

台灣中部地區有機農法可行性之研究

謝慶芳 徐國男¹

摘 要

只要能夠適當地運用已經建立的一些現代化農業技術和經驗，在台灣中部地區推行有機農法是可行的，而且許多作物的產量和品質都會因而大幅提高，土壤肥力也可同時獲得改善。

一般堆肥與化學肥料比較，其肥效多數不高，但本試驗於薰炭添加綜合性微生物再與各種有機肥混合後即刻使用，作物產量多數超越慣行農法很多。此外有機區之土壤酸鹼度多數保持在中性，鹽分保持在1 mmhos/cm以下，有機質含量顯著高於慣行區，土壤中之磷鉀鐵錳鋅銅等營養元素含量多數較高，而鎳鉻鎘鉛等無用元素之增加則非常有限。有機區缺錳是一個普遍問題，不過因作物與有機肥種類不同而其缺乏程度有很大差別。有機產品之風味品質多數較慣行法栽培者好，一些金屬元素如錳、鋅、銅、鎳等常有較低現象。

有機區平時都以噴射多功能的糖醋液或糖木醋液為主，植株多數較為清爽健康。如果發生紋白蝶幼虫，縱捲葉虫，夜盜虫，螟虫等夜蛾類時使用蘇力菌防治多數有效，其他虫害和病菌則配合蒜頭、辣椒、菸葉、苦楝、苦艾、香茅、薄荷、酒精、煤油、梓腦油、微生物等一起使用以提高其防治效果。此外施用添加微生物之薰炭和木醋液等於土壤似乎對一些土壤病害有很好的防治效果。

有機農法的缺點是有機肥的成本較高，體積較為龐大，使用時操作較不方便，但如能靈活利用農場的自生廢棄物或一些綠肥作物，成本即可降低，另外配合機械化作業，工作就會變成非常簡單輕鬆。

關鍵字：有機農法、台灣中部、一般作物。

前 言

近二、三十年來由於化學肥料與化學農藥之濫用現象非常普遍，農產品的安全性已經引起許多消費者的疑慮，世界上有許多國家已經開始提倡有機農業或自然農法，鼓勵生產者避免使用化學肥料和化學農藥而盡量採用有機質培養地力並用自然方法防治病虫害，以生產安全性高而又具自然風味的食品。

本省的氣候高溫多濕，土壤有機質的分解相當快速，養分容易淋失，尤其病虫害特別多，所以在民國七十七年開始提倡有機農業的時候，許多人都抱著懷疑的眼光，有些人更認為在台灣的環境不用化學農藥栽培農作物是完全不可能。

¹台灣省台中區農業改良場。

在行政院農業委員會、台灣省政府農林廳及許多長官和學者專家的鼓勵與指導下，台中區農業改良場也抱著無比的勇氣和信心從民國七十七年開始在中部地區進行有機農業可行性之研究。主要目的是要瞭解長期實行有機農法對作物產量、品質和土壤之影響，其可行性又是如何，均需詳細探討，以供有意從事有機農法之農業界朋友參考。

材料與方法

本試驗是從民國八十一年開始在台中區農業改良場本場農場進行，土壤屬於粘板岩沖積砂質壤土，全部計有五個試驗。第一試驗甜椒有六個處理：1.慣行農法(按照慣行法使用化學肥料及化學農藥)，2.有機農法A(豬糞堆肥添加薰炭微生物)，3.有機農法B(雞糞堆肥添加薰炭微生物)4.有機農法C(薰炭微生物油粕肥)，5.有機農法D(微生物稻殼油粕肥)，6.有機農法E(微生物稻草油粕肥)，各有機處理都完全不使用化學肥料及化學農藥。化學肥料用量， $N-P_2O_5-K_2O=150-120-150$ kg/ha，按照標準方法分四次使用；有機肥都按氮150 kg/ha計算使用量，全部一次使用，甜椒品種為福瀾銘星，於81年9月25日播種，10月27日移植，生長期間噴射三次糖醋液防治病虫害，12月29日開始採收到1月15日止，其餘部分都予放棄。第二試驗甘藍也有六個處理：1.慣行農法，2.有機農法A(豬糞堆肥添加薰炭微生物)，3.有機農法B(雞糞堆肥添加薰炭微生物)，4.有機農法C(油粕肥)，5.有機農法D(薰炭微生物油粕肥)，6.有機農法E(微生物稻草油粕肥)，各處理化學肥料與化學農藥之使用與否都與甜椒試驗相同，但化學肥料用量， $N-P_2O_5-K_2O=360-80-150$ kg/ha，分三次使用；有機肥都按氮360 kg/ha計算使用量，全部當一次使用。甘藍品種採用初秋，於82年12月18日播種，83年1月19日移植。生長期間約每星期噴射蘇力菌一次以防治夜盜虫及紋白蝶幼虫等，4月8日採收。第三試驗落花生，第四試驗甜玉米，第五試驗水稻都有四個處理：1.慣行農法(按照慣行法使用化學肥料及化學農藥)，2.折中農法(有機肥與化學肥各半量，但不用化學農藥)，3.有機農法A(使用豬糞堆肥，不用化學農藥)，4.有機農法B(使用雞糞堆肥，不用化學農藥)，落花生化學肥料用量 $N-P_2O_5-K_2O=20-60-60$ kg/ha，有機肥都按氮20 kg/ha計算使用量，使用前備約與有機肥同體積之薰炭，添加黑糖與綜合性微生物各500倍之微生物液使其濕潤後，再與有機肥全面混合後施於播種溝，覆土後於82年7月28日播種，品種採用台南11號，10月29日採收。甜玉米化學肥料用量 $N-P_2O_5-K_2O=200-60-60$ kg/ha，有機肥都按氮200 kg/ha計算使用量，薰炭與微生物用法與落花生相同，播種前於畦心開溝施肥覆土後播種於兩邊，試驗品種採用哈妮236號，播種日期82年11月30日，生育中期灌施硫酸錳1000倍液二次，每次每分地用量約480公升，83年3月30日採收。水稻化學肥料用量 $N-P_2O_5-K_2O=140-60-60$ kg/ha，有機肥都按氮140 kg/ha計算使用量，採用台秈1號於83年4月15日插秧，8月1日採收。

