

高粱磷鉀肥效應之研究¹

蔡宜峰 賴文龍 黃祥慶²

摘 要

本試驗目的在於探討中部粘板岩沖積土地區施用磷肥及鉀肥對高粱生育之影響。經兩期鉢栽及一期田間試驗，結果顯示，施用磷肥或鉀肥都有增加土壤或高粱植體中磷及鉀含量的效果。磷肥處理對高粱生育初期的影響較顯著。增加鉀肥用量會降低高粱植體中鈣及鎂的含量或吸收量，而高粱植體中鉀含量與鈣及鎂含量在高粱不同生育期間均呈顯著的直線負相關性。推斷其原因，可能是鉀肥用量過多，使土壤中K/Ca及K/Mg比率增高而影響高粱吸收鈣及鎂的作用。綜合高粱植株乾物重指數及產量分析，本試區土壤磷肥施用適量約為 P_2O_5 60 kg/ha，鉀肥施用適量約為 K_2O 80 kg/ha。

關鍵字：高粱，磷鉀肥，吸收量，乾物重，產量。

前 言

作物生長受土地環境因素影響極大，如氣候、土壤及人為施用肥料、灌溉、病蟲害防治等⁽¹⁾。因此，栽培作物應考慮各項因素之影響，將可能影響因素調配適當，才能獲得最高產量及收益。以施用肥料而言，則必須考量到作物品種、作物生育期、土壤肥力及肥料種類等，以符合適時、適量的合理施肥原則。高粱是本省目前極力推廣的雜糧作物之一，在三要素肥料對於高粱生育及產量之影響上，一般以氮肥效應之試驗進行最多，也最為人們所瞭解⁽¹⁰⁾。而有關磷肥及鉀肥的效應則牽涉到磷、鉀、鈣及鎂彼此間的競爭與拮抗^(2,9,10)。尤其磷肥及鉀肥應用於高粱的研究尚待深入探討^(6,9)。因此，在本省土壤特性及氣候條件下，如何調配適當的磷肥及鉀肥施用量以增進高粱生育及產量，是亟待多方面予以探討研究。

本試驗在中部地區栽培高粱較集中的粘板岩沖積土地區施用不同量的磷肥及鉀肥，探討植物營養要素對土壤及高粱生育及營養所產生之影響，以供日後肥培管理之參考。

材料與方法

本試驗分為田間及鉢栽二種方式。田間試驗係在彰化縣福興鄉選擇前作為稻田之田區進行。並採同一出區之表土(0~20 cm)，于大村鄉本場內進行鉢栽試驗。試區土壤屬粘板岩新沖積土，大排沙系(Tp)，質地為砂質壤土，土壤pH值7.7，有機質含量1.9%，有效性磷含量8.76 ppm，交換性陽離子含量鉀為16.7 ppm，鈣為3109 ppm，鎂為77 ppm。供試高粱品種為台中5號。

¹台中區農業改良場研究報告第 0207 號。

²台中區農業改良場助理、技工及助理研究員。

鉢栽試驗分二期進行，第一期于民國77年4月28日種植，第二期于同年7月22日種植。各鉢依完全逢機法排列於網室內，試驗處理包括磷肥(P_2O_5)及鉀肥(K_2O)各為0, 60及120 kg/ha三級，組合成(1) P_0K_0 (2) P_0K_{60} (3) P_0K_{120} (4) $P_{60}K_0$ (5) $P_{60}K_{60}$ (6) $P_{60}K_{120}$ (7) $P_{120}K_0$ (8) $P_{120}K_{60}$ (9) $P_{120}K_{120}$ 等9處理，四重覆。氮肥用量概為150 kg/ha。鉢盆直徑30 cm，高25 cm，每鉢各裝15 kg 土壤。施肥方法與田間試驗相同。播種後每鉢留8株，分別於植後30日、45日、60日、75日各採二株，供生育調查及植體分析。

田間試驗于民國77年4月14日種植。採逢機完全區集設計，氮用量概為150 kg/ha，磷 (P_2O_5) 及鉀(K_2O)各為60及120 kg/ha二級，組合成(1) $P_{60}K_{60}$ (2) $P_{60}K_{120}$ (3) $P_{120}K_{60}$ (4) $P_{120}K_{120}$ 等4處理，四重覆，小區面積4 \times 20 m²。磷肥以一次基肥施用，氮及鉀肥分為基肥及兩次追肥施用，每次施用量各為全量之1/3，基肥在播種前施用，第一次及第二次追肥分別在植後30及50日施用。

