

北部地區一期稻作延後插秧對產量與外觀之影響¹

鄭智允²、楊志維²、簡禎佑²

摘要

本試驗旨在探討水稻品種桃園 5 號及臺南 11 號於一期稻作延後插秧期對農藝性狀之影響，期望在不影響產量與米粒外觀下適度調整插秧日期，以避開一期稻作 2-3 月用水尖峰及調節插秧期排程。試驗分別在 2021 與 2022 年進行，針對不同插秧期進行評估。依據兩年試驗結果顯示，‘桃園 5 號’若延後至 4 月 1 日插秧則產量表現為 5,159-5,387 kg ha⁻¹，與慣行於 3 月 1 日插秧之結果無顯著差異，且抽穗後高溫仍能保持低米粒白堊質率 8.21%-9.96%之優良米質外觀，顯著優於‘臺南 11 號’之 15.46%-17.19%。依據結果顯示，臺灣北部地區一期稻作若進行延後插秧，可選擇具早熟與耐抽穗後高溫之品種，如‘桃園 5 號’並延後至 4 月 1 日前完成插秧，除了可避開用水尖峰及在颱風季前收穫和確保後期作栽植有充分的彈性時間，而亦能維持優良的產量與外觀品質。

關鍵詞：水稻品種桃園 5 號、白堊質率、抽穗後高溫

前言

依據農糧署近十年(2012-2022)農情調查資料顯示，臺灣北部地區稻作生產概況，桃園市與新竹縣稻作面積有 67.03%屬一期作(農業部農糧署, 2023)，其中，沿海鄉鎮如新屋區、觀音區及大園區甚至 80%-90%之面積屬一期作。但受到氣候變遷，全球暖化造成降雨型態改變，降雨集中及春雨減少，造成北部一期稻作供灌面臨挑戰(張, 2008; 黃, 2021; 劉等, 2023)。水稻品種桃園 5 號，於 2019 年 7 月申請命名通過，一期稻作平均產量為 5,758 kg ha⁻¹，二期稻作平均產量為 3,388 kg ha⁻¹；其具有略早熟、稻穀產量穩定、穀粒大且千粒重高及米質外觀優良等特性，適合北部地區一期稻作種

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究彙報第 544 號。

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

植；其中，千粒重與稔實率表現較二期作佳，具有延後插秧的潛力（簡等，2020a）。延後插秧顧名思義僅調整插秧時程，不改變栽培管理方式，僅將水稻插秧期由現行 2 月下旬至 3 月上旬，延後至 4 月插秧以避開 2-3 月整地用水尖峰，其餘灌溉、施肥及病蟲草害管理皆與慣行相同，即可增加水資源調配之彈性與減輕大專業農的插秧排程壓力（簡等，2020b）。本場於 2020-2021 年於桃園市觀音區、新屋區、楊梅區、龍潭區及新竹縣湖口鄉、新豐鄉、竹東鎮、新埔鎮等地區，以水稻品種桃園 5 號進行地方試作，於 3 月下旬延後插秧，全生育日數平均為 112 日，皆可於 7 月下旬前完成收穫，平均產量約為 $5,887 \text{ kg ha}^{-1}$ ，白堊質粒平均為 8.0%，顯示以‘桃園 5 號’延後插秧，產量影響不大且抽穗期高溫仍能保持米粒外觀佳之潛力（鄭等，2022）。本試驗主要目的為評估北部地區一期稻作在不影響產量與米粒外觀品質下，可延後插秧之日期，供農水單位調節用水或大專業農分散插秧期參考利用。

材料與方法

一、試驗設計

在 2021 與 2022 年於桃園市新屋區進行一期稻作延後插秧之試驗評估。試驗設計採裂區設計，逢機完全區集排列，4 重複。主區配置不同插秧期（T），2021 年之試驗插秧期為 3 月 1 日、4 月 1 日、4 月 16 日及 5 月 3 日共 4 處理；2022 年插秧期為：3 月 1 日、4 月 1 日及 6 月 1 日共 3 處理。副區配置品種（V）：水稻品種桃園 5 號（TY5）、臺南 11 號（TN11）共 2 品種。

二、栽培管理

以水田育苗移植方式種植，採多本植人工插秧，行株距 $30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ ，每試驗小區共種植 5 行，每行 20 株，試驗小區面積為 6 m^2 ；肥料施用量中氮素、磷酐及氧化鉀分別為 120、72 及 90 kg ha^{-1} ，其他如水分、雜草及病蟲害管理採一般水稻移植慣行法行之。

