

北部地區釀酒高粱品種、播種期及栽培密度 對產量之影響¹

鄭智允²、楊采文²

摘 要

本研究旨在探討春作及秋作不同播種期與栽培密度對於北部地區釀酒用高粱產量之影響，期建立釀酒用高粱在北部地區的最適播種時期及播種量。試驗分為 2 個部分，播種期包含春作之 2-4 月與秋作之 7-9 月；栽培密度為固定行距 75 cm，並採不同株距，春作為 9、12 及 15 cm，秋作為 4、9 及 15 cm。依據試驗結果，春作高粱播種期建議於 3 月下旬至 4 月上旬完成；秋作高粱播種期建議於 8 月上旬前完成。栽培密度在固定行距 75 cm 下，建議春作高粱之株距為 9-12 cm，秋作則為 9 cm，以確保產量並維持農民收益。

關鍵詞：糯性高粱、金門酒廠、契作高粱

前 言

高粱（蜀黍）以釀酒為其主要用途，透過農業部媒合金門酒廠於 2021 年開始，以契作方式收購臺灣生產之糯性釀酒用高粱原料，品種限定高粱‘臺南 7 號’與‘臺南 8 號’。北部地區於 2021 年秋作開始在桃園市新屋區及新竹縣新豐鄉進行試種且成效良好；同時配合綠色環境給付政策及水資源競用區大區輪作之推行，將收購價格提升至每公斤 25 元，農民轉作意願及面積逐漸提高。根據農糧署農情資料統計，過去國內高粱以金門縣栽培為主，但 2023 年北部地區（桃園市與新竹縣）合計高粱栽培面積達 310.1 公頃（占本島 16.37%）；其中，春（一期）作 79.8 公頃（占本島春作 5.16%），秋（二期）作 230.3 公頃（占本島秋作 76.53%），已逐漸成為北部重要的作物品項之一（農業部農糧署，2024）。由於高粱從種植到收穫可高度機械化，並且可沿用多數

¹ 農業部桃園區農業改良場研究彙報第 554 號。

² 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者, kurama630@tydais.gov.tw)、助理研究員。

水稻的機械設備，針對以稻作為主的北部農友，可減低農機具購置與使用成本。高粱‘臺南 7 號’為散穗型，在雨季其籽粒不易發芽或發霉，但株高較高易有倒伏的風險；高粱‘臺南 8 號’則為半散穗型，與‘臺南 7 號’相比雖然產量略勝，但成熟籽粒有發芽之風險（游，2020a, b）。但北部地區高粱栽培期之氣候風險高，春作栽培具有春雨及梅雨不穩定之風險，秋作後期則有颱風及東北季風侵襲之風險（鄭和楊，2023），造成北部適合種植之雜糧品項相當侷限；因此，相對耐性較強的高粱，如何適期播種，降低生產風險，且播種時如何採用適當行株距及播種量為必須解決的問題。本研究將針對北部地區釀酒用高粱播種階段之問題，透過篩選後符合金門酒廠標準之產量，以釐清其適栽播種期與栽培密度，期降低氣候風險並提升農友收益。

材料與方法

一、供試材料

本試驗於農業部桃園區農業改良場新屋本場試驗田進行，分為播種期及栽培密度試驗共 2 個部分，試驗材料為金門酒廠契作高粱‘臺南 7 號’及‘臺南 8 號’共 2 個品種。

二、播種期試驗

春作播種期為 2023 年 2 月 9 日、3 月 2 日、3 月 23 日及 4 月 10 日；秋作播種期為 2022 年 7 月 28 日、8 月 10 日、8 月 23 日及 9 月 16 日。試驗採裂區設計，逢機完全區集排列，4 重複，播種期為主區，主區配置 4 個播種期，品種為副區，副區配置高粱‘臺南 7 號’及‘臺南 8 號’共 2 個品種。以整地作畦方式栽培，於播種前 7-10 日進行粗整地，基肥於播種前 1 日施用臺肥複合肥料 39 號 400 kg ha^{-1} ；以手推式雜糧播種機播種，行株距 $75 \text{ cm} \times 9 \text{ cm}$ ，小區面積 90 m^2 ；追肥於株高 30 至 40 cm 時，條施臺肥複合肥料 1 號 400 kg ha^{-1} ，並中耕培土。肥料總施用量為氮素 128 kg ha^{-1} 、磷酐 92 kg ha^{-1} 及氧化鉀 88 kg ha^{-1} ；病蟲草害依照慣行方式進行防治。

三、栽培密度試驗

春作栽培密度採固定行距 75 cm ，株距為 9、12 及 15 cm ，秋作栽培密度採固定行距 75 cm ，株距為 4、9 及 15 cm ，參試品種為‘臺南 7 號’及‘臺南 8 號’。試驗採複因子試驗，逢機完全區集排列，4 重複，處理為栽培密度及品種之完全組合。以整地作