土壤採樣後經風乾、磨細、過2 mm篩網，分別測定土壤pH值，以玻璃電極法(水：土比為1:1)。土壤有效性磷含量以Bray No. 1法為0.025N HCl - 0.03N NH_4F 液抽出後，比色測定之。土壤交換性鉀、鈣及鎂以1N NH_4OAc , pH 7.0液抽出後，用焰光計測定鉀含量，用原子吸光儀測定鈣及鎂含量。植體採樣後再經60 烘乾後稱乾物重，再磨成粉狀，以濃 H_2SO_4 及 H_2O_2 分解之，再以微量擴散測定氮含量，以鉬黃法測定磷含量，而鉀含量以焰光計測定，鈣及鎂含量用原子吸光儀測定之⁽⁸⁾。

結 果

對土壤肥力及高粱植體營養之影響

由於試驗土壤中有效性磷含量(8.76 ppm)及交換性鉀含量(16.7 ppm)均偏低。因此，施用磷肥或鉀肥後，土壤中有效性磷或交換性鉀含量有隨肥料用量增加兩增加(表一)，而且，在不同量磷肥或鉀肥處理間，土壤中有效性磷或交換性鉀含量均達顯著差異水準。但無論在磷肥或鉀肥處理間，對土壤中交換性鈣及鎂含量則無顯著影響。而由高粱地上部植體營養分析結果顯示(表二)，磷肥處理對高粱植後30日之植體中磷及鈣含量因磷肥用量增加而顯著增加，但對高粱植後60日之植體中的氮、磷、鉀、鈣及鎂含量則均無顯著差異。所以，磷肥處理對高粱生育初期(植後30日)的影響效應較為顯著。而鉀肥處理對高粱植體營養則有較廣之影響，即植體中氮、鉀、鈣及鎂含量在不同鉀肥用量間均有顯著差異。其中植體中鉀含量是隨鉀肥用量之增加兩增加，而植體中氮、鈣及鎂含量則隨鉀肥用量之增加而遞減，且無論在植後30日或60日之影響效應均有一致的情形。

為探討高粱植體中氮、磷、鉀、鈣及鎂含量彼此間之關聯，特將其做相關分析，結果顯示(表三)，高粱植體中鉀含量與鈣及鎂含量之間在高粱不同生育期均呈顯著的負相關性，而鉀與氮及磷含量之間，僅鉀與氮在高粱生育初期呈顯著負相關性，其餘均不顯著。由此顯示，高粱植體中鉀與鈣及鎂有明顯的拮抗現象，這與土壤中鉀含量過高而抑制高粱吸收鈣及鎂之機制有關。

表一、磷肥及鉀肥對土壤中磷、鉀、鈣、鎂含量之影響

Table 1. Effect of P and K fertilizer on soil P, K, Ca, Mg contents

Sampling time ¹	Treatment ²	P	K	Ca	Mg
		----- (ppm) -----			
30	P ₀	11.3c ³	43.5a	3806a	90.7a
	P ₁	21.6b	39.9a	3841a	93.4a
	P ₂	33.3a	41.8a	3831a	82.5a
	K ₀	22.5a	12.2c	3804a	90.7a
	K ₁	23.2a	29.4b	3836a	87.7a
	K ₂	20.4a	73.6a	3783a	88.2a
60	P ₀	4.5c	35.4a	2980a	71.3a
	P ₁	15.8b	32.3a	3016a	72.4a
	P ₂	24.1a	31.2a	2975a	69.5a
	K ₀	15.3a	9.1c	3052a	70.3a
	K ₁	15.2a	24.8b	2975a	72.8a
	K ₂	13.8a	62.2a	2944a	70.1a

¹. Days after seedling emergence.

². P₀: P₂O₅ 0 kg/ha, P₁: P₂O₅ 60 kg/ha, P₂: P₂O₅ 120 kg/ha.

K₀: K₂O 0 kg/ha, K₁: K₂O 60 kg/ha, K₂: K₂O 120 kg/ha.

³. Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表二、磷肥及鉀肥對高粱地上部植體中營養要素含量之影響

Table 2. Effect of P and K fertilizer on nutrient concentrations in top tissue of sorghum

Sampling time ¹	Treatment ²	N	P	K	Ca	Mg
		----- (%) -----				
30	P ₀	3.51a ³	0.27b	2.97a	0.84b	0.40a
	P ₁	3.73a	0.31b	3.02a	0.89b	0.39a
	P ₂	3.70a	0.32a	2.83a	0.98a	0.44a
	K ₀	3.91a	0.30a	2.02b	1.02a	0.58a
	K ₁	3.53b	0.29a	3.36a	0.82b	0.35b
	K ₂	3.50b	0.30a	3.44a	0.77b	0.31b
60	P ₀	2.70a	0.15a	1.65a	0.60a	0.29a
	P ₁	2.74a	0.17a	1.60a	0.63a	0.31a
	P ₂	2.71a	0.17a	1.41a	0.66a	0.32a
	K ₀	3.02a	0.16a	0.91c	0.89a	0.47a
	K ₁	2.60b	0.16a	1.84b	0.52b	0.25b
	K ₂	2.52b	0.17a	2.36a	0.47c	0.21b

¹. Days after seedling emergence.

². P₀: P₂O₅ 0 kg/ha, P₁: P₂O₅ 60 kg/ha, P₂: P₂O₅ 120 kg/ha.

K₀: K₂O 0 kg/ha, K₁: K₂O 60 kg/ha, K₂: K₂O 120 kg/ha.

³. Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表三、高粱不同生育期之地上部植體中鉀含量與氮、磷、鈣及鎂含量之線性相關係數

Table 3. Linear correlation coefficients between K and N, P, Ca, Mg concentration in top tissue of sorghum at different stages

	Days after seedling emergence			
	30	45	60	75
K-N	-0.758* ¹	-0.786*	-0.581	-0.107
K-P	-0.120	-0.001	-0.001	-0.365
K-Ca	-0.946**	-0.971**	-0.809**	-0.755**
K-Mg	-0.972**	-0.964**	-0.869**	-0.851**

¹. *,** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.**對高粱乾物產量及子實產量之影響**

磷肥及鉀肥對高粱生育之影響，可由不同生育期高粱地上部植體乾物重調查分析顯示(表四)，在高粱生育初期(如植後30日及45日)之地上部乾物重隨磷肥用量之增加而顯著增加，而植後60日及75日施用磷肥之P₁及P₂處理高粱地上部植體乾物重均顯著大於不施磷肥之P₀處理，但P₁ (60 kg/ha)及P₂ (120 kg/ha)處理則差異不顯著。而鉀肥處理間，高粱地上部乾物重在不同生育期不施鉀肥之K₀處理亦顯著低於在K₁ (60 kg/ha)及K₂ (120 kg/ha)處理，但K₁及K₂處理間則無顯著差異，甚至K₂處理之高粱地上部植體乾物重有低於K₁處理的現象。顯然，施用磷肥或鉀肥之效應並非以最高肥料用量而能達到高粱最高乾物產量。

表四、磷肥及鉀肥對高粱地上部乾物重之影響

Table 4. Effect of P and K fertilizer on the dry weight (g/plant) of top tissue of sorghum

Treatment ¹	Days after seedling emergence			
	30	45	60	75
P ₀	0.43c ²	3.85c	11.7b	31.5b
P ₁	0.61b	4.91b	18.3a	42.3a
P ₂	0.76a	6.96a	21.2a	42.9a
K ₀	0.45b	4.44b	12.8b	35.5b
K ₁	0.70a	5.91a	19.7a	41.4a
K ₂	0.64a	5.34a	18.6a	39.9ab

¹. P₀: P₂O₅ 0 kg/ha, P₁: P₂O₅ 60 kg/ha, P₂: P₂O₅ 120 kg/ha.K₀: K₂O 0 kg/ha, K₁: K₂O 60 kg/ha, K₂: K₂O 120 kg/ha.². Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

