

有機質肥料對結球白菜生育之影響

廖乾華、莊浚釗

摘 要

以地區性農產廢棄物如穀殼、木屑、稻草、骨粉等材質及牛、豬、雞糞，依不同比例配方經高溫醱酵，配置成 7 種有機質肥料，探討其性質變化及施用後對土壤性質與作物生長的影響，以提供農民自製堆肥之參考。試驗結果顯示：若材質中含有約容積比十分之一雞糞、豬糞或豆粕，均可提高有機質肥料的 pH 值及電導度值，而骨粉材質的添加，可提高有機質中氮、磷、鈣的含量。有機質肥料長時間堆置結果，會因分解作用造成有機質含量及 pH 值降低，而增加電導度值及磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅的濃度。田間栽培結球白菜，每公頃施用 10 t 有機質肥料及配合施用適量化學肥料，對土壤性質影響不大，僅土壤有機質含量平均約增加 0.5% 及土壤有效性磷含量平均約增加 40 g/kg；而結球白菜之產量以施用骨粉木屑配方之 F 處理為最高，每小區 5 m² 產量平均達 8.77 kg。

關鍵詞：農產廢棄物、有機質肥料、結球白菜。

前 言

台灣畜牧業甚為發達，根據農林廳統計 1997 年底豬隻約有 800 萬頭，雞隻更高達約 1 億 1 千萬隻，所產生的禽畜糞高達約 146 萬公噸，此外，農產廢棄物中稻草約 354,589 t，谷殼約 31,725 t⁽¹⁷⁾，面對此龐大的農業廢棄物，其對台灣環境衝擊之大可想而知。農業專家針對此農業廢棄物的處理及如何製造堆肥的方法亦投入相當大的心力^(1,3,7,8,10,11,12,13,14,15,16)，並對禽畜糞製成之堆肥應用於有機農業上之可行性，進行相當深入的研究^(2,4,5,6,9)。有機質肥料的施用可改善土壤環境，尤其酸性土壤中可增進有效性磷的含量，而其分解釋出之銨態氮、硝酸態氮及其他有機酸^(18,19,20,21)，可長期提供作物生長所需，且符合作物生理需求，達到改善作物品質之目的，因此，利用農產廢棄物如谷殼、稻草與漁、牧廢棄物如魚粉、骨粉、蚶殼、牛糞、豬糞、雞糞等製成有機質肥料施用於土壤，以取代化學肥料的施用，已成為目前推動有機農業的主要方針，一方面可減少廢棄物對環境污染的衝擊，一方面可培育土壤肥力，提升農產品的品質。然各種廢棄物各有其不同之成分，如何將堆肥材質調配成適合不同作物之有機質肥料，以充分發揮其肥效，遂為目前發展有機農業的重點所在。生鮮的有機廢棄物均含較高之碳氮比，易起醱酵作用，產生有毒物質及高溫變化，若直接施用於田間或作為育苗、盆栽介質，易對作物產生不良影響，因此，一般均需經堆積醱酵過程，祛除有毒物質（包括醱酵過程中產生的氣體）及溫度效應後，方可施入田間。由於作物種類的不同，其對養分的需求亦大不相同，如葉菜類，對氮肥之需求比例較根莖菜類大，根莖菜類則需較著重於磷、鉀、鈣、鎂的供應；其他如果樹，花卉亦各

有不同營養成分之需求比例；此外土壤性質的不同，其需求之營養成分含量亦不同，酸性紅壤中因磷、鈣之有效性低，故需較其他土壤施用較多之磷、鈣方能維持作物的正常生長，故在有機質肥料的製造上，必需針對實際應用上的條件（如作物種類、氣候、土壤條件），配製適當之營養成分比例，以發揮其最大效用。目前常見大量急需處理之有機廢棄物有谷殼、稻草、木屑、廢菜葉及源源不斷的牛糞、豬糞、雞糞等，此外尚有較少量的魚粉，骨粉，豆粕等，這些材料各有其不同的特性及營養成分比例，因此，利用這些材料不同之比例，調製成不同有機質肥料以適應不同作物之所需，成為今後尚待努力之方向，亦為本計畫之主要目標。

