

施用有機液肥對蔬菜產量及品質之影響¹

莊浚釗²

摘要

本研究目的在探討噴施不同氮濃度液肥對短期葉菜類產量，以及磷和鉀肥不同施用方法對小胡瓜、小果番茄產量及品質之影響。2014-2015 年於桃園市新屋區（本場）試驗田進行。結果顯示，葉片較薄之白莧菜及菠菜，以噴施氮 200 mg L⁻¹ 處理較對照增產 6% 及 10% 最佳；葉片較厚之青梗白菜，以噴施氮 400 mg L⁻¹ 處理增產 9% 最佳。施用磷和鉀肥對果實品質及產量均有正效益，其中以施用於土壤對作物產量及品質較噴施於葉片為佳；故推薦小胡瓜每株土壤施用磷肥 80 g 和鉀肥 180 g，與小果番茄磷和鉀肥均施用 80 g；而小胡瓜及小果番茄則葉片噴施磷和鉀分別為 400、800 mg L⁻¹ 對果實產量及品質為最佳。

關鍵詞：有機液肥、有機質肥料、葉菜類、小胡瓜、小果番茄

前言

有機農業及友善耕作為目前農業的趨勢，其栽種技術亦為重要項目之一。農民常自行調製有機液體肥料以補充固體有機質肥料的不足，惟其施用均無依據其養分含量及需求，而隨意稀釋未定量即噴施，易造成作物肥傷甚至死亡等現象。本研究係以綠竹粉碎殘體、粕類、禽畜糞、豌豆苗殘體等有機廢棄物為材料製作堆肥，收集其滲出之堆肥湯，利用小型打氣機（通氣量 1500 cc min⁻¹）24 h 通氣，調製不同氮濃度液肥，噴施於短期葉菜類，以提高產量。中長期果菜類蔬菜（小胡瓜及小果番茄）因生長期較長，營養生長期除施用有機質肥料外，於生殖生長期則需適量施用磷和鉀肥，以提高果實品質及產量。過去研究指出，蔬菜施用專用有機質肥料，較對照（市售有機質

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究彙報第 501 號。

² 桃園區農業改良場研究員兼台北分場分場長(通訊作者, Chuang@tydais.gov.tw)。

肥料) 增產 2.5 t ha^{-1} (11.4%) (莊, 2012), 如施用未腐熟者, 常導致抑制種子萌發及根生長的現象 (Zubillaga and Lavado, 2006)。於作物生殖期分別施用不同濃度磷和鉀於葉片及土壤, 可有利果實開花及提高果實品質 (蔡和李, 2013)。本研究係建立短期葉菜類氮液肥噴施葉片之濃度及果菜類磷和鉀肥施用技術, 供作農民施肥之參考。

材料與方法

一、噴施不同氮濃度液肥對葉菜類產量之影響

2014 年於本場 (新屋區) 進行, 將專用有機質肥料調製堆肥時收集之液體肥料, 利用小型打氣機 (通氣量 $1,500 \text{ cc min}^{-1}$) 24 h 通氣, 約六週後已無臭味, 測定其濃度, 並調製不同氮濃度之液肥 100、200、400 及 800 mg L^{-1} 共四級, 以未施用者為對照 (CK)。試驗採逢機完全區集設計 (randomized complete block design), 共 5 處理, 3 重複, 小區面積 $2.4 \text{ m} \times 1.6 \text{ m} = 3.84 \text{ m}^2$, 每小區種植 96 株, 每株施用液肥 200 cc, 共計 19.2 公升, 每公頃施用 50 公噸。試驗田土壤化學性質 (表 1), 測試對短期葉菜類 (白莧菜、菠菜及青梗白菜) 產量最佳的用量。

表 1. 供試土壤基本性質

Table 1. Some properties of soil before the experiment.

