

栽培密度對臺灣北部地區茭白生育與產量之影響¹

楊志維²、林禎祥²、簡禎佑²、林孟輝²

摘 要

本試驗旨在探討栽培密度對臺灣北部地區茭白‘桃園1號’及‘桃園2號’生育與產量之影響。試驗處理包括3種栽培行株距，分別為1 m × 1 m、1.5 m × 1.5 m 與 2 m × 2 m。結果顯示，2012年及2013年栽培密度對茭白‘桃園1號’及‘桃園2號’株高、每平方公尺有效分蘗數及產量之影響均達顯著性差異，但對筍長、筍徑、剝實率及筍重則均無顯著性影響。在影響茭白產量構成要素中，每平方公尺有效分蘗數與嫩筍產量呈極顯著正相關，但與筍長則呈顯著負相關。故為了獲取較高產量，臺灣北部地區茭白‘桃園1號’及‘桃園2號’之最適栽培密度為1 m × 1 m。

關鍵詞：黑穗菌、有效分蘗數、筍長、筍徑、筍重

前 言

茭白 (*Zizania latifolia* Turcz.) 為禾本科 (Gramineae) 菰屬 (*Zizania*) 之宿根性多年生水生植物，又名茭筍、水筍，古稱為菰或菰笋 (林與莊, 1995; 湯, 1967)。茭白筍之形成，係因黑穗菌 (*Ustilago esculenta* Henn.) 感染並刺激莖部增生肥大，形成潔白嫩筍，即為供食用部分 (廖等, 2002; 蔡等, 2013; Hennings, 1895; Sawada, 1916; Su, 1961)。根據行政院農業委員會統計，2017年臺灣地區茭白栽培面積1,939 ha，其中新北市三芝區、金山區及淡水區共種植約153 ha，雖僅占全臺栽培面積之7.9%，但卻是這些地區具有特色之重要產業。

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第506號。

² 桃園區農業改良場副研究員(通訊作者, zwyang@tydais.gov.tw)、助理研究員、副研究員及研究員兼作物改良課課長。

種植作物除了適時、適地、適種之外，亦要考慮品種、栽培管理及環境對作物生育與產量之影響。栽培密度為影響作物生育及產量之重要因子（Holliday, 1960），許多研究指出作物栽培密度對植株生育及產量有顯著影響，而適宜的栽培行株距受作物種類、品種與環境條件影響（張簡，2007；游等，2015；Farnham, 2001；Gözübenli, 2010；Butzen and Paszkiewicz, 2008；Abuzar *et al.*, 2011）。北部地區農友選用之品種以赤殼種為主，係因北部的地理環境與氣候所致，一年僅採收 1 次，每年 3-5 月種植，至 10 月左右開始採收。雖然茭白筍之經濟價值高，但茭白之生育期長達 8 個月，栽培管理期間須剝除老葉 1-2 次，且無採收機械，均須依靠人力採摘，費時費工。茭白‘桃園 1 號’及‘桃園 2 號’為目前北部地區適合栽培品種，此兩品種之共同特性為嫩筍呈橢圓形，筍肉黃白色，筍肉中孢子之產生時間晚，黑心率低，甜度高，品質佳（林等，2009a, b）。為了降低生產成本，本試驗探討臺灣北部地區茭白‘桃園 1 號’及‘桃園 2 號’之最適栽培密度，以提供農民栽培管理改進之參考。

材料與方法

本試驗供試品種為茭白‘桃園 1 號’及‘桃園 2 號’，分別在 2012 年 3 月 29 日及 2013 年 3 月 28 日，於本場試驗田區進行茭白定植作業。試驗處理包括 3 種栽培行株距，分別為 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 、 $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ 與 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ ，試區採完全逢機設計，3 重複，小區面積為 100 m^2 。2012 年茭白‘桃園 1 號’及‘桃園 2 號’之採收期，分別為 10 月 15 日至 10 月 29 日共採收 4 次，以及 10 月 15 日至 11 月 12 日共採收 7 次。另 2013 年茭白‘桃園 1 號’及‘桃園 2 號’之採收期，分別為 10 月 7 日至 10 月 31 日共採收 8 次，以及 10 月 17 日至 11 月 14 日共採收 7 次。茭白栽培參酌茭白生育狀況與氣候條件，進行化學肥料施用及病蟲害防治等田間管理。在茭白筍收穫前，每小區逢機調查 10 株之株高，並於收穫時每小區逢機取樣 6 株，調查有效分蘗數、筍長、筍徑、剝實率（剝殼總重/帶殼總重 $\times 100$ ）、筍重及產量等性狀。試驗資料之統計分析，係利用 SAS EG（SAS Institute Inc. 2010），分析 3 種處理間之差異顯著性，處理間達顯著差異者，再進行做 Fisher 最小顯著差異性測驗（Fisher’s protected least significant difference test, LSD test）。

