

落葵設施栽培肥料三要素施用量試驗¹

李宗翰²

摘 要

本試驗自 2008 至 2009 年於桃園縣新屋鄉本場簡易設施進行，旨在探討三要素用量對落葵產量及品質之影響。氮肥用量試驗結果顯示，落葵產量處理間差異不顯著，脆度以 120 kg ha⁻¹ 處理最佳，可溶性固形物含量則處理間差異不顯著。磷及鉀肥需要量以磷酐 80 kg ha⁻¹ 及氧化鉀 160 kg ha⁻¹ 處理落葵產量最高，脆度以磷酐 160 kg ha⁻¹ 及氧化鉀 240 kg ha⁻¹ 處理最佳，可溶性固形物含量則處理間差異不顯著。在植體養分含量方面，各處理間差異均不大。因此，就施肥成本及品質因素考量，設施栽培落葵三要素施用量分別以氮 120 kg ha⁻¹、磷酐 80 kg ha⁻¹ 及氧化鉀 160 kg ha⁻¹ 較符合經濟效益。

關鍵詞：落葵、設施栽培、肥料施用量

前 言

落葵 (*Basella alba*) 為落葵科落葵屬，多年生草本植物，學名 *Basella* spp.，俗稱皇宮菜，原產於熱帶亞洲及非洲地區。落葵性喜高溫，生育適溫為 25-30°C，適宜土壤為砂質壤土，土壤酸鹼值範圍 5.5-8.0 (Palada et al., 2003)。耐熱及耐濕特性對環境適應性強，鮮少病蟲危害，頗適合為夏季栽培之蔬菜。落葵漿果成熟後富含紫紅色汁液，是天然的食物著色劑 (行政院衛生署中醫藥委員會，2003)。過去由於栽培面積不大，試驗改良場所並未針對其肥培管理進行研究。農民在欠缺肥培管理資訊下，僅憑個人施肥經驗或參考類似之蔬菜的肥培管理，故對落葵的產量及品質影響甚鉅。

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 422 號。

² 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者，wdwin88@tydais.gov.tw)。

近年來落葵被視為健康的蔬菜，含有豐富的維生素 A 及維生素 C (Peter, 2007)，且為設施有機栽培的主要蔬菜之一，栽培面積逐年增加。因此，本研究之目的在探討本設施栽培下適宜的落葵三要素施用量，以提供農民作為施肥管理之參考依據。

材料與方法

本試驗於 2008 至 2009 年在桃園縣新屋鄉桃園區農業改良場本場簡易塑膠布溫網室進行，供試品種為綠色種。

一、氮肥需要量試驗

2008 年進行氮肥需要量試驗，在每公頃施用磷鈣 120 kg、氧化鉀 200 kg 下，以氮 120、240、360、480 及 600 kg ha⁻¹ 為試驗處理，試驗採逢機完全區集設計 (RCBD)，5 處理，3 重複，小區面積 3 m × 2.8 m = 8.4 m²。磷肥全量當基肥施用，氮及鉀肥分別於基肥、定植後 25、50、75 及 100 天各施用 20%。氮、磷及鉀肥分別為尿素、過磷酸鈣及氯化鉀。

二、磷肥及鉀肥需要量試驗

2009 年在每公頃施用氮 250 kg 下進行磷肥及鉀肥需要量試驗（磷鈣 80 及 160 kg ha⁻¹，氧化鉀 80、160 及 240 kg ha⁻¹）。試驗採複因子逢機完全區集設計 (RCBD)，6 處理，3 重複，小區面積 3 m × 1.8 m = 5.4 m²。肥料施用種類及方法同 2008 年氮肥施用量試驗。

三、栽培管理

3 月上旬進行穴盤育苗，幼苗本葉 2-3 片時定植，行距 90 cm，株距 40 cm，每穴種植一株。植株在本葉 5 片時摘心，促進側枝生長，待蔓長 20-30 cm 時第一次採收，採摘時須留 2-3 葉，以利側枝生長。

四、調查項目

調查試驗前後土壤理化性質及落葵植體養分含量、產量、甜度及脆度。落葵植體分析 N、P、K、Ca 及 Mg 含量。土壤分析 pH 值、EC 值、土壤有機質含量及 Bray-1 P