酸鹼度 pH (1:1)	電導度 EC (1:5) (dS m^{-1})	有機質 O.M (g kg^{-1})	Bray-1 磷 Bray-1 P -----	可萃取性鉀 Mehlich-1 K (mg kg^{-1})	可萃取性鈣 Mehlich-1 Ca -----	可萃取性鎂 Mehlich-1 Mg -----
5.7	0.37	30	99	162	1,247	162

二、磷和鉀肥不同施用法對果菜類產量及品質之影響

果菜類小胡瓜及小果番茄有機質肥料施用 $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O} = 2.1\text{-}2.5\text{-}1\%$ 為材料, 其中氮施用量係依據作物施肥手冊 (羅, 2012), 分別為 300 kg ha^{-1} 及 200 kg ha^{-1} 。有機質肥料施用量以氮為換算基準, 計算公式為堆肥施用量 (公斤) = 氮推薦量 \div 堆肥乾物中氮含量 \div 堆肥乾物含量 $\times 1.5 \times 0.000144$ (小區面積), 其小胡瓜及小果番茄用量分別為 4.4 kg 及 3 kg。施用方法依據作物施肥手冊 (羅, 2012), 小胡瓜則於基肥

時施用 10% 及定植後依其生長，分別於 10 日、抽蔓、蔓長 60 cm、第 1 朵雌花及著小果時各追施 15%，共計施用 6 次。小果番茄於基肥時施用 40% 及定植後每 20-25 日追施 15%，共計施用 5 次。

磷和鉀肥分別以海鳥糞 (P_2O_5 : 25%) 及棕櫚灰 (K_2O : 30%) 調配，依據作物施肥手冊磷和鉀推薦量計算。小區土壤磷肥海鳥糞用量為 80 g，因試驗前土壤磷有效性極高 (表 1)，故訂定小胡瓜及小果番茄土壤磷肥施用量 P1、P2 分別為每小區 40 及 80 g，於種植時全量施入土壤。小胡瓜土壤鉀 (棕櫚灰) 用量為 180 g，下修施用量 K1、K2、及 K3 為每小區 60、120 及 180 g，分別於基肥、二追及四追施用各 20%、40% 及 40% 於土壤 (一追和三追則不施用)。小果番茄土壤鉀 (棕櫚灰) 用量 80 g，施用量 K1、K2、及 K3 分別為每小區 40、60 及 80 g，其考量因素與小胡瓜相同，均因試驗前土壤鉀有效性甚高 (表 1)，施肥頻度同氮肥施用方法共計五次。液肥噴施葉片用量 P3、P4 為每小區 200 及 400 mg L⁻¹ 及鉀肥 K4、K5 及 K6 則為每小區 200、400 及 800 mg L⁻¹，於開花期每週噴施葉片 1 次。兩試驗均採逢機完全區集設計 (randomized complete block design)，6 處理，3 重複，小區面積 1.8 m×0.8 m=1.44 m²。

土壤 pH 值以土：水=1：5 (w/v)，平衡 1 h 後以玻璃電極法測定 (McLean, 1982)。電導度 (EC) 以土：水=1：5 (w/v)，振盪 1 h 後過濾，以電導度計測定 (Rhoades, 1982)。土壤有機質含量以 Walkley-Black 法測定 (Nelson and Sommers, 1982)。磷以 Bray-I 法萃取，濾液以鉬藍法比色測定 (Olsen and Sommers, 1982)。有效性鉀、鈣及鎂以 Mehlich-I 法萃取，萃取液以火焰分光光度計測定鉀 (Knudsen *et al.*, 1982)，以感應耦合電漿原子發射光譜儀 (ICP) 測定鈣及鎂 (Flannery and Markus, 1980)，每樣品 3 重複。

調查項目為短期葉菜類產量，果菜類小胡瓜及小果番茄生育情形、養分吸收量及產量。小果番茄果實硬度測定每株取 5 粒成熟果實，以 Fudoh Rheometer 硬度測定儀測量 (NRM-2020J-CW)，依照日本可果美公司研發的硬度計，壓擠成熟果實的橫面中央 0.5 cm 所需的壓力，果實硬度標準：極軟 < 1.0 kg；軟：1.01-1.25 kg；中軟：1.26-1.50 kg；中硬：1.51-1.75 kg；硬：1.76-2.00 kg；極硬：2.01-2.25 kg。

調查分析資料以 SAS (statistical analysis system 6.10, SAS Institute, 1990) 程式進行變方分析，再以 Fisher LSD 進行處理間平均值之差異分析。

