

設施莧菜及青梗白菜肥培管理研究¹

湯雪溶²、賴昭宏²

摘 要

本研究旨在探討設施栽種莧菜及青梗白菜氮、磷酐及氧化鉀三要素需求量與氮肥分配率。田間試驗分二年進行，第一年探討莧菜及青梗白菜氮肥需要量及分配率，第二年則探討磷肥及鉀肥之需要量。試驗結果顯示，莧菜氮、磷酐及氧化鉀推薦用量分別為 200 kg ha⁻¹、100 kg ha⁻¹ 及 50 kg ha⁻¹，青梗白菜氮、磷酐及氧化鉀推薦用量分別為 200 kg ha⁻¹、80 kg ha⁻¹ 及 100 kg ha⁻¹，分配率則以氮、磷酐及氧化鉀全量當基肥施用最佳。

關鍵詞：設施、莧菜、青梗白菜、需肥量

前 言

設施栽培為北部地區短期葉菜生產常用之耕作方式，由於作物生長期短，因此耕作頻率密集，為快速補充土壤養分之消耗，農民常施用大量肥料（王，2001）。惟因設施內之土壤環境缺乏自然雨水淋洗，大量施肥的結果容易導致土壤中無機鹽類累積、養分不平衡、重金屬累積、硝酸鹽含量過高及病蟲危害加劇等問題，而不利於蔬菜的生長（王，2006）。目前提供各項作物施肥推薦之「作物施肥手冊」（王等，2005），尚無設施栽培莧菜及青梗白菜之施肥推薦量。農家要覽中雖有提到及上述兩種作物之肥培管理方式（王和王，2006；謝和王，2006），但概屬露天栽培，可能並不符合設施短期葉菜栽培所需。因此，本研究針對設施短期葉菜莧菜及青梗白菜進行氮、磷酐及氧化鉀三要素需要量與氮肥分配率評估，以期建立設施栽培莧菜及青梗白菜之三要素推薦量與最適分配率，以供農友作為施肥參考。

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 454 號。

² 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者，sjtang@tydais.gov.tw)及助理研究員。

材料與方法

本研究自 2010 年至 2011 年在桃園縣新屋鄉本場簡易設施進行。供試肥料為尿素、過磷酸鈣及氯化鉀。莧菜 (*Amaranthus tricolor* L.) 及青梗白菜 (*Brassica. rapa chinensis* (L) Hanelt.) 之供試品種分別為白莧及早生華京。

一、氮肥需要量及分配率試驗

2010 年進行氮肥需要量試驗，試驗處理包括氮用量及分配率兩因子。氮用量處理每作 100 kg ha^{-1} 、 150 kg ha^{-1} 、 200 kg ha^{-1} 及 250 kg ha^{-1} 四級，分配率為 100% 基肥及基肥、追肥各 50% 二級。磷酐及氧化鉀用量固定，分別為 80 kg ha^{-1} 及 100 kg ha^{-1} 。採複因子試驗逢機完全區集設計 (Randomized complete block design, RCBD)，八處理，三重複，小區面積 1.88 m^2 。氮基肥於整地前撒施後耕犁入土，並與土壤充分混合，追肥於生育初、中期撒施。磷肥及鉀肥全量當基肥。

二、磷肥及鉀肥需要量試驗

2011 年進行磷及鉀肥需要量試驗。磷酐 (P_2O_5) 用量處理每作 50 kg ha^{-1} 、 80 kg ha^{-1} 、 110 kg ha^{-1} 及 140 kg ha^{-1} 四級，氮及氧化鉀用量固定，分別為 150 kg ha^{-1} 及 100 kg ha^{-1} ，氮肥、磷肥及鉀肥均全量當基肥施用，整地前撒施後耕犁入土，並與土壤充分混合。氧化鉀 (K_2O) 用量處理每作 50 kg ha^{-1} 、 100 kg ha^{-1} 、 150 kg ha^{-1} 及 200 kg ha^{-1} 四級，氮及磷酐用量固定，分別為 200 kg ha^{-1} 及 100 kg ha^{-1} 。

三、調查項目

調查試驗前後土壤理化性質及植體養分含量、產量。分析植體氮、磷、鉀、鈣及鎂含量。分析土壤 pH 值、EC 值、有機質含量及 Bray-1 磷及 Melich-I 可萃取 (Melich No.1) 鉀、鈣及鎂含量。

四、分析方法

(一) 土壤理化性質分析

以 pH meter 測定 pH 值 (土：水 = 1 : 1)；以電導度計測定 EC 值 (土：水 = 1 : 5 v/w)；以 Walkley-Black 法測定有機碳 (Nelson and Sommers, 1982)，

並換算成土壤有機質含量；白雷氏第一法 (Bray-1) 抽出土壤 Bray-1 磷，以鉬藍法呈色後，使用可見光分光光度計比色測定；孟立克氏第一法抽出土壤可萃取性鉀、鈣及鎂 (張, 1991)，再以感應耦合電漿原子發射光譜儀 (Inductively coupled plasma atomic emission spectrometer, ICP-AES) 測定。

