

綠竹施肥技術研究

顏勝雄、廖乾華

摘 要

本試驗旨在探討北部地區種植綠竹之三要素適宜施用量，以供竹農種植之參考。試驗以 2-3 年生綠竹為試驗材料，分別於桃園縣龍潭鄉及台北縣五股鄉兩試區進行，採裂區設計，以肥料不同分施次數為主區，不同肥料施用量為副區，三重複，每櫟綠竹基肥施用牛糞堆肥 60 kg 及海鳥磷肥 2 kg。龍潭試區採噴水灌溉，五股試區則無灌溉設備。結果顯示，綠竹灌溉明顯影響竹筴產量，龍潭試區每櫟平均產量約 43.5 kg，較五股試區每櫟 12.4 kg 約增產 31 kg。三要素不同施用量對綠竹筴品質之影響差異未達顯著水準，分 4 次施用比分 6 次施用產量高，產筴數多，達顯著水準。不同施肥次數及施肥量處理對竹筴品質之影響差異不顯著，分 4 次施用比分 6 次施用產量高，產筴數多，因此綠竹以每櫟施用三要素 600 g，分 4 次施用最為經濟。

關鍵詞：綠竹、肥料施用量、肥培管理

前 言

綠竹 (*Bambusa oldhamii* Munro) 屬於禾本科竹亞科蓬萊竹屬，原產中國東南部 (江, 1974; 林, 1996)，學名因 1864 年英國 Richard Oldham 在臺北縣淡水採樣而得名 (胡, 1966)，台灣栽培已有幾百年的歷史，北部地區栽培面積約 5,000 ha 左右。

農民對於栽培成林後之綠竹管理，一般於每年 1-3 月間於地下根開始發育前完成砍伐及掘除三年以上老齡竹頭之地下莖，並實施翻土及施基肥、培土工作。肥培管理，分基肥及追肥施用；基肥在翻土後、培土前施用，一般使用堆肥或雞糞等有機質肥料 5-40 kg 不等，追肥則於 4-8 月間分別施用 3-5 次，每次每櫟 0.5-2 kg，視竹櫟大小及土壤肥沃度不同而增減，於雨後土壤濕潤時施用效果較佳 (江, 1978; 張, 1991、1992、1995; 郭, 1983)。

北部地區農田多為酸性土壤，石灰資材可以中和土壤酸性 (吳, 2001)，配合施用有機肥料可以提高土壤 pH 值及增加交換性鈣、鎂含量，可改善土壤性質 (連和郭, 1995)。現行作物施肥手冊僅載麻竹筴施肥方法 (黃和郭, 1996)，尚無綠竹之三要素施用量，供農民種植參考。麻竹及綠竹二種竹類生育及產筴時期不一，且綠竹產量及植株生質量均較麻竹少，因此肥料施用量應較麻竹酌量減少 (江, 1981)，故本計畫旨在探討北部地區綠竹三要素適宜施用量及分施次數，供農民種植參考。