結果與討論

一、噴施不同氮濃度液肥對葉菜類產量之影響

試驗分別種植 3 作白莧菜、菠菜及青梗白菜，共計 9 作葉菜，試驗結果如表 2 所示。3 作白莧菜產量以噴施 N200 mg L⁻¹ 產量 (14.0 t ha⁻¹) 最高，較對照未施用者，增產 0.8 t ha⁻¹，增產率 6%；次為 N400 mg L⁻¹，增產 0.6 t ha⁻¹ (5%)；其餘 N100、800 mg L⁻¹ 則減產 0.4 t ha⁻¹ 及 1.1 t ha⁻¹，減產率分別為 3%及 8%。菠菜 3 作產量以 N200 mg L⁻¹ 產量最高，較對照未施用者，增產 2.4 t ha⁻¹，增產率 10%；次為 N400 mg L⁻¹，增產 2 t ha⁻¹ (8%)；其餘 N100、800 mg L⁻¹ 增產 1.8 t ha⁻¹ 及 1.6 t ha⁻¹，增產率 7%。青梗白菜 3 作產量以 N400 mg L⁻¹ 產量最高，較對照未施用者，增產 3.6 t ha⁻¹，增產率 9%；次為 N200 mg L⁻¹，增產 2.1 t ha⁻¹ (5%)；其餘 N100、800 mg L⁻¹ 則增產 1.7 t ha⁻¹ 及 0.5 t ha⁻¹，增產率分別為 4%及 1%。

綜合以上，葉菜共計種植 9 作，以噴施 N400 mg L⁻¹ 產量最高，較對照增產 2.1 t ha⁻¹，增產率 8.2%；次為 N200 mg L⁻¹，增產 1.8 t ha⁻¹ (7%)。惟仍須考慮蔬菜種類，白莧菜及菠菜屬於葉片較薄者，以噴施 N200 mg L⁻¹ 較對照處理分別增產 6%及 10%較佳；而青梗白菜則屬葉片較厚者則以噴施 N400 mg L⁻¹ 增產 8%較佳。

表 2. 噴施不同氮濃度液肥對葉菜類產量之影響

Table 2. Effects of spraying different concentrations of nitrogen liquid fertilizer on the yield of leafy vegetable.

處理代號 Treatment No	白莧菜 Ganges Amaranth 3 作	菠菜 Spinach 3 作	青梗白菜 Pak-Choi 3 作	平均 Average
----- (t ha ⁻¹) -----				
N1 ^z	12.8a ^y (97) ^x	26.4a (107)	40.5a (104)	26.6a (104)
N2	14.0a (106)	27.0a (110)	40.9a (105)	27.3a (107)
N4	13.8a (105)	26.6a (108)	42.4a (109)	27.6a (108)
N8	12.1a (92)	26.2a (107)	39.3a (101)	25.9a (102)
CK	13.2a (100)	24.6a (100)	38.8a (100)	25.5a (100)

z: N1: 氮 100 mg L⁻¹、N2: 氮 200 mg L⁻¹、N4: 氮 400 mg L⁻¹、N8: 氮 800 mg L⁻¹

y: 同一列文字相同者為以 LSD 顯著性測驗在 5%水準差異不顯著。

Means values within column followed the same letter are not significant by LSD at 5% probability level.

x: ()表示與配方代號 CK 為 100 之相對值。

噴施不同氮濃度液肥對葉菜類植體含量之影響示於(表3至表5)，顯示白莧菜葉片氮含量 45.0-48.7 g kg⁻¹，依據張和張(1997)研究其含量屬適宜範圍(36 g kg⁻¹-51 g kg⁻¹)，其中以噴施 N800 mg L⁻¹ 氮含量最高；菠菜葉片氮含量 38.7-48.4 g kg⁻¹，其含量亦屬適宜範圍(35-55 g kg⁻¹)，其中以對照未噴施者氮含量最高；青梗白菜葉片氮含量 50.1-54.6 g kg⁻¹，其含量亦屬適宜範圍(39-60 g kg⁻¹)，其中以噴施 N800 mg L⁻¹ 氮含量最高。3種蔬菜氮含量均屬適宜範圍；其中以青梗白菜最高，次為白莧菜及菠菜，但隨施用氮濃度增加，葉片氮含量並未增加，顯現此葉面施肥增加，導致產量增加，而稀釋其氮含量，故其效果並不顯著。白莧菜葉片磷含量 4.2-4.5 g kg⁻¹，菠菜 3.8-4.1 g kg⁻¹，青梗白菜 4.4-4.8 g kg⁻¹，僅白莧菜磷含量低於正常範圍(5.4 g kg⁻¹) (張和張，1997)，惟植株外觀並無缺乏症狀發生。白莧菜葉片鉀含量 74-79 g kg⁻¹，菠菜 70-82 g kg⁻¹，青梗白菜 109-113 g kg⁻¹，依據(張和張，1997；Jones,1964)之研究結果顯示此兩種蔬菜鉀含量均有過高的現象，惟於栽培過程並無異狀發生。白莧菜葉片鈣含量 28.1-30.4 g kg⁻¹，菠菜 15.4-18.3 g kg⁻¹，青梗白菜 31.1-33.6 g kg⁻¹，3種蔬菜之鈣含量均略高於正常範圍。白莧菜葉片鎂含量 11.3-12.9 g kg⁻¹，略高於臨界值 9.8 g kg⁻¹，菠菜 2.7-3.0 g kg⁻¹，則低於臨界值 7%，惟栽培過程並無明顯缺乏症狀；青梗白菜之鎂含量 3.6-4.2 g kg⁻¹，則屬適宜含量範圍(2.6-4.8 g kg⁻¹)。國內目前尚無此方面資料，所引用國外資料(Jones,1964)是否適用於國內？尚需後續研究證實。整體而言，葉面噴施氮液肥對葉片元素濃度含量雖有差異，惟均未達顯著差異水準。

