

從永續耕作到有機農業及都農食農之發展歷程

莊浚釗

桃園區農業改良場研究員兼分場長

摘要

1989 年 6 月進入桃園區農業改良場，即接觸土壤永續管理的重要性，不僅是育種、施肥管理、病蟲害防治至採收後處理，均為重要管理的環節；因專業背景的關係，即刻研提轄區重要作物之肥培管理，包含柑橘、芋、楊桃、水稻、文旦柚、有機質肥料與介質配方開發及微生物應用等試驗，均有顯著成效，並推薦農民管理之參採。彙辦全場合理化施肥計畫，包含推動講習會及觀摩會之業務，均有顯著成效。另辦理有機農業推動及相關試驗計畫，由原示範農戶 50 公頃，至今已逾 16,000 公頃，為全民健康把關。因樹林分場臨近都會區，近來積極推動都市農業相關技術，包括適栽作物檢索表、水分管理系統、肥料施用與病蟲害防治技術等，甚至校園落葉等堆肥化循環再利用，多項技術均依校園需求協助建置及管理，目前已輔導 71 所學校，將都農技術與食農教育扣合，建立由產地至餐桌一貫化管理，未來擬更擴大服務範圍至社區，為全民農業盡一份心力。

關鍵字：永續耕作、有機農業、都市農耕、食農教育

E-mail: chuang@tydais.gov.tw



前言

永續農業按字面意義分為「永續」與「農業」，亦即永遠持續發展農業，美國國會定義為「集合生物、植物、動物之綜合生產體系，隨不同地區而有不同運作情形，該生產體系除具經營性，同時可提高自然資源及環境的素質，循環利用不能再生的資源及農產廢棄物，並以生物循環來控制病蟲害，生產有經濟性利益的農產品，進一步提供提升生活品質的生產方式」。本場為維持土地永續利用，除品種改良、栽培技術提升與病蟲害防治等研究均以此為標的。另 2018 年立法通過「有機農業促進法」，將其定義為基於生態平衡及養分循環原理，不施用化學肥料及化學農藥，不使用基因改造生物及其產品，進行農作、森林、水產、畜牧等農產品生產之農業。目前有機農耕面積已逾 16,000 公頃，本場除積極輔導個別有機農戶，另協助設置及輔導有機專區並為消費者做好把關的動作。

1898 年英國 Ebenezer Howard (2010) 提出田園城市概念，係將人類社區包圍於田地或花園的區域中，平衡住宅、工業與農業區域比例的一種都市計畫，後續德國、日本及美國相繼鼓勵於庭園及屋頂種植。1996 年聯合國定義為用在地資源、採用密集型生產方式，於都市或近郊生產、加工、銷售等相關農產品的農業活動，2024 年全球人口已有 82 億人，未來至 2080 年已逾 103 億 (World Population Prospects-Summary of Results, 2024)，且生活水準日益提高，都市化程度亦隨之提升，預估至 2050 年，近 6 成人口居住於都市區域 (Youtube, 2018)，我國近 7 成人口集中於 6 都 (內政部戶政司, 2024)，都市農地狹小、大樓林立、景觀單調、生態多樣性不足，居住空間又狹小，民眾互動不佳。林如萍老師 (2017) 參考日本及美國農業部的概念，主張以食農教育三面六項架構，透過「做中學」的體驗學習策略，達成培養「食農素養」的目標，於 111 年 5 月公告通過食農教育法，輔導農漁會及學校與社區共同推動，因樹林分場正位處都會區，而農業改良場人員又為專業的第一線，如何提升及秉承對農業政策支持與貫徹，以傳統栽培技術為基礎，延續至有機農法，及以都農技術為本，持續推廣與校園食農教育結合，未來擬推廣至更多示範場域及社區，期能增進國人對農業認同與了解。落實農業融入社會民眾生活。

壹、永續耕作相關試驗

一、柑橘

1983 至 1993 年於苗栗縣卓蘭鎮柑橘專業區進行，每株施用台肥 5 號 3、6、9 及 12kg，試驗結果顯示 (表 1)，各處理糖度分別為 10.6 及 10.7° Brix，無顯著差異。惟產量則以施用 6kg 處理最佳，較對照 3kg，增產 7.2kg (12.9%)，其餘處理亦較對照增產 2.5~6.5kg (4.4~11.6%)。

表 1. 不同處理對柑橘品質及產量之影響

Table 1. Effects of different treatments on the quality and yield of citrus.

處理 (kg/p)	糖度 (° Brix)	產量 (kg/p)
3	10.7a	55.9b (100)
6	10.6a	63.1a (112.9)
9	10.6a	62.4a (111.6)
12	10.7a	58.4ab (104.4)

二、不同有機質肥料對作物之影響

- 甘藍：1999 年於台北市士林區進行（表 2），不同處理植株存活率以施用生雞肥 78% 最低，其餘介於 85~90%，產量以施用豬糞堆肥 85.6t 最佳，較對照化肥 75.5t，增產 10.1t (13.4%)，而施用生雞糞及豌豆堆肥則減產 6.6~12t (8.7~15.9%)。

表 2. 不同處理對甘藍產量之影響

Table 2. Effects of different treatments on the yield of cabbage.

處理	成活率 (%)	產量 (t/ha)
化肥 (CK)	85	75.5ab (100)
生雞糞	78	68.9b (91.3)
豬糞堆肥	90	85.6a (113.4)
豌豆堆肥	85	63.5b (84.1)
牛糞堆肥	88	76.9ab (101.8)

- 山藥：1999 年於台北市士林區進行（表 3），不同處理以每公頃施用豬糞堆肥 5t，產量 38.3t 最佳，較對照化肥 31.1t，增產 7.2t (23.1%)，其餘處理則增產 4.9~6.2t (15.8~19.9%)。

表 3. 不同處理對山藥之影響

Table 3. Effects of different treatments on the yield of yam.

處理	產量 (t/ha)
化肥	31.1 (100)
生雞糞 5t/ha	37.3 (119.9)
豬糞堆肥 5t/ha	38.3 (123.1)
豬糞堆肥 10t/ha	36.0 (115.8)



3. 結球白菜：1999 年於本場進行（表 4），不同處理以施用骨粉小區產量 24.5kg 最佳，較對照化肥 18.1 kg，增產 6.4kg（35.4%），次為骨粉木屑 23.8kg，增產 5.7kg（31.5%），其餘處理則增產 0.6~3.0kg（3.3~17.1%）。

表 4. 不同處理對結球白菜產量之影響

Table 4. Effects of different treatments on the yield of chinese cabbage.

