

微生物醱酵堆肥對甘藍產量及品質之影響

徐 華 盛

摘 要

本試驗之目的在探討施用不同堆肥對甘藍生長及土壤肥力之影響。於桃園縣桃園市酸性紅壤及台北縣中和市砂質壤土進行試驗。結果顯示，不論施用豬糞堆肥、雞糞堆肥或油粕堆肥均能增加土壤有機質含量及土壤 pH 值，且雞豬糞堆肥之效果優於油粕堆肥。土壤中有效性磷及交換性鉀、鈣、鎂含量，在堆肥處理區亦有增加之趨勢。施用豬糞、雞糞、油粕堆肥處理對甘藍生長及收量有增加之效應。施用油粕堆肥 8 t/ha 的甘藍產量高於 4 t/ha 用量處理。在總氮素量相同條件下，施用有機質肥料處理對甘藍之效應與對照處理大多呈顯著之差異。有機質肥料添加微生物，有提高甘藍葉球及後作青蔥、嫩莖萵苣產量之效果。施用有機質堆肥對甘藍甜度有提高之作用。不同堆肥處理對收穫期甘藍外葉與葉球之氮濃度有提高之作用。

關鍵詞：堆肥、微生物、甘藍、產量、品質。

前 言

近十餘年來，由於我國經濟快速成長，尤其畜牧業特別發達，副產大量排泄物，未經處理利用，任意排放造成污染，而遭受取締⁽¹⁾。台灣地區每年所產生之農業有機廢棄物數量非常龐大，其中以畜產廢棄物佔最大宗，每年總量約 850 萬公噸，其次是農產廢棄物約 530 萬公噸⁽¹⁾，如能轉化主要農業廢棄物為肥料，回歸農地，不僅可提供作物養分，且可改進土壤物理性狀及提高地力又可減少環境污染^(1,11,24)。依據試驗結果施用豬糞、雞糞、牛糞等所作成之有機質肥料對栽培結球白菜、西洋芹菜、甘藍、青蔥、菠菜、毛豆、甜玉米等農作物及園藝作物均有增產及改善品質的效果^(3,4,6,9,10,12,17,18,20,21,22)。當考慮施用量時，若以氮素利用率觀點，轉作田數年內，農田堆肥用量，每年每公頃應低於 5 噸，較符合投資報酬率，但若以土壤肥力維持及最高產量表現，堆肥用量每年每公頃可達 10 噸，其對環境及食品安全(NO_3^- -N 含量)尚不構成威脅⁽¹⁸⁾。因此，施用有機質肥料，必需定量施用，才能提高作物產量及品質，並可維護農業與環境保育。

由於有機質肥料的施用量、施用時期及肥料種類等關係著肥效之高低⁽¹²⁾，以及堆肥化(Composting)過程中添加有益微生物，以提高有機質肥料之品質及肥效^(2,19,20,21)，近年來被世界各國廣泛開發應用於各種作物之生長，其中包括固氮菌、菌根菌、溶磷菌、有機物分解菌等，各種土壤微生物都扮演著不同的角色^(2,7,8,14,15,16,23)，我國在此方面也有一些很好的效果^(7,8,14,20,21)值得參考應用。日本在微生物之研究利用方面，已經有年且發展迅速^(25,26)，許多農民也都知道利用微生物製造堆肥或製成液劑，施於土壤或噴在葉部都獲得良好成效。目前行政院農委會及台灣省農林廳正積極推展本土化微生物菌種之開發與利用^(2,7,8,14,15,16,23)，多方探討農業廢棄物堆肥化的可行性，篩選優良堆肥菌劑，添加溶磷菌、

纖維分解菌、固氮菌等，使傳統的堆肥成多功能的堆肥，減少病原菌之滋生，增加土壤的生產力⁽²⁾。

本研究即針對農業廢棄物如禽畜之排泄物、粕類、稻草、谷殼等添加微生物製成醱酵堆肥，施用於農田栽培甘藍，以探討其對甘藍生長及產量、品質及土壤肥力之影響，俾供推廣應用之參考。

材料與方法

本試驗於1993年7月至1996年6月止，在桃園縣桃園市及台北縣中和市各一處進行豬糞、雞糞及油粕堆肥加菌與否對甘藍生長效應研究。桃園試區為酸性紅壤，中和試區為砂質壤土。供試甘藍品種為初秋，供試材料乾豬糞(含有機質51%，N 2.46%，P 2.10%，K 0.97%，Ca 2.10%，Mg 0.58%，水分30%)，乾雞糞(含有機質46%，N 2.31%，P 2.08%，K 2.34%，Ca 8.8%，Mg 0.83%，水分35%)，油粕堆肥(含有機質65.9%，N 5.08%，P 2.37%，K 1.60%，Ca 3.03%，Mg 0.09%，水分33%)，三要素肥料(尿素、過磷酸鈣、氯化鉀)。採用逢機完全區集設計，七處理，四重複，小區面積 $1.4\text{ m} \times 5\text{ m} = 7\text{ m}^2$ 。甘藍化肥用量為 $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}=300\text{-}90\text{-}150\text{ kg/ha}$ ，其中氮、鉀肥各三分之一，磷肥全量當作基肥施用，剩餘三分之二氮、鉀肥各分三次於定植後每隔10-15天施用一次。堆肥接菌方法，係將菌液(擬球菌屬溶磷菌 *Pseudomonas* Spp.)、自來水、米糠混合後，每二天翻堆一次，培養一星期後即成菌種，將菌種分別和豬糞、雞糞、豆粕以1:25混合並調整水分至60%，然後堆積高度低於50公分，每星期翻堆二次，經三星期後施用。

