

栽植密度及鉀肥用量對甘藷塊根 大小及產量之影響

彭武男 辛仲文 林維和

摘 要

為探討甘藷插植密度與鉀肥用量對食用甘藷塊根大小及產量之影響，於1982年春秋作在桃園縣大園鄉及苗栗縣後龍鎮實施田間試驗。試驗處理採用3種插植密度：行距1公尺，株距分為0.15公尺、0.20公尺及0.25公尺，及3種鉀肥用量分別為每公頃180公斤、210公斤及240公斤，採3×3複因子試驗。

試驗結果顯示，甘藷總產量受鉀肥用量及插植密度之影響。栽植密度太高，反而使甘藷總產量及大藷產量降低；增施鉀肥可增加甘藷總產量及大藷產量，而鉀肥施用量少則小藷產量反較高。密植可增加小藷塊根之形成，小藷之產量隨著密植程度提高而遞增，以插植密度為1m×0.15m之小藷產量最高。適當增加插植寬度及增施鉀肥可增加甘藷塊根總產量及大藷產量，因此，可建議農民在栽培食用甘藷台農64號時，採用插植密度1m×0.25m及每公頃施用鉀肥210公斤為宜。如考慮烤藷之小藷生產，則可以適度增加栽培密度及減少鉀肥用量。

前 言

食用甘藷除需具高蛋白質、高胡蘿蔔素及適口性佳之品種特性外，對於塊根大小及藷形之齊一要求，亦為決定消費需求之決定因素。目前，食用甘藷分級運銷之標準約為藷重300公克以上之大藷，而300公克以下之小藷則常做為烤甘藷等特殊用途，因此，須要進一步瞭解栽培方法對於甘藷塊根大小之影響。根據前人之研究，認為肥料施用量及栽植密度對甘藷塊根有很大影響；Fujise & Tsuno (1967) 進行一連串有關肥料對甘藷塊根影響研究，結果認為施用鉀肥可增加甘藷塊根產量及乾物重，並且塊根 K_2O/N 比值與塊根產量成正比。並認為塊根產量增加乃高鉀肥施用後提高塊根 K_2O/N 比值而使塊根含水量增加，塊根呼吸速率因而增速，以促進塊根生長速率，因此，光合作用物質加速運輸至塊根，也促進葉片之光合能力⁽⁸⁾。Samuels(1967)田間試驗結果顯示，在低有效氮肥土壤中以施用N：K比為1：2時甘藷塊根產量最高，若在高有效氮肥土壤則施用N：K比愈小則產量愈高⁽¹⁰⁾。Purcell等(1982)認為施用氮肥增加塊根含氮量，對總產量沒影響，而施用鉀肥不影響塊根含氮量，但對塊根之產量有極明顯之增產⁽⁹⁾。葉澤波等(1981)及李良(1975)等均認為增加氮肥施用導致塊根減產，而適切鉀肥可使塊根增產^(1,3)。Bautista等(1981)在不同土壤質地試驗結果為施用鉀肥可促進甘藷之生長及塊根產量⁽⁶⁾。施用氮肥對莖葉產量有明顯增加，但過量施用氮肥亦引致塊根乾物減少，故適當施用N及 K_2O 對塊根乾物量之增加有明

顯效果⁽²⁾。在行株距對甘藷產量影響研究中，Bouwkamp等(1980)試驗結果為適切密植塊根產量較疏植者高⁽⁷⁾。

本試驗以不同鉀肥及插植密度來探討其對甘藷產量之反應及對塊根大小之影響，其主旨在因應目前食用甘藷大、小藷之不同市場需求，必須採行不同栽培技術，提高食用甘藷栽培之收益，增加食用甘藷之經濟利益，以達精緻農業之產銷一元化之目的，特撰成報告以供甘藷台農64號栽培者之參考。

