

# 水稻苗粟 3 號之育成

林家玉 \*<sup>1</sup>、王強生<sup>2</sup>、張素貞<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 農業部苗粟區農業改良場

<sup>2</sup> 國立中興大學農藝學系

## 摘要

水稻苗粟 3 號是本場與國立中興大學農藝學系合作，透過分子標誌輔助育種，將白葉枯病抗性基因導入臺南 11 號，經田間性狀選拔，於 112 年通過命名的品種。苗粟 3 號屬中晚熟稈稻品種，1 期作生育日數為 131 天，2 期作生育日數為 110 天。稻穀產量方面，1 期作平均約 6,362 kg/ha，2 期作平均約 3,793 kg/ha，與對照品種臺梗 9 號相近，且較不受環境影響。本品種帶有 *xa5*、*xa13* 及 *Xa21* 等白葉枯病抗性基因，田間接種表現為抗級，米粒外觀優良，心白、腹白及背白總合低於臺梗 9 號，推廣於白葉枯病好發地區可降低病害風險，減少農藥施用。

**關鍵詞：**水稻、白葉枯病、抗性基因堆疊品種

\*通訊作者電子郵件位址：328@mdares.gov.tw

## 前言

水稻白葉枯病是水稻主要流行病害之一，係由 *Xanthomans oryzae* pv. *Oryzae* 所引起的細菌性病害，最早發生於 1884 年日本福岡市，並於 1922 年由 Ishiyama 命名 (Ishiyama, 1922)，台灣地區曾於 1989 年第一期作罹病面積達 13,355 公頃，第二期作達 45,017 公頃，創下罹病面積最高之紀錄，近年來每年仍有約 2 萬公頃稻田受到影響 (林，2009；楊等，2013)。水稻白葉枯病好發於高溫多雨的環境，高溫高濕環境有利於病原菌繁殖，溫度介於 25~35 °C 時發生嚴重，若遇颱風及季風影響，病原菌可隨風雨造成大範圍擴散，且因強風造成葉片破損，使病原菌更容易入侵植體，

造成病害蔓延。白葉枯病主要由葉片或根部的傷口或泌水口 (hydathodes) 入侵，發病初期，罹病葉片會因維管束阻塞影響養分及水分運輸，造成枯黃之病斑，病斑會隨著維管束擴大罹病葉面積，最終導致整片葉片乾枯捲曲，進而影響水稻植株光合作用能力。依其發生時期不同，可造成 20~80% 的產量損失 (王及王，2009)，影響一穗粒數、稔實率及千粒重等產量構成要素。另外對水稻稻穀品質，包括青米率、死米率及碾糙率造成影響，亦會影響粗蛋白質含量等理化性狀 (林，1990)。白葉枯病病原菌期作間可寄生在稻稈、稻樁及禾本科雜草上，並於下期作流入灌溉水中，成為第一次感染源，若無良好田間處理，同一塊田區容易長年發生，造成農友栽培管理上的困難。

水稻臺南 11 號為臺南區農業改良場於 2004 年育成之品種，因其具有抗倒伏、肥效性好及適應性廣的性狀，自 2006 年起至今皆為國內栽培面積最大的品種 (林，2004；陳和羅，2016)，然而其對白葉枯病抵抗力介於中感級至感級，無顯著抗性，目前農友多以農藥進行白葉枯病之防治，然而藥劑防治必須在病害將發生或剛發生時才有效益，且北部地區好發時間多為水稻充實後期至成熟期，導致農友無藥可用。白葉枯病田間管理方面，可以透過清除田區周邊雜草，期作間深耕輔以湛水管理減少病原菌殘留，增加株距，減少氮肥施用，避免於雨後或露水未乾前進入已發病田區操作等方式降低病原菌傳播 (李及郭，2023)，然而抗性品種育成仍為目前認為最有效之方式。前人研究指出，堆疊 3 個或以上的抗性基因即可對不同生理小種達成廣幅抗性，達成具耐久抗性 (durable resistance) 品種的目標 (張等，2011；黃等，201；潘等，2007；Dossa *et al.*, 2020；Hsu *et al.*, 2020)。

