

探討不同播種季節下對甜玉米生長與產量品質 之影響¹

謝禮臣²

摘 要

謝禮臣。2025。探討不同季節對甜玉米生長之影響。臺南區農業改良場研究彙報 86：28-43。

本研究旨在探討不同栽培季節下，3 種甜玉米品種的農藝性狀、果穗特性、品質及產量之變化，並分析品種與季節間的交互作用。試驗結果顯示，113 年春季與秋季中，以甜玉米品種佳穗 9 號表現最佳。透過綜合變方分析顯示，株高、果穗長度、每行粒數及含苞葉產量受季節主效應影響顯著，穗位高、行數、糖度等受品種主效應影響顯著，且皆以秋季栽培表現為佳。果穗穗徑及果皮含量則呈現季節與品種間的顯著交互作用，即不同品種對季節環境反應存在差異。華珍與佳穗 9 號的果穗穗徑在秋季表現較佳。果皮含量調查指出，熱帶型甜玉米對季節差異敏感。綜合而言，本研究結果說明季節與品種對甜玉米生長表現具重要影響，並可在後續栽培技術與品種選育上提供重要參考依據。

現有技術：國內過去在甜玉米方面的栽培試驗研究甚少。

創新內容：本研究建立春秋兩季的甜玉米田間性狀、果穗特性、品質分析、產量調查等相關資料。

對產業影響：能提供不同季節間的生長資料，做為評估甜玉米栽培技術改進與品種選育的參考資訊。

關鍵字：甜玉米、季節、農藝性狀、產量

接受日期：2025 年 5 月 24 日

1. 農業部臺南區農業改良場研究報告第 588 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

在臺灣，玉米可以用途分為飼料類和食用類玉米等兩種。其中，食用類玉米泛指玉米筍、甜玉米、糯玉米、白玉米等可供民眾食用為目的。根據農情報告資源網統計指出，2023年食用玉米種植面積達 14,476 公頃。其中，以雲林縣種植面積最大，達 7,287 公頃，占全國總面積的 50%；其次為臺南市的 1,877 公頃 (13%) 及嘉義縣的 1,479 公頃 (10%)⁽⁷⁾。

在食用類玉米中，甜玉米因皮薄清甜特性，廣受消費者喜愛。為享用最佳品質的甜玉米，通常在乳熟期採收，並經烹煮後食用較普通玉米高出 2 至 8 倍糖分的籽粒。根據李⁽¹⁾等人報導，甜玉米的甜味來源，是由於普通玉米的籽粒，在澱粉合成代謝途徑中，有一個或幾個基因發生突變，造成澱粉合成受阻，進而促使蔗糖等糖類物質累積而形成。Pedro 和 Zhang 等人^(12,16) 說明與甜玉米有關的突變基因包含：*sugary1 (su1)*、*shrunk2 (sh2)*、*sugary enhancer1 (se1)*、*brittle2 (bt2)*、*brittle1 (bt1)* 等，均是影響甜玉米甜度的關鍵基因。

在謝⁽⁸⁾報導指出，臺灣的甜玉米品種可分為溫帶型與熱帶型兩種。溫帶型甜玉米主要来自日本、歐洲等溫帶地區引進，具有生長期短、皮薄甜度高等優點。熱帶型甜玉米主要自泰國、越南等熱帶地區引進，具有生長勢健壯、對病蟲害耐受性佳等特點。由於臺灣地理環境特殊，位於東亞與太平洋交界，屬於亞熱帶季風氣候與熱帶季風氣候的過渡區域。由於地處海島，四面環海，容易受到東北季風與颱風的影響。因此，考量甜玉米生育特性和栽培風險下，多以春季與秋季為最適合栽培季節。為了解不同季節對甜玉米生長影響，因此本研究擬在 113 年度的春季與秋季中，探討 3 種甜玉米品種 (包含：華珍、白龍王、佳穗 9 號) 的生長情形與特性，期能作為後續栽培研究與品種改良上的參考資訊。

材料與方法

一、氣象資料蒐集與分析

從中央氣象署提供之氣象觀測資料查詢服務網，蒐集鄰近氣象站資料，下載站碼代號為 COM740 (站名：六腳) 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 整理後繪製圖檔。

二、不同栽培季節下的甜玉米生長情形探討

(一) 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：春季為 113 年 3 月 19 日，秋季為 113 年 10 月 22 日。
3. 試驗材料：選擇熱帶型品種華珍 (農友種苗)、溫帶型品種白龍王 (明華種子)、溫帶型品種佳穗 9 號 (太保合作社) 等 3 種市場主要栽培甜玉米品種。
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 2 畦，行長為 10 米，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 (20-5.5-10)，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 25 ~ 30 天)、第二次為 $V_{13} \sim V_{14}$ 時期 (約播種後 40 ~ 45 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。

(二) 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. 穗長與穗徑：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與果穗中心區域的寬度 (穗徑)。
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. 水分含量：當日採收並剝除苞葉後，每重複均調查 3 組。將果穗削粒並秤重紀錄後，送入烘箱內，以 80°C 烘烤 48 小時後，秤量其乾物重，並計算水分含量。
8. 果皮含量：當日每重複均調查 3 組。採收並剝除苞葉後，將果穗削粒並以果汁機打碎後，利用濾網過篩果皮後，送入烘箱內，以 80°C 烘烤 48 小時後，秤量並計算果皮含量⁽⁵⁾。
9. 糖度：當日採收並剝除苞葉後，每重複均調查 3 組，將果穗削粒後擠壓汁液，並用糖度計 (My Brix, Mettler Toledo) 量測糖度。