(二) 植體成分分析

利用凱氏法 (regular Kjeldahl method) 分解，以蒸餾法測定全氮；其餘要素之分析以二酸混合液 ($\text{HNO}_3:\text{HClO}_4=5:1$) 分解，分解液以 Murphy 和 Riley (1962) 法測定磷含量，以火焰光度計測定鉀含量 (Knudsen *et al.*, 1982)，以感應耦合電漿原子發射光譜儀測定鈣及鎂含量。

五、統計分析

數據以 SAS (Statistical Analysis System 6.10, SAS Institute, 1990) 程式進行分析，處理因子達顯著差異者，再使用最小顯著差異性測驗 (LSD, least significance difference test) 測定處理因子間之差異。

結果與討論

一、氮肥用量與分配率對莧菜及青梗白菜產量之影響

莧菜第一作田間試驗，結果 (表 1) 顯示第一作和第二作各處理之莧菜產量並無顯著差異，但第三作除基肥 100、200 和 250 kg ha^{-1} 與基肥和追肥各施 75 kg ha^{-1} 之處理顯著差異外，其他處理間並無顯著差異。若以三作之平均產量觀之，則以氮 250 kg ha^{-1} 全量當基肥處理者最高，而基肥、追肥各施氮 75 kg ha^{-1} 處理者最低，達 5% 顯著差異 (表 1)。若以相同氮量為基準比較，氮肥全量當基肥，相對於氮肥分為基肥及追肥施用者莧菜產量較高，此應與莧菜的生長期較短，氮肥全數當基肥與莧菜生長期之氮需求較相近，故氮肥利用率較高而使產量相對較高有關。

表 2 顯示，青梗白菜第一作田間試驗產量，各處理間並無顯著差異。青梗白菜試驗三作之平均產量以氮 250 kg ha^{-1} 全量當基肥者最高 (46.9 t ha^{-1})，而以施氮 100 kg ha^{-1} 全量當基肥者 (35.8 t ha^{-1}) 最低，且達 5% 顯著差異 (表 2)。惟青梗白菜試驗中氮用量 200 及 250 kg ha^{-1} 產量之差異並不顯著，顯見 250 kg ha^{-1} 的氮肥施用對青梗白菜未有增產的效果。但在莧菜試驗中，氮用量 250 kg ha^{-1} 則對莧菜略有增產效果。

表 1. 氮用量及分配率對莧菜產量之影響

Table 1. Effects of N application rates and proportions on the yield of Ganges Amaranth

處理代號 Treatments No.	氮用量 N application rates		產量 Yield			平均產量 Mean of yield
	基肥 Basal fertilizer	追肥 Top dressing	第 1 作 1st Crop	第 2 作 2nd Crop	第 3 作 3rd Crop	
----- kg ha ⁻¹ -----		----- t ha ⁻¹ -----				
N-100-0	100	0	26.5 a ^z	28.4 a	28.5 a	27.8 ab
N-150-0	150	0	27.0 a	26.2 a	21.8 ab	25.0 abc
N-200-0	200	0	26.6 a	28.9 a	28.5 a	28.0 ab
N-250-0	250	0	26.3 a	31.3 a	27.3 a	28.3 a
N-50-50	50	50	27.3 a	27.3 a	22.3 ab	25.6 ab
N-75-75	75	75	23.8 a	26.5 a	18.1 b	22.8 c
N-100-100	100	100	23.0 a	25.8 a	21.3 ab	23.3 bc
N-125-125	125	125	26.8 a	27.2 a	21.2 ab	25.1 abc

z: 同行英文字相同者表示經最小顯著差異性測驗未達 5%顯著差異水準。

z: Mean values within column followed the same letter are not significant different by LSD test at 5% probability level.

表 2. 氮肥用量及分配率對青梗白菜產量之影響

Table 2. Effects of N application rates and proportions on the yield of Pak Choi

處理代號 Treatments No.	氮用量 N application rates		產量 Yield			平均產量 Mean of yield
	基肥 Basal fertilizer	追肥 Top dressing	第 1 作 1st Crop	第 2 作 2nd Crop	第 3 作 3rd Crop	
----- kg ha ⁻¹ -----		----- t ha ⁻¹ -----				
N-100-0	100	0	36.1 a ^z	35.3 b	36.0 b	35.8b
N-150-0	150	0	35.8 a	47.9 ab	36.4 b	40.1ab
N-200-0	200	0	33.0 a	49.5 a	39.0 ab	40.5a
N-250-0	250	0	42.3 a	53.1a	45.1 a	46.9a
N-50-50	50	50	36.5 a	48.4 a	34.7 b	40.0ab
N-75-75	75	75	38.5 a	47.3 ab	33.0 b	39.6ab
N-100-100	100	100	36.3 a	53.3 a	38.3 ab	42.6a
N-125-125	125	125	33.5 a	46.8 b	38.2 ab	39.5ab

z: 同行英文字相同者表示經最小顯著差異性測驗未達 5%顯著差異水準。

z: Mean values within column followed the same letter are not significant different by LSD test at 5% probability level.