由田間試驗收穫期高粱的農藝特性及產量調查結果顯示(表五)，各處理間之產量在統計上無顯著差異，但以施用P₂O₅ 120 kg/ha及K₂O 60 kg/ha之處理區的高粱產量最高。兩相比較不同之處理可知，在鉀肥用量相同情形下，施用較高量的磷肥(120 kg/ha)處理區比低量磷肥(60 kg/ha)處理區之高粱產量為高，平均增產率可達5.9~6.9%。而當磷用量固定時，增施鉀肥用量對高粱產量則無增產效果。因此，本試區磷肥用量由60 kg/ha增加至120 kg/ha時，高粱產量尚有增產之趨勢，而鉀肥用量由60 kg/ha增加至120 kg/ha時，則對高粱產量並無助益。

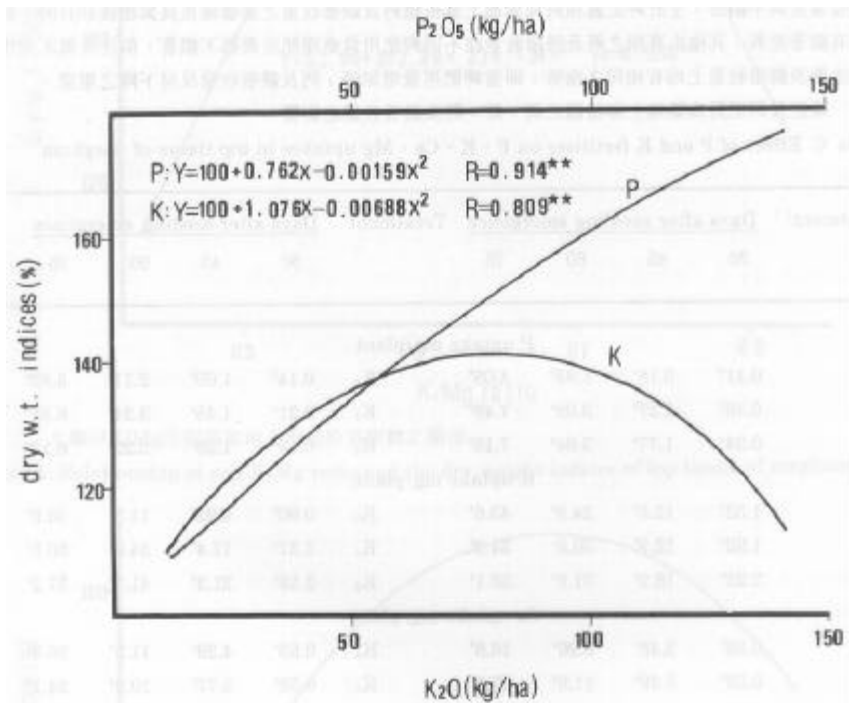
表五、磷肥及鉀肥處理對高粱產量及農藝性狀之影響

Table 5. Effect of P and K fertilizer treatments on the grain yield and agronomic characters of sorghum

Treatment P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Plant height (cm)	Head weight (g)	1000-grains weight (g)	Grain yield (kg/ha)	Yield index (%)
60-60	128.0bc ¹	41.6b	26.0a	5.80a	100.0
60-120	127.8c	40.5b	24.8a	5.83a	100.5
120-60	131.3ab	46.1a	27.0a	6.20a	106.9
120-120	133.1a	44.7ab	26.5a	6.14a	105.9

¹ Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

圖一為將磷肥及鉀肥施用量與高粱地上部植株乾物重指數作迴歸分析，結果顯示，磷肥與高粱植株乾物重之間有顯著約二次迴歸關係，惟其乾物重指數在磷肥施用量P₂O₅ 0~120 kg/ha間幾乎呈線性上升趨勢，即高粱植株乾物重隨磷肥用量之增加而增加。但由表三可看出，在高粱生育後期(植後60日以上) P₁ (P₂O₅ 60 kg/ha)與P₂ (P₂O₅ 120 kg/ha)處理間高粱植株乾物重之差異不顯著，而在表四福興鄉高粱產量調查亦有P₁與P₂處理間差異不顯著之結果，顯示本試區土壤磷肥施用適量範圍約為P₂O₅ 60 kg/ha即可。另鉀肥施用量與高粱乾物重指數之間亦有顯著約二次迴歸關係，而在鉀肥施用K₂O 0~120 kg/ha範圍內呈現二次拋物曲線關係，可看出本試區土壤鉀肥的施用量在K₂O 80 kg/ha左右時，高粱植株乾物重產量可達最大值。



圖一、磷肥及鉀肥施用量與高粱地上部乾物重指數之關係

Fig. 1. Relationship between the applied ratio of P & K fertilizers and the dry weight indices of top tissue of sorghum.