三、調查方法

2021 與 2022 年試驗皆以相同方式調查，於水稻植株有 50%抽穗日期為抽穗期，成熟期調查 10 叢之株高、每叢穗數；以試驗小區為單位，逢機割取 3 株，調查穗重、

穗長、一穗穎花數、稔實率與千粒重等性狀；取成熟期稻穀碾製成白米後篩選完整粒，並依據農糧署公糧稻穀驗收標準之白粉質粒定義：米粒外觀以人工方式判斷，呈現不透明或白粉質狀，占米粒二分之一以上者，最後以 25 g 白米中之白粉質粒比率，計算白堊質率；收穫 50 株成熟期稻穀，經乾燥、調製後秤量淨穀重量及測定稻穀水分含量，統一以穀粒水分含量 13%時之重量換算小區稻穀產量。試驗期間之氣象資料，採本場設置之農業氣象站（測站代碼：72C440）量測資料，並於農業氣象觀測網監測系統進行資料下載與分析，並定義達 50%抽穗後之 0-15 日平均氣溫為 T_{0-15} 。

四、統計分析

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 最小顯著差異性測試 (Fisher's least significant difference test) 比較平均值之差異顯著性。

結果與討論

一、一期稻作延後插秧之變方分析

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 2021 年之試驗結果顯示，插秧期處理對於株高等所有性狀之效應，均達極顯著水準；品種處理對於株高、穗長、每叢穗數、稔實率、公頃產量及白堊質率之效應達極顯著水準；插秧期與品種處理間之交感效應對於公頃產量之效應達顯著水準，對於株高及白堊質率之效應達極顯著水準（表 1）。在 2022 年之試驗結果顯示，插秧期處理對於每叢穗數、每穗粒數、稔實率、千粒重、公頃產量及白堊質率之效應達極顯著水準；品種處理對於每穗粒數及稔實率達顯著水準，對於株高、穗長、千粒重、公頃產量及白堊質率之效應達極顯著水準；插秧期與品種處理間之交感效應對於株高、每叢穗數、每穗粒數及千粒重之效應達顯著水準，對於公頃產量及白堊質率之效應達極顯著水準（表 2）。

表 1. 2021 年延後插秧試驗之變方分析表

Table 1. Analysis of variance for agronomic traits and yield of delayed transplanting trial in 2021.

變因 Source of variation	自由度 D.F.	均方 Mean square							
		株高 Plant height	穗長 Panicle length	每叢穗數 Panicle number per hill	每穗粒數 Spikelet number per panicle	稔實率 Fertility rate	千粒重 1000-grain weight	公頃產量 Yield	白堊質率 Chalky grain ratio
區集 Block	3	2.31	0.08	1.27	61.85	36.42	1.962	35,626	0.04
插秧期 Transplanting date(T)	3	146.69 **	6.79 **	23.58 **	334.72 **	642.69 **	76.949 **	14,964,191 **	1.19 **
主區機差 Main plot error	9	8.07	0.28	3.07	34.46	39.11	9.864	286,930	0.06
品種 Variety(V)	1	633.09 **	3.11 **	10.77 **	344.69	1,315.55 **	5.375	10,859,594 **	2.51 **
品種×插秧期 V×T	3	31.17 **	1.43	2.78	140.59	75.85	7.468	402,079 *	0.77 **
副區機差 Sub plot error	12	4.64	0.45	1.43	103.06	41.13	3.826	110,209	0.02

^Z *及**分別達 5%及 1%顯著差異水準。

^Z *, ** Significant at 5% and 1% level, respectively.

表 2. 2022 年延後插秧試驗之變方分析表

Table 2. Analysis of variance for agronomic traits and yield of delayed transplanting trial in 2022.