材料與方法

本試驗於 2004 年分別在桃園縣龍潭鄉及台北縣五股鄉進行，以 2-3 年生綠竹為試驗材料，每櫟 6-8 支竹桿，試驗採裂區設計，以 A.基肥、4、6 及 8 月份分別追肥 1/4，B.基肥、4、5、6、7 及 8 月份分別追肥 1/6 等 2 種不同施肥次數為主區；以 1.每櫟施用 $N-P_2O_5-K_2O = 600-600-600$ g；2.每櫟施用 $N-P_2O_5-K_2O = 900-900-900$ g；3.每櫟施用 $N-P_2O_5-K_2O = 1200-1200-1200$ g；4.每櫟施用 $N-P_2O_5-K_2O = 1500-1500-1500$ g 等 4 種不同施肥量為副區；3 重複，每處理 3 櫟，行株距 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ ，小區面積 75 m^2 。每櫟綠竹於處理前均施用腐熟牛糞堆肥 60 kg，海鳥磷肥 2 kg。試驗前後採取土壤及葉片，竹筴產期取竹筴分析；土壤分析 pH 值、EC 值、土壤有機質含量及有效性 P、K、Ca 與 Mg 含量；葉片及竹筴植體分析 N、P、K、Ca 與 Mg 含量；竹筴生產期間調查始筴期、單筴重、含水率、剝筴率、筴長、筴徑、硬度、每櫟產筴數、可溶性固形物及竹筴產量。分析方法為土壤 pH 值以玻璃電極法，土：水 = 1：1；測定電導度以土：水 = 1：5，抽出液以電導計測定；以 Walkley Black 法測土壤有機質含量，Bray No.1 測有效性磷含量，Mehlich's method 測有效性鉀含量，原子吸收光譜儀測有效性鈣、鎂含量；植體分析以濃硫酸加硒粉催化劑分解，分解液以 Kjeldahl 法蒸餾測定氮素含量，以三酸（硝酸、過氧酸、硫酸 = 4：1：1 v/v）分解植體，鉬黃法測磷含量，火焰光度儀測鉀含量，原子吸收光譜儀測鈣、鎂含量（張，1991；張，1991）。

結果與討論

一、不同施肥次數及施肥量對土壤性質之影響

處理前土壤採樣分析結果如表 1，龍潭試區試驗前土壤 pH 值為 5.06，EC 值 0.10 dS m^{-1} ，土壤有機質含量為 32.3 g kg^{-1} ，有效性磷、鉀、鈣、鎂含量分別為 87、93、871 及 95.3 mg kg^{-1} ；五股試區試驗前土壤性質為 pH 值 5.51，EC 值 0.13 dS m^{-1} ，土壤有機質含量 27.7 g kg^{-1} ，有效性磷、鉀、鈣、鎂含量分別為 205、223、2,882 及 73.4 mg kg^{-1} 。

台灣北部地區農田土壤多呈酸性（吳，2001），二試區土壤亦為酸性土壤，EC 為 0.1 dS m^{-1} 或稍高，僅五股試區有效性鈣含量 $2,882\text{ mg kg}^{-1}$ 較高，其餘包含有效性磷、鉀及鎂等含量均偏低。此二試區土壤肥力稍低，因此三要素肥料均需補充。

試驗前施用牛糞堆肥及海鳥磷肥兩種有機肥以補充土壤有機質，其中牛糞堆肥含乾物量 36.9%，pH 值為 8.81、EC 值 6.85、有機質 52.7%、有效性磷 443 mg kg^{-1} 、有效性鉀 $5,440\text{ mg kg}^{-1}$ 、有效性鈣 $4,140\text{ mg kg}^{-1}$ 及有效性鎂 $1,236\text{ mg kg}^{-1}$ ，牛糞堆肥主要功能在提供有機質及平衡土壤酸鹼質，並提供有效性鉀、鈣及鎂；海鳥磷肥主要成分為磷肥，含磷酐 24%、鈣 5%，鎂 2.5%；基肥施用此兩種肥料可增加土壤有機質含量，提高土壤 pH 值，補充有效性鉀、鈣及鎂，改良土壤性質。

試驗後二試區土壤 pH 值均稍低於試驗前，顯示施用之有機肥對土壤 pH 值之提高並無效果，僅能維持，若要提高土壤 pH 值，需使用對土壤 pH 值提高效果較佳的石灰資材，如苦土石灰、白雲石

