

施肥方法對芋生長及收量之效應

莊浚釗

摘要

本研究主要探討矽酸爐渣及氮、磷、鉀肥不同施用量對芋產量之效應。本試驗於民國78-80年間，在苗栗縣公館及西湖鄉2處同時進行。結果顯示，兩試區收穫後土壤pH值因施用矽酸爐渣而提高，其餘各元素磷、鉀、鈣及鎂含量之有效性亦因矽酸爐渣之施用而提高。由植株分析結果獲知，西湖試區中僅葉片之磷、鎂含量與公館試區中葉片之鈣、鎂含量及塊莖中鎂含量之變化隨施肥量之增加而增加，其餘氮、鉀元素之變化則不一致。無論生育期或收穫期，株高大致隨施肥量之增加而增高，而施矽酸爐渣區之株高亦較未施用區為高。兩試區三年之芋塊莖平均產量皆以施用 $N-P_2O_5-K_2O=300-160-240$ 公斤/公頃+矽酸爐渣2,000公斤/公頃之組合產量最高，在西湖試區平均產量為20,132公斤/公頃，較對照區(不施用矽酸爐渣)之16,469公斤/公頃，增產3,663公斤，增產率為22.2%；在公館試區為22,564公斤/公頃，較對照區之21,169公斤，增產1,395公斤，增產率為6.6%。

前言

芋學名為 *Colocasia esculenta*(L) Schott，為宿根性多年生之草本植物，原產於印度、馬來西亞，後自福建、廣東兩地引進⁽¹⁶⁾，主要種植於中南部及台東縣，而目前北部苗栗縣有225公頃，總產量高達4,523公噸⁽²⁾。芋有耐熱、耐旱及對土壤適應性強等特性，凡pH4-9均可適應，但以pH5.5-7為最佳，且病蟲害少，栽培容易^(8,17)。芋營養豐富，含高量維他命可預防腸炎、下痢等疾病，且葉柄含維生素A、C等可作蔬菜食用⁽³⁾，為北部地區稻田轉作之理想作物之一。

有關芋之施肥法，目前僅高雄改良場推薦之 $N-P_2O_5-K_2O=100-100-100$ 公斤/公頃⁽¹⁾，但北部地區之氣候環境與南部大不相同，且栽種密度之不同亦會影響肥料施用量⁽¹⁴⁾，而國外芋之施肥情形與本省差異更大⁽²⁰⁾，且各生長期所需養分亦不同⁽¹⁹⁾，北部地區在長期連作制度下，不僅地力變差，更使產量品質降低^(9,15,21)，因此，進行三年期之田間試驗，以探討北部芋之適宜施肥量以維護地力之永續使用。

材料與方法

一. 田間試驗

本試驗自78-80年於苗栗縣西湖、公館鄉兩處同時進行，採逢機完全區集設計，五處理、四重複，小區面積 $4m \times 3m = 12m^2$ ，行株距 $0.8m \times 0.6m$ ，每小區種5行，每行5株，共25株。施肥量及方法；芋於每年1月初栽種，石灰質材料於栽種前1個月先行全園撒施並耕犁使其充分與土壤混合，施肥量 $N-P_2O_5-K_2O=300-160-240$ 公斤/公頃，基肥：N、K肥40%、P肥50%、有機質肥料全量，追肥分6次，N、K各10%每月施

用，剩餘P肥50%於第一次追肥施用。

表1. 參試肥料組合處理

Table 1. The treatment of combination rate of fertilizers

Treatment	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (kg/ha)	Chicken manure (kg/ha)	Silicate slag (kg/ha)
1	180-120-180	6000	2000
2	120- 80-120	6000	2000
3	240-160-240	6000	2000
4	300-160-240	6000	2000
5	180-120-180	6000	—