水稻苗栗 3 號為本場與國立中興大學農藝學系王強生教授合作選育，以臺南 11 號為輪迴親，IRBB66 為貢獻親進行回交育種，其帶有 *xa5*、*xa13* 及 *Xa21* 等 3 個白葉枯病抗性基因，且在田間經接種測試亦顯示其白葉枯病抗性介於抗級至中抗級，希望讓稻農有多樣及抗病品種的選擇機會。

## 材料與方法

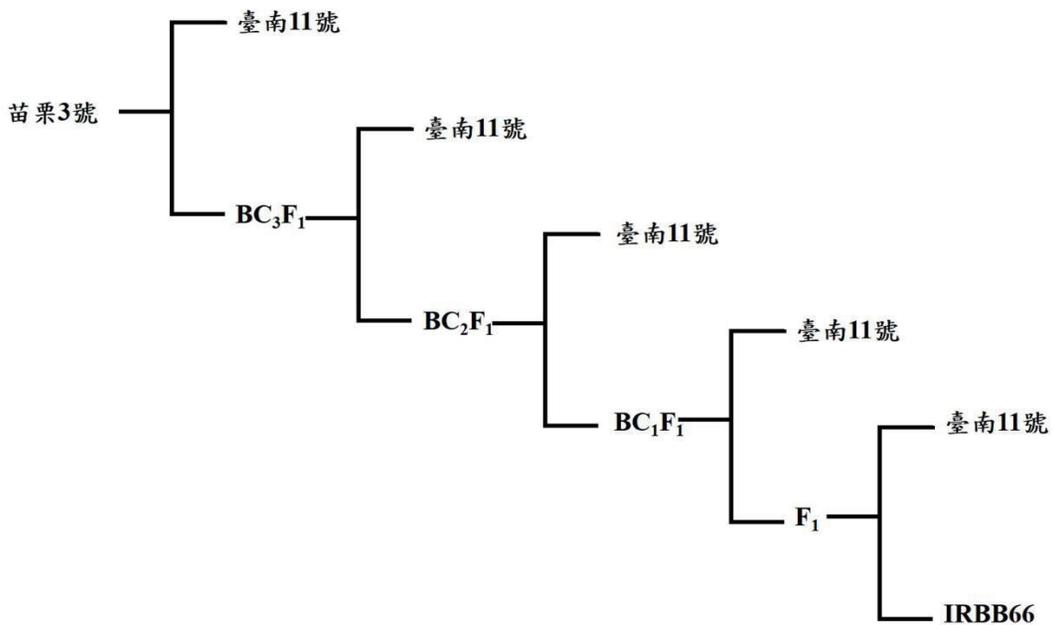
### 一、親本材料

苗栗 3 號係以臺南 11 號為輪迴親，IRBB66 為貢獻親進行回交育種，臺南 11

號為國內優良水稻推廣品種，亦是目前栽培面積最大的品種，其具有高產、適應性廣的特性；IRBB66 為國內與國際稻米研究所 (International Rice Research Institute, IRRI) 合作引進之品種，其具有 *Xa4*、*xa5*、*Xa7*、*xa13* 及 *Xa21* 等白葉枯病抗性基因，因此選為貢獻親。

## 二、選育方法及過程

苗栗 3 號 (原品系名稱為苗興育 2 號) 於 2010 年由中興大學王強生教授進行雜交及回交工作，以分子標誌進行前景選拔，並於 2013 年提供 41 個  $BC_4F_2$  品系予本場進行品系選拔，本場以白葉枯病菌株 XE2 進行病原菌接種測試，選出病斑長度低於 3 cm 的 7 個品系進入初級產量試驗，於初級品系中選拔出 6 個菌斑長度短且產量優良之品系進入高級產量試驗，最後由高級品系中選出 3 個品系進入區域試驗，並進行區域產量比較試驗、米質檢定、儲藏性檢定、稻熱病抵抗力、紋枯病抵抗力、白葉枯病抵抗力、抗蟲檢定、倒伏性檢定、穗上發芽及脫粒率檢定及耐寒性檢定等，選出表現優良的苗興育 2 號，並於 2023 年通過命名審查，親緣譜系圖詳如圖一、選育過程詳如表一。