本試驗於試驗前後，採取0-20公分土壤樣本，分析土壤質地，(鮑氏比重計法 Bouyoucos hydrometer method)，pH(1:1水土比)，有機質(比色法，用重鉻酸鉀及濃硫酸為氧化劑)，有效性磷(白雷氏第一法，Bray No. 1)，交換性陽離子(利用鹽酸與硫酸之混合液抽取土壤中的鉀、鈣、鎂，以螢光儀測定鉀含量，原子吸光儀測定鈣、鎂含量)等⁽⁵⁾。在甘藍收穫期，採取植物體分析氮(以濃硫酸消化分解，氮用微量擴散法測定)，磷、鉀、鈣、鎂(先經三酸分解後，鉀以螢光儀測定，鈣、鎂用原子吸光儀測定)等含量。並調查甘藍葉球產量及品質。

第一年之處理為：1.化肥區(CK) $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}=300\text{-}90\text{-}150\text{ kg/ha}$ 。2.TARI 油粕堆肥4 t/ha+化學肥料。3.TARI 油粕堆肥8 t/ha+化學肥料。4.EM 油粕堆肥4 t/ha+化學肥料。5.EM 油粕堆肥8 t/ha+化學肥料。6.油粕堆肥4 t/ha+化學肥料。7.油粕堆肥8 t/ha+化學肥料。(油粕堆肥區之氮肥施用量(kg/ha) = 化學肥料氮素用量 - 油粕堆肥用量 × 油粕堆肥中氮素含量 × 1/2；磷鉀用量同對照區)。

第二、三年之處理為：1.化肥區：使用化學肥料 $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}=300\text{-}90\text{-}150\text{ kg/ha}$ 。2.微生物豬糞堆肥區：按氮素推薦量施化學氮肥150 kg/ha及依微生物豬糞堆肥氮量計算豬糞堆肥用量(但豬糞堆肥氮量以50%有效計)氮素150 kg/ha。3.豬糞堆肥區：同(2)使用一般豬糞堆肥。4.微生物雞糞堆肥區：按氮素推薦量施化學氮肥150 kg/ha及依微生物雞糞堆肥氮量計算雞糞堆肥用量(但雞糞堆肥氮量以50%有效計)氮素150 kg/ha。5.雞糞堆肥區：同(4)使用一般雞糞堆肥。6.微生物油粕堆肥區：按氮素推薦量施化學氮肥150 kg/ha及依微生物油粕堆肥氮量計算油粕堆肥用量(但油粕堆肥氮量以50%有效計)氮素150 kg/ha。7.油粕堆肥區：同(6)使用一般油粕堆肥。2、4、6處理所使用之微生物菌屬溶磷菌(*Pseudomonas* Spp.)，由農試所農化系提供。

結果與討論

一、施用不同堆肥對土壤肥力之效應

本試驗在桃園、中和兩試區分別辦理三年秋作，每期作試驗田區均不同，其施用雞糞、豬糞及油粕堆肥對土壤肥力之效應如表 1、表 2 及表 3。由試驗後田間土壤肥力分析結果顯示，土壤 pH、有機質及有效性磷、交換性鉀、鈣、鎂含量，在堆肥處理區均較化肥區有增加之趨勢。由表 1、表 2 可見，施用不同堆肥處理，最後土壤 pH 值比對照處理略高，桃園試區比種植前略增，中和試區則不一致。

表 1.施用不同堆肥對甘藍栽培土壤性質之影響 (桃園試區)
Table 1. Effects of application of different composts on soil fertility after planting cabbage during 1993 to 1996 in Taoyuan area.