粉等，以中和土壤酸性。龍潭試區土壤 EC 值與試驗前相若，均在 $0.09\text{--}0.10\text{ dS m}^{-1}$ 之間，五股試區則均低於試驗前，推測可能因五股試區位於山坡地，土壤淋洗較為嚴重，導致陽離子除供作物吸收外，部分遭雨水淋洗流失，使 EC 值降低；台灣北部地區綠竹多栽培於山坡地，因此山坡地栽培綠竹施用肥料可能需較平地者增施。龍潭試區土壤有機質含量均低於試驗前，五股試區則均高於試驗前，可能係因龍潭試區設有灌溉系統，土壤常保溼潤，有利微生物之生育，有機質分解消耗快。五股試區因無灌溉設備，加上五股試區位於山坡地上，雨水容易滲漏流失，土壤多數時間呈乾燥狀態，以致有機質肥料分解慢，因此在設有灌溉系統之平地竹園，有機肥施用量需較坡地或無灌溉之竹園增加。龍潭試區綠竹筍採收後土壤有效性磷含量隨肥料施用量增加而增加，每櫟綠竹施用 $1,500\text{ g}$ 磷酐時，竹筍收穫後之土壤有效性磷含量為 87.3 mg kg^{-1} ，與試驗前的 87.1 mg kg^{-1} 接近，顯示龍潭試區在適宜的灌溉條件下，每櫟綠竹的磷酐施用量應為 $1,500\text{ g}$ ；五股試區有效性磷含量全部處理均低於試驗前，可能係因下雨表土遭沖刷且淋洗較多所致。竹筍收穫後之土壤有效性鉀含量，二試區含量均較試驗前增加，其中龍潭試區約增加 $53\text{--}75\text{ mg kg}^{-1}$ ，五股試區則僅較試驗前略為增加。有效性鉀在二試區分 6 次施用均較分 4 次施用之處理含量略低，可能鉀分次施用較易為綠竹吸收利用。由於試驗中未添加鈣、鎂肥，雖施用之牛糞堆肥及海鳥磷肥中含有鈣及鎂，但仍不足供應生產綠竹筍所需，因此二試區有效性鈣、鎂含量均較處理前降低，因此栽培綠竹需施用苦土石灰，以供應綠竹生長所需。收穫後各處理之土壤有效性養分含量，處理間差異均未達顯著水準（表 1）。

表 1. 不同施肥次數及施肥量對綠竹園土壤性質之影響

Table 1. The effects of frequency and amounts of applying fertilizer on the soil properties of green bamboo.

處理 Treatment		酸鹼度 pH (1:1)	電導度 EC dS m^{-1}	有機質 OM %	有效性磷 Avail. P	有效性鉀 Avail. K	有效性鈣 Avail. Ca	有效性鎂 Avail. Mg
		----- mg kg^{-1} -----						
龍潭	試驗前 Before experiment	5.06	0.10	3.23	87.0	93	871	95.3
	主區 Main plot							
	施用 4 次 Applied 4 times	5.03	0.09	2.70	82.1	168	621	38.1
	施用 6 次 Applied 6 times	4.95	0.10	2.65	82.9	146	565	36.3
	副區 Sub plot							
	600 g bush ⁻¹	5.00	0.10	2.65	77.3	159	570	32.0
	900 g bush ⁻¹	5.03	0.10	2.67	79.6	149	580	40.9
	1200 g bush ⁻¹	5.00	0.09	2.69	85.8	165	655	40.1
五股	1500 g bush ⁻¹	4.95	0.10	2.68	87.3	153	569	35.8
	試驗前 Before experiment	5.51	0.13	2.77	205	223	2882	73.4
	主區 Main plot							
	施用 4 次 Applied 4 times	5.43	0.12	3.29	171	259	1609	45.4
	施用 6 次 Applied 6 times	5.16	0.10	3.42	172	208	1376	54.0
	副區 Sub plot							
	600 g bush ⁻¹	5.36	0.11	3.34	166	226	1349	52.4
	900 g bush ⁻¹	5.19	0.11	3.47	170	231	1336	52.7
	1200 g bush ⁻¹	5.31	0.11	3.29	177	227	1542	40.9
	1500 g bush ⁻¹	5.31	0.12	3.32	172	251	1742	52.9