結果與討論

一、2012 年茭白‘桃園 1 號’及‘桃園 2 號’栽培密度對生育與產量之影響

2012 年栽培密度對茭白‘桃園 1 號’株高、每平方公尺有效分蘗數及產量之影響達顯著性差異，但對筍長、筍徑、剝實率及筍重則無顯著性影響。不同栽培密度處理之株高介於 177-223 cm 之間，以行株距 2 m × 2 m 處理之株高顯著最矮，1.5 m × 1.5 m 處理其次，1 m × 1 m 處理之株高顯著最高。每平方公尺有效分蘗數介於 3.8-11.3 支之間，以行株距 2 m × 2 m 處理之每平方公尺有效分蘗數顯著最少，1.5 m × 1.5 m 處理其次，1 m × 1 m 處理之每平方公尺有效分蘗數顯著最多。筍長介於 17.2-18.0 cm 之間，筍徑介於 2.3-2.4 cm 之間，剝實率介於 60.5%-64.3% 之間，筍重介於 33.6-37.1 g 之間，此四性狀於三處理間皆無顯著性差異。茭白嫩筍產量介於 1,282-4,161 kg ha⁻¹ 之間，以行株距 2 m × 2 m 處理之產量顯著最低，1.5 m × 1.5 m 處理其次，1 m × 1 m 處理之產量顯著最高（表 1）。

表 1. 2012 年栽培密度對茭白‘桃園 1 號’生育與產量之影響

Table 1. Effect of planting density on growth and yield of cobs ‘Taoyuan No. 1’ in 2012.

種植 密度 Planting density	株高 Plant height	有效 分蘗數 No. of effective tiller	嫩筍 Young shoot				
			筍長 length	筍徑 width	剝實率 peeling rate	筍重 weight	產量 yield
(m)	(cm)	(no. m ⁻²)	(cm)	(cm)	(%)	(g)	(kg ha ⁻¹)
1.0x1.0	223 a	11.3 a	18.0 a	2.4 a	61.5 a	37.1 a	4,161 a
1.5x1.5	191 b	6.0 b	17.2 a	2.3 a	60.5 a	35.1 a	2,038 b
2.0x2.0	177 c	3.8 c	17.3 a	2.4 a	64.3 a	33.6 a	1,282 c

同行英文字母相同者表示經 Fisher 最小顯著差異性測驗在 5% 水準之差異不顯著

Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher’s protected LSD test.

2012 年栽培密度對茭白‘桃園 2 號’株高、每平方公尺有效分蘗數及產量之影響達顯著性差異，但對筍長、筍徑、剝實率及筍重則無顯著性影響。不同栽培密度之株高

介於 186-220 cm 之間，以行株距 2 m × 2 m 處理之株高顯著最矮，1.5 m × 1.5 m 處理其次，1 m × 1 m 處理之株高顯著最高。每平方公尺有效分蘗數介於 4.3-11.4 支之間，以行株距 1 m × 1 m 處理之每平方公尺有效分蘗數顯著最多，1.5 m × 1.5 m 及 2 m × 2 m 處理之每平方公尺有效分蘗數間則無顯著性差異。筍長介於 17.2-19.6 cm 之間，筍徑介於 2.2-2.5 cm 之間，剝實率介於 66.5%-69.6% 之間，筍重介於 35.8-41.1 g 之間，此四性狀於三處理間皆無顯著性差異。茭白嫩筍產量介於 1,636-4,650 kg ha⁻¹ 之間，以行株距 1 m × 1 m 處理之產量顯著最高，1.5 m × 1.5 m 及 2 m × 2 m 處理之產量間則無顯著性差異（表 2）。

表 2. 2012 年栽培密度對茭白‘桃園 2 號’生育與產量之影響

Table 2. Effect of planting density on growth and yield of cobs ‘Taoyuan No. 2’ in 2012.

