

## 施肥對輪作田有機水稻及蔬菜生產之影響

蔡永暉<sup>1</sup>

### 摘 要

本試驗設置於高雄區農業改良場旗南分場和興有機農場，試驗期間自民國90年春作起至95年春作止，共計五年。田間分為堆肥種類及堆肥用量兩組試驗，堆肥種類以M0、MA、MB、MC、MD為處理代號，堆肥用量以N0、N1、N2、N3、N4為處理代號。N1-N4代表施用氮推薦用量的倍數，M0及N0均為無肥區，並以化肥區CK為對照，每組試驗均為六處理，每處理面積0.05公頃。供試作物，春作為水稻，夏作為水稻、田菁或黃秋葵，秋作為蔬菜。試驗目的是探討長期施用堆肥對不同耕作模式下有機農作物生產之影響。試驗結果顯示，水稻產量，春作以N4區最高，夏作以N2區最高，但經濟效益，春作以N2區最高，夏作則以無肥區最高，各年度表現大致相同。適用的堆肥種類，春作以高氮含量堆肥(MC及MD)，夏作以低氮含量堆肥(MA及MB)為佳。米質食味分析，顯示食味與稻米的蛋白質含量有明顯的負相關，但與堆肥用量的相關性不高，反而與期作及品種有相關性。夏作黃秋葵，施用堆肥後大部分均減產，施肥效益低，不推薦施用堆肥。秋作大頭菜及甘藍的施肥反應非常明顯，但各堆肥區的反應，卻與前作土地利用及施用堆肥的含氮量有關，前作種植水稻區，後作蔬菜的產量表現不穩定。與化肥區比較，大部分堆肥區均明顯減產，僅高氮含量堆肥區(MC及MD)才會增產，而前作種植旱作物區(黃秋葵或田菁)，後作蔬菜產量表現較為穩定，大部分堆肥區均可增產，且產量及經濟效益均以N2區最高。每年以N2量施肥後，堆肥氮殘留於土壤的比率，與施用的堆肥種類有關，纖維質較高的MA及MB堆肥較高，分別為58%及54%，而纖維質較低的MC及MD堆肥較低，則為19%及39%。

關鍵詞：有機農法、堆肥、水稻、蔬菜

### 前 言

近百年來由於農業科技進步，化學肥料及化學藥劑用量逐漸增加，導致農業生態環境逐漸遭到破壞，農產品品質亦隨之劣化，間接威脅到人體健康與生活品質。為謀解決之道，各國均鼓勵農民實施有機農法<sup>(1,21)</sup>，停止施用

---

<sup>1</sup>高雄區農業改良場研究員兼課長

與生活品質。為謀解決之道，各國均鼓勵農民實施有機農法<sup>(1,21)</sup>，停止施用化學肥料及化學藥劑，並改施優質的有機質肥料及採用非農藥方法防治病蟲害，以阻止環境繼續惡化，並達到農業永續發展。有機質肥料除了可以供應作物所需養分之外，更可以活化土壤，增強土壤及作物的抗病能力，同時可以增進土壤理化性質，有利於作物根系發展及養分吸收，促使植株生育健壯。有機質肥料之功用，大部分農民都已非常瞭解，使用上也頗有經驗，只因化學物質速效且便宜，日久大家便忽略了其重要性，實際上農政當局早於民國 77 年以前就看到偏用化學肥料與農藥的後遺症，即不斷鼓勵農民多用有機質肥料，並少用農藥<sup>(3,5)</sup>，有關使用有機質肥料和病蟲害非農藥防治法之試驗研究報告亦屢見不鮮<sup>(2-20,22-24)</sup>。

有機質肥料具有緩效性及養分含量低之特性，肥效不若化學肥料明顯，若不講求施肥技術及堆肥品質，會造成有機農作物生育遲緩，產品賣相不佳，甚至被誤為有機農產品本來就是如此。有機質肥料施入農田後，因材料、環境及時間的不同，養分的礦化速率有極大差異，對作物產量之影響，不宜等同視之<sup>(2,3,5,11,13-15,20)</sup>。依據本場連續 18 年的試驗，顯示有機田長期施用堆肥後，土壤肥力可大幅提升，但作物生產，特別是秋作的有機蔬菜，仍無法全部超越化肥區。其中的可能原因有二個，其一是輪作制度，在水旱田輪作的情況下，作物病蟲害明顯降低，可達到病蟲害防治效果，但水田中的土壤微生物相亦受到抑制，好氣的分解菌減少，養分的礦化量降低，加上水田的整地方式，破壞土壤物理性，因此，作物生長初期，即因養分不足而生育不良，且無法後來居上。其二是施用有機質肥料的特性及累積性，有機質肥料經長期施用後，雖然土壤有機物含量可高達 50 g/kg 以上，但養分礦化量是否足以供應作物需要，仍有待檢討，且有機質含量過高，在夏末初春多雨季節，土壤容易因吸水力增強而發生水害。為進一步證實其影響程度，特別進行本試驗，探討在不同水旱輪作模式下，施用不同種類及用量的有機質肥料，對有機作物生產及品質之影響。

## 材料與方法

### 一、試驗處理及方法

#### (一)堆肥種類試驗

本試驗設置於高雄區農業改良場旗南分場和興有機農場，土壤屬於和興土系(Hb)，為石灰性砂頁岩及粘板岩混合沖積土，排水不完全，土壤剖面質地為粗粉質壤土至極細砂壤土，剖面化學性質如表 1 所示。田間六種處理，分別為畜牧糞類堆肥(MA)、作物殘體類堆肥(MB)、功能性生物堆肥(MC)、油

粕類堆肥(MD)、無肥區(M0)及對照化肥區(CK)等共六處理。其中的作物殘體類堆肥(MB)及部分的 MA 堆肥係本場利用農場的廢棄物回收自行製作外，其餘堆肥均為市售商品堆肥。為測試堆肥的特性，同類的堆肥於不同的期作可能會施用不同的品牌。各種供試堆肥的理化特性，如表 2 所示。各堆肥區的堆肥施用量，以化肥區的二倍施氮量(2N)換算施用，僅 92 年 MC 區例外，其施用量以一倍施氮量(1N)換算。堆肥的施用法，每期作均全量當基肥使用，並於整地時混入土中。化肥區的施肥量，均依各種作物的化肥推薦量施用，且不施堆肥，每公頃三要素(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O)的用量，分別為水稻 120:40:60 公斤、黃秋葵 100:100:70 公斤、甘藍 300:80:150 公斤、大頭菜 120:80:140 公斤、玉米 178:56:60 公斤、萵苣 255:218:182 公斤，田菁不施肥。化肥區每期作施肥二次，基肥為 1/2N+P+1/2K，其餘當追肥施用。為方便田間機械操作，每處理面積 0.05 公頃，不設重複，合計 0.3 公頃。各年作物栽培種類如表 3 所示。各試區除了化肥區施用化學肥料之外，全區均採用自然農耕栽培法，病蟲害採用性費洛蒙、蘇力菌、天敵及其他非農藥資材防治，田間雜草採覆蓋及人工除草。以上各試區除調查作物產量之外，對堆肥衍生之問題，例如雜草抑制、肥力改變、病蟲害發生、作物品質及生產效益等亦加以調查或測定。