變因 Source of variation	自由度 D.F.	均方 Mean square							
		株高 Plant height	穗長 Panicle length	每叢穗數 Panicle number per hill	每穗粒數 Spikelet number per panicle	稔實率 Fertility rate	千粒重 1000-grain weight	公頃產量 Yield	白堊質率 Chalky grain ratio
區集 Block	3	9.70	0.10	11.58	69.33	7.79	0.53	487,535	0.09
插秧期 Transplanting date(T)	2	21.02	1.49	43.01 **	257.41 **	37.54 **	30.10 **	11,977,061 **	286.39 **
主區機差 Main plot error	6	6.70	0.45	3.03	73.02	7.67	0.87	123,885	2.09
品種 Variety(V)	1	457.52 **	9.99 **	0.50	267.88 *	18.97 *	7.29 **	1,878,912 **	183.83 **
品種×插秧期 V×T	2	36.54 *	0.73	3.17 *	233.93 *	0.54	4.38 *	955,157 **	87.38 **
副區機差 Sub plot error	9	7.21	0.50	0.80	29.71	6.70	0.58	161,027	0.01

^Z *及**分別達 5%及 1%顯著差異水準。

^Z *, ** Significant at 5% and 1% level, respectively.

二、一期稻作不同插秧期與品種之表現

評估一期稻作不同插秧期之影響，從兩年試驗之產量結果顯示，在 2021 年 3 月 1 日與 4 月 1 日插秧處理，顯著優於 4 月 16 日與 5 月 3 日插秧處理，而 2022 年同為 3 月 1 日與 4 月 1 日插秧處理，顯著優於 6 月 1 日插秧處理，產量隨插秧期延後而降低。此外，由產量構成要素可發現，在稔實率與千粒重也有相似的表現，隨插秧期延後而降低，而每穗粒數只有在 2022 年有隨插秧期延後而降低，每叢穗數則無明顯變化之趨勢。白堊質率隨著插秧期延後而增加，2021 年在 3 月 1 日與 4 月 1 日插秧處理，顯著優於 4 月 16 日、5 月 3 日插秧處理，2022 年在 3 月 1 日插秧處理，顯著優

於 4 月 1 日與 6 月 1 日插秧處理。至於株高、穗長，沒有隨插秧期延後而呈現明顯變化趨勢。綜合相關試驗結果，以 3 月 1 日與 4 月 1 日之插秧處理在產量上顯著優於其他月份，但白米外觀品質上以 3 月 1 日插秧處理具有最好之表現（表 3）。由於一期稻作延後插秧期易造成抽穗期遭遇高溫之風險，過去之研究顯示，水稻開花期植冠內溫度與稔實率呈顯著負相關（莊，2013），抽穗期高溫會顯著降低完整米率並顯著提高白堊質率（鄭等，2005），且水稻抽穗期處理高溫 35°C，稔實率顯著降低但每穗粒數和千粒重影響不顯著（謝等，2010），水稻抽穗期以高溫 41°C 處理，則每穗粒數、稔實率及千粒重均呈減少趨勢（駱等，2016）。

表 3. 一期稻作不同插秧期對農藝性狀、產量及外觀之表現

Table 3. The performance of different transplanting dates on agronomic characters, yield, and appearance in the first rice cropping season.

年份	插秧期	株高	穗長	每叢穗數	每穗粒數	稔實率	千粒重	公頃產量	白堊質率
Year	Transplant date	Plant height	Panicle length	Panicle number per hill	Spikelet number per panicle	Fertility rate	1000-grain weight	Yield	Chalky grain ratio
	(M/D)	(cm)	(cm)	(no.)	(no.)	(%)	(g)	(kg ha ⁻¹)	(%)
2021	3/1	97.6 b ^z	18.2 c	20.8 bc	84.3 b	88.2 a	27.7 a	5,917 a	11.08 c
	4/1	97.4 b	19.3 b	23.2 a	94.5 a	85.9 ab	26.8 a	5,951 a	13.58 bc
	4/16	92.3 c	17.9 c	19.0 c	86.2 b	80.7 b	25.2 a	4,000 b	21.41 a
	5/3	102.8 a	19.9 a	21.4 ab	97.8 a	68.1 c	20.7 b	3,250 c	16.75 b
2022	3/1	95.5 a	17.9 b	19.2 b	91.6 a	89.1 a	27.8 a	5,409 a	4.58 c
	4/1	92.2 b	18.8 a	22.7 a	84.2 ab	87.7 ab	24.5 b	5,105 a	11.84 b
	6/1	93.6 ab	18.2 ab	18.3 b	80.4 b	84.9 b	24.4 b	3,154 b	16.45 a

^z 同年份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 (n = 8)。

^z Means within each year column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's LSD test. (n = 8)

