

# 栽植密度及氮素用量對芋生長及產量之效應

莊浚釗

## 摘 要

本試驗以栽植密度 80×60 cm、60×60 cm、60×40 cm 三級為主處理，氮素用量 300、600、900 kg/ha 三級為副處理，探討栽植密度及氮素用量對芋生長及產量之效應，期提供農民栽培及肥培管理參採。試驗結果顯示，芋栽植密度 80×60 cm 處理之株高 137 cm 及葉展幅 39 cm 最高，塊莖單粒重平均為 747 g，惟其產量因種植株數較少，僅 12.5 t/ha，60×40 cm 處理之產量為 16.1 t/ha 最高，較 80×60 cm 處理高出 3.6 t/ha，差異達 29%，但其塊莖單粒重平均僅 538 g。氮素施用 900 kg/ha 處理，株高 139 cm 及葉展幅 37.3 cm 最高，但塊莖單粒重平均僅 615 g，產量為 13.7 t/ha，產量以 600 kg/ha 處理 14.6 t/ha 為最高，較氮素施用 300 kg/ha 處理 13.4 t/ha 高出 1.2 t/ha，差異達 9%。因此，依據試驗結果及考量成本效益，推薦芋適宜的栽植密度為 60×40 cm，氮素施用量則為 600 kg/ha。

關鍵詞：芋、栽植密度、氮素用量。

## 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、孟加拉地區。台灣芋品種自東南亞、大陸華南及日本引進<sup>(9)</sup>，目前種植面積約有 2,882 公頃，總產量約有 47,550 公噸，主要種植於苗栗縣 (583 公頃)、台中縣 (681 公頃) 及屏東縣 (792 公頃)，北部地區種植面積約 700 公頃，總產量高達 13,700 公噸<sup>(2)</sup>。芋有耐熱、耐旱及對土壤適應性強等特性，pH 值 4–9 均可適應，但以 pH 值 5.5–7 為最佳，且病虫害少，栽種容易<sup>(3,5)</sup>。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 等可作為蔬菜食用<sup>(3,4)</sup>，為北部地區稻田轉作理想作物之一。

有關芋的施肥，國內目前僅高雄區農業改良場推薦之 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 700-100-500 kg/ha<sup>(1)</sup>，但北部地區氣候環境條件與南部地區不同，且栽植密度也會影響肥料施用量<sup>(8)</sup>，而國外芋的施肥情形與國內差異

更大，且各生長期所需之養分亦不同<sup>(10,11,12)</sup>，因此，本研究擬評估北部地區芋適宜栽植密度及氮素用量，期提高芋產量及品質，並推薦農民參採。

## 材料與方法

本試驗於苗栗縣公館鄉及新竹縣湖口鄉進行，試驗採裂區設計，以栽植密度 80×60 cm、60×60 cm、60×40 cm 三級為主處理，氮素用量 300、600、900 kg/ha 三級為副處理，三重複，小區面積 4 m×3 m = 12 m<sup>2</sup>。芋於種植前 1 個月，試驗田區全面撒施苦土石灰 2 t/ha，並耕犁使其與土壤充分混合。磷及鉀肥施用量各為磷酐 160 kg/ha 及氧化鉀 500 kg/ha，氮鉀肥 40%、磷肥 50% 及有機質肥料全量當基肥施用，餘氮鉀肥平均每個月追施一次，共計六次，另 50% 磷肥於第三次追肥時施用。

試驗前及收穫後分別採取土壤，土壤樣本經風乾磨碎後，通過 2 mm 篩網備用。pH 值採水：土 = 5:1 (w/v) 一小時平衡後以 pH 計測定。電導度以水：土 = 5:1 (w/v) 抽出，再以電導度計測定。以 Walkley Black 法測定土壤有機質含量。有效性磷用 Bray-I method 萃取，以比色計測定。交換性鉀、鈣及鎂用 Mehlich's method 萃取，鉀以火焰光度儀測定，鈣及鎂以原子吸收光譜儀測定<sup>(6)</sup>。植體分解及養分分析；氮素用濃硫酸加硒粉催化劑分解，分解液以 Kjeldahl 法蒸餾測定。磷、鉀、鈣及鎂則先以三酸 (HNO<sub>3</sub> : HClO<sub>4</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 4:1:1) 分解至澄清，澄清液定量後，磷用鉬黃法測定，鉀用火焰光度儀測定，鈣及鎂用原子吸收光譜儀測定<sup>(7)</sup>。芋生育期間調查葉展幅及株高，收穫期調查塊莖產量。