二、氮肥用量及分配率對土壤性質及植體養分吸收之影響

土壤分析結果經三作莧菜試驗後，土壤 pH 無明顯變動，電導度 (EC 值)、可萃取性鈣及可萃取性鎂呈下降趨勢，有機質含量則微幅降低，但 Bray-1 磷及可萃取性鉀較第一作採收後高，顯示已有累積現象 (表 3)。

表 3. 莧菜氮肥用量及分配率對土壤肥力之影響

Table 3. Effects of nitrogen fertilizer rates and proportions on soil fertility (Ganges Amaranth)

處理 Treatments		酸鹼值 pH (1:1)	電導度 EC (1:5)	有機質 Organic matter	Bray-1 磷 Bray-1P	可萃取性鉀 Melich-1 K	可萃取性鈣 Melich-1 Ca	可萃取性鎂 Melich-1 Mg
			dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	----- mg kg ⁻¹ -----			
種植前 Initial	代號 No.	4.5	1.72	53	199	213	2,084	384
第 1 作 After 1st harvesting	N-100-0	4.5 ab ^z	0.90 ab	56 ab	197 a	184 a	1,572 ab	264 ab
	N-150-0	4.6 ab	0.63 b	53 b	215 a	130 b	1,196 b	216 b
	N-200-0	4.3 b	1.66 a	56 a	199 a	179 ab	1,720 ab	332 ab
	N-250-0	4.2 b	1.07 ab	50 ab	204 a	151 ab	1,540 ab	292 ab
	N-50-50	4.5 ab	0.72 ab	54 ab	190 a	173 ab	1,540 ab	260 ab
	N-75-75	4.7 a	0.74 ab	48ab	178 a	156 ab	1,584 ab	300 ab
	N-100-100	4.8 a	1.04 ab	54 ab	174 a	160 ab	2,004 a	448 a
	N-125-125	4.4 ab	1.03 ab	48 ab	175 a	190 a	1,920 a	388 ab
第 3 作 After 3rd harvesting	N-100-0	4.4 ab	0.87 a	52 a	204 a	220 a	1,557 a	243 a
	N-150-0	4.6 ab	0.46 a	48 a	204 a	154 c	1,252 a	188 a
	N-200-0	4.3 b	0.87 a	50 a	211 a	187 abc	1,362 a	226 a
	N-250-0	4.3 ab	0.84 a	46 a	211 a	189 abc	1,513 a	289 a
	N-50-50	4.6 ab	0.61 a	51 a	214 a	208 ab	1,435 a	213 a
	N-75-75	4.9 a	0.50 a	48 a	226 a	182 abc	1,342 a	218 a
	N-100-100	4.5 ab	0.76 a	46a	222 a	185 abc	1,454 a	246 a
	N-125-125	4.6 ab	0.74 a	46 a	248 a	168 bc	1,327 a	240 a

z: 同行英文字相同者表示經最小顯著差異性測驗未達 5%顯著差異水準。

z: Mean values within column followed the same letter are not significant different by LSD test at 5% probability level.

青梗白菜經三作試驗後土壤 pH 及有機質無明顯變動，電導度(EC 值)微幅降低，Bray-1 磷、可萃取性鉀、可萃取性鈣及可萃取性鎂均微幅增加(表 4)，顯示本研究施肥量並未造成土壤鹽類累積，且土壤之有機質在未施用有機質肥料之情況下亦無顯著變化。

表 4. 青梗白菜氮肥用量及分配率對土壤肥力之影響

Table 4. P Effects of nitrogen fertilizer rates and proportions on soil fertility (Pak Choi)

處理 Treatments		酸鹼值 pH (1:1)	電導度 EC (1:5)	有機質 Organic matter	Bray-1 磷 Bray-1 P	可萃取性鉀 Melich-1 K	可萃取性鈣 Melich-1 Ca	可萃取性鎂 Melich-1 Mg
			dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	----- mg kg ⁻¹ -----			
種植前 Initial	代號 No.	4.6	0.62	14.2	76	168	524	140
第 1 作 After 1st harvesting	N-100-0	5.2 a ^z	0.28 a	18 ab	96 a	202 ab	924 a	260 a
	N-150-0	4.9 a	0.41 a	17 ab	85 a	184 b	812 a	228 a
	N-200-0	4.9 a	0.50 a	18 ab	96 a	210 ab	972 a	274 a
	N-250-0	5.0 a	0.49 a	17 ab	93 a	230 ab	764 a	224 a
	N-50-50	5.0 a	0.39 a	19 a	92 a	200 ab	868 a	232 a
	N-75-75	5.2 a	0.46 a	16 ab	94 a	198 ab	880 a	236 a
	N-100-100	5.1 a	0.55 a	19 ab	99 a	240 a	896 a	260 a
	N-125-125	5.2 a	0.41 a	15 b	88 a	216 ab	915 a	248 a
第 3 作 After 3rd harvesting	N-100-0	5.1 a	0.15 a	20 a	99 a	223 a	816 ab	192 ab
	N-150-0	4.8 abc	0.12 a	17ab	96 a	171 b	628 b	152 b
	N-200-0	4.5 bc	0.19 a	19 ab	97 a	190 ab	688 b	168 ab
	N-250-0	4.5 bc	0.16 a	16 b	101 a	188 ab	608 b	144 b
	N-50-50	4.9 ab	0.16 a	18 ab	107 a	224 a	947 a	216 a
	N-75-75	4.6 abc	0.14 a	18 ab	109 a	185 ab	695 b	164 ab
	N-100-100	4.5 bc	0.18 a	17 ab	108 a	209 ab	640 b	164 ab
N-125-125	4.3 c	0.21 a	17 ab	111 a	200 ab	648 b	152 b	

z: 同行英文字相同者表示經最小顯著差異性測驗未達 5%顯著差異水準。

z: Mean values within column followed the same letter are not significant different by LSD test at 5% probability level.