畦方式栽培，於播種前 7-10 日進行粗整地，基肥於播種前 1 日施用臺肥複合肥料 39 號 400 kg ha^{-1} ，以手推式雜糧播種機播種。栽培密度試驗，春作於 2023 年 4 月 10 日播種，秋作於 2023 年 8 月 15 日播種，播種後 10 日依照試驗株距處理進行人工間苗，小區面積 90 m^2 ；追肥於株高 30 至 40 cm 時，條施臺肥複合肥料 1 號 400 kg ha^{-1} ，並中耕培土。肥料總施用量為氮素 128 kg ha^{-1} 、磷鉀 92 kg ha^{-1} 及氧化鉀 88 kg ha^{-1} ；病蟲草害依照慣行方式進行防治。

四、調查項目與資料分析

於高粱約有 50% 植株之穗頸節完全抽出的日期為抽穗期；成熟期調查 10 株之平均株高、穗長、穗重，收穫面積以試驗小區 2.25 m^2 （長 3 m、寬 0.75 m）為單位；採取屆成熟期高粱，經乾燥後以風選機逐步篩選達到容重大於 730 g L^{-1} 的製作標準；秤量籽實重量及測定水分含量，小區產量統一換算至穀粒水分含量 13% 時之重量；千粒重以篩選後之籽粒逢機取 1,000 粒量測重量。試驗資料先以 SAS-EG 7.1 統計軟體進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA)，以 Fisher 最小顯著差異性檢定法 (Fisher's protected least significant difference test, LSD test) 比較平均值之差異顯著性。

結果與討論

一、春作高粱不同播種期對產量之影響

試驗調查資料經由複因子變方分析法進行各項 F 值之顯著性測驗，分析參試各因子或因子組合交感效應。在 2023 年春作播種期試驗之變方分析表顯示，播種期處理對產量之效應，達極顯著水準；品種處理對株高之效應達極顯著水準，對千粒重之效應達顯著水準；播種期與品種處理間之交感效應均不顯著（表 1）。因此，針對播種期與品種之 2 個因子主效應，進行多重比較，以釐清春作最佳之播種期與品種。

表 1. 2023 年春作播種期試驗之變方分析表

Table 1. Analysis of variance for sowing date trial in the 2023 spring cropping season.

變因 Source of Variation	自由度 D.F.	均方 Mean square			
		株高 Plant height	穗長 Panicle length	千粒重 1,000-grains weight	公頃產量 Yield
區集 Block	3	6.77	9.62	4.66	128,088
播種期 Sowing date(S)	3	83.44	1.26	8.17	4,421,893**
主區機差 Mainplot error	9	31.27	6.46	2.67	377,249
品種 Variety(V)	1	616.00**	11.70	8.81*	1,414,150
播種期×品種 S×V	3	49.21	28.17	1.21	445,242
副區機差 Subplot error	12	38.85	11.82	1.09	309,406

^z *及**分別表示達 5%及 1%顯著差異水準。

^z * and **, Significantly different at the 5% and 1% level, respectively.

臺灣製作之高梁，需篩選至符合金門酒廠的收購標準，其中容重量須大於 730 g L⁻¹ 才具有商品價值。因此，本試驗的單位面積產量並非以直接脫粒後烘乾的籽實重量，而是經烘乾後篩選使容重量大於 730 g L⁻¹ 後，將水分換算至 13%而得之。依據試驗結果顯示，春作高粱不同播種期之影響，在公頃產量方面，2 月 9 日播種處理之產量顯著低於其他處理，以 4 月 10 日播種處理的產量最高，3 月 23 日播種處理次之；隨著播種期延後，產量亦隨之增加，可能因生育環境溫度增加所致（圖 1）。農藝性狀方面，在不同播種期間，株高、穗長及千粒重均不受播種期影響（表 2）。過去研究曾發現，高粱生育期間的溫度及產量呈正相關（劉等，2014），本試驗亦呈現相似之結果。

