

# 農業廢棄物堆肥對甘藍之生長及土壤肥力之影響

徐華盛

## 摘要

本研究主要利用不同農產廢棄物如稻草、谷殼、玉米桿、廢菜葉、洋菇廢堆肥及豬糞等，以製造有機質肥料，及探討其對甘藍生育、葉球收量、品質及土壤肥力變化之影響。第一年以稻草、谷殼、玉米桿、廢菜葉、洋菇廢堆肥等混合並加少許醱酵菌以縮短醱酵期間，製成不同種類有機質肥料提高製造效率，並降低生產成本。第二至第五年繼續研製有機質肥料並分別進行盆栽及田間試驗。結果顯示，不同有機質肥料中以洋菇廢堆肥所含磷、鉀、鈣、鎂濃度及pH值均較其他堆肥高，而氮濃度則以廢菜葉堆肥較高。施用不同有機質肥料可增加土壤之有機質含量。而土壤pH值及有效性磷、鉀、鈣、鎂之含量各處理間並無明顯差異，惟洋菇廢堆肥對土壤pH及鉀、鈣含量有提高作用。施用有機質肥料可提高甘藍葉球之氮含量，對磷、鉀、鈣、鎂濃度則無顯著之影響。盆栽試驗結果顯示：甘藍葉球產量二年平均以洋菇廢堆肥處理表現最優異較對照區增加22.7%，其次為廢菜葉豬糞堆肥增加15.92%。田間試驗結果顯示：以洋菇廢堆肥對甘藍葉球產量較對照區增加20.5%，其次為廢菜葉豬糞堆肥增加17.5%。綜上所述，在本場強酸性土壤條件下，栽培甘藍以洋菇廢堆肥最佳，其次為廢菜葉豬糞堆肥。

## 前言

自古以來，國人對植物殘體、家畜糞尿等處理均由農家自行收集混合稻褥等堆積腐熟後還原農地重新利用。近年來，由於農牧業之經營趨向企業化，產生大量禽畜糞尿，又因農村勞力日趨缺乏及老化，加上化學肥料及農藥之普遍使用，造成生態環境之污染與地力逐漸劣變，有機質肥料在土壤理化、生物性及養分供給方面之貢獻，再度受到重視。舊式堆肥製造方法費時又費力，致使大量農畜產廢棄物任意露地堆積並將污水排放水溝中，造成嚴重的環境污染，若能有效加以利用製成有機質肥料回歸農田，以維護自然環境品質，並維持肥沃地力，供農業生產之長久利用，達到永續性農耕之理想目標。如此，既可增進地力又可減少公害，可謂兩全其美<sup>(2,10)</sup>。為解決這些廢棄物所衍生的問題，本場特購製一套有機材料研磨醱酵機組，進行其處理及利用之研究，並將製成之有機質肥料提供作物栽培試驗，本研究係利用稻草、谷殼、玉米桿、廢菜葉、洋菇廢堆肥及豬糞為材料，製成不同有機質堆肥，以甘藍為供試作物，以探討其效果及對地力之影響，提供應用之參考。

## 材料與方法

本試驗自1987年7月至1992年6月間，在桃園縣新屋鄉桃園區農業改良場進行堆肥研製(第一年)、盆栽(二、三年)及田間試驗(四、五年)。供試土壤為紅壤粘質壤土，其土壤肥力如表1所示；供試作物為初秋

品種甘藍；供試材料有稻草、谷殼、玉米桿、廢菜葉、洋菇廢堆肥、乾豬糞(自製醱酵豬糞含N 2.46%、P 1.4%、K 0.25%、Ca 1.79%、Mg 0.33%)，醱酵菌(日本生產之高溫醱酵菌)及三要素化肥等。將各供試材料(佔60%)切碎或磨碎加豬糞(佔40%)及醱酵菌(0.01%)，而後導入醱酵機槽內，經充分攪拌(正反轉)並加溫(60°C左右)，加水至含水率60-65%，經3小時後將混合物倒出裝袋，經過四星期的堆積即成成熟的堆肥。試驗分為盆栽及田間試驗，參試處理包括：(1)稻草豬糞堆肥10噸/公頃，(2)谷殼豬糞堆肥10噸/公頃，(3)玉米桿豬糞堆肥10噸/公頃，(4)廢菜葉豬糞堆肥10噸/公頃，(5)洋菇廢堆肥10噸/公頃，(6)對照(三要素依現行甘藍施肥推薦用量 $N-P_2O_5-K_2O=300-100-150$ 公斤/公頃)。盆栽試驗於78、79年度進行；田間試驗於80與81年度進行。採逢機完全區集設計，六處理，四重複。盆栽試驗：每小區5盆，每盆種1株；田間試驗：每小區二行，每行種8株，行株距60×50公分。

試驗調查及分析項目包括甘藍農藝性狀、葉球產量及土壤理化性質、植物體營養分析。統計分析採變方分析及鄧肯氏多變域測驗法。

表1 試驗前土壤肥力狀況

Table 1. Properties of the soils used in the experiment.