二. 分析方法

試驗前採表土，分析土壤性質⁽¹¹⁾，以水與土壤比例1：1，玻璃電極法測pH值；Walkey Black法測土壤有機質含量；Bray No.1測有效性磷含量；Mehlich's method測交換性鉀含量；鈣、鎂則以原子吸光譜儀測定。植株養分含量之測定⁽¹²⁾：氮素以濃硫酸加硒粉催化劑分解，分解液以Kjeldahl法蒸餾，磷、鉀、鈣、鎂以三酸(硝酸、過氯酸、硫酸=4:1:1v/v)分解，分解液以鉬黃法比色測磷，鉀以燄光儀測定，鈣、鎂則以原子吸光譜儀測定。產量調查：以木箱秤芋塊莖重量，再扣除木箱重量。統計分析：以鄧肯氏顯著性表示。

結果與討論

一. 不同施肥量對芋植株生育及產量之效應

芋生育期以種植後6個月生育快速期結束時調查之，由表2得知兩試區之株高及葉幅均以N-P₂O₅-K₂O=120-80-120公斤/公頃之肥料少量區之生育為最差，但差異未達5%顯著標準。公館試區之生育情形大致上隨肥料增施而植株漸高，葉片展幅亦有此趨勢，施用矽酸爐渣區與無施用矽酸爐渣區相較之下，其收穫期之株高均以施用矽酸爐渣區為高，但彼此間之差異未達5%顯著標準。就產量而言：三年之平均產量西湖試區各處理之產量依序為17,555、16,042、19,087及20,132公斤/公頃，僅N-P₂O₅-K₂O=120-80-120公斤/公頃較對照區(無施用矽酸爐渣區)之16,469公斤/公頃減產2.6%，其餘各處理之增產率分別為6.6%、15.9%及22.2%，且N-P₂O₅-K₂O=300-160-240公斤/公頃之處理與對照區達5%顯著差異；公館試區各處理產量依序為21,373、21,627、22,474及22,564公斤/公頃，較對照區之21,169公斤/公頃，分別增產0.9%、2.2%、6.2%及6.6%，但處理間之差異均未達5%顯著差異；由此可知二試區均以施用量最高之N-P₂O₅-K₂O=300-160-240+矽酸爐渣2,000公斤/公頃之產量為最佳。

表2.不同施肥量對芋植株生育及產量之效應

Table 2. Effect of fertilizer applications on the growth and yield of taro

Location	Treatment	Plant height(cm)				Leaf width(cm)				Yield (kg/ha)	Index
		78	79	80	AVG	78	79	80	AVG		
Shihu	1	87	95	106	96 ^a	31	41	41	38 ^a	17,555 ^{a bc}	106.6
	2	84	92	101	92 ^a	30	41	39	37 ^a	16,042 ^c	97.4
	3	83	98	105	95 ^a	30	42	41	38 ^a	19,087 ^{a b}	115.9
	4	86	98	109	98 ^a	31	42	40	38 ^a	20,132 ^a	122.2
	5	84	96	105	99 ^a	29	42	42	38 ^a	16,469 ^{b c}	100.0
Kungkwang	1	134	102	143	126 ^a	39	43	45	42 ^a	21,373 ^a	100.9
	2	127	100	145	124 ^a	38	43	47	43 ^a	21,627 ^a	102.2
	3	136	104	142	127 ^a	41	44	47	44 ^a	22,474 ^a	106.2
	4	135	103	142	127 ^a	41	44	45	43 ^a	22,564 ^a	106.6
	5	131	104	140	125 ^a	40	44	45	43 ^a	21,169 ^a	100.0

The same letters in a column mean insignificantly different at 5% level by DMRT.

二不同施肥量對土壤肥力之效應

芋收穫後土壤肥力分析結果(表3,圖1、2):西湖試區三年平均值以N-P₂O₅-K₂O=180-120-180 公斤/公頃(未施用矽酸爐渣區)及N-P₂O₅-K₂O=240-160-240公斤/公頃之pH為5.4外,其餘各處理皆為5.5;公館試區施用石灰區亦較對照區提高0.1-0.2單位,且年度間有逐年提高之趨勢,尤以西湖試區最為明顯,可知施用矽酸爐渣可提高土壤之pH值(5,6,13)。雖然芋對土壤適應性極高pH 4-9皆可生長,但仍以pH5.5-7之生育為最佳。有機質含量屬中-高含量,推測因為兩試區均為水田,其土壤水分較高,導致分解較慢所致,然而年度間逐年降低。磷酐含量西湖試區似略為不足,其含量未因施肥量之增加而漸增;公館試區含量較高,平均介於200-270公斤/公頃,大致以無施用矽酸爐渣區之含量最低。氧化鉀含量尚屬充足。氧化鈣兩試區大致介於4,300-4,800公斤/公頃,均屬高含量,因矽酸爐渣可供給大量鈣所致,據Kaberathumma等人(19)之研究指出芋生長需大量鈣肥。氧化鎂含量均充足,且以西湖試區較公館試區為高,年度間有下降之趨勢。一般而論,施用矽酸爐渣區其各元素之有效性較未施用者為高。