在品種差異方面，比較‘桃園 5 號’與‘臺南 11 號’之表現，‘桃園 5 號’株高 98.2-102.0 cm、穗長 19.0-19.1 cm，皆顯著優於‘臺南 11 號’；每叢穗數 20.2-21.7 支、千粒重 24.7-26.2 g，皆略多於‘臺南 11 號’；每穗粒數 82.0-87.4 粒，稔實率 74.3%-88.1%，

皆略少於‘臺南 11 號’；公頃產量 4,197-4,276 kg ha⁻¹，顯著低於‘臺南 11 號’；米質外觀的白垩質率 8.19%-12.47%，顯著優於‘臺南 11 號’（表 4）。從結果而言，‘桃園 5 號’相對於‘臺南 11 號’，雖然產量表現較差，但具有較好的米質外觀，也符合‘桃園 5 號’具有株高較高、穗長較長、穀粒大、千粒重高之特性（簡，2020b）。

表 4. ‘桃園 5 號’與‘臺南 11 號’農藝性狀、產量及外觀之表現

Table 4. The performance of TY5 and TN11 on agronomic characters, yield, and appearance in the first rice cropping season.

年份 Year	品種 Variety	株高 Plant height (cm)	穗長 Panicle length (cm)	每叢穗數 Panicle number per hill (no.)	每穗粒數 Spikelet number per panicle (no.)	稔實率 Fertility rate (%)	千粒重 1000-grain weight (g)	公頃產量 Yield (kg ha ⁻¹)	白垩質率 Chalky grain ratio (%)
2021	TY5	102.0 a ^z	19.1 a	21.7 a	87.4 a	74.3 b	24.7 a	4,197 b	12.47 b
	TN11	93.1 b	18.5 b	20.5 b	94.0 a	85.5 a	25.2 a	5,362 a	18.94 a
2022	TY5	98.2 a	19.0 a	20.2 a	82.0 b	88.1 a	26.2 a	4,276 b	8.19 b
	TN11	89.5 b	17.7 b	19.9 a	88.7 a	86.3 a	25.1 b	4,835 a	13.72 a

^z 同年份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 (n = 16)。

^z Means within each year column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's LSD test. (n = 16)

三、一期稻作延後插秧對生育之影響

在兩年的試驗結果顯示，在 3 月插秧時，全生育日數‘桃園 5 號’為 121 至 125 日，而延後至 4 月以後插秧，全生育日數縮短至 108-114 日以內；且‘桃園 5 號’與‘臺南 11 號’皆有隨著插秧日期的延後，使全生育日數縮短的現象，在 5 月與 6 月皆有出現最短之生育日數，但無觀察到株高有明顯變化趨勢；推測隨著插秧期的延後，生育期氣溫較高、日照充足，使生育期縮短有關（表 5）。過去針對水稻相關的研究也發現，高溫也會促進分蘗增加的速度、分蘗期日數縮短及穗數降低，高溫情況下（27-28°C），會造成水稻株高降低與生育日數縮短（卜和朱，1983；張，1977），且產量受到日射量、氣溫及蒸發量影響顯著（李等，2009）。

表 5. 一期稻作延後插秧對水稻品種之農藝性狀影響

Table 5. The agronomic characters of delayed transplanting of rice in the first cropping season.

年份 Year	品種 Variety	插秧期 Transplant 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)
2021	TY5	3/1	5/26	6/30	121	103.0 a ^z	18.2 bc
		4/1	6/13	7/18	108	103.3 a	19.9 a
		4/16	6/29	8/3	109	97.3 b	18.6 b
		5/3	7/16	8/20	109	104.3 a	19.8 a
	TN11	3/1	5/29	7/3	124	92.2 c	18.1 bc
		4/1	6/17	7/22	112	91.6 c	18.6 b
		4/16	7/1	8/5	111	87.3 d	17.2 c
		5/3	7/16	8/20	109	101.3 a	20.0 a
2022	TY5	3/1	6/2	7/4	125	97.4 a	18.3 abc
		4/1	6/23	7/24	114	97.7 a	19.4 a
		6/1	8/10	9/14	105	99.6 a	19.2 ab
	TN11	3/1	6/4	7/9	130	93.6 a	17.6 bc
		4/1	6/30	7/31	121	86.7 b	18.1 abc
		6/1	8/16	9/20	111	88.3 b	17.3 c

^z 同年份欄之不同品種與不同插秧期之平均值，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 (n = 4)。

^z Means within each year column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's LSD test (n = 4).