材料與方法

一、有機質肥料製作

於本場堆肥舍，將牛糞、豬糞、谷殼、稻草、米糠、豆粕、骨粉、木屑、雞糞等農業廢棄物，以下列 7 種不同之配方比例(容積比)利用密閉通風式堆肥箱堆製。

- A. 牛糞：谷殼：切碎稻草：米糠 = 1：4：4：1
- B. 豬糞：谷殼：切碎稻草：米糠 = 1：4：4：1
- C. 雞糞：谷殼：切碎稻草：米糠 = 1：4：4：1
- D. 豆粕：牛糞：谷殼：切碎稻草：米糠 = 0.5：1：4：4：1
- E. 骨粉：牛糞：谷殼：切碎稻草：米糠 = 1：1：4：4：0.5
- F. 骨粉：牛糞：谷殼：木屑：米糠 = 1：1：4：4：1
- G. 豌豆殘體：谷殼：木屑=1：1：2

完熟後於不同時間內分析其 pH 值、EC 值、有機質含量及全氮、磷、鉀、鈣、鎂、銅、鋅含量。

二、施用有機質肥料對田間栽植結球白菜生育之影響

於本場田間，以分別施用上述 7 種有機質肥料為處理，每公頃基肥施用 10 t 外，再施用 5 號複肥 1,250 kg/ha (N：P：K=200：100：150 kg)，施肥法為基肥 1/3，定植後 20 天施 2/3。化肥區為對照，僅施化學肥料，施肥法如前述。小區面積為 1x5 m²，逢機完全區集排列，4 重複，種植結球白菜（桃亞二號）。種植前後採土分析其土壤性質，pH 值，EC 值，有機質含量及磷、鉀、鈣、鎂、銅、鐵、錳含量；收穫時採取球葉分析其氮、磷、鉀、鈣、鎂、銅、鐵、錳、鋅含量；並調查其結球數、平均球重及產量。

結果與討論

一、有機質肥料成分之變化

利用牛糞、豬糞、雞糞、豆粕、米糠、谷殼、金針菇廢木屑等農產廢棄物，依試驗處理之不

同比例調製，經堆肥箱之高溫醱酵後配置成 7 種不同之有機質肥料，其成分因所用之材料不同而有差異，含豬糞、雞糞、豆粕材質者其 pH 值較高，初期可達 7.6-7.9；含豆粕、骨粉材質的氮含量較高，約在 21-31 g/kg 之間，添加雞糞及骨粉材質者可增加有機質肥料中磷及鈣的含量，其中磷含量約在 6.7-9.5 g/kg 之間，較牛糞、豬糞、豆粕等材質配方之有機質肥料增加約 3-4.5 g/kg；鈣含量則約 12.6-19.4 g/kg 之間，較牛糞等材質配方之有機質肥料增加 9.6-16.4 g/kg；含雞糞材質之有機質肥料其銅、鋅含量較高，分別為 43 及 160 mg/kg。有機質肥料之性質會隨置放時間而有所變化，經三種不同時間採樣結果，此 7 種有機質肥料其性質變化情形如表 1 及表 1（續）所示，其中 pH 值有下降的趨勢，從平均值 7.0 逐年下降至 5.7；有機質含量亦逐年下降，約 7 個月內從平均 62% 降至 57%；電導度值則因有機值之分解而上升，約 1 年 7 個月時間從平均 4.65 dS/m 上升至 10.07 dS/m；元素含量中氮、鉀含量的變化起伏較小。鈣、鎂含量則隨時間增加而增加，其餘磷、銅、鋅含量則置放 7 個月內有增加趨勢，隨後則變化較小。