及 Melich - I 可萃取 (Melich No.1) K、Ca 和 Mg 含量。

五、分析方法

(一) 土壤理化性質分析

以 pH meter 測定 pH 值 (土水比=1:1) ; 以電導度計測定 EC 值 (土水比=1:5) ; 以 Walkley-Black 法測定有機碳 (Nelson and Sommers, 1982) , 並換算成土壤有機質含量 ; 白雷氏第一法抽出土壤 Bray-1 磷, 以鉬藍法呈色後, 以可見光分光光度計比色測定 ; 孟立克氏第一法抽出土壤交換性鉀、鈣及鎂 (張, 1991) , 以感應耦合電漿原子發射光譜儀 (ICP) 定量。

(二) 植體成分分析

於第一次採收起每 30 天分析一次, 利用凱氏法 (Regular Kjeldahl method) 測全氮 ; 以二酸混合液 ($\text{HNO}_3:\text{HClO}_4 = 5:1$) 將有機質分解, 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。

(三) 可溶性固形物及脆度分析

採長度約 15 公分落葵壓榨後, 取汁液 1-2 滴, 以糖度計測定^oBrix 值 ; 採直徑約 1 公分寬之落葵藤蔓, 以脆度計測定 Lbs 值。

六、統計分析

調查資料以 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, 再以鄧肯氏多變域測驗 (Duncan's multiple range test) 測定處理因子間之差異。

結果與討論

一、肥料用量對土壤性質影響

2008 年氮肥試驗前後土壤分析結果如表 1 所示。試驗後土壤 pH 值在 4.6-5.1 之間, EC 值則在 0.43-0.66 dS m^{-1} 之間, 有機質含量 45-50 g kg^{-1} , Bray-1 磷含量 317-347 mg kg^{-1} , Melich-I 可萃取鉀含量 237-263 mg kg^{-1} , Melich-I 可萃取鈣含量 799-909 mg kg^{-1} , Melich-I 可萃取鎂含量 140-189 mg kg^{-1} 。與試驗前土壤比較, pH 有隨氮肥施用

量增加而逐漸降低的趨勢，可能原因是本試驗使用之氮肥為尿素，尿素經過尿素水解酶作用後轉變為 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ，而 NH_4 再經過硝化作用釋放出 H^+ 並大量累積，因此，造成土壤 pH 值降低，另外，施用過磷酸鈣及氯化鉀等產酸化學肥料亦會造成土壤 pH 降低。EC 值隨氮肥施用量增加而有逐漸提高的趨勢，氮施用量 480 及 600 kg ha^{-1} 處理高達 0.6 dS m^{-1} 。土壤有機質含量雖然較試驗前平均提升 4.7-16.3%但各處理間並無顯著差異，Bray-1 磷含量各處理均較試驗前顯著提升，但各處理間無顯著差異，顯示磷酐 120 kg ha^{-1} 已過量。Melich-I 可萃取鉀含量雖然較試驗前平均提高 3.9-15.4%，但各處理間與試驗前比較均無顯著差異，顯示每公頃施用 160 kg 氧化鉀並無施用過量的情形。Melich-I 可萃取鈣含量除 E 處理（氮素每公頃 600 公斤）外各處理均較試驗前顯著提升，平均提高 0.4-14.2%，推測原因應是施用過磷酸鈣使得土壤中的鈣含量提高，過磷酸鈣的鈣型態主要是以硫酸鈣的型態存在，屬植物難利用的型態，但經過四個月栽種期仍能緩慢釋放出來，增加土壤中的鈣含量。而處理 E 的鈣含量顯著低於其他四個處理，可能是因為大量的尿素經過尿素水解酶作用後轉變為 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ，後再經硝化作用轉變為硝酸態氮，而落葵在吸收硝酸態氮時也協同吸收土壤中的鈣，造成處理 E 的土壤鈣含量顯著低於其他的處理。Melich-I 可萃取鎂各處理均較試驗前降低，其中處理 B、D 及 E 達顯著差異，平均降低 14-36%，推測原因除了部分被落葵吸收，另外就是因為土壤的 pH 下降，鎂溶解度降低，造成 Melich-I 可萃取鎂有效性降低。

表 1. 2008 年氮肥試驗前後土壤理化性質

Table 1. Physical and chemical properties of soils in 2008 N rate experiment.