種植 密度 Planting density	株高 Plant height	有效 分蘗數 No. of effective tiller	嫩筍 Young shoot				
			筍長 length	筍徑 width	剝實率 peeling rate	筍重 weight	產量 yield
(m)	(cm)	(no. m ⁻²)	(cm)	(cm)	(%)	(g)	(kg ha ⁻¹)
1.0x1.0	220 a	11.4 a	19.6 a	2.5 a	66.5 a	41.1 a	4,650 a
1.5x1.5	215 b	5.8 b	17.2 a	2.3 a	69.6 a	39.6 a	2,222 b
2.0x2.0	186 c	4.3 b	19.2 a	2.2 a	67.5 a	35.8 a	1,636 b

同行英文字母相同者表示經 Fisher 最小顯著差異性測驗在 5% 水準之差異不顯著

Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

二、2013 年茭白‘桃園 1 號’及‘桃園 2 號’栽培密度對生育與產量之影響

2013 年栽培密度對茭白‘桃園 1 號’株高、每平方公尺有效分蘗數及產量之影響達顯著性差異，但對筍長、筍徑、剝實率及筍重則無顯著性影響。不同栽培密度之株高介於 183-204 cm 之間，以行株距 1 m × 1 m 處理之株高顯著最高，1.5 m × 1.5 m 及 2 m × 2 m 處理之株高間則無顯著性差異。每平方公尺有效分蘗數介於 5.4-10.7 支之間，以行株距 1 m × 1 m 處理之每平方公尺有效分蘗數顯著最多，1.5 m × 1.5 m 及 2 m × 2

m 處理之每平方公尺有效分蘗數之間則無顯著性差異。筍長介於 14.7-16.7 cm 之間，筍徑介於 2.5-2.6 cm 之間，剝實率介於 62.4%-68.2% 之間，筍重介於 38.7-40.8 g 之間，此四性狀於三處理間皆無顯著性差異。茭白嫩筍產量介於 2,188-4,137 kg ha⁻¹ 之間，以行株距 1 m × 1 m 處理之產量顯著最高，1.5 m × 1.5 m 及 2 m × 2 m 處理之產量間則無顯著性差異（表 3）。

表 3. 2013 年栽培密度對茭白‘桃園 1 號’生育與產量之影響

Table 3. Effect of planting density on growth and yield of cobs ‘Taoyuan No. 1’ in 2013.

種植 密度 Planting density	株高 Plant height	有效 分蘗數 No. of effective tiller	嫩筍 Young shoot				
			筍長 length	筍徑 width	剝實率 peeling rate	筍重 weight	產量 yield
(m)	(cm)	(no. m ⁻²)	(cm)	(cm)	(%)	(g)	(kg ha ⁻¹)
1.0x1.0	204 a	10.7 a	14.7 a	2.6 a	62.4 a	38.9 a	4,137 a
1.5x1.5	190 b	7.8 b	15.0 a	2.5 a	68.2 a	38.7 a	2,958 b
2.0x2.0	183 b	5.4 b	16.7 a	2.6 a	67.0 a	40.8 a	2,188 b

同行英文字母相同者表示經 Fisher 最小顯著差異性測驗在 5% 水準之差異不顯著

Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

2013 年栽培密度對茭白‘桃園 2 號’株高、每平方公尺有效分蘗數及產量之影響達顯著性差異，但對筍長、筍徑、剝實率及筍重則無顯著性影響。不同栽培密度之株高介於 187-216 cm 之間，以行株距 2 m × 2 m 處理之株高顯著最矮，1.5 m × 1.5 m 處理其次，1 m × 1 m 處理之株高顯著最高。每平方公尺有效分蘗數介於 4.3-8.0 支之間，以行株距 1 m × 1 m 處理之每平方公尺有效分蘗數顯著最多，1.5 m × 1.5 m 及 2 m × 2 m 處理之每平方公尺有效分蘗數之間則無顯著性差異。筍長介於 15.7-18.1 cm 之間，筍徑介於 2.4-2.5 cm 之間，剝實率介於 67.6%-68.7% 之間，筍重介於 33.8-40.6 g 之間，此四性狀於三處理間皆無顯著性差異。茭白嫩筍產量介於 1,745-3,092 kg ha⁻¹ 之間，以行株距 1 m × 1 m 處理之產量顯著最高，1.5 m × 1.5 m 及 2 m × 2 m 處理之產量間則無顯著性差異（表 4）。

表 4. 2013 年栽培密度對茭白‘桃園 2 號’生育與產量之影響

Table 4. Effect of planting density on growth and yield of coba ‘Taoyuan No. 2’ in 2013.