二、不同施肥量及分施次數對綠竹葉片養分含量之影響

處理前龍潭試區綠竹葉片氮、磷、鉀、鈣及鎂含量分別為 24.6、1.1、9.8、3.1 及 3.0 g kg⁻¹，收穫時葉片中氮、磷、鉀、鈣及鎂含量均較處理前增加，惟處理間差異未達顯著水準，顯示在適當灌溉下，土壤水分含量適宜時，施用之肥料可被綠竹充分吸收利用，以致葉片養分含量增加；五股試區處理前綠竹葉片氮、磷、鉀、鈣及鎂含量分別為 26.3、1.3、6.9、4.6 及 2.7 g kg⁻¹，收穫時葉片中氮、鉀含量增加，鈣、鎂含量降低，磷含量則與處理前相似，處理間差異不顯著，顯示在土壤水分含量不足時，綠竹根系吸收鈣及鎂元素遭到抑制（表 2）。

表 2. 不同施肥次數及施肥量對綠竹葉片養分含量之影響

Table 2. Effects of frequency and amounts of applying fertilizer on the nutrients, contents of green bamboo leaves.

處理 Treatment		氮 N		磷 P		鉀 K		鈣 Ca		鎂 Mg	
		龍潭	五股	龍潭	五股	龍潭	五股	龍潭	五股	龍潭	五股
----- g kg ⁻¹ -----											
主區 Main plot	試驗前 Before experiment	24.6	26.3	1.1	1.3	9.8	6.9	3.1	4.6	3.0	2.7
	施用 4 次 Applied 4 times	36.2	35.2	1.2	1.2	21.2	12.1	4.2	2.9	3.2	0.6
	施用 6 次 Applied 6 times	36.1	43.6	1.3	1.3	21.3	12.8	4.5	2.8	3.2	0.6
副區 Sub plot	600 g bush ⁻¹	35.6	37.6	1.3	1.1	21.2	12.0	4.1	2.8	3.2	0.8
	900 g bush ⁻¹	35.3	40.3	1.2	1.3	20.9	13.4	4.2	2.9	3.2	0.7
	1200 g bush ⁻¹	37.4	37.9	1.2	1.3	22.3	12.6	4.4	3.1	3.2	0.6
	1500 g bush ⁻¹	36.4	41.8	1.2	1.2	20.7	11.8	4.8	2.5	3.2	0.4

三、不同施肥次數及施肥量對竹筍植體養分含量之影響

採收時綠竹筍植體成分分析結果如表 3，龍潭試區分 4 次施用植體氮含量為 46.7 g kg⁻¹，磷 6.7 g kg⁻¹，鉀 51.8 g kg⁻¹，鈣 2.4 g kg⁻¹，鎂含量 2.4 g kg⁻¹；分 6 次施用植體氮、磷、鉀、鈣、鎂含量分別為 4.66、0.67、5.36、0.24 及 0.24%。五股試區分 4 次施用植體氮含量為 4.68%，磷 0.70%，鉀 6.24%，鈣 0.09%，鎂 0.21%，分 6 次施用植體氮、磷、鉀、鈣、鎂含量分別為 4.71、0.72、6.47、0.10 及 0.22%。不同施肥次數及施肥量處理間差異均未達顯著水準，顯示試驗處理範圍內之不同施肥量及施肥次數不會影響竹筍植體中養分元素含量。

表 3. 不同施肥次數及施肥量對綠竹竹筍植體性質之影響

Table 3. The effects of frequency and amounts of applying fertilizer on the nutrient content of bamboo shoot.

處理 Treatment		氮 N		磷 P		鉀 K		鈣 Ca		鎂 Mg	
		龍潭	五股	龍潭	五股	龍潭	五股	龍潭	五股	龍潭	五股
----- g kg ⁻¹ -----											
主區 Main plot	施用 4 次 Applied 4 times	46.7	46.8	6.7	7.0	51.8	62.4	2.4	0.9	2.4	2.1
	施用 6 次 Applied 6 times	46.6	47.1	6.7	7.2	53.6	64.7	2.4	1.0	2.3	2.2
副區 Sub plot	600 g bush ⁻¹	47.2	46.3	6.7	7.1	49.8	62.5	2.3	0.9	2.3	2.2
	900 g bush ⁻¹	46.9	46.7	6.8	6.8	52.0	62.2	2.4	0.9	2.4	2.1
	1200 g bush ⁻¹	46.9	47.2	6.5	7.2	54.0	67.4	2.3	1.0	2.4	2.2
	1500 g bush ⁻¹	45.6	47.6	6.7	7.2	54.8	62.0	2.4	1.0	2.4	2.2