對高粱地上部植體中磷、鉀、鈣及鎂吸收量之影響

經由高粱地上部植體乾物重調查及其磷、鉀、鈣及鎂含量分析結果，可推算出磷及鉀肥處理對高粱地上部植體中磷、鉀、鈣及鎂吸收量之影響(表六)。由表六中顯示，除高粱植後60日及75日之鉀吸收量外，磷肥處理在不同高粱生育期間均有顯著增加磷、鉀、鈣及鎂吸收量的效果。惟在高粱生育期達60日以後， P_1 (P_2O_5 60 kg/ha)與 P_2 (P_2O_5 120 kg/ha)處理間之鉀吸收量差異不顯著。

在鉀肥處理間，高粱地上部植體中僅有鉀及磷的吸收量有顯著差異。且在高粱植後75日時，各處理之間磷吸收量差異不顯著，在60日及75日時， K_1 (K_2O 60 kg/ha)及 K_2 (K_2O 120 kg/ha)處理間之鉀吸收量差異不顯著。至於鉀肥處理對高粱地上部植體鈣及鎂吸收量之影響僅在高粱植後45日時，各處理有顯著差異，其他生育期之鈣及鎂吸收量在不同鉀肥用量處理間差異都不顯著。但在高粱不同生育期之鈣及鎂吸收量上均有相同之趨勢，即當鉀肥用量增加時，鈣及鎂吸收量反呈下降之現象。

表六、磷肥及鉀肥對高粱地上部植體之磷、鉀、鈣及鎂吸收量之影響

Table 6. Effect of P and K fertilizer on P, K, Ca, Mg uptakes in top tissue of sorghum

Treatment ¹	Days after seedling emergence				Treatment	Days after seedling emergence			
	30	45	60	75		30	45	60	75
P uptake mg/plant									
P_0	0.11c ²	0.18c	1.83b	4.05b	K_0	0.14b	1.09b	2.11b	5.62a
P_1	0.18b	1.27b	3.09a	7.49a	K_1	0.21a	1.45b	3.24a	6.91a
P_2	0.24a	1.77a	3.64a	7.16a	K_2	0.19a	1.29ab	3.22a	6.17a
K uptake mg/plant									
P_0	1.32b	12.5b	24.9a	43.6a	K_0	0.90b	4.92c	11.5b	34.9b
P_1	1.92a	12.9b	30.8a	54.9a	K_1	2.37a	17.4b	34.8a	56.5a
P_2	2.23a	18.2a	31.9a	50.1a	K_2	2.19a	21.3a	41.3a	57.2a
Ca uptake mg/plant									
P_0	0.36b	2.45c	3.90b	16.8b	K_0	0.53a	4.29a	11.5a	26.4a
P_1	0.52a	3.49b	11.0a	27.1a	K_1	0.59a	3.77b	10.3a	24.1a
P_2	0.65a	5.14a	12.5a	31.3a	K_2	0.49a	3.01c	8.62a	24.7a
Mg uptake mg/plant									
P_0	0.17b	1.17c	3.23b	6.82b	K_0	0.27a	2.08a	5.98a	11.4a
P_1	0.22ab	1.47b	5.39a	10.5a	K_1	0.25a	1.57b	4.18a	9.83a
P_2	0.32a	2.15a	6.26a	13.1a	K_2	0.20a	1.14c	4.80a	9.25a

¹. P_0 : P_2O_5 0 kg/ha, P_1 : P_2O_5 60 kg/ha, P_2 : P_2O_5 120 kg/ha.