處理	產量 (kg/plot)
牛糞	20.6b (113.8)
豬糞	20b (110.5)
雞糞	21.2ab (117.1)
豆粕	18.7b (103.3)
骨粉	24.5a (135.4)
骨粉木屑	23.8a (131.5)
豌豆木屑	19.3b (106.6)
化肥 (CK)	18.1b (100)

三、楊桃試驗

1. 楊桃園土壤深層施肥技術：1992~1994 年於苗栗縣卓蘭鎮進行（表 5），以固體化肥表施 + 深層暴氣 (SF+A)，暴氣深施液肥：全量 (LF+A)、3/4 量 (3/4LF+A)、1/2 量 (1/2LF+A) 及固肥表施 (SF) 為 CK，其中以暴氣深施液肥全量 (LF+A) 之糖度 9.2° Brix 及每株產量 116kg 最佳，較對照固肥表施 106kg，增產 10kg（9.4%），其餘處理亦較對照區增產 1~4kg（0.9~3.8%）。

表 5. 不同處理對楊桃品質及產量之影響

Table 5. Effects of different treatments on the quality and yield of carambola.

處理	糖度 (° Brix)	產量 (kg)	指數
SF+A	8.9	110	103.8
LF+A	9.2	116	109.4
3/4LF+A	8.9	107	100.9
1/2LF+A	9.1	108	101.9
SF(CK)	8.6	106	100.0

2. 楊桃葉片營養診斷及肥培管理（圖 1）：1995~1998 年於苗栗縣卓蘭鎮進行（表 6），葉片採樣時期為 7~8 月頂端算起第 5 葉，N:1.8-2.4%、P:0.1-0.14%、K:1.4-2.0%、

Ca:1.0-1.6%、Mg:0.5-0.7%、Fe:60-180ppm、Zn:70-150ppm、Cu:5-15ppm、B:50-90ppm，每年每株施用 N-P₂O₅-K₂O=400-300-600 g 之糖度 9.2° Brix 及產量 131kg 最佳，較對照 115kg，增產 16kg (13.9%)。

表 6. 不同施肥量對楊桃品質及產量之影響

Table 6. Effects of different fertilizer treatments on the quality and yield of carambola.

處理 (g/p)N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	糖度 (° Brix)	產量 (kg)	指數
400-300-600	9.2	131	113.9
800-300-600	9.1	125	108.7
400-300-300	8.8	118	102.6
400-300-900	8.8	127	110.4
200-300-600(CK)	8.6	115	100

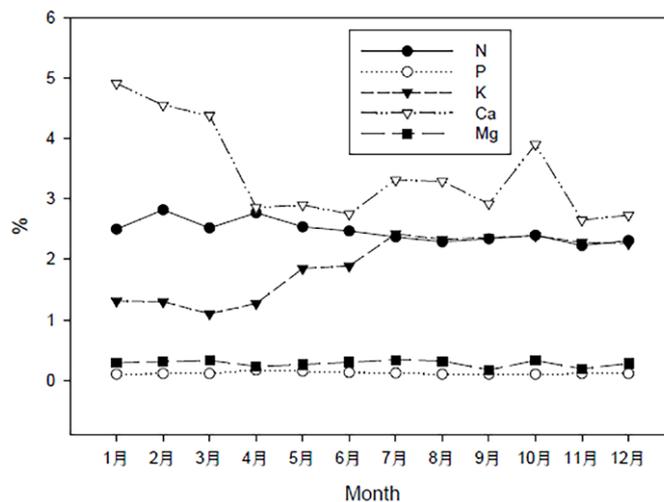


圖 1. 楊桃葉片養分周年變化情形

Fig 1. Annual changes in carambola leaf nutrients.

四、芋試驗

施肥方法對芋生長及收量之效應 (表 7)：1989~1991 年於苗栗縣公館鄉及西湖鄉進行，芋塊莖以每公頃施用 N-P₂O₅-K₂O=300-160-240kg 最佳，公館試區 20.1t 較對照 16.5t，增產 3.6t (22.2%)，西湖試區 22.6t 則較對照區 21.2t，增產 1.4t (6.6%)。



表 7. 不同施肥量對芋產量之影響

Table 7. Effects of different fertilizer treatments on the yield of taro.

試區	施肥量 (kg/ha) N -P ₂ O ₅ -K ₂ O	產量 (t/ha)	指數
公館鄉	180-120-180	17.6	106.6
	120- 80-120	16.0	97.4
	240-160-240	19.1	115.9
	300-160-240	20.1	122.2
	180-120-180 (CK, 未加石灰)	16.5	100
西湖鄉	180-120-180	21.4	100.9
	120- 80-120	21.6	102.2
	240-160-240	22.4	106.2
	300-160-240	22.6	106.6
	180-120-180 (CK, 未加石灰)	21.2	100.0

五、微生物試驗

1. 北部地區不同農耕法微生物之調查 (表 8)：調查水稻 20 處有機農耕每公頃生質氮量為 48kg，較慣行農耕法 28kg，高 20kg (71%)，另有機農耕蔬菜 168kg，較慣行農耕法 60kg，高 108kg (180%)；另總菌數有機農耕每公克土壤 2.8×10^7 較慣行 1.7×10^7 ，高 1.1×10^7 (65%)，蔬菜園 15×10^7 較慣行農法 9.5×10^7 ，高 5.5×10^7 (58%)。

表 8. 不同農耕法生質氮量及總菌數之比較

Table 8. Comparison of biomass and microorganism populations between different farming methods.

作物	不同農法	生質氮量 (kg/ha)	總菌數 10^7 cfu/g soil
水稻 (N=20)	有機農耕	48	2.8 (165)
	慣行農耕	28	1.7 (100)
蔬菜 (N=18)	有機農耕	168	15.0 (158)
	慣行農耕	60	9.5 (100)

2. 施用溶磷菌接種劑對小白菜生育及氮與磷吸收量之影響 (表 9)：篩選溶磷能力強的菌株共 12 株，其中編號 1~10 為細菌，11~12 為真菌，進行白菜試驗，篩選對植株生育及吸收量較佳的細菌 6~7，真菌 11~12，再進行後續白菜試驗。

表 9. 接種溶磷菌對白菜氮、磷吸收及產量之影響

Table 9. Effects of inoculating PSB on nitrogen phosphate and yield of Pai-tsai.