表 3. 噴施不同氮濃度液肥對白莧菜葉片含量之影響

Table 3. Effects of spraying different nitrogen concentrations of liquid fertilizer on leaf mineral nutrient contents in ganges amaranth.

處理代號 Treatment No	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg
----- (g kg ⁻¹) -----					
N1 ^z	47.3a ^y	4.2a	75a	30.3a	12.4a
N2	45.0a	4.5a	79a	29.5a	11.9a
N4	45.7a	4.4a	79a	28.1a	11.7a
N8	48.7a	4.4a	77a	29.6a	11.3a
CK	47.0a	4.5a	74a	30.4a	12.9a
正常範圍	36.0-51.0	5.4-11.6	49-133	14.2-29.1	4.1-9.8

z, y: 同表 2。 Same as Table 2.

表 4. 噴施不同氮濃度液肥對菠菜葉片含量之影響

Table 4. Effects of spraying different nitrogen concentrations of liquid fertilizer on leaf mineral nutrient contents in spinach.

處理代號 Treatment No	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg
	----- (g kg ⁻¹) -----				
N1 ^z	42.3a ^y	4.2a	82a	18.3a	2.8a
N2	40.3a	4.3a	77a	15.7a	2.7a
N4	39.5a	3.8a	70a	15.4a	2.8a
N8	38.7a	4.1a	76a	17.5a	2.9a
CK	48.4a	4.1a	80a	17.5a	3.0a
正常範圍	35-55	2.5-5.0	40-50	8.0-15	7-12

z, y: 同表 2。Same as Table 2.

表 5. 噴施不同氮濃度液肥對青梗白菜葉片含量之影響

Table 5. Effects of spraying different nitrogen concentrations of liquid fertilizer on leaf mineral nutrient contents in pak-choi.

處理代號 Treatment No	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg
	----- (g kg ⁻¹) -----				
N1 ^z	51.6a ^y	4.6a	109a	31.2a	4.2a
N2	53.2a	4.5a	111a	31.1a	3.6a
N4	52.3a	4.8a	113a	32.4a	3.7a
N8	54.6a	4.4a	111a	32.8a	3.7a
CK	50.1a	4.4a	111a	33.6a	3.8a
正常範圍	39-60	4.3-9.7	39-85	16.5-32.3	2.6-4.8

z, y: 同表 2。Same as Table 2.

試驗前土壤 pH 5.7，經 3 年 9 作，共計施用 3 次石灰資材，土壤 pH 提升至 6.1-6.2，並已屬適當範圍 5.5-6.8。研究結果顯示，施用含鎂石灰改良資材，可有效改善土壤酸化現象，促進作物養分吸收（黃等，2005；蔡等，2008）。土壤電導度值試驗前 0.37 dS m⁻¹，經 3 年後 0.31-0.35 dS m⁻¹，均低於參考值 0.6 dS m⁻¹，另依據三好（1978）研究指出，土：水=1：5 之土壤 EC 值 0.5-1.5 dS m⁻¹，對作物才會產生負面影響。依據徐（2002）之研究指出土：水=1：5 之 EC 值若高於 0.6 dS m⁻¹ 則對作物產生負面影響。土壤有機質含量試驗前 30 g kg⁻¹，試驗後 41-44 g kg⁻¹，因該農地有機耕作已多年，土壤有機質之累積使含量均高於 30 g kg⁻¹。陳（2005）指出土壤有機質含量高低可視為土壤肥力的指標。其餘大量要素，如磷含量試驗前 99 mg kg⁻¹，3 年後 128-142 mg kg⁻¹。鉀含量試驗前 162 mg kg⁻¹，3 年試驗後 132-153 mg kg⁻¹。鈣含量試驗前 1,247 mg kg⁻¹，3 年後 2,182-2,574 mg kg⁻¹。鎂含量試驗前 162 mg kg⁻¹，3 年試驗後 252-297 mg kg⁻¹。該等要素含量均高於試驗前及參考範圍，因與該田區長年實施有機栽培造成養分累積有關。