(三) 統計分析：

利用統計軟體 R (版本 4.3.1) 將各小區所得數據資料做變方分析。若處理差異顯著，則使用最小顯著性差異測驗 (least significant difference, LSD) 比較處理間差異是否已達到 5% 之顯著性。

結果與討論

一、氣象資料蒐集與分析

Zhao⁽¹⁷⁾ 等與 Liu⁽¹¹⁾ 等人指出，氣候變化對自然環境以及人類的生產與生活都產生了重要影響，其中對作物影響尤為明顯。據不同氣象因子對玉米生育期的影響不同，玉米生育期與平均溫度呈負相關，但與降水、日照時間和有效積溫等氣象因子呈正相關。故觀察作物栽培期間的氣象因子，將能有效掌握作物生長動向。有鑑於此，本試驗從中央氣象署的自動氣象站中獲取溫度、雨量、風速、日照時數及日射量等氣象因子進行探討。

由圖 1 顯示的每月平均氣溫來看，自 113 年 3 月起至 9 月的平均氣溫有逐步增加趨勢。自 113 年 10 月至翌年 1 月的氣溫則逐步漸降。最高氣溫落在 113 年 7 月的

36.1°C，最低氣溫落在 114 年 1 月的 8.2°C。

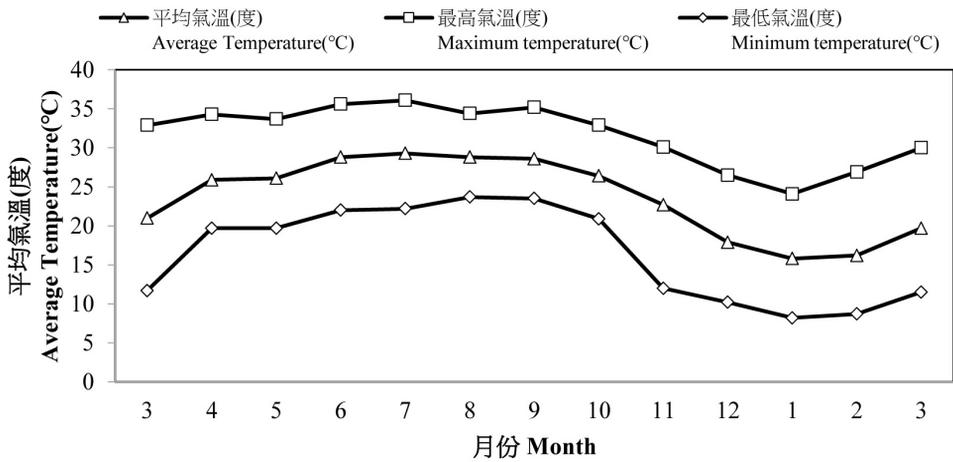


圖 1. 113 年 3 月至 114 年 3 月間的每月氣溫、最高氣溫、最低氣溫觀測資料

Fig. 1. Monthly observational data of average temperature, maximum temperature, and minimum temperature from March 2024 to March 2025

由圖 2 顯示，受梅雨和颱風影響下，113 年 4 月至 9 月期間，累積降雨量明顯高出其他月份。其中，7 月受凱米颱風帶來的豐沛雨量影響，累積降雨量達 608 毫米之多。風速部分，受凱米颱風影響下，在 113 年 7 月的風速達 2.4 公尺 / 秒最高。此外，受東北季風等強風影響，自 113 年 10 月至翌年 3 月的風速平均在 1.5 ~ 1.7 公尺 / 秒。

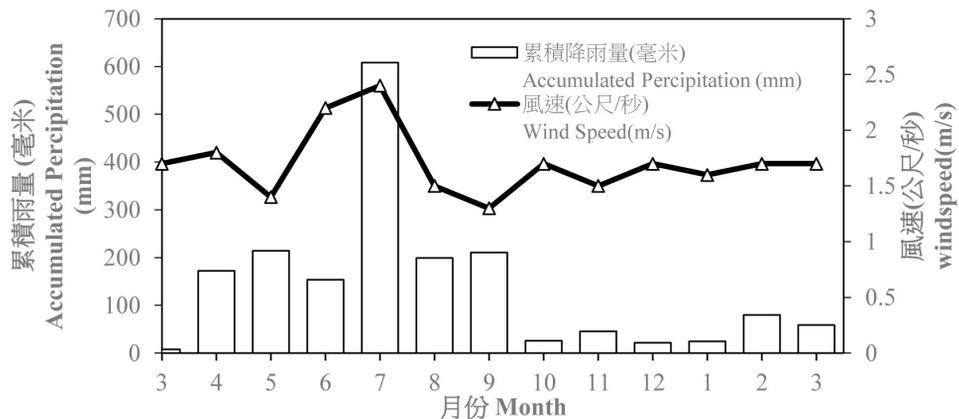


圖 2. 113 年 3 月至 114 年 3 月間的每月累計降雨量、風速觀測資料

Fig. 2. Monthly cumulative rainfall and wind speed observational data from March 2024 to March 2025

