

探討不同播種季節之甜糯玉米穗部充實情形¹

謝禮臣²

摘 要

謝禮臣。2025。探討不同播種季節之甜糯玉米穗部充實情形。臺南區農業改良場研究彙報 86：63-75。

本研究在 2024 ~ 2025 年探討不同播種季節對甜糯玉米農藝性狀、產量與穗部充實情形影響。經春秋兩季的試驗結果顯示，甜糯玉米「802」的果穗長度平均 19 公分、果穗穗重 257 ~ 263 公克、行數 16 行、含苞葉產量 22,827 ~ 29,584 公斤 / 公頃、去苞葉產量 15,791 ~ 18,688 公斤 / 公頃，均優於「黑寶」。在穗部發育上，春季吐絲後 6 ~ 7 日內為穗長快速增長期、吐絲後第 4 日起為穗徑、穗重、乾物重量開始增長期。秋季栽培下，吐絲後 10 ~ 13 日為穗長快速增長期、吐絲後第 7 ~ 11 日間為穗徑、穗重、乾物質種開始增長期。結果說明，季節變化顯著影響甜糯玉米的生育日數與充實速度，進而對產量表現產生差異。

現有技術：國內對甜糯玉米栽培相關研究文獻甚少。

創新內容：本研究建立春秋兩季栽培下的甜糯玉米農藝性狀、產量調查與籽粒充實期間的穗部發育性狀等相關資料。

對產業影響：研究結果預期能提供甜糯玉米產業在栽培技術改進、籽粒充實期的果穗發育變化等方面上，提供參考依據。

關鍵字：糯玉米、季節、農藝性狀、產量、籽粒充實期

接受日期：2025 年 8 月 15 日

1. 農業部臺南區農業改良場研究報告第 590 號。

2. 農業部臺南區農業改良場朴子分場助理研究員。613014 嘉義縣朴子市德興里 120 號。

前 言

糯玉米為食用玉米的一種，其胚乳因蠟質 (waxy) 突變基因影響，使子粒黏稠性高、口感獨特。在泰國、菲律賓、越南、柬埔寨等東南亞國家深受當地民眾的喜愛⁽⁵⁾。糯玉米依籽粒特性，分成純糯玉米與甜糯玉米兩類。純糯玉米的果穗籽粒均為糯質種，因此食用風味具香 Q 嚼勁。有別於前者，甜糯玉米的果穗籽粒同時具備糯質種與甜質種，故食用風味上兼具香 Q 口感及清甜風味⁽⁹⁾。近年來，甜糯玉米除口感兼具甜糯特性外，亦可做蒸煮與烘烤等用途，故廣受市場歡迎。

根據宋⁽²⁾等人研究報導，糯玉米起源自中國，爾後育種人員通過雙隱性或多隱性甜質基因與糯質基因雜合，並持續自交後代，產生顯隱性基因分離，從而產生同一個果穗上同時存在甜質籽粒和糯質籽粒隨機相間排列的甜糯玉米。利用不同基因型的親本雜交可以控制果穗甜籽粒和糯籽粒的比例，理論上可選育出甜、糯粒比為 1:3、7:9、4:3 的甜糯玉米品種。在實際育種工作中由於多隱性自交系選育環節繁瑣且發芽率偏低，絕大多數品種是由甜糯雙隱性玉米自交系與糯玉米自交系組配成的甜、糯粒比為 1:3 的品種。

從栽培管理來看，有別於甜玉米生長勢不佳問題，甜糯玉米植株健壯，易於管理且耐病蟲害能力佳，所需投入成本與心力較甜玉米低。又因甜糯玉米的口感豐富，逐漸取代純糯玉米，使近年來越多農友選擇投入甜糯玉米栽培。考量過去國內對甜糯玉米相關研究甚少，故本研究挑選目前主要品種「黑寶」、「802」，擬探討春秋季種植甜糯玉米的性狀和產量表現，並調查甜糯玉米在籽粒充實期的穗部變化，了解果穗長度、徑寬、穗重與乾物重的發展情況，做為未來鑑定玉米穗部發育情況及栽培技術改進上的參考依據。

材料與方法

一、不同播種季節下的甜糯玉米農藝性狀調查

(一) 2024 年秋季與 2025 年春季試驗期間之每月氣象觀測資料說明

從中央氣象署提供之氣候觀測資料查詢服務網⁽¹⁾中，在 2024 年秋季選站碼代號 COM740 (站名：六腳) 氣象站、2025 年春季選站碼代號 C2M920 (站名：朴子農改) 氣象站，分別下載 2024 年秋季與 2025 年春季在種植期間的平均氣溫、最高氣溫、最低氣溫、降雨量、風速等觀測資料，並利用 Excel 整理成表格。

(二) 栽培條件說明

1. 試驗地點：嘉義縣朴子市試驗田 (朴子分場)。
2. 播種日期：秋季為 2024 年 10 月 8 日，春季為 2025 年 3 月 20 日。
3. 試驗材料：選擇糯玉米品種黑寶 (明豐種苗)、白 Q 甜 802 (稼穡種苗) 2 種市場主要栽培糯玉米品種。
4. 栽培方式：
 - (1) 田間排列設計：採逢機完全區集設計 (Randomized Complete Block Design, RCBD)，每品種 3 重複，每重複 5 畦，行長為 10 公尺，行株距採 75 公分乘以 25 公分。