根據調查之結果顯示，水稻品種桃園 5 號與臺南 11 號在 3 月插秧，抽穗期為 5 月下旬至 6 月上旬，而延後於 4 月 1 日插秧，‘桃園 5 號’抽穗期為 6 月 13-23 日，‘臺南 11 號’抽穗期為 6 月 17-23 日，皆可避開颱風盛旺季之 7 月至 9 月。倘若水稻延後至 4 月 16 日、5 月 3 日及 6 月 1 日插秧，則‘桃園 5 號’抽穗期分別為 6 月 29 日、7 月 16 日、8 月 10 日 (表 5)。抽穗期為水稻的生育敏感期，強風及強降雨皆會影響稻穀之稔實率，而颱風是造成稻作災損中最主要的致災因子 (方, 2022)。^z‘臺南 11 號’抽穗期分別為 7 月 1 日、16 日及 8 月 16 日，亦皆落於颱風盛旺季節，雖然 2021 至 2022

年之試驗期間水稻抽穗期無遇颱風，但預估仍有危害之風險。

北部一期稻作慣行插秧之主要收穫期為 7 月上旬至中旬，根據試驗結果顯示，延後至 4 月 16 日、5 月 3 日及 6 月 1 日插秧處理，其成熟期分別落在 8 月上旬、8 月下旬及 9 月中旬（表 5）；此時成熟與正常耕作制度差異過大，成熟時亦遭受鳥害威脅，雖農民有各類方式驅鳥，但會增加栽培成本（曾，2014）；且北部地區種植雜糧，如大豆或高粱，其播種期皆推薦於 8 月上旬完成播種，否則易造成東北季風危害，顯著降低產量（林等，2019；鄭和楊，2023）。此時可採早熟品種如‘桃園 5 號’延後插秧，則成熟期落在 7 月 18 至 24 日，尚有約 3-4 週時間可以進行秋作雜糧之田間整備；但其他中晚熟品種如‘臺南 11 號’成熟期落在 7 月 22 至 31 日，僅剩約 2-3 週時間，將壓縮後作栽培之彈性時間（表 5）。選擇適合之栽植期與提高品種的耐逆境能力，亦是調適環境變異與氣候變遷的對策（何等，2012）。其他農藝性狀如株高與穗長為品種特性，‘桃園 5 號’在不同插秧期之平均穗長介於 18.2-19.9 cm，平均株高 97.3-104.3 cm，優於‘臺南 11 號’平均穗長 17.2-20.0 cm，平均株高 87.3-97.7 cm（表 5）。

四、一期稻作延後插秧對產量及外觀之影響

在產量方面，依據 2021 年試驗結果顯示，‘桃園 5 號’與‘臺南 11 號’，若延後至 4 月 1 日插秧，產量皆與 3 月插秧無顯著差異，但延後至 4 月 16 日與 5 月 3 日插秧，會有產量降低的情況；在 2022 年的試驗也有相同的結果，在產量表現上延後至 4 月 1 日插秧與 3 月插秧處理無顯著差異，但延後至 6 月 1 日插秧處理，則產量顯著降低。分析產量構成要素，主要為稔實率與千粒重降低所導致，以‘桃園 5 號’而言，每叢穗數在兩年的反應不相同，沒有隨著延後插秧期呈現明顯變化之趨勢，每穗粒數不會受到延後插秧影響（表 6）。過去研究發現在抽穗後 0-15 日之平均氣溫達 26°C 以上，將會造成產量與外觀品質的下降（吳，2020）。分析兩年的試驗期間，比較產量與抽穗期後 0-15 日之平均氣溫（ T_{0-15} ），顯示當‘桃園 5 號’與‘臺南 11 號’在 3 月 1 日插秧處理時， T_{0-15} 介於 25.9-26.8°C，而 4 月 1 日插秧處理時之 T_{0-15} 介於 28.1-28.3°C 之間，但產量與 3 月 1 日插秧處理相比並沒有產生顯著降低；然而，當延後至 4 月 16 日、5 月 3 日及 6 月 1 日插秧處理， T_{0-15} 介於 28.9-29.3°C，且與 3 月 1 日插秧處理相比產量顯著降低，依據結果可推論，當抽穗後發生 0-15 日之平均溫度大於或等於 28.9°C 的高溫情況下，會造成產量下降的情況。過去研究氣象因子對一期稻作的影響，顯示日射量和產量呈現顯著正相關，降雨量和每穗粒數呈負相關（黃等，2015）；將水稻抽穗