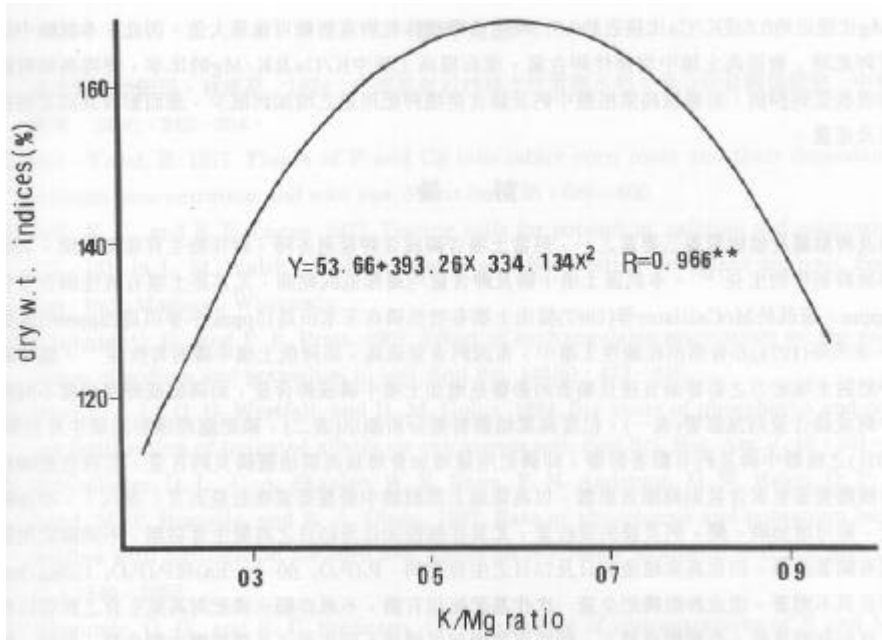
K_0 : K_2O 0 kg/ha, K_1 : K_2O 60 kg/ha, K_2 : K_2O 120 kg/ha.

². Values within the column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

對鉀、鈣及鎂在土壤中含量比率之影響

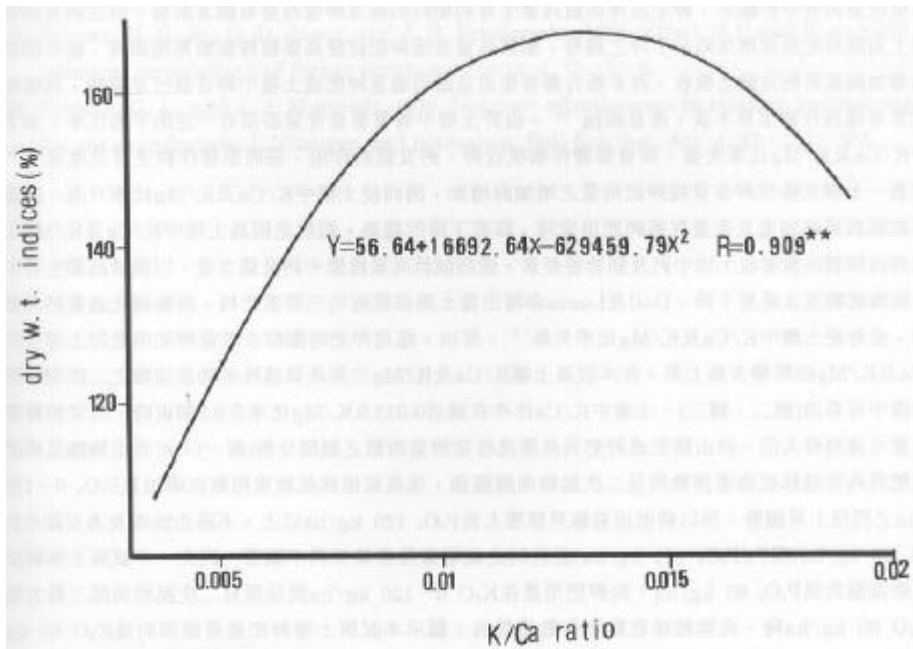
由於高粱植體中鉀與鈣及鎂含量間的拮抗是因土壤中鉀含量過高，而影響到土壤中K/Ca及K/Mg比率有關⁽⁴⁾。在圖二及圖三即顯示施用不同量的鉀肥後，試區土壤中K/Ca及K/Mg比即呈不同程度的變化，而與高粱地上部植株乾物重指數呈現顯著約二次迴歸關係。由圖二及圖

三顯示，當土壤中K/Mg比接近約0.6或K/Ca比接近約0.013時，高粱植株乾物重指數可達最大值。因此，本試驗中施用過多鉀肥時，會提高土壤中交換性鉀含量，進而提高土壤中K/Ca及K/Mg的比率，使得高粱對鈣及鎂的吸收受到抑制，而導致高粱植株中鈣及鎂含量隨鉀肥用量之增加而減少，進而影響到高粱植株乾物重及產量。



圖二、土壤中 K/Mg 比與高粱地上部乾物重指數之關係

Fig. 2. Relationship of soil K/Mg ratio and the dry weight indices of top tissue of sorghum.