## 結果與討論

### 一、栽植密度與氮素用量對芋農藝性狀及產量之影響

栽植密度與氮素用量對芋農藝性狀及產量之影響，經變方分析結果如表 1 所示，可知栽植密度對芋葉片展幅及產量之效益達極顯著水準，與單粒重之效益達顯著水準，而氮素用量則對芋株高、葉展幅及單粒重之效益達顯著水準，而栽植密度與氮素用量對植株生長及產量皆不具有交感效益。

栽植密度對芋生長及產量之影響如表 2。株高以栽植密度 80×60 cm 處理 137 cm 最高，其餘處理分別為 130 cm 及 133 cm。葉展幅亦以栽植密度 80×60 cm 處理 39 cm 最寬，其餘 60×60 cm 及 60×40 cm 的處理分別為 35 cm 及 33.7 cm，處理間差異達 5% 水準差異顯著。芋塊莖單粒重以栽植密度 80×60 cm 處理平均為 747 g 最重，次為 60×60 cm 處理 643 g，最輕者為 60×40 cm 處理 538 g，且處理間亦達 5%

水準差異顯著。至於產量方面；以栽植密度 60×40 cm 處理 16.1 t/ha 最高，次為 60×60 cm 處理，分別較 80×60 cm 處理 ( 12.5 t/ha )，增產 3.6 t/ha 及 0.6 t/ha，增產率分別為 29% 及 5%。依據試驗結果顯示，栽培密度越寬疏者，植株生育情形越佳，且芋單粒重亦最重，但單位面積株數減少，造成產量降低。

氮素用量對芋生長及產量之影響如表 3。株高以氮素 900 kg/ha 處理 139 cm 最高，其餘各處理分別為 132 cm 及 129 cm。葉展幅亦以氮素 900 kg/ha 處理 37.3 cm 最寬，其餘氮素 300、600 kg/ha 處理分別為 33.7 cm 及 36.7 cm，處理間差異達 5% 水準差異顯著。芋塊莖單粒重以氮素 300 kg/ha 處理平均為 679 g 最重，次為 600 kg/ha 處理 634 g，最輕者為 900 kg/ha 處理 615 g，但處理間未達 5% 水準差異顯著。至於產量方面；以氮素 600 kg/ha 處理 14.6 t/ha 最高，次為氮素 900 kg/ha 處理，分別較氮素 300 kg/ha 處理 ( 13.4 t/ha )，增產 1.2 t/ha 及 0.3 t/ha，增產率分別為 9% 及 2%，依據試驗結果顯示，過量施用氮素造成植株徒長，反使產量降低。

表 1. 芋農藝性狀及產量之變方分析

Table 1. ANOVA for agronomic characteristics and yield of taro.

變因 Source of variation	自由度 df	株高 Plant height (cm)	葉展幅 Leaf width (cm)	單粒重 Single weight (g)	產量 Yield (t/ha)
區集 Block	2	2801 <sup>+</sup>	38.5	83997	7.9
栽植密度 Planting density	2	115	50.0**	57405*	31.9**
機差 a Error a	4	33	5.2	5942	4.0
氮素用量 Nitrogen	2	244*	35.6*	47213*	3.3
栽植密度×氮素用量 Planting density × Nitrogen	4	28	8.8	6762	2.3
機差 b Error b	12	48	5.9	10289	3.7

+: Mean square.

\*, \*\*: Significant at the 5% and 1% levels, respectively.

表 2. 栽植密度對芋生育及產量影響

Table 2. Effect of planting density on the growth and yield of taro.

栽植密度 Planting density (cm)	株高 Plant height (cm)	葉展幅 Leaf width (cm)	單粒重 Single weight (g)	產量 Yield (t/ha)
80 × 60	137 <sup>a</sup>	39.0 <sup>a</sup>	747 <sup>a</sup>	12.5 <sup>b</sup> (100)
60 × 60	130 <sup>b</sup>	35.0 <sup>b</sup>	643 <sup>ab</sup>	13.1 <sup>b</sup> (105)
60 × 40	133 <sup>ab</sup>	33.7 <sup>b</sup>	538 <sup>b</sup>	16.1 <sup>a</sup> (129)

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。

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

表 3. 氮素用量對芋生長及產量之影響

Table 3. Effect of application rates of nitrogen on the growth and yield of taro.