由於受地球自轉軸傾斜和繞太陽公轉等因素影響，日照時數長短與季節變化、緯度位置直接相關。此外，據徐等人⁽⁴⁾研究指出，當天氣系統通過臺灣地區時，其所伴隨的雲系在臺灣地區發展，使得雲量增加，日照時數減少的主要原因。而天氣系統的強弱與持續時間，更直接影響日照時間的長短。由圖 3 的觀測資料顯示，113 年 3 月至 9 月

期間的單月累積日照時數均超過 270 小時以上。伴隨秋分 (113 年 9 月 22 日) 過後，北半球日照時間持續縮短，故累積日照時數自 10 月至翌年 2 月間有減少趨勢。值得注意的是，同年 7 月的累積日照時數短於 6 月與 8 月，可能與 7 月下旬的凱米颱風影響有關。在累積日射量部分，以 113 年 8 月最高，達 607.11 MJ/m²。爾後，推測因受秋分後的日照時間縮短等因素影響，累積日射量呈逐步遞減趨勢。

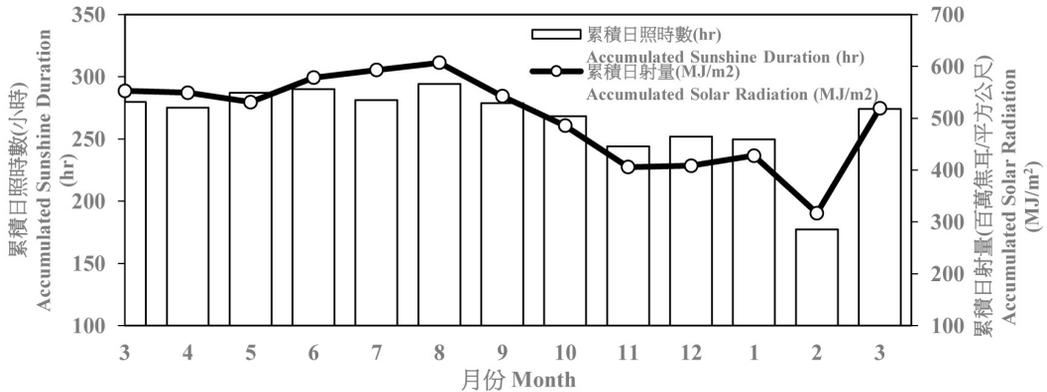


圖 3. 113 年 3 月至 114 年 3 月間的每月累積日照時數、累積日射量的觀測資料
 Fig. 3. Monthly accumulative sunshine duration and solar radiation observational data from March 2024 to March 2025

二、不同季節栽培下的甜玉米生長情形探討

(一) 113 年春季甜玉米栽培調查

從表 1 資料顯示，春季栽培下，開花期、吐絲期最早為白龍王，其次為佳穗 9 號，華珍為最晚。採收期以佳穗 9 號最早，其次為白龍王，華珍為最晚。表 2 株高與穗位高調查顯示，華珍最高，佳穗 9 號最矮。經統計分析，達顯著差異性。果穗調查顯示，果穗長度及果穗徑寬均以佳穗 9 號最佳，且與華珍、白龍王具有統計上的顯著差異。行數表現以佳穗 9 號 18 行及白龍王 16 行為佳，華珍行數較少，僅 12 行。每行粒數以佳穗 9 號及華珍最多，分別有 37 粒及 39 粒，白龍王的每行 31 粒最少。試驗結果說明，佳穗 9 號果穗長度長、果穗徑寬粗、行數多且每行粒數多，故果穗表現評估最佳。從公頃產量調查顯示，含苞葉產量以佳穗 9 號的 15,316 公斤 / 公頃最高，白龍王的 11,816 公斤最低，經統計分析後，具有顯著差異性。去苞葉產量以佳穗 9 號的 11,131 公斤最高，華珍的 9,260 公斤最低，經統計分析，具有顯著差異性。

玉米苞葉是玉米植株上果穗營養儲存器官，也是果穗的保護器官，並為果穗的發育提供良好的環境，包含：維持子粒發育適宜溫度、減少水分逆境對子粒早熟影響、有利降低或阻止病蟲害發生機會等⁽³⁾。然而，對市場交易而言，因苞葉再利用率低，易成為多餘的購入成本，故甜玉米市場偏好苞葉含量低的品種 (< 35% 的苞葉含量為佳)。本次試驗中，各品種的苞葉佔比分別為華珍 37%、白龍王 21%、佳穗 9 號 27%。結果說明，溫帶型甜玉米 (白龍王、佳穗 9 號) 苞葉含量佔比低，熱帶型甜玉米 (華珍) 苞葉含量佔比高。

表 1. 113 年春季 3 種甜玉米生育期調查

Table 1. Growth stage of three sweet corn varieties in spring 2024

品種 variety	播種至開花期 ¹ Sowing to flowering				播種至吐絲期 Sowing to silking				播種至採收期 Sowing to harvesting			
	開花期 (日)	累積日照 時數 (小時)	積溫 (°C d)	吐絲期 (日)	累積日照 時數 (小時)	積溫 (°C d)	採收期 (日)	累積日照 時數 (小時)	積溫 (°C d)	採收期 (日)	累積日照 時數 (小時)	積溫 (°C d)
	Flowering period (day)	Accumulative Sunshine Duration (hour)	Accumulated Temperature (°C days)	Silking period (day)	Accumulative Sunshine Duration (hour)	Accumulated Temperature (°C days)	Harvesting period (day)	Accumulative Sunshine Duration (hour)	Accumulated Temperature (°C days)	Harvesting period (day)	Accumulative Sunshine Duration (hour)	Accumulated Temperature (°C days)
華珍 Bright Jean	51	521.5	847.1	52	531.7	861.6	70	679.3	1,133.9			
白龍王 Bai Long Wang	46	468.1	766	47	490.1	797.5	65	643.9	1,051			
佳穗 9 號 Jia Sui No.9	49	490.1	797.5	49	501.1	812.4	64	635.1	1,033.5			

註 1：播種日期為 113 年 3 月 19 日。The sowing date was March 19 in 2024.