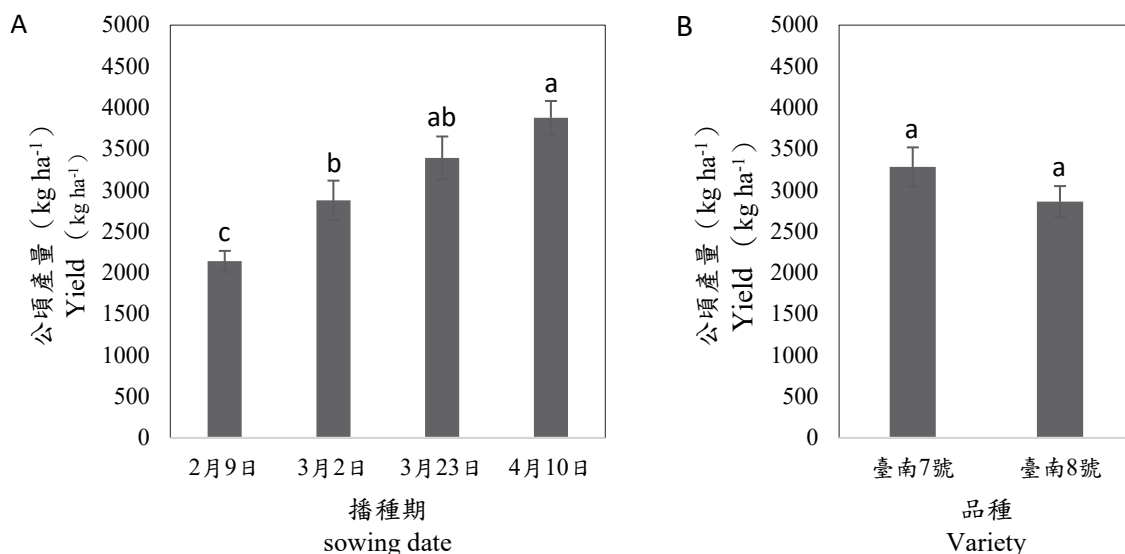


圖 1. 2023 年春作高粱播種期 (A) 及品種 (B) 對產量之影響

Fig. 1. Effects of sowing dates (A) and varieties (B) on the yield of sorghum in the 2023 spring cropping season.

表 2. 2023 年春作高粱播種期對農藝性狀及產量之表現

Table 2. Performance of different sowing dates on agronomic characteristics and yield of sorghum in the 2023 spring cropping season.

播種期 Sowing date (M/D)	株高 Plant height (cm)	穗長 Panicle length (cm)	千粒重 1,000-grains weight (g)	公頃產量 Yield (kg ha ⁻¹)
2/9	137.8 a	30.9 a	22.1 a	2,140 c
3/2	139.4 a	31.1 a	22.6 a	2,876 b
3/23	139.3 a	31.8 a	21.8 a	3,391 ab
4/10	145.1 a	31.0 a	20.2 a	3,877 a

^z 同欄之平均值，所附英文字母相同者，為經 Fisher 的最小顯著差異性測驗未達 5% 差異水準。

^z Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

春作高粱播種期試驗中，‘臺南 7 號’及‘臺南 8 號’兩個品種間之產量沒有顯著差異，而‘臺南 7 號’的千粒重與株高則顯著高於‘臺南 8 號’，而穗長在兩個品種間無顯著差異（表 3）；以‘臺南 7 號’與‘臺南 8 號’相比，在品種特性上，就相對具有株高較高及千粒重較高的特性。

表 3. 2023 年春作高粱播種期試驗中 2 個品種對農藝性狀及產量之表現

Table 3. Performance of two sorghum varieties on agronomic traits and yield in the 2023 spring cropping season.

品種 Variety	株高 Plant height (cm)	穗長 Panicle length (cm)	千粒重 1,000- grains weight (g)	公頃產量 Yield (kg ha ⁻¹)
臺南 7 號	144.8 a	30.6 a	22.2 a	3,281 a
臺南 8 號	136.0 b	31.8 a	21.1 b	2,861 a

^z 同欄之平均值，所附英文字母相同者，為經 Fisher 的最小顯著差異性測驗未達 5% 差異水準。

^y M/D 表示月/日。

^z Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

^y M/D indicates Month/Day.

對生育期的影響，有隨著播種期的延後，生育日數呈現縮短的情況；其中，播種期為 2 月 9 日之處理，成熟日落在 6 月 27-29 日，與 3 月 2 日播種處理的成熟日期相近，但全生育日數增加 20-21 日，可能由於前期低溫導致生育較慢所致；播種期若為 3 月 23 日之處理，成熟日期則為 7 月 17 至 19 日，與北部地區一般慣行水稻成熟期 7 月上至中旬相近，可減輕鳥害發生；播種期若為 4 月 10 日之處理，成熟期落在 8 月 1 至 3 日（表 4）。高粱產量受到溫度影響最大，且生育期日均溫越高則生育期越短（尹等，2022）；此外，北部地區第 2 期作需在 8 月中旬前完成雜糧播種或稻作插秧工作，若有第 2 期作種植需求，則過晚播種會影響到後作之栽培期程（林等，2019；鄭等，2022）。故整體而論，於 2 月 9 日播種者，產量最低且生育日數最長；而 3 月 23 日與 4 月 10 日播種者，產量顯著較高，且兩個品種間之產量也無顯著差異，由此推論，若於春作播種應選擇在 3 月下旬至 4 月上旬進行。

表 4. 2023 年春作試驗不同品種及播種期之高粱生育期表現

Table 4. The growing period of sorghum varieties and sowing dates in the 2023 spring cropping season.

品種 Variety	播種期 Sowing date (M/D) ^z	抽穗期 Heading date (M/D)	成熟日 Maturity date (M/D)	生育日數 Days to maturity (day)
臺南 7 號	2/9	5/12	6/27	139
	3/2	5/23	6/29	119
	3/23	6/9	7/17	116
	4/10	6/30	8/1	113
臺南 8 號	2/9	5/15	6/29	141
	3/2	5/26	6/30	120
	3/23	6/12	7/19	118
	4/10	6/30	8/3	115

^z M/D 表示月/日。

^z M/D indicates Month/Day.