## (二)堆肥用量試驗

試驗地點及田間操作均與前述試驗相同，而各年作物栽培種類如表 3 所示。堆肥用量處理，以化肥區施氮量的 0%、100%、200%、300%、400% 換算施用，並分別以代號 N0、N1、N2、N3、N4 表示，另以化肥區(CK)為對照，共六處理，每處理面積 0.05 公頃，合計 0.3 公頃。各期作的堆肥用量，除了 92 年春作及夏作減半施用外，其餘各作均按處理施用。各期作施用的堆肥種類，90 年春作為 MA 堆肥，90 年夏作及秋作為 MD 堆肥，91 年春作 MA 堆肥，91 年秋作 MB 堆肥，92 年春作及夏作 MC 堆肥，92 秋作 MB 堆肥，93 年春夏秋作均為 MC 堆肥，94 年春作 MD 堆肥，94 年夏秋作及 95 年春作 MA 堆肥。試驗期間的各項調查，亦同前述試驗。

## 二、田間操作

### (一)春作

水稻於民國 90 年、91 年、92 年、93 年及 95 年春作種植，共五年。供試品系分別為台稉 5 號、台稉 5 號、高雄 144 號、高雄 145 號、高雄 145 號，其生育日數為 118 天、108-119 天、123 天、106 天、116 天。91 年因 CK 及 MC 區生育茂盛晚熟，延後採收但遇雨倒伏，其餘各區生育正常。另外，95 年收穫期遇梅雨，MD 區 20% 半倒，MC 區 50% 全倒，其餘正常。生

育期間病蟲害非農藥防治次數，各年分別為 2、1、0、0、1 次。蔬菜於 94 年春作定植甘藍(初秋)及白花椰菜，甘藍生育日數 62-76 天，分四次採收，花椰菜生育日數 62-76 天，亦分四次採收，定植後二星期下雨浸水受害，追施液肥六次(20 L/0.05 ha 稀釋 25 倍)，生育期間非農藥防治五次，灌水四次，人工除草一次。

### (二)夏作

黃秋葵於民國 90 年及 92 年種植，供試品系為清福。其中 92 年僅於堆肥用量區種植，且堆肥用量均減半施用。90 年黃秋葵於 6 月 28 日定植，8 月 2 日 MC 區率先採收，生育日數 35-92 天，採收次數 21-29 次。92 年於 6 月 16 日定植，生育日數 37-97 天，採收次數 30 次。生育期間人工除草二次，非農藥防治二次。水稻於 91 年、92 年、93 年及 94 年種植，其中 91 及 92 年為堆肥種類區，93 及 94 年為堆肥用量區。供試品種分別為台私 2 號、台稔 2 號、高雄 145 號、高雄 145 號。生育日數為 93 天、111 天、106 天、104 天。生育期間病蟲害非農藥防治次數，各年分別為 4、2、7、4 次。田菁於 91 年、93 年及 94 年種植，91 年為堆肥用量區，93 年及 94 年為堆肥種類區。田菁種子用量均為 100 kg/ha，撒播，不施肥。生育日數分別為 66 天、89 天、78 天，其中 94 年生育初期發生水害，發育不良。各期作田菁於產量調查後，隨即整地混入土中。

### (三)秋作

蔬菜於民國 90 年、91 年、92 年、93 年及 94 年種植。供試蔬菜種類分別為甘藍及大頭菜、甘藍、甘藍及大頭菜、大頭菜及甜玉米、大頭菜及結球萵苣。甘藍於 90 年、91 年及 92 年種植，供試品種為初秋，生育日數 67-77 天、66-84 天、63-90 天，分 3-5 次採收，其中 91 年因各處理成熟期差異很大，採收時以適收者為對象，其餘各年均為全面採收，生育期間非農藥防治 5-8 次，黃色粘板一次，中耕除草一次，人工除草一次。大頭菜於民國 90 年、92 年、93 年及 94 年種植，生育日數 54-59 天、46-61 天、43-51 天、56-63 天，分 3-4 次採收，非農藥防治 2-5 次。甜玉米於 93 年種植，供試品系為華珍，生育日數 97-114 天，分三次採收，先採主穗而後採副穗，中耕除草二次，非農藥防治二次。結球萵苣於 94 年種植，生育日數 62-69 天，採收三次，人工除草一次，非農藥防治四次，黃色粘板二次。以上非農藥防治資材主要是蘇力菌、釀造醋及苦楝油。

表 1. 試驗前土壤剖面肥力

Table 1. Soil fertility before trial

深度 cm	pH 1:1	OM g/kg	TN mg/kg	NO <sub>3</sub> -N mg/kg	NH <sub>4</sub> -N mg/kg	P mg/kg	K mg/kg
0-15	6.90	16.5	1359	12	19	98	66
15-30	7.31	9.4	775	20	11	72	61
30-60	7.59	4.7	499	3	4	29	50
60-90	8.05	4.9	586	8	7	16	56
90-120	7.98	4.9	613	7	5	13	76

表 1. (續)

Table 1. (continued)

深度 cm	Ca g/kg	Mg mg/kg	Na mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Cr mg/kg
0-15	0.4	148	13	7	10	0.4
15-30	0.3	106	8	5	7	0.2
30-60	0.2	66	9	2	8	0.2
60-90	0.3	106	9	2	8	0.2
90-120	0.4	106	16	2	7	0.1