Treatment ¹⁾		pH	O.M (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
				----- kg/ha -----			
1994	Before planting	4.5	2.21	430	328	5216	586
	1	4.3	1.91	417	313	5134	572
	2	4.6	2.51	546	370	6152	675
	3	4.6	2.64	455	415	5799	779
	4	4.4	2.34	447	370	5072	617
	5	4.6	2.48	532	376	5602	712
	6	4.5	2.48	480	358	5228	692
	7	4.5	2.56	514	310	5186	767
1995	Before planting	4.5	3.19	468	1170	1846	613
	1	4.7	3.66	461	1147	1780	493
	2	4.9	4.33	512	1840	1485	746
	3	4.9	4.28	508	1652	1533	849
	4	5.2	3.76	539	2095	2937	903
	5	5.2	3.71	522	1783	1906	779
	6	5.1	4.05	496	1947	1322	808
	7	5.0	3.16	510	1490	1150	601
1996	Before planting	5.2	2.94	568	1232	3980	411
	1	5.3	2.74	518	1515	3824	381
	2	5.5	3.52	570	1475	4061	543
	3	5.5	4.55	517	1348	3876	437
	4	5.6	3.30	543	1658	4434	490
	5	5.5	3.06	539	1449	4453	500
	6	5.4	3.00	512	1392	4058	400
	7	5.4	2.97	537	1182	4168	424

1)1994: 1. NPK (CK). 2. TARI Oil dreg 4 t/ha. 3. TARI Oil dreg 8 t/ha. 4. EM Oil dreg 4 t/ha. 5. EM Oil dreg 8 t/ha. 6. Oil dreg 4 t/ha. 7. Oil dreg 8 t/ha.
1995, 1996: 1. NPK (CK). 2. Microo rganisms add with oil dreg. 3. Pig manure. 4. Microorganisms add with chicken manure. 5. Chicken manure. 6. Microorganisms add with oil dreg. 7. Oil dreg.

表 2. 施用不同堆肥對甘藍栽培土壤性質之影響 (中和試區)

Table 2. Effects of application of different composts on soil fertility after planting cabbage during 1993 to 1996 in Chungho area.

Treatment ¹⁾		pH	O.M (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
				kg/ha			
1994	Before planting	4.4	1.62	801	426	4386	337
	1	4.3	1.70	764	370	4402	343
	2	4.4	2.07	803	496	5123	409
	3	4.3	2.38	800	439	4626	505
	4	4.2	1.96	812	517	4490	468
	5	4.3	2.03	852	469	4539	559
	6	4.3	1.85	812	385	4847	418
	7	4.2	2.19	827	325	4187	579
1995	Before planting	5.5	1.69	852	470	3254	313
	1	5.2	1.79	1190	645	3343	281
	2	5.3	3.55	1165	708	5036	447
	3	5.2	3.70	1104	561	4301	447
	4	5.8	2.22	1165	834	5819	497
	5	6.2	2.39	1155	741	6505	580
	6	5.2	2.81	1131	781	4630	563
	7	5.4	2.66	1098	657	4728	530
1996	Before planting	5.3	2.48	516	623	4738	424
	1	5.2	2.52	571	520	4657	341
	2	5.6	3.63	547	677	4905	530
	3	5.8	4.49	531	794	7141	704
	4	5.9	3.34	597	1203	9342	695
	5	5.8	3.03	597	1290	8441	700
	6	5.3	2.88	551	524	4758	409
	7	5.3	2.94	509	647	4498	376

1) See table 1.

施用堆肥處理後，土壤有機質含量均有增加，其中豬糞堆肥又比雞糞堆肥及油粕堆肥含量略高，堆肥處理間接菌與否效果不顯著。施用油粕堆肥 8 t/ha 的土壤肥力優於 4 t/ha。另土壤有效性磷及交換性鉀、鈣、鎂於堆肥處理區有增加現象，其中又以豬糞堆肥比雞糞、油粕堆肥處理略增，其原因可能是土壤中有機質含量增加，對甘藍淺根性作物在表土層土壤物理性獲改良有關。結果顯示，施豬雞糞、油粕堆肥，對土壤肥力有一定程度之提高作用。

經過二作後土壤性質之變化如表 3 所示，施用有機質肥料對後作土壤 pH 值、有機質及有效性磷酐(P₂O₅)及鹽基(K、Ca、Mg)比只施用化肥者有增加的現象，顯示施用有機質肥料對後作有顯著之殘效。

表 3.不同堆肥殘效對後作種植青蔥及萵苣後土壤肥力之影響
Table 3. Residual effects of application of different composts on soil fertility after planting green onion and lettuce.

Treatment ¹⁾		pH	O.M (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
				----- kg/ha -----			
Taoyuan area	1	4.5	2.42	448	245	3008	298
	2	4.8	3.17	613	508	3917	448
	3	5.0	3.09	592	584	4771	530
	4	5.0	2.77	570	646	5316	597
	5	5.1	2.89	621	280	4673	464
	6	4.7	2.75	655	195	5176	364
	7	4.8	2.68	500	194	4560	398
Chungho area	1	5.3	1.90	530	342	6491	613
	2	6.1	3.27	690	410	7862	1144
	3	5.8	3.11	678	411	6743	1011
	4	6.5	2.88	733	518	8892	1277
	5	6.4	3.11	559	557	8067	1542
	6	5.4	2.61	580	422	8492	945
	7	5.6	2.64	520	358	5792	713

1) See table 1.