菌株	產量 (g/plant)	N (mg/plant)	P (mg/plant)
對照	73	133	17
1	95	201	23
2	73	164	16
3	71	148	16
4	125	285	28
5	107	257	26
6	131	294	29
7	116	273	36
8	62	120	15
9	85	189	20
10	111	244	24
11	116	265	26
12	125	270	30

篩選上述菌種進行白菜試驗（表 10），其植株鮮重及乾重以接種溶磷菌株 *Pseudomonas spinosa* (PSB) 及 *Aspergillus* (PSF) 分別較對照不接菌增加 3.0%、2.7% 及 1.2%、0.5%。白菜吸收氮量以接種溶磷菌 *Pseudomonas spinosa* 及 *Aspergillus* 較對照不接菌增加吸收 6.3% 及 4.9%。

表 10. 接種溶磷菌對白菜生育之影響

Table 10. Effects of inoculating PSB on nitrogen phosphate and yield of Pai-tsai.

處理	鮮重	乾重	氮	磷
	g/p		mg/p	
CK	165 a (100)	7.77 a (100)	428 a (100)	32 a (100)
PSB	170 a (103.0)	7.98 a (102.7)	455 a (106.3)	32 a (100)
PSF	167 a (101.2)	7.81 a (100.5)	449 a (104.9)	32 a (100)

3. 接種溶磷菌對甘藍生育之影響（表 11）：上述菌種（PSB）接種於甘藍，菌數於實驗室擴大培養達 10^9 ，施用於田間 1 個月後菌數降至 10^6 ，故需再行接種，其甘藍球徑接種 1 次及 2 次分別為 18.2cm 及 18.5cm，較對照未接菌者 17.8cm，分別增加 0.4cm 及 0.7cm；產量每公頃 28.6t 及 33.5t，較對照 28.2t，增產 0.4t (1.4%) 及 5.3t (18.8%)，另氮素及磷吸收量均以接種 2 次為最佳。



表 11. 接種溶磷菌對甘藍生育及養分吸收

Table 11. Effects of inoculating PSB on nitrogen phosphate and yield of cabbage.

處理	氮吸收 (kg/ha)	磷吸收 (kg/ha)	球徑 (cm)	產量 (t/ha)
Ck (不接菌)	72.0	8.59	17.8	28.2 (100)
接種 1 次	71.3	8.55	18.2	28.6 (101.4)
接種 2 次	79.8	9.82	18.5	33.5 (118.8)

六、水稻試驗

1. 越光米試驗：2004~2005 年於新屋本場進行（表 12），第一期作氮素每公頃 110kg，二期 100kg，於基肥 45%、一追 40% 及穗肥 15% 每公頃產量 4.34t 最佳。

表 12. 不同氮肥用量及分配率對水稻越光米產量之影響

Table 12. Effects of application rates and ratios of grain yield of Koshihikari rice

氮素 (kg)	分配率 (%)	產量 (t/ha)				平均 (t/ha)
		一期		二期		
		2004	2005	2004	2005	
60	A	3.92	3.59	4.26	3.78	3.89
	B	4.10	3.42	4.29	3.81	3.91
	C	4.04	3.61	4.04	3.59	3.82
	D	4.22	3.61	4.11	3.74	3.92
85	A	3.93	3.99	3.96	3.85	3.93
	B	4.07	4.34	4.15	3.85	4.10
	C	3.93	4.26	4.04	3.96	4.05
	D	4.18	4.10	4.04	3.85	4.04
110	A	4.37	4.68	4.37	3.93	4.34
	B	4.29	4.48	4.11	3.85	4.18
	C	4.26	4.11	4.00	3.89	4.07
	D	4.30	4.10	4.26	3.89	4.14

A : 45-40-15、B : 55-30-15%、C : 65-20-15、D : 85-0-15

2. 桃園 3 號肥料試驗：2006~2007 年於新屋區本場進行 2 年試驗（表 13），高肥區產量雖較高，惟考量米質及成本，仍推薦第一期作每公頃施用氮素 120 公斤，二期 100 公斤，以基肥 50%、一追 30% 及穗肥 20% 為最佳施肥方式。

表 13. 不同氮肥用量及分配率對水稻桃園 3 號產量之影響

Table 13. Effects of application rates and ratios of grain yield of rice variety Taoyuan No.3.

氮素 (kg)	分配率 (%)	產量 (t/ha)				平均 (t/ha)
		一期		二期		
		2006	2007	2006	2007	
80	A	4.41	4.69	4.22	3.04	4.09
	B	5.07	4.38	4.33	3.60	4.35
	C	5.36	5.47	4.87	3.64	4.84
120	A	5.03	4.22	4.61	3.44	4.33
	B	4.98	4.58	4.84	3.16	4.39
	C	5.35	4.07	4.69	3.86	4.49
160	A	5.28	4.36	4.72	3.81	4.54
	B	4.99	4.69	4.53	3.91	4.53
	C	5.07	4.78	4.61	3.30	4.44
200	A	4.79	5.33	4.89	3.90	4.73
	B	5.24	4.91	4.24	4.21	4.65
	C	5.21	4.91	4.84	3.59	4.64

A：基肥 100%、B：基肥追肥各 50%、C：50-30-20%

七、文旦肥培管理

2008~2009 年於新北市八里區及新竹縣寶山鄉執行（表 14），文旦柚最佳採樣時期為 5~6 月，採取春梢非結果之第 3 葉，其葉片含量 N2.4~2.6%、P0.13~0.15%、K1.70~2.05%、Ca1.72~2.94%、0.21~0.34% 為標準範圍；另氮素每株施用 1kg，產量 112kg 較少量區增加 2kg（1.8%），鉀肥亦以施用 1kg 產量 118kg 最佳，較少量區增產 9kg（8.3%），其餘果實糖度則為 10.5° Brix 及 10.6° Brix 差異不大。

表 14. 不同氮鉀肥施用量對文旦產量及品質之影響

Table 14. Effects of nitrogen and potassium fertilizer rates on the quality and yield of Wentan pomelo.

處理 (g)	產量 (kg/p)	糖度 (° Brix)
N500	110 (100)	10.5
1,000	112 (101.8)	10.6
1,500	111.5 (101.4)	10.6
K500	109 (100)	10.5
750	106.5 (97.7)	10.6
1,000	118 (108.3)	10.6



八、有機栽培專用有機質肥料配方開發

1. 不同配方對不同配方對番茄及小胡瓜產量及品質之影響（表 15、16）：2012-2015 年於新屋本場進行，依作物生長吸收量調製不同配方，各種植 3 作小果番茄及小胡瓜，產量以配方 E 41.8t 最高，較對照（市售有機質肥料）39.8t，增產 2t（5%）；果實品質小果番茄亦以 E 處理 9.04 °Brix 最佳。故本試驗以有機質肥料配方 E 為推薦處理。

表 15. 不同配方對番茄及小胡瓜產量之影響

Table 15. Effects of different formulations on the yield of tomato and cucumber.