圖三、土壤中 K/Ca 比與高粱地上部乾物重指數之關係

Fig. 3. Relationship of soil K/Ca ratio and the dry weight indices of top tissue of sorghum.

討 論

磷及鉀都屬於植物營養三要素之一，但當土壤含磷或含鉀量過多時，對作物生育並無幫助，甚而可能導致抑制作物生長^(5,6)。本試區土壤中磷及鉀含量均屬偏低的範圍，尤其是土壤有效性磷含量僅為8.76 ppm，還低於McCallister等(1987)提出土壤有效性磷在玉米田為15 ppm；小麥田為22 ppm的臨界值⁽⁶⁾。李氏等(1974)亦曾指出在鹼性土壤中，常因鈣含量過高，而降低土壤中磷約有效性⁽¹⁾。施用磷肥或鉀肥對土壤肥力之影響最直接且顯著的影響是增加土壤中磷或鉀含量，而磷肥或鉀肥用量不同對土壤中鈣或鎂含量則無影響(表一)。但從高粱植體營養分析顯示(表二)，磷肥處理僅對高粱生育初期(植後30日)之植體中磷及鈣有顯著影響，即磷肥用量增加會增加高粱植體磷及鈣含量，但對植後60日的高粱植體營養要素含量則無顯著影響。以高粱地上部植體中營養要素吸收量而言(表六)，增加磷肥用量，即可增加磷、鉀、鈣及鎂的吸收量，尤其在植後30日及45日之高粱生育初期，不同磷肥用量處理間有顯著差異。但在高粱植後60日及75日之生育期間， P_1 (P_2O_5 60 kg/ha)與 P_2 (P_2O_5 120 kg/ha)處理間差異不顯著。這或許跟磷肥全量一次作基肥施用有關，不過亦顯示磷肥對高粱生育之影響以在高粱生育初期較重要。在鉀肥處理上，鉀肥用量增加可增加不同生育之高粱植體中鉀含量，但鈣、鎂及氮含量則減少(表二)。而由相關分析顯示(表三)，在高粱不同生育期時，高粱植體中鉀含量與鈣及鎂含量之間有顯著的負相關。由此可知，高粱植體中鉀與鈣及鎂有拮抗現象。另由表六高粱植體營養要素吸收量調查分析顯示，鉀肥處理僅對高粱生育初期時的磷及鉀吸收量有顯著影響。但在鈣及鎂吸收量上則隨鉀肥用量增加略呈下降之趨勢，顯然是當增施鉀肥促使高粱植株乾物重增加時，卻未能相對地增加高粱對鈣及鎂之吸收。許多報告都曾指出當施用過量鉀肥或土壤中鉀含量已足量時，再施用鉀肥常會導致作物生育不良，產量銳減^(5,6)。由於土壤中營養要素含量必須有一定的平衡比率，如土壤中K/Ca及K/Mg比率失衡，即會影響作物吸收鉀、鈣及鎂的作用，甚而影響作物生育及產量^(3,4,7)。在表一土壤交換性鉀含量隨鉀肥用量之增加而增加，因而使土壤中K/Ca及K/Mg比率升高。因此，本試區高粱乾物重及產量在高鉀肥用量時，即有下降的趨勢，顯然是因為土壤中K/Ca及K/Mg比率過高而抑制高粱吸收土壤中鈣及鎂營養要素，進而減低高粱植體中鈣及鎂含量，以致於高粱生長不良，植株乾物重及產量下降。Doll及Lucas亦指出當土壤長期施用三要素肥料，而無補充適當鈣及鎂肥時，也會使土壤中K/Ca及K/Mg比率失衡⁽³⁾。所以，施用鉀肥時應綜合考量鉀肥用量對土壤中的K/Ca及K/Mg的影響方為上策。在本試區土壤K/Ca及K/Mg比與高粱植株乾物重指數之二次迴歸拋物曲線中可看出(圖二，圖三)，土壤中K/Ca比率在接近0.013及K/Mg比率在0.6附近時，高粱植株乾物產量可達到最大值。而由磷肥或鉀肥與高粱植株乾物重指數之迴歸分析(圖一)，可看出無論是磷肥或鉀肥與高粱植株乾物重指數均呈二次拋物曲線關係。惟高粱植株乾物重指數在磷用量 P_2O_5 0~120 kg/ha之間呈上昇趨勢，所以磷肥用量臨界點應大於 P_2O_5 120 kg/ha以上。不過由表四及表五顯示 P_1 (P_2O_5 60 kg/ha)與 P_2 (P_2O_5 120 kg/ha)處理間之乾物重及產量差異不顯著；因此，本試區土壤磷肥適量範圍應約為 P_2O_5 60 kg/ha。而鉀肥用量在 K_2O 0~120 kg/ha間呈現有二次拋物曲線之最大值為 K_2O 80 kg/ha時，高粱植株乾物重指數值最高，顯示本試區土壤鉀肥適量範圍約為 K_2O 80 kg/ha左右。

