

機械採收模式下不同栽培密度對胡麻臺南 1 號 生育之影響¹

黃涵靈、鍾瑞永²

摘 要

黃涵靈、鍾瑞永。2021。機械採收模式下不同栽培密度對胡麻臺南 1 號生育之影響。臺南區農業改良場研究彙報 77：30-38。

胡麻 (*Sesamum indicum* L.) 為國內主要的油料作物之一，臺灣主要栽培品種為臺南 1 號，因胡麻採收過程耗費人工，如配合乘坐式割捆機採收，可以機械取代割捆人力，但該機械適合採收畦寬為 120 公分，不同於目前國內慣行栽培畦寬，故為配合該機械採收模式，本研究主要了解改變栽培畦寬是否會影響胡麻生長及產量，並評估在 120 公分畦寬下適當的行株距，以提高機械採收效率及效益，並探討不同的栽培密度對胡麻臺南 1 號生長之影響。本試驗比較畦寬 100 公分及 120 公分處理下之胡麻臺南 1 號生長差異，結果顯示兩處理間之單位面積產量沒有顯著差異；另外在畦寬 120 公分下，比較每畦 3 行、株距 10 公分，及每畦 2 行、株距 5、10、15 公分等四個處理，調查胡麻臺南 1 號生長及產量性狀表現，試驗結果顯示，隨著株距增加，栽培密度降低時，胡麻臺南 1 號植株之株高、莖桿寬度、分支數、結莢對數、單株蒴果數及單株產量有隨著增加之趨勢，始莢高度則降低，而單位面積產量則沒有顯著影響。經綜合評估，配合乘坐式割捆機採收胡麻臺南 1 號，推薦栽培行株距為 120 公分畦寬，株距為 10 公分，每畦兩行。

現有技術：目前國內胡麻採收以人工為主，而栽培密度通常為畦寬 100 公分，株距 10 ~ 15 公分。

創新內容：針對國內引進並改良之乘坐式割捆機所適合之 120 公分畦寬進行栽培行株距之建議，以建立適合該機械之栽培模式，提升採收效率。

對產業影響：提供適當栽培密度以供機械採收模式建立過程之參考，使節省胡麻採收部分人力，並改善胡麻產業現況問題。

關鍵字：胡麻、臺南 1 號、栽培密度、畦寬、株距

接受日期：2021 年 4 月 13 日

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 532 號。

2. 行政院農業委員會臺南區農業改良場助理研究員、研究員兼課長。712 臺南市新化區牧場 70 號。

前 言

胡麻 (*Sesamum indicum* L.) 為國內主要的油料作物之一，每年胡麻種子需求量達 40,000 公噸以上，於 107 年國內栽培面積為 2,221 公頃，年產量約 2,100 公噸，現有胡麻栽培品種以臺南 1 號為主，其為臺南區農業改良場於民國 85 年育成⁽³⁾，黑色種皮且具產量高、風味佳等特性，然而目前胡麻產業面臨的主要問題為胡麻栽培過程耗費人力，尤其採收時期需進行割拔、捆束、篩選等作業皆須人工，如大面積栽培時易面臨採收人力不足問題，為改善此情況，臺南區農業改良場自 104 年引進義大利 BCS280 型乘坐式割捆機 (圖 1)，配合國內栽培管理特性進行改良，該機器可取代採收前端人工割捆之人力，每公頃可降低約 20 個人力成本⁽²⁾，唯配合該採收機械須採以 120 公分畦寬種植方有較佳的採收效率⁽²⁾，但目前國內習慣種植方式為較窄的畦寬，通常以畦寬 100 公分、株距約 10 ~ 15 公分、每畦兩行為主⁽²⁾，而對於增加畦寬是否影響胡麻臺南 1 號生長或產量表現，或在畦寬增加情形下是否需適當地增加栽培密度以提高單位面積產量仍待評估。栽培密度對於作物生長有很大的影響，試驗研究指出，栽培密度對胡麻的根系發展、株高、單株葉片面積、分支數、種子品質和產量等均有影響^(6,9,12,16)，不同胡麻品種亦可能因分支生長情形不同而適合不同的栽培密度，Delgado⁽⁸⁾ 指出在不同密度下，胡麻植株之株高、分支數、單株蒴果數、單蒴果種子數、種子重及單位面積蒴果數等和胡麻單位面積產量有顯著正相關。而為達農作物經濟生產條件，了解作物栽培密度和產量之間的關係，並選擇適當的栽培密度可提高單位面積產值，使農業生產更具經濟效益。