Texture	pH	O.M (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)
CL	4.9	1.9	114	235	2462	449

## 結果與討論

### 一、有機堆肥之成分分析

五種處理之有機堆肥成分分析結果，如表2所示，pH值以洋菇廢堆肥作為材料者最高為8.5，次為廢菜葉及稻草為材料者分別為7.2及7.0，而以玉米桿者pH值最低為5.8。N含量以廢菜葉為材料者最高為2.87%，其次為洋菇廢堆肥及稻草分別為1.47%及1.37%，以玉米桿者之0.89%最低。P含量以洋菇廢堆肥者為0.51%最高，以廢菜葉之0.46%、稻草之0.45%次之，而以玉米桿之0.12%最低。K之含量以洋菇廢堆肥之2.54%最高，稻草2.0%居次，而以谷殼0.43%最低。Ca之含量以洋菇廢堆肥之1.43%最高，次為玉米桿之1.03%，以谷殼0.34%最低。Mg含量以洋菇廢堆肥0.38%最高，稻草0.33%次之，而以玉米桿之0.08%最低。綜上分析結果，洋菇廢堆肥所含P、K、Ca、Mg濃度及pH值均比其他材料之處理要高，可能是由於製作洋菇堆肥材料時添加三要素化肥、石灰質材料及營養液等栽培洋菇殘留之養分所致。此外，以廢菜葉為材料所製成之有機堆肥，其N含量較其他材料處理為高，可能是蔬菜屑葉本身所含N之成分較高所致。

### 二、不同有機質肥料對土壤肥力之影響

試驗田屬平鎮系紅壤，土壤質地為粘質壤土，試驗前表土pH值為4.9，有機質含量1.9%，有效性磷酐114公斤/公頃，有效性氧化鉀為235公斤/公頃，為一酸性且肥力低之表土(表1)。經施用不同有機肥料後，表土有機質有提高現象，其中以第4處理(廢菜葉豬糞堆肥)含有較高之有機質，此乃廢菜葉中N成分含量較高所致，故依地力之維持而言，栽培甘藍以廢菜葉豬糞堆肥最佳，谷殼豬糞

堆肥次之。試驗區土壤pH值、有效性磷、鉀含量處理間之差異不大，惟洋菇廢堆肥區之鉀、鈣含量略增，此可能是由於製作洋菇堆肥材料時添加三要素化肥、石灰質材料及營養液等殘留養分所致(表3、表4)。

### 三、不同有機質肥料對甘藍收量之影響

不同有機質肥料對甘藍葉球收量之影響如表5所示。1989及1990兩個年度之葉球平均收量顯示，施用洋菇廢堆肥對甘藍收量之效果最佳，其次為廢菜葉豬糞堆肥及稻草豬糞堆肥。1991及1992年度不同有機質肥料對甘藍葉球皆有增產效果且差異達5%顯著水準。其平均收量亦以洋菇廢堆肥之處理最高，而以廢菜葉豬糞堆肥及谷殼豬糞堆肥處理分居第二及第三。本試驗之結果顯示在本場強酸性土壤環境條件下，甘藍收量以施用洋菇廢堆肥為最優異，其次為廢菜葉豬糞堆肥。

### 四、不同有機肥料對甘藍農藝性狀之影響

不同有機質肥料對盆栽甘藍農藝性狀之影響如表6，兩個年度之平均株高顯示施用洋菇廢堆肥及廢菜葉豬糞堆肥對甘藍株高之增加效果最佳，惟變方分析統計結果各處理對甘藍株高之影響則呈差異不顯著。而平均株寬則以廢菜葉豬糞堆肥之處理增加效果最好，以稻草豬糞堆肥及谷殼豬糞堆肥分居二、三。平均葉球縱、橫徑均以洋菇廢堆肥及稻草豬糞堆肥之處理同為12公分(縱)及16.9公分(橫)最大。