以上各種作物都於生長後期或採收時採取植物體及其可食用部分化驗其礦物成分，另於田間調查其生長、產量、品質或病虫害發生情形，作物採收後即刻採取土壤化驗其土壤肥力。

本試驗所使用之有機肥都是自製的，由於每次購買的材料性質都會有一些變化，製造過程也無法完全精確一致，所以每次所製造有機肥之養分含量都有些微不同，下面是其中之一。

表一、試驗區所使用有機肥之養分含量。

Table 1. The nutrient contents of the organic manures used in the experiments (dry basis)

Organic manures	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Cd	Pb
	%						%							
1 ¹	2.18	1.66	1.60	1.44	1.54	0.45	2419	432	275	86	11	9.0	0.80	14
2	1.74	1.70	2.52	2.33	2.28	1.32	1589	517	396	25	12	10.0	2.15	22
3	4.47	2.47	1.12	0.38	2.58	0.50	306	86	77	10	4	1.6	0.81	5
4	4.36	2.53	1.14	0.94	2.03	0.47	289	78	65	14	3	1.8	0.72	7
5	3.41	1.29	1.21	0.28	1.77	0.40	658	146	62	9	6	2.4	0.60	8
6	3.10	1.26	1.72	0.30	2.14	0.45	694	312	59	8	7	2.8	0.90	6

¹1: hog manure compost, 2: chicken manure compost, 3: oil refuse, 4: oil refuse treated with microorganism, 5: oil refuse and rice hull treated with microorganism, 6: oil refuse and rice straw treated with microorganism.

²The figures in the table are the average of 4 replications.

結果與討論

甜椒(sweet pepper)

試驗結果顯示各有機農法區甜椒都有較高之株高，較大而較多之果粒，因而產量也極顯著增加(表二)，其中以處理3有機農法B增加77%最多，處理5有機農法D增加44%最少；根腐病各有機農法區都在2.0~2.6%之間，顯著低於慣行農法區之5.9%，軟腐病也有減少傾向，而毒素病則有增加傾向，但都未達到顯著水準，此一甜椒產量之大幅增加和根腐病之顯著減少，顯然是於有機肥添加綜合性微生物之連合效果。甜椒果實化驗結果(表三)，各有機農法區之甜椒鐵含量都顯著低於慣行農法區，錳和鎳含量都極顯著低於慣行農法區。採收期土壤化驗結果(表四)，各有機農法區之土壤鹽分為0.46~0.59 mmhos/cm，可萃取性鐵416~416 ppm，極顯著低於慣行農法之1.23 mmhos/cm及576 ppm；至於土壤pH、有機質、有效磷、鎂、鉀、錳、銅等則各有機農法區都顯著或極顯著高於慣行農法區。以上結果顯示，有機肥與綜合性微生

表二、甜椒生長與產量調查

Table 2. The growth and yield of sweet pepper

Treat-ments	Plant height	Average fruit weight	Average fruit length	Circumference of the fruit cross section	Fruit number /10m ²	Fruit yield	Index	Phytophthora blight	Soft rot	Virus
	cm	g	cm	cm		kg/10m ²	%	%	%	%
1 ²	48.2b**	85.0	14.3b**	15.6b**	133b**	11.3b**	100	5.9a*	38.9	2.0
2	57.0a	92.3	15.8a	18.4a	193a	17.8a	158	2.6b	32.4	3.4
3	57.4a	90.3	16.0a	18.7a	223a	20.0a	177	3.0b	35.4	3.6
4	54.7a	94.3	16.1a	18.2a	189a	17.7a	157	2.3b	37.5	2.4
5	57.2a	93.5	15.5a	17.9a	176ab	16.3a	144	2.2b	30.7	3.2
6	57.3a	95.5	16.0a	18.2a	186a	17.6a	156	2.0b	19.9	3.1

¹1: Conventional farming, 2:Combine rice hull charcoal with microorganisms in hog manure compost, 3: Combine rice hull charcoal with microorganisms in chicken manure compost, 4: Combine rice hull charcoal with microorganism in oil refuse, 5: Oil refuse and rice hull treated with microorganisms, 6: Oil refuse and rice straw treated with microorganism.

*and **: Significantly different at 5% and 1% levels by Duncan's multiple range test.