二、田間栽培結球白菜施用有機質肥料對土壤及結球白菜生育之影響

田間每公頃施用 10 t 之有機質肥料，於基肥全量施入並配合 5 號複肥的施用，栽植結球白菜結果，土壤 pH 值變化不大約在 5.1-5.3，收穫時土壤，其有機質含量較試驗前略為增加，而土壤 EC 值則較試驗前略為降低。土壤有效性磷含量，試驗後土壤較試驗前增加（表 2），土壤有效性磷含量，除施用含雞糞、骨粉材質之有機質肥料，其試驗後土壤較試驗前略為增加外，其餘處理均為試驗後土壤略低於試驗前土壤；此外，土壤有效性銅含量，試驗後土壤較試驗前增加（表 2 續）；整體而言，田間露天栽培，因灌溉及雨水之淋洗作用，每公頃施用 10 t 之有機質肥料，配合化學肥料之適量施用，均不至於造成土壤鹽分累積的現象。田間結球白菜收穫時其球葉之養分含量及微量元素含量，處理間差異均未達顯著水準（表 3、表 4），結球數以化肥區每小區 15 個最差，含雞糞材質之 C 處理 16.3 個次之，其餘處理則每小區平均有 18 個以上，每小區平均收穫球重以 F 處理施用含骨粉木屑等材質之有機質肥料最佳達 8.77 kg，平均球重亦以 F 處理最佳每個球平均重達 483 g，而化肥區及施用豌豆木屑、豆粕等有機質肥料之處理，其結球白菜之生育效果均不佳（表 5），由此顯示磷、鈣在結球生育上亦占相當重要之地位。

表 1. 不同有機質肥料成分之變化

Table 1. The component changes of different organic fertilizers.

處理 Treatment	pH			EC (dS/m)			OM (%)		N (g/kg)			P (g/kg)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	I	II	III	I	II	III
A.牛糞 Cattle manure	6.4	6.2	5.9	2.78	7.41	8.47	57	41	18.4	16.8	18.7	4.1	6.5	6.2
B.豬糞 Hog manure	7.6	6.9	6.0	6.19	6.77	6.70	66	64	15.8	15.1	21.1	3.8	3.6	4.2
C.雞糞 Chicken manure	7.9	6.8	6.6	8.44	11.95	11.8	67	47	17.2	15.7	18.9	6.7	8.2	9.1
D.豆粕 Bean refuse	7.9	6.8	6.5	4.26	9.51	14.3	65	55	20.9	22.7	24.7	4.2	4.9	7.5
E.骨粉 Bone powder	6.4	5.3	5.0	3.58	7.91	13.5	63	51	30.9	20.9	27.5	9.5	10.1	11.9
F.骨粉木屑 Bone powder +sawdust	6.8	6.2	5.2	3.98	6.30	9.7	68	55	22.1	21.2	23.9	8.0	9.3	5.3
G.豌豆木屑 Pea residue +sawdust	6.3	4.7	4.9	3.33	6.42	6.0	53	60	21.1	19.2	15.4	3.9	2.6	4.2
平均值 Average	7.0	6.1	5.7	4.65	8.04	10.07	62	53	21.2	18.8	21.5	5.7	6.5	6.9

I 係 84.9.15 採樣，II 係 85.4.23 採樣，III 係 86.4.12 採樣。

Composts 'I' were sampled on Sep 15, 1995. Composts 'II' were sampled on Apr 23, 1996. Composts 'III' were sampled on Apr 12, 1997.

續表 1.

Continue table 1.