配方代號	小果番茄 (3 作)		小胡瓜 (3 作)		平均
	----- t/ha -----				
A	36.0a (94.2)		40.5a (97.8)		38.3a (96.2)
B	35.6a (93.2)		42.8a (103.4)		39.2a (98.5)
C	38.3a (100.3)		44.1a (106.5)		41.2a (103.5)
D	38.3a (100.3)		42.3a (102.2)		40.3a (101.3)
E	36.8a (96.3)		46.7a (112.8)		41.8a (105.0)
F (CK1)	37.3a (97.6)		43.8a (105.8)		40.6a (102.0)
G (CK2)	38.2a (100)		41.4a (100)		39.8a (100.0)

表 16. 不同配方對番茄及小胡瓜品質之影響

Table 16. Effects of different formulations on the quality of tomato and cucumber.

配方代號	可溶性固形物 (°Brix)	
	小果番茄	小胡瓜
A	8.97a	3.58a
B	8.98a	3.53a
C	9.02a	3.50a
D	8.97a	3.52a
E	9.04a	3.48a
F (CK1)	9.03a	3.41a
G (CK2)	8.85a	3.46a

2. 水稻有機栽培專用配方試驗：水稻專用配方係依據其養分吸收情形（表 17），調製其配方共計 7 種進行試驗，結果以配方 F，每公頃產量 5.52t，較對照 4.37t 增產 1.15t（26.3%），其餘各處理增產 0.68~1.14t（15.6~26.1%）。

表 17. 不同配方對水稻產量之影響

Table 17. Effects of different formulations on the yield of paddy rice.

處理	產量 (t/ha)		平均 (t/ha)	指數
	一期	二期		
A	5.91	4.42	5.17	118.3
B	6.32	4.60	5.46	124.9
C	6.42	4.58	5.50	125.8
D	5.8	4.42	5.12	117.2
E	6.28	4.74	5.51	126.1
F	6.53	4.50	5.52	126.3
G	5.85	4.24	5.05	115.6
H (CK)	4.69	4.05	4.37	100.0

3. 施用有機液肥對蔬菜產量之影響：2014~2015 新屋本場進行（表 18），種植白莧菜、菠菜及青梗白菜各 3 作，共計 9 作。其中以葉面噴施氮 200ppm 對葉片較薄之白莧菜及菠菜，可增產 0.8t (6.1%) 及 2.4t (9.8%)，另葉片較厚之青梗白菜則以噴施氮 400ppm 產量 42.4t，較對照未施者 38.8t，增產 3.6t (9.3%)。

表 18. 噴施不同氮濃度液肥對葉菜類產量之影響

Table 18. Effects of spraying different concentrations of nitrogen liquid fertilizer on the yield of leafy vegetable.

處理 (ppm)	白莧菜 (3 作)	菠菜 (3 作)	青梗白菜 (3 作)
	----- t/ha -----		
N100	12.8	26.4	40.5
200	14.0 (6.1)	27.0 (9.8)	40.9
400	13.8	26.6	42.4 (9.3)
800	12.1	26.2	39.3
CK	13.2	24.6	38.8

4. 磷和鉀肥不同施用方式對小胡瓜及小果番茄果實品質之影響：2014~2015 年新屋本場進行（表 19），小胡瓜及小果番茄磷鉀肥均以施於土壤較噴施於葉片，其糖度增加 0.01~0.09 °Brix；另產量小胡瓜施土為 25.4t，較噴施葉片 24.1t，增產 1.3t (5.4%)，小果番茄施土為 38.7t，較噴施葉片 32.5t，增產 6.2t (19.1%)。

表 19. 磷和鉀肥不同施用方式對小胡瓜及小果番茄果實品質及產量之影響

Table 19. Effects of phosphate and potassium fertilizer different application manners on the quality and yield of cucumber and tomato.

處理	小胡瓜				小果番茄			
	糖度 (°Brix)		產量 (t/ha)		糖度 (°Brix)		產量 (t/ha)	
P1K1 ^z	3.27a	3.50a	21.8d	13.3d	9.89a	9.91a	35.6b	31.3a
P1K2	3.53a	3.60a	20.0c	19.2c	9.92a	9.91a	37.1a	30.7a
P1K3	3.73a	3.37a	23.9bc	17.0c	9.98a	9.89a	39.0a	32.2a
P2K1	3.70a	3.20a	30.0a	32.4a	9.90a	9.94a	41.0a	34.8a
P2K2	3.47a	3.37a	28.8a	28.4b	9.94a	9.89a	38.6a	32.0a
P2K3	3.60a	3.70a	27.8b	34.2a	9.97a	9.98a	41.1a	34.1a
平均	3.55	3.46	25.4	24.1	9.93	9.92	38.7	32.5
			(105.4)				(119.1)	(100)
	(施土)	(噴葉)	(施土)	(噴葉)	(施土)	(噴葉)	(施土)	(噴葉)

九、國外輔導

2010 年輔導聖多美普林西比，位於西非，由聖多美島及普林西比島組成，過去為法國殖民地，號稱可可島，人口約 16 萬，居住為高腳屋，故其木屑甚多，另牛群為放牧，糞便不易收集，期間拜訪農業部，並由團長協助參觀其農業及土壤肥力檢測等項目，該國肥料用量全國僅 4 公噸，人民種植作物技術及觀念均不佳，本次係輔導農業技術團有機堆肥製作技術（圖 2），協助該國改善農產廢棄物隨意棄置問題，循環再利用於農田，並撰寫專案報告供參。



圖 2. 協助土壤肥力測定及堆肥輔導

Fig 2. Assist in soil fertility measurement and composting guidance

十、合理化施肥推廣及效益

國內化肥用量，全球第 3 名，第 1 名荷蘭，第 2 名南韓。蔬菜種植面積 15.4 萬公頃，三要素推薦量氮素 150、磷酐 120、氧化鉀 150kg，農民施氮量 250 (67%)、磷 325 (170%)、氧化鉀 345kg (130%)。水稻兩期作農民氮量每公頃 265kg，較作物施肥手冊 210 kg，多施 55kg (26%)，氧化鉀農民施用 170，較作物施肥手冊 110 kg，多施 60kg (55%)。可見北部地區水稻、蔬菜施肥量偏高，尤其設施蔬菜最為嚴重。

本場 97 至 99 年於蔬菜示範區 (21 戶) 經合理施肥後其示範區較對照區，肥料每公頃施用量可節省 308kg，增加收益逾 8,000 元 (如下表 20)，另所有作物推動合理化施肥前 (94~96 年) 每公頃三要素用量，平均為 450kg，經 2 年推動後 (97~98 年)，降為 414kg (表 21)，減施 36kg (8%)。

表 20. 示範區與對照區肥料用量及收益之比較

Table 20. Comparison of fertilizer rates and income between demonstration and check area.