- (2) 施肥：生育全期共計 2 次，包含：第一次為整地前施用臺肥 39 號基肥 (12-18-12)，每 0.1 公頃用量為 40 公斤 / 包。第二次為玉米齊膝期 (播種後 30 ~ 40 天) 施用臺肥 1 號 (26-13-13)，每 0.1 公頃用量為 40 公斤 / 包。
- (3) 灌溉：生育全期共計 4 次，分別為：第一次為 V_6 時期 (播種後 20 ~ 30 天)、第二次為 $V_{13} \sim V_{14}$ 時期 (約播種後 40 ~ 50 天)、第三次灌溉為開花吐絲期前 (V_T)、第四次灌溉為吐絲後 7 ~ 10 天 (R_2)。
- (4) 病蟲草害防治：視田區危害情況而定，生育全期至少 2-3 次，主要以防治秋行軍蟲、玉米螟、薊馬、葉斑病及銹病等為主。

(三) 調查項目與方法：

1. 株高：採隨機抽樣調查，每重複均調查 10 株。測量方式為雄穗完全抽出後，測量莖基部至雄穗主軸頂點的距離。
2. 穗位高：採隨機抽樣調查，每重複均調查 10 株，測量方式為莖基部至第一穗雌穗結穗點的距離。
3. 開花期：當調查材料中，有 50% 以上植株的雄穗均開花之時間。
4. 吐絲期：當調查材料中，有 50% 以上植株的雌穗均吐露花絲之時間。
5. 果穗長度、穗徑、重量：採收並剝除苞葉後，每重複均調查 10 穗，量測果穗基部至頂端的長度、果穗中心區域的寬度、單果穗重量。
6. 行數與每行粒數：採收並剝除苞葉後，每重複均調查 10 穗，計算果穗行數與每行粒數。
7. 含苞葉公頃產量：由小區含苞葉產量進行換算。小區調查面積為 7.5 平方公尺，每品種收穫時坪割 3 重複，並秤量含苞葉鮮果穗重量後進行公頃產量換算。
8. 去苞葉公頃產量：由小區去苞葉產量進行換算。小區調查面積為 7.5 平方公尺，每品種收穫時坪割 3 重複，並秤量去苞葉鮮果穗重量後進行公頃產量換算。

(四) 統計分析：

利用 Excel 中的資料分析工具進行。首先，使用「F 檢定 (F-test)：兩個常態母體變異數」檢定，並以顯著水準 (α) 為 0.05 前提下，檢視兩個變異數是否相等。若 p 值 < 0.05 ，表示變異數不相等；反之， p 值 > 0.05 ，表示變異數相等。爾後，依據變異數相等與否的結果，選用合適 t 檢定方法，以顯著水準 (α) 為 0.05 前提下，根據結果中的 p 值，判定是否具顯著差異性。若 p 值 < 0.05 ，代表兩個品種間具統計上的顯著差異性。

二、不同播種季節下的甜糯玉米在籽粒充實期的穗部發育

甜糯玉米進入開花吐絲期後，挑選植株外型相近、雌穗已顯現吐露但均尚未吐絲者，在同一日進行標示。爾後，每日固定於上午 11 時，摘取 5 個果穗，調查果穗長度、果穗穗徑、果穗重量量測，並送入烘箱以 80°C 烘烤 96 小時，做乾物質重量調查，本調查期程自標示日起至採收適期日為止。

結果與討論

一、不同播種季節下的甜糯玉米農藝性狀調查

(一) 2024 年秋季與 2025 年春季糯玉米花期調查

2024 年秋季播種期，受到 9 ~ 10 月間連續強降雨和山陀兒颱風影響，遲至同年 10 月 8 日播種；2025 年春季在 3 月 20 日完成播種。2024 年秋季花期調查指出，糯玉米品種「黑寶」從播種至開花期為 47 天、吐絲期為 48 天，早於「802」的從播種至開花期和吐絲期 51 天。不過，「802」的採收期為 79 天，早於「黑寶」的 83 天。由於「802」從開花期至採收期、吐絲期至採收期天數均為 28 天，較「黑寶」的 36 ~ 37 天短，顯示因「802」的籽粒充實期速度快而縮短採收天數。2025 年春季花期調查指出，「黑寶」和「802」從播種至開花期均為 58 天，吐絲期則分別為 60 天和 59 天，採收期均為 76 天，兩個品種間的差異不大。

Yang 等人⁽¹²⁾報導說明，玉米花期對外界溫度極為敏感，溫度過高或過低均會嚴重影響其生殖發育。通常情況下，高溫 and 短日照會加速玉米的生長發育，促進雄穗分化，縮短花期，但也可能導致果穗變小；低溫 and 長光照則會延長雄穗的分化時間，增加小穗小花數量，延緩開花和結實，從而有助於果穗變大。周⁽³⁾和劉⁽⁷⁾等人研究均指出，玉米為喜溫好日作物，其抽穗期、吐絲期、成熟期主要受溫度影響，且春季玉米生育後期的溫度升高是影響生育期持續時間變化的主要因素。對照表 1 與表 2 指出，2025 年春季栽培間，因幼苗期至節間生長初期的溫度較低，使植株生長緩慢，而延長生育日數，故播種至開花期、吐絲期的日數較秋季多出 7 至 12 天不等。爾後，進入籽粒充實期間，環境溫度升高，加速生長下，春季的開花期至採收期、吐絲期至採收期的生育日數縮短至 16 至 18 天，明顯短於 2024 年秋季黑寶的 36 天和 802 的 28 天。從積溫觀察，也可獲得相同解釋。根據表 1 的播種期至採收期積溫顯示，2024 年秋季積溫範圍在 1,045.15 至 1,072.55 間，2025 年春季積溫落在 1,254.4。說明 2025 年春季採收日數較短，但因生育後期的溫度高，使採收期積溫高於 2024 年秋季。

