

種植株距對露天栽培西洋南瓜果實品質及產量之影響¹

林煜恒²

摘要

為瞭解不同種植株距對露天栽培西洋南瓜果實品質及產量之影響，本研究利用小果型西洋南瓜‘小黑’、中果型‘栗之藏’及大果型‘黑海’，行距固定為3 m，以株距60、80及100 cm進行栽培試驗。果實品質調查結果顯示，三種南瓜果實之單果重量、果高、果徑、果肉厚度、果實內總可溶性固形物、澱粉、粗蛋白及各植體元素含量，於處理間皆無顯著差異。產量調查結果顯示，‘栗之藏’以株距60 cm處理之單株平均著果數顯著低於其餘兩處理，單株平均產量及總產量皆以株距100 cm處理顯著最高，總產量可達24.1 t·ha⁻¹。‘小黑’及‘黑海’單株平均著果數於各處理間無顯著差異，單株平均產量及總產量則皆以100 cm處理顯著最高，‘小黑’總產量達6.7 t·ha⁻¹，‘黑海’總產量達21 t·ha⁻¹。以種植株距100 cm進行栽培，每公頃分別較60 cm及80 cm減少約40%及20%之種苗數量。綜之，不同種植株距對露天栽培西洋南瓜果實品質無顯著影響，然以株距100 cm進行栽培，可降低單位面積所使用之種苗數量，亦可獲得最高之產量。

關鍵詞：西洋南瓜、株距、果實品質、產量

前言

南瓜為世界重要葫蘆科(Cucurbitaceae)蔬菜，依遺傳學可分為西洋南瓜(*Cucurbita maxima*)、中國南瓜(*C. moschata*)、美國南瓜(*C. pepo*)、黑子南瓜(*C. ficifolia*)及墨西哥南瓜(*C. mixta*)⁽⁵⁾。南瓜主要食用部位為成熟果實，其中富含醣類、澱粉、類胡蘿蔔素、維他命A及C等營養素，可作為蔬菜食用，亦可作為主食替代品。其未熟之嫩果、花、嫩梢及種子亦可做為蔬菜烹飪及加工使用，用途十分廣泛，2017年全球栽培面積約208萬 ha^(11,25)。

西洋南瓜為國內近年新興之果菜類蔬菜，目前主要產區為南投縣草屯鎮，栽培面積已達60 ha以上。西洋南瓜口感鬆軟，質地香甜，連皮食用帶有栗子香氣，故有栗子南瓜之稱。又因其外形討喜，深受消費者喜愛，常用作年節禮盒販售。依據行政院農業委員會農糧署農

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0983號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

增加約400 ton，顯示國內西洋南瓜之市場需求有逐年提升之趨勢。

國內西洋南瓜多定植於9月中下旬至隔年3月中旬間，於露天田區以匍匐栽培模式進行生產。西洋南瓜為雌雄同株異花，主要授粉昆蟲為蜜蜂，栽培田區野生蜜蜂數量如不足，可於第一朵雄花開放之一週內，於每分地放置1個蜂箱，以提高雌花授粉成功率。南瓜產量表現與單株平均著果數呈正相關，且會因品種而有所差異，故栽培時選擇合適品種為決定產量之重要關鍵。西洋南瓜植株型態為蔓性，適當的整蔓管理，可促使養分集中，有助於著果及果實肥大^(4,27)，以單蔓栽培可獲最佳之果實品質；以雙蔓栽培可獲最高之產量⁽²⁾。

種植株距影響南瓜果實大小及產量⁽²⁶⁾，適當栽培密度可使作物在生長時，有最適當之水分、光照、土壤及肥力分配，而有最佳品質及產量⁽⁶⁾。當作物栽培模式及環境改變，最佳栽培密度亦會隨之改變⁽²²⁾。較高的種植密度，可使作物較田間雜草具優勢競爭之能力，達到雜草生態控制；然種植密度過高，卻也常造成某些病原菌及害蟲快速傳播^(20,29)。最佳作物栽培密度須由各項不同因素進行評估，包括：作物屬性、生長期、播種日期與方法、土壤肥力、植株大小、灌溉方式、太陽輻射、種植方式及雜草等面向⁽⁷⁾。植物光合作用中碳產物的分配與栽培密度間並非呈現一恆定常數之相關性，換言之，最適合作物營養生長之栽培密度，不一定最適合生殖生長⁽¹⁶⁾。為獲得最高之經濟產量，作物仍需在生長過程中擷取足夠之太陽輻射以進行光合作用，為經濟產物貢獻充足之光合產物⁽¹⁵⁾。