二、不同堆肥對甘藍生長、收量及糖度之效應

本試驗共計進行三期作，於桃園市及中和市辦理秋作試驗，施用豬糞、雞糞、油粕堆肥對甘藍生長、收量及糖度之效應如表 4 及表 5 所示。由表得知，施用不同堆肥處理對甘藍株高、株寬、球徑、收量及糖度比對照處理均有增加之效應。

八十三年度試驗結果，在油粕堆肥不同施用量處理上，兩試區的結果均一致，即 8t/ha 用量的甘藍產量高於 4 t/ha。兩試區油粕堆肥處理均比化肥區(對照)增產，其增產率桃園為 1.6-7.4 %，中和為 4.2-8.5 %，其中有接菌者又比無接菌者產量要高。油粕堆肥接種 TAIR 與 EM 微生物，對甘藍之增產效果相似。

八十四、八十五年度試驗結果顯示，各堆肥處理對甘藍產量之效應與對照處理差異顯著。無論施用豬糞堆肥、雞糞堆肥或油粕堆肥，添加微生物之處理其生長勢均較未加微生物處理為佳，尤其在生長初、中期效果明顯。顯示，農試所農化系所篩選之菌種，接種於堆肥後栽培甘藍有提高堆肥效果之功能。至於油粕堆肥區產量比雞糞、豬糞堆肥較低之原因，似因該有機肥纖維質材料較少，以致雖加入微生物亦無法充力發揮作用之關係。

糖度測定結果，施用堆肥處理之糖度比對照區為高，但不同堆肥處理間之差異並不大。除 84、85 年桃園試區未達 5 %顯著水準外，其餘在堆肥區與化肥區呈顯著差異，顯示堆肥之施用，有助於提高甘藍之品質。

表 4. 施用不同堆肥對甘藍生長、收量及糖度之效應 (桃園試區)

Table 4. Effects of different composts on the growth, yield and sugar contents of cabbage during 1993-1996 in Taoyuan area.

Treatment ¹⁾		Plant height	Plant width	Head length	Head width	Yield	Index	Sugar content
		cm				kg/ha	(%)	(°Brix)
1994	1	24.9 ^b	58.8 ^a	12.4 ^b	20.7 ^a	52,000 ^b	100	7.1 ^b
	2	26.1 ^a	61.6 ^a	13.0 ^a	20.4 ^{ab}	54,267 ^a	106.4	7.3 ^c
	3	25.9 ^a	60.0 ^a	12.8 ^{ab}	20.6 ^{ab}	55,833 ^a	107.4	7.3 ^c
	4	26.2 ^a	60.8 ^a	12.6 ^{ab}	20.2 ^{ab}	55,333 ^a	106.4	7.4 ^{bc}
	5	26.2 ^a	61.9 ^a	12.8 ^{ab}	20.3 ^{ab}	55,433 ^a	101.6	7.5 ^b
	6	26.0 ^a	61.6 ^a	12.7 ^{ab}	20.2 ^{ab}	52,833 ^a	101.6	7.7 ^a
	7	25.7 ^a	60.8 ^a	12.7 ^{ab}	20.1 ^{ab}	53,267 ^a	102.4	7.7 ^a
1995	1	29.6 ^a	71.6 ^{ab}	14.8 ^{ab}	20.7 ^{ab}	56,000 ^b	100	6.3 ^a
	2	28.5 ^{ab}	72.1 ^a	14.7 ^{ab}	21.5 ^a	63,357 ^a	113.1	6.7 ^a
	3	29.4 ^{ab}	71.5 ^a	15.1 ^a	21.6 ^a	64,043 ^a	114.4	6.6 ^a
	4	27.6 ^b	69.8 ^{ab}	14.4 ^{abc}	21.0 ^a	58,542 ^{ab}	104.5	6.6 ^a
	5	29.0 ^{ab}	68.9 ^c	14.2 ^{bc}	20.4 ^b	56,400 ^b	100.7	6.7 ^a
	6	29.9 ^a	71.4 ^{ab}	14.3 ^{abc}	20.8 ^{ab}	57,286 ^{ab}	102.3	6.8 ^a
	7	29.7 ^a	69.4 ^{bc}	13.9 ^c	20.3 ^b	55,114 ^b	98.4	6.8 ^a
1996	1	29.7 ^a	70.4 ^c	15.4 ^a	23.0 ^b	62,446 ^a	100	6.9 ^a
	2	28.7 ^{ab}	75.9 ^a	16.2 ^a	23.5 ^{ab}	66,255 ^a	106.1	7.3 ^a
	3	30.1 ^a	72.9 ^{bc}	16.1 ^a	23.5 ^{ab}	65,131 ^a	104.3	7.2 ^a
	4	29.4 ^a	72.5 ^{bc}	16.1 ^a	23.7 ^{ab}	67,129 ^a	107.5	7.3 ^a
	5	28.8 ^{ab}	75.5 ^a	15.8 ^a	24.2 ^a	67,441 ^a	108.0	7.4 ^a
	6	27.1 ^b	73.2 ^b	15.6 ^a	23.6 ^{ab}	65,515 ^a	104.9	7.2 ^a
	7	29.3 ^a	71.9 ^c	15.6 ^a	23.9 ^{ab}	64,194 ^a	102.8	7.0 ^a

1) See table I

2) Means followed by the same letter in column not significantly different at 5 % level according to Duncan's multiple range test.