表 2. 試驗用堆肥化學組成

Table 2. Chemical component of test composts

堆肥	pH	EC	OM	TN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	1:5	mS/cm	%	g/kg	mg/kg	mg/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
MA-1	6.75	7.6	51	17.2	859	208	8.7	27.2	8.6	7.0	7779	166	52	205
MA-2	7.35	5.4	55	31.4	2204	579	13.6	14.4	49.5	3.0	15297	580	11	569
MB	8.72	5.5	57	11.6	201	35	7.4	31.5	6.5	16.6	25256	212	28	222
MC-1	7.54	15.6	65	45.6	240	298	9.0	25.4	53.2	12.3	2653	76	16	45
MC-2	7.54	2.25	70	20.1	185	251	9.7	30.7	78.1	19.1	31266	1054	79	316
MD-1	7.82	16.4	77	41.7	1951	27	20.9	10.7	58.6	8.2	1208	368	110	476
MD-2	5.94	17.2	65	29.0	7888	55	5.1	22.5	13.7	4.9	6520	150	10	150

表 3. 各年作物栽培系統

Table 3. Cropping system of each year

輪作 系統	90年			91年			92年			93年			94年			95年
	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春
種類區	水稻-秋葵-蔬菜	水稻-水稻-蔬菜	水稻-水稻-蔬菜	水稻-水稻-蔬菜	水稻-水稻-蔬菜	水稻-水稻-蔬菜	水稻-田菁-蔬菜	水稻-田菁-蔬菜	水稻-田菁-蔬菜	水稻-田菁-蔬菜	蔬菜-田菁-蔬菜	蔬菜-田菁-蔬菜	水稻			
用量區	水稻-秋葵-蔬菜	水稻-田菁-蔬菜	水稻-田菁-蔬菜	水稻-秋葵-蔬菜	水稻-秋葵-蔬菜	水稻-秋葵-蔬菜	水稻-水稻-蔬菜	水稻-水稻-蔬菜	水稻-水稻-蔬菜	水稻-水稻-蔬菜	蔬菜-水稻-蔬菜	蔬菜-水稻-蔬菜	水稻			

## 結果與討論

### 一、對水稻之影響

#### (一)產量

各期作水稻成熟後，以機械採收，並置於烘乾機，以 38-40°C 乾燥調製，至含水量降至 14% 後停火冷卻稱重，各處理的產量變化，如表 4 及表 5 所示。

堆肥用量試驗的產量變化，如表 4 所示。五年春作的平均產量，化肥區 6.04 t/ha，無肥區 3.20 t/ha，堆肥區 N1-N4 處理分別為 5.01 t/ha、7.00 t/ha、7.42 t/ha、7.72 t/ha，稻穀產量以 N4 區最高。以化肥區為對照，無肥區減產 48%，N1 區減產 18%，N2-N4 區分別增產 15%、22% 與 27%。顯示春作稻穀產量隨堆肥用量增加而遞增，其增加幅度符合報酬遞減定律。93 年及 94 年夏作的平均產量，化肥區 3.84 t/ha，無肥區 3.55 t/ha，堆肥區 N1-N4 分別為 4.11 t/ha、5.51 t/ha、5.23 t/ha 與 4.75 t/ha，稻穀產量以 N2 區最高。以化肥區為對照，無肥區減產 8%，堆肥區 N1-N4 分別增產 7%、43%、36% 與 23%。顯示夏作稻穀產量以堆肥用量 N2 區為最高，之後隨堆肥用量增加而稻穀產量遞減。處理間各年度的變化與年平均變化大致符合。春作稻穀產量 91 年、92 年及 95 年均以 N4 區最高，而 90 年及 93 年則以 N3 區最高；夏作稻穀產量各年均以 N2 區最高。

堆肥種類試驗的產量變化，如表 5 所示。各堆肥區以 2N 施肥後，五年春作的稻穀平均產量，化肥區 5.78 t/ha，無肥區 3.40 t/ha，堆肥區 MA-MD 處理分別為 7.00、6.70、7.21 與 6.87 t/ha，稻穀產量以 MC 區最高。若以化肥區為對照，無肥區減產 42%，MA-MD 區分別增產 21%、15%、24% 與 18%。顯示不同種類的堆肥對春作水稻均有增產作用，只是效果略有不同。產量最高的 MC 堆肥區，由於五年來均使用相同品牌 MC-1，除 92 年降低用量為 1N 外，其餘各年施用量均為 2N，造成最佳增產效果的主要原因，可能是此堆肥中氮含量最高，而氮肥效應對春作水稻特別明顯。91 年及 92 年夏作的平均產量，化肥區 5.25 t/ha，無肥區 4.91 t/ha，堆肥區 MA-MD 分別為 7.02 t/ha、6.95 t/ha、5.73 t/ha 與 5.96 t/ha，以 MA 或 MB 區最高。若以化肥區為對照，無肥區減產 7%，堆肥區 MA-MD 分別增產 33%、32%、9% 與 13%。最高產量為 MA 或 MB 堆肥區，而 MA 堆肥 91 年及 92 年分別為牛糞堆肥及豬糞堆肥，MB 堆肥兩年均使用自製的作物殘體堆肥。由以上結果，顯示春作適用的堆肥種類是高氮含量堆肥，而夏作則適用低氮含量堆肥，此為水稻不同期作的生長特性。

不同期作水稻對氮效應的差異性，亦可由表 4 及表 5 無肥區的稻穀產量

得知。與化肥區的產量比較，無肥區春作減產 42-48%，而夏作僅減產 7-8%。顯然施肥效果，春作大於夏作；而夏作連續四年不施肥，產量仍高達 3.87 t/ha，且僅減產 7%，甚為特別。比較經濟效益，以堆肥區扣減無肥區產量，即為施肥增產值，則堆肥 N1-N4 區春作水稻的增產值分別為 1.81 t/ha、3.80 t/ha、4.22 t/ha 與 4.52 t/ha；以稻谷碾白率 68%及白米每公斤 80 元計算，每公頃收入可分別增加 9.8 萬元、20.7 萬元、23.0 萬元及 24.6 萬元。若扣除堆肥成本以每公斤氮 300 元計算(每公斤堆肥 6 元，含 20 g/kg 氮量)，則每公頃增加 1N 的堆肥成本為 3.6 萬元，以此推算施肥效益，N1-N4 區分別為 6.2 萬元、13.5 萬元、12.2 萬元及 10.2 萬元。因此，春作以 N2 施肥經濟效益最大。同樣的算法，夏作的施肥效益，N1、N3、N4 區分別為負值，僅 N2 區獲得效益每公頃增加 3.5 萬元。若再扣除施肥及搬運等工資，則淨收益更低，因此，夏作以不施肥的經濟效益較穩定。