本研究主要目的要了解改變栽培畦寬是否會影響胡麻生長及產量，並評估在 120 公分畦寬下適當的行株距及不同的栽培密度對胡麻臺南 1 號生長之影響，以提供適當的栽培管理模式，提高機械採收效率。

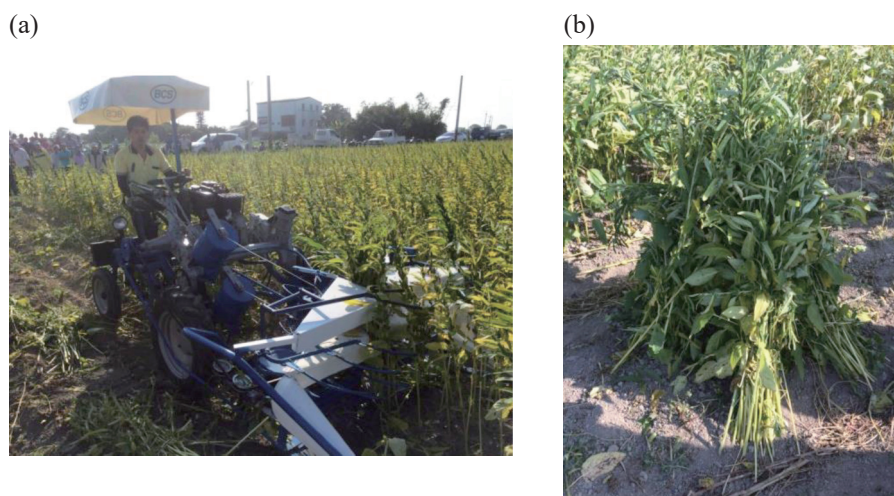


圖 1. 義大利 BCS280 型乘坐式割捆機採收胡麻情形 (a) 及機械捆束後於田間堆曬之情形 (b)
Fig. 1. The sesame was harvested by the BCS280 reaper binder imported from Italy (a) and was bundled in the field by the machine for drying (b).

材料與方法

一、不同畦寬對胡麻臺南 1 號生長之影響

(一) 試驗材料：胡麻臺南 1 號。

(二) 試驗方法

1. 栽植及試驗處理方法：本試驗於 106 年秋作期間進行，分成畦寬 100 公分及 120 公分兩種處理，每畦雙行栽植，100 公分畦寬處理者，其畦間行距為 60 公分，畦面行距為 40 公分，株距為 10 公分，計算該處理每分地株數為 20,000 株，而畦寬 120 公分處理者，其畦間行距為 60 公分，畦面行距為 60 公分，株距為 10 公分，計算該處理每分地株數為 16,667 株，
2. 試驗採逢機完全區集設計 (RCBD)，每處理 3 重複，每小區面積 100 平方公尺，試驗期間自 106 年 9 月 5 日至 106 年 11 月 23 日。。
3. 植株生長及產量性狀調查：每小區調查 10 株，
 - (1) 分支數：植株成熟可採收時期，調查主莖上之分支數。
 - (2) 株高：植株成熟可採收時期，調查子葉節至主莖莖頂的高度。
 - (3) 始莢高度：植株成熟可採收時期，測量子葉節至第一對蒴莢的高度。
 - (4) 結莢節間距：調查第 1 對至第 11 對結莢節之長度，將其除以節間數 10 即為結莢節間距。
 - (5) 結莢對數：植株成熟可採收時期，調查主莖及分支之結莢對數。
 - (6) 莖桿寬度：植株成熟可採收時期，測量主莖子葉節以上 3 公分位置之莖桿寬度。
 - (7) 單株蒴莢數：植株成熟可採收時期，調查單株蒴果總數。
 - (8) 單株種子產量：蒴果成熟之飽滿籽粒曬乾後，種子水分 8% 以下，測量單株種子重。
 - (9) 單位面積產量：以坪割方式調查單位面積種子採收量。
 - (10) 種子千粒種：測量每小區坪割種子 1,000 顆種子重量，蒴果成熟之飽滿籽粒曬乾後，種子水分 8% 以下，隨機選取 1,000 顆種子秤重。