表 2. 113 年春季之 3 種甜玉米品種性狀與產量調查

Table 2. Trait and yield survey of three sweet corn varieties in spring 2024

品種 variety	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 徑寬 (公分) Ear width (cm)	行數 row	每行 粒數 Kernel number per row	含苞葉 產量 (公斤/公頃) Husked yield (kg/ha)	去苞葉 產量 (公斤/公頃) Unhusked yield (kg/ha)
華珍 Bright Jean	202 ^a	92 ^a	17.8 ^b	4.4 ^b	12 ^b	39 ^a	14,797 ^a	9,260 ^b
白龍王 Bai Long Wang	170 ^{ab}	52 ^b	17.1 ^c	4.5 ^b	16 ^a	31 ^b	11,816 ^b	9,353 ^b
佳穗 9 號 Jia Sui No.9	166 ^b	44 ^b	18.4 ^a	4.8 ^a	18 ^a	37 ^a	15,316 ^a	11,131 ^a
LSD (5%) ¹	33	20	0.4	0.1	2	3	1,676	798

註 1：以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters are significantly different at 5% level by LSD.

從表 3 的品質分析指出，水分含量表現以佳穗 9 號較佳，並和華珍在統計上具有顯著差異。果皮含量表現中，白龍王的果皮含量最低，其次為佳穗 9 號，華珍的果皮含量最高。趙等人⁽⁶⁾說明，對甜玉米而言，玉米果皮與食用品質有密切關係，果皮柔嫩度是影響適口性重要的品質性狀之一。果皮的柔嫩度是指果皮咀嚼的難易程度，是衡量甜玉米口感品質的重要指標性狀。而果皮柔嫩度與果皮含量息息相關。通常果皮含量高代表渣多皮厚，反之代表渣少皮薄。因此，從果皮含量之結果說明，白龍王與佳穗 9 號因果皮含量少，食用口感呈現皮嫩渣少的優點。

表 3. 113 年春季之 3 種甜玉米品種品質分析

Table 3. Quality analysis of three sweet corn varieties in spring 2024

品種 variety	水分含量 Water content (%)	果皮含量 Pericarp content (%)	糖度 Sugar content (°Brix)
華珍 Bright Jean	75.7 ^b	1.2 ^a	13.4 ^b
白龍王 Bai Long Wang	76.5 ^{ab}	0.8 ^c	16.5 ^a
佳穗 9 號 Jia Sui No.9	77.2 ^a	0.9 ^b	16.1 ^a
LSD (5%) ¹	1.0	0.1	0.6

註 1：以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters are significantly different at 5% level by LSD.

Liu 等人⁽¹⁰⁾說明甜玉米起源于美洲大陸，是由普通玉米胚乳基因隱性突變而產生，其特點是籽粒在乳熟期含糖量高，風味好，皮薄色佳。因此，糖度表現是甜玉

米相當重要的性狀，同時也是消費市場喜愛程度的指標關鍵。從表 3 的糖度項目指出，白龍王與佳穗 9 號的甜度表現優於華珍，且具有統計上的顯著差異，說明白龍王與佳穗 9 號比華珍更甜。

從 113 年春季品質分析結果來看，白龍王與佳穗 9 號在水份含量、果皮含量及糖度等品質性狀上，表現優於華珍。說明在追求甜度佳、皮薄渣少的甜玉米市場中，白龍王與佳穗 9 號的接受度更好。

從 113 年春季試驗綜合評估，根據田間表現、果穗性狀、品質分析及產量調查顯示，甜玉米品種佳穗 9 號表現最好，為受試品種中最適合春季栽培品種。

(二) 113 年秋季甜玉米栽培調查

從表 4 資料顯示，秋季栽培下，開花期、吐絲期最早為白龍王，其次為佳穗 9 號，華珍為最晚。採收期以白龍王最早，其次為佳穗 9 號，華珍最晚。表 5 調查顯示，株高與穗位高以華珍最高，佳穗 9 號最矮。經統計分析，有顯著差異性。果穗調查顯示，果穗長度及果穗徑寬均以佳穗 9 號最佳，且具有統計上的顯著差異。行數表現以佳穗 9 號 18 行及白龍王 16 行為佳，華珍行數較少，僅 12 行。每行粒數以佳穗 9 號及華珍最多，分別有 42 粒及 39 粒，白龍王的每行 34 粒最少。試驗結果說明，佳穗 9 號果穗長度長、果穗徑寬粗、行數多且每行粒數多，故果穗表現評估最佳。從產量調查顯示，含苞葉產量以佳穗 9 號的 23,087 公斤 / 公頃最高，白龍王的 16,406 公斤 / 公頃最低，經統計分析後，具有顯著差異性。去苞葉產量以佳穗 9 號的 17,717 公斤 / 公頃最高，白龍王的 11,554 公斤 / 公頃最低，經統計分析，具有顯著差異性。