二、秋作高粱不同播種期對產量之影響

在 2022 年秋作之變方分析表顯示，播種期處理對於株高、穗長、穗重、公頃產量之效應均達極顯著水準；品種處理對於株高達極顯著水準，對於穗重及公頃產量之效應達顯著水準；播種期及品種處理間之交感效應，對於穗長之效應達極顯著水準，對於株高及穗重之效應達顯著水準，對於公頃產量之效應不顯著（表 5）。因此，對於公頃產量方面，針對播種期與品種之 2 個因子主效應，進行多重比較，以釐清秋作最佳之播種期與品種；另，農藝性狀（株高、穗長及穗重）之交感效應達顯著水準以上，表示農藝性狀在不同參試品種及不同播種期下，將呈現不同的變化趨勢，故將以固定品種探討秋作不同播種期下之農藝性狀表現。

表 5. 2022 年秋作播種期試驗之變方分析表

Table 5. Analysis of variance for sowing date trial in the 2022 fall cropping season.

變因 Source of Variation	自由度 D.F.	均方 Mean square			
		株高 Plant height	穗長 Panicle length	穗重 Panicle weight	公頃產量 Yield
區集 Block	3	17.9	0.4	29.7	362,323
播種期 Sowing Date(S)	3	1,019.5**	9.9**	1,366.1**	18,364,918**
主區機差 Mainplot error	9	90.8	0.8	10.1	278,145
品種 Variety(V)	1	1,856.9**	0.3	310.1*	1,067,651*
播種期×品種 S×V	3	173.8*	11.6**	118.9*	422,160
副區機差 Subplot error	12	36.2	1.6	34.2	186,219

^z *及**分別表示達 5%及 1%顯著差異水準。

^z * and **, Significantly different at the 5% and 1% level, respectively.

在公頃產量方面，7 月 28 日及 8 月 10 日播種期處理顯著高於其他播種期處理，產量達 3,223-3,603 kg ha⁻¹，且隨著播種期延後，呈現產量降低之趨勢；8 月 23 日播種處理，產量已顯著降低至 1,685 kg ha⁻¹；9 月 16 日播種處理，產量僅 301 kg ha⁻¹（圖 2A）。東北季風之低溫、強風及霪雨都將影響高粱在植株生育、籽粒充實及產量表現，過去研究指出，高粱在 15°C 以下會造成閉穎不開花，花粉粒雖具活性但無法完成授粉，因此影響種子產量（宋和陳，1995）。秋作高粱在 2 個品種之表現，在產量方面，‘臺南 8 號’顯著高於‘臺南 7 號’，在秋作初期生育期高溫的環境下，‘臺南 8 號’表現出相對於‘臺南 7 號’高產之品種特性（圖 2B）。

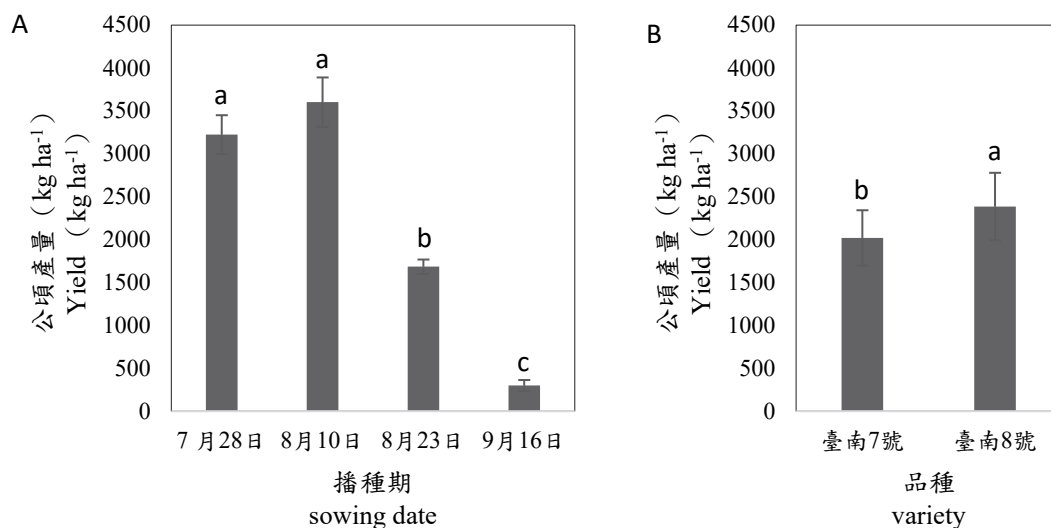


圖 2. 2022 年秋作高粱播種期 (A) 及品種 (B) 對產量之影響

Fig. 2. Effects of sowing dates (A) and varieties (B) on the yield of sorghum in the 2022 fall cropping season.