表 4. 堆肥用量對水稻產量之影響

Table 4. Effects of compost rates on rice yield

處理	水稻產量(t/ha)								相對產量(%)							
	90春 <sup>1</sup>	91春 <sup>1</sup>	92春 <sup>2</sup>	93春 <sup>3</sup>	95春 <sup>4</sup>	93夏 <sup>5</sup>	94夏 <sup>6</sup>	90春	91春	92春	93春	95春	93夏	94夏		
CK	6.18	7.00	5.57	5.93	5.55	3.55	4.14	100	100	100	100	100	100	100		
N0	3.69	3.09	2.92	3.48	2.86	3.23	3.87	59	44	52	59	52	91	93		
N1	4.89	5.24	5.66	4.81	4.49	4.03	4.20	79	75	102	81	81	114	101		
N2	7.25	6.71	7.38	7.94	5.75	6.04	4.98	117	96	132	134	104	170	120		
N3	7.86	7.05	7.64	8.38	6.20	5.57	4.89	127	101	137	141	112	157	118		
N4	6.65	8.73	8.38	8.23	6.63	5.26	4.25	107	125	150	139	119	148	103		

\*堆肥種類:1.MA1堆肥 2.半量MC1堆肥 3.全量MC1堆肥 4.MA1堆肥 5.MC2堆肥 6.MA1堆肥

\*水稻品種:1.台梗5號 2.高雄144號 3.高雄145號 4.高雄145號 5.高雄145號 6.高雄145號

表 5. 堆肥種類對水稻產量之影響

Table 5. Effects of compost types on rice yield

處理	水稻產量(t/ha)								相對產量(%)							
	90春 <sup>1</sup>	91春 <sup>1</sup>	92春 <sup>2</sup>	93春 <sup>3</sup>	95春 <sup>3</sup>	91夏 <sup>4</sup>	92夏 <sup>5</sup>	90春	91春	92春	93春	95春	91夏	92夏		
CK	6.46	6.62	5.83	4.27	5.74	5.90	4.61	100	100	100	100	100	100	100		
M0	4.13	3.75	2.89	3.52	2.75	5.43	4.39	63	57	50	82	48	92	95		
MA	7.97	7.87	6.30	6.55	6.34	7.46	6.58	123	119	108	153	110	126	143		
MB	7.76	8.25	5.67	6.05	5.78	7.53	6.37	120	125	97	142	101	128	137		
MC	8.85	6.77	7.13	6.29	7.02	5.92	5.54	136	102	122	147	122	100	120		
MD	7.45	7.61	6.42	5.24	7.65	6.16	5.77	115	115	110	123	133	104	125		

\*水稻品種:1.台梗5號 2.高雄144號 3.高雄145號 4.台秈2號 5.台梗2號

\*92春:MC區堆肥用量減半

\*乾谷水分含量為13%

## (二)米質

91年、92年及93年稻米食味品質，經以 Kett AN-700 食味分析計測定後，如表 6 及表 7 所示。測定儀器的食味品質，以 85 分為滿分，分數愈高食味愈佳。各年度的平均測定結果，91 年夏作 72.5 分，92 年夏作 74.2 分，93 年春作 81.3 分。春作 81.3 分優於夏作平均 73.3 分，食味品質春作優於夏作，但此與種植的水稻品系亦可能有關。各年度種植的品系分別為台秈 2 號、台粳 2 號、高雄 145 號。比較各處理間的差異，91 年夏作、92 年夏作及 93 年春作，無肥區分別得 77 分、76 分、84 分，均居當年度各處理之冠；而 MC 或 MB 區分數最低，三年分別得 63 分、71 分、76 分，顯然處理間的米質仍有差異。若比較食味分數與各項測定性狀之相關性，則顯示食味品質與稻米蛋白質含量有顯著的負相關，三年的結果均一致，食味最佳的無肥區，稻米蛋白質含量三年分別為 6.4%、5.9%、4.4-4.5%，均為當年各處理的最低，而食味最差的 MC 或 MB 區，蛋白質含量三年分別為 8.2%、6.9%、5.2-5.9%，為當年各處理的最高。其他測定性狀，直鏈澱粉及脂肪酸含量，對食味品質之影響，各期作間的效果不一致，無法證實其對米質之影響。另外，比較稻米蛋白質含量與堆肥用量間的相關性(表 7)，顯示堆肥用量增加時，稻米蛋白質含量除 N1 區由 4.5% 增加至 5.2% 外，其餘處理均保持於 4.8-4.9%，並未隨之變化，顯示增施的堆肥，並未反應於稻米蛋白質含量。但若與同期堆肥種類的 MC 區比較，兩者水稻品種相同，施用的堆肥亦相同，但稻米蛋白質含量卻增加至 5.9%，顯示兩者間的耕作制度不同，前作的施肥種類不同，會影響稻米的蛋白質含量。綜合本分析結果，米質食味的主要影響因素為蛋白質含量，而影響蛋白質含量的因素，尚有水稻品系、種植期作、耕作制度、堆肥種類及堆肥用量等。

表 6. 91 年及 92 年夏作水稻糙米米質分析

Table 6. Quality analysis of brown rice during 2002~2003

處理	91 年*				92 年*				
	蛋白質 <sup>1</sup> %	直鏈澱粉 %	水分 %	評分	蛋白質 <sup>1</sup> %	直鏈澱粉 %	脂肪酸 KOH mg/100 g	水分 %	評分
CK	6.5	19.0	12.3	76	5.9	19.0	13.9	14.4	76
M0	6.4	19.0	12.8	77	5.9	18.9	13.3	14.0	76
MA	6.6	19.0	12.8	76	6.2	19.2	15.7	14.4	74
MB	6.6	19.1	12.7	75	6.9	19.3	15.8	15.4	71
MC <sup>2</sup>	8.2	20.2	11.8	63	6.2	18.9	14.0	14.0	75
MD	7.5	19.8	11.6	68	6.4	19.0	14.6	13.7	73

<sup>1</sup>已換算成含水量為 15% 之蛋白質含量<sup>2</sup>92 年施氮量以 N1 計

水稻品種:91 年台秈 2 號, 92 年台粳 2 號



表 7.93 春作水稻糙米米質分析

Table 7. Quality analysis of brown rice in the spring of 2004

堆肥 用量	蛋白質 <sup>1</sup> %	直鏈 澱粉 %	脂肪酸 KOH mg/100 g	水分 %	評分	堆肥 種類	蛋白質 <sup>1</sup> %	直鏈 澱粉 %	脂肪酸 KOH mg/100 g	水分 %	評分
CK	4.8	20.6	16.5	13.3	82	CK	5.7	20.6	21.8	14.0	77
N0	4.5	20.5	22.4	13.3	84	M0	4.4	20.6	22.2	13.3	84
N1	5.2	19.4	16.5	13.8	80	MA	4.5	21.3	25.7	13.2	84
N2	4.9	19.4	17.3	14.0	82	MB	4.6	20.5	22.7	13.1	83
N3	4.8	20.4	22.2	13.6	82	MC	5.9	21.1	23.2	14.3	76
N4	4.9	19.8	19.2	13.6	82	MD	5.1	19.7	18.4	13.4	80