由圖 1 及圖 2 顯示氮肥用量及植體氮含量之關聯性。莧菜試驗中，當基肥之氮用量越多時，植體氮含量呈下降趨勢，若將氮分次施用，植體氮含量會隨氮用量增加而增加。青梗白菜試驗中，基肥之氮用量越高時，植體氮含量先增加後遞減再增加，較無規則性。若將氮分次施用，植體氮含量會先增加後再降低。據此可推論，若氮一次施用量逾 200 kg ha^{-1} 時，植體之氮吸收量會減緩甚至受到抑制，尤以青梗白菜最為明顯。

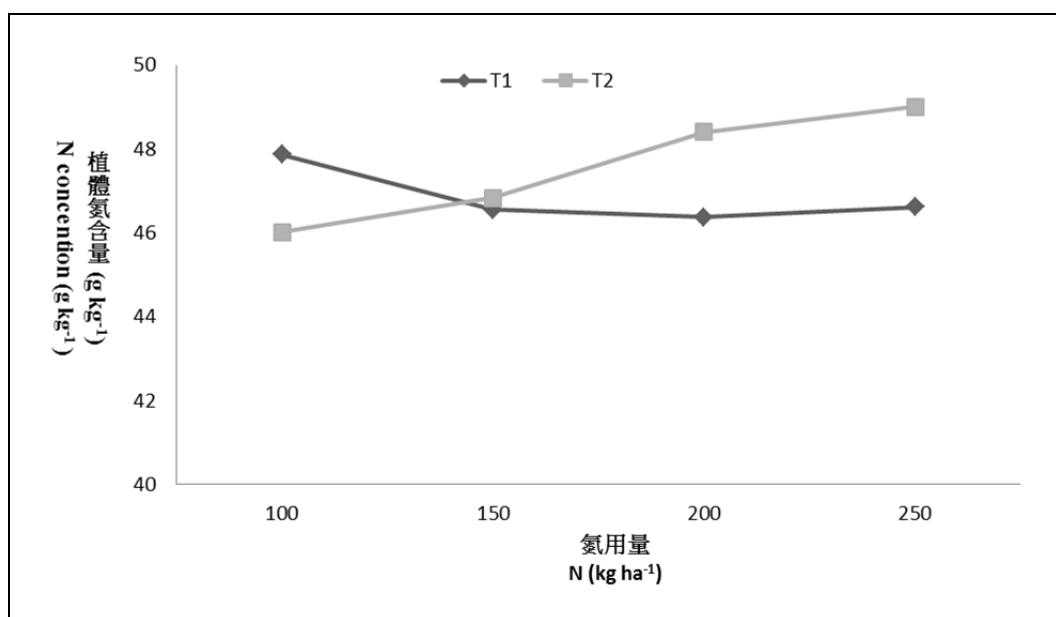


圖 1. 氮用量及分配率與莧菜植體氮含量之關係（註：T1：氮全量當基肥。T2：氮基肥及追肥各施全量 1/2。）

Fig. 1. Relationships between N application rates, proportions and N content of Ganges Amaranth (PS. T1:N applies as basal totally. T2:N applies half as basal and top dressing.)