依據秋作高粱在不同播種期之試驗結果顯示，在不同農藝性狀表現上，‘臺南 7 號’之株高及穗重，皆以 7 月 28 日播種處理表現最佳，且有隨著播種期延後呈現降低的情況，在 9 月 16 日播種處理表現最差，‘臺南 8 號’也呈現類似的趨勢；而‘臺南 7 號’之穗長則沒有因播種期不同呈現顯著差異，而‘臺南 8 號’在 9 月 16 日之穗長顯著高於其他處理（表 6）。生育期方面，7 月 28 日及 8 月 10 日播種處理，抽穗期落在 9 月 27 日及 10 月 8 日，成熟期落在 11 月 13 至 29 日，因與二期稻作收穫期相近，可避免鳥害問題；8 月 23 日播種處理，抽穗期為 10 月中旬，成熟期為 12 月中旬，而 9 月 16 日播種處理，抽穗期為 11 月 23 及 25 日，成熟期為次年 1 月 31 日。生育日數則隨著播種期的延後，由 107 日增加至 137 日（表 6），因北部沿海地區 10 月上旬開始，易受到東北季風影響籽粒充實，且二期稻作為 11 月下旬至 12 月上旬完成收穫，故成熟期不同，會造成高粱鳥害影響嚴重。此外，因蚜蟲性喜冷涼之氣候，且田間有觀察到 9-12 月間為其好發期（吳等，2023），隨著播種期的延後，會導致蚜蟲危害越趨嚴重，故建議秋作高粱於播種後 80 日進行蚜蟲防治（方等，1988），雖然實務上可依照推薦用藥進行害物之防治，但會增加栽培上的防治成本與危害風險；綜上，建議秋作高粱務必於 8 月上旬以前完成播種，可縮短生育日數以減少蟲害及氣候風險，避免影響高粱產量。

表 6. 2022 年秋作不同播種期與品種對高粱生育期、農藝性狀及產量之影響

Table 6. Effects of different sowing dates and varieties on agronomic characteristics and yield of sorghum in the 2022 fall cropping season.

品種 Variety	播種期 Sowing date (M/D)	抽穗期 Heading date (M/D)	成熟日 Maturity date (M/D)	生育日數 Days to maturity (day)	株高 Plant height (cm)	穗長 Panicle length (cm)	穗重 Panicle weight (g)	公頃產量 Yield (kg ha ⁻¹)
臺南 7 號	7/28	9/27	11/13	108	170.1 a	30.0 a	45.5 a	2,730 a
	8/10	10/4	11/25	107	156.7 b	30.1 a	46.8 a	3,397 a
	8/23	10/13	12/16	115	143.9 c	28.5 a	30.8 b	1,723 b
	9/16	11/23	1/31	137	133.6 c	29.0 a	21.0 c	230 c
臺南 8 號	7/28	10/1	11/16	111	145.3 a	28.1 b	60.9 a	3,716 a
	8/10	10/8	11/29	111	136.8 ab	29.6 b	43.8 b	3,808 a
	8/23	10/16	12/19	118	131.2 b	28.0 b	39.0 b	1,646 b
	9/16	11/25	1/31	137	130.1 b	32.7 a	25.2 c	371 c

^z 同欄之平均值，所附英文字母相同者，為經 Fisher 的最小顯著差異性測驗未達 5% 差異水準。

^y M/D 表示月/日。

^z Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

^y M/D indicates Month/Day.

三、春作高粱不同栽培密度對產量之表現

在 2023 年春作栽培密度試驗之變方分析表顯示，栽培密度處理對公頃產量之效應，達顯著水準；品種處理對千粒重之效應達極顯著水準，對株高之效應達顯著水準；栽培密度與品種處理間之交感效應對於所有性狀均不顯著（表 7）。因此，針對栽培密度與品種之 2 個因子主效應，進行多重比較，以釐清春作高粱之最佳栽培密度與適合之品種。

表 7. 2023 年春作栽培密度試驗之變方分析表

Table 7. Analysis of variance for the plant density trial in the 2023 spring cropping season.

變因 Source of Variation	自由度 D.F.	均方 Mean square			
		株高 Plant height	穗長 Panicle length	千粒重 1,000-grains weight	公頃產量 Yield
區集 Block	3	105.17	15.17	2.60	412,752
栽培密度 Plant density(D)	2	51.21	20.57	0.03	2,191,232*
品種 Variety(V)	1	500.51*	7.94	18.80**	257,459
栽培密度×品種 D×V	2	26.73	21.95	4.21	27,577
機差 Subplot error	15	74.40	8.46	1.18	402,822

^z *及**分別表示達 5%及 1%顯著差異水準。

^z * and **, Significantly different at the 5% and 1% level, respectively.