參考文獻

1. 李子純、李顯琨、林家棻 1974 中部粘板岩沖積土性質與水稻生長及產量關係研究 中華農業研究 24(4):242-254。
2. Bar-Yosef, B. 1971. Fluxes of P and Ca into intact corn roots and their dependence on solution concentration and root age. *Plant Soil.* 35:589-600.
3. Doll, E. C., and R. E. Lucas. 1973. Testing soils for potassium, calcium and magnesium, p.135-151. In L. M. Walsh and J. O. Beaton (ed.). *Soil testing and plant analysis.* Soil Sci. Am., Inc., Madison, Wisconsin.
4. Haghnia, G. H., and P. F. Pratt. 1988. Effect of exchangeable magnesium on the accumulation of sodium and potassium in soil. *Soil Sci.* 145(6):432-436.
5. Havlin, J. L., D. G. Westfall, and H. M. Golus. 1984. Six years of phosphorus and potassium fertilization of irrigated alfalfa on calcareous soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48:331- 336.
6. McCallister, D. L., C. A. Shapiro, W. R. Raun, F. N. Anderson, G. W. Rehm, O. P. Enge-Istad, M. P. Russelle, and R. A. Olson. 1987. Rate of phosphorus and potassium buildup/decline with fertilization for corn and wheat on Nebraska Mollisols, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:1646-1652.
7. Ologunde, O. O., and R. C. Sorensen. 1982. Influence of concentrations of K and Mg in nutrient solutions on sorghum. *Agron. J.* 74:41-46.
8. Page, A. L., R. H. Miller, and D. R. Keeney. 1982. *Methods of soil analysis. Part 2.* 2nd ed. Agronomy.
9. Reneau, R. B. Jr., G. D. Jones, and J. B. Friedericks. 1983. Effect of P and K on yield and chemical composition of forage sorghum. *Agron. J.* 75:5-8.
10. Terman, G. L., and J. J. Mortvedt. 1978. Nutrient effectiveness in relation to rates applied for pot experiments. 1. Nitrogen and potassium. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42:297-302.

Response of Sorghum to P and K Fertilizers¹

Y. F. Tsai, W. L. Lay and H. C. Huan²

ABSTRACT

A field experiment and two pot experiments were conducted to study the response of sorghum to P and K fertilizers in slate alluvial soils in central Taiwan. The results showed that the application of P and K fertilizers increased the contents of P and K in soil and plant tissue respectively. The treatments and uptakes of P fertilizer significantly affected the contents of P in plant tissue at 30 days after seedling emergence. In K fertilizer treatments, the contents and uptakes of Ca and Mg in plant tissue decreased with the application rate of K. Statistical analysis showed there were negatively linear correlation between K concentration and either Ca or Mg concentrations in plant tissue at different stages of development. Therefore, with the high application rate of K fertilizer, the soil K/Ca and K/Mg ratio would increased, resulted in the reduction of uptakes of Ca and Mg by plant. The results also showed the optimum range of P and K fertilizers should be P₂O₅ 60 kg/ha and K₂O 80 kg/ha.

Key words: sorghum, P and K fertilizers, uptake, dry weight, yield.

¹ Contribution No.0207 from Taichung DAIS.

² Assistant, Field Technician and Assistant Agronomist of Taichung DAIS.