不同有機質肥料對田間栽培甘藍農藝性狀之影響如表7，兩年平均株高以洋菇廢堆肥之處理最高，其次為谷殼豬糞堆肥及玉米桿豬糞堆肥之處理。平均株寬則以廢菜葉豬糞堆肥區最寬，以谷殼豬糞堆肥區居次。葉球之縱、橫徑兩年平均皆以施用洋菇廢堆肥最大，而廢菜葉豬糞堆肥區之處理則次之。

### 五、不同有機質肥料對植物體營養濃度之影響

施用不同有機質肥料對甘藍葉球養分濃度之影響如表8，施用洋菇廢堆肥及廢菜葉豬糞堆肥均分別提高葉球N之濃度，可能表示其品質較其他處理為佳。其餘P、K、Ca、Mg元素除較對照區略增外，各處理間並無明顯差異。

以上試驗結果顯示，施用有機質肥料可增加土壤有機質含量進而改善土壤物理性，對提高甘藍產量及品質均有相當大之效應。供試有機堆肥中洋菇廢堆肥及廢菜葉豬糞堆肥對甘藍有更大的增產效果，可提供農民應用之參考。

表2. 供試堆肥成分含量(1987)  
 Table 2. Nutrient contents of the composts used in the experiment. (1987)

Treatment	pH	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Rice straw+pig manure+fermentation microorganism	7.0	1.37	0.45	2.00	0.96	0.33
Chaff+pig manure+fermentation microorganism	6.3	0.95	0.14	0.43	0.34	0.18
Corn cob+pig manure+fermentation microorganism	5.8	0.89	0.12	0.75	1.03	0.08
Vegetable waste+pig manure+fermentation microorganism	7.2	2.87	0.46	0.75	0.54	0.28
Mushroom waste	8.5	1.47	0.51	2.54	1.43	0.38

pH之測定—玻璃電極法； N之測定—凱氏氮素蒸餾法； P之測定—鉬黃法； K之測定—焰光分析法； Ca、Mg之測定—AA原子吸收法。

表3. 盆栽土壤肥力分析(1989-1990)  
 Table 3. The effects of applications of different composts on the properties of pot soils used for cabbages. (1989-1990)

Treatment	Texture	1989							1990						
		pH	O.M (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)	pH	O.M (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)		
Rice straw+pig manure	CL	4.5	2.0	450	623	4,631	310	5.3	2.1	561	798	4,295	658		
Chaff pig+manure	CL	4.6	2.1	463	617	4,247	302	5.2	2.0	512	764	4,973	518		
Corn cob+pig manure	CL	4.9	1.9	423	718	4,096	289	5.3	2.1	584	841	5,207	508		
Vegetable waste+pig manure	CL	4.5	2.3	398	581	4,461	384	5.2	2.8	535	821	4,518	577		
Mushroom waste	CL	4.9	2.0	558	663	6,083	331	5.4	2.1	589	841	6,483	688		
Check	CL	4.6	1.9	433	614	4,107	240	5.2	1.8	498	805	4,850	528		

表4. 施用不同有機質肥料後之田間土壤肥力分析

Table 4. The effects of applications of different composts on the properties of field soils used for cabbages. (1991-1992)

Treatment	Texture	1991						1992					
		pH	O.M (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)	pH	O.M (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)
Rice straw+pig manure	CL	5.1	2.2	202	427	2,413	528	5.2	2.5	326	525	3,355	419
Chaff pig+manure	CL	5.1	2.2	136	380	2,231	463	5.2	2.9	299	498	3,602	383
Corn cob+pig manure	CL	5.1	2.4	150	430	2,192	463	5.1	2.9	286	578	3,144	376
Vegetable waste+pig manure	CL	5.0	2.6	207	389	2,546	585	5.2	3.1	302	483	3,503	478
Mushroom waste	CL	5.3	2.0	203	450	2,825	536	5.4	2.5	381	586	4,468	433
Check	CL	5.0	1.7	174	379	2,280	439	5.1	2.1	304	496	3,193	340

表5. 不同有機肥料對甘藍產量之影響 (1989-1992)

Table 5. The effects of different compost applications on yield of cabbage grown in pot and field (1989-1992)