氮素用量 Rates of nitrogen (kg/ha)	株高 Plant height (cm)	葉展幅 Leaf width (cm)	單粒重 Single weight (g)	產量 Yield (t/ha)
300	132 <sup>b</sup>	33.7 <sup>b</sup>	679 <sup>a</sup>	13.4 <sup>a</sup> (100)

600	129 <sup>b</sup>	36.7 <sup>ab</sup>	634 <sup>a</sup>	14.6 <sup>a</sup> (109)
900	139 <sup>a</sup>	37.3 <sup>a</sup>	615 <sup>a</sup>	13.7 <sup>a</sup> (102)

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。

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

## 二、栽植密度與氮素用量對土壤肥力影響

栽植密度對土壤肥力之影響如表 4。試驗前土壤 pH 值為 5.0，試驗後各處理 pH 值介於 5.2–5.3 之間，較試驗前提高 0.2–0.3 單位，土壤 pH 值提高係因種植前施用 2 t/ha 石灰所產生的效應，但栽植密度間並無明顯差異。土壤有機質含量試驗前為 22 g/kg，試驗後各處理則分別為 25 g/kg 及 26 g/kg，均較試驗前提高 3–4 g/kg，土壤有機質含量提高與試驗前施用有機質肥料有關，但處理間仍無明顯差異。土壤 EC 值試驗前為 0.15 dS/m，試驗後仍介於 0.15–0.16 dS/m 之間，並無提高現象。其餘磷、鉀、鈣及鎂元素含量試驗後各處理均較試驗前略為提高，但栽植密度處理間則無明顯差異。

氮素用量對土壤肥力之影響如表 5。試驗前土壤 pH 值為 5.0，試驗後各處理 pH 值介於 5.2–5.3 之間，較試驗前提高 0.2–0.3 單位，土壤 pH 值之提高同前所述，係因種植前施用 2 t/ha 石灰所產生的效應，但氮素用量間並無明顯差異。土壤有機質含量，試驗前為 22 g/kg，試驗後各處理含量均在 25–26 g/kg 之間，較試驗前提高 3–4 g/kg，其提高原因亦同前述，與施用有機質肥料有關。但處理間仍無明顯差異。土壤 EC 值於試驗前為 0.15 dS/m，試驗後介於 0.15–0.17 dS/m 之間，並無提高現象。其餘磷、鉀、鈣及鎂元素含量試驗後各處理均較試驗前略為提高，但氮素用量處理間則無明顯差異。

表 4. 栽植密度對土壤肥力之影響

Table 4. Effect of planting density of taro on the soil fertility.

栽植密度 Planting density (cm)	pH (1:1)	O.M (g/kg)	EC (1:5) (dS/m)	Avail-P	----- mg/kg -----		
					Exch-K	Exch-Ca	Exch-Mg
試驗前	5.0	22	0.15	98	56	754	78
80×60	5.2 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	0.16 <sup>a</sup>	99 <sup>a</sup>	57 <sup>a</sup>	800 <sup>a</sup>	93 <sup>a</sup>
60×60	5.3 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup>	109 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>	763 <sup>a</sup>	94 <sup>a</sup>
60×40	5.2 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	0.16 <sup>a</sup>	105 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	740 <sup>a</sup>	91 <sup>a</sup>

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。

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

表 5. 氮素用量對土壤肥力之影響

Table 5. Effect of application rates of nitrogen on the soil fertility.

氮素用量 Rates of nitrogen (kg/ha)	pH (1:1)	O.M (g/kg)	EC (1:5) (dS/m)	Avail-P ----- mg/kg -----	Exch-K	Exch-Ca	Exch-Mg
試驗前	5.0	22	0.15	98	56	754	78
300	5.2 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	0.17 <sup>a</sup>	101 <sup>a</sup>	56 <sup>a</sup>	819 <sup>a</sup>	91 <sup>a</sup>
600	5.3 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup>	108 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>	754 <sup>a</sup>	99 <sup>a</sup>
900	5.2 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup>	104 <sup>a</sup>	69 <sup>a</sup>	746 <sup>a</sup>	89 <sup>a</sup>

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。

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

### 三、栽植密度與氮素用量對芋植體養分含量影響

栽植密度對芋植株養分含量之影響如表 6。芋植體養分含量以葉部最高，次為莖部，最低則為塊莖，其中氮及鎂含量塊莖：莖部：葉部比例為 1:2:4，鉀含量比例為 1:4:2，鈣含量則為 1:8:16。栽植密度以 60×60 cm 的處理植株莖部及葉部養分含量較高，但處理間之差異均未達 5% 水準差異顯著。

氮素用量對植體養分含量之影響如表 7。芋植體養分含量仍以葉部最高，次為莖部，最低則為塊莖，其中氮及鎂含量塊莖:莖部:葉部的比例為 1:2:4，鉀含量比例為 1:4:2，鈣含量則為 1:8:16。處理間植株各部位(塊莖、莖部、葉部)養分含量變化未有一致性，且處理間之差異均未達 5% 水準差異顯著。

表 6. 栽植密度對芋植體養分含量影響

Table 6. Effect of planting density of taro on the plant nutrient contents.