物適當配合使用，並酌量噴施糖醋液，不用化學農藥也可成功地栽培甜椒，其產量品質不但高於慣行農法區，土壤肥力也同時提升，土壤病害也可減少。

表三、甜椒果實之化驗結果

Table 3. Chemical analysis for the sweet pepper fruit

Treatments	N	P	K	%			ppm							
				Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Cd	Pb
1 ¹	3.22	1.01	6.15	0.102a**	0.36	0.40	234a*	63a**	48	17	11.3a**	1.3	1.07	3.4
2	3.20	1.11	6.62	0.095ab	0.44	0.46	85b	38b	53	21	5.8b	0.8	0.87	3.4
3	2.94	1.01	6.29	0.083ab	0.37	0.43	101b	31b	72	18	5.0b	1.3	0.87	3.4
4	3.19	10.2	6.09	0.083ab	0.37	0.45	108b	32b	51	17	5.5b	1.3	0.87	3.4
5	3.15	0.89	5.52	0.077bc	0.30	0.38	52b	24b	42	13	4.2b	0.8	0.87	3.4
6	3.32	1.09	6.51	0.063c	0.46	0.50	87b	36b	51	21	5.0b	1.0	1.00	3.4

¹* and **: See Table 2.

表四、甜椒採收期土壤之化驗結果

Table 4. Analysis for the soil sampled at the harvest of sweet pepper

Treatments	Soil texture	pH	EC	OM	Avail					Exchangeable					Extractable				
					P	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Cd	Pb		
1 ¹	SL	7.0b**	1.23a**	1.61c*	584c**	1695	234b*	86	107b**	576a**	45b**	15b**	3.0d**	1.5	0.2	0.21	3.8		
2	SL	7.6a	0.56b	2.12bc	769c	1508	238b	79	112b	460b	61a	30a	6.7a	1.3	0.3	0.28	3.8		
3	SL	7.7a	0.51b	2.67a	1530a	1810	340a	85	225a	416b	63a	30a	3.2cd	1.7	0.3	0.25	3.8		
4	SL	7.6a	0.56b	1.93bc	1320ab	1960	326a	84	241a	445b	64a	34a	4.1c	1.7	0.3	0.14	3.8		
5	SL	7.6a	0.59b	2.40ab	1369ab	1587	267ab	73	191a	424b	62a	30a	3.6cd	1.7	0.2	0.21	3.8		
6	SL	7.7a	0.46b	1.95bc	1113b	1745	288ab	78	185a	438b	64a	33a	5.3a	1.4	0.4	0.28	3.3		

¹* and **: See Table 2.

甘藍(cabbage)

在本試驗期間，鄰田飛來許多紋白蝶在甘藍植株上面產卵，但在一星期噴射一次蘇力菌情況下，田間甘藍都未受到明顯之夜蛾類為害，各有機農法區之甘藍產量都明顯高於慣行區，主要原因是各有機區之甘藍生長都較好，甘藍球都較大而且重，其中以雞糞堆肥添加微生物區產量最高，較慣行區增加35.1%，微生物稻草油粕肥區居次，產量增加30.5%，豬糞堆肥添加微生物區居三，增加22.7%，至於油粕肥區和微生物油粕肥區分別只增加15.7%和16.2%，未達到顯著水準，主要原因可能是該二處理一個未使用微生物，另一個雖然使用微生物但未使用纖維質材料，以致微生物無法發揮作用。甘藍球部化驗結果，各有機區之錳鋅含量都極顯著降低，鎳和鎘含量也有較低傾向。收穫期採取土壤樣品化驗結果，各有機區之土壤肥力都有較好現象；慣行區之pH4.3，屬於強酸性，各有機區之pH6.8~7.3，都屬於中性；各有機區之鹽分都在0.57~1.06 mmhos/cm之間，極顯著低於慣行區之2.38 mmhos/cm；各有機區之有機質含量在1.78~3.05%之間，極顯著高於慣行區之1.05%；至於營養元素方面，有機區除鐵極顯著降低外，其餘如磷、鎂、錳、鋅、銅都極顯著增加，鉀則只有雞糞堆肥添加微生物區極顯著增加，但該處理之鈉也極顯著增加。

此一結果顯示，有機肥與微生物適當配合使用，對有機肥效果之提升，作物產量之增加，土壤肥力之改進都有很大幫助。甘藍最容易發生之紋白蝶等夜蛾類，則使用蘇力菌即可有效防治。

表五、甘藍之生長與產量調查

Table 5. The growth and yield of cabbage

Treatments	Plant height	Average wt. per plant	Cabbage head height	Cabbage head diameter	Average wt. per head	Cabbage head yield	Index
	cm	kg	cm	cm	kg	kg/100m ²	%
1 ¹	31.0c**	2.06b**	12.4b**	18.8b*	1.39b**	370b**	100.0
2	34.2ab	2.39ab	13.9a	20.6a	1.66a	454a	122.7
3	34.0ab	2.57a	13.9a	20.1a	1.82a	500a	135.1
4	32.8bc	2.33ab	13.2ab	19.8a	1.65a	428ab	115.7
5	34.8ab	2.43a	13.1ab	20.2a	1.62a	430ab	116.2
6	36.0a	2.61a	13.6a	20.5a	1.81a	483a	130.5

¹1: conventional farming, 2: combine rice hull charcoal with microorganisms in hog manure compost, 3: combine rice hull charcoal with microorganisms in chicken manure compost, 4: combine rice hull charcoal with microorganism in oil refuse, 5: oil refuse and rice hull treated with microorganisms, 6: oil refuse and rice straw treated with microorganism.

* and **: Significantly different at 5% and 1% levels by Duncan's Multiple range test.