二、畦寬 120 公分下不同株距對胡麻臺南 1 號生長之影響

(一) 試驗材料：胡麻臺南 1 號。

(二) 栽植及試驗處理方法：本試驗於 107 年秋作期間進行，畦寬 120 公分，並分成每畦 2 行，株距分別為 5 公分 (33,333 株 / 分地)、10 公分 (16,667 株 / 分地)、15 公分 (11,111 株 / 分地) 及每畦 3 行，株距 10 公分 (25,000 株 / 分地) 等 4 種處理，試驗採逢機完全區集設計 (RCBD)，每處理 8 重複，每小區面積為 12 平方公尺，試驗期間自 107 年 9 月 13 日至 107 年 11 月 30 日。

(三) 植株生長及產量性狀調查：調查方法同材料與方法一。

三、統計分析

利用 SAS 軟體 (SAS Institute Inc., USA) 的一般線性模式 (GLM, general linear model) 進行變方分析 (ANOVA)，比較各性狀在試驗處理間是否有顯著性差異，再以最小顯著差異性測驗 (Least significant difference, LSD) 比較兩兩之平均數差異。

結果與討論

一、不同畦寬對胡麻臺南 1 號生長之影響

國內胡麻主要採作畦栽培方式，而目前一般農民習慣種植的畦寬約 100 公分，株距約 10 ~ 15 公分，如配合乘坐式割捆機進行採收，則必須依機械輪距將畦寬更改為 120 公分，才有較佳的採收效率，然增加畦寬會使單位面積種植株數減少，是否會影響產量成為農民主要關心之問題，故本試驗以農民慣行的 100 公分畦寬作為對照，比較在機械採收模式下，將畦寬增加為 120 公分對於胡麻臺南 1 號生長之差異。試驗結果顯示，120 公分畦寬處理者之單株蒴果數為 82.2 個，100 公分畦寬處理單株蒴果數則為 62.8 個，兩處理間達顯著性差異，而兩處理間之分支數、株高、結莢對數及單株產量則未達顯著性差異 ($P < 0.05$)，惟仍可看到 120 公分畦寬處理者之分支數、株高、結莢對數及單株產量上有高於 100 公分畦寬處理之趨勢 (表 1)，顯示增加畦寬至 120 公分雖使單位面積株數減少，但胡麻臺南 1 號會提高分支數、結莢對數、單株蒴果數等使胡麻單株產量提高，進而補償單位面積產量，使單位面積產量沒有顯著影響。

二、畦寬 120 公分下不同株距對胡麻臺南 1 號生長之影響

比較在畦寬 120 公分下不同株距對胡麻臺南 1 號之影響，結果顯示，在四個不同密度處理中，隨著株距增加，栽培密度降低時，胡麻植株之分支數、結莢對數、單株蒴果數及單株產量有隨著增加之趨勢 (表 2)，其中結莢對數、單株蒴果數及單株產量在處理間有顯著性差異，許多研究和本試驗有相同的結果^(6,7,8,13)，說明栽培密度增加使胡麻生長空間受到限縮，對於胡麻植株生長及產量表現有負面影響，並有研究指出，栽培株距愈小，胡麻植株淨光合作用速率降低⁽¹⁾，而隨著栽培密度降低，胡麻植株分支數、單株蒴果數等增加，使提高單株產量；而在分支數表現部分，胡麻臺南 1 號雖然在株距 15 公分處理下有較高的分支數，但和其他處理間未達顯著性差異，可能因胡麻臺南 1 號本身屬於少分支之品種，分支能力有限；此外，不同栽培密度處理對胡麻臺南 1 號之種子千粒重沒有顯著影響，但許多研究顯示栽培密度愈低則胡麻種子千粒重愈高^(4,11,13,15)，而許等人⁽⁵⁾ 研究顯示在較低的栽培株距下胡麻臺南 1 號的種子千粒重較低。