表 5. 施用不同堆肥對甘藍生長、收量及糖度之效應 (中和試區)

Table 5. Effects of application of different composts on the growth yield and sugar contents of cabbage during 1993-1996 in Chungho area.

Treatment ¹⁾		Plant height	Plant width	Head length	Head width	Yield	Index	Sugar contents
		%				(kg/ha)	(%)	(°Brix)
1994	1	22.6 ^a	57.3 ^a	10.9 ^b	18.0 ^a	40,571 ^c	100	7.0 ^b
	2	22.9 ^a	60.5 ^a	11.2 ^{ab}	18.6 ^a	43,000 ^{ab}	104.9	7.4 ^a
	3	23.1 ^a	60.4 ^a	11.3 ^{ab}	18.7 ^a	43,428 ^{ab}	107.0	7.3 ^{ab}
	4	23.5 ^a	60.5 ^a	11.4 ^a	18.7 ^a	44,000 ^a	108.5	7.2 ^{ab}
	5	23.0 ^a	60.2 ^a	11.3 ^{ab}	18.6 ^a	43,857 ^a	108.1	7.2 ^{ab}
	6	24.1 ^a	59.7 ^a	11.2 ^{ab}	18.4 ^a	42,286 ^b	104.2	7.6 ^{ab}
	7	23.9 ^a	58.9 ^a	11.4 ^{ab}	18.6 ^a	43,000 ^{ab}	106.0	7.5 ^a
1995	1	23.9 ^b	57.5 ^b	10.7 ^b	19.4 ^b	42,446 ^c	100	6.2 ^a
	2	25.0 ^a	60.6 ^a	11.7 ^a	20.8 ^a	44,285 ^c	103.5	6.4 ^{ab}
	3	25.1 ^a	58.7 ^{ab}	11.7 ^a	20.9 ^a	44,178 ^c	103.3	6.3 ^{ab}
	4	25.5 ^a	60.7 ^a	12.1 ^a	21.1 ^a	48,571 ^a	103.6	6.5 ^{ab}
	5	25.1 ^a	59.6 ^a	11.8 ^a	21.2 ^a	48,214 ^{ab}	113.7	6.6 ^{ab}
	6	25.4 ^a	60.4 ^a	12.2 ^a	21.0 ^a	45,535 ^{bc}	106.5	6.7 ^a
	7	25.2 ^a	59.9 ^a	11.8 ^a	20.0 ^{ab}	44,857 ^{ab}	104.9	6.7 ^a
1996	1	24.8 ^a	54.8 ^b	11.6 ^a	13.9 ^a	44,696 ^c	100	7.6 ^c
	2	25.9 ^a	59.2 ^a	12.0 ^a	15.3 ^a	47,857 ^{ab}	107.1	9.3 ^a
	3	25.4 ^a	58.8 ^a	12.6 ^a	15.5 ^a	46,786 ^{bc}	104.7	8.7 ^{ab}
	4	25.6 ^a	57.1 ^{ab}	12.1 ^a	15.2 ^a	50,714 ^a	113.5	8.8 ^{ab}
	5	25.3 ^a	57.5 ^{ab}	11.9 ^a	15.2 ^a	50,357 ^a	112.7	8.2 ^{bc}
	6	25.0 ^a	57.6 ^{ab}	12.6 ^a	15.3 ^a	49,643 ^{ab}	111.1	8.9 ^{ab}
	7	25.5 ^a	56.2 ^{ab}	11.8 ^a	14.0 ^a	47,143 ^{bc}	105.5	8.9 ^{ab}

1) See table I.

2) Means followed by the same letter in column not significantly different at 5 % level according to Duncan's multiple range test.

三、不同堆肥對甘藍植體養分含量之效應

各堆肥處理對甘藍養分含量之效應如表 6、表 7 及表 8 所示，堆肥處理區甘藍植體氮養分含量均較化肥區略高，其餘磷、鉀、鈣、鎂元素各處理差異不顯著。施用 8 t/ha 油粕堆肥處理的甘藍氮含量高於 4 t/ha 處理。添加微生物處理氮含量略高於未添加者。外葉之植體養分含量比葉球略呈上升之現象。顯示氮肥可增進甘藍之品質(表 6、表 7)。堆肥殘效試驗結果，堆肥區之作物養分含量比對照區均能維持一定程度的增加，顯然有機質肥料的施用仍有利於後作養分的吸收(表 8)。

表 6.施用不同堆肥對甘藍植體養分含量之效應 (桃園試區)
Table 6. Effects of application of different composts on the nutrient contents of cabbage during 1993-1996 in Taoyuan area.