期時移入溫室進行 36°C 高溫處理，將造成稔實率及完整米率降低（廖和陳，2012）。

在白米外觀部分，試驗結果顯示，兩個品種皆隨著插秧日數延後，白垩質率有增加的趨勢，但增加的情況略有差異，以‘桃園 5 號’白垩質率而言，插秧期在 2021 年 3 月 1 日之處理為 9.65%，與延後至 4 月 1 日插秧處理的 9.96% 無顯著差異，且優於‘臺南 11 號’之 17.19%；而 2022 年也有同樣的白垩質率表現，3 月 1 日插秧處理之白垩質率為 5.46%，延後至 4 月插秧處理，‘桃園 5 號’仍能保持 8.21%，具有低於 10% 之優良外觀，並優於 4 月插秧處理之‘臺南 11 號’15.46%；但延後至 4 月 16 日插秧處理以後會導致白垩質率顯著提升至 13.35%-16.93%（圖 1、表 6）。過去研究發現因高溫逆境降低光合產物運送至穎果、抑制澱粉合成並降解，使碳與氮代謝受影響，造成白垩質粒增加（吳，2020；張等，2017；Oh-e *et al.*, 2007）。根據白垩質率的結果，並對應抽穗期後 0-15 日之平均氣溫（ T_{0-15} ），可發現‘桃園 5 號’在 T_{0-15} 為 26.1-26.8°C 時，白垩質率為 5.46%-9.65%，而 T_{0-15} 為 28.2°C 時，白垩質率達 8.21%-9.96%，但若 T_{0-15} 大於 28.9°C 後，將造成‘桃園 5 號’外觀之降低（白垩質超過 10%）；而同樣的 T_{0-15} 下，‘臺南 11 號’白垩質率達 15.46%-17.19%（表 6）。充實期高溫影響稻米品質形成的生理途徑，其中涉及許多生理反應與複雜的氣候因子與環境交感（林，2008；鄭，2013；Xu *et al.*, 2020）。高溫下甚至也會影響蛋白質含量降低食味分數，同時未熟米率、碎米率增加，千粒重降低（鄧，2012），考慮產量與白粉質率，安全的稻作生產範圍即抽穗後 0-15 日之溫度低於 26°C、日高溫低於 28°C、日低溫低於 22°C 及日射量高於 13 MJ m⁻² day⁻¹（盧和劉，2006），因此，延後至 4 月插秧，在抽穗期仍有遇高溫風險，因此慎選品種更為重要。



圖 1. 在 2021 年不同插秧期對‘桃園 5 號’ (TY5) 與‘臺南 11 號’ (TN11) 之白米外觀。圖 A、B、C、D 依序為‘桃園 5 號’之播種期，分別是 3 月 1 日、4 月 1 日、4 月 16 日及 5 月 3 日，圖 E、F、G、H 依序為‘臺南 11 號’之播種期也為相同排序。(Bar =1 cm)

Fig. 1. The grain appearance of rice varieties Taoyuan No. 5 (TY5) and Tainan No. 11 (TN11) under different transplanting dates in 2021. Fig. A, B, C, D represent TY5 correspond to transplanting dates of March 1st, April 1st, April 16th, and May 3rd, respectively. Fig. E, F, G, H represent TN11 with the same corresponding transplanting dates in the following order. (Bar =1 cm)

表 6. 一期稻作延後插秧對‘桃園 5 號’與‘臺南 11 號’之產量、構成要素及外觀之影響

Table 6. Yield, yield components, and appearance of delayed transplanting of rice in the first cropping season.