材料與方法

本試驗材料為甘藷台農64號，於1982年春、秋兩作分別在桃園縣大園鄉及苗栗縣後龍鎮進行試驗，其處理為採用3種插植密度(D)：行距1公尺，株距分為0.15公尺(D₁)，0.20公尺(D₂)及0.25公尺(D₃)，及3種鉀肥用量(K)分別為每公頃180公斤(K₁)、210公斤(K₂)及240公斤(K₃)。採3×3因子試驗，逢機完全區集設計，4重複，行長5公尺，雙行區，小區面積為10平方公尺，其栽培管理方式為氮素施用量每公頃40公斤，磷鉀施用量每公頃54公斤。氮、鉀肥分兩次施用，分別為基肥及插植後30天追肥各施半量，磷肥全量作基肥施用，苗水平淺插，田間按一般栽培管理，中耕培土灌溉及病蟲害防治均適時實施。桃園縣大園鄉春作插植期為1982年4月23日，收穫期為1982年9月15日，秋作插植期為1982年8月16日，收穫期1982年1月5日。苗栗縣後龍鎮春作插植期為1982年5月7日，收穫期為1982年9月25日；秋作插植期為1982年9月3日，收穫期為1983年2月3日。甘藷產量調查以試區全部收穫甘藷塊根為總產量，再經由分級調查塊根重量，300公克以上之塊根為大藷，300公克以下之塊根為小藷，分別調查其重量。

結 果

試驗調查資料經由複因子變方分析法進行各項實測F值之顯著性測驗，以分析參試各因子或因子組合交感效應對於各級甘藷塊根產量之影響，表1、表2及表3分別為甘藷總產量；大藷產量及小藷產量之變方分析之重要試因均方及F值顯著性測驗，分析顯示插植密度處理在春作大園鄉和後龍鎮及秋作後龍鎮於甘藷總產量表現之效應達極顯著水準，鉀肥用量處理在春作大園鄉和後龍鎮及秋作大園鄉於甘藷總產量表現之效應達極顯著水準(表1)。插植密度及鉀肥用量兩處理在春、秋作之兩鄉鎮於大藷產量表現之效應均達極顯著水準，插植密度及鉀肥用量處理間交感效應於春作大園鄉和後龍鎮及秋作大園鄉之大藷產量表現之F值測達顯著水準(表2)。插植密度處理在春作後龍鎮及秋作大園鄉和後龍鎮於小藷產量表現之效應達顯著水準；鉀肥用量處理在春、秋作之兩鄉鎮於小藷產量表現之效應均達極顯著水準(表3)。當各試因對產量表現效應達顯著時，則進行各試因變級間或組合間之個別差異顯著性測驗，以瞭解各試因變級或各組合間交感效應對甘藷產量之影響，表4為不同插植密度間及不同鉀肥用量間在甘藷總產量表現之差異顯著性，結果顯示不同株距對甘藷塊根總產量差異表現於春作大園鄉之0.15m株距之產量低於0.20m株距之產量，及後龍鎮之0.15m株距之產量低於0.25m株距之產量達顯著差異；秋作後龍0.15m株距之產量低於0.20m株距及0.25m株距之產量而達顯著差異，不同鉀肥用量對甘藷總產量除秋作後龍鎮處理無差異外，其他兩試區均以180kg鉀肥用量之產量低於210kg及240kg鉀肥用量之產量而達顯著之差異。表5為不同插植密度間及不同鉀肥用量間之大藷產量表現之差異顯著性，結果顯示不同株距對大藷產量差異表現所有試區均以栽植密度為0.15m株距之產量為最低，春作後龍之0.15m株距、0.20m株距及0.25m株距三

表1. 大園鄉、後龍鎮春、秋作甘藷總產量均方顯著性測驗

Table 1. ANOVA for total tuber yield of sweet potato as influenced by plant density and potassium fertilization at two locations and two crop seasons.

試 因 Factors	自由度 DF	春 作 Spring crop		秋 作 Fall crop	
		大園 Tayuan	後龍 Holung	大園 Tayuan	後龍 Holung
插 植 密 度 (D) Plant density	2	16.51 **	5.89 **	7.80	41.49 **
鉀 肥 用 量 (K) Potassium fertilization	2	85.81 **	8.32 **	24.21 **	2.45
插植密度×鉀肥用量 D×K	4	11.19	2.42	9.70	4.45

*,** Significant at 5% and 1% level of F -test respectively.