國內西洋南瓜栽培農友逐年增加，然許多相關栽培技術尚未以科學化數據建立，農友在栽培生產時常無參考依據。本研究針對目前國內農友普遍栽培之西洋南瓜品種，以不同種植株距於露天田區進行栽培試驗，以評估不同種植株距對於西洋南瓜果實品質及產量之影響，以期提供農友栽培西洋南瓜時之參考。

材料與方法

一、試驗地點、材料及栽培方式

本研究於本場試驗田區進行，參試品種選用三種不同果實大小之西洋南瓜商業品種，分別為小果型‘小黑’(農友種苗股份有限公司)、中果型‘栗之藏’(明豐種苗行)及大果型‘黑海’(稼穡種子有限公司)。試驗材料以60穴格育苗盤於本場蔬菜研究室育苗溫室內育苗，待幼苗生長至3-4片本葉，即進行田間定植作業。本試驗分別於2018年10月23日及2019年2月8日定植於蔬菜研究室露天田區，所使用之畦寬2.7 m、畦溝0.3 m、畦長40 m，栽培畦面上鋪設銀黑色塑膠布，試驗植株於畦面側邊採單行、匍匐種植。本試驗以種植株距60、80及100 cm三種處理進行，栽培行距固定為3 m。種植過程採雙蔓栽培，於植株生長至6-8片葉時進行摘心，待頂芽下方之側芽長出，則選2個較強健之側芽作為結果蔓進行引蔓作業，並於生長過程中將兩結果蔓上之側芽皆去除⁽³⁾。試驗中各處理皆採開放授粉及自然留果模式栽培，待植株藤

蔓生長至畦面另一側之邊緣時，進行摘心作業。試驗區每分地於整地時施用田樂1號有機肥(2.3:2.7:2) 700 kg作為基肥，定植後之追肥量依據農家要覽-南瓜篇之建議，各類病蟲害防治依據植物保護資訊系統之建議用藥。為評估處理間之效應，針對果實品質及產量進行調查分析。果實品質調查及分析項目包括果重、果高、果徑、果肉厚度、總可溶性固形物、澱粉、粗蛋白含量及植體元素。產量調查項目則包括單株平均結果數、單株平均產量及總產量。

二、分析項目與方法

(一)植體元素及粗蛋白分析

南瓜果實植體樣品於烘箱DO60 (Deng Yng, Taiwan)以溫度70°C烘乾後磨粉，經濕灰法(硫酸)分解後，測定氮、磷、鉀、鈣及鎂含量。以微量擴散法測定全氮量⁽⁸⁾，粗蛋白質含量則為全氮量乘以6.25。全磷量利用鉬黃法測定之，於樣品萃取液加入鈳鉬磷酸鹽試劑後，形成黃色之鈳鉬磷酸複合物，利用分光光度計U-2001 (Hitachi, Japan)，測定420 nm之吸光值⁽²⁴⁾。利用焰光分析儀U-2900(Hitachi, Japan)測定其全鉀量⁽¹⁷⁾，利用原子吸收分析儀Avanta AA (Fittech Co., Ltd, Taiwan)測定其鈣、鎂、銅、錳、鋅及鐵含量⁽¹⁸⁾。