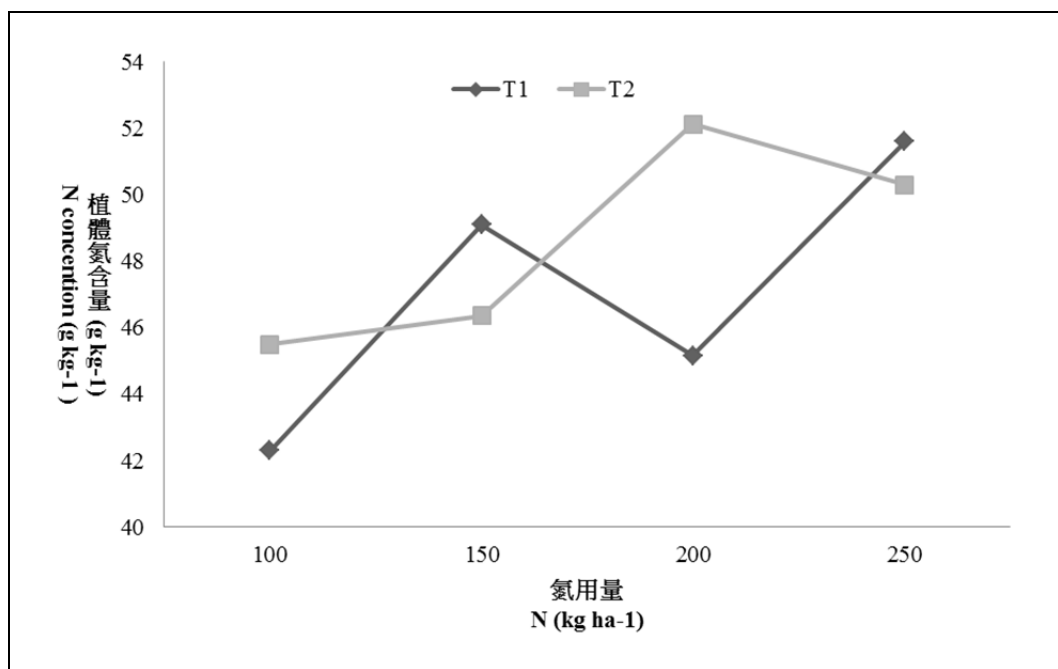


圖 2. 氮用量及分配率與青梗白菜植體氮含量之關係（註：T1：氮全量當基肥。T2：氮基肥及追肥各施全量 1/2。）

Fig. 2. Relationships between N application rates, proportions and N content of Pak Choi (PS. T1 : N applies as basal totally. T2 : N applies half as basal and top dressing.)

三、磷肥及鉀肥施用量對莧菜及青梗白菜產量之影響

莧菜三作田間試驗產量調查結果如表 5，除第三作鉀肥試驗施用氧化鉀 100 kg ha⁻¹ 顯著低於施用 200 kg ha⁻¹ 外，磷肥與鉀肥各處理間無顯著差異，顯示磷、鉀肥對莧菜產量之影響較小。青梗白菜第一作磷肥施用量田間試驗結果，產量以施用磷酐 80 kg ha⁻¹ 顯著高於其他處理，鉀肥試驗與第二作磷鉀肥試驗結果各處理間無顯著差異，顯示土壤中 Bray-1 磷及可萃取性鉀充足下，對青梗白菜產量的影響較少。

莧菜磷、鉀肥試驗後土壤理化性質 pH 值 4.4~4.7，電導度 0.45~0.63 dS m⁻¹ 之間，有機質含量 40~47 g kg⁻¹，Bray-1 磷含量 60~67 mg kg⁻¹ 之間，可萃取性鉀 93~152 mg kg⁻¹，可萃取性鈣 692~915 mg kg⁻¹ 之間，可萃取性鎂 112~152 mg kg⁻¹（表 6）。試驗前後土壤 pH 值及有機質含量均無明顯變動，電導度略有提高趨勢，但磷肥或鉀肥用量試驗處理間無顯著差異。

磷肥試驗部分，試驗後土壤中 Bray-1 磷含量均呈降低趨勢，尤其施用磷酐 50 kg ha⁻¹ 處理顯著低於試驗前土壤中 Bray-1 磷含量，其他各處理與試驗前土壤則無顯著差異。

鉀肥試驗結果除施用氧化鉀 200 kg ha⁻¹ 略高於試驗前土壤中鉀含量外，其餘三處理均低於試驗前土壤中鉀含量，顯示除氧化鉀 200 kg ha⁻¹ 處理外，所施用之鉀肥有相當程度之耗損，在高量施用鉀肥下，鉀肥易有累積的情形，但各處理間未達顯著差異。

表 5. 莧菜及青梗白菜磷鉀肥用量對產量之影響

Table 5. Effects of P and K application rates on the yield of Ganges Amaranth and Pak Choi

處理 ^z Treatments	莧菜 Ganges Amaranth			平均 產量 Mean of yield	青梗白菜 Pak Choi		平均 產量 Mean of yield
	第 1 作	第 2 作	第 3 作		第 1 作	第 2 作	
	1st crop	2nd crop	3rd crop		1st crop	2nd crop	
	-----t ha ⁻¹ -----						
1	33.4a ^y	36.8a	24.6a	31.6ab	69.4b	48.9a	59.2b
2	35.2a	40.3a	25.3a	33.6a	84.5a	50.5a	67.5a
3	36.2a	35.0a	25.6a	32.3ab	67.8b	44.0a	55.9c
4	38.7a	39.1a	26.7a	34.8a	68.4b	56.9a	62.7b
5	37.2a	39.1a	24.0ab	34.3a	75.7a	55.3a	65.5a
6	32.8a	31.5a	19.0b	27.8b	72.1a	48.8a	60.5b
7	38.5a	39.0a	24.1ab	33.9a	67.2a	56.0a	61.6b
8	37.3a	37.0a	24.8a	33.0a	69.2a	52.7a	61.0b

z: 處理 1~4 分別施用磷酐 50、80、110 及 140 kg ha⁻¹，氮及氧化鉀用量則固定為 200 kg ha⁻¹ 及 100 kg ha⁻¹，處理 5~8 分別施用氧化鉀 50、100、150 及 200 kg ha⁻¹，氮及磷酐用量固定為 200 kg ha⁻¹ 及 100 kg ha⁻¹

Treatments 1~4 = P₂O₅ 50、80、110 and 140 kg ha⁻¹，N = 200 kg ha⁻¹，K₂O = 100 kg ha⁻¹。

5~8 = K₂O 50、100、150 and 200 kg ha⁻¹，N = 200 kg ha⁻¹，P₂O₅ = 100 kg ha⁻¹。

y: 同行英文字相同者表示經最小顯著差異性測驗未達 5% 顯著差異水準。

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

表 6. 莧菜磷肥及鉀肥用量試驗前後土壤肥力之變化

Table 6. Effects of P and K fertilizer rates on soil fertility of Ganges Amaranth.