表六、甘藍球部之化驗結果

Table 6. Chemical analysis for cabbage head

Treatments	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
	%						ppm						
1 ¹	3.28	0.50	3.11	2.43	0.22	0.10	216	65a**	35a**	3.6	2.3	0.51	極微
2	2.72	0.52	3.62	2.35	0.21	0.12	113	23bc	23bc	3.2	2.3	0.36	"
3	2.55	0.48	3.37	2.43	0.20	0.12	169	24bc	23bc	3.5	1.8	0.29	"
4	2.24	0.40	2.88	2.07	0.17	0.07	80	18c	18c	2.6	1.8	0.22	"
5	3.40	0.51	3.54	2.26	0.23	0.12	152	37b	27b	3.9	1.4	0.36	"
6	2.90	0.45	3.27	2.22	0.20	0.09	87	21bc	22bc	3.3	1.1	0.36	"

¹* and **: See Table 5.

表七、甘藍收穫期採取試驗田土壤樣品化驗結果

Table 7. Chemical analysis for the soils sampled at the harvest of cabbage

Treatments	Soil texture	pH 1:1	EC mmhos/cm	OM %	Brayl P	Exchangeable				Extractable								
						Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb		
						ppm												
1 ¹	SL	4.3b**	2.38a**	1.05c**	179c**	1582	251c**	391b**	244b**	414a**	44b**	5b**	2.0b**	1.4	0.29	3.6		
2	SL	6.9a	0.64c	2.28b	285b	1245	405ab	397b	318b	266b	80a	22a	5.9a	1.8	0.43	4.3		
3	SL	7.1a	0.84bc	3.05a	475a	1435	505a	691a	655a	210b	80a	23a	3.3b	1.7	0.43	4.3		
4	SL	7.3a	0.57c	1.78bc	232bc	1211	330bc	369b	256b	264b	69a	16a	4.1ab	1.7	0.40	4.3		
5	SL	6.8a	1.06b	2.28b	283b	1523	390b	384b	231b	259b	70a	15a	2.8b	1.7	0.36	4.0		
6	SL	7.1a	0.73c	1.95b	235bc	1334	344bc	399b	246b	229b	74a	16a	4.5ab	2.4	0.40	4.3		

¹* and **: See Table 5.

落花生(peanut)

本試驗之落花生從生長中期開始每二星期噴射一次黑糖酵素液與蒜頭辣椒木醋液混合液計四次，另外噴射蘇力菌二次，到採收時植株生長仍大致保持正常，但折中區和各有機區都有黃化現象，特別是有機農法B雞糞堆肥區非常嚴重，折中區和有机農法A豬糞堆肥區較輕。經採取葉片測定其葉綠素含量(表八)，發現雞糞堆肥區之葉綠素含量只有1.07 mg/g，極顯著低於其他區之1.61~1.87 mg/g；葉片化驗結果證明是一種缺錳現象(表九)。可能是受到嚴重缺錳影響，雞糞堆肥區之花生莢果產量減產18.2%，但缺乏症狀較輕之折中區和豬糞堆肥區則各增加16.2%和22.9%，增產之主要原因是果實較為充實，莢果較重之關係。

花生仁採樣化驗結果(表十)，各有機區之錳含量7~10 ppm，極顯著低於慣行區之19 ppm；各有機區之鎳含量1.2~3.6 ppm，極顯著低於慣行區之9.8 ppm，表示有機花生之錳鎳金屬元素含量明顯降低，也許這是有機產品的重要特點之一。

表八、落花生產量與其他有關因素之調查

Table 8. Peanut pod yield and other related factors

Treatments	Plant height cm	Single plant wt. fresh kg/plant	Pod number per plant	Pod wt. per plant g	Nut wt. per plant g	Single pod wt g	Hulling rate %	Pod yield dry kg/10a	Chlorophyll Index %	Chlorophyll content mg/g
1 ¹	64.5	0.19	22.4	16.9	10.6	0.75b*	63.0	375.8ab**	100.0	1.87a**
2	62.8	0.18	20.8	16.1	10.3	0.78ab	63.9	436.5ab	116.2	1.61a
3	63.3	0.17	21.9	19.7	12.8	0.90a	64.9	462.0a	122.9	1.68a
4	55.3	0.13	18.5	15.5	10.1	0.84ab	65.9	307.5b	81.8	1.07b

¹1: conventional farming, 2: half way organic farming, 3: organic farming hog manure compost, 4: organic farming with chicken manure compost.

*, **: Respectively significantly different at 5% and 1% levels by Duncan's multiple range test.

表九、落花生生長後期採取全株樣品化驗結果(82年10月)

Table 9. Chemical analysis for the whole plants of peanut sampled at the late stage of growth

Treatments	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Cd	Pb
	%						ppm							
1 ¹	1.81	0.12	0.91b**	0.99	1.02	0.78	250	164a**	23	6.4	4.4	6.9	0.89	5.0
2	2.11	0.11	1.41a	1.19	1.33	0.57	287	14b	21	6.9	6.3	6.3	0.38	5.0
3	1.97	0.15	1.22ab	1.05	1.30	0.77	343	13b	19	7.0	5.2	5.3	0.77	5.0
4	2.37	0.20	1.41a	1.24	1.58	0.70	264	10b	17	7.5	3.3	5.0	0.65	5.6

¹**: See Table 8.

表十、花生仁樣品化驗結果

Table 10. Chemical analysis for the nut of peanut

Treatments	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Cd	Pb
	%						ppm							
1 ¹	4.00	0.36	0.42	0.40	0.038	0.24	21	19a**	26	9	9.8a**	1.1	極微	極微
2	4.04	0.36	0.42	0.38	0.038	0.23	23	10b	25	9	3.6b	2.1	"	"
3	4.01	0.36	0.42	0.38	0.032	0.25	24	10b	23	8	1.4b	0.4	"	"
4	3.92	0.37	0.44	0.39	0.035	0.24	25	7b	23	10	1.2b	0.4	"	"

¹**: See Table 8.