本次試驗中，各品種的苞葉佔比分別為華珍 34%、白龍王 29%、佳穗 9 號 23%。結果說明，溫帶型甜玉米(白龍王、佳穗 9 號)苞葉含量佔比低，熱帶型甜玉米(華珍)苞葉含量佔比高。

從表 6 的品質分析指出，水分含量表現以白龍王較佳，並和華珍、佳穗 9 號在統計上具有顯著差異。果皮含量表現中，白龍王的果皮含量最低，其次為佳穗 9 號，華珍的果皮含量最高。從果皮含量之結果指出，白龍王與佳穗 9 號因果皮含量少，食用口感較佳之優點。從糖度項目指出，白龍王與佳穗 9 號的甜度表現優於華珍，且具有統計上的顯著差異，說明白龍王與佳穗 9 號比華珍更甜。

從 113 年秋季品質分析結果來看，白龍王在水份含量、果皮含量及糖度等品質性狀上，表現更優於佳穗 9 號及華珍。

從 113 年秋季試驗綜合評估，根據田間表現、果穗性狀、品質分析及產量調查顯示，雖甜玉米品種白龍王在品質分析上的表現佳，但整體考量果穗性狀及產量表現等因素後，甜玉米品種佳穗 9 號表現最好，為受試品種中最適合秋季栽培品種。

(三) 比較不同季節下的甜玉米性狀表現情況

1. 討論生育期間的累積日照時數及積溫情形

累積日照時數反映植物在整個生育期間接受到的有效光照時間總和，對於玉米等 C₄ 光合作物尤其重要。獲取充足日照可提升淨光合作用速率，進而促進乾物質累積、果穗發育與籽粒充實。Shao 等人⁽¹³⁾ 研究指出，玉米生長季節的日照時數是影響產量形成的主要限制因素，並表明籽粒充實期的玉米對光照輻射的有效利用更是關係到玉米最終產量的主要原因。此外，Wang 等人⁽¹⁵⁾ 說明，積溫是

表 4. 113 年秋季 3 種甜玉米生育期調查

Table 4. Growth stage of three sweet corn varieties in fall 2024

品種 variety	播種至開花期 ¹ Sowing to flowering				播種至吐絲期 Sowing to silking				播種至採收期 Sowing to harvesting			
	開花期 (日) Flowering period (day)	累積日照 時數 (小時) Accumulative Sunshine Duration (hour)	積溫 (°C d) Accumulated Temperature (°C days)	吐絲期 (日) Silking period (day)	累積日照 時數 (小時) Accumulative Sunshine Duration (hour)	積溫 (°C d) Accumulated Temperature (°C days)	採收期 (日) Harvesting period (day)	累積日照 時數 (小時) Accumulative Sunshine Duration (hour)	積溫 (°C d) Accumulated Temperature (°C days)			
華珍 Bright Jean	64	519.8	725.1	65	527.9	757.2	105	846.8	982.8			
白龍王 Bai Long Wang	53	438.6	672.3	55	454.2	689	92	745.3	902.1			
佳穗 9 號 Jia Sui No.9	55	454.2	682.4	57	468.9	682.4	98	791.9	945.4			

註 1：播種日期為 113 年 10 月 22 日。The sowing date was October 22 in 2024.

農作物生長過程中的一項重要的指標，它的高低是影響玉米單位面積產量在年度間波動的最主要因素。因此，研究積溫變化對玉米產量的影響具有十分重要作用和意義。

表 5. 113 年秋季之 3 種甜玉米品種性狀與產量調查

Table 5. Trait and yield survey of three sweet corn varieties in fall 2024

品種 variety	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 徑寬 (公分) Ear width (cm)	行數 row	每行 粒數 Kernel number per row	含苞葉 產量 (公斤/公頃) Husked yield (kg/ha)	去苞葉 產量 (公斤/公頃) Unhusked yield (kg/ha)
華珍 Bright Jean	232 ^a	99 ^a	18.6 ^b	4.84 ^b	12 ^c	39 ^a	19,287 ^{ab}	12,651 ^b
白龍王 Bai Long Wang	186 ^b	60 ^b	18.3 ^b	4.7 ^b	16 ^b	34 ^b	16,406 ^b	11,554 ^b
佳穗 9 號 Jia Sui No.9	179 ^b	47 ^b	20.5 ^a	5.4 ^a	18 ^a	42 ^a	23,087 ^a	17,717 ^a
LSD (5%) ¹	16	15	1.3	0.3	2	3	4,943	3,289

註 1：以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters are significantly different at 5% level by LSD.

表 6. 113 年秋季之 3 種甜玉米品種品質分析

Table 6. Quality analysis of three sweet corn varieties in fall 2024

品種 variety	水分含量 Water content (%)	果皮含量 Pericarp content (%)	糖度 Sugar content (°Brix)
華珍 Bright Jean	76.3 ^b	1.4 ^a	14.1 ^b
白龍王 Bai Long Wang	79.7 ^a	0.8 ^c	16.5 ^a
佳穗 9 號 Jia Sui No.9	73.6 ^c	1.2 ^b	16.2 ^a
LSD (5%) ¹	0.6	0.1	1.2

註 1：以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters are significantly different at 5% level by LSD.