年度	作物種類 (戶數)	示範戶	施肥量	節省肥料	收益 (元)
			N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	
97	設施蔬菜 (3 戶)	示範區	150-120-150	110-33-(-59)	+5,333
		對照區	260-153-91	(84)	
98	設施蔬菜 (9 戶)	示範區	140-96-63	247-142-65	+11,700
		對照區	387-238-128	(454)	
99	設施蔬菜 (9 戶)	示範區	159-82-56	166-158-64	+8,048
		對照區	325-240-120	(388)	
3 年平均				174-111-23 (308)	+8,360

表 21. 示範前後肥料用量之比較 (公頃)

Table 21. Comparison of fertilizer rates before and after demonstration.

年份	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年
氮用量	241	244	241	223	224
磷酐用量	83	91	88	79	77
氧化鉀用量	116	125	123	111	114
三要素用量	440	459	452	413	415
94-96 平均 (A)					450
97-98 平均 (B)					414
減少施用量 (A-B) (%)					36 (8%)



貳、有機農業發展

有機農業是一種較不汙染環境、不破壞生態，並能提供消費者健康與安全農產品的生產方式。亦稱為生態農業、低農業；生物農業、動態農業、自然農法、再生農業或永續農業的一種。農業部定義為「遵守自然資源循環永續利用原則，不可使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，並達到生產自然安全農產品目標」。

國內有機發展及所有相關規定均可至官網查詢 (<https://epv.afa.gov.tw/>)，自 76 年成立「有機農業可行性研究」計畫，79 年起推動「有機農業先驅計畫」，作物有機栽培面積不超過 10 公頃，84 年起辦理水稻、蔬菜、果樹及茶有機栽培示範推廣，本場自 26 戶，50 公頃開始，陸續制訂執行準則及有機農產品標章，86 年起由各區農業改良場辦理認證及核發標章工作，88 年農委會公告「有機農產品生產基準」、「有機農產品驗證機構輔導要點」、「有機農產品驗證輔導小組設置要點」，89 年公告「有機農產品驗證機構申請及審查作業程序」，補助宜蘭大學設置「有機農業全球資訊網」提供有機農業相關資訊。89 年「國際美育自然生態基金會」成立，此後「慈心有機農業發展基金會」、「中華有機農業協會」、「臺灣省有機農業生產協會」、「臺灣寶島有機農業發展協會」也陸續成立。90 年起承接原由各區農業改良場負責驗證及核發標章工作，迄 113 年，農委會已認證之有機農產品驗證機構 17 家，其中 16 家有機農糧產品，1 家有機畜產品，如表 22，目前通過有機農產品驗證機構驗證之有機農糧產品驗證面積 16,338ha，友善 5,549ha，計 21,887ha，包括水稻、蔬菜、果樹、茶樹及其他作物。

表 22. 農業部認證之有機農產品驗證機構

Table 22. The organic agricultural product verification agency certified by the Ministry of Agriculture

編號	驗證機構	有機農糧產 (加工) 品	有機畜產 (加工) 品	有機水產品	有機水產 (加工) 品
1	慈心有機農業發展基金會 TOC	V			V
2	國際美育自然生態基金會 MOA	V			
3	中華驗證有限公司 ZHCERT	V			
4	台灣省有機農業生產協會 TOPA	V			
5	台灣寶島有機農業發展協會 FOA	V			
6	暉凱國際檢驗公司 FSI	V			
7	環球國際驗證公司 UCS	V			
8	國立中興大學 NCHU	V			
9	采園生態驗證有限公司 ECO	V		V	V
10	和諧有機農業基金會 HOA	V			
11	朝陽科技大學 CYCC	V			
12	成大智研國際驗證股份有限公司 CAIC	V			V
13	安心國際驗證股份有限公司	V			
14	環虹錕騰科技股份有限公司	V			
15	藍鵲驗證服務股份有限公司	V			
16	嘉義大學農產品產銷履歷驗證中心	V			
17	中央畜產會 NAIF				V

參、都市農耕

都市農業 (Urban Agriculture 或 Agriculture in City Countryside) 是指地處都市及其延伸地帶，緊密依託並服務於都市的農業，包括養殖、畜牧業、農林業、養蜂業及園藝業等，常發生於近郊區 (2013)。

1898 年英國 Ebenezer Howard 提出田園城市概念，係將人類社區包圍於田地或花園的區域中，平衡住宅、工業與農業區域比例的一種都市計畫，後續德國、日本及美國相繼鼓勵於庭園及屋頂種植。1996 年聯合國定義為用在地資源、採用密集型生產方式，於都市或近郊生產、加工、銷售等相關農產品的農業活動。未來全球人口至 2024 年已達 82 億，且生活水準日益提高，都市化程度亦隨之提升，預估至 2050 年，近 6 成人口居住於都市區域。林如萍老師 (2017) 參考日本及美國農業部的概念，主張食農教育三面六項架構，透過「做中學」的體驗學習策略，達成培養「食農素養」的目標。政府於 2022 年 4 月 19 日立法院 3 讀通過，111 年 5 月公告總統通過。

一、都市農耕適栽作物檢索表

已建置都市農耕 107 種適栽作物的光度需求表（圖 3），可經由 QRcode，進入即可依據其樓層及方位篩選適宜種植的作物。

如需使用此表篩選功能，請先：
 1. 從檔案選單中，選擇建立副本或儲存為google試算表，將檔案存入個人google帳號中，
 2. 將此檔案以手機或平板的試算表APP開啟，即可使用篩選功能



建築	場域	方位	環境相對光度	類型	作物及栽培資訊	栽培適期
高樓層	陽台	面東	10%-20%全日照	葉菜類	小白菜	全年均可(夏季生長勢弱)
2層樓建物	露臺	面北	30%-45%全日照	香辛類	芫荽	全年均可(夏季生長勢弱)
頂樓	陽台	面西	50%-70%全日照	餐盤花卉	金蓮花	8月至隔年3月
頂樓	露臺	面南	100%全日照	花果菜類	番椒	9月至隔年2月
高樓層	陽台	面東	10%-20%全日照	根莖菜類	小果番茄	8月至隔年5月
2層樓建物	陽台	面東	10%-20%全日照	香藥草類	薄荷	全年均可(夏季生長勢弱)

圖 3. 適栽作物檢索表

Fig 3. Key list of crops suitable for cultivation

二、都市農耕作物最適灌溉模式分類表

都市農耕作物最適灌溉條件（表 23），目前已累計 101 種作物，依據需水特性分為低溼、中溼、高溼及乾濕循環 4 類。另需環感器（土壤溼度計、空氣溫溼度計及光度計）及控制器等設備（圖 4）。

表 23. 作物給水模式分類表

Table 23. Classification of crop water supply modes.

