已植種太空包	未植種太空包	太空包廢材	太空包腐熟堆肥
PH	3.8	9.3	7.9	3.6	6.6	5.6	5.6	7.3	8.5
EC(μs/cm)	9.3	8.1	22.7	24.5	3.5	24.0	23.9	24.0	23.0
含水率(%)	15.7	ND	19.4	82.0	11.4	58.2	59.2	70.2	30.5
有機質(%)	97.2	ND	38.4	70.3	ND	97.5	97.7	91.0	36.8
磷含量(濕)	ND	ND	3.0	ND	15.0	0.3	0.4	1.4	1.5
磷含量(乾)	ND	ND	3.7	ND	16.9	0.8	1.1	4.7	2.2
K(mg/kg)	5.9	1.00	7.4	38.9	2.3	26.0	22.5	37.6	21.7
Mg(mg/kg)	1.4	0.3	39.7	200.0	33.9	52.6	48.9	140.9	22.3
Ca(mg/kg)	12.7	ND	63.4	16.4	65.2	99.7	92.7	207.9	79.3
Pb(mg/kg)	ND	2.7	0.4	3.9	ND	ND	ND	ND	ND
Zn(mg/kg)	6.5	0.9	7.9	4.0	7.3	0.1	6.2	1.5	2.4
Ni(mg/kg)	ND	ND	0.1	1.8	0.3	1.7	4.8	3.9	2.0
Cd(mg/kg)	ND	ND	2.2	1.7	5.7	ND	ND	ND	ND
Cu(mg/kg)	ND	0.3	0.2	0.16	0.5	ND	ND	ND	ND
Cr(mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
全碳分析(%)	56.4	ND	22.3	40.8	ND	56.5	56.1	52.8	36.8
全氮分析(%)	0.1	43.8	2.7	2.1	0.1	0.5	0.5	0.8	2.3

(3)堆肥製造試驗

有機堆肥製造試驗(1)是以香菇太空廢包(佔 48%)添加糟泥(佔 32%)及熟堆肥(佔 20%)等調整材，含水率調整至 70%左右後開始混合醱酵處理而成，呈褐色，氣味尚好，處理 24 天後含水率為 59.7%。至於 pH 為 7.7，有機質 81.9%，氮 1.44%，磷 1.66%，鉀 17.3 mg/Kg，鈣 113 mg/Kg，鎂 40 mg/Kg，鋅 4.95 mg/Kg，銅 0.1 mg/Kg，鎳、鉻、鎘、鉛等則未偵測到(如表 3)。

有機堆肥製造試驗(2)是以香菇太空廢包(佔 48%)為主要材料添加糟泥(佔 32%)、熟堆肥(佔 20%)等其他調整材，將含水率調至 71%左右開始混合醱酵處理 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(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(如表 4)。

有機堆肥製造試驗(3)是以香菇太空廢包(佔 46%)為主要材料添加糟泥(31%)佔、熟堆肥(佔 23%)等其他調整材，將含水率調至 73%左右開始混合醱酵處理 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(7.5)，尚好;有機質(88.6%)，尚高；氮(1.8%)，尚好;磷(2.0%)，尚好，鉀(11 mg/Kg)，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，可成為很好之有機肥(表 5)。

表 5 有機堆肥製造試驗(1)。

分析項目	溫度	pH	EC	含水率 (%)	有機質 (%)	全碳 (%)	磷 (%)	氮 (%)	K (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)
天數																	
0	48	6.24	23	62.2	82.7	47.9	1.54	1.26	12.1	ND	1.2	ND	0.1	3.7	23	ND	75.2
1	48	5.19	23	60.8	83.2	48.3	-	-	12.1	ND	0.9	ND	0.1	2.3	45	ND	78.1
2	41	5.2	27	60.0	83.3	48.3	-	-	12.6	ND	1.2	ND	0.1	3.7	-	ND	63.6
3	38	5.2	22	59.2	82.9	48.1	1.55	1.32	11.6	ND	ND	ND	0.1	2.9	20	ND	57.2
6	38	5.1	23	59.0	83.4	48.4	-	-	10.4	ND	ND	ND	0.1	1.9	-	ND	72.2
7	38	5.0	22	58.3	83.6	48.5	1.55	1.47	12.3	ND	1.6	ND	0.1	-	18	ND	71.6
8	38	5.0	22	57.6	83.4	48.4	-	-	12.1	ND	1.9	ND	1.5	3.4	22	ND	80.1
9	38	5.0	22	57.5	83.4	48.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	38	5.1	22	58.7	83.5	48.4	1.55	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	39	5.6	22	58.3	83.2	48.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	38	6.3	22	58.2	83.8	48.2	1.56	1.38	16.7	ND	0.4	ND	0.1	4.77	40	ND	102
16	39	7.2	22	58.1	83.2	48.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	38	7.4	22	59.7	82.3	47.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	41	7.7	22	59.7	81.9	47.5	1.66	1.44	17.3	ND	ND	ND	0.1	4.95	40	ND	113