Treatment ¹⁾		N		P		K		Ca		Mg	
		Leaf	Head	Leaf	Head	Leaf	Head	Leaf	Head	Leaf	Head
		----- % -----									
1994	1	3.22	3.91	1.05	0.93	1.05	0.47	2.05	0.86	1.23	0.95
	2	3.30	3.29	1.04	0.96	1.04	0.45	2.24	0.82	1.19	0.93
	3	3.40	3.28	1.12	0.93	1.12	0.46	2.44	0.81	1.18	0.94
	4	3.42	3.27	1.15	0.99	1.15	0.49	2.63	0.73	1.20	0.97
	5	3.40	3.34	1.35	0.88	1.35	0.48	2.51	0.86	1.36	0.88
	6	3.39	3.13	1.18	0.98	1.18	0.47	2.57	0.96	1.27	0.95
	7	3.33	3.27	1.10	0.98	1.10	0.49	2.30	0.78	1.12	0.98
1995	1	3.44	2.66	0.71	0.78	1.94	2.54	2.24	0.63	0.37	0.18
	2	3.46	2.99	0.89	0.89	3.48	3.13	2.29	0.64	0.46	0.17
	3	3.90	2.55	0.81	0.89	2.69	2.73	2.27	0.66	0.46	0.18
	4	3.36	2.80	0.75	0.96	3.04	2.60	2.63	0.63	0.46	0.20
	5	3.23	2.76	0.74	0.79	2.69	2.73	2.46	0.67	0.45	0.20
	6	3.41	2.81	0.64	0.69	2.00	2.63	2.23	0.73	0.47	0.20
	7	3.37	2.66	0.75	0.69	2.00	2.81	2.09	0.64	0.41	0.17
1996	1	2.36	1.98	0.22	0.30	1.30	1.86	3.58	0.63	0.68	0.24
	2	2.78	2.12	0.23	0.34	1.81	2.31	3.68	0.61	0.71	0.24
	3	3.21	2.08	0.25	0.38	1.66	2.31	3.89	0.56	0.70	0.24
	4	3.32	2.11	0.30	0.37	2.05	2.23	3.48	0.66	0.73	0.22
	5	2.64	2.34	0.35	0.37	1.98	2.33	3.71	0.73	0.69	0.24
	6	2.54	2.13	0.29	0.33	1.61	1.22	3.58	0.68	0.74	0.26
	7	2.45	2.27	0.33	0.38	1.85	3.03	3.54	0.64	0.72	0.25

1) See table 1.

表 7.施用不同堆肥對甘藍植體養分含量之效應 (中和試區)

Table 7. Effects of different composts on the nutrient contents of cabbage during 1993-1996 in Chungho area.

Treatment ¹⁾		N		P		K		Ca		Mg	
		Leaf	Head	Leaf	Head	Leaf	Head	Leaf	Head	Leaf	Head
----- % -----											
1994	1	2.80	2.58	2.17	1.89	0.49	0.14	0.83	0.53	1.15	0.76
	2	2.95	2.93	2.12	1.89	0.19	0.14	0.85	0.51	1.09	0.74
	3	2.99	2.96	1.96	1.99	0.19	0.16	0.94	0.47	1.08	0.96
	4	2.98	2.96	1.96	2.02	0.22	0.17	0.92	0.44	1.15	0.92
	5	3.02	2.95	2.44	1.85	0.23	0.16	0.84	0.49	1.21	0.75
	6	2.96	2.92	2.13	1.86	0.21	0.14	0.70	0.56	1.12	0.72
	7	2.94	2.95	2.24	1.70	0.20	0.15	0.88	0.59	1.22	0.79
1995	1	3.12	2.74	1.74	1.78	4.38	3.88	0.74	0.36	0.25	0.18
	2	3.74	3.18	1.64	1.70	4.38	3.75	0.78	0.27	0.30	0.18
	3	3.61	2.80	1.59	1.79	4.25	3.81	0.74	0.32	0.27	0.18
	4	3.54	2.78	1.58	1.62	4.50	3.69	0.91	0.30	0.51	0.26
	5	3.25	2.83	1.63	1.70	4.13	3.75	0.95	0.39	0.48	0.23
	6	3.50	2.80	1.79	1.78	4.19	3.75	0.83	0.33	0.41	0.22
	7	3.57	2.81	1.82	1.69	4.06	3.69	0.65	0.35	0.34	0.21
1996	1	2.56	1.86	0.41	0.45	2.16	2.31	0.78	0.61	0.40	0.19
	2	2.64	1.98	0.37	0.46	2.38	2.20	0.83	0.50	0.43	0.17
	3	2.68	2.01	0.39	0.48	2.30	2.45	0.86	0.59	0.45	0.17
	4	2.84	2.22	0.40	0.46	2.44	2.56	0.90	0.69	0.39	0.19
	5	2.76	2.34	0.40	0.43	2.42	2.42	0.90	0.60	0.39	0.17
	6	2.80	1.87	0.38	0.51	2.16	2.67	0.79	0.57	0.45	0.19
	7	2.56	1.98	0.40	0.46	2.28	2.22	0.77	0.57	0.44	0.18

1) See table 1

表 8.不同堆肥殘效對青蔥及萵苣植體養分含量之效應
Table 8. Residual effects of different composts on the nutrients contents of green onion and lettuce.