表3.不同施肥量對土壤肥力之影響

Table 3. Effects of fertilizer applications on the soil fertility.

Treatment	Location	pH	O.M (%)	P ₂ O ₅ K ₂ O CaO MgO (kg/ha)			
1	Shihu	5.5 ^a	3.1 ^a	76 ^a	208 ^b	4839 ^a	1209 ^a
	Kungkwang	5.5 ^a	2.9 ^a	192 ^a	162 ^a	4533 ^a	841 ^a
2	Shihu	5.5 ^a	3.4 ^a	81 ^a	230 ^{ab}	4634 ^a	1390 ^a
	Kungkwang	5.4 ^a	3.2 ^a	231 ^a	186 ^a	4626 ^a	925 ^a
3	Shihu	5.4 ^a	3.2 ^a	78 ^a	268 ^a	4679 ^a	1438 ^a
	Kungkwang	5.3 ^a	3.0 ^a	187 ^a	159 ^a	4376 ^a	826 ^a
4	Shihu	5.5 ^a	3.3 ^a	105 ^a	249 ^{ab}	4580 ^a	1257 ^a
	Kungkwang	5.3 ^a	3.0 ^a	209 ^a	180 ^a	4344 ^a	852 ^a
5	Shihu	5.4 ^a	3.4 ^a	73 ^a	206 ^b	4453 ^a	1249 ^a
	Kungkwang	5.2 ^a	2.9 ^a	151 ^a	153 ^a	4415 ^a	818 ^a

The same letters in a column mean insignificantly different at 5% level by DMRT.