圖一、苗栗 3 號親緣譜系圖

Fig 1. Pedigrees of Miaoli 3

表一、苗栗 3 號選育過程

Table1.Procedures for breeding of the rice variety Miaoli 3

Year	Crop season	Description
2010	2 <sup>nd</sup>	Hybridization : Tainan 11x IRBB66
2011	1 <sup>st</sup>	F <sub>1</sub> : Foreground selection
	2 <sup>nd</sup>	BC <sub>1</sub> F <sub>1</sub> : Tainan 11x F <sub>1</sub> , Foreground selection
2012	1 <sup>st</sup>	BC <sub>2</sub> F <sub>1</sub> : Tainan 11x BC <sub>1</sub> F <sub>1</sub> , Foreground selection
	2 <sup>nd</sup>	BC <sub>3</sub> F <sub>1</sub> : Tainan 11x BC <sub>2</sub> F <sub>1</sub> , Foreground selection
2013	1 <sup>st</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>1</sub> : Tainan 11x BC <sub>3</sub> F <sub>1</sub> , Foreground selection
	2 <sup>nd</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>2</sub> : Select by bacterial blight resistance
2014	1 <sup>st</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>3</sub> : Select by bacterial blight resistance
	2 <sup>nd</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>4</sub> : Preliminary yield trial
2015	1 <sup>st</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>5</sub> : Advanced yield trial
	2 <sup>nd</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>6</sub> : Advanced yield trial
2016	1 <sup>st</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>7</sub> : Regional yield trial
	2 <sup>nd</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>8</sub> : Regional yield trial
2017	1 <sup>st</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>9</sub> : Regional yield trial
	2 <sup>nd</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>10</sub> : Regional yield trial
2021	1 <sup>st</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>11</sub> : Nitrogen fertilizer trial
	2 <sup>nd</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>12</sub> : Nitrogen fertilizer trial
2023	1 <sup>st</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>13</sub> : Seed production
	2 <sup>nd</sup>	BC <sub>4</sub> F <sub>14</sub> : Variety register application

### 三、各級產量比較試驗

#### (一) 初級產量試驗

2014 年第 2 期作於本場試驗田區進行初級產量比較試驗，田間採完全逢機設計，2 重複，4 行 / 區，每行 15 株，行株距 30 × 21 cm，多本植，小區面積 3.78 m<sup>2</sup>，孕穗至抽穗期將白葉枯病 XE2 菌種以剪葉法接種於葉片 (Ou, 1985)，每重複接種 15 株，並於接種後 30 天進行病斑長度調查，另進行生育日數、株高、分蘗數及產量等性狀調查。

## (二) 高級產量比較試驗

2015 年第 1、2 期作於本場試驗田區進行高級產量比較試驗，田間採逢機完全區集，4 重複，5 行 / 區，每行 20 株，多本植，行株距 30 × 21 cm，小區面積 6.3 m<sup>2</sup>，孕穗至抽穗期將白葉枯病 XE2 菌種以剪葉法接種於葉片，每重複接種 15 株，並於接種後 30 天進行病斑長度調查，另於收穫後進行產量調查。