處理 Treatment	酸鹼值 pH (1 : 1)	電導度 EC (1 : 5)	有機質 O.M	有效性磷 Bray 1 P	可萃取鉀 Melich I K	可萃取鈣 Melich I Ca	可萃取鎂 Melich I Mg
		dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	----- mg kg ⁻¹ -----			
試驗前 Initial	5.0 a ^z	0.38 b	43 a	194 b	228 a	796 b	220 a
試驗後 After harvesting							
A 120 kg ha ⁻¹	5.1 a	0.43 b	45 a	344 a	237 a	888 a	189 ab
B 240 kg ha ⁻¹	4.8 a	0.48 ab	47 a	327 a	256 a	879 a	156 b
C 360 kg ha ⁻¹	4.7 a	0.49 ab	50 a	347 a	263 a	909 a	170 ab
D 480 kg ha ⁻¹	4.6 a	0.66 a	50 a	317 a	247 a	893 a	143 b
E 600 kg ha ⁻¹	4.6 a	0.60 a	46 a	346 a	237 a	799 b	140 b

z : 同行英文字相同者表示經鄧肯氏多變域測驗未達 5%顯著差異水準

Means values within column followed the same letter are not significantly different by DMRT at 5% probability level.

2009 年磷和鉀肥試驗前後土壤分析結果如表 2 所示。試驗後土壤理化性質，pH 值在 4.5-5.0 之間，EC 值則在 0.67-0.86 dS m⁻¹ 之間，有機質含量 46-51 g kg⁻¹，Bray-1 磷含量 159-389 mg kg⁻¹，Melich-I 可萃取鉀含量 214-283 mg kg⁻¹，Melich-I 可萃取鈣含量 959-1261 mg kg⁻¹，Melich-I 可萃取鎂含量 140-264 mg kg⁻¹。與試驗前土壤比較，pH 約下降 0.2-0.7 單位，應與施用尿素、過磷酸鈣及氯化鉀等產酸肥料有關，EC 值則較試驗前略為提高，土壤有機質含量與試驗前比較平均變化 2.1-6.3%，且無顯著差異。Bray-1 磷含量施用 P₂O₅ 80 kg ha⁻¹ 的處理較試驗前平均降低 5.8% 且無顯著差異，但施用 P₂O₅ 160 kg ha⁻¹ 的處理則較試驗前平均增加約 90% 且達顯著差異，顯示每公頃施用 160 公斤磷酐的情況下即有過量施肥的情形，此與前一年氮肥試驗中施用 P₂O₅ 120 kg ha⁻¹ 的情形類似。Melich-I 可萃取鉀含量則較試驗前平均降低 2.4-26%，P2K1 的處理顯著低於其他的處理，Melich-I 可萃取鉀含量有隨氧化鉀施用量增加而有略微提高的趨勢。Melich-I 可萃取鈣含量各處理均較試驗前顯著降低，推測原因可能是因為(1)土壤 pH 下降導致土壤中鈣溶解度降低，因此使得鈣的有效性降低，(2)施用鉀肥亦有可能造成鈣、鉀間的拮抗作用。另外，K1 的處理土壤鈣含量顯著低於 K2 及 K3 的處理，

顯示落葵在每公頃施用 80 公斤的氧化鉀下吸收鈣的能力最高，但當氧化鉀每公頃施用超過 160 公斤時，即造成鉀及鈣之間的拮抗，造成鈣的吸收能力降低。Melich-I 可萃取鎂含量則是均較試驗前降低，除 P1K1 外，其餘處理均較試驗前顯著降低，推測應與土壤 pH 值下降而導致鎂有效性降低有關。

表 2. 2009 年磷鉀肥試驗前後土壤理化性質

Table 2. Physical and chemical properties of soils in 2009 P and K experiment.

處理 Treatment ^y	酸鹼值 pH (1 : 1)	電導度 EC (1 : 5)	有機質 O.M	有效性磷 Bray 1 P	可萃取鉀 Melich I K	可萃取鈣 Melich I Ca	可萃取鎂 Melich I Mg
		dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	----- mg kg ⁻¹ -----			
試驗前 Initial	5.2 a ^z	0.70 b	48 a	190 b	290 a	2108 a	301 a
試驗後 After harvesting							
P1K1	4.5 b	0.73 ab	48 a	203 b	267 a	1043 c	264 a
P1K2	4.8 ab	0.86 a	47 a	175 b	269 a	1333 b	200 b
P1K3	4.8 ab	0.79 ab	46 a	159 b	283 a	1256 b	192 bc
P2K1	4.7 ab	0.81 ab	51 a	315 a	214 b	959 c	140 c
P2K2	5.0 ab	0.75 ab	49 a	389 a	237 ab	1197 bc	177 bc
P2K3	4.7 ab	0.67 b	46 a	377 a	275 a	1261 b	183 bc

y : P1 = P₂O₅ 80 kg ha⁻¹、P2 = P₂O₅ 160 kg ha⁻¹

K1 = K₂O 80 kg ha⁻¹、K2 = K₂O 160 kg ha⁻¹、K3 = K₂O 240 kg ha⁻¹

z : 同表 1 Same as Table 1.