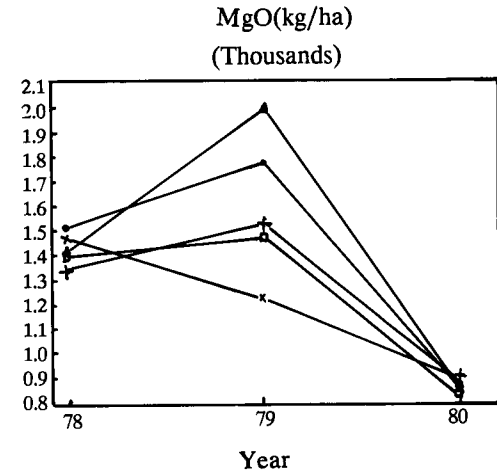
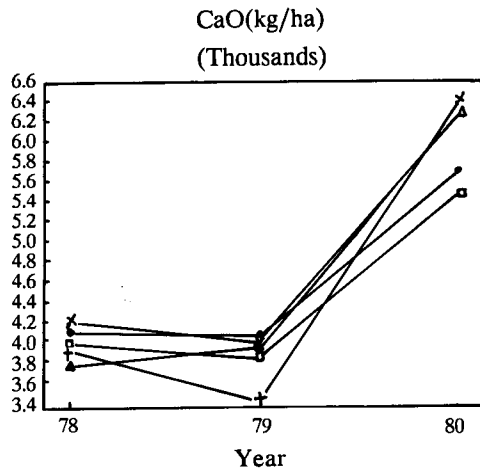
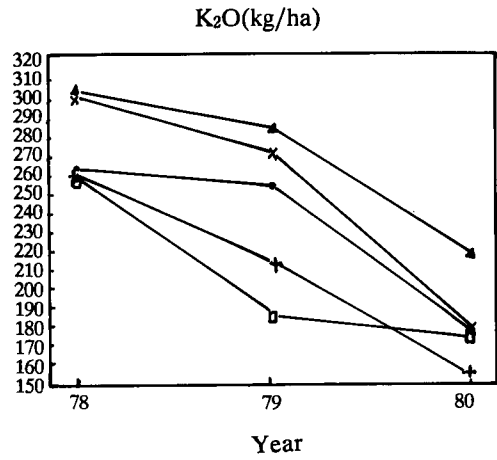
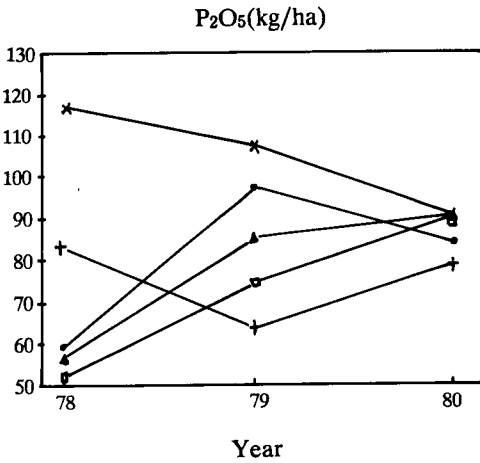
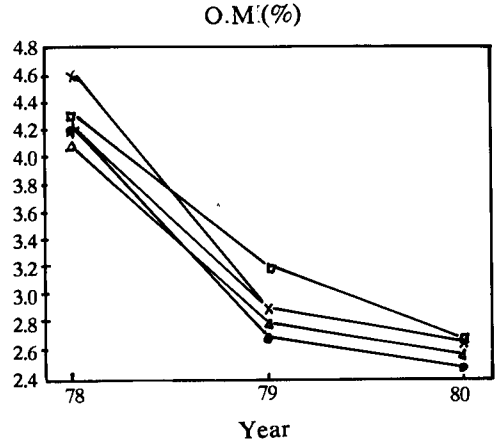
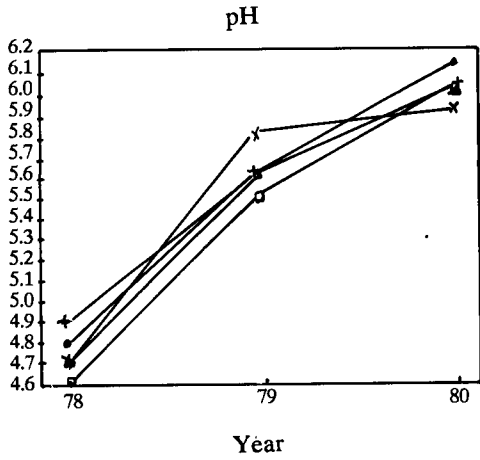


Fig 1. Effect of different fertilizers on pH、O.M and P₂O₅、K₂O、CaO、MgO at Shihu farm.
+ : Treatment 1 ● : Treatment 2 ▲ : Treatment 3 × : Treatment 4 □ : Treatment 5