<sup>1</sup>已換算成 15%含水量之蛋白質含量 \*堆肥用量區施 MC1 堆肥 水稻品種高雄 145 號

## 二、對蔬菜之影響

### (一)夏作黃秋葵

種植黃秋葵主要原因是適時適作，容易栽培，病蟲害少，且具有保健功能，是夏季有機蔬菜生產上不可或缺的作物。施肥對 90 年及 92 年黃秋葵產量之影響，如表 8 所示。夏作黃秋葵對施肥的反應鈍感，二年三期作的平均產量化肥區為 6.09 t/ha，無肥區為 5.21 t/ha，不施肥減產 15%，其中 90 年平均減產 5%，92 年減產擴大為 26%。反觀堆肥區減產更為嚴重，90 年用量區施用 MD 堆肥，N1-N4 區的產量分別為 2.96 t/ha、3.49 t/ha、3.76 t/ha 及 2.78 t/ha，比無肥區的 5.42 t/ha 減產達 30-49%。而同期的堆肥種類區，除 MC 區產量高達 6.59t/ha，比化肥區增產 41%外，其他堆肥種類 MA、MB 及 MD 區均比化肥區減產 26-46%，甚至比無肥區減產 18-40%。堆肥區減產的原因不明，除了肥效不如化肥之外，必然有其他不利的因素存在，導致比無肥區更低產，其中的關鍵，也許與堆肥品質有關。低產堆肥區的植株症狀主要是莖幹細弱，植株矮小，分枝數低。92 年的用量區改施價格較貴且品質較佳的 MC 堆肥，各區植株生長明顯改善，且產量可達 6.05-7.00 t/ha，單株果穗數亦達 36-41 條，表現比 90 年各試區優良，而各處理間以 N4 區產量最高，比無肥區增產 16%，但仍比化肥區減產 14%。顯然同樣是 MC 堆肥，92 年的效果不如 90 年的顯著。比較兩年的結果，顯示施用堆肥對夏作黃秋葵的增產效益不太，可以考慮不必施用堆肥，而年度間堆肥的表現差異，生長環境的變動因素，亦是影響原因之一。

表 8. 堆肥種類與用量對夏作黃秋葵產量之影響

Table 8. Effects of compost types and rates on the yield of summer okra

堆肥 用量	90年				92年				堆肥 種類	90年			
	單株 條數	單條重 g	產量 t/ha %		單株 條數	單條重 g	產量 t/ha %			單株 條數	單條重 g	產量 t/ha %	
CK	30.2	16.2	5.41	100	43.6	17.8	8.19	100	CK	29.5	15.6	4.69	100
N0	33.7	14.6	5.42	100	35.8	15.8	6.02	74	M0	26.2	14.2	4.21	90
N1	18.2	14.6	2.96	55	36.1	15.5	6.05	74	MA	22.5	13.6	3.49	74
N2	22.4	14.2	3.49	65	36.2	16.0	6.10	74	MB	17.6	13.5	2.53	54
N3	23.9	14.4	3.76	70	38.9	16.3	6.39	78	MC	38.7	14.6	6.59	141
N4	11.1	13.1	2.78	51	40.5	17.1	7.00	86	MD	17.6	13.8	2.59	55

\*堆肥用量區:90年施用MD1堆肥 92年施用半量MC1堆肥

## (二)秋作大頭菜

秋作是蔬菜生產的主要季節，本期作供試的蔬菜種類，有大頭菜、甘藍、甜玉米及結球萵苣等四種。由於各種蔬菜對施肥的反應大致一致，因此，謹以種植次數最多的大頭菜加以敘述。施肥對大頭菜產量的影響，如表 9 及表 10 所示。

堆肥用量試驗的產量變化，如表 9 所示。秋作大頭菜對化肥的反應非常明顯，90 年、92 年、93 年及 94 年的平均產量，化肥區為 31.1 t/ha，無肥區為 10.3 t/ha，不施肥時減產幅度高達 61-78%。各年度的產量表現，可分為二群，90 年及 92 年屬於高產群，93 年及 94 年屬於低產群，高產群平均產量，無肥區、堆肥區及化肥區分別為 15.0t/ha、25.8t/ha 及 38.9t/ha，而低產群則為 5.7t/ha、7.2t/ha 及 23.4t/ha。造成高低產差異的主要原因，是前作的栽培環境不同，高產群的前作是種植旱作黃秋葵，而低產群的前作是種植水稻，前作水田或旱田的土地利用方式，造成後作土壤理化性質的差異，進而影響後作大頭菜的產量。堆肥區與化肥區的產量比較，除了 90 年的 N2 及 N3 區比化肥區增產 12% 及 10% 外，其餘各區產量均低於化肥區 26%-96%，顯示經連續四年施用堆肥後，堆肥各區的生產力仍無法趕上化肥區。此與水稻顯著的增產效果比較，有迥然不同的反應。查看 90 年 N2 及 N3 區大頭菜生長，堆肥區優於化肥區的原因可能有二，其一是施用高氮的 MD2 粕類堆肥，其土壤中無機態的銨態氮含量達 7888 mg/kg，其二是前作的土地利用方式為旱田。究竟此兩者何者為主要原因，相互的關連性為何，仍有待釐清。可惜在堆肥用量試驗中，並未施用到最高氮含量的 MC1 堆肥，否則試驗結果將更為明確。

表 9. 堆肥用量對秋作大頭菜產量之影響

Table 9. Effects of compost rates on the yield of autumn kale turnip

處理	單株生物重(g/pl)				生物產量(t/ha)					相對產量(%)				
	90年	92年	93年	94年	90年	92年	93年	94年	平均	90年	92年	93年	94年	平均
CK	996	1334	629	873	34.1	43.6	18.9	27.8	31.1	100	100	100	100	100
N0	401	517	157	231	13.1	16.9	4.2	7.1	10.3	38	39	22	26	33
N1	730	722	128	242	25.3	23.5	3.4	7.5	14.9	74	54	18	27	47
N2	1117	722	26	429	38.3	23.2	0.8	13.2	18.9	112	53	4	47	60
N3	1117	590	148	391	37.6	19.0	4.5	12.3	18.4	110	44	24	44	59
N4	797	506	196	318	24.8	15.0	6.0	9.8	13.9	72	34	32	35	44

