

水稻抗稻熱病育種及 新品種‘桃園7號’的育成經過

作物改良科 簡禎佑 分機 251

前言

稻熱病是水稻生產過程最常遭遇的病害之一，全球有超過85個國家有遭受危害紀錄，預估達到10%~30%的減產。病原菌 (*Magnaporthe grisea*)最適宜的生長溫度在25~28°C之間，配合濕度達90%以上即適合繁殖傳播，病原菌從分生孢子侵入水稻葉面細胞至重新繁殖產生新的分生孢子僅需4~5天的時間，因此，一般在第一期作春雨或梅雨期間容易發生，且一旦稻株受到感染，疫情傳佈極為迅速。

抗病機制與抗病基因

作物對病原菌的抗病機制可分為兩類，一為水平抗性，一為垂直抗性。前者提供作物基礎的防禦反應，對於不同的生理小種不具明顯的專一性，因此，具有較廣幅的抗病能力，但相對抗性較弱；後者則為作物的抗病基因(R gene)對應特定生理小種的非致病基因(avirulence gene)，符合植物病理學家Flor在1971年提出的「基因對基因」(gene for gene)理論，可啟動後續的免疫防禦反應，具有較強的抗病性，但對於非專一對應的生理小種則無抗病能力。

稻熱病在全世界主要稻作生產區皆會發生並造成嚴重危害，兩者間的攻防關係已成為研究寄主與病原交互作用的一種模式系統，探尋稻熱病抗病基因的位置與作用亦為育成抗病品種的基礎。至今國際間

已探得超過100個抗稻熱病基因，然而特別的是，該抗病基因並非平均的分佈在水稻12條染色體上，而是位於第6、11及12條染色體上特定片段呈現有多個基因群集的現象。

國際判別品種引入

國內雖然很早即已進行稻熱病原菌的分類及病圃的檢定工作，但是病圃檢定多依賴田間自然發病狀況，各年度的病原菌生理小種會發生變化，造成各品種在多年檢定的結果有不一致的情形，且也未能清楚瞭解國內抗病品種的抗病基因究竟為何？利用已知抗病基因的判別品種在檢定時進行對照，或可推論國內品種(系)的抗病基因類型，以及各年度田間的生理小種是否改變。

近年國際稻米研究所與日本開發出具有單一遺傳背景的近似同源系，各系之間的差異主要僅在於不同的抗病基因上，包括一套在梗稻背景的麗江新團黑穀(Lijiangxintuanheigu, LTH)，及一套在籼稻背景的品種C039，相較過往國內利用多個品種或種原做為稻熱病判別品種，此單一遺傳背景的判別品系，更可消弭不同遺傳背景下的干擾因素或抗感病表現。在101年臺灣與國際稻米研究所(IRRI)的合作計畫中，也引入這兩套判別品種系統。適巧102年國內第1期作雲、嘉、南地區發生較往年嚴重的稻熱病害，產量減損約10%~40%，

農業部下的動植物防疫檢疫署及農糧署也瞭解此問題的嚴重性，遂與國內相關研究領域的專家學者討論並提出計畫，預定在各改良場轄內重要的稻熱病疫區設置簡易病圃，目的為監測易發生稻熱病疫區的生理小種演變。

本場轄區內多年的稻熱病圃田間監測結果

本場在當年也參與上述計畫，於103年起在新竹縣峨眉鄉中盛村設置稻熱病圃，該處稻作產區因位屬河谷地形，四週為淺山丘陵，第1期作因通風不良導致溼度偏高，所種植稻株常受到稻熱病危害，收成不佳。由本場103~105年稻熱病圃種植31個IRBLs(LTH所衍生帶有單一抗稻熱病基因的判別品種)的監測結果，以LTH-5(*Piks*)、LTH-10(*Piz5*)、LTH-21(*Pi7*)、LTH-22(*Pi9*)、LTH-23(*Pi12*)、LTH-25(*Pikm*)、LTH-26(*Pi20*)、LTH-27(*Pita2*)、LTH-30(*Pi11*)等品系，在多年間表現穩定的抗性，可進一步做為抗病的親本來源，用以提升其他現行抗病性較差的品種。