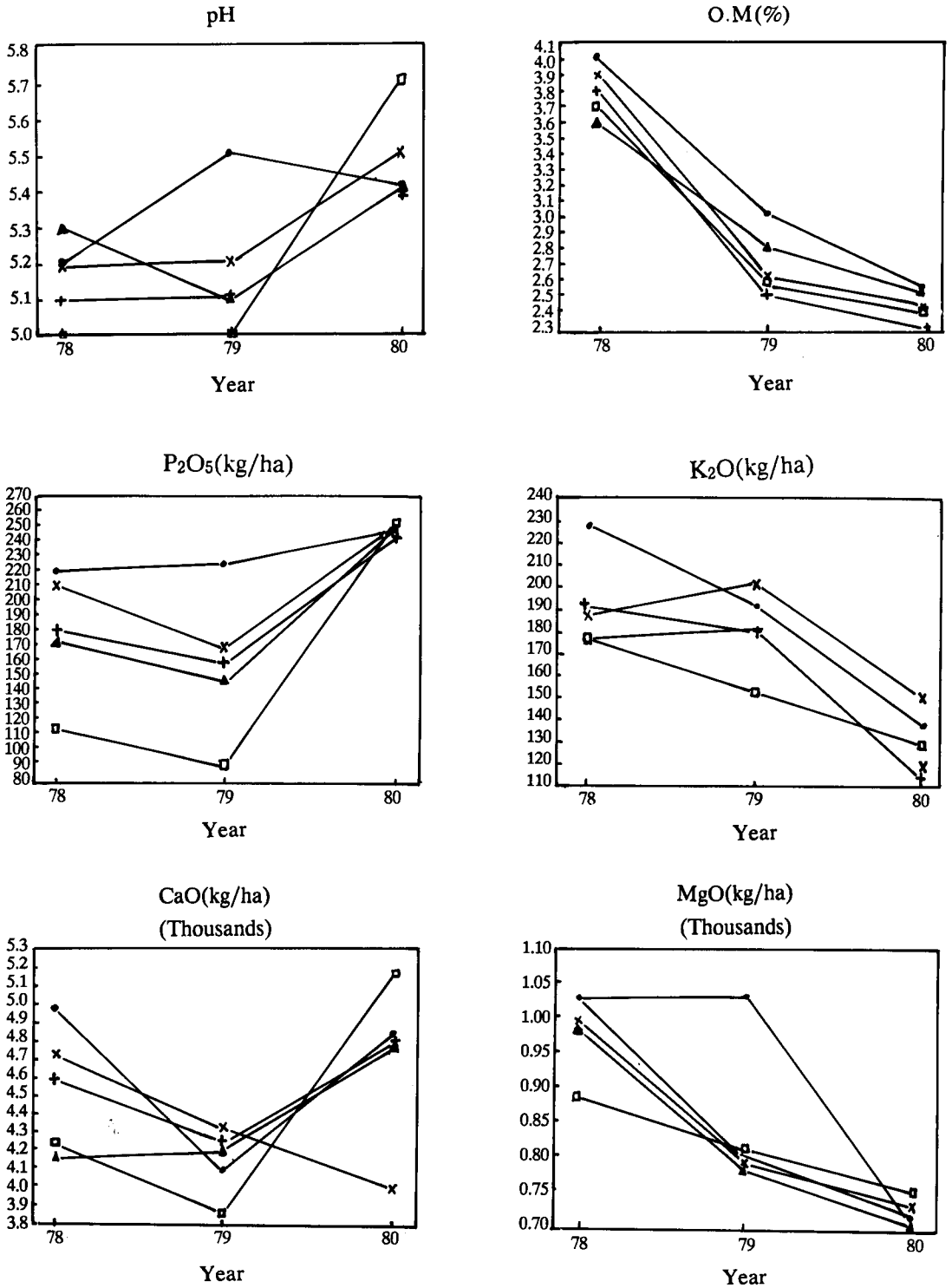


Fig 2. Effect of different fertilizers on pH、O.M and P₂O₅、K₂O、CaO、MgO at Kungkwang farm.
 + : Treatment 1 ● : Treatment 2 ▲ : Treatment 3 × : Treatment 4 □ : Treatment 5

三不同施肥量對芋植株元素含量之影響

收穫後植株成份分析結果(表4)，西湖及公館兩試區之塊莖及葉柄之各元素含量並未因施肥量之增加而增加，根據Kaberathumma等人(19)之研究指出芋之各部位元素含量隨芋生長而降低，但至150天時反而稍許提高，葉片中之變化僅西湖試區磷、鎂及公館試區之鈣含量隨施肥量增加而增加，其餘各元素之變化未有一致。

表4.不同施肥量對芋植株元素含量之影響

Table 4. Effects of fertilizer applications on the nutrients of taro.