種植 密度 Planting density	株高 Plant height	有效 分蘗數 No. of effective tiller	嫩筍 Young shoot				
			筍長 length	筍徑 width	剝實率 peeling rate	筍重 weight	產量 yield
(m)	(cm)	(no. m ⁻²)	(cm)	(cm)	(%)	(g)	(kg ha ⁻¹)
1.0x1.0	216 a	8.0 a	16.9 a	2.5 a	67.6 a	38.6 a	3,092 a
1.5x1.5	199 b	6.4 b	15.7 a	2.4 a	68.7 a	33.8 a	2,119 b
2.0x2.0	187 c	4.3 b	18.1 a	2.4 a	68.7 a	40.6 a	1,745 b

同行英文字母相同者表示經 Fisher 最小顯著差異性測驗在 5% 水準之差異不顯著

Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

三、茭白‘桃園 1 號’及‘桃園 2 號’產量構成要素間之相關性分析

2012-2013 年不同栽培密度處理對茭白‘桃園 1 號’及‘桃園 2 號’嫩筍產量構成要素相關分析，結果顯示茭白有效分蘗數與產量呈極顯著正相關，表示每平方公尺有效分蘗數愈多，則嫩筍產量愈高；另筍重與筍徑間則呈顯著正相關，表示筍重愈重，則筍徑愈粗（表 5）。

表 5. 2012-2013 年茭白‘桃園 1 號’及‘桃園 2 號’產量構成要素間之相關係數

Table 5. Correlation coefficients between yield components of customary cultivation coba ‘Taoyuan No. 1’ and ‘Taoyuan No. 2’ in 2012-2013.

性狀 character	筍重 Shoot weight	筍長 Shoot length	筍徑 Shoot width	產量 Shoot yield
筍徑 Shoot width				0.3264
筍長 Shoot length			-0.2264	0.0445
筍重 Shoot weight		0.0181	0.3426*	0.2814
有效分蘗數 No. of effective tillering	0.0905	0.0382	0.2658	0.9782**

**：表示各因子間在 1% 水準下達顯著性相關

**：Significant correlation among factors at 1% probability levels.

茭白產量構成要素中，以筍重及筍長最為重要（張，1980），其與產量呈正相關，而分蘗數分別與筍重及筍長呈負相關，筍長與筍重則具有高度正相關。本試驗結果顯示茭白有效分蘗數與嫩筍產量呈極顯著正相關，筍重與筍徑呈顯著正相關，此與楊等（2014）研究相符合。根據行政院農業委員會統計，2012-2013 年新北市茭白嫩筍產量介於 5,718-5,964 kg ha⁻¹，由於地區氣候環境及栽培管理不同，因而造成與本試驗產量有所差異。然而，茭白生育習性與水稻相似，分蘗最適溫度皆為 20-28℃，溫度過低或過高均對分蘗有不利影響，對大多數的禾本科作物而言，產量構成要素的組成相似，而且要素間有互補性（Dofing and Knight, 1994；Rasmusson, 1987）。稻穀產量是由單位面積穗數、一穗粒數、稔實率及千粒重等四要素所構成，其中除了穗數是在水稻生育早期形成外，其餘三者均在幼穗形成後產生；因此，從水稻全生育過程觀之，在最高分蘗期前，其產量受單位面積穗數的支配；自最高分蘗期至抽穗前，主要受一穗粒數所支配；抽穗後則受稔實率及千粒重的支配（謝，1978）。水稻密植雖造成每穗粒數減少，但相對地由其他產量構成要素的互補效應下，使得最終產量與寬植差異不大（丁等，2004；楊等，2011）。本試驗影響茭白嫩筍產量最主要因素為每平方公尺有效分蘗數，茭白每平方公尺有效分蘗數愈多則產量愈高，雖然茭白單叢有效分蘗數以寬植多於密植，但仍無法彌補寬植造成每平方公尺有效分蘗數驟減所導致的產量減損，故了解這些要素的表現，對於解析產量生理問題，以及環境因子的作用有很大的助益（陳等，1996），未來可以針對寬行密植再做進一步探討。