(二)總可溶性固形物及澱粉含量分析

依據Chow和Landhausser (2004)方法⁽¹⁰⁾，加以修改後分析。植體樣品經冷凍乾燥機ED24-4S-D (Kingmech, Taiwan)乾燥後磨粉，取0.1 g乾燥樣品加入10 mL去離子水，並置於30°C水浴槽830S1 (Hotech, Taiwan)內3 hr，後置入離心機4K15 (Sigma, UK)，以轉速4,000 rpm離心10 min。離心後取上清液，分析可溶性固形物含量，底部沉澱物以去離子水充分清洗後烘乾，分析澱粉含量。進行可溶性固形物分析時，取0.2 mL上清液，加入含有4.8 mL去離子水之試管中，混合均勻後，取2 mL混合液置於長試管內，並加入0.1 mL苯酚(90% liquid phenol)及6 mL硫酸(98% H₂SO₄)，混合均勻後，置於80°C水浴槽，靜置30 min，以分光光度計於波長490 nm下偵測其吸光值。測定澱粉含量時，取0.1 g乾燥樣品，加入2 mL去離子水，置於100°C水浴槽中15 min，取出後迅速置於冰水中冷卻。冷卻後加入2 mL過氯酸(9.2N HClO₄)震盪15 min，後以去離子水定量至10 mL，並置於10°C以轉速10,000 rpm離心10 min；之後取0.1 mL上清液，加入1.9 mL去離子水、0.1 mL苯酚(90% liquid phenol)及6 mL硫酸(98% H₂SO₄)，混合均勻後，置於80°C水浴槽，靜置30 min，以分光光度計於波長490 nm下偵測其吸光值。以濃度100 ppm葡萄糖溶液作為標準品，葡萄糖樣品以序列稀釋法分別加入20 μL苯酚(90% liquid phenol)及1.2 mL硫酸(98% H₂SO₄)，混合均勻後，置於80°C水浴槽，靜置30 min，以分光光度計偵測波長490 nm下之吸光值。試驗樣品之可溶性固形物及澱粉含量以內插法計算得知。

(三)統計分析

試驗設計採完全隨機設計(Completely random design, CRD)，每處理4重複，每重複調查10株，數據則以Costat 6.2 (CoHort Software, Berkeley, CA, USA)進行Fisher's Least Significant Difference Test ($p \leq 0.05$)，分析各處理間有無顯著差異。

結果與討論

為瞭解露天栽培時不同種植株距對西洋南瓜果實品質及產量之影響，本研究分別選用‘小黑’、‘栗之藏’及‘黑海’三種不同果型之西洋南瓜商業品種進行栽培試驗。果實品質調查結果顯示，三種南瓜以種植株距60、80及100 cm進行栽培時，無論果重、果高、果徑及果肉厚度皆無顯著差異。然而，三種南瓜之平均單果重皆以種植株距100 cm處理有較重之趨勢(表一)。三種南瓜之果實外表，亦皆以種植株距60 cm進行處理之果實較小，80 cm及100 cm處理之果實大小則較為相近(圖一)，Nesmith (1993)指出，當提高種植株距，僅些微提升西瓜之平均果重，與本試驗結果相符⁽²³⁾。

南瓜果實富含各類營養元素，而其澱粉及醣類含量為決定口感、質地及風味之關鍵。果實植體元素分析結果顯示，三種南瓜以種植株距60、80及100 cm進行栽培，果實內各類植體元素皆無顯著差異(表二)。「小黑」果實內總可溶性固形物、澱粉及粗蛋白含量於各處理間亦無顯著差異。「栗之藏」以種植株距60及80 cm進行處理，果實內總可溶性固形物及粗蛋白含量皆顯著較100 cm之處理高，然澱粉含量於處理間則無顯著差異。「黑海」以種植株距100 cm之處理，果實內總可溶性固形物可達 $62.7 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ，顯著較其餘兩處理高，然粗蛋白含量於處理間則無顯著差異(表三)。由試驗結果可推論，南瓜果實中澱粉及粗蛋白含量並不會因種植株距不同而有所差異，總可溶性固形物含量亦不隨種植株距呈固定趨勢變化。Gwanama等人(2001)指出，南瓜在定植後到開雌花日數、最早成熟果重、平均果重及可溶性固形物含量在品種間有顯著差異，而南瓜果實中可溶性固形物、澱粉及蛋白質含量變化係與果實成熟度有關^(1,12)，與本試驗結果相符。

調整作物栽培密度是控制植株間養分競爭的有效手段⁽¹⁴⁾，一般而言，試驗數據所擬合的模型顯示，作物的產量會隨栽培密度的增加而上升，然當栽培密度到達某個閾值，產量即呈現平穩或下降趨勢^(13,28)。作物在合適栽培條件下，以栽培密度閾值進行生產，可獲得最高產量⁽²²⁾。本試驗產量調查結果顯示，「小黑」及「黑海」之單株平均著果數於各處理間皆無顯著差異，單株平均產量及總產量皆以100 cm處理顯著最高，「小黑」總產量達 $6.7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ，「黑海」總產量達 $21 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ；「栗之藏」單株平均著果數以60 cm之處理顯著最低，其餘兩處理間無顯著差異，然以100 cm處理之單株平均產量為 6.3 kg 、總產量為 $24.1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ，皆顯著較其餘處理高(表四)。Maynard和Scott (1988)指出，甜瓜單株可收穫之平均果實數會隨著種植株距縮短而減少，然