\*施用堆肥種類:90年MD2 92年MB 93年MC2 94年MA1  
前作: 90年及92年黃秋葵 93年及94年水稻

堆肥種類試驗的產量變化，如表 10 所示。前作的土地利用方式，夏作 92 年為水稻，93 年及 94 年為旱作田菁。同前所述，秋作大頭菜產量，前作旱作區遠高於前作水稻區，亦即大頭菜產量 93 年及 94 年均顯著高於 92 年，再次證實前作的土地利用方式確能影響後作的生產力。至於高氮含量堆肥是否比化肥區增產，答案亦是肯定的。不論前作是水田或旱田，在施用高氮含量堆肥後，大頭菜產量堆肥區均能顯著高於化肥區。92 年的 MC 區及 MD 區比化肥區分別增產 51% 及 6%，而 93 年的 MA 區及 MD 區比化肥區分別增產 30% 及 10%，僅 MC 區因改施含氮量較低的 MC2 堆肥，而無法增產，MB 區則因堆肥氮含量最低，亦無增產；94 年各堆肥區均顯著增產，堆肥的緩效性及累積性開始表現，MA 區-MD 區分別比化肥區增加 18%、32%、16% 及 22%。

表 10. 堆肥種類對秋作大頭菜產量之影響

Table 10. Effects of compost types on the yield of autumn kale turnip

處理	單株生物重(kg/pl)			生物產量(t/ha)				相對產量(%)			
	92年	93年	94年	92年	93年	94年	平均	92年	93年	94年	平均
CK	690	1094	828	22.1	33.9	26.3	27.4	100	100	100	100
M0	223	371	465	7.1	11.8	14.9	11.3	32	35	57	41
MA	225	1359	955	7.1	44.0	31.1	27.4	32	130	118	100
MB	86	852	1071	2.8	26.1	34.8	21.2	13	77	132	77
MC*	936	921	969	33.5	29.4	30.4	31.1	151	87	116	113
MD	736	1144	1006	23.3	37.4	32.1	30.9	106	110	122	112

\*施用堆肥種類及用量:92年MC1(2N) 93年MC2(2N) 94年MC1(2N)  
前作: 92年水稻 93年及94年田菁

綜合以上，堆肥用量及種類試驗，夏作種植水稻，秋作施用化肥時大頭菜產量可達 18.9 t/ha-27.8 t/ha，但若僅施用堆肥時，則產量表現不穩定。大部分堆肥不論用量多少，均嚴重減產，僅施用高氮含量堆肥才有增產的可能。而夏作種植旱作物，不論是黃秋葵或綠肥田菁，秋作大頭菜化肥區產量可達 26.3 t/ha-43.6 t/ha，顯著高於前作水稻區。此時若施用堆肥，則產量表現較為穩定，大部分堆肥均可增產，並以 2N 區產量最高，可達 26.1 t/ha-44.0 t/ha。但若施用低氮堆肥，仍會造成減產，且用量增加亦無法增產，需經長期施用後，堆肥的養分累積效果出現，最後仍可增產。比較大頭菜的施肥經濟效益，以 N2 區為推薦用量區，扣除無肥區的產量後，增產值為 6.3 t/ha-32.2 t/ha。若以大頭菜收穫指數 62% 及鮮球果每公斤 10 元計算，每公頃收入可增加 3.9 萬元-20 萬元。扣除堆肥成本每公頃 7.2 萬元後，大頭菜增產量需達 12 t/ha 以上時，才有淨收益。在此種情況下，實施旱田輪作系統，並配合選用高氮含量堆肥即可容易達成。

### 三、前作土地利用之影響

為了進一步釐清夏作種植水稻或旱作物，以及旱作物田菁及黃秋葵，對秋作蔬菜生產之影響，再將另一種蔬菜作物甘藍的施肥反應，整理如表 11 所示。秋作甘藍的前作物，91 年為夏作水稻及田菁，92 年為夏作水稻及黃秋葵。甘藍化肥區的氮推薦用量為 300 kg/ha，高於大頭菜的 120 kg/ha。堆肥區的氮用量為 2N，相當於施用全氮量 600 kg/ha，施用的種類為 MB 堆肥，係屬於低氮含量堆肥，為由研究人員自行利用有機農場的作物殘體，經四個月高溫醱酵及後熟後製作完成者。

不同前作物對秋作甘藍產量之影響，如表 11 所示。同前述大頭菜，當前作種植旱作物時，均比種植水稻顯著對後作甘藍增產，增產率化肥區為 40%-50%，堆肥區為 23%-158%，無肥區為 147%-214%。增產率以無肥區最高，堆肥區次之，化肥區最低。顯示在傳統水旱田輪作的模式下，作物對養分的吸收能力，以化肥區最低，無肥區最高，堆肥區居中但其變異性最大。化肥區的養分吸收率最低，說明化肥區的養分供應量過剩，為避免養分流失，應合理化及效率化施用化肥。堆肥區的養分吸收率，介於化肥區與無肥區之間，說明堆肥區的養分供應力仍不如化肥區，作物的養分可能介於充足與缺乏之間。而堆肥區的變異性大，顯示堆肥養分的利用率有極大的差異。在適當的環境下，養分的供應可能比化肥區強，但在不良的環境下，甚至低於無肥區。而影響堆肥養分供應力的因素，有季節、作物種類、土地利用、微生物相、堆肥種類及累積量等。

一般而言，水旱田輪作的主要目的是要降低田間病蟲害的發生。由表 11

的甘藍病蟲害發生率，顯示甘藍經由非農藥防治後，已可達經濟穩定生產目標，單球果重最高可達3公斤。前作水稻區，91年甘藍病害及蟲害平均發生率分別為1.2%及1.0%，而前作田菁區，發生率分別為10.6%及6.4%，略高於前作水稻區，證實在水旱田輪作模式下病蟲害發生率會降低。至於92年，不論前作為水稻或黃秋葵，均沒有病蟲害發生。值得注意的是，病害發生率亦與施肥有關。91年早田輪作區甘藍發病率，化肥區22.9%，堆肥區7.2%，無肥區1.8%。顯示長期施用堆肥後，可以增加土壤活性，並降低土壤病害發生率。