栽植密度 Planting density (cm)	N ----- % -----	P	K	Ca	Mg
<b>塊莖(tuber)</b>					
80×60	1.00 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	1.47 <sup>a</sup>	0.084 <sup>a</sup>	0.081 <sup>a</sup>
60×60	1.00 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	1.42 <sup>a</sup>	0.075 <sup>a</sup>	0.086 <sup>a</sup>
60×40	0.93 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>	0.074 <sup>a</sup>	0.083 <sup>a</sup>
<b>莖(stem)</b>					
80×60	1.59 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	6.68 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup>
60×60	1.82 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	7.02 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	0.16 <sup>a</sup>
60×40	1.68 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	6.84 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup>

葉(leaf)					
80×60	3.58 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	3.47 <sup>a</sup>	1.26 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>
60×60	3.66 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	3.51 <sup>a</sup>	1.34 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>
60×40	3.56 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	3.53 <sup>a</sup>	1.30 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>

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。

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

表 7. 氮素用量對芋植體養分含量影響

Table 7. Effect of application rates of nitrogen on the plant nutrient contents.

氮素用量 Rates of nitrogen (kg/ha)	N	P	K	Ca	Mg
	----- % -----				
塊莖(tuber)					
300	1.00 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>	1.44 <sup>a</sup>	0.079 <sup>a</sup>	0.085 <sup>a</sup>
600	0.98 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	1.43 <sup>a</sup>	0.084 <sup>a</sup>	0.081 <sup>a</sup>
900	0.94 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>	1.36 <sup>a</sup>	0.070 <sup>a</sup>	0.085 <sup>a</sup>
莖(stem)					
300	1.72 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	6.86 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	0.16 <sup>a</sup>
600	1.70 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>	7.05 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.14 <sup>a</sup>
900	1.67 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	6.63 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	0.16 <sup>a</sup>
葉(leaf)					
300	3.49 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	3.47 <sup>a</sup>	1.31 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>
600	3.69 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	3.55 <sup>a</sup>	1.31 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>
900	3.62 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	3.49 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>

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。

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

## 誌 謝

本研究承台灣省政府農林廳經費補助，試驗期間吳秋芬小姐、陳釗和及吳盛文先生協助田間管理及分析，謹致謝忱。

## 參考文獻

1. 行政院農業委員會。1996。作物施肥手冊 p.112。
2. 行政院農業委員會。2001。農業統計年報 p.59。
3. 高清文。1986。芋疫病。興農 212: 30-33。
4. 陳培昌。1978。芋。莖葉栽培。豐年社。p.166-173。
5. 郁宗雄。1975。專業蔬菜栽培 30 種。豐年社。p.90-96。

- 6.張愛華。1991。作物施肥診斷技術。台灣省農業試驗所特刊 13: 9–26。
- 7.張淑賢。1991。作物施肥診斷技術。台灣省農業試驗所特刊 13: 53–59。
- 8.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。
- 9.韓青梅。1995。芋。台灣農家要覽農作篇(二) p.255–260。
- 10.Kaberathumma, S., B. Mohankumar, and P. G. Nair. 1985. Nutrient uptake by pattern of secondary and micronutrients at different stages of growth. *Journal of Root Crop* 11(1-2): 51–56.
- 11.Mohankumar, CR., and N. Sadanadan. 1990. Nutrient uptake pattern in taro as influenced by varying levels of NPK fertilization. *Journal of Root Crops* 16(2): 92–97.
- 12.Villanueva, M. R., J. R. Jr. Pardales, and E. A. Abenoja. 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.

## **Effect of Planting Density and Application Rates of Nitrogen on the Growth and Yield of Taro**

Chun-Chao Chuang

### **Summary**

This experiment was conducted to determine the effects of planting density and application rates of nitrogen on the growth and yield of taro. The results showed that the plant height and leaf width of taro, planted by  $80 \times 60$  cm, which were 137 cm and 39 cm, respectively, were the highest among the treatments, the single tuber weight of taro was 747g, the yield of taro was only 12.5 t/ha due to the lower population. For  $60 \times 40$  cm the yield of taro was 16.1 t/ha, which was 3.6 t/ha higher than that for  $80 \times 60$  cm. However, the single tuber weight of taro with 538 g was the lowest among the treatments. The plant height and leaf width of taro for the treatment of 900 kg/ha of nitrogen were 139 cm and 37.3 cm, respectively, while the single tuber weight of taro was 615 g and the yield was 13.7 t/ha. The yield of taro with the application of 600 kg/ha of nitrogen was 14.6 t/ha and 1.2 t/ha higher than that treated with 300 kg/ha of nitrogen. Based on the experimental results, it is suggested that the suitable planting density and application rate of nitrogen for taro be  $60 \times 40$  cm and 600 kg/ha, respectively .

Key words: taro, planting density, rates of nitrogen.