二、氮肥用量對落葵養分含量及吸收量影響

不同氮肥用量對落葵植體養分含量之影響分析如表 3 所示。各處理氮含量平均分別為 A 39.5、B 40.9、C 40.5、D 41.3 及 E 42.2 g kg⁻¹，顯示植體氮含量由隨氮肥施用量增加而逐漸上升的趨勢，但處理間無顯著差異。各處理間磷含量均無顯著差異，整體而言，各處理落葵磷含量整體變化則有逐漸降低的趨勢，從平均 6.0 g kg⁻¹ 降至平均 4.2 g kg⁻¹。植體鉀含量在各處理間無顯著差異，而在整體變化的趨勢上，在第三次分析（7/22）時鉀含量比其他三次分析有略微降低的趨勢。植體鈣含量，在第三次分析（7/22）時，處理 A 顯著低於處理 E，第四次分析（8/21）則是處理 A、B 及 C 的鈣含量顯著低於處理 D 及 E，各處理鈣含量四次分析平均分別為 A 2.8、B 2.7、C 2.9、

D 3.3 及 E 3.6 g kg⁻¹，顯示植體鈣含量由隨氮肥施用量增加而逐漸上升的趨勢，推測原因應是落葵吸收硝酸態氮協同吸收土壤中的鈣，使得植體鈣含量有隨氮肥施用而逐漸增加的趨勢，在整體變化上，植體鈣含量有先降後升的趨勢。植體鎂含量在整體變化上與鈣含量變化先降後升的趨勢相似。

作物養分吸收量是以作物乾物產量乘以作物養分含量得之，作物養分吸收量可以反映肥料利用的效率，其值越高表示肥料利用率越好。不同氮肥用量對落葵植體養分吸收量之影響分析如表 3 所示。各處理間氮肥吸收量無顯著差異，而整體吸收變化則是有越來越低的趨勢，顯示落葵對氮肥的利用率隨種植時間越久吸收能力越差，可做為之後落葵氮肥施用時期分配率的依據。各處理間磷肥吸收量無顯著差異，且整體吸收變化趨勢類似氮肥吸收量。各處理間鉀肥吸收量在第三次分析（7/22）時，處理 B 跟 D 之間有顯著差異，但在整體變化上無顯著差異。各處理間鈣肥吸收量在前兩次分析時無顯著差異，但在第三次之後 A、B 及 C 的處理有顯著低於 D 跟 E 的情況，顯示施用尿素可能有促進鈣肥吸收的能力。各處理間鎂肥吸收量再第三次分析（7/22）時，處理 C 跟 E 之間有顯著差異，但在整體變化上無顯著差異。

表 3. 氮肥用量對落葵氮、磷、鉀、鈣及鎂含量及吸收量變化之影響

Table 3. Effect of N application rates on N, P, K, Ca and Mg contents and uptake of *Basella alba*.

處理 Treatment	5/23	6/22	7/22	8/21	5/23	6/22	7/22	8/21
N kg ha ⁻¹	氮含量 N Content (g kg ⁻¹)				氮吸收量 N Uptake (mg kg ⁻¹)			
	A 120	48 a ^z	36 a	37 a	38 a	71 a	36 a	45 a
B 240	50 a	39 a	38 a	37 a	77 a	40 a	52 a	41 a
C 360	50 a	41 a	35 a	36 a	73 a	42 a	42 a	39 a
D 480	50 a	41 a	37 a	38 a	71 a	44 a	45 a	38 a
E 600	48 a	40 a	41 a	40 a	72 a	41 a	52 a	39 a
處理 Treatment	5/23	6/22	7/22	8/21	5/23	6/22	7/22	8/21
N kg ha ⁻¹	磷含量 P Content (g kg ⁻¹)				磷吸收量 P Uptake (mg kg ⁻¹)			
	A 120	6.2 a	5.0 a	4.9 a	4.4 a	9.1 a	5.1 a	5.9 a
B 240	6.1 a	4.8 a	4.9 a	4.3 a	9.3 a	4.9 a	5.9 a	4.8 a
C 360	6.0 a	5.0 a	4.9 a	3.9 a	8.8 a	5.2 a	5.9 a	4.3 a
D 480	6.0 a	4.5 a	4.8 a	4.2 a	8.6 a	4.9 a	5.9 a	4.2 a
E 600	5.8 a	5.0 a	4.6 a	4.0 a	8.6 a	5.1 a	5.9 a	3.9 a