於水旱輪作田生產有機甘藍，並以堆肥替代化肥，對需肥量較大的甘藍作物，若僅施用低氮含量的堆肥，養分恐會不足，造成產品不合格率增加。因此，若配合實施純早田輪作制度，提高土壤養分礦化量，則有機甘藍的單球果重將可達1.8-2.3公斤，可符合市場的需求。至於早田輪作系統中，夏季作物究竟是綠肥田菁或黃秋葵，何者為佳，經查甘藍增產率，91年田菁區的堆肥增產率為0%，而92年黃秋葵區的堆肥增產率為44%。因此，以經濟效益考量，仍以種植黃秋葵為佳。

表 11. 前作土地利用方式對秋作甘藍產量之影響

Table 11. Effects of land usage of previous crop on the yield of autumn cabbage

處理	前作*	單株重(kg/pl)		生物產量(t/ha)		夜盜虫(%)		軟腐病(%)	
		91年	92年	91年	92年	91年	92年	91年	92年
CK	水稻	1830	2175	55.4(100)	73.7(100)	2.2	0	0.9	0
	旱作	2436	3004	83.6(150)	103.5(140)	8.4	0	22.9	0
M0	水稻	667	600	20.7(100)	20.7(100)	0.8	0	0.8	0
	旱作	1846	1490	65.0(314)	51.3(247)	1.9	0	1.8	0
MB <sup>1</sup>	水稻	1605	831	53.0(100)	28.6(100)	0.0	0	1.8	0
	旱作	1848	2308	65.2(123)	73.8(258)	8.8	0	7.2	0

\*旱作:91年田菁 92年黃秋葵

#### 四、對土壤肥力之影響

土壤經過六年的試驗後(96年8月採樣)，各試區表土的肥力分析結果，如表12及表13所示。表12顯示，長期施用堆肥後，土壤性質會有明顯的改變，其中土壤EC值、有機質含量、全氮、有效性磷、有效性鎂及有效性鈉等，均隨堆肥用量增加而增加。以推薦施肥的N2堆肥區為例(表13的MA、MB、MC及MD處理)，經六年連續施用各種堆肥後，與無肥區比較每年約

增加土壤 EC 值 0-0.003 mS/cm，有機質含量 2.1-5.7 g/kg，全氮 83-250 mg/kg，有效性磷 1.7-6.7 mg/kg，有效性鎂 2.7-12.7 mg/kg，有效性鈉 0.8-2.3 mg/kg。以影響作物生長最重要的全氮量來計算土壤的氮收支，每年增加的土壤全氮量為 83-250 mg/kg，約相當於全年增加土壤氮量 166-500 kg N/ha，而每年施用的堆肥氮量平均為 867 kg N/ha，以此換算成殘留於土壤的氮比率，每年為 19%-58%。換言之，大約有 42%-81%的氮被消耗掉，包括作物吸收、氣體揮發、地下淋洗或生物脫氮作用等。堆肥氮殘留於土壤比率的多寡，與施用的堆肥種類有關。畜牧糞類堆肥(MA)與植物性堆肥(MB)較高，約 54-58%，而粕類堆肥(MD)與功能性堆肥(MC)較低，約 19-39%。其他的土壤性質，土壤 pH 值並未隨堆肥用量增加而增加，各堆肥種類區的土壤 pH 值亦無顯著差異，但與土地的利用方式有關，堆肥區的水田土壤 pH 值為 6.72-7.23，而旱作田菁區的 pH 值升高為 7.21-7.54，此與水田土壤 pH 值趨向於中性有關。值得注意的是，無肥區的土壤 pH 值高達 7.55-7.97，而相對應的鹽基指標 EC 值、鈣、鎂、鉀、鈉等含量並未增加。此外，畜牧糞類堆肥(MA)對土壤鋅含量亦有增加現象，且已超出有機田土壤的上限值，實施有機農法者應加以注意。

表 12. 各試區試驗後表土肥力分析(水稻土壤)

Table 12. Soil fertility after trial of compost rates

處理	pH	EC	OM	TN	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Na
(1:1)	mS/cm	---	g/kg---	---	mg/kg---	g/kg	---	---	---	mg/kg---	---	---	---
CK	6.42	0.19	23.3	0.9	45	39	1.7	101	912	51	5.7	5	34
N0	7.55	0.20	18.0	0.9	30	34	2.3	121	959	58	5.8	5	41
N1	6.93	0.12	30.5	1.3	38	46	2.2	130	875	76	5.7	9	43
N2	7.23	0.11	44.0	1.7	60	104	2.8	181	1060	70	6.6	22	55
N3	6.72	0.23	45.3	2.1	65	98	2.6	183	612	74	4.2	22	57
N4	6.78	0.30	48.1	2.4	71	80	2.8	196	593	74	3.4	14	62

表 13. 各試區試驗後表土肥力分析(田菁土壤)

Table 13. Soil fertility after trial of compost types

處理	pH	EC	OM	TN	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Na
(1:1)	mS/cm	---	%---	---	ug/g---	g/kg	---	---	---	ug/g---	---	---	---
CK	7.56	0.08	1.76	0.07	44	45	2.1	114	669	147	5.2	5	26
M0	7.97	0.10	1.52	0.06	42	37	2.9	131	578	120	5.2	5	26
MA	7.22	0.11	4.92	0.21	82	84	3.8	207	487	102	5.6	31	40
MB	7.43	0.12	4.22	0.20	63	87	4.2	193	561	125	7.3	24	36
MC	7.21	0.10	2.96	0.11	63	61	2.7	147	685	147	5.7	11	31
MD	7.54	0.11	2.77	0.16	52	53	3.6	197	574	144	4.3	10	37