(二) 2024 年秋季與 2025 年春季甜糯玉米的性狀與產量調查

利用 t-test 檢定各季節下的品種間性狀是否具有差異性。結果顯示，在 2 個季節裡，糯玉米品種「802」在果穗長度、果穗穗重、行數、公頃含苞葉產量及公頃去苞葉產量的表現上，均優於「黑寶」，且具統計上的顯著差異性。不過，株高、果穗穗徑等性狀，在不同季節中，2 個品種間皆無顯著差異性。

進一步比較 2024 年秋季與 2025 年春季試驗結果，發現果穗穗重、公頃含苞葉產量、公頃去苞葉產量等性狀中，秋季均優於春季。從彭⁽⁶⁾等人報導指出，產量下降主要由粒重引起，而引起粒重降低的原因主要與灌漿速率和灌漿速率達最大值的粒重有關，而灌漿速率和灌漿速率達最大值的粒重受吐絲後有效積溫、日平均溫度和降雨量的顯著影響。正常而言，籽粒灌漿速率、灌漿速率達最大值的粒重和最終百粒重隨日平均溫度的升高而增高，並伴隨有效積溫的增加呈增大的趨勢。然而，春季受玉米籽粒充實期的降雨引起灌漿速率降低，導致粒重減小。透過表 2 的氣象觀測資料推測，2025 年春季的籽粒充實期間，平均氣溫、平均最高氣溫、平均最低氣溫、累積日照時數、累積日照量等，雖皆較 2024 年秋季高，然而在 5 ~ 6 月的籽粒充實期間，碰上連續多日的霪雨影響，可能因此導致根系養分運輸受阻使光合產物累積減少，造成灌漿不利、粒重減少，進而減少產量。

又根據 Zhou⁽¹⁴⁾ 等人研究發現，主要透過籽粒充實期溫度和日照輻射影響玉米

籽粒充實速率和持續時間，進而影響粒重和產量，且籽粒充實期時間越長，粒重和產量越高。從表 1 的開花吐絲期至籽粒充實期的時間長度來看，2025 年春季落在 16 至 18 天間，明顯較 2024 年秋季的 28 至 37 天短，推測因此造成灌漿時間的縮短，導致 2025 年春季產量低於 2024 年秋季原因之一。這也呼應周⁽³⁾報導中提及，熱帶地區的玉米產量與溫度呈現負相關，且高夜溫使玉米易老化及早熟、籽粒充實期縮短等情況。

表 1. 2024 年秋季與 2025 年春季甜糯玉米生育日數調查

Table 1. Growth duration of waxy corn cultivated in fall 2023 and spring 2024

	2024 年秋季 2024 Fall				2025 年春季 2025 Spring			
	黑寶 Black Baby		802		黑寶 Black Baby		802	
	日數 Day	積溫 Accumulated Temperature (°C • days)	日數 Day	積溫 Accumulated Temperature (°C • days)	日數 Day	積溫 Accumulated Temperature (°C • days)	日數 Day	積溫 Accumulated Temperature (°C • days)
播種至開花期 ^{1,2} Sowing to flowering	47	460.85	51	505.6	58	293.45	58	293.45
播種至吐絲期 ^{3,4} Sowing to silking	48	473.7	51	505.6	60	332.75	59	313.45
播種至採收期 ⁵ Sowing to harvesting	83	1,072.55	79	1,045.15	76	1,254.4	76	1,254.4

註 1：指從播種日起算，至 50% 植株開花的天數。The number of days from the sowing date to the flowering of 50% of the plants.

註 2：開花期至採收期的日數計算為「播種至採收期日數」扣除「播種至開花期日數」而得。The number of days from flowering to harvest was calculated by subtracting the days from sowing to flowering of the days from sowing to harvest.

註 3：指從播種日起算，至 50% 植株吐絲的天數。The number of days from the sowing date to the silking of 50% of the plants.

註 4：吐絲期至採收期的日數計算為「播種至採收期日數」扣除「播種至吐絲期日數」而得。The number of days from silking to harvest was calculated by subtracting the days from sowing to silking of the days from sowing to harvest.

註 5：指從播種日起算，至收穫適期的天數。Days from sowing to the optimal harvest maturity.