年份 Year	品種 Variety	插秧期 Transplant date (M/D)	每叢穗數 Panicle number per hill (no.)	每穗粒數 Spikelet number per panicle (no.)	稔實率 Fertility rate (%)	千粒重 1000-grain weight (g)	公頃產量 Yield (kg ha ⁻¹)	白垩質率 Chalky grain ratio (%)	T ₀₋₁₅ ^z (°C)
2021	TY5	3/1	21.3 bc ^y	82.3 a	85.3 ab	28.1 a	5,462 b	9.65 a	26.8
		4/1	24.1 a	88.1 a	79.8 bc	27.1 a	5,387 b	9.96 a	28.2
		4/16	18.8 d	88.2 a	70.3 cd	24.5 a	3,593 d	13.35 b	28.9
		5/3	22.5 ab	90.9 a	61.8 d	19.1 b	2,346 d	16.93 c	29.3
	TN11	3/1	20.3 cd	86.3 a	91.1 a	27.4 a	6,372 a	12.51 ab	26.7
		4/1	22.3 ab	100.9 a	92.0 a	26.4 a	6,515 a	17.19 c	28.1
		4/16	19.2 d	84.1 a	91.0 a	25.9 a	4,407 c	29.47 d	29.0
		5/3	20.3 cd	104.6 a	74.5 c	22.4 b	4,154 c	16.57 c	29.3
2022	TY5	3/1	19.3 b	82.1 b	89.7 a	27.8 ab	4,773 b	5.46 b	26.1
		4/1	23.5 a	85.0 b	88.8 a	25.9 bc	5,159 ab	8.21 c	28.2
		6/1	17.9 b	78.9 b	85.8 a	24.8 cd	2,895 c	10.89 d	29.4
	TN11	3/1	19.1 b	101.0 a	88.5 a	27.9 a	6,044 a	3.70 a	25.9
		4/1	21.9 a	83.3 b	86.5 a	23.2 d	5,050 ab	15.46 e	28.3
		6/1	18.8 b	81.9 b	83.9 a	24.1 cd	3,413 c	22.01 f	29.3

^z T₀₋₁₅：抽穗後 0-15 日平均氣溫。

^y 同年份欄之不同品種與不同插秧期之平均值，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 (n = 4)。

^z T₀₋₁₅：Temperature 0-15 days after heading.

^y Means within each year column followed by the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's LSD test. (n = 4)

綜合以上試驗結果顯示，‘桃園 5 號’若延後至 4 月 1 日插秧處理，兩個年度之產量表為 5,159-5,387 kg ha⁻¹，與慣行 3 月 1 日插秧處理之 4,773-5,462 kg ha⁻¹ 皆無顯著差異，雖然產量低於同期之‘臺南 11 號’5,050-6,515 kg ha⁻¹，但在抽穗後 0-15 日之平

均氣溫為 28.1-28.3°C 之高溫下，仍能保持米粒白垩質率 8.21%-9.96% 之優良品質外觀，顯著優於‘臺南 11 號’之 15.46%-17.19%。綜合考慮抽穗期遭遇颱風、成熟期遇鳥害、一期稻作耕作面積過大之大專業農及二期作有種植水稻或轉作雜糧需求者，並配合氣候變遷調度水資源，避開用水尖峰分散整地用水之供應壓力，建議可選擇具早熟與耐抽穗期高溫特性之品種，如‘桃園 5 號’並延後至 4 月 1 日以前完成插秧。

參考文獻

- 卜瑞雄、朱鈞。1983。溫度對水稻分蘖及根部 Cytokinins 活性變化之影響。中華農學會報 123:1-2。
- 方人平。2022。颱風對臺灣水稻災損之關鍵因子分析及應變策略。國立臺灣大學農業經濟學研究所碩士論文。61pp。
- 何佳勳、楊純明、蕭巧玲、賴明信。2012。抽穗至收穫期間氣象變因對水稻米質(TNG 71)之影響。臺灣農業研究 61:222-240。
- 吳以健。2020。氣候變遷與氣候智慧型水稻生產之研究。國立臺灣大學農藝學研究所博士論文。172pp。
- 李裕娟、楊純明、蕭巧玲。2009。栽培季節氣象環境對水稻臺農 71 號生產之影響。臺灣農業研究 58:45-54。
- 林芹如。2008。充實期高溫影響稻米品質形成的生理途徑。國立臺灣大學農藝所碩士論文。59pp。
- 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。
- 張廷暉。2008。氣候變遷對水庫集水區入流量之衝擊評估-以石門水庫集水區為例。國立中央大學水文與海洋科學研究所博士論文。92pp。
- 張芳瑜、胡智傑、謝嘉如、吳志文。2017。高溫對水稻品質之影響。高雄區農業改良場研究彙報 28(1):23-29。
- 張德梅。1977。稻之生長及各重要農藝性狀對日長與溫度之反應。中華農業研究 26:167-177。
- 莊豐鳴。2013。植冠微氣象在高溫及不同栽培密度下對水稻產量及品質之影響。國立臺灣大學農藝學研究所碩士論文。102pp。