## (三) 區域試驗

2016 年第 1 期作至 2017 年第 2 期作進行區域試驗，共參試 2 年 4 期作。本試驗以臺梗 9 號為對照品種，在桃園縣新屋鄉、彰化縣大村鄉、嘉義縣鹿草鄉、屏東縣長治鄉、臺東縣臺東市、花蓮縣吉安鄉等 6 個地點進行。田間採逢機完全區集設計，4 重複，5 行 / 區，每行 20 株，多本植，小區面積 6.3 m<sup>2</sup>，行株距 30 × 21 cm。生育期間調查抽穗期、成熟期及成熟期之株高與穗數。成熟時以試驗小區為單位，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；收穫後進行產量調查。

## (四) 氮肥效應試驗

2022 年第 1 期作及第 2 期作，計 1 年 2 期作，第 1 期作插秧日期為 3 月 23 日，第 2 期作插秧日期為 8 月 18 日。試驗地點在苗栗縣公館鄉館東村水稻試驗田進行，採裂區設計，3 重複，氮肥施用量為主區，參試品系（種）為副區，行株距 30 × 21cm，多本植。氮素處理等級分別為每公頃施用 70、140、210 及 280 公斤等四級，磷鉀施用 54 公斤 / 公頃，氧化鉀施用 72 公斤 / 公頃。基肥使用臺肥 39 號，追肥及穗肥為硫酸銨。施用氮素比例分別為 40 : 20 : 20 : 20。施用時期為第 2 次整地前、插秧後 7~10 天、14~20 天及幼穗形成期（約插秧後 55~65 天），並於成熟時調查產量及產量構成要素。

## 四、特性檢定

### (一) 碾米品質

2016 年第 1 期作至 2017 年第 2 期作委由臺中場進行碾米品質檢定。糙米率 (brown rice percentage)：將稻穀以礱穀機碾製成糙米後，由稻穀重量除以糙米重量

得之。完整米率 (head rice percentage)：將糙米碾製成白米後再經碎米選別機進行篩選，由稻穀重量除以白米重量得之。粒長依我國國家標準 No.134462 定之，可分為 4 級，EL：大於 7.50 mm，L：6.61~7.50 mm，M：5.51~6.61 mm，S：小於 5.51 mm。心白、腹白、背白依白垚質發生位置定義，白垚質發生於胚乳中心位置稱為心白，發生於與胚同側處稱為腹白，發生於與胚異側處稱為背白。蛋白質含量及直鏈澱粉含量以 KETT 成份分析計 (AN-820，KETT) 進行分析。

## (二) 白葉枯病抵抗力

白葉枯病抵抗力於 2016 年第 1 期作至 2017 年第 2 期作由臺中場進行檢定。田間採順序排列，每品系 (種) 種 4 行，每行 10 株，單本植，2 重複；於劍葉抽出後，將菌種以剪葉法接種於每株稻葉上，每行接種不同菌株，菌株由農試所稻作病害研究室提供之 XE2、XF116 及 XF135 等 3 菌株，使用時先以 Wakimoto 氏固態培養基 (Ou, 1985) 更新移植培養，然後移入 Wakimoto 氏液體培養基，在室溫下震盪培養 72 小時，並以無菌水調整其濃度約在  $10^9$  cfu/ml 為供試接種源。調查標準及反應如下：無病斑面積為極抗 (HR)；1-5% 的病斑面積為抗 (R)；6-12% 的病斑面積為中抗 (MR)；13-25% 的病斑面積為中感 (MS)；26-50% 的病斑面積為感 (S)；51-100% 的病斑面積為極感 (HS)

# 結果與討論

## 一、各級產量試驗

### (一) 初級產量比較試驗

苗栗 3 號初級產量比較試驗結果顯示，其白葉枯病病斑長度為 2.4 cm，較臺梗 9 號及臺南 11 號為短，顯示其白葉枯病抗性優於此 2 品種；農藝性狀方面，苗栗 3 號生育日數較臺梗 9 號多 8 天，株高較臺梗 9 號高 24 cm，而平均穗數較臺梗 9 號少 3 支。產量方面，苗栗 3 號每公頃產量為 5,393 kg，較臺梗 9 號增產 11%，因此獲晉升高級產量比較試驗 (表二)。