表 6. 噴施不同氮濃度液肥對土壤肥力之影響

Table 6. Effects of spraying different nitrogen concentrations of liquid fertilizers on soil fertility.

處理代號 Treatment No	酸鹼值 pH (1:5)	電導度 EC (1:5) (dS m ⁻¹)	有機質 O.M (g kg ⁻¹)	Bray-1 磷 Bray-1 P -----	可萃取性鉀 Mehlich-1 K -----	可萃取性鈣 Mehlich-1 Ca -----	可萃取性鎂 Mehlich-1 Mg -----
					(mg kg ⁻¹)		
N1 ^z	6.2a ^y	0.31a	43a	142a	134a	2,342ab	262a
N2	6.1a	0.33a	43a	132a	134a	2,182b	252a
N4	6.1a	0.34a	44a	133a	153a	2,421a	286a
N8	6.2a	0.34a	43a	131a	153a	2,574a	297a
CK	6.2a	0.35a	41a	128a	132a	2,361ab	279a
參考範圍	5.5-6.8	<0.6	>30	11-50	30-100	570-1,140	50-100

z, y: 同表 2。Same as Table 2.

二、磷和鉀肥不同施用法對果菜類產量及品質之影響

磷和鉀肥施於土壤對小胡瓜產量及品質之影響示於表 7，顯示可溶性固形物含量 3.27-3.73 °Brix，平均 3.55 °Brix。果實直徑 29.8-33.9 mm，平均 32.1 mm。果長 19.9-20.5 cm，平均 20.4 cm，產量 20.0-30.0 t ha⁻¹，平均 25.4 t ha⁻¹。磷和鉀肥噴施於小胡瓜葉片，可溶性固形物含量 3.20-3.70 °Brix，平均 3.46 °Brix，果實直徑 29.9-33.5 mm，平均 31.8 mm，果長葉片 17.3-20.9 cm，平均 19.8 cm，產量 13.3-34.2 t ha⁻¹，平均 24.1 t ha⁻¹ (表 8)。單獨比較磷和鉀肥的效益，結果顯示，一般而言，呈現隨施用量的增加可提高其品質及產量，其中均以高肥區效果為最佳。另比較兩者施肥方式，以肥料施於土壤之果實品質及產量為佳，其產量較葉片噴施者，增產 1.3 t ha⁻¹，增產率 5.4%，可見根系吸收能力顯著高於葉片者。

磷肥為 ATP 等磷酸重要成分之一，適量施用磷肥可促進光合作用，提高碳水化合物含量，進而增加果實糖度 (土持，1983)。鉀離子可促進植物光合作用及核酸及蛋白質合成，加速光合產物迅速向貯藏器官運送，造成果實膨大 (孫等，2006)，適度增加鉀肥可促進植物生育及對氮及磷之吸收、運輸及累積 (Guo *et al.*, 2004; 于等，2007)。本研究結果顯示，施用磷和鉀肥可增加小胡瓜果實品質及產量，過去研究結果相似 (孫等，2006)。鉀肥施用量增加可提高果實品質及產量，植株生育正常並未造成鹽害現象，此與蔡 (2007)、蔡和李 (2013) 之研究結果一致。綜合以上試驗結果顯示，小胡瓜推薦用量每株磷肥 80 g 及鉀肥 180 g，施用於土壤對產量及品質的效果較施於葉片為佳。

表 7. 磷和鉀肥施用於土壤對小胡瓜果實品質之影響

Table 7. Effects of phosphorus and potassium fertilizers application on fruit quality of cucumber.