為評估春作高粱栽培密度的影響，並配合未來推廣使用真空播種機和後續中耕管理的需求，本研究將行距固定為 75 cm，並將株距設為 9、12 及 15 cm 作為栽培密度的處理。換算後，每公頃株數分別為 148,148、111,111 及 88,888 株。結果顯示，高粱不同播種密度處理，在產量方面以株距 9 cm 處理最佳為 3,976 kg ha⁻¹，株距 12 cm 之處理次之為 3,778 kg ha⁻¹，且兩處理間無顯著差異，但株距 15 cm 處理之產量顯著下降；在千粒重方面，以株距 9 及 12 cm 之處理間無顯著差異，且均高於株距 15 cm 處理；株高及穗長方面在處理間均沒有顯著差異（表 8）。

表 8. 2023 年春作栽培密度對高粱農藝性狀及產量之影響

Table 8. Effects of plant density on agronomic traits and yield of sorghum in the 2023 spring cropping season.

栽培密度 Plant density (plants ha ⁻¹)	行株距 Plant space (cm × cm)	株高 Plant height (cm)	穗長 Panicle length (cm)	千粒重 1,000-grains weight (g)	公頃產量 Yield (kg ha ⁻¹)
148,148	75 × 9	148.2 a	31.9 a	20.0 a	3,976 a
111,111	75 × 12	147.0 a	30.1 a	19.5 a	3,778 a
88,888	75 × 15	143.3 a	33.3 a	18.5 b	2,987 b

^z 同欄同品種間之平均值所附英文字母相同者，為經 Fisher 最小顯著差異性測驗未達 5% 差異水準。

^z Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

不同品種處理間，在產量及穗長上無顯著差異，但在千粒重及株高方面，皆是‘臺南 7 號’顯著優於‘臺南 8 號’，此為品種特性，顯示‘臺南 7 號’相較於‘臺南 8 號’為株高較高且籽粒較大之品種（表 9）。依據春作結果推論，春作高粱最佳栽培密度為每公頃 111,111-148,148 株，即在播種機行距固定為 75 cm 下，株距採用 9 至 12 cm 可獲致最佳的產量。過去的研究也指出，適當密植可增加產量，但對株高、穗長與千粒重等性狀無顯著差異（顏等，2016）；栽培密度至少須達每公頃 75,000 株，過低之密度會導致產量顯著降低（Conley *et al.*, 2005）。

表 9. 2023 年春作栽培密度試驗之品種對高粱農藝性狀及產量之影響

Table 9. Effects of varieties on agronomic traits and yield of sorghum in plant density trial in the 2023 spring cropping season.

品種 Variety	株高 Plant height (cm)	穗長 Panicle length (cm)	千粒重 1,000-grains weight (g)	公頃產量 Yield (kg ha ⁻¹)
臺南 7 號	150.7 a	32.4 a	21.1 a	3,684 a
臺南 8 號	141.6 b	31.2 a	19.3 b	3,477 a

^z 同欄同品種間之平均值所附英文字母相同者，為經 Fisher 的最小顯著差異性測驗未達 5% 差異水準。

^z Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

在 2023 年秋作試驗之變方分析表顯示，栽培密度處理對於穗長之效應達顯著水準，對株高、千粒重及公頃產量之效應均達極顯著水準；品種處理對於株高與千粒重之效應均達極顯著水準；栽培密度與品種處理間之交感效應對於所有性狀均不顯著（表 10）。故同樣針對栽培密度與品種之 2 個因子主效應，進行多重比較，以釐清秋作高粱之最佳栽培密度與適合之品種。

表 10. 2023 年秋作栽培密度試驗之變方分析表

Table 10. Analysis of variance for the plant density trial in the 2023 fall cropping season.

變因 Source of Variation	自由度 D.F.	均方 Mean square			
		株高 Plant height	穗長 Panicle length	千粒重 1,000-grains weight	公頃產量 Yield
區集 Block	3	7.20	2.52	5.65	284,423
栽培密度 Plant density(D)	2	442.45**	21.35*	16.06**	1,552,425**
品種 Variety(V)	1	384.00**	1.13	75.28**	213,150
栽培密度×品種 D×V	2	57.92	2.77	4.02	78,557
機差 Subplot error	15	27.53	3.44	2.50	187,553

^z *及**分別表示達 5%及 1%顯著差異水準。

^z * and **, Significantly different at the 5% and 1% level, respectively.

為評估秋作高粱栽培密度之影響，株距採用 4、9 及 15 cm 作為栽培密度之處理，換算後分別為每公頃 333,333、148,148 及 88,888 株；試驗結果顯示，在產量方面，以株距採 9 及 15 cm 之處理最高，株距採 4 cm 之處理則顯著低於其他處理；千粒重則以株距 4 及 9 cm 處理較高，15 cm 處理較低；在穗長採株距 9 cm 之處理最長，顯著優於其他處理；在株高以株距採 9 及 15 cm 之處理間無顯著差異，並高於株距採 4 cm 者（表 11）；故建議秋作高粱在行距固定 75 cm 下，可維持株距為 9 cm，避免過度密植使株高較矮、穗短小及產量降低的情況發生。此外，2 個品種處理間在產量及穗長

無顯著差異；在千粒重及株高方面，‘臺南 7 號’顯著高於‘臺南 8 號’，並與春作栽培密度的試驗呈現相同的結果（表 12）。過去針對高粱在不同氮素與栽培密度的研究下，以栽培密度每公頃 200,000 株配合氮素用量 80 kg ha⁻¹ 表現最佳，提高栽培密度有助於高粱產量的提升（Zand *et al.*, 2014）。

表 11. 2023 年秋作栽培密度對高粱農藝性狀及產量之影響

Table 11. Effects of plant density on agronomic traits and yield of sorghum in the 2023 fall cropping season.