- 曾祥恩。2014。太陽能人型驅鳥器於水稻田之應用。臺東區農業專訊 88:20-21。
- 黃佳興、吳文欽、潘昶儒、林泰佑、宣大平。2015。花蓮地區不同期作之氣象因素對水稻產量之影響。花蓮區農業改良場研究彙報 33:1-11。
- 黃振洋。2021。氣候變遷下石門水庫集水區衝擊評估:AR5 多模式推估資料之應用。國立中央大學水文與海洋科學研究所博士論文。180pp。
- 農業部農糧署。2023。農情報告資源網。<https://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp>。
- 廖大經、陳隆澤。2012。高溫對水稻稔實率及稻米品質之影響。作物、環境與生物資訊 9:248-256。
- 劉子明、林祺恒、童裕翔、陳正達。2023。以 TCCIP AR6 統計降尺度日資料探討臺灣未來水資源衝擊。土木水利 50(3):34-42。
- 鄧清倫。2012。利用水稻染色體置換系探討品質形成與高溫環境之交感作用。國立臺灣大學農藝學研究所碩士論文。64pp。
- 鄭佳綺。2013。充實期高溫對水稻產量及白堊質的影響。臺中區農業改良場特刊 116:271-276。
- 鄭建初、張彬、陳留根、杜群、秦永生、宋健、張衛建。2005。抽穗期高溫對水稻產量構成要素和稻米品質的影響及其基因型差異。江蘇農業學報 21:249-254。
- 鄭智允、楊志維、簡禎佑。2022。水資源調節-水稻延後插秧。桃園區農業專訊 120:3-6。
- 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。
- 盧虎生、劉韻華。2006。臺灣優質水稻栽培之環境挑戰與因應措施。作物、環境與生物資訊 3(4):297-306。
- 駱宗強、石春林、江敏、劉楊、宣守麗、金之慶。2016。孕穗期高溫對水稻物質分配及產量結構的影響。中國農業氣象 37:326-334。
- 謝曉金、李秉柏、李映雪、李昊宇、趙小豔、楊沈斌、王志明。2010。抽穗期高溫脅迫對水稻產量構成要素和品質的影響。中國農業氣象 31:411-415。
- 簡禎佑、楊志維、鄭智允、林孟輝。2020a。稈稻新品種桃園 5 號之育成。桃園區農業改良場研究彙報 87:1-22。
- 簡禎佑、楊志維、鄭智允、林孟輝。2020b。水稻桃園 5 號因應缺水趨勢的新選擇-適用延後插秧的早熟少白堊質稻米。豐年雜誌 70(11):6-7。

- Oh-e, I., K. Saitoh, and T. Kuroda. 2007. Effects of high temperature on growth, yield and dry-matter production of rice grown in the paddy field. *Plant Prod. Sci.* 10:412-422.
- Xu, J., A. Henry, and N. Sreenivasulu. 2020. Rice yield formation under high day and night temperatures—A prerequisite to ensure future food security. *Plant Cell Environ.* 43:1595-1608.

The Impact of delayed transplanting in the first rice cropping season on yield and appearance in the northern Taiwan.¹

Chih-Yun Cheng², Zhi-Wei Yang², and Jen-You Jian²

Abstract

This study was to evaluate the impact of delayed transplanting on the rice variety Taoyuan No. 5 (TY5) during the first rice cropping season. The goal was to adjust the transplanting date moderately without affecting yield and appearance. The experiments were conducted in 2021 and 2022, focusing on rice varieties TY5 and TN11, and assessing different transplanting dates. According to the results of the two-year experiment, transplanting delay of TY5 until April 1, resulting in a yield ranging from 5,159 to 5,387 kg ha⁻¹, did not exhibit significant difference compared to the conventional transplanting date of March 1. Although the yield was slightly lower than that of TN11 during the same period, TY5 maintained excellent grain appearance quality with chalky grain rates ranging from 8.21% to 9.96% under high temperatures, significantly better than TN11 which ranged from 15.46% to 17.19%. Based on the results, if delayed transplanting for the first rice cropping season in the northern Taiwan, it is suggested to select variety TY5, and complete the transplanting by April 1.

Key words: Rice variety Taoyuan No. 5, Chalky grain percentage, High-temperature after heading.

¹ Contribution No. 544 from Taoyuan DARES, COA.

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