處理 Treatment	K (g/kg)			Ca (g/kg)			Mg (g/kg)			Cu (mg/kg)			Zn (mg/kg)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
A.牛糞 Cattle manure	7.0	10.9	10.9	3.4	6.9	10.1	1.7	2.7	3.9	23	42	34	110	147	160
B.豬糞 Hog manure	19.0	12.5	12.5	3.0	4.3	5.1	2.0	1.7	3.9	19	15	23	90	73	120
C.雞糞 Chicken manure	25.0	17.2	9.4	19.4	16.7	23.9	3.0	2.8	5.4	43	48	42	160	224	202
D.豆粕 Bean refuse	10.9	14.1	21.9	3.7	5.9	15.6	1.4	2.8	5.5	16	46	37	100	283	222
E.骨粉 Bone powder	10.2	8.1	9.4	18.0	16.4	23.3	1.8	1.8	3.3	12	18	15	90	111	121
F.骨粉木屑 Bone powder +sawdust	6.3	9.4	9.4	12.6	19.5	29.9	2.7	2.9	4.5	11	30	25	100	245	202
G.豌豆木屑 Pea residue +sawdust	7.8	4.7	6.3	6.5	3.1	6.7	2.1	1.7	4.3	19	12	9	110	75	70
平均值 Average	12.3	11.0	11.4	9.5	10.4	16.4	2.1	2.3	4.4	20	30	26	109	165	156

表 2. 露天栽培結球白菜時施用不同有機質肥料對土壤性質之影響

Table 2. Effect of application of different organic fertilizers on the properties of soil as planting Chinese cabbage in the field.

處 理 Treatment	pH		OM (%)		EC (dS/m)		P (mg/kg)		K (mg/kg)	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
A.牛 糞 Cattle manure	5.2	5.3	2.6	2.9	0.23	0.19	45	76	169	116
B.豬 糞 Hog manure	5.3	5.3	2.6	3.4	0.21	0.27	43	83	163	196
C.雞 糞 Chicken manure	5.2	5.3	2.7	2.8	0.31	0.12	43	108	163	190
D.豆 粕 Bean refuse	5.2	5.2	2.6	3.0	0.28	0.17	43	60	154	171
E.骨 粉 Bone powder	5.3	5.3	2.7	2.8	0.15	0.10	45	95	157	107
F.骨粉木屑 Bone powder+sawdust	5.3	5.2	2.5	4.1	0.20	0.23	46	115	170	139
G.豌豆木屑 Pea residue+sawdust	5.2	5.2	2.6	2.9	0.26	0.16	45	57	158	154
H.化 肥 Chemical fertilizer	5.2	5.1	2.5	2.7	0.26	0.12	46	69	174	115

I 係 84.9.25 種植前採樣，II 係 84.11.28 收穫時採樣。

Soils 'I' were sampled before planting on Sep 25, 1995. Soils 'II' were sampled at harvest on Nov 28, 1995.

續表 2.

Continue table 2.

處 理 Treatment	Ca (mg/kg)		Mg (mg/kg)		Cu (mg/kg)		Fe (mg/kg)		Mn (mg/kg)	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
A.牛 糞 Cattle manure	705	606 ^b	93	69	0.98	1.73	166	171	43	40
B.豬 糞 Hog manure	764	586 ^b	103	84	0.65	1.32	139	112	44	49
C.雞 糞 Chicken manure	709	783 ^a	99	88	0.88	1.41	170	150	42	40
D.豆 粕 Bean refuse	748	614 ^b	102	69	0.75	1.31	158	145	43	45
E.骨 粉 Bone powder	706	777 ^a	98	72	0.76	1.31	156	140	42	39
F.骨粉木屑 Bone powder+sawdust	760	803 ^a	104	99	0.76	1.10	159	115	43	41
G.豌豆木屑 Pea residue+sawdust	677	569 ^b	95	65	0.67	1.19	145	138	37	39
H.化 肥 Chemical fertilizer	749	617 ^b	106	53	0.63	1.26	144	119	41	32

同行英文字母相同者表示經鄧肯氏多變域測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means among the treatments by the same letter are not significantly different ($p=0.05$) by Duncon's multiple range test.

表 3. 田間栽培結球白菜時施用不同有機質肥料對其球葉養分含量之影響

Table 3. Effect of application of different organic fertilizers on the nutrients' content of ball leaves as planting Chinese cabbage in the field.