四、不同施肥次數及施肥量對綠竹竹筍產量及品質之影響

不同施肥次數及施肥量對綠竹竹筍產量之效應如表 4 所示；龍潭試區產筍量 42.2–44.8 kg bush⁻¹，五股試區 11.8–13 kg bush⁻¹，產量相差約 4 倍，主要係因龍潭試區有灌溉設備，於綠竹生育期間隨時補充土壤水分，而五股試區無灌溉設備，僅能仰賴雨水供應水分所致。在分施次數上，龍潭試區處理間差異未達顯著水準，五股試區則 4 次施用每櫟產量為 13.4 kg，較 6 次施用 11.3 kg 每櫟增加 2.1 kg。每櫟產筍數上，4 次施用處理為 60 shoots bush⁻¹，較 6 次施用處理 52.7 shoots 多 7.3 shoots，且處理間差異達顯著水準，亦即肥料分 4 次施用較分 6 次施用產量高且產筍數多，因此，在五股地區，無灌溉條件下，以分 4 次施用較佳。肥料施用量處理上，五股試區之竹筍產筍數及平均單筍重處理間差異均未達顯著水準。龍潭試區則每櫟施 5 號複肥 1,500 g 處理之單筍重為 342.7 g，較施用 600 g 處理之 328.3 g 重 14.4 g，處理間差異達顯著水準（表 4），顯示施用較多的肥料，可得到較大的單筍重。

不同施肥次數及施肥量對綠竹筍品質之影響如表 5 所示，綠竹筍硬度、可溶性固形物含量、剝筍率、筍肉含水率及徑與長之比值等處理間差異均未達顯著水準，因此綠竹肥培管理為每櫟施肥量 N-P₂O₅-K₂O = 600–600–600 g，分 4 次施用效果最佳。

表 4. 不同施肥次數及施肥量對綠竹竹筍產量之效應

Table 4. The effects of different frequency and amounts of applying fertilizer on the yield of bamboo shoot.

處理 Treatment		每叢產量 Yield per bush		每叢產筍數 No. of shoots per bush		平均單筍重 Average weight per shoot	
		龍潭	五股	龍潭	五股	龍潭	五股
		kg bush ⁻¹		shoots bush ⁻¹		g shoot ⁻¹	
主區 Main plot	施用 4 次 Applied 4 times	42.9 a	13.4 a	128.3 a	60.0 a	334.8 a	212.7 a
	施用 6 次 Applied 6 times	44.1 a	11.3 b	133.3 a	52.7 b	331.2 a	214.6 a
副區 Sub plot	600 g bush ⁻¹	43.5 a	11.8 a	132.3 a	55.5 a	328.3 b	212.3 a
	900 g bush ⁻¹	42.2 a	13.0 a	127.9 a	60.4 a	329.8 ab	218.0 a
	1200 g bush ⁻¹	43.7 a	12.8 a	131.8 a	60.0 a	331.0 ab	212.2 a
	1500 g bush ⁻¹	44.8 a	11.8 a	130.9 a	55.5 a	342.7 a	212.0 a

同行英文字母相同者表示經鄧肯氏多變域測驗在 5% 水準差異不顯著。

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

表 5. 不同施肥次數及施肥量對綠竹筍品質之影響

Table 5. The effects of different frequency and amounts of applying fertilizer on the quality of bamboo shoot.