栽培行距不會影響單株可收穫之平均果實數及平均單果重量⁽²¹⁾；Latifi等人(2012)亦指出，較低的植株密度可使南瓜產量提升⁽¹⁹⁾。南瓜以較大之種植株距進行栽培，可降低植株間生育競爭，養分及水分之分配更為平均，促進植株生長勢，進而提升產量。反之，種植密度提高會使單株平均著果數下降，產量亦較低⁽⁹⁾。如以固定行距3 m估算西洋南瓜栽培時每公頃所需之種苗數量，種植株距60 cm需5,556株、株距80 cm需4,167株、株距100 cm需3,300株，可知當種植株距為100 cm時，每公頃所需之種苗數量為最少，然產量最高。

綜合試驗結果，‘小黑’、‘栗之藏’及‘黑海’以株距60、80或100 cm栽培，在平均果重、果高、果徑及果肉厚度、果實內可溶性固形物、澱粉及各植體元素含量皆無顯著差異。三種南瓜以株距100 cm栽培，每公頃可分別較株距60及80 cm者減少約40%及20%之種苗數量，可獲得最高之單位面積產量。因此，農友栽培西洋南瓜時，建議株距100 cm，不僅可降低種苗成本，亦可獲最高之產量。

表一、不同種植株距對三品種西洋南瓜果實品質之影響
Table 1. The effect of different plant spacing on the fruit quality of three pumpkin cultivars (*Cucurbita. maxima*)

Plant spacing (cm)	'Small Black'			'Li-zhi Zang'			'Black Sea'					
	Fruit weight (g)	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Fruit thickness (cm)	Fruit weight (g)	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Fruit thickness (cm)	Fruit weight (g)	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Fruit thickness (cm)
60	605.4 ^{xy}	73.3 ^a	119.1 ^a	2.3 ^a	1763.6 ^a	106.3 ^{ab}	157.4 ^a	3.0 ^a	2624.1 ^a	118.7 ^a	185.9 ^a	3.2 ^a
80	636.9 ^a	76.8 ^a	119.6 ^a	2.2 ^a	1801.0 ^a	108.4 ^a	166.4 ^a	3.1 ^a	2500.3 ^a	117.1 ^a	181.1 ^a	3.1 ^a
100	641.2 ^a	71.0 ^a	117.0 ^a	2.1 ^a	1882.2 ^a	104.4 ^a	160.7 ^a	2.9 ^a	2685.3 ^a	117.6 ^a	180.7 ^a	3.4 ^a

^{xy} Means followed by same letter within column are not significantly different at $p \leq 0.05$ based on Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

表二、三品種西洋南瓜以不同種植株距生產之果實植體元素含量

Table 2. Plant elements contents of 3 pumpkins fruit grown by 3 plant spacings

Cultivar	Plant spacing (cm)	N	P	K	Na	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
		(%)	($\mu\text{g/g}$)	(%)	($\mu\text{g/g}$)	($\mu\text{g/g}$)	($\mu\text{g/g}$)	($\mu\text{g/g}$)	($\mu\text{g/g}$)	($\mu\text{g/g}$)	($\mu\text{g/g}$)
Small Black	60	1.1 ^{xy}	137.2 ^a	1.5 ^a	54.7 ^a	1595.6 ^a	882.8 ^a	3.3 ^a	2.0 ^a	8.7 ^a	12.3 ^a
	80	1.2 ^a	129.1 ^a	1.5 ^a	52.1 ^a	1688.3 ^a	866.3 ^a	3.2 ^a	1.7 ^a	8.2 ^a	12.3 ^a
	100	1.2 ^a	117.4 ^a	1.6 ^a	42.4 ^a	1547.4 ^a	819.4 ^a	3.0 ^a	1.4 ^a	8.4 ^a	11.3 ^a
Li-zhi Zang	60	1.3 ^a	135.0 ^a	1.9 ^a	58.9 ^a	1663.7 ^a	1025.2 ^a	2.9 ^a	1.7 ^a	10.8 ^a	15.1 ^a
	80	1.4 ^a	142.3 ^a	1.8 ^a	61.9 ^a	1656.4 ^a	1055.7 ^a	3.0 ^a	1.9 ^a	9.6 ^a	13.4 ^a
	100	1.3 ^a	140.8 ^a	1.7 ^a	56.3 ^a	1393.4 ^a	1044.9 ^a	2.4 ^a	1.6 ^a	8.9 ^a	13.1 ^a
Black Sea	60	1.2 ^a	185.6 ^a	1.9 ^a	62.9 ^a	1355.7 ^a	969.0 ^a	5.1 ^a	3.0 ^a	11.6 ^a	15.0 ^a
	80	1.2 ^a	188.9 ^a	1.8 ^a	58.7 ^a	1097.3 ^a	909.6 ^a	4.8 ^a	2.9 ^a	11.4 ^a	16.8 ^a
	100	1.2 ^a	199.7 ^a	1.9 ^a	56.2 ^a	1160.8 ^a	854.1 ^a	4.6 ^a	2.9 ^a	11.2 ^a	17.3 ^a