從表 1 和表 4 資料指出，播種至開花期、播種至吐絲期的日數，春季比秋季分別短 6 至 13 天、8 至 13 天。累積日照時數，春季比秋季分別多出 1.7 至 35.8 小時、3.8 至 35.9 小時。積溫部分，春季比秋季分別多出 93.7 至 122°C d、104.4 至 130°C d。結合圖 1 說明，從播種至開花期、吐絲期，春季因環境溫度及每日日照長度漸增關係，故累積日照時間與積溫均大於秋季栽培，並因此縮短開花與

吐絲時間。

從播種至採收期的日數、累積日照時數，秋季比春季多出 27 至 35 天、101.4 至 167.5 小時。積溫部分，春季則比秋季高出 88.1 至 151.1°C d。從結果來看，秋季栽培因環境溫度與每日日照長度均漸減緣故，拉長籽粒充實期的時間，進而延長採收時間。

2. 透過綜合變方分析結果討論不同季節下的甜玉米性狀

進一步利用綜合變方分析探討在 113 年春季與秋季栽培下，3 種甜玉米品種的田間性狀、果穗性狀、品質分析與產量調查結果。經逐項分析後，由於去苞葉產量、水分含量等兩項經 Bartlett 檢定後，p value 小於 0.05，說明變異數在組間存有顯著差異，不具均質性，故不進行後續討論。

從表 7 的綜合變方分析表觀察，株高、每行粒數及含苞葉產量受季節主效應影響，達極顯著水準，而果穗長度受季節主效應影響，達顯著水準。這結果說明株高、穗長、每行粒數與含苞葉產量性狀，會因栽培季節不同而呈現差異。

另一方面，穗位高、果穗長度、行數、糖度、含苞葉產量等受品種主效應影響，均達極顯著水準，指出這 5 個性狀會因品種而有極顯著差異。這結果與 Subaedah 研究⁽¹⁴⁾呼應，同樣指出不同甜玉米品種存有果穗長度、糖度差異。

針對季節主效應具顯著效應者，進行最小顯著差異法分析 (LSD)。從表 8 結果來看，秋季栽培的株高、果穗長度、每行粒數與含苞葉產量等表現明顯優於春季。推測主要原因是秋季生長期的環境溫度漸轉涼冷，拉長玉米生長時間、促使累積日照時間增加，使得光合產物與乾物質累積量提高，進而增加株高、果穗長度、每行粒數與含苞葉產量。反觀春季生長期的環境溫度漸轉炎熱，尤其自 4 月份起，平均溫度超過 25°C 以上，有利加速玉米生長發育 (圖 1)。再加上此時玉米正處快速生長的節間生長期，因此，伴隨環境溫度升高下，植株縮短光合產物累積時間並減少乾物質，導致株高、穗長、每行粒數和含苞葉產量減少。這結果呼應辛等人研究結果⁽²⁾，指出玉米生長受溫度與日照影響很大，且溫度影響更甚光週期，尤其春作栽培，明顯隨播種時間延後下，縮短吐絲期與成熟期。

在 Ge 等人⁽⁹⁾研究提到，玉米生育期及籽粒充實期間平均溫度、累積積溫較高，對玉米籽粒灌漿速率產生負面影響。觀察表 1 和表 4 的春季與秋季開花期、吐絲期及採收期積溫表現，春季期間的積溫明顯高出秋季，推測不利籽粒灌漿，進而導致含苞葉產量較低。再加上 Shao 等人⁽¹³⁾研究指出，玉米生長季節的日照時數影響產量。由於秋季栽培中，籽粒充實期的累積日照時數明顯大於春季，推測是提高秋季增產的原因。因此，不同栽培季節間的溫度與累積日照時長，為影響甜玉米產量增減的重要因子。

從表 7 的綜合變方分析觀察，果皮含量對季節與品種間的交通效應達極顯著水準，果穗穗徑、每行粒數對季節與品種間的交通效應達顯著水準。

進一步針對季節與品種交通效應之性狀做最小顯著差異法分析 (表 9)。根據結果指出，在不同季節中，果穗穗徑和果皮含量等性狀會因品種不同而有所差異。以華珍和佳穗 9 號而言，秋季的果穗穗徑較粗且與春季表現有顯著差異，推測主因為秋季生育期間，當玉米進入子粒充實期時，環境生長溫度降低，使果穗充實時間拉長，進而加大果穗穗徑有關 (表 1、表 4)，顯示華珍和佳穗 9 號的果

表 7. 113 年春秋兩季甜玉米試驗的綜合變方分析表

Table 7. Comprehensive ANOVA table for sweet corn trials in the spring and fall 2024

變因 Source of variation	自由度 D.f.	均方 Mean Square									
		株高 Plant height	穗位高 Ear height	果穗長度 Ear length	果穗穗徑 Ear width	行數 row	每行粒數 Kernel number per row	果皮含量 Pericarp content	糖度 Sugar content	含苞葉產量 Husked yield	
季節 (Season)	1	1,760.22**	180.5	8.00*	0.77**	0.44	38.33**	0.50	0.41	141,961,699**	
品種 (Variety)	2	3,520.39**	4,241.06**	4.88**	0.44**	57.64**	83.85**	39.56**	9.96**	39,168,773**	
區集 (Block)	4	61.06	77.28	0.38	0.02	0.41	0.9	0.44	0.23	568,290	
季節 × 品種 (Season × Variety)	2	139.39	13.16	0.72	0.05*	0.31	8.01	7.22**	2.44	5,222,813	
機差 (Error)	8	134.39	62.53	0.18	0.01	1.0014815	1.72	0.39	0.27	2,650,899	

註 1 : * 和 ** 分別達 5% 與 1% 顯著差異水準。* and ** Significant at 5% and 1% level, respectively.