而在胡麻植株莖部生長表現部分，隨著株距減少，栽培密度增加，胡麻臺南 1 號的株高、莖桿寬度有逐漸降低趨勢 (圖 2)，而始莢高度則逐漸增加，且處理間有顯著性差異，而節間長度則沒有顯著影響。栽培密度對作物植株高度有顯著性影響，不同作物可能有不同的反應，有些雜糧作物之株高會隨著栽培密度提高而增加^(10,17)，而有部分胡麻研究也有同樣結果^(15,18)，但本試驗結果為相反，亦有部分研究和本試驗結果相同^(6,11)，推測可能受栽培品種或土壤肥力等因子影響而有所差異，Nglala 等⁽¹²⁾ 指出，於胡麻生育初期 (播種後第 3 和第 6 個禮拜)，栽培密度較高者其株高顯著高於栽培密度低者，然而隨著逐漸生長，於生育中後期 (播種後第 9 個禮拜)，栽培密度愈高者反而株高愈低，本研究雖未調查各處理組於不同生育階段之株高差異，但田間觀察亦有相同情形，此外，栽培密度愈高，始莢高度愈高之情形，也應該和生育初期莖部生長受栽培密度影響有關，說明胡麻臺南 1 號生育初期可能受植株間相互遮光影響造成莖部生長較快以利競爭光源⁽⁷⁾，故栽植密度愈高，植株高度愈高，然而生育後期，植株間相互競爭空間、土壤水分、養分、葉片光合作用等資源^(12,14)，栽培密度愈高，使植株高度愈低。

表 1. 胡麻臺南 1 號在不同畦寬處理下之農藝性狀表現

Table 1. Effect of different furrow width on the agronomic characters of sesame variety 'Tainan No. 1'

畦寬處理 Furrow width	分支數 Number of branches	株高 Plant Height (cm)	始莢高度 Initial capsule height (cm)	結莢對數 Number of capsule nodes	單株蒴果數 Capsule number per plant	單株產量 Seed yield per plant (g)	種子千粒種 1,000 seeds weight (g)	單位面積產量 Yield (kg/0.1 ha)
100 cm	0.02a ^x	121.1a	34.7a	15.6a	62.8b	9.4a	2.71a	157.3 ± 12.6a
120 cm	0.04a	127.6a	24.5a	23.9a	82.2a	11.1a	2.69a	163.4 ± 6.7a
LSD _{0.05}	0.022	22.83	16.34	9.06	2.16	2.45	0.09	26.48

^x Each value represents the mean. Value with different letters between treatments indicate significant differences at P < 0.05 by t-test.

表 2. 胡麻臺南 1 號在 120 公分畦寬下之不同株距處理之農藝性狀表現

Table 2. Effect of different plant spacing under 120 cm furrow width on the agronomic characters of sesame variety 'Tainan No. 1'

株距處理 Spacing Treatment	分支數 Number of branches	結莢對數 Number of capsule nodes	單株蒴果數 Capsule number per plant	單株產量 Seed yield per plant (g)	種子千粒種 1,000 seeds weight (g)	單位面積產量 Seed yield (kg/0.1 ha)
5 cm	0.00a ^x	11.9c	45.0d	6.3b	2.67a	128.8a
10 cm (3 rows)	0.00a	13.2b	53.4c	7.2b	2.66a	131.0a
10 cm (2 rows)	0.03a	15.0a	66.5b	9.9a	2.66a	130.8a
15 cm	0.05a	16.1a	75.6a	11.0a	2.65a	125.7a
LSD _{0.05}	0.06	1.23	8.32	1.33	0.08	12.53

^x Each value represents the mean. Value with different letters between treatments indicate significant differences at P < 0.05 by LSD test.