表 3. 氮肥用量對落葵氮、磷、鉀、鈣及鎂含量及吸收量變化之影響(續)

Table 3. Effect of N application rates on N, P, K, Ca and Mg contents and uptake of *Basella alba*.

處理 Treatment	5/23	6/22	7/22	8/21	5/23	6/22	7/22	8/21
N kg ha ⁻¹	鉀含量 K Content (g kg ⁻¹)				鉀吸收量 K Uptake (mg kg ⁻¹)			
A 120	50 a	58 a	43 a	60 a	73 a	58 a	53 ab	65 a
B 240	53 a	58 a	44 a	59 a	81 a	60 a	60 a	66 a
C 360	61 a	55 a	39 a	57 a	89 a	57 a	46 ab	62 a
D 480	62 a	57 a	35 a	60 a	89 a	61 a	43 b	60 a
E 600	60 a	62 a	42 a	54 a	89 a	63 a	54 ab	53 a
處理 Treatment	5/23	6/22	7/22	8/21	5/23	6/22	7/22	8/21
N kg ha ⁻¹	鈣含量 Ca Content (g kg ⁻¹)				鈣吸收量 Ca Uptake (mg kg ⁻¹)			
A 120	3.9 a	1.9 a	3.7 b	1.7 b	5.7 a	1.9 a	4.6 b	1.8 b
B 240	3.4 a	1.9 a	4.1 ab	1.5 b	5.2 a	2.0 a	5.6 ab	1.7 b
C 360	3.7 a	2.0 a	4.4 ab	1.5 b	5.4 a	2.1 a	5.2 b	1.6 b
D 480	3.9 a	1.4 a	5.0 ab	2.9 a	5.6 a	1.5 a	6.1 ab	2.9 a
E 600	3.5 a	1.6 a	5.6 a	3.8 a	5.2 a	1.6 a	7.2 a	3.7 a
處理 Treatment	5/23	6/22	7/22	8/21	5/23	6/22	7/22	8/21
N kg ha ⁻¹	鎂含量 Mg Content (g kg ⁻¹)				鎂吸收量 Mg Uptake (mg kg ⁻¹)			
A 120	9.0 a	7.4 a	10.8 a	7.2 a	13 a	7.5 a	13.4 ab	7.8 a
B 240	9.5 a	8.1 a	11.1 a	6.8 a	15 a	8.3 a	15.2 ab	7.6 a
C 360	9.0 a	7.0 a	9.3 a	6.5 a	13 a	7.2 a	11.1b	7.1 a
D 480	9.4 a	8.3 a	11.2 a	7.5 a	13 a	9.0 a	13.6 ab	7.6 a
E 600	10.3 a	9.2 a	13.2 a	9.4 a	15 a	9.4 a	16.9 a	9.2 a

z : 同表 1 Same as Table 1.

三、磷肥及鉀肥用量對落葵養分含量影響

不同磷鉀肥用量對落葵植體養分含量之影響分析如表 4 所示，四次分析氮含量均無顯著差異，整體的變化上亦無顯著差異。各處理之植體磷含量無顯著差異，推測原因主要是因為試驗田區為 Bray-1 磷含量高的土壤，因此，磷肥的效應不顯著。此外，與 97 年比，各處理植體中磷含量無顯著變化，亦是土壤中 Bray-1 磷含量高，造成磷

肥效應不顯著。在整體變化中，第三次分析（7/18）時各處理磷含量均有上升的趨勢，推測原因應是落葵即將進入開花期，因此，落葵植體內磷含量增加。各處理之植體鉀含量無顯著差異，與 97 年比，各處理植體中鉀含量無顯著變化。各處理間植體鈣含量無顯著差異，與 97 年比，植體鈣含量有明顯的提升，應是與土壤中鈣含量較高有關。另外，整體鈣含量變化情形也與 97 年相似，均是先降後升。各處理間植體鎂含量無顯著差異，而整體變化上與鈣含量變化趨勢相似。