處理 ^z Treatments	酸鹼值 pH (1:1)	電導度 EC (1:5)	有機質 Organic matter	Bray-1 磷 Bray-1 P	可萃取性鉀 Melich-1 K	可萃取性鈣 Melich-1 Ca	可萃取性鎂 Melich-1 Mg
		dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	----- mg kg ⁻¹ -----			
種植前 Initial	4.7	0.37	47	88	136	1,056	176
After harvesting							
1	4.5 a ^y	0.63 a	45 a	60 a	127 a	864 a	112 a
2	4.6 a	0.45 a	43 a	63 a	98 a	692 a	124 a
3	4.6 a	0.57 a	47 a	64 a	125 a	868 a	140 a
4	4.4 a	0.58 a	44 a	67 a	93 a	824 a	132 a
5	4.6 a	0.56 a	44 a	67 a	101 a	831 a	124 a
6	4.6 a	0.54 a	45 a	65 a	124 a	894 a	152 a
7	4.5 a	0.63 a	40 a	62 a	110 a	727 a	132 a
8	4.7 a	0.47 a	45 a	66 a	152 a	915 a	148 a

z: 處理 1~4 分別施用磷酐 50、80、110 及 140 kg ha⁻¹，氮及氧化鉀用量則固定為 200 kg ha⁻¹ 及 100 kg ha⁻¹，處理 5~8 分別施用氧化鉀 50、100、150 及 200 kg ha⁻¹，氮及磷酐用量固定為 200 kg ha⁻¹ 及 100 kg ha⁻¹

Treatments 1~4 = P₂O₅ 50、80、110 and 140 kg ha⁻¹，N = 200 kg ha⁻¹，K₂O = 100 kg ha⁻¹。

5~8 = K₂O 50、100、150 and 200 kg ha⁻¹，N = 200 kg ha⁻¹，P₂O₅ = 100 kg ha⁻¹。

y: 同行英文字相同者表示經最小顯著差異性測驗未達 5% 顯著差異水準。

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

青梗白菜試驗後土壤理化性質 pH 值 5.1~5.4，電導度 0.45~0.65 dS m⁻¹，有機質含量 61~97 g kg⁻¹，Bray-1 磷含量 86~102 mg kg⁻¹，可萃取性鉀 193~295 mg kg⁻¹，可萃取性鈣 1,010~1,702 mg kg⁻¹，可萃取性鎂 227~401 mg kg⁻¹。

試驗前後土壤 pH 值變動不大，有機質含量在磷肥試驗處理之變化幅度小，但在鉀肥試驗處理則呈現略微下降趨勢，可萃取性鉀及鎂含量均往上提升，電導度大致呈下降趨勢，僅施用氮 200 kg ha⁻¹ 磷酐 50 kg ha⁻¹ 與氧化鉀 150 kg ha⁻¹ 處理者電導度略為增加。

磷肥試驗部分，試驗後土壤中磷含量各處理間除施用磷酐 80 kg ha^{-1} 處理者顯著低於試驗前土壤中磷含量，其餘各處理均較種植前上升，各處理間差異未達 5% 顯著差異。

鉀肥試驗結果，各處理間之可萃取性鉀及可萃取性鎂含量均較試驗前高，僅可萃取性鈣呈現較種植前下降，但各處理間無顯著差異。顯示磷鉀肥調查試驗中，青梗白菜對於鈣需求較其他要素多，除了鈣以外之各要素雖有累積之情況，但並未導致電導度上升（表 7）。

表 7. 青梗白菜磷肥及鉀肥用量試驗前後土壤肥力之變化

Table 7. Effects of P and K fertilizer rates on soil fertility of Pak Choi

處理 ^z Treatments	酸鹼值 pH (1:1)	電導度 EC (1:5) dS m ⁻¹	有機質 Organic matter g kg ⁻¹	Bray-1 磷 Bray-1 P	可萃取性鉀 Melich-1 K mg kg ⁻¹	可萃取性鈣 Melich-1 Ca mg kg ⁻¹	可萃取性鎂 Melich-1 Mg mg kg ⁻¹
種植前 Initial	5.1	0.62	68	89	200	1,708	268
After harvesting							
1	5.4 a ^y	0.65 a	72 a	102 a	295 a	1,702 a	401 a
2	5.4 a	0.53 a	62 a	86 b	193 b	1,010 a	227 b
3	5.2 a	0.55 a	67 a	99 ab	263 ab	1,379 a	308 ab
4	5.1 a	0.58 a	68 a	94 ab	247 ab	1,448 a	332 ab
5	5.3 a	0.49 a	61 a	96 a	230 a	1,428 a	324 a
6	5.3 a	0.45 a	62 a	89 a	221 a	1,260 a	288 a
7	5.2 a	0.61 a	63 a	92 a	233 a	1,240 a	300 a
8	5.2 a	0.55 a	64 a	91 a	266 a	1,556 a	364 a

z: 處理 1~4 分別施用磷酐 50 、 80 、 110 及 140 kg ha^{-1} ，氮及氧化鉀用量則固定為 200 kg ha^{-1} 及 100 kg ha^{-1} ，處理 5~8 分別施用氧化鉀 50 、 100 、 150 及 200 kg ha^{-1} ，氮及磷酐用量固定為 200 kg ha^{-1} 及 100 kg ha^{-1}