表二、水稻苗栗 3 號初級產量比較試驗結果

Table 2. Performance of agronomic traits and grain yield in preliminary yield trial

Variety	Lesion length (cm)	Days to maturity (days)	Plant height (cm)	Panicle number (no.)	Yield	
					kg/ha	%
Miaoli 3	2.4	121	120.2	22.3	5,393	111.0
Taikeng 9	5.1	113	96.2	25.3	4,860	100.0
Tainan 11	4.4	111	110.5	26.5	5,008	103.0
IRBB66	0.4	110	82.3	29.4	5,142	105.8

### (二) 高級產量比較試驗

苗栗 3 號高級產量比較試驗結果顯示，其第 1、2 期作病斑長度分別為 1.2 cm 與 3.3 cm，較臺梗 9 號的 5.1 cm 與 9.7 cm 及臺南 11 號的 4.4 cm 與 7.1 cm 為短，顯示其白葉枯病抗性較臺梗 9 號及臺南 11 號為佳；產量方面，苗栗 3 號第 1、2 期作產量分別較臺梗 9 號增加 4.1% 及 11.0%，顯示其具有穩定產量之特性，達到穩定產量及抗白葉枯病等育種目標，因此選出參加梗稻區域試驗（表三）。

表三、水稻苗栗 3 號高級產量比較試驗結果

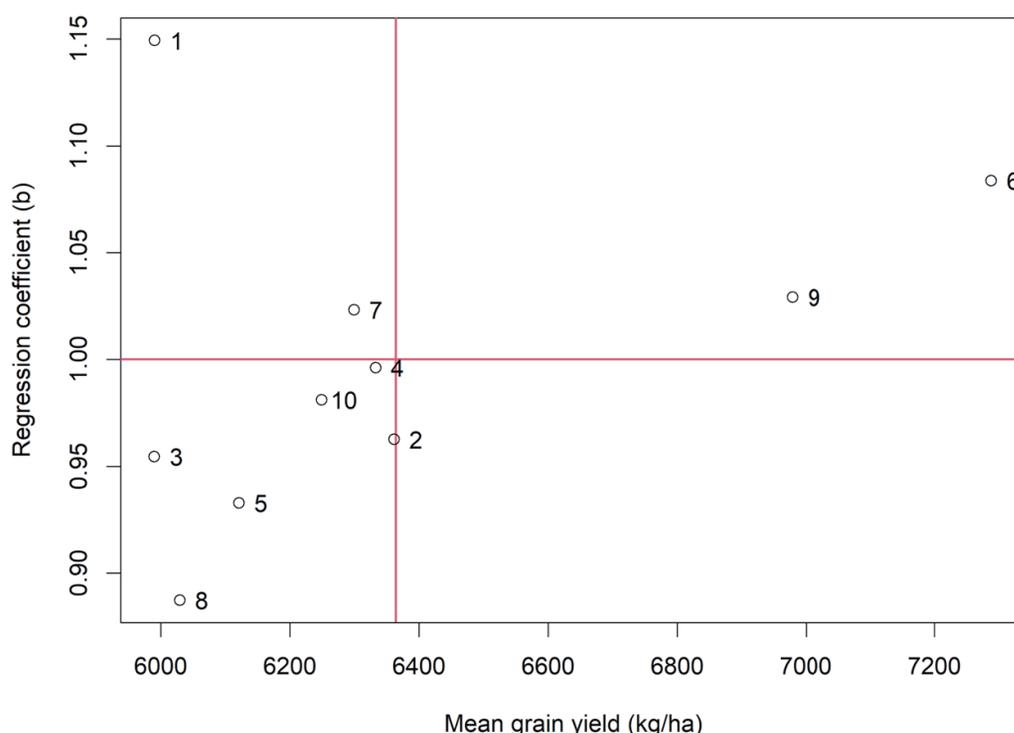
Table 3. Performance of agronomic traits and grain yield in advanced yield trial