處理代號 Treat No.	可溶性固形物 Soluble solids (°Brix)	果實直徑 Fruit diameter (mm plant ⁻¹)	果長 Fruit length (cm plant ⁻¹)	產量 Yield (t ha ⁻¹)
P1K1 ^z	3.27a ^y	33.9a	21.9a	21.8d
P1K2	3.53a	32.4a	19.5b	20.0c
P1K3	3.73a	33.6a	20.3a	23.9bc
P2K1	3.70a	30.0a	19.8ab	30.0a
P2K2	3.47a	32.6a	20.9a	28.8a
P2K3	3.60a	29.8a	19.9ab	27.8b
平均	3.55	32.1	20.4	25.4
P1	3.51a	33.3a	20.6a	21.9b
P2	3.59a	30.8a	20.2a	28.9a
K1	3.49a	31.9a	20.9a	25.9a
K2	3.50a	32.5a	20.2a	24.4a
K3	3.67a	31.7a	20.1a	25.9a

z: P1、P2 = 40、80 g plant⁻¹，K1、K2、K3 = 60、120 及 180 g plant⁻¹

y: 同表 2。Same as Table 2.

表 8. 磷和鉀肥噴施於葉片對小胡瓜果實品質之影響

Table 8. Fruit quality of cucumber affected by spraying phosphorus and potassium fertilizers on leaves.

處理代號 Treat No.	可溶性固形物 Soluble solids (°Brix)	果實直徑 Fruit diameter (mm plant ⁻¹)	果長 Fruit length (cm plant ⁻¹)	產量 Yield (t ha ⁻¹)
P3K4 ^z	3.50a ^y	29.9a	17.3b	13.3d
P3K5	3.60a	33.5a	20.9a	19.2c
P3K6	3.37a	31.6a	19.5ab	17.0c
P4K4	3.20a	32.4a	20.5a	32.4a
P4K5	3.37a	30.5a	19.4ab	28.4b
P4K6	3.70a	32.8a	20.9a	34.2a
平均	3.46	31.8	19.8	24.1
P3	3.49a	31.7a	19.2a	16.3c
P4	3.42a	31.9a	20.3a	31.7a
K4	3.35a	31.2a	18.9a	22.9b
K5	3.49a	32.0a	20.2a	23.8b
K6	3.54a	32.2a	20.2a	25.6b

z: P3、P4 = 200、400 mg L⁻¹，K4、K5、K6 = 200、400、800 mg L⁻¹

y: 同表 2。Same as Table 2.

磷和鉀肥施用於土壤對小果番茄果實品質及產量之影響示於表 9，顯示可溶性固形物含量 9.89-9.98 °Brix，平均 9.93 °Brix；果實硬度 1.56-1.87 kg cm⁻²，平均 1.72 kg cm⁻²；肉厚度 2.47-2.74 mm，平均 2.67 mm；產量 35.6-41.0 t ha⁻¹，平均 38.7 t ha⁻¹。磷和鉀肥噴施於小果番茄葉片，可溶性固形物含量 9.89-9.98 °Brix，平均 9.92 °Brix；果實硬度 1.53-1.90 kg cm⁻²，平均 1.78 kg cm⁻²；果肉厚度 2.45-2.75 cm，平均 2.64 cm；產量 30.7-34.8 t ha⁻¹，平均 32.5 t ha⁻¹（表 10）。單獨比較磷和鉀肥的效益，大多隨施用量增加而提高其品質及產量。另比較兩者施肥方式，以土壤施肥之果實品質（可溶性固形物含量及果肉厚度）及產量均較葉片噴施為佳，其中產量較葉片噴施，增產 6.2 t ha⁻¹，增產率 19.1%。

過去研究指出果實品質以糖度及硬度最為重要（濱口和岸野，1986），其施用磷和鉀肥對小果番茄品質及產量效果，無論磷肥噴施葉片或施用於土壤均可提升可溶性固形物含量及產量，鉀肥僅可提高可溶性固形物含量。此與過去研究指出適度增施鉀肥可提高果實品質有相同論點（葉等，2009）。果實硬度測定依照日本可果美公司研發硬度計。本試驗小果番茄果實硬度均為中硬至硬，一般果實硬度以高者（硬）為佳，因果實硬度對果實品質及儲架壽命極為相關。Lester 等人（2005）之研究指出鉀肥施用量增加，致使 EC 值增加造成果實硬度增加；而本試驗結果則未有一致性，主要原因為本試驗 K3 用量 80 g 已為施用上限，其餘施用量則遞減，故並無過量施用之虞，且果肉厚度則隨施肥量增加而增厚。故綜合以上試驗結果顯示，小果番茄肥料用量每株磷和鉀肥均 80 g，施用於土壤對產量及品質的效果較施用於葉片為佳。

表 9. 磷和鉀肥施用土壤對小果番茄果實品質之影響

Table 9. Fruit quality of tomato affected by applying phosphorus and potassium fertilizers on soil.