不同磷鉀肥用量對落葵植體養分吸收量之影響分析如表 4 所示。各處理間氮肥吸收量無顯著差異，與 97 年比較，在整體吸收上並無顯著差異。各處理間磷肥吸收量在第一次分析時，P2 的處理磷肥吸收量略高於 P1 處理的磷肥吸收量，然在統計尚未達顯著差異，且整體吸收變化上也無顯著差異，推測原因可能亦是土壤中磷含量過高，造成落葵在磷肥的吸收效應上不顯著，與 97 年比較在磷肥吸收上也無顯著差異。各處理間鉀肥吸收量在第三次分析（7/22）時，K1 處理的吸收量顯著高於 K2 及 K3 處理，顯示在此時期（開花期）可能落葵並不需要太多的鉀肥，如施用過多反而造成肥料浪費。整體而言，各處理間在鉀肥吸收上並無顯著差異，是否落葵對於鉀肥的需求量不高需進一步探討，與 97 年相比，鉀肥吸收量有較高的趨勢。在鈣肥吸收量方面，P1K1 處理顯著高於其他的處理，推測原因是鉀鈣之間的拮抗作用造成 K2 及 K3 處理鈣吸收能力較低，與 97 年相比，鈣肥吸收量顯著較高，應是與土壤鈣含量較高有關。各處理間鎂肥吸收量無顯著差異，在整體變化上亦無顯著差異，與 97 年相比，各處理落葵吸收能力也無顯著差異。

表 4. 磷鉀肥用量對落葵氮、磷、鉀、鈣及鎂含量及吸收量變化之影響

Table 4. Effect of P and K application rates on N, P, K, Ca and Mg contents and uptake of *Basella alba*.

處理 Treatment ^y	5/19	6/18	7/18	8/17	5/19	6/18	7/18	8/17
	氮含量 N Content (g kg ⁻¹)				氮吸收量 N Uptake (mg kg ⁻¹)			
P1K1	47 a	48 a	48 a	42 a	68 a	47 a	65 a	45 a
P1K2	47 a	47 a	48 a	45 a	68 a	48 a	63 a	46 a
P1K3	45 a	46 a	48 a	44 a	64 a	49 a	62 a	47 a
P2K1	45 a	45 a	48 a	44 a	67 a	46 a	64 a	46 a
P2K2	47 a	50 a	47 a	43 a	68 a	54 a	61 a	45 a
P2K3	48 a	46 a	47 a	41 a	71 a	45 a	61 a	43 a

表 4. 磷鉀肥用量對落葵氮、磷、鉀、鈣及鎂含量及吸收量變化之影響(續)

Table 4. Effect of P and K application rates on N, P, K, Ca and Mg contents and uptake of *Basella alba*.