Treatment ¹⁾		N	P	K	Ca	Mg
		%				
Green onion	1	2.03	0.25	2.77	0.72	0.20
	2	2.26	0.27	2.89	0.82	0.20
	3	2.27	0.32	3.19	0.86	0.23
	4	2.23	0.28	3.17	0.85	0.21
	5	2.27	0.28	2.77	0.79	0.20
	6	2.23	0.26	2.80	0.89	0.22
	7	2.21	0.25	2.84	0.80	0.21
Lettuce	1	1.28	2.14	3.17	3.12	0.32
	2	1.31	2.24	3.21	3.42	0.33
	3	1.34	2.13	3.35	3.26	0.33
	4	1.28	2.31	3.14	3.17	0.34
	5	1.32	2.22	3.26	3.25	0.33
	6	1.33	2.64	3.39	3.37	0.32
	7	1.31	2.24	3.33	3.21	0.31

1) See table 1.

四、不同堆肥殘效對青蔥及萵苣生長及收量之效應

本試驗於 85 年 1 月至 6 月在桃園市及中市辦理。在肥料施用量相同之條件下，進行前作甘藍，後作青蔥及萵苣試驗，其結果如表 9 所示，施用豬糞、雞糞及油粕堆肥經栽培一作甘藍後，再種青蔥(桃園試區)及嫩莖萵苣(中和試區)時均還有殘效餘肥效。有機肥料區之產量均比只施化肥之對照區為佳，分別增產 8.9-28.2%及 12.0-18.5%。不同堆肥與對照區之殘效有顯著差異，而各堆肥處理間無顯著差異。

表 9. 不同堆肥殘效對青蔥及萵苣生長及收量之效應

Table 9. Residual effects of different composts on the growth and yield of green onion and lettuce.

Treatment ¹⁾		Plant height (cm)	Length of white sheath (cm)	Tiller	Yield (kg/ha)	Index (%)
Green onion	1	61.7 ^b	18.8 ^b	6.9 ^a	40,446 ^b	100
	2	65.3 ^{ab}	20.1 ^a	8.8 ^a	53,681 ^a	124.3
	3	64.2 ^{ab}	19.8 ^{ab}	7.3 ^a	49,112 ^{ab}	113.7
	4	65.5 ^{ab}	20.3 ^a	8.9 ^a	55,394 ^a	128.2
	5	66.4 ^a	19.8 ^{ab}	7.4 ^a	51,206 ^{ab}	118.5
	6	66.2 ^a	20.4 ^a	7.3 ^a	47,589 ^{ab}	110.2
	7	64.4 ^{ab}	19.3 ^{ab}	7.3 ^a	47,018 ^{ab}	108.9
Lettuce	1	49.3 ^a	-	-	22,857 ^b	100
	2	53.0 ^a	-	-	25,599 ^{ab}	112.0
	3	53.0 ^a	-	-	24,627 ^{ab}	117.7
	4	52.5 ^a	-	-	27,084 ^a	118.5
	5	53.9 ^a	-	-	25,783 ^{ab}	112.8
	6	52.0 ^a	-	-	26,282 ^a	115.0
	7	51.9 ^a	-	-	25,600 ^{ab}	112.0

1) See table 1.

2) Means followed by the same letter in column not significantly different at 5 % level according to Duncan's multiple range test.

結 論

由本試驗結果顯示，利用豬糞、雞糞或油粕堆肥添加微生物，有助於土壤理化性質之改良，供應作物生長所需養分，進而提高作物的產量及品質，但提高的幅度不大。本研究發現，施用豬雞糞堆肥對甘藍葉球產量之效應較油粕堆肥為高，但在甜度上，施用效果則不如油粕堆肥。可見不同有機質肥料之施用，不僅對土壤理化性質之改善有影響，對土壤養分供應影響亦大。因此，如何將農產廢棄物加以循環再利用，研製出具有益微生物及堆肥功能之有機質肥料，以提升堆肥之品質及解決農業廢棄物污染環境之問題，應加強研究開發利用。

誌 謝

本計畫承農委會 83 科技-2.6-糧-57(3)，84 科技-2.6-糧-16-3(5)，85 科技-1.7-糧-22(6)計畫，經費補助，農試所提供菌種，吳盛文先生及莊玉枝小姐協助取樣及分析測定，特此併伸謝忱。