處理代號 Treat No.	可溶性固形物 Soluble solids (°Brix)	果實硬度 Fruit hardness (kg cm ⁻²)	果肉厚度 Fruit flesh thickness (cm fruit ⁻¹)	產量 Yield (t ha ⁻¹)
P1K1 ^z	9.89a ^y	1.87a	2.47a	35.6b
P1K2	9.92a	1.76a	2.74a	37.1a
P1K3	9.98a	1.65a	2.72a	39.0a
P2K1	9.90a	1.78a	2.67a	41.0a
P2K2	9.94a	1.67a	2.71a	38.6a
P2K3	9.97a	1.56a	2.72a	41.1a
平均	9.93	1.72	2.67	38.7
P1	9.93a	1.76a	2.64a	37.2a
P2	9.94a	1.67a	2.70a	40.2a
K1	9.90a	1.83a	2.57a	38.3a
K2	9.93a	1.72a	2.72a	37.9a
K3	9.98a	1.61a	2.72a	40.0a

z: P1、P2 = 40、80 g plant⁻¹，K1、K2、K3 = 60、120 及 180 g plant⁻¹

y: 同表 2。Same as Table 2.

表 10. 磷和鉀肥噴施於葉片對小果番茄果實品質之影響

Table 10. The fruit quality of tomato affected by spraying phosphorus and potassium fertilizers on leaves.

處理代號 Treat No.	可溶性固形物 Soluble solids (°Brix)	果實硬度 Fruit hardness (mm)	果肉厚度 Fruit flesh thickness (cm fruit ⁻¹)	產量 Yield (t ha ⁻¹)
P3K4 ^z	9.91a ^y	1.93a	2.45a	31.3a
P3K5	9.91a	1.58bc	2.55a	30.7a
P3K6	9.89a	1.90a	2.60a	32.2a
P4K4	9.94a	1.88a	2.73a	34.8a
P4K5	9.89a	1.85ab	2.75a	32.0a
P4K6	9.98a	1.53c	2.74a	34.1a
平均	9.92	1.78	2.64	32.5
P3	9.90a	1.81a	2.54a	31.4
P4	9.94a	1.76a	2.67a	33.6
K4	9.93a	1.91a	2.59a	33.1
K5	9.90a	1.72a	2.65a	31.4
K6	9.94a	1.72a	2.67a	33.2

z:P3、P4 = 200、400 mg L⁻¹，K4、K5、K6 = 200、400、800 mg L⁻¹

y:同表 2。Same as Table 2.

結 論

葉面施用液態肥料，一般短期葉菜類需視葉片厚度，噴施 N200-400 mg L⁻¹ 產量最高，而施用磷和鉀肥對作物可溶性固形物均有提高效益，且隨施用量有增加效益。肥料施用於土壤對作物產量及品質較噴施於葉片為佳，故推薦土壤用量小胡瓜每株施用磷肥 80 g 及鉀肥 180 g 與小果番茄之磷和鉀肥均為 80 g 對產量及品質為最佳，而小胡瓜及小果番茄葉片分別噴施磷和鉀 400 及 800 mg L⁻¹ 的效果最佳。