處 理 Treatment	N	P	K	Ca	Mg
	-----g/kg-----				
A.牛 糞 Cattle manure	28.0	3.3	25.8	4.5	1.3
B.豬 糞 Hog manure	26.5	3.5	28.1	5.2	1.4
C.雞 糞 Chicken manure	29.9	3.6	28.1	4.1	1.4
D.豆 粕 Bean refuse	26.6	3.5	27.7	5.0	1.4
E.骨 粉 Bone powder	26.7	3.4	27.0	5.4	1.5
F.骨粉木屑 Bone powder +sawdust	29.2	3.9	30.1	6.1	1.8
G.豌豆木屑 Pea residue+sawdust	26.2	2.9	25.4	4.7	1.4
H.化 肥 Chemical fertilizer	27.5	2.8	24.6	4.4	1.3

表 4. 田間栽培結球白菜時施用不同有機質肥料對其球葉微量元素含量之影響

Table 4. Effect of application of different organic fertilizers on the micro nutrients' content of ball leaves as planting Chinese cabbage in the field.

處 理 Treatment	Cu	Mn	Fe	Zn
	-----mg/kg-----			
A.牛 糞 Cattle manure	4.45	15	41	28
B.豬 糞 Hog manure	5.63	19	42	30
C.雞 糞 Chicken manure	5.45	19	48	31
D.豆 粕 Bean refuse	6.13	20	51	34
E.骨 粉 Bone powder	5.25	21	51	33
F.骨粉木屑 Bone powder +sawdust	5.00	20	54	39
G.豌豆木屑 Pea residue+sawdust	5.13	21	56	34
H.化 肥 Chemical fertilizer	5.45	20	50	37

表 5. 田間栽培結球白菜時施用不同有機質肥料對其生育之影響

Table 5. Effect of application of different organic fertilizers on the growth of Chinese cabbage in the field.

處 理 Treatment	結球數 (No/plot)	總 重 (kg/plot)	球 重 (kg/plot)	平均球重 (g/No.)
A.牛 糞 Cattle manure	18.8 ^a	20.6 ^b	6.75 ^b	360 ^b
B.豬 糞 Hog manure	18 ^a	20.0 ^b	6.00 ^b	335 ^b
C.雞 糞 Chicken manure	16.3 ^b	21.2 ^{ab}	6.47 ^b	361 ^b
D.豆 粕 Bean refuse	18 ^a	18.7 ^b	5.63 ^b	307 ^b
E.骨 粉 Bone powder	18.8 ^a	24.5 ^a	8.05 ^a	429 ^a
F.骨粉木屑 Bone powder+sawdust	18 ^a	23.8 ^a	8.77 ^a	483 ^a
G.豌豆木屑 Pea residue+sawdust	18.3 ^a	19.3 ^b	5.92 ^b	319 ^b
H.化 肥 Chemical fertilizer	15.0 ^b	18.1 ^b	5.65 ^b	318 ^b

同行英文字母相同者表示經鄧肯氏多變域測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means among the treatments by the same letter are not significantly different ($p=0.05$) by Duncon's multiple range test.

參考文獻

- 1.王西華。1989。農產廢棄物在有機農業之利用。有機農業研討會專集。台中區農業改良場。p. 217-227。
- 2.王銀波、趙震慶。1994。有機與化學農法下土壤環境與養分收支之比較。土壤肥料試驗報告。台灣省政府農林廳。p. 630-667。
- 3.林景和。1993。洋菇生長廢培養基在農業上之利用。永續農業。台中區農業改良場。p. 93-102。
- 4.林滄澤。1994。有機農業可行性之研究：鹿草試驗區。土壤肥料試驗報告。台灣省政府農林廳。p. 602-617。
- 5.黃賢喜、蘇俊茂、戴順發、陳東鐘。1994。有機農業可行性之研究。土壤肥料試驗報告。台灣省政府農林廳。p. 584-601。
- 6.黃祥慶、蔡宜峰。1991。不同豬糞用量及施用時其對甘藍之影響。台中區農業改良場研究彙報。30: 23-32。
- 7.黃啓民、李松伍、詹元佑、張順榮、陳文崇。1991。豬糞除臭劑及畜速腐熟堆肥製造研究。台灣糖業研究所 79-80 年期研究試驗報告。p. 113-119。
- 8.黃啓民、李松伍、陳文崇。1991。新穎豬糞堆肥方法。豬糞處理及堆肥化研討會論文集。中華生質