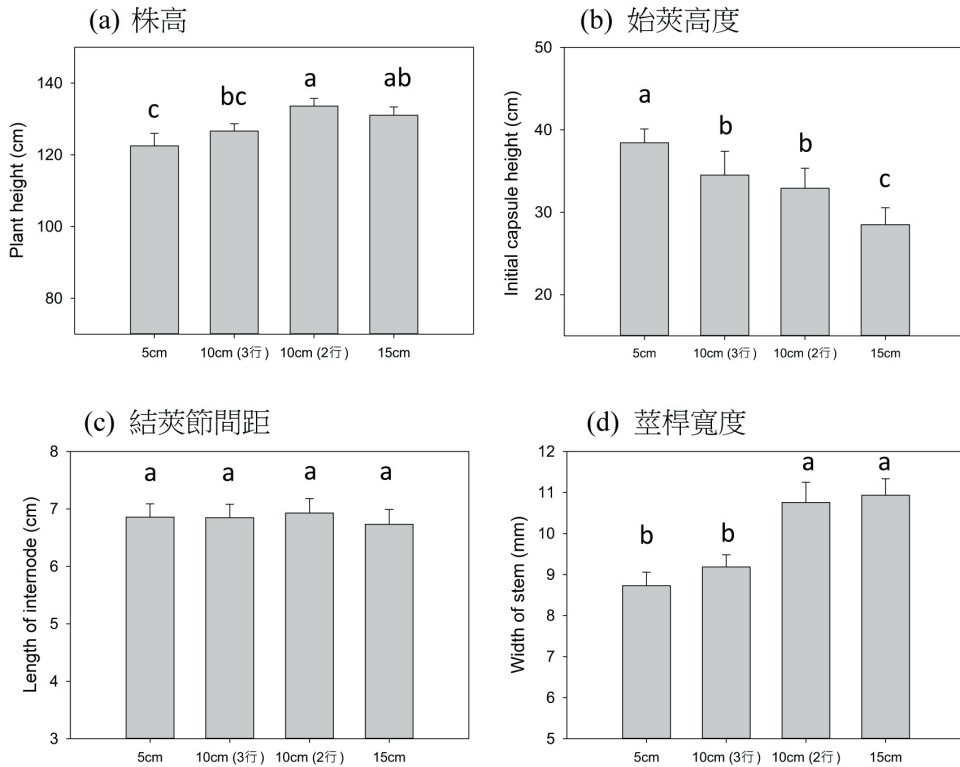


圖 2. 胡麻品種臺南 1 號在 120 公分畦寬下，不同株距對於株高 (a)、始莢高度 (b)、結莢節間距 (c) 及莖桿寬度 (d) 之影響

Fig. 2. Effect of different plant spacing under 120 cm furrow width on the plant height (a), initial capsule height (b), length of internode (c) and width of stem (d) of sesame variety 'Tainan No. 1'. Different letters between treatments indicate significant differences ($P < 0.05$)

臺南區農業改良場引進並改良之義大利 BCS280 型乘坐式割捆機⁽²⁾，乘坐式割捆機前輪距為 130 公分，採收時兩輪行於畦溝上，適合畦寬介於 120 ~ 140 公分的田區，畦寬太大或太小都容易造成採收時機械傾斜而降低採收穩定性，而國內目前胡麻栽培慣行畦寬為 100 公分，如配合乘坐式割捆機採收，須將栽培畦寬加大以利於機械割捆，而對於胡麻經濟栽培來說，在限定的畦寬下，如何調整栽培密度使維持或提升單位面積產量，並提高採收效率，為主要探討重點；而本試驗結果顯示，在畦寬 120 公分下，四種株距處理間的單位面積產量沒有顯著性差異，而綜合各項胡麻植株生長表現顯示，栽培密度降低，胡麻臺南 1 號植株會透過提高結莢對數、單株蒴果數等以提高單株產量，而使最終單位面積產量不受影響 (表 2)，然而田間觀察發現，株距 5 公分 (每畦 2 行) 及株距 10 公分 (每畦 3 行) 之處理組，可能因栽培密度較高，植株病害 (如白粉病) 發生率也相對較高 (田間觀察)，此外，栽培密度低時，胡麻植株莖桿較寬 (圖 1 (d))，而莖桿較寬可能可使植株莖部較為強壯，使機械割捆時植株較不易受機械割刀以外之構造 (如扶撥器、機體橫桿等) 碰撞而斷裂，完整且少植株斷裂的捆束較容易堆立，故經綜合評估，配合乘坐式割捆機採收，推薦栽培行株距為 120 公分畦寬，株距為 10 公分，每畦兩行。