栽培密度 Plant density (plants ha ⁻¹)	行株距 Plant space (cm × cm)	株高 Plant height (cm)	穗長 Panicle length (cm)	千粒重 1,000-grains weight (g)	公頃產量 Yield (kg ha ⁻¹)
333,333	75 × 4	128.5 b	25.7 b	21.0 a	2,123 b
148,148	75 × 9	141.1 a	28.8 a	21.9 a	3,003 a
88,888	75 × 15	141.6 a	26.5 b	19.1 b	2,595 a

^z 同欄同品種間之平均值所附英文字母相同者，為經 Fisher 的最小顯著差異性測驗未達 5% 差異水準。

^z Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表 12. 2023 年秋作栽培密度試驗之品種對高粱農藝性狀及產量之影響

Table 12. Effects of varieties on agronomic traits and yield of sorghum in plant density trial in the 2023 fall cropping season.

品種 Variety	株高 Plant height (cm)	穗長 Panicle length (cm)	千粒重 1,000-grains weight (g)	公頃產量 Yield (kg ha ⁻¹)
臺南 7 號	141.0 a	27.2 a	22.5 a	2,668 a
臺南 8 號	133.0 b	26.8 a	18.9 b	2,480 a

^z 同欄同品種間之平均值所附英文字母相同者，為經 Fisher 的最小顯著差異性測驗未達 5% 差異水準。

^z Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

針對北部地區釀酒高粱，評估影響其產量之因子，與產地、品種、播種期、栽培密度、年分有關，其中播種期之影響高粱生長發育模式至關重要(Gao, *et al.*, 2022; Saini *et al.*, 2018)。過去臺灣高粱之研究，主要為高粱‘臺中 5 號’，在不同期作環境下，以產量而言，秋作較適合高粱生長(何和朱, 2000)；過去針對臺中縣與南投縣進行高粱適栽區域的研究，結果顯示，各區產量受到環境影響，產量以秋作較春作高(賴和王, 1989)；播種至開花期所需日數，春作顯著大於秋作，但全生育日數與實際穀粒充實日數則呈現秋作大於春作的趨勢(黃, 1992)。高粱‘臺中 5 號’於春作採用不同栽培密度，以每公頃 20、25、33 及 40 萬株進行試驗，結果產量以每公頃 20 萬株最佳，千粒重則無顯著差異(王等, 1989)。針對其他高粱品種之研究，以籽實產量而論，高粱之最佳栽培密度與氮肥施用量，會因品種而有所差異(Dembele *et al.*, 2021)。高粱‘臺中 6 號’之種植密度以每公頃株數在 160,500-210,000 株之間為宜，行距為 60-70 cm，株距 10 cm(曾等, 1993)。故綜合本研究所有試驗之結果推論，於北部地區製作釀酒用高粱‘臺南 7 號’及‘臺南 8 號’，春作建議於 3 月下旬至 4 月上旬完成播種，秋作播種期建議於 8 月上旬前完成，而栽培密度則建議在固定行距 75 cm 下，春作株距為 9-12 cm(每公頃 111,111 至 148,148 株)、秋作株距為 9 cm(每公頃 148,148 株)，以確保產量並維持農民收益。

參考文獻

- 尹學偉、李強、王秋月、魯遠源、李清虎、魏靈、張曉春。2022。播期對西南地區壟作直播高粱生長、乾物質積累及產量的影響。生態學雜誌 41:880-886。
- 方敏男、章加寶、黃薛。臺中三號高粱黍蚜之防治適期。1988。臺中區農業改良場研究彙報 19:35-44。
- 王強生、林淑霽、劉大江。1989。栽培密度對高粱產量性狀之影響。中華農業研究 38:201-207。
- 何柏賢、朱德民。2000。不同期作環境下雜種高粱臺中五號雜種優勢的反應。農林學報 49(2):53-61。
- 吳信郁、鄭智允、林勇偉、蔡譯文、陳佳勳。2023。北部地區高粱病蟲害整合管理技術。桃園區農業專訊 123:20-29。
- 宋濟民、陳宗禮。1995。溫度對高粱花粉活力與授粉的影響。雜糧作物生產技術改進