表 4 有機堆肥製造試驗(2)。

分析項目	溫度	Ph	EC	含水率 (%)	有機質 (%)	全碳 (%)	磷 (%)	氮 (%)	K (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)
天數																	
0	28	6.2	22	70.1	87.2	50.6	1.5	1.2	14.3	0.03	1.7	ND	0.1	0.9	40.1	ND	106.8
1	28	5.5	23	69.3	87.4	50.7	-	-	13.4	ND	0.2	ND	0.1	0.7	-	ND	105.8
2	28	5.4	23	67.8	87.5	50.7	-	-	12.7	ND	0.7	ND	0.1	0.8	-	ND	79.4
3	28	5.3	22	66.8	82.9	48.1	1.5	1.4	13.1	ND	0.5	ND	0.1	1.7	42.2	ND	103.7
6	28	5.3	23	66.9	83.4	48.4	-	-	13.6	ND	ND	ND	0.1	0.8	-	ND	106.2
7	28	5.3	22	59.3	87.2	50.6	-	1.8	10.4	ND	-	ND	0.1	0.6	39.3	ND	118.8
8	28	5.4	22	56.5	86.8	50.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	28	5.7	23	53.8	86.3	50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	28	7.3	22	51.4	86.1	49.9	-	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	29	7.9	23	41.7	84.9	49.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	28	8.1	23	37.9	83.8	48.6	1.8	3.0	9.6	ND	ND	ND	0.2	2.0	72.4	ND	87.3
16	28	7.9	22	32.3	82.8	48.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	28	7.5	22	20.3	84.8	49.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	28	7.4	22	16.8	84.3	48.9	1.9	3.4	6.0	ND	ND	ND	0.1	3.0	76.9	ND	73.5

表 5 有機堆肥製造試驗(3)。

分析項目	溫度	PH	EC	含水率 (%)	有機質 (%)	全碳 (%)	氮 (%)	磷 (%)	K (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)	Cr (mg/Kg)	Ca (mg/Kg)
天數																	
0	26	6.0	23.8	66.8	94.2	54.6	0.6	1.7	12	ND	ND	ND	0.1	1.4	0.4	ND	94.5
3	27	7.3	23.6	63.3	89.4	51.9	-	-	13	ND	ND	ND	0.1	1.4	-	ND	88.3
4	26	7.4	23.9	61.6	89.7	52.1	0.1	1.7	13	ND	ND	ND	0.1	1.6	0.4	ND	103.
5	27	7.6	24	59.9	85.9	51.9	-	-	13	ND	ND	ND	0.1	-	0.4	ND	-
6	27	7.7	23.9	60.5	89.3	51.8	-	-	12	ND	ND	ND	0.1	1.5	0.4	ND	83.0
7	27	7.8	24.3	56.5	89.6	52	1.2	-	12	ND	ND	ND	0.1	1.7	-	ND	83.7
8	26	8.0	24	57.6	88.5	51.3	-	-	12	ND	1.2	ND	0.1	-	0.4	ND	104.
10	26	8.2	23.8	53.4	89.3	51.8	-	-	11	ND	ND	ND	0.1	1.5	-	ND	77.7
11	27	8.2	24.1	51.3	89	51.6	1.4	1.7	12	ND	ND	ND	0.1	1.5	0.4	ND	88.7
12	28	8.7	24.3	50.5	88.4	51.3	-	-	12	ND	0.8	ND	0.1	1.7	0.3	ND	80.8
13	29	8.0	24.1	49.3	88.2	51.2	-	-	12	ND	ND	ND	0.1	1.8	-	ND	73.8
15	28	7.5	24.2	44.7	87.8	50.9	-	-	12	ND	ND	ND	0.1	1.7	-	ND	77.2
18	29	7.5	24.1	40.2	88.6	51.4	1.8	2.0	11	ND	ND	ND	0.1	1.5	0.35	ND	67.6

(4) 各處理堆肥之碳氮磷鉀成份分析

為有效地提昇堆肥之效益，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。六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 % 為最高；經由三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 6 所示。

表 6 堆肥化前後碳、氮、磷成分百分率變化。

堆肥種類	堆肥日數	C(%)	N(%)	P(%)
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

(5) 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 24.67kg，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 24.4kg，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。Honeycutt, *et al.* (1993) 指出以有機物中氮含量或 C/N 並不足以描述氮及碳之礦質化作用，而應由有機物所含纖維素及木質素等有機組成分加以研究，顯然不同有機物配方在堆肥化中乾物量及碳之變化即有顯著之差異。