結 論

於不同畦寬對胡麻臺南 1 號生長之影響試驗結果顯示，100 公分畦寬和 120 公分畦寬處理間之單位面積產量沒有顯著性差異，而在畦寬 120 公分下不同株距對胡麻臺南 1 號生長影響試驗結果顯示，四種不同密度處理中，隨著株距增加，栽培密度愈大時，胡麻臺南 1 號植株之分支數、結莢對數、單株蒴果數及單株產量有隨著增加之趨勢，而在胡麻植株莖部生長表現部分，隨著株距減少，栽培密度增加，胡麻臺南 1 號的株高、莖桿寬度有逐漸降低趨勢，而始莢高度則逐漸提高，綜合各項胡麻植株生長表現顯示，栽培密度降低，胡麻臺南 1 號植株會透過提高結莢對數、單株蒴果數等以提高單株產量，進而補償單位面積產量，使四種株距處理間的單位面積產量沒有顯著性差異。經綜合評估，配合乘坐式割捆機採收胡麻臺南 1 號，推薦栽培行株距為 120 公分畦寬，株距為 10 公分，每畦兩行。

引用文獻

1. 吳寅、高桐梅、王東勇、李豐、田媛、曾艷娟、衛雙玲。2018。機播模式下芝麻不同行株距配置的高產效應研究。華北農學報 33(6)：145-151。
2. 吳雅芳、陳昇寬、黃涵靈、鍾瑞永、楊藹華、游添榮、鄭安秀。2018。胡麻栽培管理技術。臺南區農業改良場技術專刊 No.169。
3. 李文輝。1996。胡麻新品種臺南 1 號之育成。臺南區農業改良場研究彙報 33：1-14。
4. 邢丹丹、陳振武、葛維德、王瑩。2010。不同密度對芝麻農藝性狀及產量的影響。黑龍江農業科學 2010(4)：11-17。
5. 許竣傑、劉景平、許育嘉。2016。不同栽培方法對胡麻 (*Sesamum indicum* L.) 臺南 1 號農藝性狀及 sesamin, sesamol 含量之影響。作物、環境與生物資訊 13(4)：153-166。
6. Ali, A. Y. A., Guisheng, Z., Hassan, A., Yagoub, S. O., Farah, G. A., Ahamed, N. E., and Ibrahim, E. G. 2020. Sesame seed yield and growth traits response to different row spacings in semi-arid regions. Universal Journal of Agricultural Research 8(4): 88-96.
7. Caliskan, S., Arslan, M., Arioglu, H., and Isler, N. 2004. Effect of planting method and plant population on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) in a Mediterranean type of environment. Asian Journal of Plant Sciences, 3(5): 610-613.
8. Delgado, M., and Yermanos, D. M. 1975. Yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) under different population densities. Economic Botany. 69-78.
9. Ellobied, S. 2010. Effect of plant density on the performance of some sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars under Rain fed. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 6(4): 498-504.
10. Gyenes-Hegyí, Z., Pok, I., Kizmus, L., and *et al.* 2002. Plant height and height of the main ear in maize (*Zea mays* L.) at different locations and different plant densities. Acta Agronomica Hungarica, 50(1): 75-84.
11. Jakusko, B. B., Usman, B. D., and Mustapha, A. B. 2013. Effect of row spacing on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) in Yola, Adamawa State, Nigeria. Journal of Agriculture