二、不同播種季節下的甜糯玉米在籽粒充實期的穗部發育

為了解黑寶與 802 等甜糯玉米品種自開花吐絲期起的穗部發育情況，本研究在 2024 年秋季與 2025 年春季執行調查。以下，針對果穗長度、果穗徑寬、果穗重量與乾物質重進行說明。

(一) 果穗長度變化

2024 年秋季的甜糯玉米在 12 月份進入籽粒充實期。氣象觀測資料顯示 (表 2)，當月的平均溫度為 17.9°C，平均最低溫度僅 14.9°C，受環境低溫影響，拉長籽

表 2. 2024 年秋季與 2025 年春季的甜糯玉米試驗期間之每月氣象觀測資料

Table 2. Monthly meteorological data during the experimental period of waxy corn cultivation in fall 2023 and spring 2024

月份 Month	平均氣溫 average temperature (°C)	平均最高氣溫 average maximum temperature (°C)	平均最低氣溫 average minimum temperature (°C)	相對溼度 relative humidity (%)	風速 wind speed (m/s)	降水量 precipitation (mm)	累積日照時數 cumulative sunlight hour (hour)	累積日射量 Solar Radiation (MJ/m ²)
2024 年秋季 ¹ 2024 Fall	10 26.3	30.6	23.6	79.9	1.7	18.0	213.8	392.44
	11 22.7	26.8	20.1	77.9	1.5	46.0	244.2	442.4
	12 17.9	22.3	14.9	74.1	1.7	21.5	244.1	466.7
2025 年春季 ² 2025 Spring	3 27.1	31.1	23.9	75.7	2.3	20.5	116.1	248.85
	4 23.8	28.2	20.3	74.6	2.2	53.5	289.4	569.38
	5 27.2	31.3	23.8	76.5	2.1	88.0	314.3	654.31
	6 27.5	30.9	25.5	87.5	2.2	99.0	27.5	44.95

註 1 : 2024 年秋季的氣象觀測資料調查日期為 10 月 8 日至 12 月 30 日。The meteorological data for the fall were collected from October 8 to December 30 in 2023.

註 2 : 2025 年春季的氣象觀測資料調查日期為 3 月 20 日至 6 月 4 日。The meteorological data for the spring were collected from March 20 to June 4 in 2024.

表 3. 2024 年秋季與 2025 年春季甜糯玉米性狀與產量調查

Table 3. Agronomic traits and yield performance of waxy-sweet corn in fall 2023 and spring 2024

株高 (公分) Plant height (cm)	穗位高 (公分) Ear height (cm)		果穗長度 (公分) Ear length (cm)		果穗穗徑 (公分) Ear width (cm)		果穗穗重 (公克) Ear weight (g)		行數 Row		公頃含苞葉產量 (kg/ha) Husked yield		公頃去苞葉產量 (kg/ha) Unhusked yield			
	2024 秋 Fall	2024 春 Spring	2024 秋 Fall	2024 春 Spring	2024 秋 Fall	2024 春 Spring	2024 秋 Fall	2024 春 Spring	2024 秋 Fall	2024 春 Spring	2024 秋 Fall	2024 春 Spring	2024 秋 Fall	2024 春 Spring	2025 秋 Fall	2025 春 Spring
黑寶 200	205	65**	82	16**	16.3**	4.86	4.7	210**	208**	14**	14*	25,882**	19,865*	14,963**	13,710*	
802	204	82**	84	19**	19.3**	4.68	4.8	263**	257**	16**	16*	29,548**	22,827*	18,688**	15,791*	
t-test (<0.05)	-1.21	0.38	-3.25	-0.35	-7.49	-5.76	2.09	-0.62	-8.13	-4.58	-3.35	-2.81	-4.85	-2.93	-8.13	-3.45
p value (<0.05)	0.24	2.12	0.005	0.73	0.000001	0.000009	0.05	0.54	0.000006	0.0003	0.004	0.013	0.0002	0.04	0.000006	0.03

註：以 t-test 進行顯著性差異分析 (** 表示 $P \leq 0.01$ level, *** 表示 $P \leq 0.05$ level)。Significant differences were determined using a t-test (**, indicates $P \leq 0.05$ level; ***, indicates $P \leq 0.01$ level).

粒充實期的天數。從圖 1 來看，當吐絲長度第 0 天(未吐絲)時，黑寶與 802 的果穗長度分別為 5.3 公分、9.3 公分。伴隨吐絲開始，果穗長度逐漸增加。直至吐絲後第 10 天、第 13 天起，802 與黑寶的果穗長度發育速度分別開始趨緩，逐漸形成定值。

2025 年春季的甜糯玉米在 5 月份進入籽粒充實期。氣象觀測資料顯示(表 2)，當月的平均溫度為 27.2℃，平均最高溫度達 31.3℃，平均最低溫度也有 23.8℃，說明充實期間的環境炎熱。因此，和 2024 年秋季不同的是，受溫度影響，使春季的籽粒充實期的天數縮短。從圖 1 來看，當吐絲長度第 0 天(未吐絲)時，黑寶與 802 的果穗長度分別為 7.0 公分、9.0 公分。伴隨吐絲開始，果穗長度逐漸增加。直至吐絲後第 6 天、第 7 天起，黑寶與 802 的果穗長度發育速度分別開始趨緩，逐漸形成定值。

從春秋兩季的調查結果可知，果穗長度早在雌穗吐絲前已開始長大。果穗長度的發育速度易受環境溫度影響，且在吐絲後 6 至 13 天內為果穗長度快速增長期，且爾後的發育速度漸趨緩成定值。