(6) 重金屬成份分析

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。表 3~表 5 顯示各種處理所成之腐熟堆肥中，六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。

(7) 發芽率試驗

腐熟度判定方法甚為複雜，為其能在簡單設備下判定，本研究以發芽率進行測試，以木屑、糟泥、香菇太空包廢包及腐熟堆肥為材料，進行腐熟度判定。發芽率 100% 表示堆肥腐熟度最完全，試驗結果顯示，堆肥第四天以後各處理之腐熟堆肥其發芽率分別為 92%、90% 及 91%，各處理可視為已腐熟堆肥，對種子已不產生危害。

(8) 廢氣成份分析結果

經廢氣分析儀 tecnotest model 481 分析有機堆肥 3，堆肥機尾氣結果可知所進行之堆肥反應屬於好氧反應，且碳源之消耗頗為明顯，如表 7 所示，由表可知氧氣大致隨堆肥化時間之增長而增加，其數值約為 15.6%~16.5% 之間，而二氧化碳之數值約為 1.2%~2.0% 之間，且其濃度隨時間增加而變小，顯示碳源之反應漸趨穩定，又碳氫化合物與一氧化碳濃度均小於偵測極限(各為 1ppm 與 100ppm)，顯示堆肥化反應屬於好氧反應。

表 7 廢氣組成分析結果。

項目	堆肥化 第 8 天	堆肥化 第 10 天	堆肥化 第 12 天	堆肥化 第 14 天	堆肥化 第 16 天	堆肥化 第 18 天
氧氣	15.6%	15.7%	15.8%	16.0%	16.2%	16.5%
碳氫化合物	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
二氧化碳	2.0%	1.9%	1.8%	1.7%	1.5%	1.2%
一氧化碳	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

註：ND 表小於偵測極限，碳氫化合物之偵測極限為 1ppm，CO 之偵測極限為 0.01%(100ppm)

2.田間試驗結果

本研究於農地栽種孔雀草，主要探討施肥狀況對蔬菜生長之影響，施肥狀況含不施肥、施放有機肥與施放化學肥(百得牌)，每種蔬菜與每種施肥狀況皆栽種3畦，以利重覆分析。

觀察時間為播種後半個月至一個月，試驗結束後分別調查孔雀草葉長、葉寬、葉數、花徑、花數、株高等。處理亦有六種，腐熟堆肥含氮量為 3.4%(有機肥 2)、1.8%(有機肥 3)及 1.44%(有機肥 1)，其他分別為對照組(含氮量為 0%)、商品化有機肥料(含氮量為 7%)、商品化化學肥料(含氮量為 10%)，孔雀草生長觀察與平均值結果以鄧肯式多變量與變域方法分析(Duncans Multiple Range test)不同肥料對孔雀草生長影響列於表 8 及表 9 所示，由表顯示不同肥料對葉長、葉寬、葉數影響較明顯，其他項目較不顯著。若以花徑作比較，有機肥 2 與有機肥 3 有較大花徑，由上述結果明顯得知，無論何種作物之對照組，不施肥者一定無法得到好的生長與產量。這也更顯出肥料的選擇與合理的使用量之重要性。

表8 各種處理對孔雀草園藝性狀之影響(第27天)。

組別	對照組	有機肥1	有機肥2	有機肥3	商品有機肥	化學肥料
含N量	0%	1.44%	3.4%	1.8%	7%	10%
第1小區葉長(cm)	6.9	5.9	6.7	5.7	7.4	6.6
第2小區葉長(cm)	6.0	6.8	6.8	6.6	9.0	7.2
第3小區葉長(cc)	6.25	6.2	6.2	8.4	7.3	6.8
第1小區葉寬(cm)	4.4	3.5	4.2	3.9	4.7	4.7
第2小區葉寬(cm)	4.0	4.5	4.3	3.6	4.7	4.9
第3小區葉寬(cm)	4.3	3.7	4.1	4.9	4.6	4.7
第1小區葉數(cm)	145	120	215	220	254	206
第2小區葉數(cm)	179	195	193	240	291	211
第3小區葉數(cm)	171	210	182	243	184	154
第1小區花徑(cm)	5.2	4.8	4.2	4.95	4.5	5.0
第2小區花徑(cm)	4.9	4.5	5.4	4.7	4.3	5.2
第3小區花徑(cm)	4.6	4.7	5.1	5.1	4.8	5.0
第1小區花數(朵)	10.0	8.0	7.0	8.0	10.0	9.3
第2小區花數(朵)	7.0	10.0	10.0	9.5	9.5	7.5
第3小區花數(朵)	8.5	9.5	9.0	7.0	6.5	10.0
第1小區株高(cm)	34.5	30.5	31.5	33.5	29.5	31.3
第1小區株高(cm)	32.0	35.0	34.0	34.0	31.0	30.0
第1小區株高(cm)	33.5	33.0	34.5	32.5	27.5	33.5