- and Veterinary Science, 2(3): 36-39.
12. Ngala, A. L., Dugje, I. Y., and Yakubu, H. 2013. Effects of inter-row spacing and plant density on performance of sesame (*Sesamum indicum* L.) in a nigerian Sudan Savanna. *Science International (Lahore)*, 25(3): 513-519.
 13. Noorka, I. R., Hafiz, S. I., and El-Bramawy, M. A. S. 2011. Response of sesame to population densities and nitrogen fertilization on newly reclaimed sandy soils. *Pakistan Journal of Botany*, 43(4): 1953-1958.
 14. Olowe, V. I. O., and Busari, L. D. 1994. Appropriate plant population and spacing for sesame (*Sesamum indicum* L.) in the southern Guinea Savanna of Nigeria. *Tropical Oilseeds Journal*, 2: 18-27.
 15. Rahnama, A., and Bakhshandeh, A. 2006. Determination of optimum row-spacing and plant density for uni-branched sesame in Khuzestan Province. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 8(1): 25-33.
 16. Rodrigues, A. F., de Souza, T. A. F., Marques, L. F., Souto, J. S., and da Silva, W. P. 2016. Agricultural management practices: Effects on soil properties, root growth and sesame yield. *Russian Agricultural Sciences*, 42(5): 321-327.
 17. Shamsi, K., and Kobraee, S. 2011. Soybean agronomic responses to plant density. *Annals of Biological Research*, 2(4): 168-173.
 18. Tahir, M., Saeed, U., Ali, A., Hassan, I., Naeem, M., Ibrahim, M., and Javeed, H. M. R. 2012. Optimizing sowing date and row spacing for newly evolved sesame (*Sesamum indicum* L.) variety TH-6. *Pakistan Journal of Life & Social Sciences*, 10(1): 1-4.

The effects of row and plant spacing on sesame variety Tainan No. 1 for mechanical harvesting¹

Huang, H. L. and J. Y. Chung²

Abstract

Sesame (*Sesamum indicum* L.) is one of the important oil crops in Taiwan. The main sesame cultivar Tainan No. 1 is usually harvested manually. There is a sesame reaper machine binder can cut and bind the sesame into a bundle mechanically, but the ideal furrow width is 120cm which is wider than the accustomed furrow width by the farmers in Taiwan. Therefore, in order to cooperate with the mechanical harvesting mode, this study mainly understood whether changing the furrow width affect the growth and yield of sesame, and evaluated the appropriate row spacing under the furrow width of 120 cm to improve the efficiency and benefits of mechanical harvesting, and discuss the impact of planting density on the growth of sesame variety Tainan No.1. We compared the growth difference of sesame variety Tainan No. 1 under the treatments of 100 cm border width and 120 cm furrow width, and the results showed that there was no significant difference in yield per unit area between the two treatments. In addition, we also investigate the agronomic characters under the furrow width of 120 cm with four different plant spacing treatments: 5 cm, 10 cm (3 rows per furrow), 10 cm (2 rows per furrow), and 15 cm. The results showed that when the plant spacing increased and the cultivation density decreased, the plant height, stem width, number of branches, number of capsule nodes, number of capsules per plant, and seed yield per plant of sesame variety Tainan No. 1 were tended to increase. And the initial capsule height was decreased, while there was no significant effect on the yield. Depending on the study result, it is recommended the optimal planting density with 10 cm plant spacing and 2 rows per furrow under the 120 cm furrow width for mechanical harvesting by the sesame reaper binder.

What is already known on this subject?

We usually harvest sesame by manual, and the plant density is usually 100 cm furrow width with 10 cm plant spacing.

What are the new findings?

The experiment result recommended the optimal planting density under the 120 cm furrow width for mechanical harvesting by the sesame reaper binder to establish a cultivation mode suitable for the machine and improve the harvesting efficiency.

What is the expected impact on this field?

The experiment results can provide appropriate planting density for establishing the mechanical harvesting model, so as to save the labor for the sesame harvesting and improve the development of sesame industry.

Key words: Sesame, Tainan No. 1, planting density, furrow width, plant spacing

Accepted for publication: April 13, 2021

1. Contribution No. 532 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
2. Assistant Researcher, Researcher & Head of Crop Environment Division, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.