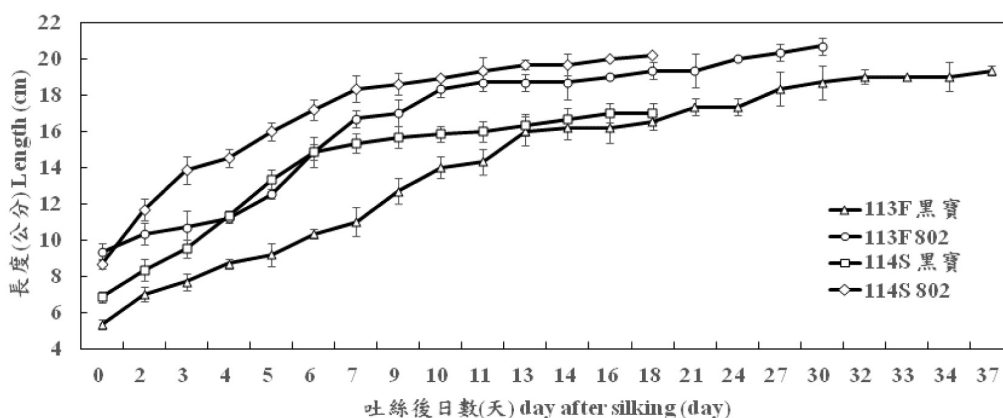


圖 1. 2024 年秋季及 2025 年春季甜糯玉米在籽粒充實期間的果穗長度調查

Fig. 1. Ear length investigation of waxy corn during the grain filling period in fall 2023 and spring 2024

(二) 果穗穗徑變化

玉米筍(又稱筍玉米)，為玉米雌穗吐絲後 2~4 天的幼嫩穗軸，此時穗軸上的籽粒尚未開始充實膨脹。受基因型影響，不同類型的筍玉米穗徑各異，多介於 1.3 至 1.8 公分間，並以不超過 2.0 公分為主⁽¹⁰⁾。若穗徑超過 2.0 公分以上，代表果穗上的籽粒已經開始充實膨脹，導致徑寬明顯增加。

從 2024 年秋季調查顯示，802 自吐絲後第 0 天至第 6 天，穗徑從 1.12 公分緩慢生長至 1.75 公分，並自吐絲後第 7 天起，穗徑成長至 2.5 公分；黑寶自吐絲後第 0 天至第 7 天，穗徑從 0.91 公分成長至 1.69 公分，並自吐絲後第 9 天起，穗徑加寬至 2.24 公分。

從 2025 年春季調查顯示，802 自吐絲後第 0 天至第 3 天，穗徑從 1.2 公分成長至 1.8 公分，並自吐絲後第 4 天起，穗徑來到 2.1 公分；黑寶自吐絲後第 0 天至第 3

天，穗徑從 1.1 公分成長至 1.7 公分，並自吐絲後第 4 天起，穗徑加寬至 2.3 公分。
 從春季的試驗結果指出，籽粒充實期間若遇溫度提高，將加快穗徑發育。反之，溫度降低則延長穗徑發育時間。

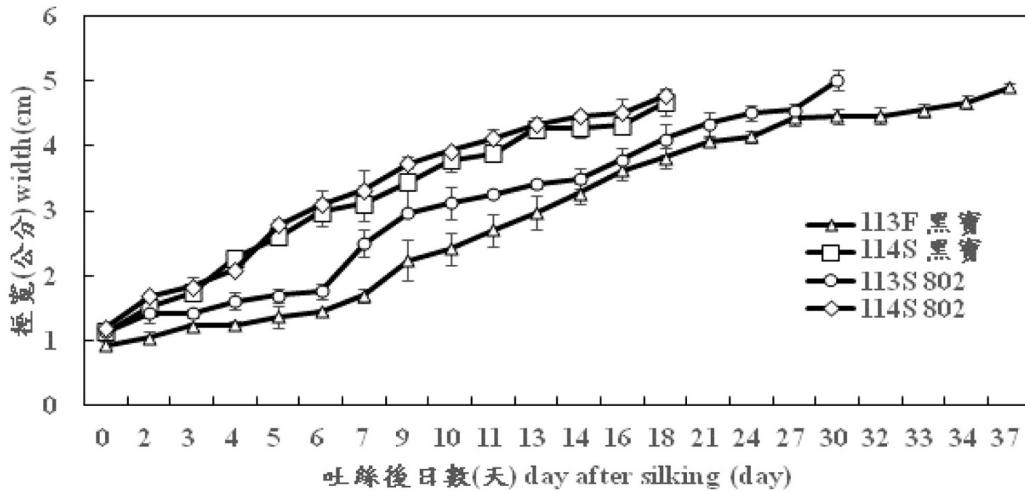


圖 2. 2024 年秋季及 2025 年春季甜糯玉米在籽粒充實期間的果穗徑寬調查
 Fig. 2. Ear width investigation of waxy corn during the grain filling period in fall 2023 and spring 2024