抗病品系延伸至育種上的利用-以分子標誌輔助回交後裔選拔抗稻熱病單株

本場於民國93年所育成之中晚熟品種‘桃園3號’，具有產量穩定、穀粒大、米質食味良好、白米心腹白低等優良特

性，其米飯又有濃郁之芋頭香氣，廣受消費大眾喜愛，適合北部地區種植，在民國99~110年間農糧署所辦理的全國稻米品質競賽中，連年獲得冠軍或入圍決選名單。然因其對稻熱病抗性不佳，農民在種植管理上，需多花費金錢與時間進行防治，尤其種植於鄰近淺山河谷地或內陸鄉鎮田區，容易在通風不良或高濕的環境下罹患稻熱病，栽培面積始終難以擴大。有鑑於此，前期於稻熱病圃檢定所獲知抗病性較佳的品系，於104年起陸續與香米品種桃園3號進行雜交與回交工作，並利用分子標誌輔助選拔(Marker-assisted selection, MAS)策略，精確確認是否導入抗病基因於雜交後裔個體。

持續回交的目的乃為回復優質親本桃園3號的遺傳背景，又回交的過程因抗病基因的基因型有分離情形(概以帶有抗病基因的植株僅占一半之比例)，故在各世代回交之前，先利用與各別抗病基因緊密連鎖的分子標誌，確認每個單一植株基因型，確定帶有抗病基因者，才再回交桃園3號繼續進行推前世代。待回交3次之後，回復至輪迴親桃園3號的遺傳背景理論值接近94%，使該各別確認帶有抗病基因的BC₃F₁單株自交收穫BC₃F₂種子，再於下一期作由每個抗病基因的分離個體中確認為同型結合基因型(R)者(圖1)，收穫種子成為桃園3號衍生



▲圖 1. BC₃F₂ 植株以分子標誌 RM27920 篩選抗性同結合基因型植株。

的抗病系，共獲得172個帶有上述不同基因的抗病系。

抗病品系回歸一般育種程序進行產量評估及特性檢定

此後，上述桃園3號衍生的抗病系回歸至一般育種程序(如表1)，於107年種植本場試驗田針對產量、抽穗期、稻熱病抗性、株型、粒形、米粒外觀等性狀進行評

估選拔，篩選出24個品系，再經過初級產量試驗、高級產量試驗後，最終選出桃園育10620613號(TY3+Pita2)進入全國性粳稻區域試驗。彙整109~110年共4個期作的區域試驗產量調查結果(如表2)，顯示桃園育10620613號在第1期作4個試驗地區的平均稻穀產量為5,367kg/ha，與對照品種臺稉11號對比，產量指數為98.9%，表現與