給水模式	作物種類 合計 101 種
低溼	青蔥、迷迭香、土人參、桂花、葉用枸杞、金盞花、蘿蔔、到手香、香椿
中溼	葉用萵苣、胡蘿蔔、芹菜、芫荽、薄荷、百里香、薰衣草、赤道櫻草、歐芹、結球甘藍、小地榆、琉璃苣、落葵、魚腥草、四季秋海棠、金針花、小茴香、香堇菜、箭葉芝麻菜、甜菜根、龍葵、明日葉、紫梗青江菜、豇豆、義大利香芹、茉莉、大果番茄、小果番茄、櫻桃蘿蔔
高溼	青梗白菜、小白菜、蕹菜、莧菜、菠菜、韭菜、青椒、辣椒、甜椒、芳香萬壽菊、紫蘇、金蓮花、小芥菜、酸模、青尖葉莧菜、金魚草、矢車菊、茄子、秋葵、芥藍、仙草、紫錐花、洛神葵、白花馬齒莧、艾草、野薑花、蝶豆花、黃梔、桔梗、球莖甘藍、茼蒿、紫梗葉用蘿蔔、紫芥菜、角菜、紅鳳菜、鼠尾草、奧勒岡、小胡瓜、刺芫荽、青花菜、花椰菜、金銀花、茭白筍（高溼-湛水）、芋頭（高溼-湛水）
乾溼循環	葉用甘藷、甘藷、檸檬香茅、羅勒、九層塔、玫瑰天竺葵、甜菊、檸檬馬鞭草、彩柄萵菜、大豆、毛豆、香蜂草、大蒜、草莓、豌豆、蜜妮玫瑰、七葉蘭、珠蔥、矮性菜豆（敏豆）

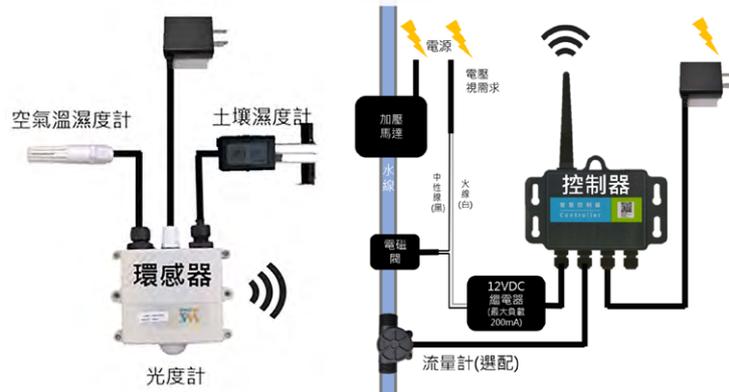


圖 4. 智慧灌溉系統

Fig 4. Smart irrigation system

三、都市農耕作作物病蟲害友善防治轉盤教具

113 年 6 月 27 日農業部智慧財產權審議會第 9 次會議通過有償授權，已無償技轉 8 個單位，正面使用步驟，1. 環境濕度，例：低濕（多日無雨），2. 環境溫度，例：高溫，3. 對應病蟲，例：像圖片上葉背小紅點在爬或葉緣有白絲→葉蟎，4. 找到對應可用防治方法或資材，反面使用步驟，1. 選擇稀釋倍率，例 500 倍，2. 在容器水量固定下，須加多少藥；例，配滿一罐 600ml 的寶特瓶，要加 1.2 克 (c.c.) 的資材，3. 相對應稀釋倍數下，固定藥匙取藥量，須加水量；例，用一次可以盛 1g 的小湯匙，需要加滿 500ml 的水。目前已發展至 2.0 版，正面，適用對象；青農、教師、學生；適用年齡：12+，適用作物，葉菜、果菜，病徵、蟲體改為實際照片蟲體為實際蟲體大小，原 18 種增至 20 種；背面稀釋容器；居家 3 種、社區或小規模農園 2 種及大規模農地 3 種（圖 5、6）。



圖 5. 轉盤正反面（第一版）

Fig 5. Turntable front and back (first edition)



圖 6. 轉盤正反面 (第二版)

Fig 6. Turntable front and back (second edition)

四、種菜芳城市

都市農夫植栽養護管理資訊平台 (<https://kiaofarming.github.io/kiaofarming/Home>) 可供查詢作物適栽場域、灌溉模式等栽培資訊，目前已累計食用作物栽培資料庫 101 種，觀賞作物栽培資料庫 61 種，包含九大類：葉菜、花果菜、根莖菜、五穀雜糧、香辛料、香藥草、食用花卉、觀花、觀葉等作物 (圖 7)。

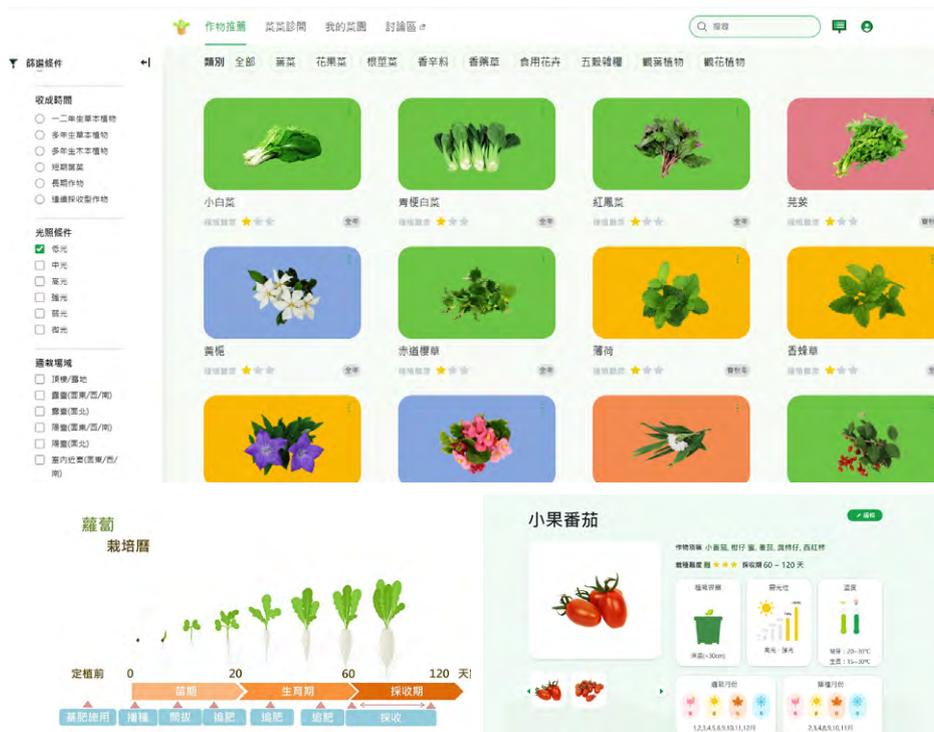


圖 7. 植栽養護管理資訊平台

Fig 7. Planting maintenance management information platform

五、都會區蔬菜食農實作栽培技術模組

包含教具及教案，另分為教師版/學生版/影片等3大類。已完成都會區蔬菜食農實作栽培技術模組教具教案含影片-萵苣篇，都會區蔬菜食農實作栽培技術模組教具教案-萵苣、甜菊篇（圖8、9）。



圖 8. 食農栽培技術模組箱及教學使用手冊（教師版）

Fig 8. Food farming module box and teaching manual (teacher,s edition).