^{xy} Means followed by same letter within column comparison between cultivars are not significantly different at $p \leq 0.05$ based on Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

表三、不同種植株距對西洋南瓜果實內總可溶性固形物、澱粉及粗蛋白含量之影響

Table 3. The effect of different plant spacing on the total soluble solids, starch, and crude protein content in pumpkin fruits

Plant spacing (cm)	‘Small Black’			‘Li-zhi Zang’			‘Black Sea’		
	Total soluble solids (mg/g)	Starch (%)	Crude protein (µg/ml)	Total soluble solids (mg/g)	Starch (%)	Crude protein (µg/ml)	Total soluble solids (mg/g)	Starch (%)	Crude protein (µg/ml)
60	36.6 ^{av}	271.5 ^a	6.2 ^a	88.7 ^a	144.4 ^a	8.2 ^{ab}	39.1 ^b	151.3 ^a	7.6 ^a
80	38.9 ^a	269.1 ^a	7.4 ^a	95.0 ^a	141.9 ^a	8.7 ^a	48.2 ^b	177.3 ^a	7.5 ^a
100	49.0 ^a	261.2 ^a	7.3 ^a	54.9 ^b	166.5 ^a	7.3 ^b	62.7 ^a	166.7 ^a	7.5 ^a

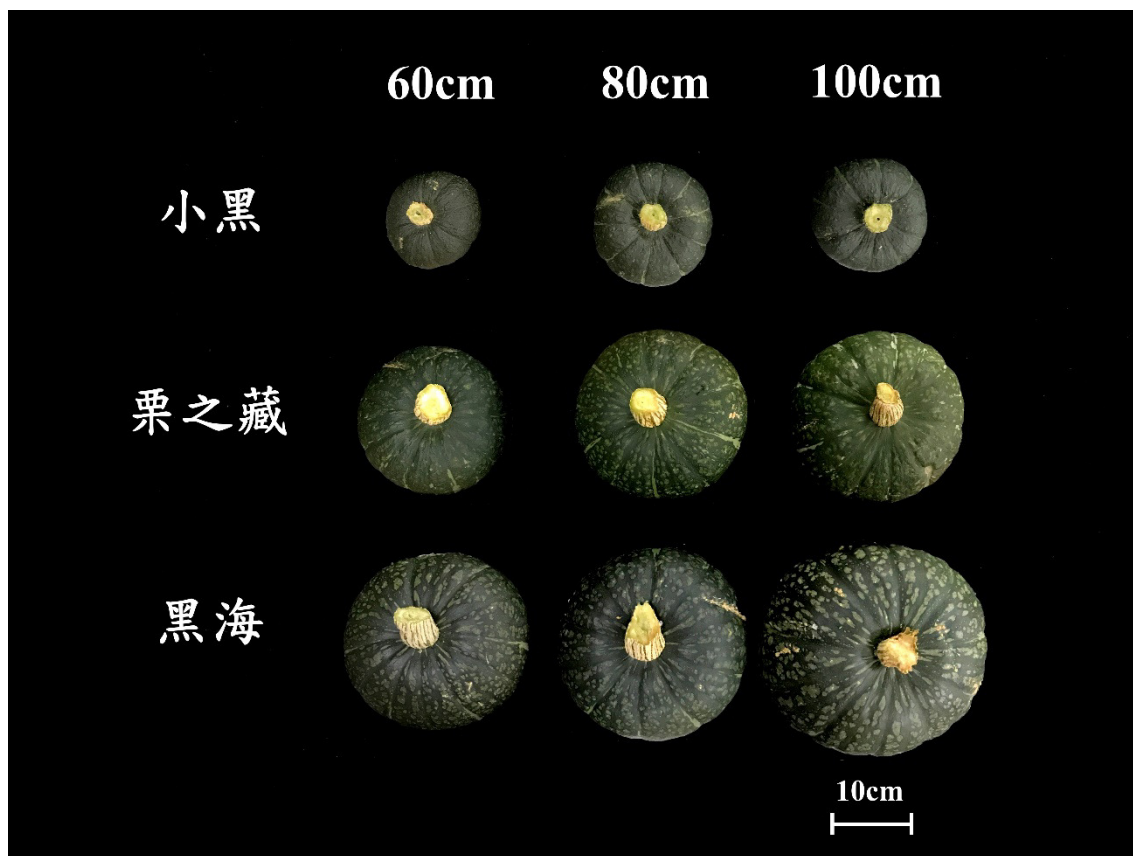
^y Means followed by same letter within column are not significantly different at $p \leq 0.05$ based on Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