Treatment number	Location	Stem tuber(%)					Petiole(%)					Leaf(%)				
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
1	Shihu	1.01 ^a	0.23 ^a	1.99 ^a	0.19 ^a	0.18 ^a	1.53 ^b	0.17 ^b	9.41 ^a	0.94 ^a	0.45 ^a	4.18 ^a	0.20 ^a	4.46 ^a	1.14 ^a	0.50 ^a
	Kungkwang	0.96 ^a	0.24 ^a	1.43 ^a	0.16 ^a	0.16 ^a	1.36 ^a	0.29 ^a	9.19 ^a	0.85 ^a	0.57 ^a	4.14 ^a	0.28 ^a	4.20 ^a	1.19 ^a	0.71 ^a
2	Shihu	1.01 ^a	0.24 ^a	1.99 ^a	0.19 ^a	0.18 ^a	1.71 ^{a,b}	0.19 ^{a,b}	9.40 ^a	0.85 ^a	0.45 ^a	4.27 ^a	0.20 ^a	4.46 ^a	1.14 ^a	0.50 ^a
	Kungkwang	1.10 ^a	0.22 ^a	1.42 ^{a,b}	0.16 ^a	0.15 ^a	1.36 ^a	0.32 ^a	7.98 ^a	0.86 ^a	0.57 ^a	4.15 ^a	0.28 ^a	4.23 ^a	1.12 ^a	0.69 ^a
3	Shihu	1.06 ^a	0.25 ^a	2.02 ^a	0.16 ^a	0.17 ^{a,b}	1.73 ^a	0.18 ^b	9.72 ^a	0.89 ^a	0.46 ^a	4.30 ^a	0.21 ^a	4.56 ^a	1.12 ^a	0.52 ^a
	Kungkwang	0.90 ^a	0.23 ^a	1.39 ^{a,b}	0.15 ^a	0.16 ^a	1.37 ^a	0.34 ^a	8.59 ^a	0.75 ^a	0.55 ^a	4.08 ^a	0.29 ^a	4.25 ^a	1.25 ^a	0.72 ^a
4	Shihu	1.07 ^a	0.18 ^a	1.95 ^a	0.19 ^a	0.16 ^b	1.70 ^{a,b}	0.23 ^a	9.29 ^a	0.94 ^a	0.42 ^a	4.31 ^a	0.23 ^a	4.23 ^a	1.12 ^a	0.57 ^a
	Kungkwang	0.89 ^a	0.15 ^a	1.34 ^a	0.20 ^a	0.17 ^a	1.35 ^a	0.33 ^a	7.97 ^a	0.89 ^a	0.73 ^a	3.87 ^a	0.28 ^a	4.25 ^a	1.29 ^a	0.72 ^a
5	Shihu	1.09 ^a	0.23 ^a	1.99 ^a	0.18 ^a	0.17 ^{a,b}	1.63 ^{a,b}	0.19 ^{a,b}	9.81 ^a	0.80 ^a	0.40 ^a	4.17 ^a	0.20 ^a	4.25 ^a	1.17 ^a	0.50 ^a
	Kungkwang	0.89 ^a	0.21 ^a	1.34 ^b	0.18 ^a	0.15 ^a	1.35 ^a	0.30 ^a	7.37 ^a	0.73 ^a	0.52 ^a	4.15 ^a	0.28 ^a	4.24 ^a	1.12 ^a	0.68 ^a

The same letters in a column mean insignificantly different at 5% level by DMRT.

四土壤、葉片養分與芋產量之相關性

由表5可知土壤pH值與產量呈顯著正相關，此與連氏(7)、黃氏(10)研究指出施用矽酸爐渣可提高土壤酸鹼度，進而提高作物產量之結論一致。另外土壤鎂含量與產量呈顯著負相關，與朱惠民(4)研究有一致之結果。

由表6葉片養分與產量之關係得知，西湖試區之氮與公館試區之鈣、鎂呈顯著正相關，而兩試區之鉀均呈負相關，且公館試區達顯著負相關，此與Emmert(18)所言相同。至於塊莖之養分與產量之相關性以西湖試區之鉀呈顯著負相關，公館試區之鈣、鎂呈顯著正相關。

表5.土壤養分與芋產量之相關性

Table 5. Correlation between soil nutrients and yields of taro.

Location	pH	O.M	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Shihu	0.969*	-0.732*	0.281	-0.645	-0.357	-0.885*
Kungkwang	0.952*	-0.532	-0.519	-0.905*	-0.606	-0.813*

*: significantly at 5% level.

表6. 芋植株養分含量與產量之相關性

Table 6. Correlation between plant nutrients and yields of taro.