處理 Treatment ^y	5/19	6/18	7/18	8/17	5/19	6/18	7/18	8/17
	磷含量 P Content (g kg ⁻¹)				磷吸收量 P Uptake (mg kg ⁻¹)			
P1K1	5.1 a	4.7 a	6.8 a	4.4 a	7.5 a	4.6 a	8.2 a	4.7 a
P1K2	4.9 a	4.5 a	5.4 a	4.0 a	7.2 a	4.6 a	7.0 a	4.1 a
P1K3	5.2 a	4.8 a	5.6 a	3.9 a	7.4 a	5.1 a	7.3 a	4.2 a
P2K1	5.4 a	4.7 a	5.5 a	3.9 a	8.2 a	4.8 a	7.4 a	4.0 a
P2K2	5.4 a	4.6 a	5.5 a	4.0 a	7.9 a	5.0 a	7.2 a	4.2 a
P2K3	5.9 a	4.8 a	5.8 a	3.7 a	8.8 a	4.6 a	7.5 a	3.9 a
處理 Treatment ^y	5/19	6/18	7/18	8/17	5/19	6/18	7/18	8/17
	鉀含量 K Content (g kg ⁻¹)				鉀吸收量 K Uptake (mg kg ⁻¹)			
P1K1	79 a	43 a	60 a	49 a	116 a	42 a	82 a	53 a
P1K2	76 a	45 a	59 a	53 a	112 a	46 a	76 ab	55 a
P1K3	73 a	45 a	53 a	49 a	104 a	48 a	69 b	53 a
P2K1	71 a	54 a	60 a	51 a	107 a	55 a	81 a	53 a
P2K2	73 a	48 a	52 a	50 a	107 a	52 a	68 b	52 a
P2K3	76 a	48 a	53 a	52 a	113 a	46 a	68 b	54 a
處理 Treatment ^y	5/19	6/18	7/18	8/17	5/19	6/18	7/18	8/17
	鈣含量 Ca Content (g kg ⁻¹)				鈣吸收量 Ca Uptake (mg kg ⁻¹)			
P1K1	7.4 a	5.7 a	10.0 a	7.0 a	10.8 a	9.7 a	13.5 a	7.4 ab
P1K2	5.4 a	4.2 a	6.6 b	7.4 a	7.9 b	6.8 b	8.6 b	7.6 ab
P1K3	7.6 a	5.6 a	7.0 b	7.3 a	10.8 a	7.4 ab	9.1 b	7.8 ab
P2K1	7.4 a	4.7 a	6.1 b	7.0 a	11.2 a	6.2 b	8.2 b	7.2 b
P2K2	6.5 a	3.8 a	6.9 b	6.6 a	9.5 ab	7.5 ab	9.0 b	6.8 b
P2K3	6.1 a	5.0 a	6.9 b	8.5 a	9.1 ab	6.7 b	8.9 b	8.9 a
處理 Treatment ^y	5/19	6/18	7/18	8/17	5/19	6/18	7/18	8/17
	鎂含量 Mg Content (g kg ⁻¹)				鎂吸收量 Mg Uptake (mg kg ⁻¹)			
P1K1	9.1 a	6.1 a	9.4 a	6.6 a	13 a	6.8 a	9.5 a	7.0 a
P1K2	8.4 a	5.4 a	6.6 a	7.6 a	12 a	7.6 a	9.6 a	7.8 a
P1K3	8.5 a	6.8 a	6.8 a	7.5 a	12 a	7.7 a	9.5 a	8.1 a
P2K1	10.5 a	6.3 a	6.2 a	8.0 a	16 a	7.2 a	9.4 a	8.3 a
P2K2	8.1 a	5.4 a	6.5 a	6.7 a	12 a	7.2 a	8.6 a	7.0 a
P2K3	6.9 a	5.0 a	6.3 a	7.4 a	10 a	8.2 a	11.0 a	7.7 a

y : 同表 2 Same as Table 2.

z : 同表 1 Same as Table 1.

四、氮肥用量對落葵產量及品質影響

氮肥施用量對落葵產量及品質影響如表 5 所示。落葵產量隨氮肥施用量增加而提高，以氮 600 kg ha⁻¹ 處理之產量較高，120 kg ha⁻¹ 處理產量較低，但在統計上並無顯著差異。脆度在氮 120、240 和 360 kg ha⁻¹ 施用量下並無顯著差異，但氮肥施用量超過 360 kg ha⁻¹，則脆度呈顯著下降，但以 120 kg ha⁻¹ 處理脆度較高。可溶性固形物含量在處理間無顯著差異。

本試驗結果顯示，氮肥施用量在 120-600 kg ha⁻¹ 間，落葵產量無顯著差異，而落葵產量雖隨氮肥用量增加而提高，但以氮 120 kg ha⁻¹ 與 240 kg ha⁻¹ 處理間之產量差異較大。在脆度品質方面以 120 kg ha⁻¹ 處理較佳，根據報酬漸減率及考量施肥成本等因素，落葵氮施用量以 120 kg ha⁻¹ 較符合經濟效益。

表 5. 氮肥用量對落葵產量、脆度及可溶性固形物影響

Table 5. Effect of N application rates on the yield, brittleness and total soluble solids of *Basella alba*.

處理 Treatment	產量 Yield	脆度 Brittleness	可溶性固形物 Total soluble solids
kg ha ⁻¹	t ha ⁻¹	Lbs	°Brix
120	1.89 a ^z	3.0 a	2.2 a
240	1.93 a	2.9 a	2.3 a
360	1.93 a	2.9 a	2.3 a
480	1.94 a	2.6 b	2.2 a
600	1.95 a	2.6 b	2.3 a

z：同表 1 Same as Table 1.