表四、不同種植株距對西洋南瓜產量之影響

Table 4. The effect of different plant spacing on the yield of pumpkin

Cultivar	Plant spacing (cm)	Average single plant yield		Total Yield (t/ha)
		Average fruit number (number/plant)	(kg/plant)	
Small black	60	5.0 ^{av}	0.9 ^b	5.9 ^b
	80	5.9 ^a	1.4 ^a	6.9 ^a
	100	5.8 ^a	1.7 ^a	6.7 ^a
Li-zhi zang	60	2.6 ^b	3.4 ^b	21.4 ^b
	80	3.7 ^a	4.0 ^b	19.1 ^b
	100	4.2 ^a	6.3 ^a	24.1 ^a
Black sea	60	2.2 ^a	3.2 ^b	20.5 ^b
	80	2.7 ^a	4.8 ^a	20.8 ^a
	100	2.8 ^a	5.5 ^a	21.0 ^a

^y Means followed by same letter within column comparison between cultivars are not significantly different at $p \leq 0.05$ based on Fisher's protected least significant difference (LSD) test.



圖一、三種西洋南瓜以不同株距栽培之果實。

Fig. 1. Fruit of pumpkin grown with different cultivate plant distances.60 cm, 80 cm, and 100 cm respectively three different cultivate plant spacing.

誌 謝

本研究承蒙本場蔬菜研究室同仁協助進行試驗調查及分析，得以順利完成，謹致謝忱。

參考文獻

1. 李新崢、范文秀、劉振威、楊鵬鳴、沈軍 2006 南瓜果實發育過程中主要營養成分的變化 西北農林科技大學學報 34(7): 111-115。
2. 林煜恒、張富翔、藍玄錦 2019 整蔓方式對於露天栽培西洋南瓜果實品質及產量之評估 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究彙報 142: 67-75。
3. 胡正榮 2011 設施南瓜整蔓技術 花蓮區農業專訊 78: 16-18。

4. 施純堅 2014 南瓜整枝栽培技術 高雄區農業專訊 94: 9-11。
5. 薛佑光、蕭吉雄 2005 南瓜 p.495-502 臺灣農家要覽增修訂三版 財團法人豐年社編印 臺北。
6. Ahmad, N.U., and K.R. Haque. 1986. Effect of row spacing and time of sowing on the yield of black cumin(*Nigella sativa* L.). Bangladesh. J.Agris. 1: 21-24.
7. Ameri, A., M. Nassiri and P. Rezvani. 2007. Effects of different nitrogen levels and plant density on flower, essential oils and extract production and nitrogen use efficiency of Marigold (*Calendula officinalis*). Iranian J. Field Crops Res. 5: 315-325.
8. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. In: Page, A.L., H. Miller and D.R. Keeney (eds.) Methods of soil analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.
9. Bahlgerdi M., H. Aroiee and M. Azizi. 2014. The study of plant density and planting methods on some growth characteristics, seed and oil yield of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*, cv. 'Kaki'). Amer. J. of Life Science 2(5): 319-324.
10. Chow, P. S. and S. M. Landhausser. 2004. A method for routine measurements of total sugar and starch content in woody plant tissues. Tree Physiol. 24: 1129-1136.
11. FAOSTAT. 2017. Statistical Database. <http://apps.fao.org>.
12. Gwanama, C., A. M. Botha and M. T. Labuschagne. 2001. Genetic effects and heterosis of flowering and fruit characteristics of tropical pumpkin. Plant Breed. 120: 271-272.
13. Holliday, R. 1960. Plant population and crop yield. Nature 186: 22-24.
14. Hornok, L. 1986. Effect of environmental factors on growth yield and the active principles of some spice plants. Acta Horticulturae. 188: 169-176.
15. Hall, A.E. 1990. Physiological ecology of crops in relation to light, water, and temperature, p. 191-234. In: C.R. Carroll, J.H. Vandermeer, and P.M. Rosset (eds.). Agroecology. McGraw-Hill, New York.
16. Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic, New York.
17. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.
18. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. p.247-262. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.) Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.