圖 9. 模組箱內容物及栽培情形

Fig 9. Contents of the module box and planting conditions.

六、灌溉管理與體驗栽培技術模組

包含 1. 盆栽植物栽培端盤底部灌溉系統，2. 可排水植栽承載結構，及 3. 可串接折疊式植栽箱及植栽盤」。

1. 盆栽植物栽培端盤底部灌溉系統（圖 10）：113 年 6 月 11 日取得新型專利（M656766），非專屬授權公告，授權金 8 萬元；權利金：銷售額 2%。可 4 盆連通及供水單元，另有根系通緝槽與集水槽，每單元可依作物大小及喜好放置 4 盆、2 盆及 1 盆。



圖 10. 端盤底部示意圖

Fig 10. Bottom of the plate.

2. 摺疊種植箱導水盤（圖 11）：其新水盤裝置，裝設應用於一般型或高腳型種菜箱底部，由連通管水平或垂直串接連通，導排/回收多餘澆灌水，適用於都會區減少水泥硬鋪面髒汙。底盤導排水之折疊式種植箱外徑 20cm×30cm×21cm，盛土量約 8 公升，收折後節省 64% 收納空間。模型功能：(1) 箱體與四面導水盤可分離使用。(2) 灌溉水可導排。(3) 便於作物換盆與底盤清潔容易。(4) 壁面溢流水順利經儲存溝槽導入導水盤。(5) 儲存溝槽隙縫小，評估蚊蟲不易進入。(6) 箱體上框架設有防蟲網桿安裝孔。(7) 「可串接折疊式植栽箱及植栽盤」新型專利 M651672。(8) 廠商專利技轉授權辦理中。



圖 11. 摺疊種植箱示意圖

Fig 11. Folding planting box.

七、樹枝落葉熱發酵快速堆肥循環再利用裝置及堆肥化技術

堆肥箱尺寸：120×120×120 cm，料源：落葉、尿素 5 kg、（發酵菌 1 kg）、水（溼

度約 60%)，其造價未逾 8,000 元，建置堆肥箱，每一座需 3 人 1 小時搭設，於本 113 年 7 月 3 日 取得新型專利，並推廣 12 個學校場域使用 (圖 12)。

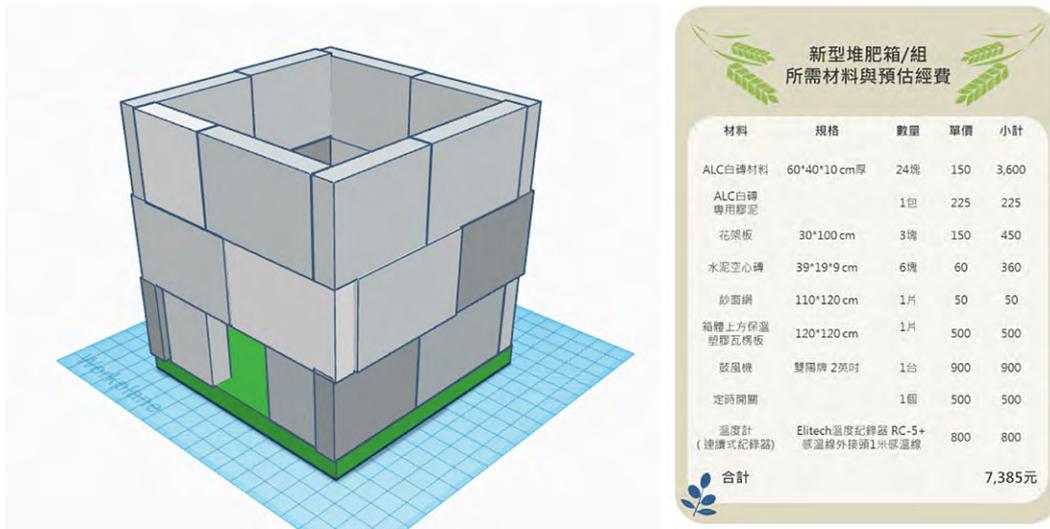


圖 12. 堆肥箱材料與售價

Fig 12. The materials and prices of the compost box.

已撰寫其新型堆肥箱作業流程摺頁 (圖 13)，包含 1. 堆肥箱設置 2. 堆肥製作 3. 堆肥管理 4. 堆肥使用。

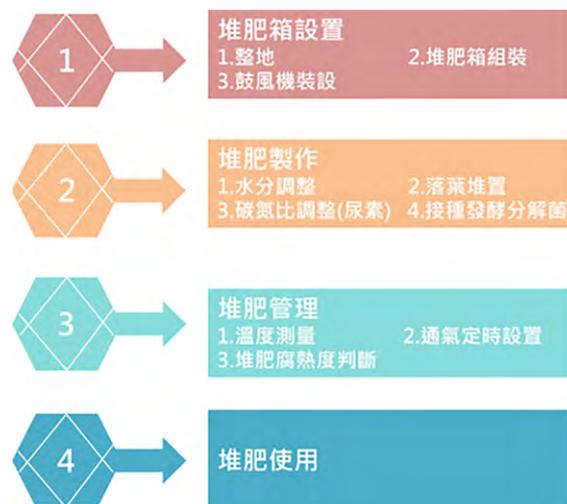


圖 13. 堆肥箱作業流程摺頁

Fig 13. Compost box operation process foldout



肆、食農教育

林如萍老師（2017）參考日本及美國農業部的概念，主張以食農教育三面六項架構，透過「做中學」的體驗學習策略，達成培養「食農素養」的目標，政府亦於於2022年4月19日立法院3讀通過，111年5月公告總統通過（表24），目前積極辦理培訓種子教師的專業訓練課程，期能提升現場執行著的農業本能，可進行簡易問題排除。另建立教師教學模組，可減輕老師備課的壓力，愈簡化越易上手，增加師生學習的樂趣。