Treatment	Pot experiment (kg/pot)			Field experiment (kg/ha)		
	1989	1990	Average	1991	1992	Average
Rice straw+pig manure	1.07 <sup>ab</sup>	1.68 <sup>a</sup>	1.37(115.1)	36,928 <sup>ab</sup>	43,040 <sup>bc</sup>	39,984(112.4)
Chaff pig+manure	0.96 <sup>bc</sup>	1.53 <sup>a</sup>	1.24(104.2)	37,714 <sup>ab</sup>	46,817 <sup>ab</sup>	41,766(117.4)
Corn cob+pig manure	0.88 <sup>c</sup>	1.59 <sup>a</sup>	1.23(103.3)	37,428 <sup>ab</sup>	45,822 <sup>ab</sup>	41,625(117.0)
Vegetable waste+pig manure	1.15 <sup>a</sup>	1.61 <sup>a</sup>	1.38(115.9)	35,357 <sup>b</sup>	48,234 <sup>a</sup>	41,796(117.5)
Mushroom waste	1.19 <sup>a</sup>	1.73 <sup>a</sup>	1.46(122.7)	39,571 <sup>a</sup>	46,174 <sup>ab</sup>	42,873(120.5)
Check	0.91 <sup>c</sup>	1.48 <sup>a</sup>	1.19(100)	31,214 <sup>c</sup>	39,915 <sup>c</sup>	35,565(100)

Means the same in column followed by the different letters are significantly different at 5% level.

表6. 盆栽甘藍農藝性狀調查(1989-1990)  
Table 6. Effects of different compost applications on the characters of cabbage in pot culture. (1989-1990)

Treatment	Plant height (cm)			Plant width (cm)			Head length (cm)			Head width (cm)		
	1989	1990	Average	1989	1990	Average	1989	1990	Average	1989	1990	Average
Rice straw+pig manure	18.8 <sup>a</sup>	20.3 <sup>a</sup>	19.5	50.9 <sup>a</sup>	56.9 <sup>a</sup>	53.5	10.3 <sup>a</sup>	13.7 <sup>a</sup>	12.0	15.7 <sup>a</sup>	18.1 <sup>a</sup>	16.9
Chaff pig+manure	18.8 <sup>a</sup>	21.0 <sup>a</sup>	19.9	49.3 <sup>ab</sup>	57.2 <sup>a</sup>	53.2	10.2 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	11.6	14.4 <sup>b</sup>	17.7 <sup>a</sup>	16.0
Corn cob+pig manure	19.1 <sup>c</sup>	20.3 <sup>a</sup>	19.7	46.7 <sup>ab</sup>	57.6 <sup>a</sup>	51.9	9.7 <sup>b</sup>	13.2 <sup>a</sup>	11.4	13.7 <sup>b</sup>	18.4 <sup>a</sup>	16.0
Vegetable waste+pig manure	20.0 <sup>a</sup>	20.1 <sup>a</sup>	20.0	50.3 <sup>ab</sup>	58.3 <sup>a</sup>	54.3	10.4 <sup>a</sup>	13.2 <sup>a</sup>	11.8	15.9 <sup>a</sup>	17.4 <sup>a</sup>	16.6
Mushroom waste	19.3 <sup>a</sup>	20.9 <sup>a</sup>	20.1	46.4 <sup>ab</sup>	57.7 <sup>a</sup>	52.1	10.5 <sup>a</sup>	13.6 <sup>a</sup>	12.0	15.9 <sup>a</sup>	17.9 <sup>a</sup>	16.9
Check	18.6 <sup>a</sup>	20.5 <sup>a</sup>	19.5	46.0 <sup>a</sup>	54.2 <sup>a</sup>	50.1	9.3 <sup>a</sup>	12.6 <sup>a</sup>	10.9	14.0 <sup>b</sup>	17.4 <sup>a</sup>	15.7

Means the same in column followed by the different letters are significantly different at 5% level.

表7. 田栽甘藍農藝性狀調查(1991-1992)  
Table 7. Effects of different compost applications on the characters of cabbage in field trials. (1991-1992)