參考文獻

- 1.王西華。1989。農業廢棄物在有機農業之利用。有機農業研討會專集 p.217-227。
- 2.吳繼光、簡宣裕。1994。堆肥化微生物之篩選利用。八十三年度土壤肥料組試驗研究計劃成果報告 p.81-90。
- 3.高銘木。1990。木屑豬糞堆肥對土壤生態環境及作物生育影響。第二屆土壤污染防治研討會論文集 p.163。
- 4.徐華盛。1991。農產廢棄物之處理及利用。農藥世界 92:49-50。
- 5.張淑賢。1981。本省現行植物體分析法。台灣省農業試驗所編印作物需肥診斷技術 p.53-59。
- 6.陳鴻堂、王錦堂。1989。施用有機肥料對葉萵苣及後作甘藍殘效試驗。台中區農業改良場土壤肥料試驗報告。
- 7.程永雄、杜金池、林晉卿。1984。內生菌根菌對大豆、玉米之增產效果。台南區農業改良場研究彙報 34:19-26。
- 8.程永雄、莊明富、杜金池。1993。內生菌根菌 *Clomus Clarum* 應用在洋香瓜生產上之效益評估。中華農業研究 42(1):74-84。
- 9.曾潤錦。1989。酸性土壤改良材料對甘藍產量及品質影響。農林廳土壤肥料試驗報告 p.242-254。
- 10.曾潤錦。1993。長期施用醱酵豬糞堆肥對蔬菜產量及土壤肥力之影響。桃園區農業改良場土壤肥料試驗報告。
- 11.黃山內。1991。豬糞堆肥在農作物生產之應用。豬糞管理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯 p.1-17。
- 12.黃祥慶、蔡宜峰。1991。不同豬糞用量及施用時期蔬菜效果之研究。農林廳土壤肥料試驗報告 p.128-135。
- 13.黃祥慶、蔡宜峰。1992。乾豬糞對旱作土壤理化性質之影響。台中區農業改良場研究彙報 37:41-50。
- 14.楊秋忠、莊作權、郭鴻裕。1984。接種內生菌根菌對大豆生長、生產、固氮作用及礦物磷利用之效應。中華農學報 128:29-38。
- 15.楊秋忠、趙震慶、張永輝。1986。台灣酸性土壤接種菌根菌及施用磷礦粉對玉米生長之影響。中華農學會報 新 136:15-24。
- 16.楊秋忠、趙震慶。1988。作物土壤微生物應用手冊。國立中興大學土壤研究所編印。
- 17.鄭雙福。1990。有機肥料、爐渣及氮肥對蔬菜產量及硝酸態氮累積之影響。農林廳土壤肥料試驗報告 p.181-188。
- 18.蔡永峰。1993。施用雞糞堆肥對轉作田土壤及作物氮素動態之影響。土壤肥料試驗研討專集。台灣省農林廳編印 p.183-190。
- 19.謝慶芳。1992。有機質肥料之製造與使用。台中場油印資料。
- 20.謝慶芳、徐國男。1993。甜玉米與毛豆有機栽培試驗。台中區農業改良場研究彙報 39:29-39。
- 21.謝慶芳。1994。不同有機質肥料對毛豆與甘藍生長及產量之影響。八十三年度土壤肥料研究成果報告 p.479-489。
- 22.簡宣裕。1992。禽畜堆肥在園藝之應用。農藥世界 110:40-43。
- 23.簡宣裕、吳繼光。1994。溶磷真菌的溶磷機制。微生物肥料之開發與利用研討會專刊 p.99-113。
- 24.嚴式清。1989。畜牧廢棄物在有機農業之利用。有機農業研討會專集 p.22-242。
- 25.比嘉照夫。1992。EM(有效微生物群)の構成と機能と原理。救世自然農 EM 技術 p.15-18。
- 26.比嘉照夫。1991。微生物利用新視の點。微生物の農業利用と環境保全 p.13-39 農文協。

Effect of Microorganisms in Composts on the Yield and Quality of Cabbage

Hua-sheng Hsu

Summary

An experiment was conducted to determine the effects of different composts, pig manure, chicken manure and oil dregs, on the growth and yield of cabbage and on the fertility of the soil. The experiment result indicated that all composts, including pig manure, chicken manure and oil dregs increased the organic matter and pH level in the soil, whereas pig, and chicken manures were found more productive than oil dregs. All three composts increased growth and yield of cabbage. With oil dregs, cabbage showed more productive at 8 t/ha than with 4 t/ha of composts. With equal amounts of nitrogen application, organic manures could significant affect yield compared to the untreated onion. Microorganisms added with the composts showed increase in yield of cabbage, green onion and lettuce. Organic manures also increased the °Brix of the cabbage. Nitrogen concentration in the outer leaves and head of the cabbage showed increased.

Key words: Composts, Microorganisms, Cabbage, Yield, Quality.