Treatments 1~4 = P_2O_5 50、80、110 and 140 kg ha^{-1} ，N = 200 kg ha^{-1} ， K_2O = 100 kg ha^{-1} 。

5~8 = K_2O 50、100、150 and 200 kg ha^{-1} ，N = 200 kg ha^{-1} ， P_2O_5 = 100 kg ha^{-1} 。

y: 同行英文字相同者表示經最小顯著差異性測驗未達 5% 顯著差異水準。

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

莧菜植體分析結果，氮含量 4.3~5.4%，磷含量 0.4~0.6%，鉀含量 3.7~6.6%，鈣含量 1.7~2.8%，鎂含量 0.6~1.3%，各作中不同處理間之各元素分析無顯著差異(表 8)。

表 8. 磷鉀肥用量對莧菜植體氮、磷、鉀、鈣及鎂含量之影響

Table 8. Effects of P and K application rates on N, P, K, Ca and Mg contents of Ganges Amaranth.

處理 ^z Treatments	N	P	K	Ca	Mg
	----- g kg ⁻¹ -----				
第一作 1st crop					
1	42.5	5.2	64.6	27.5	11.5
2	44.3	5.0	65.2	25.5	12.0
3	43.1	4.8	57.1	25.8	11.8
4	45.8	5.0	63.1	26.5	12.3
5	44.2	4.8	65.8	26.9	11.7
6	43.6	4.8	62.9	25.2	10.6
7	47.3	5.1	55.2	26.1	13.4
8	46.0	5.1	62.7	26.4	11.4
第二作 2nd crop					
1	45.5	5.1	57.3	17.4	6.6
2	44.9	3.6	53.3	16.6	6.4
3	47.6	5.7	50.4	16.6	6.4
4	46.7	5.7	47.9	19.7	7.6
5	47.9	6.1	42.7	19.6	7.6
6	43.9	5.6	43.8	19.8	6.7
7	45.2	4.0	36.5	18.6	6.7
8	47.4	6.0	47.9	20.4	7.1
第三作 3rd crop					
1	52.3	4.7	61.9	22.9	10.2
2	53.7	4.5	54.0	27.9	11.0
3	52.5	4.7	64.6	23.1	10.3
4	52.7	4.7	59.2	28.0	11.9
5	51.0	4.7	57.7	25.7	11.2
6	51.8	4.6	61.7	23.4	10.2
7	53.8	4.5	54.0	24.4	11.7
8	48.6	4.6	56.7	23.1	6.4

z: 處理 1~4 分別施用磷酐 50、80、110 及 140 kg ha⁻¹，氮及氧化鉀用量則固定為 200 kg ha⁻¹ 及 100 kg ha⁻¹，處理 5~8 分別施用氧化鉀 50、100、150 及 200 kg ha⁻¹，氮及磷酐用量固定為 200 kg ha⁻¹ 及 100 kg ha⁻¹

Treatments 1~4 = P₂O₅ 50、80、110 and 140 kg ha⁻¹, N = 200 kg ha⁻¹, K₂O = 100 kg ha⁻¹. 5~8 = K₂O 50、100、150 and 200 kg ha⁻¹, N = 200 kg ha⁻¹, P₂O₅ = 100 kg ha⁻¹.

青梗白菜植體分析結果，氮含量 4.6~5.5%，磷含量 0.3~0.5%，鉀含量 8.2~9.6%，鈣含量 1.5~3.1%，鎂含量 0.6~0.8%，各作中不同處理間之各元素濃度無顯著差異（表 9）。

表 9. 磷鉀肥用量對青梗白菜植體氮、磷、鉀、鈣及鎂含量之影響

Table 9. Effects of P and K application rates on N, P, K, Ca and Mg contents of Pak Choi.