- 研討會專刊。p. 193-202。
- 林禎祥、楊采文、林孟輝。2019。播種期對臺灣北部地區大豆生育及產量之影響。桃園區農業改良場研究彙報 85:1-14。
- 高小玲、姚銘輝、盧虎生、朱鈞。1995。離層酸 (ABA) 與高粱幼苗耐冷性之關係。雜糧作物生產技術改進研討會專刊。農業試驗所編印。p. 203-227。
- 曾清田、楊藹華、黃俊杉。1993。雜交高粱新品種「臺南 6 號」之育成。臺南區農業改良場研究彙報 30:43-60。
- 游添榮。2020a。耐旱節水的釀酒高粱臺南 7 號。臺南區農業專訊 111:1-3。
- 游添榮。2020b。高產優質的釀酒高粱臺南 8 號。臺南區農業專訊 112:1-3。
- 黃勝忠。1992。期作對高粱自交系及 F1 雜交種生育的影響。臺中區農業改良場研究彙報 37: 31-40。
- 農業部農糧署。2024。農情報告資源網。<https://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp>。
- 劉貴鋒、白文斌、王金轉、趙建武、鄭香萍。2014。不同播期、積溫、降水量對高粱農藝性狀形成及產量的影響。農學學報 4(4):1-4。
- 鄭智允、楊志維、簡禎佑。2022。北部地區一期稻作延後插秧對產量與外觀之影響。桃園區農業改良場研究彙報 92:1-16。
- 鄭智允、楊采文。2023。北部地區高粱生產概況與面臨之挑戰。桃園區農業專訊 124:1-5。
- 賴文龍、王錦堂。1989。臺中地區高粱適栽區調查研究與探討。臺中區農業改良場研究彙報 25:13-25。
- 顏淑菁、廖宜倫、林汶鑫。2016。不同栽培密度及氮肥用量對高粱‘兩糯一號’品種產量之影響。臺中區農業改良場研究彙報 131:11-17。
- Conley, S.P., W.G. Stevens, and D.D. Dunn. 2005. Grain sorghum response to row spacing, plant density, and planter skips. *Crop Manage.* 4:1-8.
- Dembele, J.S.B., B. Gano, M. Kouressy, L.L. Dembele, M. Doumbia, K.K. Ganyo, S. Sanogo, A. Togola, K. Traore, M. Vaksman, N. Teme, D. Diouf, and A. Audebert. 2021. Plant density and nitrogen fertilization optimization on sorghum grain yield in Mali. *Agron. J.* 113:4705-4720.
- Gao, F.C., H.D. Yan, Y. Gao, Y. Huang, M. Li, G.L. Song, Y.M. Ren, J.H. Li, Y.X. Jiang, Y.J. Tang, Y.X. Wang, T. Liu, G.Y. Fan, Z.G.R.F. Wang, Guo, F.H. Meng, F.X. Han,

- S.J. Jiao, and G.Y. Li. 2022. Interpretation of genotype-environment-sowing date/plant density interaction in sorghum [*Sorghum bicolor*(L.) Moench] in early mature regions of China, *Front. Plant Sci.* 13:1-18.
- Maiti, R.K., and V.P. Singh. 2019. A review on mechanisms of resistance in sorghum to drought, high and low temperature and salinity. *Farm. Manage.* 4(1):19-37.
- Saini, L.H., S.J. Trivedi, B.K. Davda, and A.K. Saini. 2018. Effect of sowing dates on growth, yield and economics of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) genotypes. *J. Pharmacognosy. Phytochem.* 7:535-538.
- Zand, N., M.R. Shakiba, M.M. Vahed, and A.D.M. Nasab. 2014. Response of sorghum to nitrogen fertilizer at different plant densities. *Intl. J. Farm. and Alli. Sci.* 3:71-74.

Effects of different varieties, sowing dates and plant densities on yield of wine making sorghum in northern Taiwan ¹

Chih-Yun Cheng² and Tsai-Wen Yang²

Abstract

This study explores the impact of different varieties, sowing dates and planting densities between spring and fall cropping season on yields when cultivating sorghum in the northern region, with the aim of establishing optimal practices for sorghum sowing in this area. The experiment is divided into two parts. The sowing periods are from February to April for spring cropping season and from July to September for fall cropping season. The planting density is set with a fixed row spacing of 75 cm, with different plant spacings adopted: 9, 12, and 15 cm for spring cropping season, and 4, 9, and 15 cm for fall cropping season. Based on the test results, it is recommended that the sowing of spring sorghum be completed between 23th March and 10th April, and the sowing of fall sorghum be completed before 10th August. For cultivation density, a fixed row spacing of 75 cm with plant spacings of 9-12 cm for spring sorghum and 9 cm for fall sorghum is suggested to ensure yield and maintain farmers' income.

Key words: Waxy sorghum, Kinmen Kaoliang Liquor Inc., contract farming sorghum.

¹. Contribution No. 554 from Taoyuan DARES, MOA.

². Assistant Researcher (corresponding author, kurama630@tydais.gov.tw), Assistant Researcher, Taoyuan DARES, MOA.