- 能源學會。p. 77-90。
- 9.陳仁炫。1998。有機農耕法在強酸性土壤改良之應用。土壤肥料試驗報告。台灣省政府農林廳。p. 144-172。
 - 10.楊盛行。1990。畜產廢棄物處理利用。農業推廣手冊 32。台灣大學農業推廣委員會。
 - 11.楊盛行、魏嘉碧、鍾仁賜。1993。台灣地區果菜市場廢棄物之產出、減量之利用。中華生質能源學會會誌。12: 195-212。
 - 12.廖乾華、張學琨。1995。簡速堆肥箱製造堆肥及利用。永續農業研究與推廣之進展研討會專集。台中區農業改良場。p. 80-94。
 - 13.廖乾華。1993。有機質肥料的施用與製造。桃園區農業專訊 3: 6-7。
 - 14.鄭健雄、蔡宜峰、張惠真。1995。農村家庭廢棄物堆肥利用之規劃。永續農業研究與推廣之進展研討會專集。台中區農業改良場。p. 66-78。
 - 15.簡宣裕。1991。堆肥之製造及應用。行政院農委會暨台灣省政府農林廳。
 - 16.簡宣裕、林財旺。1998。農產廢棄物堆肥製造技術之研究。農產廢棄物在有機農業之應用研討會專刊。台灣省桃園區農業改良場。p. 35-52。
 - 17.台灣省政府農林廳。1998。台灣農業年報。p. 322-323。
 - 18.Hardh, J. E. 1972. Comparison of peat and bark humus in green-house and outdoor vegetable cultures. *Acta Horticulturae* 26: 69-73.
 - 19.Lee, Y. S. and R. J. Bartlet. 1976. Stimulation of plant growth by humic substances. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40: 876-879.
 - 20.Pudelski, T. 1980. Common beech bark as a growing medium and soil improver in growing vegetables under protection. *Acta Horticulturae* 99: 105-112.
 - 21.Rautham, S. S. and M. Schnizer. 1981. Effect of a soil fulvic acid on the growth and nutrient uptake of teak seedlings. *J. Plant Nutr.* 16: 1465-1483.

Effects of organic fertilizers on the growth of Chinese Cabbage in the field

Chien-Hua Liao and Chun-chao Chuang

Summary

Seven kinds of organic fertilizers were made from local agricultural wastes such as rice hull, sawdust, rice straw, bone powder, the manure of cattle, hog and chicken, and so on, through high temperature fermentation would be studied the variation of their properties and conducted in the field to compare their effects on the soil properties and vegetables growth respectively. The results of our experiments would be transmitted to farmer themselves for making compost. The pH and EC values of organic fertilizer were raised by adding chicken manure, hog manure or bean refuse at a 10% volume ratio. The compost could increase the contents of nitrogen, phosphorus and calcium by adding bone powder. As organic fertilizer takes longer time to produce, its organic matter content and pH value would be decreased by decomposition. That resulted in the raise of EC value and the concentration of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, copper and zinc. Adding these organic fertilizers respectively by 10 tons per hectare with suitable amount of chemical fertilizer would be applied in the field for planting Chinese cabbage. These treatments affected the soil properties a little and made only the raise of 0.5% soil organic matter content and 40 g/kg available phosphorus content of soil averagely. The average yield of Chinese cabbage by F treatment, applied the organic fertilizer included bone powder and sawdust material, was 8.77 kg per 5 m² and was the best among the treatments.

Key words: Agricultural wastes, Organic fertilizers, Chinese cabbage.