Location	Stem tuber					Petiole					Leaf				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Shihu	-0.47	0.18	-0.86*	0.36	0.16	0.37	0.68	-0.93*	0.34	-0.53	0.71*	0.63	-0.46	-0.32	-0.78*
Kungkwang	0.50	-0.32	0.40	0.89*	0.74*	-0.31	-0.14	-0.52	0.39	0.85*	-0.09	-0.12	-0.76*	0.91*	0.86*

*: significantly at 5% level

參考文獻

1. 台灣省政府農林廳 1987 作物施肥手冊。
2. 台灣省政府農林廳 1991 台灣農業年報 p.70-71。
3. 台灣省政府農林廳 1993 芋之栽培。
4. 朱惠民 1978 鈣、鎂、錳、銅、鋅對茶菁產量與葉片養分濃度之影響。科學發展月刊 6(6):522-537。
5. 江國忠 1988 強酸性土壤落花生施肥改進試驗。台灣省政府農林廳土壤肥料試驗報告 p.134-139。
6. 連深 1982 稻田施用矽酸爐渣對冬季裡(旱)作收量之影響。台灣省政府農林廳土壤肥料試驗報告。
7. 連深、王鐘和 1983 長期連用矽酸爐渣對水稻收量和土壤化學性質之影響。中華農業研究 32(2): 185-199。
8. 高清文 1986 芋疫病。興農212:30-33。
9. 高銘木、謝德上 1987 連作物蔗田生產力增進之研究(7)雜作對蔗田地力及甘蔗生育之影響。台糖研究試驗報告 p.125-132。
10. 黃山內 1989 矽酸爐渣在農業生產上之應用。油印報告。
11. 張愛華 1981 本省現行土壤測定方法。作物需肥診斷技術 農試所特刊第13號p.9-26。
12. 張淑賢 1981 本省現行植物分析方法。作物需肥診斷技術 農試所特刊第13號p.53-59。
13. 盛澄淵 1956 肥料學。國立編譯館。
14. 劉政道 1984 水芋種植密度對產量之影響。中華農業研究 33(1):38-43。
15. 蔡永峰 1990 不同耕作法與肥培管理對水稻輪作田生產力之影響試驗。農林廳土壤肥料試驗報告 p.29-36。
16. 陳培昌 1978 芋。莖葉栽培。豐年社 p.166-173。
17. 郁宗雄 1975 芋。專業蔬菜栽培30種。豐年社 p.90~96。
18. Emmert, F. H. 1959. Chemical analysis of tissue as of determining nutrient require of deciduous fruit plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.73:521-547
19. Kaberathumma, S., Mohankumar, B., Nair, P. G. 1985. Nutrient uptake by pattern of secondary and micronutrients at different stages of growth. Journal of Root Crops 11(1-2):51-56
20. Mohankumar, C. R., Sadanandan, N. 1990. Nutrient uptake pattern in taro as influenced by varying levels of NPK fertilization. Journal of Root Crops 16(2):92-97
21. Villanueva, M. R. Pardales, J. R. Jr. ; Abenoja, E. A. 1983. Performance of taro in the upland as affected by fertilizer application and population density under different production systems. Philipp. J. Crop Science 8(1):17-22

Effects of Fertilizer Applications on Taro Growth and Yield

Chun-Chao Chuang

Summary

Field experiments were conducted at Kungkwang and Shihu, in Miaoli Hsien to study the effects of different rates of N、P、K fertilizers and silicate slag on the yield of taro during 1989-1991. The pH of the soil in the plots treated with silicate slag significantly increased. The elements available P、K、Ca、Mg in the soil were markedly affected by increasing silicate slag applications. As the results of plant analyses, significant increase in leaf content of P、Mg in Shihu plots and leaf content of Ca、Mg and Mg of stem tuber were observed with increasing fertilizer application, however N、K elements were not increased. Plant height increased as the rate of fertilizer applications increased. The highest yields was observed in the plots applied with silicate slag. The highest yields were obtained when NPK was applied at rates of 300,160,240 kg/ha and silicate slag at 2,000kg/ha. The increase in root yield was 22.2% in Shihu plots and 6.6% in Kungkwang plots by fertilizer application as compared to the unfertilized plots.