表 1. 桃園育 10620613 號之育種過程

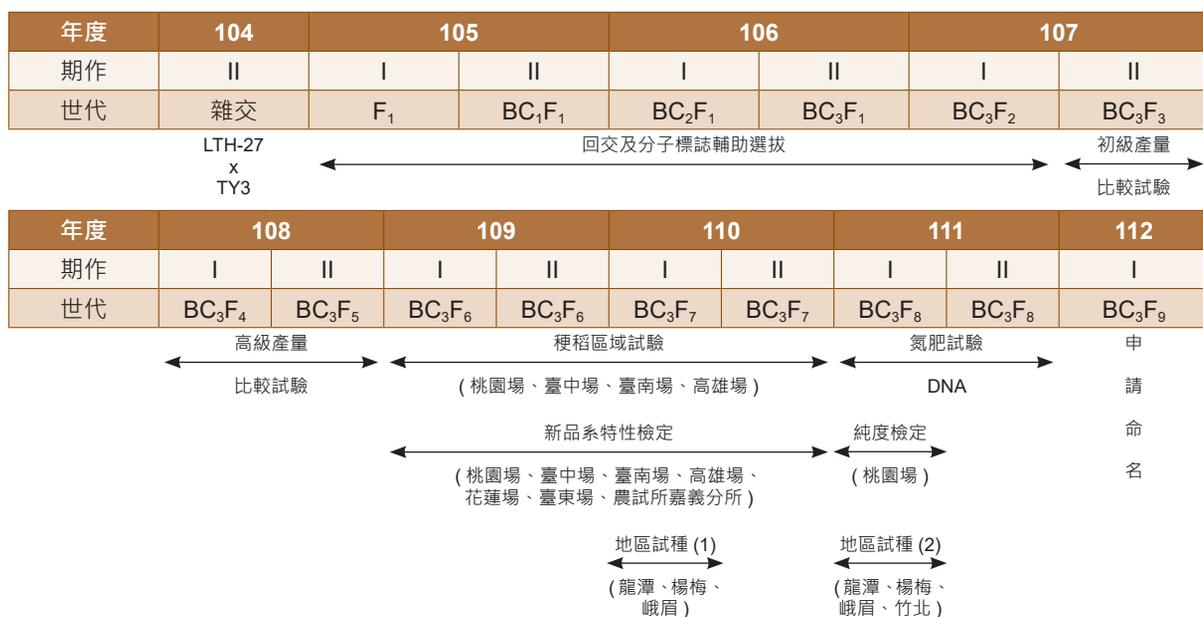


表 2. 桃園育 10620613 號區域試驗之稻穀產量

地點	第 1 期作 (kg/ha)		指數 (%)	第 2 期作 (kg/ha)		指數 (%)
	桃園育	臺稉 11 號		桃園育	臺稉 11 號	
	10620613 號	(對照)		10620613 號	(對照)	
桃園	5,139	5,294	97.1	3,453	4,061	85.0
彰化	6,182	6,399	96.6	3,423	3,854	88.8
嘉義	5,541	5,552	99.8	4,554	4,434	102.7
屏東	4,606	4,452	103.5	3,279	3,395	96.6
平均	5,367	5,424	98.9	3,677	3,936	93.4

其相當；第2期作平均稻穀產量為3,677kg/ha，產量指數為93.4%，產量略低於臺梗11號。

除產量評估外，也分別對於上述品系的耐寒性、倒伏性、穗上發芽率、脫粒率、米質理化分析與食味品質檢定，及其他多種病蟲害抗性，於109~110年托付予其他區域改良場試所進行檢定評估，各項檢定結果如表3所示。

場外試作驗證抗病性

由於各地稻作產區的稻熱病生理小種存在差異，本場雖於前期花費大量人力物力投入進行MAS精準育種，但為能驗證帶有*Pita2*抗稻熱病基因的桃園育10620613號在轄區內多個稻作生產區是否可有效抵抗稻熱病，因而在110年選定桃園市龍潭區、楊梅區及新竹縣峨眉鄉的稻熱病好發田區0.15~0.2公頃，111年再新增新竹縣竹北市

表 3. 桃園育 10620613 號之品種特性表

原品系代號		桃園育 10620613 號	
新命名品種名稱		桃園 7 號	
育成經過	親本 (♀ × ♂)	IRBLta2-PI (LTH-27) /// 桃園 3 號	
	雜交年代 (年 / 期)	104 年 2 期	
栽培期作別		I	II
成熟期	株高 (公分)	90.0	86.4
	穗數 (支)	18.9	16.7
插秧至成熟日數 (天)		120.3	106.1
抗病性	葉稻熱病	中抗	中抗
	穗稻熱病	中抗 - 中感	中抗
	紋枯病	極感	極感
	白葉枯病	中抗 - 極感	抗 - 感
抗蟲性	褐飛蟲	幼苗	感
		成株	感
	斑飛蟲		感
	白背飛蟲		感
耐寒性		2 級 (中抗)	5 級 (中感)
倒伏程度		4 級 (中感)	2 級 (中抗)
穗上發芽率 (%)		4.2 (1 級)	11.9 (1 級)
脫粒率 (%)		19.2 (5 級)	16.2 (5 級)
穗長 (公分)		17.2	16.5
一穗穎花數 (朵)		70.9	71.0
千粒重 (公克)		26.6	25.0
稔實率 (%)		88.9	85.7
糙米率 (%)		80.28	81.34
區域試驗稻穀產量 (公斤 / 公頃)		5,367	3,677
白米心白、腹白、背白總和 (%)		1.68	0.12