參考文獻

- 三好洋。1978。土壤診斷法。農山漁村文化協會。東京。
- 土持武男。1983。收量、品質と施肥。農業技術大戲果樹編 (4):54-57。
- 于震文、梁曉芳、李延期、王雪。2007。施鉀量和施鉀時期對小麥氮素和鉀吸收利用的影響。應用生態學報 18:69-74。
- 徐卉明。2002。有機質肥料不同的施用量對溫室蔬菜生長與養分吸收的影響。國立臺灣大學碩士論文。90 pp。
- 孫騫、楊鈞、張紹陽、張鳳琪、丁士林。2006。鉀營養與果樹光和生理及果實品質關係研究進展。廣東農業科學 12:126-129。
- 陳仁炫。2005。不同有機質材之磷釋出特性及對土壤性質的影響。有機質肥料之施用對土壤與作物之影響研討會論文集。pp.19-46。
- 張庚鵬、張愛華。1997。蔬菜作物營養障礙診斷圖鑑。台灣省農業試驗所特刊第 65 號。
- 黃裕銘、黃維廷、賴文龍。2005。柑桔土壤和肥培管理。台灣柑桔產業發展研討會專刊 p.101-111。國立嘉義大學園藝系。
- 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。
- 葉明智、向為民、吳宗諺。2009。蓮霧栽培之土壤與肥培管理。豐年社 p43-47。
- 蔡正宏。2007。鈣、鉀元素對養液栽培胡瓜‘夏迪’植株生育及果實品質之影響。國立中興大學碩士論文。90 pp。
- 蔡宜峯、陳俊位、賴文龍。2008。有機肥料及苦土石灰應用在洋桔梗栽培之效應。臺中區農業改良場研究彙報 98:9-20。
- 蔡政宏、李文汕。2013。不同鉀、鈣濃度對養液栽培胡瓜果實發育之研究。台中區農業改良場研究彙報 119:65-75。
- 濱口壽幸、岸野功。1986。ヒワ果實の糖度および果肉硬度食味。日本園藝學會。1986 年春季大會發表要旨。p. 505。
- 羅秋雄。2012。小胡瓜及番茄。作物施肥手冊。中華肥料協會編印。p.128、134。
- Flannery, R. L. and D. K. Markus. 1980. Automated analysis of soil extracts for phosphorous, potassium, calcium and magnesium. Jour. Assoc. Off. Anal. Chem. 63: 779-787.

- Guo, X. S., S. Y. Ye and W. J. Wang. 2004. Effect of different K sources and rates on the yield and quality of cucumber. *Plant Nut. Ferti. Sci.* 10:292-297.
- Jones, J. B., Jr. 1964. Plant analysis - A method of detecting micronutrient deficiencies. Ohio Agr. Exp. Sta. Agron. Series 176:p.9.
- Knudsen, O., G. A. Peterson, and P. F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. p.225-246. In: A. L. Page (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Lester. G. E., J. L. Jifon and G. Rogers. 2005. Supplemental foliar potassium application during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid and Bata-carotene contents. *J. Amer. Soc. Sci.* 130:649-653.
- McLean, E. O. 1982. Soil pH and Lime requirement. p.199-224. In: A. Klute et al. (eds.) *Method of Soil Analysis. Park I.* 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In :A. L. Page (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* 2nd edition. ASA,
- Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-429. In: A. L. Page (ed.). *Methods of soil analysis. Part 2.* 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Rhoades, J. D. 1982. Soluble salts. p.167-179. In: A. L. Page (ed.). *Methods of Soil Analysis, Part 2.* 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- SAS Institute. 1990. SAS User Guide 6.10 Edition. SAS Institute Inc., SAS Circle, Box 8000, Cary, NC 27515-8000, USA.
- Zubillaga, M. S. and R. S. Lavado. 2006. Phytotoxicity of biosolids compost at different degrees maturity compared to biosolids and animal manures. *Compost Science & Utilization* 14:267-270.

Effect of Applying Organic Liquid Fertilizer on the Yield and Quality of Leafy Vegetable¹

Chun-Chao Chuang²

Abstract

The purpose of this study was to investigate the foliar application of different concentrations of nitrogen (N) liquid fertilizer on the yield of leafy vegetable. The effects of different fertilization methods on phosphorus (P) and potassium (K) fertilizers on the yield and quality of the cucumber and tomato were also studied. The studies were conducted in the field during 2014 to 2015 at TYDAIS (Hsinwo, Taoyuan). The results showed that application of of N 200 mg L⁻¹ to the Ganges Amaranth and Spinach of the thin blade vegetable species resulted in the highest yield compared with the other treatments. Application of 400 mg L⁻¹ N to the Pak Choi of thick leaf vegetable resulted in greater yield compared with the control. Soil application of P and K for cucumber and tomato resulted in better fruit quality and yield, compared with foliar application. Soil application of 80 g P per plant and 180 g K per plant combined with 400 mg P L⁻¹ and 800 mg K L⁻¹ for cucumber and tomato, respectively, resulted in the highest yield and quality.

Key words: Organic liquid fertilizer, Organic matter fertilize, Leafy Vegetable, Cucumber, Tomato

¹. Contribution No.501 from Taoyuan DARES.COA.

². Researcher and Chief of Taipei Branch (Corresponding author, chuang@tydais.gov.tw), Taoyuan DARES, COA.