表2. 大園鄉、後龍鎮春、秋作甘藷大藷產量均方顯著性測驗

Table 2. ANOVA for the yield of large-tuber sweet potato as influenced by plant density and potassium fertilization at two locations and two crop seasons.

試 因 Factors	自由度 DF	春 作 Spring crop		秋 作 Fall crop	
		大園 Tayuan	後龍 Holung	大園 Tayuan	後龍 Holung
插 植 密 度 (D) Plant density	2	48.52 **	13.88 **	39.14 **	134.93 **
鉀 肥 用 量 (K) Potassium fertilization	2	224.90 **	38.10 **	84.79 **	13.73 **
插植密度×鉀肥用量 D×K	4	18.16 *	1.74 *	10.02 *	6.49

*,** Significant at 5% and 1% level of F -test respectively.

者間之產量差異均達顯著水準，且隨株距增寬而產量增加。不同鉀肥用量對大藷平均產量差異表現於180kg鉀肥用量之產量低於210kg及240kg鉀肥用量之產量而達顯著差異，且秋作大園之180kg、210kg及240kg三種鉀肥用量間之產量差異均達顯著水準，以240kg鉀肥用量之產量為最高。表6為不同插植密度間及不同鉀肥用量間之小藷產量表現之差異顯著性，結果顯示不同株距對小藷產量差異表現於春作後龍之0.15m株距產量高於0.20m株距及0.25m株距之產量達顯著水準。秋作於三種不同株距之產量差異均達顯著水準，以0.15m株距之產量最高，0.25m株距之產量為最低。不同鉀肥用量對小藷產量差異表現於春作之

表3. 大園鄉、後龍鎮春、秋作甘藷小薯產量均方顯著性測驗

Table 3. ANOVA for the yield of small-tuber sweet potato as influenced by plant density and potassium fertilization at two locations and two crop seasons.

試 因 Factors	自由度 DF	春 作 Spring crop		秋 作 Fall crop	
		大園 Tayuan	後龍 Holung	大園 Tayuan	後龍 Holung
插 植 密 度(D) Plant density	2	2.71	1.92 *	17.77 **	26.78 **
鉀 肥 用 量(K) Potassium fertilization	2	46.99 **	10.77 **	25.96 **	5.76 **
插植密度×鉀肥用量 D×K	4	0.69	0.49	1.04	0.31

*,** Significant at 5% and 1% level of F -test respectively.

表4. 不同插植密度間及不同鉀肥用量間甘藷總產量差異顯著性測驗

Table 4. LSD. tests for total tuber yields of sweet potato among different plant densities and among different potassium fertilization.

處 理 Treatment	春 作 Spring crop		秋 作 Fall crop	
	大園 Tayuan	後龍 Holung	大園 Tayuan	後龍 Holung
	kg/10m ²			
插 植 密 度(D) Plant density				
1m×0.15m (D ₁)	31.49 ^a	24.25 ^a	31.58	28.04 ^a
1m×0.20m (D ₂)	33.78 ^b	24.90 ^{ab}	33.19	30.65 ^b
1m×0.25m (D ₃)	33.04 ^{ab}	25.65 ^b	32.48	31.64 ^b
鉀 肥 用 量(K) Potassium fertilization				
180kg/ha (K ₂)	29.73 ^a	23.98 ^a	30.78 ^a	29.59
210kg/ha (K ₂)	34.78 ^b	25.40 ^b	33.18 ^b	30.42
240kg/ha (K ₃)	33.78 ^b	25.43 ^b	33.29 ^b	30.33

a,b,c. Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level.

表5. 不同插植密度間及不同鉀肥用量間甘藷大藷產量差異顯著性測驗

Table 5. LSD. tests for large-tuber yields of sweet potato among different plant densities and among different potassium fertilization.