(三) 果穗重量變化

圖 3 來看，2024 年秋季結果說明，802 的果穗重量從吐絲後第 7 天起開始明顯增加。黑寶從吐絲後第 7 日起，穗重緩慢增加，直至第 11 日才開始明顯提高，並到吐絲後第 27 日起，開始逐漸趨緩。2025 年春季結果指出，802 與黑寶的穗重從吐絲後第 4 日起開始增加，比秋季提早至少 3 日，應與春季充實期間的高溫有關。此外，對應圖 2 的穗徑發現，穗徑的加寬與穗重的增加存在關聯性。推測穗徑的加寬、穗重的增加是因完成授粉的玉米籽粒開始進入充實期，故透過運輸光合產物至籽粒內而提高重量，並因籽粒受充實膨脹而加寬穗徑。

事實上，在春季期間，當吐絲後第 4 日或秋季期間，在吐絲後第 7 日，撥開苞葉後，觀察籽粒變化情況，便可見胚珠已明顯膨脹狀，且內部存有透明水狀物質，該階段即為 R₂ (blister stage)。此外，值得注意的是，秋季因籽粒充實時間長，單穗重量或產量表現優於春季。不過，受品種間的基因型影響，雖然秋季的充實期拉長有助果穗重量增加，但個別品種仍存在增產極限，以致黑寶與 802 品種在不同季節下的果穗重量仍有差距。

(四) 乾物質重量變化

圖 4 的果穗乾物質重量的變化，趨勢與圖 3 的果穗重量變化相似。調查結果說明，2024 年秋季的乾物質重量從吐絲後第 7 日起開始增加。2025 年春季則提早至吐絲後第 4 日起開始增加。整體來說，在果穗充實期間，乾物質重量隨吐絲後日數增加而遞增。

(五) 討論甜糯玉米在穗部充實期的表現

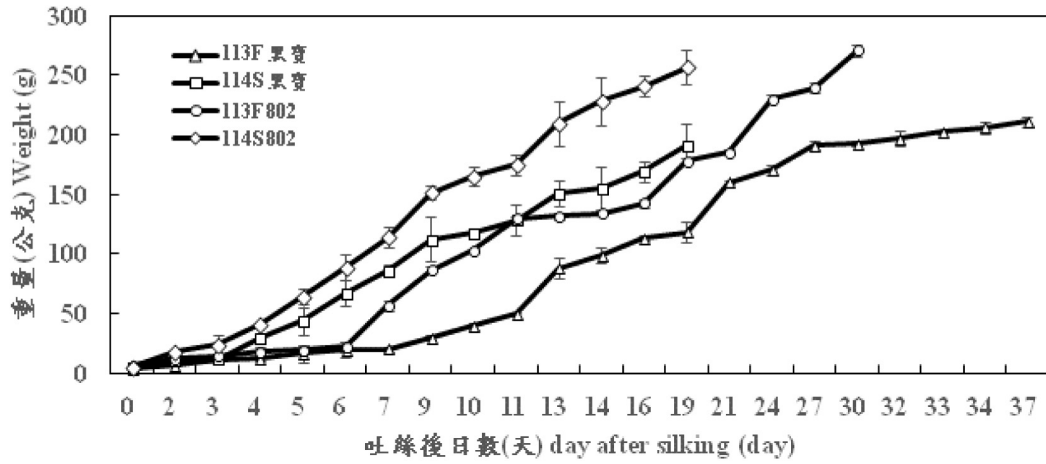


圖 3. 2024 年秋季及 2025 年春季甜糯玉米在籽粒充實期間的果穗重量調查

Fig. 3. Ear weight investigation of waxy corn during the grain filling period in fall 2023 and spring 2024

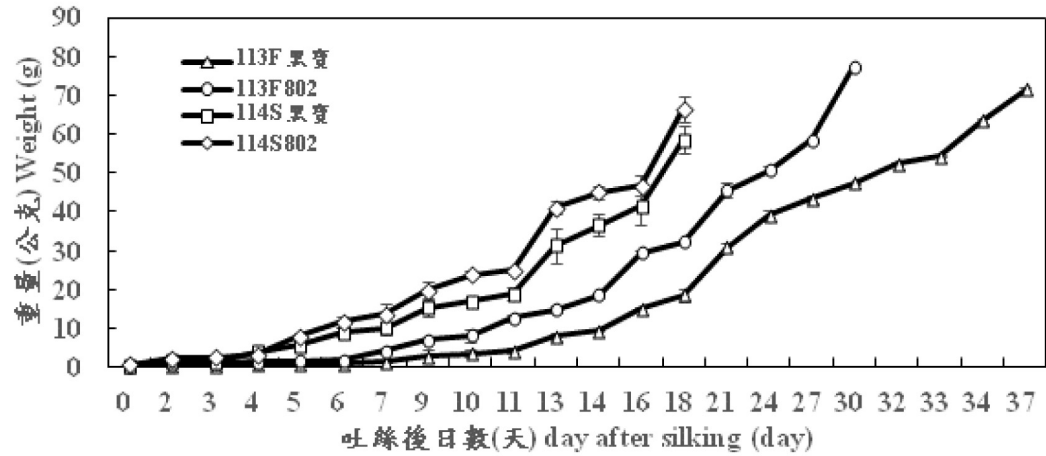


圖 4. 2024 年秋季及 2025 年春季甜糯玉米在籽粒充實期間的果穗乾物質重量調查

Fig. 4. Ear dry matter investigation of waxy corn during the grain filling period in fall 2023 and spring 2024