Treatment	Plant height (cm)			Plant width (cm)			Head length (cm)			Head width (cm)		
	1991	1992	Average	1991	1992	Average	1991	1992	Average	1991	1992	Average
Rice straw+pig manure	26.4 <sup>a</sup>	20.5 <sup>a</sup>	23.4	60.3 <sup>a</sup>	68.5 <sup>a</sup>	64.4	12.1 <sup>ab</sup>	14.0 <sup>a</sup>	13.0	18.2 <sup>b</sup>	19.5 <sup>ab</sup>	18.9
Chaff pig+manure	26.9 <sup>a</sup>	20.3 <sup>a</sup>	23.6	60.6 <sup>a</sup>	69.7 <sup>a</sup>	65.1	11.8 <sup>ab</sup>	14.3 <sup>a</sup>	13.0	18.2 <sup>b</sup>	19.5 <sup>ab</sup>	18.9
Corn cob+pig manure	26.4 <sup>c</sup>	20.7 <sup>a</sup>	23.5	58.6 <sup>a</sup>	71.3 <sup>a</sup>	64.9	11.7 <sup>ab</sup>	14.2 <sup>a</sup>	12.9	18.3 <sup>b</sup>	19.7 <sup>ab</sup>	19.0
Vegetable waste+pig manure	26.6 <sup>a</sup>	20.2 <sup>a</sup>	23.4	59.6 <sup>a</sup>	72.1 <sup>a</sup>	65.8	11.9 <sup>ab</sup>	14.6 <sup>a</sup>	13.2	18.2 <sup>b</sup>	20.1 <sup>a</sup>	19.2
Mushroom waste	27.1 <sup>a</sup>	20.6 <sup>a</sup>	23.8	60.2 <sup>a</sup>	69.5 <sup>a</sup>	64.8	12.2 <sup>a</sup>	14.4 <sup>a</sup>	13.3	18.9 <sup>a</sup>	20.1 <sup>a</sup>	19.5
Check	26.4 <sup>a</sup>	19.8 <sup>b</sup>	23.1	55.9 <sup>a</sup>	66.1 <sup>a</sup>	61.0	11.5 <sup>b</sup>	13.6 <sup>a</sup>	12.5	17.7 <sup>c</sup>	19.1 <sup>b</sup>	18.4

Means the same in column followed by the different letters are significantly different at 5% level.

農業廢棄物堆肥對甘藍之生長及土壤肥力之影響

表8. 甘藍葉片要素含量分析(1991-1992)  
 Table 8. The effects of different compost applications on the nutrient contents of cabbage leaves sample in 1991 and 1992.

Treatment	1991					1992				
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Rice straw+pig manure	2.94	0.38	3.85	0.26	0.26	3.68	0.39	4.06	0.42	0.34
Chaff pig+manure	2.92	0.32	3.46	0.24	0.25	3.60	0.38	4.06	0.42	0.33
Corn cob+pig manure	3.02	0.38	3.55	0.24	0.25	3.40	0.40	4.11	0.43	0.35
Vegetable waste+pig manure	3.09	0.36	3.57	0.24	0.26	4.23	0.39	4.07	0.41	0.35
Mushroom waste	3.18	0.37	3.58	0.24	0.26	4.15	0.41	4.08	0.53	0.35
Check	3.89	0.37	3.42	0.24	0.26	3.14	0.38	4.05	0.41	0.34

## 參考文獻

1. 徐華盛 1991 農產廢棄物之處理及利用 農藥世界 92:P.49-50。
2. 黃山內 1991 豬糞堆肥在作物生產利用 豬糞處理、堆肥製造使用管理研討會論文專輯 P.1-18。
3. 徐華盛 1998-1991 利用不同農產廢棄物製造有機質肥料及其肥效試驗 桃園區農業改良場試驗報告。
4. 黃祥慶、蔡宜峰 1991 不同豬糞用量及施用期對甘藍之影響 台中區農業改良場研究彙報31期。
5. 高銘木 1990 木屑豬糞堆肥對土壤生態環境及作物生育之影響 第二屆土壤污染防治研討會論文集。
6. 王西華 1989 農業廢棄物在有機農業之利用 有機農業研討會專輯 P.217-227。
7. 王西華、沈韶儀 1989 堆肥穩定化之探討 第四屆廢棄物處理技術研討會論文專輯 P.305-314。
8. 楊秋忠 1989 微生物肥料在有機農業之角色。
9. 嚴式清 1989 畜牧廢棄物在有機農業之利用 有機農業研討會專輯 P. 229-242。
10. 比嘉照夫 1991 微生物の農業利用と環境保全 農文協。
11. 山根一郎 1988 土と微生物と肥料のはたらき 農文協。



# Effects of agricultural waste composts on the growth of cabbage and soil fertility

Hua-Shen Hsu

## Summary

During the period 1987-1992, pot and field experiments were conducted to study the response of cabbage to five kinds of composts made of agricultural wastes such as rice straw, chaff, corn cob, vegetable waste, mushroom waste and pig manure. The results of experiment showed that organic matter content was higher in the soils while applied with the various composts than that without compost soils both in the pot and field experiments. Compost applications also increased leaf nitrogen concentrations, but did not affect P, K, Ca and Mg concentration. In pot experiment, the highest yield of cabbage was obtained by application of mushroom waste compost with an increase of 22.7% as compared with control. The yield of cabbage was increased 15.9% by application of mushroom waste compost. In field trials, the yield of cabbage increased about 20.5% by application of mushroom waste compost, and increased 17.5% by vegetable waste compost. The results indicated that mushroom waste compost may be the best amendment for cabbage under the acidic soil condition.