處理 Treatment		硬度 Hardness		可溶性固形物 Soluble solid		剝筍率 Shoot flesh rate		筍肉含水率 Moisture content of shoot flesh		筍徑/筍長 Shoot diameter / Shoot length	
		龍潭	五股	龍潭	五股	龍潭	五股	龍潭	五股	龍潭	五股
		kg m ⁻²		°Brix		%		%			
主區 Main plot	施用 4 次 Applied 4 times	5.81	6.08	5.78	5.79	72.9	73.4	92.7	93.5	0.83	0.81
	施用 6 次 Applied 6 times	5.72	5.94	5.76	5.76	72.4	73.9	92.2	93.3	0.83	0.82
副區 Sub plot	600 g bush ⁻¹	5.64	6.00	5.87	5.81	73.7	74.0	92.5	93.3	0.84	0.82
	900 g bush ⁻¹	5.76	6.04	5.74	5.75	73.0	74.8	92.0	93.5	0.82	0.82
	1200 g bush ⁻¹	5.77	6.04	5.71	5.68	72.2	71.7	92.2	93.3	0.82	0.81
	1500 g bush ⁻¹	5.88	5.97	5.78	5.86	71.7	74.2	93.2	93.4	0.82	0.81

誌 謝

本研究承試驗農戶廖文彬先生及吳國池先生協助田間管理，謹此致謝。

參考文獻

- 江濤。1974。本省現有竹類名錄及其來源。台灣竹類研究之發展。中國農村復興聯合委員會編印。p.109-111。
- 江濤。1978。竹筍。莖菜栽培。梁鶚主編。豐年社。臺北。p.12-14。
- 江濤。1981。竹筍栽培。行政院農業委員會及台灣省政府農林廳編印。p.1-11。
- 黃鎮海、郭福成。1996。麻竹筍。作物施肥手冊。行政院農業委員會及臺灣省政府農林廳編印。p.108-109。
- 吳正宗。2001。主要肥料簡介。肥料要覽。王銀波等編著。中華土壤肥料學會。p.48-68。
- 林維治。1996。臺灣竹亞科植物之分類。林維治先生竹類論文集。張添榮編輯。台灣省林業試驗所。台北。p.635-709。
- 胡昌熾。1966。竹筍。蔬菜學各論。台灣中華書局。台北。p.92-105。
- 張淑賢。1991。植體分析方法。作物施肥診斷技術。台灣省農業試驗所特刊 13:53-59。
- 張進益。1991。綠竹筍栽培與管理。財團法人台北市瑠公農業產銷基金會編印。台北。p.8。
- 張進益。1992。綠竹筍栽培與管理。行政院農業委員會及臺灣省政府農林廳編印。p.7-8。
- 張進益。1995。竹筍。台灣農家要覽農作篇（二）。豐年社。台北。p.221-226。
- 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。
- 連深、郭鴻裕。1995。台灣農地之地力問題與對策—肥力性。土壤環境品質與土壤地力問題及其對策研討會論文集。中華土壤肥料學會。p.51-98。
- 郭幸榮。1983。綠竹筍的栽培。國立台灣大學農學院農業推廣委員會。p.4-8。

Study on the Technique of Fertilization for Green Bamboo

Sheng-Hsiung Yen and Chien-Hua Liao

Summary

The experiments were conducted in Wugu township of Taipei county and Longtan township of Taoyuan county to determine the suitable amounts of three essential elements of green bamboo for recommending to the farmers in northern Taiwan. The split plot design with three replications was used. The main plot was frequency of fertilizer, and the sub-plot was amounts of fertilizer application. The cow dung compost, 60 kg bush⁻¹, and guano phosphate, 2 kg bush⁻¹, were applied for ground fertilize. The Longtan trial was installed with irrigation system, while Wugu trial was not. The results showed that the yield was increased significantly in the trial with irrigation. The average yield of Longtan trail was 43.5 kg bush⁻¹, which was 31 kg bush⁻¹ higher than that of Wugu trail. The effects of amounts of fertilizer application on the quality of bamboo shoot was no significant. However, the yield of bamboo shoot in the plot that applied 4 timed of fertilizer was significantly higher than the plot that applied 6 times. Therefore, application of fertilizer with the amount of 600 g bush⁻¹ for 4 times during the growth period of green bamboo was most economic.

Key words: *Bambusa oldhamii* Munro, fertilizer amounts, fertility management.