開花期是作物適應不同生態環境及產量的關鍵決定因素⁽¹²⁾。玉米自開花吐絲期至籽粒充實期間的發育表現對產量影響最大。根據 Yang 等人⁽¹³⁾指出，玉米花絲發育首先從果穗中下部開始、然後是基部和中部同步、最後為頂部花絲。從本研究調查結果(表 1)，黑寶與 802 等主要是先開花後，間隔 1 至 2 日再開始吐絲。與霍⁽¹¹⁾等人情況相同。許等人⁽⁴⁾利用玉米自交系調查，顯示玉米吐絲期的吐絲數量呈現先升高後降低趨勢，且吐絲數量最大值出現在吐絲後第 2 至 3 天。又 Chen⁽¹¹⁾等人透過糯玉米自交系研究發現，無穗凸類型花絲伸長速度較一致，花絲抽出苞葉的時間較早、集中，花絲伸長 1 cm 後的第 3 天，花絲便全部抽出苞葉；第 2 天授粉結實數就顯著增加，第 3 天授粉結實數接近於最大值；第 5 天、第 6 天後結實數開始顯

著下降。這結果與調查過程中的黑寶、802 的花絲調查結果貼近。霍等人⁽¹¹⁾ 研究指出，玉米抽雄散粉的日均溫以 24 ~ 26°C 最宜，低於 18°C，花藥不能正常開裂，甚至使花粉失去生命力；此外，日照缺乏或陰雨會導致雄穗不能正常散粉，雌穗亦因缺乏足夠的光合產物供應而吐絲不暢，即使吐絲，花絲也易徒長或老化，容易造成花絲授粉不良或不能完成正常的受精過程。本研究觀察發現，2024 年秋季試驗期間，雌穗確實有吐絲緩慢或不吐絲情況，由於開花吐絲期恰逢 11 月下旬至 12 月上旬間，每日平均溫度介於 17 至 20°C 間，而最低溫度可低至 12°C，推測可能與之有關。

從本次試驗觀察來看，甜糯玉米花絲若已完成授粉則停止延長，反之則持續生長。通常在光照充足、溫度適宜的情況下，吐絲後第 1 至第 3 日間可順利完成授粉。從外觀來看，花絲漸由新鮮白色轉為黃褐色且尖端出現褐化乾枯跡象，乃至到整個花絲均褐化乾枯。正常來說，從新鮮花絲至全部花絲褐化乾枯需 7 日。

栽培季節的溫度變化，對籽粒充實期的穗部發育速度影響顯著。以 2024 年秋季 802 為例，果穗長度自雌穗發育初期便開始生長，並從吐絲後第 1 日至第 6 日快速發育，且後續果穗長度發育趨緩乃至固定長度。果穗徑寬、果穗重量、乾物質重量則伴隨完成授粉後的籽粒開始進入充實期，而有明顯的加寬增重趨勢。從外觀來看，吐絲後第 7 日到第 13 日可明顯見到胚珠膨脹狀，且充滿透明水狀，即為 blister stage (R₂)。從吐絲後第 14 日至第 21 日進入乳熟期 (R₃)，此使籽粒內部已從透明水狀轉成白色液態狀。吐絲後第 22 日至第 27 日，果穗已明顯充實、籽粒按壓下富有彈性且開始進行轉色。第 28 日至第 30 日間，果穗已陸續達採收適期，可進行分批採收。以 2024 年秋季黑寶說明，從外觀來看，吐絲後第 8 日到第 15 日處於 blister stage (R₂)。其中，第 11 日起，穗軸護穎 (Glumes) 開始出現紫花青素累積並伴隨時間拉長越顯明顯。在吐絲後第 14 日至第 31 日進入乳熟期 (R₃)，其中在吐絲後第 18 日起，開始從籽粒頂端累積花青素並逐漸擴散至整顆籽粒。在吐絲後第 32 日至第 37 日間，黑寶轉色逐漸完整、糯性漸顯並達可採收適期，可陸續分批採收。

結 論

本研究系統性地分析甜糯玉米在不同播種季節 (2024 年秋季與 2025 年春季) 下，於生育期、農藝性狀、果穗性狀與穗部籽粒充實發育之變化。結果顯示，季節變化顯著影響玉米的生育歷程與充實速率。春季試驗中，由於幼苗期溫度偏低導致生育期延長，而籽粒充實期間則因高溫與靈雨影響導致充實期縮短 (16 ~ 18 日)，進而降低籽粒重量與整體產量。相較之下，秋季雖溫度較低，但籽粒充實期延長 (28 ~ 37 日) 且充實期間的降雨量少，均有利果穗重量累積與產量表現。

從品種比較觀之，甜糯品種 802 於春秋兩季中在果穗長度、穗重與產量上均優於黑寶，顯示其籽粒充實速率快且具穩定產能潛力。此外，穗徑發育與穗重累積高度相關，兩者於授粉後 3 至 7 日開始快速增長，為籽粒充實的關鍵時段。果穗乾物質積累則明確反映出春季高溫造成充實期提早啟動但發育時間縮短之現象。