表 24. 食農教育三面六項

Table 24. Food Farming Education Three Aspects and Six Aspects

食農教育學習內涵		相關學習領域
面項	主題	
農業生產與環境	農業生產與安全	生活課程、自然科學領域、社會領域、綜合活動領域、科技領域、語文領域
	農業與環境	生活課程、自然科學領域、社會領域、綜合活動領域、健康與體育領域、科技領域、語文領域
飲食健康與消費	飲食與健康	生活課程、健康與體育領域、綜合活動領域、自然科學領域
	飲食消費與生活型態	生活課程、綜合活動領域、健康與體育領域、社會領域
飲食生活與文化	飲食習慣	生活課程、健康與體育領域、綜合活動領域、語文領域
	飲食文化	綜合活動領域、健康與體育領域、社會領域、語文領域、自然領域

陸、未來展望

本場研發都農相關技術，已漸擴散至運用於學校場域，先將作物栽培管理得當，再配合智慧省工、省水的管理模式，及教學模組教案，減輕老師備課的負擔及提升師生栽培的樂趣。另透過專業培訓課程，提升老師或志工農業知識，以便現場問題排除；未來應更優化本場專業技術，目前除學校外更擴散至社區，並請當地農會或青農就地協助解決栽培上的問題，如此由栽培生產管理端至末端一貫化，方可達到產地到餐桌，以達土地永續利用及落實食農教育。

參考文獻

- 內政部戶政司。2024。縣市人口性比例及人口密度。人口統計資料庫。<<https://www.ris.gov.tw/app/portal/346>>。
- 林如萍。2022。食農教育教學知能手冊。台北市。行政院農業委員會。
- 莊浚釗。1991。長期施用台肥 5 號複合肥料對柑橘品質及產量之影響。桃園區農業改良場研究彙報 8:15-29。
- 莊浚釗。1993。施肥方法對芋生長及收量之效益。桃園區農業改良場研究彙報 13:41-48。
- 莊浚釗。1994。楊桃園土壤深層施肥技術試驗。桃園區農業改良場研究彙報 18:10-17。
- 莊浚釗。1998。楊桃葉片楊養診斷及肥培管理試驗。桃園區農業改良場研究彙報 34:15-26。
- 莊浚釗、廖乾華。2000。施用不同有機質肥料對甘藍產量之效應。桃園區農業改良場研究彙報 40:35-40。
- 莊浚釗、廖乾華。2000。有機質肥料對山藥生長及產量之效應。桃園區農業改良場研究彙報 42:22-28。
- 廖乾華、莊浚釗。2000。有機質肥料對結球白菜生育之影響。桃園區農業改良場研究彙報 42:29-36。
- 莊浚釗。2002。栽植密度及氮素用量對芋生長及產量之效應。桃園區農業改良場研究彙報 51:13-22。
- 莊浚釗。2006。土壤接種溶磷菌對小白菜生育及氮、磷吸收量之影響。桃園區農業改良場研究彙報 59:57-69。
- 莊浚釗。2007。溶磷菌在台灣北部土壤之分布及應用。博士論文。
- 莊浚釗、林孟輝。2007。氮素用量及氮素分配率對水稻越光品種產量及米質之影響。桃園區農業改良場研究彙報 61:17-30。
- 莊浚釗。2009。氮素用量及氮素分配率對水稻品種桃園 3 號產量及米質之影響。桃園區農業改良場研究彙報 65:45-60。
- 莊浚釗、李宗翰。2011。文旦之土壤和肥培管理技術研究。桃園區農業改良場研究彙報 69:37-51。
- 莊浚釗。2012。葉菜類蔬菜有機栽培專用有機質肥料配方開發。桃園區農業改良場研究彙報 72:45-56。
- 莊浚釗、羅秋雄。2015。水稻有機栽培專用有機質肥料配方開發。桃園區農業改良場研究彙報 77:25-38。



- 莊浚釗。2018。施用有機液肥對蔬菜產量及品質之影響。桃園區農業改良場研究彙報 83:37-51。
- World Population Prospects 2024 Summary of Results. 2024. p.1. New York(USA). UN Dept. of Econ. and Social Affair.
- Chuang, CC., Kuo, YL., Chao, CC. et al. 2007. Solubilization of inorganic phosphates and plant growth promotion by *Aspergillus niger*. *Biol Fertil Soils* 43:575-584.
- Ebenezer Howard，李德華。2010。城市規劃原理（第四版）。北京。中國建築工業出版社。
- Hampwaye, G., Nel, E. and Ingombe, L. 2013. 贊比亞的情況下：都市農業在解決家庭貧困和糧食安全方面的作用。
- Howard, E. 1902. *Garden Cities of To-morrow* 2nd, London: S. Sonnenschein & Co: 2-7.
- Rural Science Graduates Association. In Memorium-Former Staff and students of Rural Science at UNE University of New England (Australia). 2002.
- Youtube. 2018. By 2050. 68% of world population will live in urban areas. <<https://www.youtube.com/watch?v=XN92srq5jwg>>

The Development Process from Sustainable Farming to Organic Farming and Urban Agriculture and Food Farming

Chun-Chao Chuang

Research fellow and chief of Shulin branch station

Taoyuan district agricultural research and extension station, Ministry of Agriculture

Abstract

Entered the Taoyuan agricultural improvement field in June 1989, which exposed me to the importance of sustainable soil management. Not only breeding, fertilization management, pest control and post-harvest treatment, are all important management links; due to my professional background, I immediately The research and development of fertilizer management of important crops in the jurisdiction, including citrus, taro, carambola, rice, pomelo, organic fertilizer and medium formula development and microbial application, etc. have achieved remarkable results, and farmers are recommended to manage ginseng harvesting. We also organized a site-wide rational fertilization plan, including promoting seminars and observation meetings, all of which achieved remarkable results. We have also implemented organic agriculture promotion and related pilot projects. The original 50 hectares of demonstration farmers have now exceeded 16,000 hectares to safeguard the health of the entire people. Because the forest branch is close to Duhui District, it has recently actively promoted urban agriculture-related technologies, including suitable crop retrieval tables, water management systems, fertilizer application and pest control technologies, and even composting and recycling of fallen leaves on campus. Many technologies are Assisting in the construction and management according to the needs of the school. Currently, it has provided guidance to 71 schools. It integrates agricultural technology with school education of food agriculture and establishes consistent management from the production area to the dining table. In the future, it plans to expand the scope of services to the community and provide services to all people. Agriculture does its part. The development process from sustainable farming to organic farming and urban agriculture and food farming.

Keywords: Sustainable Farming, Organic Farming, Urban Agriculture, Food Farming