收穫期採取土壤樣品化驗結果(表十一)顯示折中區和有機區之土壤肥力都高於慣行區。慣行區土壤pH4.4，屬於強酸性；折中區和有機區pH6.0~7.1，屬於微酸性至中性；慣行區之有機質含量0.97%，折中區1.53%，有機區1.91~1.96%；至於一些營養元素如鎂、鉀、錳、鋅、銅等都是有機區較高，但無用元素鉛含量也是有機區較高。

表十一、落花生收穫期採取土壤樣品化驗結果(82年11月)

Table 11. Chemical analysis for the soils sampled at the harvest of peanut

Treat- ments	Soil texture	pH 1.1	EC mmhos/cm	OM %	Brayl P ppm	Exchangeable				Extractable							
						Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Cd	Pb
1 ¹	SL	4.4c**	1.02	0.97b**	212	747	265b**	143	93b*	254	16b**	1.8b**	1.3b**	0.8	0.7	0.28	2.5b**
2	SL	6.4b	0.53	1.53ab	239	997	297b	153	212b	361	27a	9.5ab	3.9a	1.3	0.7	0.20	3.9ab
3	SL	6.0b	0.87	1.96a	113	1006	415ab	128	113b	373	31a	9.4ab	4.3a	1.3	0.7	0.21	4.3ab
4	SL	7.1a	0.95	1.91a	251	1084	451a	301	384a	394	11b	17.9a	5.4a	1.3	0.7	0.23	4.7a

¹** : See Table 8.

甜玉米(sweet corn)

本試驗是在完全沒有噴射任何化學農藥和自然農藥之情況下進行，生長期間除有一些蚜虫和瓢虫同時出現並有小鳥在玉米株上結巢外，未發生任何明顯之病虫害，但到採收時玉米螟為害穗率仍達35.4~43.3%(表十二)，高於80年11月1日播種者之20%，不過多數症狀都非常輕微，不會影響其使用價值。

產量調查結果(表十二)，以折中區增產186%最高，有機農法A區(豬糞堆肥)增產120%居次，有機農法B區(雞糞堆肥)增產117%居三。增產之主要原因可能是基肥使用添加微生物之薰炭，使甜玉米之耐寒性增強，又灌施硫酸錳，使甜玉米之缺錳現象減少，植株發育較為良好，單位面積穗數和單穗重都極顯著增加的關係。

甜玉米粒化驗結果(表十三)，折中區之錳含量10.3 ppm，鋅32 ppm，銅3.4 ppm，有機農法A區之錳8.7 ppm，鋅28 ppm，銅3.1 ppm，有機農法B區之錳6.5 ppm，鋅25 ppm，銅2.8 ppm，都極顯著低於慣行區之錳16.1 ppm，鋅35 ppm，銅4.1 ppm，也就是說有機產品之錳鋅銅金屬元素含量較低，這似乎是有機產品重要特點之一。

表十二、甜玉米生長與產量調查

Table 12. The growth and yield of sweet corn

Treat- ments	Plant height cm	Ear number per 100m ²	No. of double-eared plants per 100m ²	Average Ear weight g	Ear yield kg/100m ²	Sugar content of corn grain Brix	Affected	
							Index %	ear, borer %
1 ¹	129b**	220c**	25c**	194b**	54.2c**	100	11.8	40.3
2	162a	534a	59a	243a	154.8a	286	10.5	43.3
3	160a	400b	55a	260a	119.2b	220	11.7	35.4
4	161a	394b	40b	259a	117.7b	217	11.6	35.4

¹** : See Table 8.

採收期土壤樣品化驗結果(表十四)都顯示，折中區和有機區之土壤肥力都較好。慣行區之土壤pH4.4，屬強酸性反應，折中區6.6，有機區7.1~7.4都呈中性；慣行區之土壤鹽分度1.42 mmhos/cm，折中區0.39 mmhos/cm，有機區0.44~0.55 mmhos/cm；有機質含量，慣行區0.91%，折中區1.30%，有機區1.61~1.81%；有效磷含量，慣行區318 ppm，折中區398 ppm，有機區538~647 ppm；其他營養元素如鈣、鎂、錳、鋅、銅等都以折中區和有機區較高。

表十三、甜玉米粒化驗結果

Table 13. Chemical analysis for the sweet corn grain

Treatments	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
	%						ppm						
1 ¹	2.73	0.42	1.43	0.85	0.007	0.046	27	16.1a**	35a**	4.1a**	0.7	0.15	1.8
2	2.82	0.46	1.38	0.84	0.006	0.042	27	10.3b	32ab	3.4b	0.5	0.22	2.7
3	2.65	0.39	1.31	0.79	0.006	0.043	24	8.7bc	28bc	3.1b	0.7	0.15	2.7
4	2.59	0.37	1.28	0.82	0.005	0.044	24	6.5c	25c	2.8b	0.2	0.15	0.9

¹** : See Table 8.