整體而言，本研究證實栽培季節對甜糯玉米的籽粒充實與產量表現具有關鍵影響，並指出適溫、適光與乾燥條件對籽粒灌漿與果穗發育為不可或缺之環境因子。研究結果可作為甜

糯玉米栽培改進、播期選擇與品種選育的重要依據，並有助於未來強化氣候變異下之產量穩定性管理策略。

致 謝

本研究感謝農業部臺南區農業改良場支持科技計畫【113 農科 -4.1.2- 南 -01、114 農科 -4.1.2- 南 -04】。同時，謝謝吳紹華先生與林秀紛女士在試驗期間的栽培管理和試驗調查，因為有你們的協助，本文才得以順利完成。

引用文獻

1. 中央氣象署氣候觀測資料查詢服務網 <https://codis.cwa.gov.tw>。(下載日期 :2025.06.27)
2. 宋俏姮、孔亮亮、劉俊峰、張焜、王佳婧、高必軍、崔陽。2023。甜加糯玉米研究進展及發展對策分析。廣東農業科學 50(10)：47-54。
3. 周明和。1986。花蓮地區玉米周年植期試驗。花蓮區農業改良場研究彙報 2(13)：21-38。
4. 許海濤、馮曉曦、許波、張軍剛、郭海斌、王友華、王成業、彭舜磊。2022。玉米自交系花絲生理活力研究。玉米科學 5：63-70。
5. 陳振耕、陳琮琨、游添榮。2009。白糯玉米「臺南 23 號」之育成及品種特性。臺南區農業改良場研究彙報 53：1-11。
6. 彭丹丹、吳超、徐開未、陳大剛、朱豪、劉圓圓、陳遠學。2022。不同播期玉米籽粒灌漿特性及其與氣象因數的關係。中國生態農業學報 30(7)：1134-1142。
7. 劉明、陶洪斌、王璞、易鎮邪、魯來清、王宇。2009。播期對春玉米生長發育與產量形成的影響。中國生態農業學報 17(1)：18-23。
8. 霍仕平、張興端、向振凡、張健、晏慶九、余志江、張芳魁。2010。玉米果穗結實異常的主要成因與防治對策。作物雜誌 (6)：91-94。
9. 謝禮臣。2024。糯玉米市場概況及栽培管理技術介紹。臺南區農業專訊 130：1-4。
10. 謝禮臣、游添榮。2023。臺灣市售紅鬚玉米筍品種調查與生產成本評估。臺南區農業改良場研究彙報 82：40-50。
11. Chen Jianjian, Lu Guihua, Xu Xiuhong, Guo Guojing. 2014. Comparative Study on Filament Vitality of Different Types of Waxy Maize Inbred Lines. Acta Agriculture Jiangxi. 26(2): 10-12.
12. Juan Yang, Yuelei Zhao, Xiaoyuan Chen, Baobao Wang, Haiyang Wang. 2024. Regulation Mechanism and Breeding Application of Flowering Time in Maize. Chinese Bulletin of Botany. 59(6): 912-931.
13. Yang Meili, Wang Bangtai, Lu Hongwei, Su Yujie, Zhao Shuzheng, Cheng Jianmei, Wang Jing, Guo Hua, Wang Zhihong, Qin Guiwen. 2024. Dynamic Study on Filaments and Seed Setting Rate of Maize Inbred Lines. Journal of Agriculture. 14(1): 10-14.
14. Zhou Baoyuan, Yue, Yang Sun, Xuefang Ding, Zaisong Ma, Wei Zhao, Ming. 2017. Maize kernel weight responses to sowing date-associated variation in weather conditions. The Crop Journal. 5(1): 43-51.

Study on the ear development and grain filling of waxy corn under different sowing seasons¹

Hsieh, L. C.²

Abstract

To investigate the effects of different sowing seasons on the agronomic traits, yield, and ear development of waxy corn, trials were conducted during 2024~2025. The results showed that across both spring and fall seasons, the variety '802' exhibited superior performance compared to 'Black Baby,' with an average ear length of 19 cm, ear weight ranging from 257 to 263 g, 16 kernel rows, husked yield ranging from 22,827 to 29,584 kg/ha, and unhusked yield ranging from 15,791 to 18,688 kg/ha. In terms of ear development, under spring cultivation, the period of rapid ear elongation occurred within 6~7 days after silking, while increase of ear diameter, ear weight, and dry matter began from day 4 post-silking. In contrast, under fall cultivation, ear elongation peaked between 10~13 days after silking, and increase of ear diameter, weight, and dry matter were observed from day 7 to 11 after silking. These findings indicate that seasonal variation significantly influenced the growth duration and grain filling process of sweet corn, thereby resulting in distinct differences in yield performance.

What is already known on this subject?

Limited research literature is available on the cultivation of waxy corn in Taiwan.

What are the new findings?

This study establishes comprehensive data on the agronomic traits, yield performance, and ear developmental characteristics during the grain-filling period of waxy corn grown in both spring and fall seasons.

What is the expected impact on this field?

The findings are expected to provide valuable references for the waxy corn industry, particularly in improving cultivation practices and understanding ear development dynamics during the grain-filling stage.

Key words: Waxy Corn, Season, Agronomic traits, Yield, Grain filling period

Accepted for publication: August 15, 2025

1. Contribution No. 590 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.

2. Assistant Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 120, Xinzhuang, Puzi City, Chiayi County 613014, Taiwan R.O.C.