參考文獻

- 丁文彥、黃秋蘭、江瑞拱。2004。不同栽培密度及移植苗數對水稻臺東 30 號生育及產量之影響。臺東區農業改良場研究彙報 15:1-8。
- 林天枝、莊杉行。1995。茭白筍栽培技術改進研究。臺中區農業改良場研究彙報 47:1-9。
- 林孟輝、方再秋、郭建志、姜金龍、李窓明、鄭隨和。2009a。茭白新品種桃園 1 號之育成。桃園區農業改良場研究彙報 64:19-25。
- 林孟輝、方再秋、郭建志、姜金龍、李窓明、鄭隨和。2009b。茭白新品種桃園 2 號之育成。桃園區農業改良場研究彙報 65:15-24。
- 陳烈夫、魏夢麗、鄭統隆、廖大經、陳正昌、曾東海、劉大江。1996。臺灣水稻產量的一些生理問題。稻作生產改進策略研討會專刊。臺灣省農業試驗所編印。p. 79-88。
- 張進益。1980。台灣北部地區茭白種植時期對生育與產量之效應。桃園區農業改良場研究報告 6:27-34。
- 張簡秀容。2007。栽培時期及行株距對設施生產小白菜之生育與產量之影響。桃園區農業改良場研究彙報 61:31-38。
- 湯文通。1967。作物育種之原理與實施。國立台灣大學農學院叢書。p. 51-61。
- 游之穎、余德發、詹庭筑。2015。栽培密度對硬質玉米生育與產量之影響。花蓮區農業改良場研究彙報 33:23-32。
- 楊志維、簡禎佑、林佩瑩、林孟輝。2011。播種量及栽植株距對水稻桃園 3 號農藝性狀與產量之影響。桃園區農業改良場研究彙報 70:1-12。
- 楊志維、簡禎佑、林孟輝。2014。臺灣北部地區茭白種植時期對產量及糖度之影響。桃園區農業改良場研究彙報 76:1-12。
- 廖君達、林金樹、陳慶忠。2002。臺灣茭白筍病蟲害種類及發生消長調查。臺中區農業改良場研究彙報 75:59-72。
- 蔡正宏、郭建志、陳葦玲、廖君達。2013。評估非農業資材防治茭白銹病與胡麻葉枯病之效果。臺中區農業改良場研究彙報 119:77-87。
- 謝順景。1978。臺灣一、二期作水稻產量構成要素及其他性狀表現之差異。臺灣二期作水稻低產原因及其解決方法研討會專輯。行政院國家科學委員會編印。p. 49-59。
- Abuzar, M.R., G.U. Sadozai, M.S. Baloch, A.A. Baloch, I.H. Shah, T. Javaid, and N. Hussain. 2011. Effect of plant population densities on yield of maize. J. Anim. Plant Sci.

21(4):692-695.

- Butzen, S. and S. Paszkiewicz. 2008. Narrow-row corn production - when does it increase yields? Pioneer agronomy sciences. Crop Insights 18(15):1-5.
- Dofing, S.M. and C.W. Knight. 1994. Yield Component compensation in unicum barley lines. Agron. J. 86:273-276.
- Farnham, D.E. 2001. Row spacing, plant density, and hybrid effects on corn grain yield and moisture. Agron. J. 93:1049-1053.
- Gözübenli, H. 2010. Influence of planting patterns and plant density on the performance of maize hybrids in the Eastern Mediterranean conditions. Int. J. Agric. Biol. 12(4):556-560.
- Hennings, P. 1895. Neue und interessante Pilze aus dem Koniglich Botanische Museum in Berlin III. Hedwigia 34:10.
- Holliday, R. 1960. Plant population and crop yield. Part I. Field Crop Abstracts. 13:159-167.
- Rasmusson, D.C. 1987. An evaluation of ideotype breeding. Crop Sci. 27:1140-1146.
- Sawada, K. 1916. Descriptive catalogue of the Formosan fungi I. Spec. Bull. No. 19. Gov. Agric. Exp. Stn. Formosa. 19:319-326.
- Su, H.J. 1961. Some cultural studies on *Ustilago esculenta*. Coll. Agric. Nat. Taiwan Univ. Spec. Publ. 10:139-160.

Effect of Planting Density on Growth and Yield of Coba in Northern Taiwan¹

Zhi-Wei Yang², Chen-Hsiang Lin², Jen-You Jian², and Meng-Huei Lin²

Abstract

Field experiments were conducted to study the effect of planting density on growth and yield of coba (*Zizania latifolia* Turcz.) ‘Taoyuan No. 1’ and ‘Taoyuan No. 2’ in northern Taiwan. The treatments included three planting densities of 1 m × 1 m, 1.5 m × 1.5 m and 2 m × 2 m, respectively. The results showed that the planting density of coba ‘Taoyuan No. 1’ and ‘Taoyuan No. 2’ affected plant height, effective tiller number per m² and yield significantly, but not shoot length, shoot width, shoot peeling rate and shoot weight in 2012 and 2013. There was a significant positive correlation between the effective tiller number per m² and yield, but a significant negative correlation the shoot length. Planting density of 1 m × 1 m for coba ‘Taoyuan No. 1’ and ‘Taoyuan No. 2’ could obtain higher yield.

Key words: *Ustilago esculenta* Henn., effective tiller number, shoot length, shoot width, shoot weight

¹. Contribution No.506 from Taoyuan DARES, COA.

². Associate Researcher (Corresponding author, zwyang@tydais.gov.tw), Assistant Researcher, Associate Researcher and Chief of Crop Improvement Section, respectively, Taoyuan DARES, COA.