處理 Treatment	春 作 Spring crop		秋 作 Fall crop	
	大園 Tayuan	後龍 Holung	大園 Tayuan	後龍 Holung
	kg/10m ²			
插植密度(D) Plant density				
1m×0.15m (D ₁)	22.61 ^a	16.49 ^a	23.12 ^a	19.85 ^a
1m×0.20m (D ₂)	26.22 ^b	17.72 ^b	25.98 ^b	24.60 ^b
1m×0.25m (D ₃)	25.95 ^b	18.63 ^c	26.41 ^b	26.33 ^b
鉀肥用量(K) Potassium fertilization				
180kg/ha (K ₁)	19.94 ^a	15.56 ^a	22.07 ^a	22.43 ^a
210kg/ha (K ₂)	27.08 ^b	18.52 ^b	25.96 ^b	23.08 ^{ab}
240kg/ha (K ₃)	27.76 ^b	18.76 ^b	27.53 ^c	24.54 ^b

a,b,c. Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level.

180kg鉀肥用量之產量高於210kg及240kg鉀肥用量之產量而差異顯著；秋作大園三種不同鉀肥用量間之產量差異均達顯著水準，以180kg鉀肥用量之產量最高，240kg鉀肥用量之產量最低，秋作後龍以240kg鉀肥用量之產量低於180kg及210kg鉀肥用量之產量而差異顯著。

春作大園、後龍及秋作大園大藷產量之插植密度與鉀肥用量處理組合具交感效應，經由交感作用顯著性結果得知：春作大園之0.15m株距與210kg鉀肥用量處理間，0.20m株距與180kg鉀肥用量處理間及0.25m株距與240kg鉀肥用量處理間之表現為負交感顯著（實測值分別為-2.210、-1.600及-2.052； $D_{0.05}=1.580$ ）；春作後龍之0.15m株距與180kg鉀肥用量處理間及0.25m株距與210kg鉀肥用量處理間之表現為正交感顯著（實測值分別為0.535及0.985； $D_{0.05}=0.375$ ）；其0.15m株距與210kg鉀肥用量處理間及0.25m株距與180kg鉀肥用量處理間之表現為負交感顯著（實測值分別為-0.800及-455； $D_{0.05}=0.375$ ）；秋作大園之0.15m株距與240kg鉀肥用量處理間及0.25株距與180kg鉀肥用量處理間之表現正交感顯著（實測值分別為1.683及1.503； $D_{0.05}=1.204$ ），其0.25m株距與240kg鉀肥用量處理間之表現為負交感顯（實測值-1.683； $D_{0.05}=1.204$ ）。表7為不同插植密度及不同鉀肥用量組合間大藷產量表現之差異顯著性，大園以插植密度0.20與0.25m株距及鉀肥用量210kg與240kg組合處理之大藷產量在此試驗中均表現較為穩定及高產。秋作後龍則以0.25株距與鉀肥用量210kg及240kg對甘藷大藷產量表現較佳。

討 論

甘藷塊根產量及塊根大小易受栽培法如密度及施肥量而影響，本試驗結果顯示春作甘藷總產量同時受插植密度及鉀肥用量之影響，而秋作於大園只受鉀肥用量之影響，後龍則只受栽植密度之影響(表1)。

表6.不同插植密度間及不同鉀肥用量間甘藷小藷產量差異顯著性測驗

Table 6. LSD. tests for small-tuber yields of sweet potato among different plant densities and among different potassium fertilization.

處理 Treatment	春 作 Spring crop		秋 作 Fall crop	
	大園 Tayuan	後龍 Holung	大園 Tayuan	後龍 Holung
	kg/10m ²			
插植密度(D) Plant density				
1m×0.15m (D ₁)	8.04	7.79 ^a	8.46 ^a	8.19 ^a
1m×0.20m (D ₂)	7.57	7.19 ^b	7.21 ^b	6.05 ^b
1m×0.25m (D ₃)	7.08	7.03 ^b	6.03 ^c	5.32 ^c
鉀肥用量(K) Potassium fertilization				
180kg/ha (K ₁)	9.79 ^a	8.42 ^a	8.71 ^a	7.16 ^a
210kg/ha (K ₂)	6.88 ^b	6.90 ^b	7.22 ^b	6.62 ^a
240kg/ha (K ₃)	6.02 ^b	6.68 ^b	5.77 ^c	5.78 ^b

a,b,c. Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level.