Variety	Lesion length (cm)		Yield			
			Kg/ha		%	
	I	II	I	II	I	II
Miaoli 3	1.2	3.3	6,882	5,000	104.1	111.0
Taikeng 9	5.1	9.7	6,613	4,506	100.0	100.0
Tainan 11	4.4	7.1	6,814	4,643	103.0	103.0
IRBB66	0.4	3.3	6,996	4,767	105.8	105.8

### (三) 區域試驗

苗栗 3 號經 2 年 4 期作的區域試驗結果顯示，其稻穀產量第 1 期作在嘉義地區顯著高於臺梗 9 號，然而第 2 期作在彰化地區則顯著低於臺梗 9 號；苗栗 3 號在第

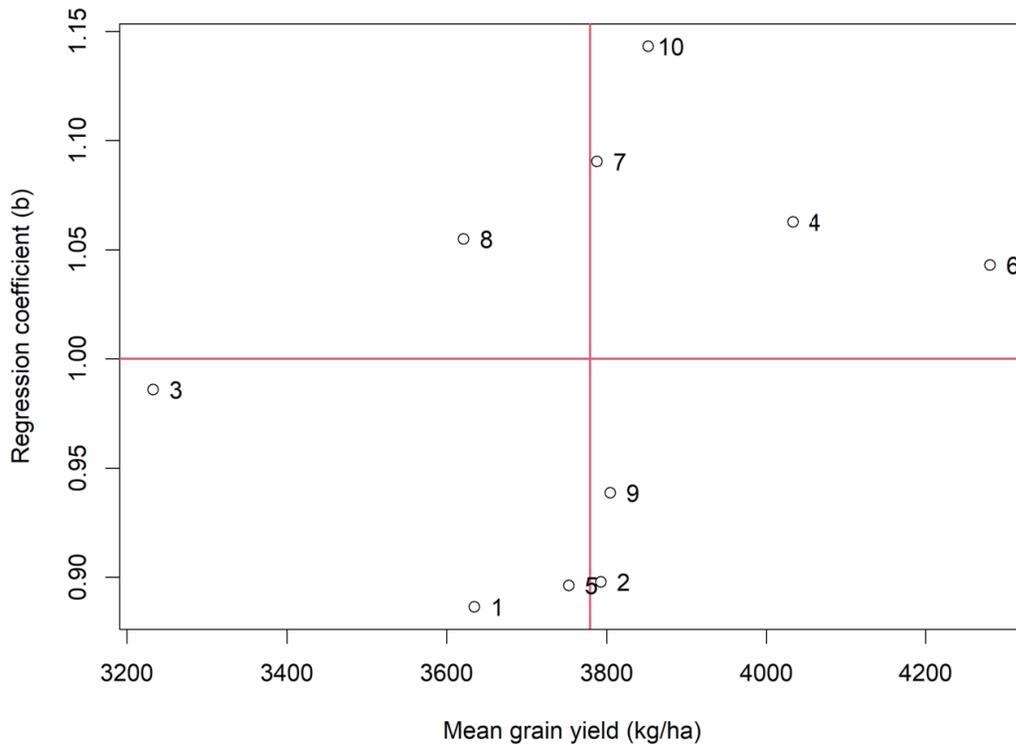
1 期作 6 試區的總平均稻穀公頃產量為 6,362 kg，較對照品種臺稉 9 號的公頃產量 6,250 kg 增產 1.8%；第 2 期作總平均稻穀公頃產量為 3,793 kg，較對照品種臺稉 9 號的公頃產量 3,852 kg 減產 1.5%，苗栗 3 號於第 2 期作產量表現不佳主係桃園及屏東試區受鳥害及颱風災害導致；總平均產量方面，不論第 1 期作或第 2 期作苗栗 3 號與對照品種間均未達顯著性差異 (表四)，另外在產量穩定性分析上，苗栗 3 號在第 1 期作及第 2 期作的穩定係數分別為 0.96 及 0.90，而對照品種臺稉 9 號則分別為 0.98 及 1.14(詳如圖二、圖三)，顯示苗栗 3 號產量不易受環境影響。