表 4. 110 年及 111 年桃園育 10620613 號地區試種之稻熱病抗性及產量表現

年份 期作	試種地區	桃園育 10620613 號				桃園 3 號		
		葉稻熱病	穗稻熱病	稻穀產量		葉稻熱病	穗稻熱病	稻穀產量
				kg/ha	指數 (%)			
110 年 第 1 期作	桃園市龍潭區	2 (抗) ^註	2 (抗)	5,133	139.1	6 (中感)	6 (感)	3,690
	桃園市楊梅區	1 (抗)	1 (抗)	5,051	132.5	6 (中感)	5 (中感)	3,812
	新竹縣峨眉鄉	1.5 (抗)	2 (抗)	4,234	164.9	6.5 (感)	8 (極感)	2,567
	平均	1.5 (抗)	1.7 (抗)	4,806	143.2	6.2 (中感)	6.3 (感)	3,356
111 年 第 1 期作	桃園市龍潭區	1 (抗)	1 (抗)	4,971	171.3	7 (感)	7 (感)	2,902
	桃園市楊梅區	1 (抗)	1 (抗)	4,715	145.3	6 (中感)	5 (中感)	3,246
	新竹縣峨眉鄉	1 (抗)	1 (抗)	4,588	164.3	9 (極感)	8 (極感)	2,792
	新竹縣竹北市	0 (極抗)	1 (抗)	5,417	140.6	6 (中感)	6 (感)	3,854
	平均	0.8 (抗)	1 (抗)	4,923	153.9	7 (感)	6.5 (感)	3,199

註：調查方法依據國際稻熱病圍 (IRBN) 調查方法，以肉眼依照調查標準分 0-9 級記載，葉稻熱病檢定之等級與反應之對應如下：0 為極抗級；1-3 為抗級；4-5 為中抗級；6 為中感級；7-8 為感級；9 為極感級。穗稻熱病檢定之等級與反應之對應如下：0 為極抗級；1 為抗級；3 為中抗級；5 為中感級；7 為感級；9 為極感級。

1 處，種植桃園育 10620613 號，另以其親本桃園 3 號為對照。栽培期間依當地農民的慣行行株距及施肥用量進行，但不施灑任何稻熱病防治藥劑及先知稻浸種。研究人員在分蘖盛期及抽穗期後調查各品系(種)的稻熱病抗感病性，以及最終產量坪割，結果如表 4 所示。



▲ 圖 2. 水稻新品種桃園 7 號命名審查會邀請國內著名水稻研究學者、各試驗改良場所專家、農糧署及防檢局代表共同參與。



▲ 圖 3. 參加水稻新品種桃園 7 號命名審查會人員共同合影。

由表4可知，桃園育10620613號在110年3個試驗地及111年4個試驗地的表現結果，不論對於葉稻熱病或穗稻熱病的抵抗能力，相較於原親本桃園3號的感病性表現明顯提升，並可預測此抗病基因*Pita2*可有效抵禦當地的稻熱病生理小種。此外，推估每公頃的稻穀產量，桃園3號也因受穗稻熱病影響，導致產量明顯低於新品系桃園育10620613號。桃園育10620613號在110年3個地區高出桃園3號32.5%~64.9%，111年4個示範點也高出40.6%~71.3%。

提出命名申請並通過審查

桃園育10620613號經各項試驗與特性檢定結果，相較其輪迴親本桃園3號對稻熱病抗性佳，且仍維持桃園3號稻穀產量穩

定、穀粒大、米粒外觀佳等優點，米飯具有芋頭香氣，因此於112年7月7日提出命名申請，邀集水稻育種專家及稻熱病研究領域之學者共同討論，通過命名登記為‘桃園7號’。預計後續於本場試驗田區設立原原種田以大量繁殖種子，並提出品種權申請與檢定，持續先於北部轄區內易發稻熱病產區，設置示範田區並召開觀摩會說明。期望未來提供此針對稻熱病抗性較佳的品種，可降低疫病傳播造成的損失，穩定稻穀產量及增加農民收入，並期望能減少農藥使用量，配合政策朝向「化學農藥十年減半」的目標邁進，並為低碳排、低汙染的永續農業經營盡一份心力。



▲圖 4. 水稻品種桃園 7 號 (左) 及桃園 3 號 (右) 於本場試驗田經慣行栽培管理之生育情形。