穗穗徑受不同季節影響而有差異。然而，白龍王的果穗穗徑則在不同季節無顯著差異。

表 8. 季節主效應達顯著水準下的最小顯著差異法分析結果

Table 8. The result of least significant difference (LSD) analysis for significant seasonal main effects

季節 Season	株高 (公分) Plant height (cm)	穗長 (公分) Ear length (cm)	每行粒數 Kernel number per Row	含苞葉產量 (公斤/公頃) Husked yield (kg/ha)
春季 Spring	179 ^b	18 ^b	36 ^b	13,976 ^b
秋季 Fall	199 ^a	19 ^a	39 ^a	19,593 ^a
LSD (5%) ¹	10	0.8	1	987

註 1：以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters are significantly different at 5% level by LSD.

表 9. 季節與品種交感效應達顯著水準下的最小顯著差異法分析

Table 9. The result of least significant difference (LSD) analysis for significant season and variety interaction effects

品種 Variety	季節 season	果穗穗徑 (公分) Ear width (cm)	果皮含量 (%) Pericarp Content (%)
華珍 Bright Jean	春季 Spring	4.41 ^b	1.24 ^a
	秋季 Fall	4.84 ^a	1.44 ^b
LSD (5%)		0.10	0.04
白龍王 Bai Long Wang	春季 Spring	4.46 ^a	0.85 ^a
	秋季 Fall	4.69 ^a	0.8 ^a
LSD (5%)		0.27	0.12
佳穗 9 號 Jia Sui No.9	春季 Spring	4.78 ^b	0.97 ^a
	秋季 Fall	5.36 ^a	1.15 ^a
LSD (5%) ¹		0.18	0.38

註 1：以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters are significantly different at 5% level by LSD.

果皮含量分析指出，只有華珍在春季與秋季有顯著差異，而白龍王與佳穗 9 號則未達顯著差異。此結果指出，熱帶型甜玉米品種的果皮含量對季節變化較為敏感。並在秋季種植的果皮含量較高，推測可能因子粒充實期恰遇環境低溫，受生長期拉長影響而增加果皮含量所致（表 1、表 4）。反之，溫帶型甜玉米品種表現相對穩定，說明季節不同對溫帶型甜玉米的果皮含量增減影響不大。這個試驗結果除可做為栽培參考外，對甜玉米品種選育的選種策略也能提供重要建議。

經比較不同季節下的甜玉米性狀表現情況後可發現，甜玉米的株高、果穗長度、每行粒數與含苞葉產量受不同栽培季節影響而有顯著差異，並以秋季栽培的株高較高、果穗長度較長及含苞葉產量較佳。從氣象觀測資料可知，是因秋季栽培下的環境溫度漸轉冷涼下，拉長玉米生長時間並提高累積日照時數，促使光合作用累積所致。另一方面，果穗穗徑與果皮含量等和季節與品種具交互作用。這代表在不同季節下的果穗穗徑與果皮含量會因選擇品種不同而有差異。因此，不論從栽培或育種角度來看，季節與品種選擇都存有不可忽視的重要性。特別是在籽粒充實期間，不同季節下的環境溫度高低與累積日照時數多寡，將直接性影響果穗發育及產量增減。

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】。執行試驗期間，感謝林秀紛女士幫忙田間栽培管理和試驗調查。此外，謝謝曾郁茜老師提供寶貴審查意見，使本文得以順利完成。

結 論

本研究針對 113 年春、秋兩季進行栽培試驗，探討季節與品種對甜玉米生長性狀、果穗特性、品質與產量之影響。結果顯示，季節與品種兩因子皆對多數性狀具有顯著主效應，部分性狀則表現出顯著交互作用。綜合變方分析指出，株高、果穗長度、每行粒數與含苞葉產量受季節主效應影響顯著，秋季栽培表現普遍優於春季，顯示適當的生育溫度與生長期有利於乾物質累積與果穗發育；而穗位高、行數與糖度則受品種主效應顯著影響，顯示品種差異對性狀表現貢獻甚大。在交互作用方面，果穗穗徑與果皮含量對季節與品種間呈現顯著或極顯著交互作用，說明不同品種對環境條件具不同表現力。整體而言，秋季因籽粒充實期拉長，故能有效增加含苞葉產量等性狀。然而，伴隨籽粒發育時間增加，在食用品質上的重要性狀「果皮含量」也在華珍上有顯著增加情形，說明熱帶型甜玉米對氣候變化較敏感，影響果皮發育與品質好壞。反觀溫帶型品種白龍王與佳穗 9 號則在該性狀表現相對穩定，推測其對氣候因子變異具有較佳適應性。