表9 孔雀草植株田間試驗結果

處理	株高(cm)	葉長(cm)	葉寬(cm)	葉數	花徑(cm)	花數
對照組(N=0%)	33.3a	6.4b	4.2ab	165c	4.9a	8.5a
有機肥 3 (N=1.8%)	33.3a	6.9ab	4.1ab	234.3ab	4.9a	8.2a
有機肥 2 (N=3.4%)	33.3a	6.6ab	4.2ab	196.8abc	4.9a	8.7a
有機肥 1(N=1.44%)	32.8a	6.3b	3.9b	175.2bc	4.7a	9.2a
商品有機肥(N=7%)	29.3b	7.9a	4.7a	243a	4.5a	8.7a
商品化學肥(N=10%)	31.6ab	6.9ab	4.7a	190.5abc	5.1a	8.9a

*表中僅列出a或b時，表肥料對生長項目之影響不大，具差異在5%以內，但同時存

在ab時，表肥料對生長項目有影響。

3. 經濟效益分析

(1) 製造木屑有機肥料

設每噸肥料售價為6,500元，另糟泥處理費收入每噸為800元，經添加黏著劑(使用量約佔成品量5%)與米糠(使用量約佔成品量8%)後，成品重增為8,136噸/年；營養份購價每噸為5,000元、木屑與糟泥及成品運費每噸為500元、黏著劑每噸為8,000元、米糠每噸為7,000元、，初期木屑收購價每噸為100元，若木屑：糟泥：返菌種與養份 = 50：20：30，則益本比 = 8.40%

(2) 製造粒狀香菇太空包有機肥料

設每噸肥料售價為5,000元(成品含氮量略低，售價略低)，另糟泥處理費收入每噸為800元，經添加黏著劑(使用量約佔成品量5%)與米糠(使用量約佔成品量8%)後，成品重增為8,136噸/年；香菇太空包所含營養份頗高，不需另外添加；香菇太空包與糟泥及成品運費每噸為500元、黏著劑每噸為8,000元、米糠每噸為7,000元，若香菇太空包：糟泥：返菌種與養份 = 48：32：30，其益本比= 9.17%。其結果如表10所示。

表10 有機肥料製造所使用之資材比例。

肥料種類	木屑有機肥料	香菇太空包有機肥料
資材比例	木屑：糟泥：菌種與養份 50：20：30	香菇包：糟泥：菌種與養份 48：32：20
製成率(%)	78.47	47.05
物料使用量 (噸/年)	木屑：4,600 糟泥：1,800 菌種及養分：2,800	香菇包：7,400 糟泥：4,900 菌種及養分：3,000
建廠費 (千元)	71,000	75,500
操作及維護費 (千元)	14,000	15,900
單價分析 (千元)	年收入：54,324 年支出：49,760 益本比：8.4%	年收入：44,600 年支出：40,510 益本比：9.17%

註：1.粒狀木屑有機肥料乃以有機肥5資材組成為主之肥料。

2.粒狀香菇太空包有機肥料乃以有機肥1資材組成為主之肥料。

四、結 論

本研究係以木屑及香菇太空廢包為堆肥資材，並以調配不同三種堆肥成品，其結果如下：

- 1.六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。
- 2.六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。
- 3.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。
- 4.各種處理所成之腐熟堆肥，六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。
- 5.施用堆肥後，蔬菜之株高及葉數，均優於未施用堆肥之處理，三種有機肥中以有機肥2與有機肥3則對孔雀草花徑增大有助益；
- 6.資源化方式以製造粒狀複合肥料最具經濟價值，其中製造粒狀木屑有機肥料益本比約為8.40%，製造粒狀香菇太空包有機肥料益本比約為9.17%。

參考文獻

1. Epstein, E., "The Science of Composting," Technomic Publishing Co., Inc., (1997).
2. Inbar, Y., Chen, Y., Hadar, Y. "Humic substances formed during the composting of organic matter. " Soil Sci. Soc. Am, J. 54, 1316-1323 (1990).
- 3.林鴻棋，「堆肥材料與堆肥過程及堆肥品質堆肥技術及其利用研討會輪文集」，第 35-48頁(1994)。
- 4.陳萬材，「殘材資源化技術手冊」，經濟部工業局工業污染防治團(1996)。
- 5.簡道南，「有機值材料堆肥化技術污泥資源化回收再利用技術」，經濟部工業局75-88頁(1998)。