表7.不同插植密度及鉀肥用量組合間大藷產量差異顯著性測驗

Table 7. LSD. tests for large-tuber of sweet potato among the treatments of different plant densities and potassium fertilization.

處理組合 Combinations of treatment	春 作 Spring crop		秋 作 Fall crop	
	大園 Tayuan	後龍 Holung	大園 Tayuan	後龍 Holung
	kg/10m ²			
D ₁ K ₁	18.275 ^d	14.975 ^h	19.025 ^d	18.550 ^e
D ₂ K ₁	19.625 ^d	15.575 ^g	22.325 ^c	22.250 ^c
D ₃ K ₁	21.925 ^c	16.125 ^f	24.850 ^b	26.500 ^a
D ₁ K ₂	25.050 ^c	16.600 ^e	23.175 ^c	19.875 ^d
D ₂ K ₂	29.475 ^a	18.725 ^c	27.300 ^a	26.925 ^b
D ₃ K ₂	29.200 ^a	20.225 ^a	27.400 ^a	26.600 ^a
D ₁ K ₃	27.000 ^b	17.875 ^d	27.150 ^a	21.125 ^{c,d}
D ₂ K ₃	29.550 ^a	18.875 ^c	28.300 ^a	24.625 ^a
D ₃ K ₃	26.725 ^b	19.525 ^b	27.125 ^a	25.875 ^{a,b}

a,b,c,c,d,e,f,g. Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level.

栽植密度太高反而使甘藷總產量降低(表4)。由此顯示出甘藷台農64號之適當插植密度為 $1\text{m} \times 0.20\text{m}$ 至 $1\text{m} \times 0.25\text{m}$ 之間。台灣甘藷栽培在施肥手冊及一般品種介紹中,鉀肥施用推薦量為每公頃施用 $120 \sim 180\text{kg}$ 間^(4,5)。但由本試驗結果顯示, 180kg 鉀肥用量之甘藷總產量為最低,而逐增鉀肥施用量至 210kg 時則產量增加,但若增到 240kg 鉀肥用量時產量並不再增加(表4),顯示在北部地區栽培食用甘藷台農64號若依一般施肥推介量鉀肥稍嫌不足,可適度增施鉀肥以求較高之產量。食用甘藷之塊根產量以適於市場需求之大藷為主,本試驗結果顯示春、秋作甘藷大園以插植密度 $1\text{m} \times 0.15\text{m}$ 之大藷產量最低,而以 $1\text{m} \times 0.20$ 及 $1\text{m} \times 0.25\text{m}$ 產量較高,春、作甘藷以插植密度 $1\text{m} \times 0.25\text{m}$ 之大藷產量為最高(表5),顯示適度放寬栽培密度可增加甘藷台農64號大藷產量,同時節省生產成本。前人研究認為適切密植之塊根產量較高⁽⁷⁾,而本試驗顯示不可太密植否則甘藷塊根較小且產量降低。試驗中以每公頃施用鉀肥 180kg 之大藷產量為最低,若增施鉀肥至 210kg 則可增加產量,但除了秋作大園續增施鉀肥至 240kg 產量續增外,其他試區則無差異(表5),而小藷產量表現則以鉀肥用量每公頃 80kg 時產量為最高。前人研究認為施用鉀肥可促進甘藷塊根生長及增加甘藷根乾物重^(1,2,3,6,8,9,10)。試驗中增施鉀肥可增加甘藷總產量及大藷產量,而鉀肥施用量少則小藷產量反較高之結果可能為增施鉀肥促進甘藷塊根生長之結果。由交感效應分析顯示,插植密度 $1\text{m} \times 0.25\text{m}$ 栽培下春、秋作大園鄉在大藷產量施用鉀肥 210kg 則可增加產量,因此為提高大藷產量可以栽植密度 $1\text{m} \times 0.25\text{m}$ 及施用鉀肥 210kg 為佳(表7)。密植將可增加小藷塊根之形成,栽植密度隨著密植程度提高而小藷之產量遞增,以插植密度為 $1\text{m} \times 0.15\text{m}$ 之小藷產量最高(表6)。