### 參考文獻

1. 王銀波. 2001. 永續農業之發展. 永續農業第一輯 作物篇 P.11-15. 中華永續農業協會。
2. 王銀波、黃山內、趙震慶. 1995. 有機農耕法作物養分吸收及殘留之評估. 中華農業會報新 173: 103-119.
3. 王鐘和、丘麗蓉、林毓雯. 2006. 蔬菜水稻輪作田不同肥料施用法對氮磷鉀吸收率及產量之影響. 第六屆海峽兩岸土壤與肥料學術交流研討會論文集 P.663-664.
4. 安寶貞. 作物病害之非農藥防治技術. 永續農業第一輯 作物篇 P.197-206. 中華永續農業協會。
5. 周國隆、蔡永暉、邱永源. 1995. 豬糞堆肥用量對澎湖地區落花生生產力之影響. 高雄區農業改良場研究彙報 7:50-61.
6. 周恩存、蔡永暉、鍾仁賜. 2006. 十六年不同施肥管理後土壤之氮與磷劃份之變化. 第六屆海峽兩岸土壤與肥料學術交流研討會論文集 P.85-96.
7. 黃振文、鍾文全、黃鴻章. 無機與有機添加物防治植物病害. 永續農業第一輯 作物篇 P.217-227. 中華永續農業協會。
8. 徐華盛、蔡永暉. 2001. 不同農耕法及輪作系統之比較研究. 高雄區農業改良場研究彙報 12:37-54.
9. 張義宏、蔡永暉、鍾仁賜. 2006. 溫室中施用不同量有機質肥料對土壤微生物族群及酵素活性之影響. 第六屆海峽兩岸土壤與肥料學術交流研討會論文集 P.41-50.
10. 鄧耀宗、蔡永暉、劉英杰. 1998. 輪作體系在有機農法中之應用. 農業與生態平衡研討會專刊 P.26-46. 中華土壤肥料學會。
11. 蔡宜峰、陳清文. 1993. 施用牛糞堆肥對一般作物及土壤特性之影響. 臺中區農業改良場研究彙報 40:9-16.
12. 蔡永暉、黃依倫、趙震慶、鍾仁賜. 2006. The Response of Broccoli and Cabbage to Soils with different Fertilization Histories. 台灣農業化學與食品科學 44:416-424.
13. 蔡永暉、張耘誠、徐卉明. 2004. 施肥對設施有機蔬菜穩定生產及土壤性質之影響研究. 高雄區農業改良場研究彙報 15:13-31.
14. 蔡永暉、張耘誠、徐卉明、鍾仁賜. 2005. 設施內施用不同量有機肥料對土壤性質變遷及蔬菜氮吸收之影響. 中華農學會報 6:229-244.
15. 蔡永暉. 1993. 施用雞糞堆肥對轉作田土壤及作物氮素動態之影響. 高雄

- 區農業改良場研究彙報 5:49-61.
16. 蔡永暉. 2005. 有機農法之地力增進與作物生產. 有機肥料之施用對土壤與作物品質之影響研討會 P.1-17.
  17. 劉達修、王文哲、劉添丁. 1993. 數種非化學農藥防治在永續性農業害蟲防治上之應用. 永續農業特刊 32:187-200.
  18. 鍾仁賜、蘇俊郎、徐華盛、蔡永暉. 2001. 長期施用有機質肥料對作物生長及氮組成之影響. 農試所土壤肥料試驗彙報告 88:49-69.
  19. 鍾仁賜、曾日昌、徐華盛、蔡永暉. 2001. 經長期(十一年)不同施肥管理後之土壤對作物生長與養分吸收的影響. 有機肥料與合理化施肥研討會 P.37-40. 中華土壤肥料學會。
  20. 謝順景、謝慶芳、林景和、徐國男. 1992. 長期施用家畜禽排泄物堆肥對土壤及作物之影響. 農業資材對環境之影響研討會論文集 P.179-194.
  21. 謝順景. 2001. 各國永續農業之研究及推廣現況. 永續農業第一輯 作物篇 P.16-45. 中華永續農業協會。
  22. 羅幹成. 1997. 捕食性天敵在台灣的利用與展望. 昆蟲生態及生物防治研討會專輯 P.7-8.
  23. Chang E. H., R. S. Chung, Y. H. Tsai. 2007. Effects of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population. Japanese Society of Soil Sci. Plant Nutr. 53:132-140.
  24. Chung R. S., R. C. Shieh, H. S. Hsu and Y. H. Tsai. 2001. Nutrient released from soil after application of different fertilizers for 11 years in two rotation systems. Proceeding of 12<sup>th</sup> World Fertilizer Congress, 6 pages, Beijing.



## **Influence of Fertilization on Rotated Organic Rice and Vegetable**

Yuong-How Tsai<sup>1</sup>

### **Abstract**

The purpose of this experiment was to study the impact of long-term fertilizer application on the yields of organic farming crops under different farming management. The experiment was conducted at Ho Xing Organic Farm in Chi Nan branch, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station. The experiment has been carried out for five years, since spring 2001 to summer 2006. The farmlands were divided into two experimental groups, which are based on the types and the rates of compost. The types of composts are marked as M0, MA, MB, MC, and MD, on the other hands, the different application rates of composts is marked as N0, N1, N2, N3 and N4. Based on the recommendation rate of N of the crop planted, N1, N2, N3, and N4 represented one, two, three, and four times of recommendation rate of N, respectively. M0 and N0 are no fertilizer-treated plots and CK is chemical fertilizer treatment, respectively. The plot size was 0.05 ha without replication. The crops studied included a spring rice, a summer rice, a sesbania or an okra, and a autumn vegetable within one year. The result shows that the yields of spring rice of N4 treatment were the highest among different treatments. As for summer rice, the highest yield was found in N2 treatment. However, the economic profit of N2 spring rice was the highest, and that of summer rice of non-fertilizer treatment was the highest. Owing to high N content, the MC and MD composts were adequate for applying to spring crops. On the contrary, MA and MB that contain lower N are suitable for summer crops. There was a negative relationship between the taste and the protein content of the rice, and there was no significant relationship between the taste and the application rates of compost. However, there was a good relationship

---

<sup>1</sup>Researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station.

between the quality of rice and the planting seasons or crop species.

Generally speaking, the economic profit of summer okra lowered as composts were applied instead of chemical fertilizer. Therefore, compost is not recommended for this crop. The response of autumn cabbage and kale turnip to compost applied was significant. However, the degree of response was related to the previous farming management and the amount of N applied with the compost.

The yields of autumn vegetable were unstable after the summer rice. Compared with chemical fertilizer treatment, the yields of autumn vegetable of most compost treatments lowered significantly. Owing to the high N contents, MC and MD composts resulted in high yields of autumn vegetable. Instead of planting summer rice, planting okra or sesbania as summer crop resulted in rather stable yields of autumn vegetables. In general, most of compost treatments were able to increase the yields as compared with the chemical fertilizer treatment; furthermore, N2 treatment resulted in the highest yields and also economic profit. For each year, the percentages of compost N remained in the soil after harvesting in N2 treatment were related to the types of compost applied. Owing to high carbon content of MA and MB composts, 58% and 54% of N applied were remained in the soil after the harvesting of crops for MA and MB, respectively. In contrast, 19% and 39%, respectively, of N were remained in soil for MC and MD in which the C contents were low.

Key words: Organic farming, Composts, Rice, Vegetables