綜上所述，本研究說明栽培季節對甜玉米多數重要性狀具顯著影響，且品種間對季節變化的反應具差異性，並以秋季條件下的整體表現最佳。不過，本次研究結果基於單一年度與特定試驗地點所得，結論外推性有限，因此未來應須納入不同年度及地點試驗，以驗證結論的穩健性。此外，本次研究結果提及在春季與秋季的品質分析差異結果，後續仍深入探討。

引用文獻

1. 李坤、李高科、肖穎妮、於永濤、李余良、謝利華、朱文廣、胡建廣。2020。甜玉米品質遺傳改良研究進展。廣東農業科學 47(11)：70-77。
2. 辛仲文、姜金龍。1992。不同播種期對青刈玉米生育及產量之影響。桃園區農業改良場研究彙報 9：1-10。
3. 宋鳳斌、徐洪文。玉米苞葉光合生理特性研究進展。2008。玉米科學 16(4)：31-34。
4. 徐天佑、曾鴻陽。臺灣地區有關太陽能日照量之環境時空因素研究探討。2007。環境教育學刊 6(6)：21-32。
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. 趙捷、王美興、趙堯、黃辰潔、杜龍崗。2018。甜玉米果皮細胞層數、纖維素含量與果皮柔嫩性的關係。浙江農業科學 59(9)：1658-1662。
7. 農情報告資源網 https://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp。(下載日期：114.04.12)
8. 謝禮臣。甜玉米市場概況與產銷通路。2023。農業世界 480(8)：10-15。
9. Ge J, Xu Y, Zhao M, Zhan M, Cao C, Chen C, Zhou B. Effect of Climatic Conditions Caused by Seasons on Maize Yield, Kernel Filling and Weight in Central China. *Agronomy*. 2022, 12(8): 1816.
10. Liu Fu-guo, Niu Li-ying, Li Da-jing, Jin Bang-quan, Liu Chun-quan. Research Progress in Processing and Utilization of Fresh Corn. *Food Science*. 2012. 33(23): 375-379.
11. Liu, Y., Qin, Y., Ge, Q. et al. Responses and sensitivities of maize phenology to climate change from 1981 to 2009 in Henan Province, China. *Journal of Geographical Sciences*. 2017. 27: 1072-1084.
12. Revilla P, Anibas CM, Tracy WF. Sweet Corn Research around the World 2015–2020. *Agronomy*. 2021. 11(3): 534.
13. Shao Li-wei, Wang Yan-zhe, Miao Wen-fang, Sun Hong-yong, Chen Su-ying, Zhang Xi-ying. Effect of Cultivar and Plant Density on Summer Maize Grain Yield and Water Use Efficiency in North China Plain. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*. 2011. 26(3): 182-188.
14. St. Subaedah, Edy, Mariana, Kiky. Growth, Yield, and Sugar Content of Different Varieties of Sweet Corn and Harvest Time. *International Journal of Agronomy*, 2021.
15. Wang Qi, Ma Shu-qing, Guo Jian-ping, Zhang Tie-lin, Yu Hai, Xu Li-ping. Effects of air temperature on maize growth and its yield. *Ecological Environment and Protection*. 2020. 3(9): 2630-4740.
16. X. Zhang, K. J. H. V. Mogel, V. S. Lor, C. N. Hirsch, B. De Vries, H. F. Kaeppeler, W. F. Tracy, S. M. Kaeppeler, Maize sugary enhancer1 (se1) is a gene affecting endosperm starch metabolism. *Proc. Natl. Acad. Sci*. 2019. 116(41): 20776-20785.
17. Zhao Yanxi, Xiao Dengpan, Bai Huizi, Tao Fulu. Research progress on the response and adaptation of crop phenology to climate change in China. *PROGRESS IN GEOGRAPHY*, 2019, 38(2): 224-235.

Investigation of the effects of different sowing seasons on the growth, yield, and quality of sweet corn¹

Hsieh, L. C.²

Abstract

This study aimed to investigate the variations in agronomic traits, ear characteristics, quality, and yield of three sweet corn varieties grown in different seasons, and to analyze the interaction effects between variety and season. The results have showed that during the spring and fall in 2024, the sweet corn variety “Jia Sui No.9” exhibited the best overall performance. Comprehensive analysis of variance indicated that plant height, ear length, kernel number per row and husked yield were significantly influenced by the seasonal main effect, while ear height, ear row, and sugar content were significantly affected by the varietal main effect with superior performance observed in fall. In contrast, ear diameter, and pericarp content have showed significant interactions between season and variety, suggesting that different varieties respond differently to seasonal environments. In addition, the ear diameters of the “Bright Jean” and “Jia Sui No.9” varieties were better in fall. Tropical sweet corn is sensitive to seasonal variations, which is reflected in its pericarp content. Overall, the result demonstrate that both the season and variety play significant roles in the growth performance of sweet corn, and provide critical references for future cultivation techniques and varietal breeding.

What is already known on this subject?

Previous research on sweet corn related to cultivation is limited.

What are the new findings?

This study established a comprehensive database on field characteristics, ear quality, and yield assessments for sweet corn grown in both spring and fall.

What is the expected impact on this field?

The seasonal growth data provided herein can serve as a reference for evaluating and improving sweet corn cultivation technologies and breeding work.

Key words: Sweet Corn, Season, Agronomic traits, Yield

Accepted for publication: May 24, 2025

1. Contribution No. 588 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.