綜合以上結果及討論可知,適當增加插植寬度及增施鉀肥可增加甘藷塊根總產量及大藷產量,因此可建議農民栽培食用甘藷之適當方式為插植密度 $1\text{m} \times 0.25\text{m}$ 每公頃施用鉀肥 210 公斤為宜。如考慮烤藷之小藷生產,則可以增加栽培密度及減小鉀肥用量。

參考文獻

1. 李良。1975。環境因子對甘藷蛋白質含量之研究。中華農學會報第92期：p.64-72。
2. 李良。1979。甘藷增產可能性及限制因素之探討。台灣雜糧增產之研究 p.242-249。
3. 葉澤波、陳銀濤、孫金雀。1981。高蛋白質甘藷施肥量與各營養成分之研究—施肥量對蛋白質及離胺酸生產量之影響。中華農學會報第113期：p.33-40。
4. 農林廳肥料技術小組。1987。雜糧作施 1. 甘藷。作物施肥手冊。行政院農業委員會及台灣省政府農林廳編印 p.30-32。
5. 台灣雜糧作物品種圖續版。台灣省政府農林廳編印 p1-4。
6. Bautista, A. T. and P. M. Santiago. 1981. Growth and yield of sweet potato as influenced by different potassium levels in three soil types. *Annals of Tropical Research* 3.3:177-186.
7. Bouwkamp, J. C. and L. E. Scott. 1980. Effect of plant density on yield and yield components of sweet potato. *Annals of Tropical Research* 2.1:1-11.
8. Fijise, K. and Y. Tsuno. 1967. Effect of potassium on the dry matter production of sweet potato. *Root Crops Symposium II* :20-33.
9. Purcell, A. E., W. M. Walter, J. J. Nicholaides, W. W. Collins, and H. Chancy. 1982. Nitrogen, potassium, sulfur fertilization, and protein content of sweet potato roots. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:425-427.
10. Samuels, G. 1967. The influence of fertilizer ratios on sweet potato yields and quality. *Root Crops Symposium II* :86-96.

The Effect of Plant Densities and Potassium Fertilizations on Root Tuber Size and Yield of Sweet Potato

Wu-Nan Pen, Tsung-Wen Hsin and Wei-Ho Lin

Summary

To study the effect of plant densities and potassium fertilization on the tuber size and yield of sweet potato, the field trials were conducted at Tayuan and Holung in the spring and fall croppings of 1982. The factorial experiments were laid out in a randomized complete block design with three plant densities: $1\text{m} \times 0.15\text{m}$, $1\text{m} \times 0.2\text{m}$ and $1\text{m} \times 0.25\text{m}$; and with three rates of potassium fertilizer: 180 kg/ha, 210 kg/ha and 240 kg/ha of K_2O .

Experiment results indicated that the total root yields of sweet potato was significantly affected by different plant densities and potassium fertilization. High plant density caused the reduction in total tuber yield and the large-tuber yield. Higher potassium fertilization increased the yield of total tuber and large-tuber. On the contrary, lower potassium fertilization increased the yield of small-tuber. Higher plant densities also increased the yield of small-tuber. The yield of small-tuber was highest at $1\text{m} \times 0.15\text{m}$ plant density. The yields of total tuber and large-tuber were increased at adequate condition of low plant density and high potassium fertilization. This study showed that cultivation of sweet potato Tainung No. 64 may be optimized with a plant density at $1\text{m} \times 0.25\text{m}$ and at rate of 210 kg/ha of K_2O . Otherwise, the cultivation with higher plant density and the lower potassium fertilization was suggested for consideration of the small-tuber production.