19. Latifi M., A. Barimavandi, S. Sedaghatthoor and S. R. Lipayi. 2012. Sowing date and Plant population effects on seed yield of *Cucurbita pepo*. *Int. J. Agric. Biol.*, 14: 641-644.
20. Mundt, C.C. 1990. Disease dynamics in agroecosystems, p.263-299. In: C.R. Carroll, J.H. Vandermeer, and P.M. Rosset (eds.). *Agroecology*. McGraw-Hill, New York.
21. Maynard, E.T. and W.D. Scott. 1998. Plant spacing affects yield of Superstar muskmelon. *HortScience* 33(1): 52-54.
22. Nichols, M.A. 1983. Plant spacing and asparagus. *Proc. Asparagus Growers Short Course* 7, 23-26 May 1983. Dept. of Horticulture and Plant Health, Massey Univ., Palmerston North, N.Z.
23. Nesmith D.S. 1993. Plant spacing influences watermelon yield and yield components. *HortScience*. 28(9): 885-887.
24. Olsen. S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A.L., H. Miller and D.R. Keeney (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part 2*. Academic Press, Inc., New York.
25. Pandey S., A. Jha., S. Kumar and M. Rai. 2010. Genetics and heterosis of quality and yield of pumpkin. *Indian J. Hort.* 67(3): 333-338.
26. Reiner S. 1997. Plant spacing and variety affect pumpkin yield and fruit size, but supplemental nitrogen does not. *HortScience*. 32(6): 1037-1039.
27. Stapleton, S.C., H.C. Wien and R. A. Morse. 2000. Flowering and fruit set of pumpkin cultivars under field conditions. *HortScience*. 35(6): 1074-1077.
28. Willey, R.W. and S.B. Heath. 1969. The quantitative relationships between plant population and crop yield. *Adv. Agron.* 21: 281-321.
29. Weiner, J. 1990. Plant population ecology in agriculture, p.235-262. In: C.R. Carroll, J.H. Vandermeer, and P.M. Rosset (eds.). *Agroecology*. McGraw-Hill, New York.

The Effect of Plant Spacing on Fruit Quality and Yield of Pumpkin (*Cucurbita maxima*) in Open Field ¹

Yu-Heng Lin ²

ABSTRACT

In order to understand the effect of plant spacing on the fruit quality and yield of pumpkin (*Cucurbita maxima*), the present study used three pumpkin cultivars of different fruit size as plant materials, small fruit size 'Small black', medium 'Li-zhi zang' and big 'Black sea'. Sixty、80 and 100 cm of plant spacing was conducted to cultivate pumpkin, with the row spacing fixed as 300 cm. The results of the fruit quality survey showed that there was no significant difference in fruit weight, fruit length, fruit width, fruit thickness, total soluble solids, starch, crude protein, and all plant element content within cultivar among all treatments. The average fruit number per plant of 'Li-zhi zang' in the plant spacing treatment of 60 cm was significantly lower than that of the other two treatments. The average yield per plant of 100 cm treatment was significantly the highest, with the total yield of 24.1 tons per hectare. The average fruit number per plant of 'Small black' and 'Black sea' were not significantly different among the treatments. However, the average yield per plant and the total yield were all the highest under the plant spacing 100 cm with the total yield per hectare of 'Small black' 6.7 tons and 'Black sea' 21 tons. Cultivation with plant spacing 100 cm reduced the number of seedlings per hectare by about 40% and 20% compared with 60 cm and 80 cm, respectively. In conclusion, different planting spacing has no effect on the fruit quality of three pumpkins cultivars grown in the open field. However, cultivating with plant spacing 100 cm can reduce the number of seedlings needed per unit area and obtain the highest yield.

Key words: *Cucurbita maxima*, plant spacing, fruit quality, yield

¹ Contribution No.0983 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.