圖二、105 年組稉稻區域試驗中晚熟組稻穀產量第 1 期作特殊穩定性

Fig 2. Yield special stability of keng rice in regional yield trials in 1<sup>st</sup> cropping season in 2016

- |                       |                      |                        |
|-----------------------|----------------------|------------------------|
| 1.Taoyuan yuh 9910603 | 2.Miaoli 3           | 3.Chungkeng yuh 123892 |
| 4.Nankeng yuh 1031042 | 5.Kaohsiung yuh 5182 | 6.Tungkeng yuh 1031042 |
| 7.Huakeng yuh 180     | 8.DT3                | 9.Tainung yuh 1031011  |
| 10 : Taikeng 9 (CK)   |                      |                        |



圖三、105 年組稉稻區域試驗中晚熟組稻穀產量第 2 期作特殊穩定性

Fig 3. Yield special stability of keng rice in regional yield trials in 2<sup>nd</sup> cropping season in 2016

- |                       |                      |                        |
|-----------------------|----------------------|------------------------|
| 1.Taoyuan yuh 9910603 | 2.Miaoli 3           | 3.Chungkeng yuh 123892 |
| 4.Nankeng yuh 1031042 | 5.Kaohsiung yuh 5182 | 6.Tungkeng yuh 1031042 |
| 7.Huakeng yuh 180     | 8.DT3                | 9.Tainung yuh 1031011  |
- 10 : Taikeng 9 (CK)

農藝性狀方面，苗栗 3 號於區域試驗平均生育日數第 1 期作為 131 天，第 2 期作為 110 天，與對照品種臺稉 9 號相近，屬於中晚熟品種；平均株高第 1 期作為 105 cm，第 2 期作為 108 cm，較對照品種臺稉 9 號高 6 cm 與 12 cm，然而苗栗 3 號抗倒伏檢定表現良好，介於不易與中等間（詳如附表），栽培時不需過度擔心，但仍需注意合理化施肥；平均穗重與對照品種差異不大，平均穗重在 2.1~2.6 g；平均穗長在 19.3~19.5 cm 之間，較對照品種（18.1~18.2 cm 之間）為長（表五）。

表四、水稻苗栗 3 號區域試驗稻穀產量

Table 4. Grain yield of Miaoli 3 in the regional yield trial

Location	Cropping season	Taoyuan	Changhwa	Chiayi	Pingtung	Taitung	Hualien	Mean
Miaoli 3		4,393	5,998	7,821	6,542	8,647	4,769	6,362
Taikeng 9 (CK)	1 <sup>st</sup>	4,564	5,992	7,093	6,412	9,103	4,333	6,250
LSD <sub>0.05</sub>		312	655	648	734	756	440	2,205
Index (%)		96.3	100.1	110.3	102.0	95.0	110.0	101.8
Miaoli 3		1,313	4,385	4,223	2,954	6,160	3,721	3,793
Taikeng 9 (CK)	2 <sup>nd</sup>	1,014	5,007	4,076	2,947	6,875	3,192	3,852
LSD <sub>0.05</sub>		503	576	1,178	468	1,084	889	2,331
Index (%)		129.6	87.6	103.6	100.2	89.6	116.6	98.5