處理 ^z Treatments	N	P	K	Ca	Mg
	----- g kg ⁻¹ -----				
第一作 1st crop					
1	53.9	4.3	83.3	15.2	7.2
2	49.6	4.1	89.6	18.4	6.8
3	52.5	4.5	89.6	17.5	7.2
4	49.2	4.1	83.1	16.5	6.5
5	49.9	4.1	88.1	16.9	6.5
6	49.5	4.2	88.5	16.7	6.5
7	54.9	4.1	90.6	15.7	6.3
8	52.1	4.2	88.5	16.8	7.1
第二作 2nd crop					
1	48.8	3.1	92.7	28.3	8.1
2	48.0	3.0	96.7	31.6	7.3
3	46.1	3.3	84.8	27.9	7.2
4	45.9	3.4	82.7	24.3	6.6
5	46.2	3.5	80.6	32.6	8.3
6	48.9	3.3	88.5	32.0	8.4
7	47.6	3.0	90.0	28.4	7.3
8	49.1	3.1	91.3	31.7	7.5

z: 處理 1~4 分別施用磷酐 50、80、110 及 140 kg ha⁻¹，氮及氧化鉀用量則固定為 200 kg ha⁻¹ 及 100 kg ha⁻¹，處理 5~8 分別施用氧化鉀 50、100、150 及 200 kg ha⁻¹，氮及磷酐用量固定為 200 kg ha⁻¹ 及 100 kg ha⁻¹

Treatments 1~4 = P₂O₅ 50、80、110 and 140 kg ha⁻¹，N = 200 kg ha⁻¹，K₂O = 100 kg ha⁻¹。

5~8 = K₂O 50、100、150 and 200 kg ha⁻¹，N = 200 kg ha⁻¹，P₂O₅ = 100 kg ha⁻¹。

結 論

若以產量方面考量，莧菜之最高產量為施用氮 200 kg ha^{-1} 、磷酐 140 kg ha^{-1} 及氧化鉀 100 g ha^{-1} 當基肥一次施用處理，但與施用氮 200 kg ha^{-1} 、磷酐 100 kg ha^{-1} 及氧化鉀 50 g ha^{-1} 當基肥一次施用之處理所得之平均產量差距甚小，若考量節省肥料及經濟效益方面，推薦用量以後者為佳。

青梗白菜之最高產量為施用氮 200 kg ha^{-1} 、磷酐 80 kg ha^{-1} 及氧化鉀 100 g ha^{-1} 當基肥一次施用處理者，於氮肥施用量試驗及磷肥施用量試驗上均得到驗證，且在磷肥試驗中顯示，土壤施用上述之肥料量時，所調查的各要素不會產生累積的情況，因此青梗白菜之三要素推薦量以氮 200 kg ha^{-1} 、磷酐 80 kg ha^{-1} 及氧化鉀 100 kg ha^{-1} 當基肥一次施用效果最佳。

參考文獻

- 王明果、謝兆申。2001。台灣地區主要土壤之分佈及特性。肥料要覽 p.2-10。中華土壤肥料學會。
- 王三太、王毓華。2006。蔬菜篇-莧菜。台灣農家要覽：農作篇(二) p.399-402。行政院農業委員會。
- 謝明憲、王仕賢。2006。蔬菜篇-青梗白菜。台灣農家要覽：農作篇(二) p.429-431。行政院農業委員會。
- 王斐能。2006。北部地區農田土壤肥力概況。桃園區農業改良場研究彙報 59:47-56。
- 王斐能、羅秋雄。2000。有機農園土壤及灌溉水品質評估。桃園區農業改良場研究彙報 41:17-28。
- 陳仁炫。2001。土壤管理與改良。肥料要覽 p.3-11。中華土壤肥料學會。
- 張愛華。1991。土壤分析方法。作物施肥診斷技術。台灣省農業試驗所特刊 13:9-26。
- 王為一、王銀波、王德男、李文立、吳正宗、林木連、林益賢、林景和、陳仁炫、陳鴻堂、彭德昌、黃伯恩、黃維廷、張金城、張庚鵬、張登和、張春梅、張繼中、謝元德、譚增偉、盧啟信、羅秋雄、蘭祐利。2005。作物施肥手冊增修六版。中華肥料協會。
- Knudsen, O, G.A. Peterson, and P.F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. In A. L. Page (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd edition Agronomy. p.225-246. ASA. Madison. WI.
- Murphy, J. and L.E. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta. 27:31-36.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In A. L. Page (ed.) Methods of soil analysis, part 2. 2nd ed. Agronomy Monograph no.9, p.539-579.
- SAS Institute. 1990. SAS User Guide 6.10 Edition. SAS Institute Inc., SAS Circle, Box8000, Cary, NC 27515-8000, USA.

Study on fertilizer requirement of Ganges Amaranth and Pak Choi in plastic house cultivation ¹

Hsueh-Jung Tang² and Chao-Hung Lai²

Abstract

Leafy vegetables are cultivated in of in facilities mostly of Taiwan northern area. The farmers often use a large number of fertilizer application more than crop requirements. The results may easily lead to accumulation of inorganic salts in soil, nutrient imbalances and so on. This study were established the amount of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer recommendation of Ganges Amaranth and Pak Choi, with the first year to establish Ganges Amaranth and Pak Choi nitrogen application amount and ratio, the second year was to establish phosphate and potash requirements. According to the experiment result, the amount of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer recommendation of Ganges Amaranth was 200, 100 and 50 kg ha⁻¹ and Pak Choi was 200, 80 and 100 kg ha⁻¹ in plastic house cultivation.

Key words: facility, the amount of fertilizer requirement, pak choi, ganges amaranth

¹. Contribution No.454 from Taoyuan DARES, COA.

². Assistant Researcher (Corresponding author, sjtang@tydais.gov.tw) and Assistant Researcher, respectively, Taoyuan DARES, COA.