表十四、甜玉米採收後採取土壤樣品化驗結果

Table 14. Chemical analysis for the soil sampled after the harvest of sweet corn

Treatments	pH	EC	OM	Brayl P	Exchangeable				Extractable							
					Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Cd	Pb
	1.1															
		mmhos/cm	%	ppm					ppm							
1 ¹	4.4b**	1.42a**	0.91c**	318c**	610b*	111b**	170	124	429	19c**	2.7d**	2.0b**	1.7	0.5	0.12	4.0
2	6.6a	0.39b	1.30b	398c	819ab	215ab	166	125	582	36b	4.9cd	3.8ab	1.7	0.4	0.14	4.5
3	7.1a	0.55b	1.81a	538b	989a	372a	286	290	516	48a	9.4b	4.8a	2.2	0.6	0.32	4.5
4	7.4a	0.44b	1.61ab	647a	962a	270ab	233	168	555	54a	13.6a	5.0a	3.3	0.5	0.55	5.5

¹*, **: See Table 8.

水稻(Lowland rice)

本試驗水稻從生長中期開始噴射糖醋液(黑糖酵素液300倍加工研醋300倍)，計抽穗前三次，抽穗後二次，生長中後期因發生許多縱捲葉虫和一些螟虫，乃予噴射蘇力菌，每星期一次，連續三次，雖然有一些紋枯病發生，但稻株大致保持正常，有機區水稻稻株都較為乾淨清爽，葉尖部位多數保持綠色，慣行區則有明顯葉尖枯死現象，稻株普遍都較為衰弱。產量調查結果(表十五)，以有機農法B區(雞糞堆肥)6.65 kg/10a最高，較慣行區增加30%，有機農法A區(豬糞堆肥)6.40 kg/ha居二，較慣行區增加25%，折中區5.60 kg/10a居三，僅較慣行區之5.13%增加9%。產量增加之主要原因為每穗粒數和千粒重之增加，可能與噴射多次糖醋液後稻株較為健康有關。

糙米化驗結果(表十六)，有機區之氮素含量1.18~1.23%，顯著低於折中區之1.45%和慣行區之1.55%；有機區和折中區之錳含量17~22 ppm，極顯著低於慣行區33 ppm；有機區和折中區之鋅含量21~22 ppm，顯著低於慣行區之27 ppm，這些似乎都是有機米的重要特點。

收穫期採取土壤化驗結果(表十七)，土壤pH，折中區和有機區都在7.0~7.4，保持中性，慣性區為5.8，高於前作之甜玉米，表示水田輪作可使慣行區土壤之pH上升，但有機區之變化

較小。土壤電導度，無論慣行區折中區或有機區，都有明顯低於前作甜玉米現象，表示種植水稻有洗鹽作用，但折中區0.17 mmhos/cm，有機區0.20~0.24 mmhos/cm，仍極顯著低於慣行區之0.43 mmhos/cm。鉀於甜玉米後作輪作水稻之後，慣行區有明顯下降現象，表示較易流失，折中區和有機區變化較少，表示較不易流失，其他養分如磷、鈣、鐵、錳、鋅、銅等變化較少，折中區和有機區都極顯著高於慣行區。

表十五、生長、產量與產量構成因素調查(台中秈 1 號)

Table 15. Growth, yield, and yield components (Taichung Sen 1)

Treat- ments	Plant height	Panicle number/hill	Grain number per panicle	Filled grain	1000 grain wt.	Grain yield	Index	Grain/straw ratio
	cm			%	g	kg/10a	%	
1 ¹	111	23.8	66.5b*	84.1	24.1b*	5.13b*	100	0.86
2	110	21.5	64.3b	85.7	25.0ab	5.60ab	109	0.94
3	110	22.3	80.8ab	89.0	26.0a	6.40a	125	1.14
4	111	21.0	85.3a	90.0	25.9a	6.65a	130	1.14

¹*: See Table 8.

表十六、糙米化驗結果(台中秈 1 號)

Table 16. Chemical analysis for brown rice (Taichung Sen 1)

Treatments	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
	%						ppm						
1 ¹	1.55a*	0.043	0.31	0.24	0.031	0.12	13	33a**	27a*	6.9	1.5	0.17	0.8
2	1.45a	0.041	0.32	0.24	0.030	0.12	13	21bc	21b	5.2	0.5	0.06	3.3
3	1.23b	0.042	0.32	0.24	0.029	0.11	11	22b	22ab	7.1	1.5	0.17	1.7
4	1.18b	0.046	0.33	0.25	0.031	0.12	11	17c	21a	6.0	0.5	0.11	1.7

¹*, **: See Table 8.

表十七、水稻採收後採取土壤樣品化驗結果

Table 17. Chemical analysis for the soil sampled after the harvest of rice

Treat- ments	pH	EC	OM	Brayl P	Exchangeable				Extractable						
	1.1				Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
		mmhos/cm	%		ppm				ppm						
1 ¹	5.8b**	0.43a**	0.95c**	142c**	608c**	209	93	26c**	611b**	34b**	2.6c**	2.5d**	1.2	0.07	4.4
2	7.0a	0.17b	1.38bc	397ab	896ab	179	112	126ab	901a	37b	5.4b	4.3c	1.5	0.18	5.7
3	7.1a	0.24b	1.69a	381bc	859b	256	85	82bc	922a	46ab	6.7b	5.8a	0.9	0.14	5.3
4	7.4a	0.20b	1.54ab	604a	991a	215	129	163a	837a	54a	10.7a	4.9b	1.7	0.25	5.7

¹**: See Table 8.