五、磷肥及鉀肥用量對落葵產量及品質影響

磷鉀肥施用量對落葵產量及品質影響如表 6 所示。落葵產量以磷酐 80 kg ha⁻¹ 及氧化鉀 160 kg ha⁻¹ 和磷酐 160 kg ha⁻¹ 及氧化鉀 160 kg ha⁻¹ 兩處理產量較高，脆度除磷酐 80 kg ha⁻¹，氧化鉀 240 kg ha⁻¹ 及磷酐 160 kg ha⁻¹，氧化鉀 240 kg ha⁻¹ 兩處理顯著高於磷酐 160 kg ha⁻¹，氧化鉀 80 kg ha⁻¹ 之處理外，其他處理間則無顯著差異。各處理之可溶性固形物含量間無顯著差異。

施用磷酐 80 kg ha^{-1} 及 160 kg ha^{-1} 處理間產量無顯著差異，主要原因為：一、落葵對磷肥的需求不高 (Palada et al., 2003)，各處理間植體磷含量並無顯著差異 (表 3、4)，顯示過量施用的磷肥，並未被落葵吸收利用。二、土壤 Bray-1 磷一般正常範圍在 $10\text{-}50 \text{ mg kg}^{-1}$ ，本試驗土壤 Bray-1 磷含量已偏高 (表 2)，導致磷肥施用效果不顯著。氧化鉀施用量以 160 kg ha^{-1} 處理產量相對較高，達顯著差異，但當氧化鉀施用量為 240 kg ha^{-1} 時產量反而降低。脆度方面，則有隨鉀肥施用量增加而逐漸增加的趨勢，其中以磷酐 160 kg ha^{-1} 及氧化鉀 80 kg ha^{-1} 處理脆度最低，達顯著差異。因此，落葵磷酐及氧化鉀施用量分別以 80 kg ha^{-1} 及 160 kg ha^{-1} 較符合經濟效益。

表 6. 磷鉀肥用量對落葵產量、脆度及可溶性固形物影響

Table 6. Effect of P and K application rates on the yield, brittleness and total soluble solids of *Basella alba*.

處理 ^y Treatment	產量 Yield	脆度 Brittleness	可溶性固形物 Total soluble solids
	t ha ⁻¹	Lbs	°Brix
P1K1	2.26 b ^z	2.7 ab	2.0 a
P1K2	2.56 a	2.8 ab	1.9 a
P1K3	2.22 b	2.9 a	2.0 a
P2K1	2.26 b	2.5 b	1.9 a
P2K2	2.50 a	2.8 ab	1.9 a
P2K3	2.39 ab	3.0 a	1.8 a

y：同表 2 Same as Table 2.

z：同表 1 Same as Table 1.

參考文獻

- 行政院衛生署中醫藥委員會。2003。落葵。臺灣藥用植物資源名錄。p.192。
- 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。
- 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.
- Palada, M.C. and L.C. Chang. 2003. Suggested Cultural Practices. AVRDC International Cooperator's Guide, AVRDC Pub #03 p.553, AVRDC, Taiwan.
- Peter, K.V. 2007. Basella. Underutilized and Underexploited Horticultural Crops ,Vol.1, p.247-254.
- SAS Institute. 1990. SAS User Guide 6.10 Edition. SAS Institute Inc., SAS Circle, Box8000, Cary, NC 27515-8000, USA.

Study on Application Rates of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilizer for *Basella alba* in Plastic House¹

Tzung-Han Lee²

Abstract

The experiments were conducted at Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station (Hsinwu, Taoyuan) in 2008 and 2009 to study the effects of different rates of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) fertilizers on the yield and qualities of *Basella alba* in plastic greenhouse. The results showed that the yield of *Basella alba* was no significant difference among N treatments, the brittleness of *Basella alba* was the highest under the application rate of N 120 kg ha⁻¹, there was no significant difference in total soluble solids in plants among N treatments. The yield of *Basella alba* was the largest under the application rate of P₂O₅ 80 kg ha⁻¹ and K₂O 160 kg ha⁻¹, the brittleness of *Basella alba* was the highest in application rate of P₂O₅ 160 kg ha⁻¹ and K₂O 240 kg ha⁻¹. There was no significant difference in total soluble solids in plants among treatments. There was no significant difference in the N, P, K, Ca and Mg content among treatments. Based on the cost of the fertilizers and *Basella alba* qualities, the N 120 kg ha⁻¹, P₂O₅ 80 kg ha⁻¹ and K₂O 160 kg ha⁻¹ are the economical application rate for *Basella alba* grown in plastic greenhouse.

Key words: *Basella alba*, Plastic greenhouse, Application rates of fertilizers

¹. Contribution No.422 from Taoyuan DARES, COA.

². Assistant Researcher (Corresponding author, wdwin88@tydais.gov.tw) Taoyuan DARES, COA.