結 論

- 一、在台灣中部地區推行有機農法是可行的，而且許多作物的產量和品質都會因而大幅提高，土壤肥力也可同時獲得改善。
- 二、提高有機肥效率並改善地力的最好方法，主要於薰炭添加微生物再與有機肥混合後即刻使用。
- 三、有機區土壤pH多數保持中性，鹽分較低，有機質和其他養分含量都較高，而慣行區多數呈強酸性反應，鹽分較高，有機質和其他養分含量都較低。
- 四、缺錳為有機區之普遍問題，必要時仍宜補充錳肥。
- 五、糖醋液或糖木醋液可做為經常性之主要噴射劑，以促進作物健康，同時提高其品質，必要時另外添加一些營養劑或自然農藥，以提高其功效。
- 六、有機農法的缺點是有機肥的成本較高，體積較為龐大，使用時操作較不方便，但如能靈活利用農場的自生廢棄物或一些綠肥作物，成本即可降低，另外適當地安排配合一些機械化作業，工作就會變成非常簡單輕鬆。

參考文獻

1. 吳敏慧 1958 台灣豆科根瘤菌人工接種問題之研究 農林學報 7：148。
2. 洪崑煌 林紫慧 1993 酸鹼度 中華土壤肥料學會編印土壤分析手冊 p.9-1~24。
3. 陳仁炫 1993 磷 中華土壤肥料學會編印土壤分析手冊 p.14-1~29。
4. 張淑賢 1981 本省現行植物分析法 台灣省農業試驗所編印作物需肥診斷技術 p.53~59。
5. 黃山內 1991 豬糞堆肥在農作物生產之利用 豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文集 輯 p.1~17 中華生質能源學會 台灣省畜產試驗所編印。
6. 黃祥慶 蔡宜峰 1991 不同豬糞用量及施用時期對甘藍之影響 台中區農業改良場研究彙報 30：23~32。
7. 黃祥慶 蔡宜峰 黃山內 1992 乾豬糞對旱作生育及產量之影響 台中區農業改良場研究彙報 34：19~26。
8. 程永雄 杜金池 林晉卿 1984 內生菌根對大豆、玉米之增產效果 台南區農業改良場研究彙報 18：29~38。
9. 程永雄 陳紹崇 杜金池 1988 內生菌根菌在蘆筍育苗上之應用 台灣蘆筍研究(75-76)：129~137。
10. 程永雄 杜金池 鄭安秀、陳紹崇 1991 內生菌根菌在洋香瓜栽培上之應用 台灣農業 27(5)：53~55。
11. 程永雄 莊明富 杜金池 1993 內生菌根菌 *Glomus 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。
12. 楊光盛 林學正 1993 鐵、錳、銅、鋅 中華土壤肥料學會編印土壤分析手冊 p.17-1~22。
13. 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石粉對玉米生長之影響 中華農學會報 新136：15~24。

14. 嚴式清 1989 畜牧廢棄物在有機農業利用 台中區農業改良場特刊第16號 p.229~242。
15. 嚴式清 1993 可溶性鹽分 中華土壤肥料學會編印土壤分析手冊 p.11-1~6。
16. 比嘉照夫 1992 EM(有效微生物) 構成 機能 原理 救世自然農法 EM技術 p.15~18 (財)然農法國際研究開發 —日本熱海市桃山町26-1救世會館內。
17. 比嘉照夫 1991 微生物利用 新 視點 微生物 農業利用 環境保全 p.13~39 農文協。
18. 木嶋利男 1992 拮抗微生物 病害防除 農文協。
19. 島本邦彥 1977 躍進微生物農法 日本京都 交友社印行。
20. Baker, Dale E. and Michael C. Amacher. 1982. Nickel, Copper, Zinc, and Cadmium-Dilute hydrochloric acid extraction. In "Methods of Soil Analysis Part 2" p.333—334.
21. Banik, S., and B. K. Dey. 1982. Available phosphate content of an alluvial soil as influenced by inoculation of some isolated phosphate solubilizing microorganisms. *Plant and Soil* 169:353—364.
22. Carling, D. E. and M. F. Brown. 1980. Relative effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and yield of soybeans. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:528—532.
23. Harley, J. L. and S. E. Smith. 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, New York, p.483.
24. Hesse, P. R. 1971. Determination of ammonia by micro-diffusion. In "A Textbook of Soil Chemical Analysis" p.170—173.
25. Khan, J. A. and R. M. Bhatnagar. 1977. Studies on solubilization of insoluble phosphates by microorganisms. I. Solubilization of Indian phosphate rocks by *Aspergillus niger* and *Penicillium* sp. *Fert. Technol.* 14:329—333.
26. Kucey, R. M. N. 1987. Increase phosphorus uptake by wheat and field beans inoculated with a phosphorus-solubilizing *Penicillium bilazi* strain and with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Apl. Environ. Microbiol.* 53: 2699—2707.
27. Kuo, C. G. and R. S. Huang. 1982. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on the growth and yield of rice-stubble cultured soybeans. *Plant Soil* 64: 325—330.
28. Kushizak, M. 1968. An extraction procedure of plant materials for the rapid determination of Mn, Cu, Zn, and Mg by the atomic absorption analysis. *J. Sci. Soil Manure, Japan* 39:489—490.
29. Menge, J. A. 1984. Inoculum production. In Powell and Bagyaraj, 1984, "VA mycorrhiza", CRC Press, Boca Raton, Florida p.187—203.
30. Mosse, B., C. L. Powell and D. S. Hayman. 1976. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. 1x. Interactions between VA mycorrhiza, rock phosphate and symbiotic nitrogen fixation. *New phytol.* 76:331—342.
31. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Walkley-Black Procedure. In "Methods of Soil Analysis Part 2" p.570—571.
32. Powell, C. L. and D. J. Bagyaraj. 1984. *VA Mycorrhiza*, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, p.223.
33. Rao, A. V., B. Benkates warlu and P. Kaul. 1982. Isolation of a phosphate dissolving soil actinomycete. *Soil Sci.* 51:1117—1118.
34. Su, N. R. 1972. The fertility status of Taiwan soils. In: "Soil of the ASPAC Region, Part 1, Taiwan", Technical Bulletin No.8, p.16—100, Food & Fertilizer Technology Center.

35. Taha, S. M., A. S. Z. Mahmoud, A. Halim El-Damaty and A. M. abd El-Hafez. 1969. Activity of phosphate-dissolving bacteria in Egyptian soils. *Plant Soil* 31:149–160.
36. Thomas, Grant W. 1982. Replacement of Exchangeable Cations-Ammonium acetate method. In “Methods of Soil Analysis Part 2” p.160–161.
37. Young, C. C. and C. C. Chao. 1983. Legume production and application of Rhizobium in Taiwan. In: Proceedings ROC-JAPAN Seminar on Promoting Nitrogen Fixation in Agriculture, K. H. Houg and C. K. Lien (ets.) p.39–44.
38. Young, C. C., M. H. Wu and T. C. Juang. 1982. Selection and use of Rhizobium in Taiwan. *Food and Fertilizer Technology Center, Tech, Bulletin* 66:1–9.
39. Young, C. C., T. C. Juang and H. Y. Guo. 1986. The effect of inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on soybean yield and mineral phosphorus utilization in subtropical soils. *Plant Soil* 95:245–253.
40. Young, C. C., T. C. Juang and C. C. Chao. 1988a. Physiological and symbiotic characteristics of *Rhizobium fredii* isolated from subtropical-tropical soil. *Biology and Fertility of Soils (Germany)* 5:350–354.
41. Young, C. C., T. C. Juang and C. C. Chao. 1988b. Effects of Rhizobium and vesicular-arbuscular mycorrhiza inoculations on nodulation, symbiotic nitrogen fixation, and yield of soybean in subtropical-tropical fields. *Biology and Fertility of Soils (Germany)* 6:165–169.
42. Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock and K. A. Gomez. 1972. Procedures for routine analyses of zinc, copper, manganese, calcium, magnesium, and sodium by atomic absorption spectrophotometry and flame photometry. In: “Laboratory Manual for physiological studies of rice” p.23–29.

A Study on the Possibility of Organic Farming in Central Taiwan

C. F. Hsieh and K. N. Hsu¹

If some established up-to-date agricultural technique and experiences are properly utilized, implementation of organic farming in central Taiwan is possible. Besides it may help improve the yield and quality of many crops as well as the soil fertility.

As compared with chemical fertilizers, the efficiency of common compost is not high enough. However, the yields of many crops in the organic plots often greatly exceeded those of the conventional farming, if rice hull charcoal with some useful microorganism is properly combined into the composts immediately before its application. Besides the soils in the organic plots usually maintain neutral, less than 1 mmhos/cm in salinity, higher organic matter, more phosphorus, potassium, Fe, Mn, Zn, and Cu etc., but the increases in Ni, Cr, Cd and Pb are still very limited. Deficiency of Mn is a popular problem in organic plots, however it differs greatly with crops. The taste and quality of organic products are generally better than those of the conventional plot, and some of its metallic elements such as Mn, Zn, Cu, Ni etc are often lower.

Sugar vinegar or sugar woodvinegar was a multi-purpose routine spray and the plants usually looked clean and healthy in the organic plots. The spray of *Bacillus thuringiensis* was effective in preventing night moths such as cabbage worm, tobacco cutworm, rice leaf roller, and rice stem borer etc. Sometimes garlic, hot pepper, tobacco leaves, neem, mugwort, citronella, peppermint, alcohol, kerosene, camphor oil, and some microorganism etc. were combined in the above sprays to promote their effectiveness. soil treatment of rice hull charcoal with some useful microorganism and/or woodvinegar seemed to be effective in preventing some soil-borne diseases.

The main drawback of organic farming is that its higher cost and magnificent volume of organic manures may cause some inconvenience in farming operation. However, the cost may greatly decrease if we can effectively utilize many kinds of farm wastes or green manure crops, and the farming operation will become very easy if some farm machinery are properly arranged and utilized.

Key words: organic farming, central Taiwan, common crops.

¹ Taiwan Provincial Taichung District Agricultural Improvement Station.

討 論

黃錦河問：

爲甚麼有機區土壤的金屬元素含量比化學區高，但植體的金屬元素反而比較低？

謝慶芳答：

可能與有機區土壤之螯合作用力較強有關，另外有機區土壤pH較高也有一些關係。

張淑賢問：

- 1.您的試驗中對照區的土壤pH值都在4.4以下，而有機區的pH都接近中性，而您種的作物都是花生、蔬菜、玉米，一般我們如果看到pH4.4就知道要施石灰或白雲石粉調高土壤pH值至接近中性，有時增產可達一倍至兩倍，因此您的試驗結果有機區高於化學區，究竟是pH的效果，還是有機肥料的效果，要如何解釋？
- 2.建議您如果在同一塊田要繼續做實驗，應在化肥區加施石灰處理，以理清處理效果。

謝慶芳答：

本試驗區土壤屬於微酸性至中性土壤，土壤中的鈣含量相當高，與一般強酸性土壤不同，試驗期間表層土壤pH大幅下降之原因是因施用大量化學肥料之關係，如果引水灌溉並停止使用化學肥料，土壤pH將即刻上升。將來試驗中我們將增加一個化學肥料添加薰炭處理，以證明是pH效果或有機肥效果。