表五、水稻苗栗 3 號區域試驗之農藝性狀

Table 5. The agronomic characters of Miaoli 3 in regional trail

Location	Cropping season	Miaoli 3				Taikeng 9 (CK)			
		DM* (days)	PH (cm)	PW (g)	PL (cm)	DM* (days)	PH (cm)	PW (g)	PL (cm)
Taoyuan		125	110	2.2	19.4	120	109	2.0	17.9
Changhwa		118	105	2.4	19.6	115	96	2.2	18.2
Chiayi		131	101	2.6	19.2	132	94	2.3	17.7
Pingtung	1 <sup>st</sup>	129	111	2.9	19.9	129	102	2.7	19.4
Taitung		149	109	2.5	19.0	149	99	2.2	17.6
Hualien		137	93	2.8	19.8	137	94	2.5	18.6
Mean		131	105	2.6	19.5	130	99	2.3	18.2
SE		4.3	2.8	0.1	0.1	5.0	2.4	0.1	0.3
Taoyuan		119	104	1.1	18.3	122	81	1.2	17.8
Changhwa		108	102	2.4	20.2	112	96	2.4	18.7
Chiayi		106	106	2.1	18.8	108	97	2.0	17.7
Pingtung	2 <sup>nd</sup>	99	110	2.8	21.3	100	99	2.3	19.1
Taitung		118	116	2.1	18.6	117	105	2.1	17.5
Hualien		113	108	2.3	18.9	112	98	1.9	18.1
Mean		110	108	2.1	19.3	112	96	2.0	18.1
SE		3.1	2.0	0.2	0.5	3.1	3.2	0.2	0.3

\*DM : day to maturity ; PH : plant height ; PW : panicle weight ; PL : panicle length

產量構成要素方面，苗栗 3 號除第 1 期作千粒重較臺梗 9 號為高外，第 1 期作單株穗數介於 11.3~20.2 支，平均為 15.3 支，每穗粒數介於 78.2~104.6 粒，平均為 92.1 粒，稔實率介於 87.3~93.8%，平均為 90.9%；第 2 期作單株穗數介於 9.6~17.0 支，平均為 13.0 支，每穗粒數介於 64.9~102.4 粒，平均為 85.9 粒，稔實率介於 61.4~93.1%，平均為 83.5%，皆與臺梗 9 號相近 (表六)。

表六、水稻苗栗 3 號區域試驗之產量構成要素

Table 6. The yield components of Miaoli 3 in regional trail

Location	Cropping season	Miaoli 3				Taikeng 9 (CK)			
		PN* (No.)	SN (No.)	FR (%)	GW (g)	PN* (No.)	SN (No.)	FR (%)	GW (g)
Taoyuan	1 <sup>st</sup>	14.6	86.5	87.3	27.5	17.8	81.9	89.0	24.8
Changhwa		14.5	78.2	91.6	30.0	15.9	87.9	87.8	26.7
Chiayi		14.9	90.9	93.8	27.9	15.0	85.4	92.3	26.3
Pingtung		20.2	104.6	89.9	28.0	22.5	110.4	89.7	24.8
Taitung		16.9	93.0	91.3	28.4	20.0	92.1	87.6	25.9
Hualien		11.3	98.8	89.9	29.0	11.8	96.9	85.7	27.7
Mean		15.3	92.1	90.9	28.4	17.1	92.1	89.2	26.0
SE	1.2	3.8	0.9	0.4	1.5	4.2	0.9	0.5	
Taoyuan	2 <sup>nd</sup>	14.0	64.9	61.4	21.2	12.0	84.1	52.1	19.9
Changhwa		13.1	95.9	87.9	26.9	13.8	100.6	80.4	26.6
Chiayi		12.8	78.9	90.1	26.4	12.4	83.0	81.1	25.3
Pingtung		11.3	102.4	90.9	27.3	13.9	92.6	84.1	25.0
Taitung		17.0	82.7	93.1	26.9	17.1	88.7	85.5	26.4
Hualien		9.6	90.3	77.8	27.8	9.4	97.1	61.1	26.9
Mean		13.0	85.9	83.5	26.1	13.1	91.0	74.0	25.0
SE	1.0	5.5	4.9	1.0	1.0	2.9	5.7	1.1	

\* PN : panicle number per hill ; SN : spikelet number per panicle ; FR : fertility rate ; GW : 1000-grain weight

#### (四) 氮肥效應試驗

氮肥效應試驗之目的在測定新品種之適當施肥量，以供推薦給農民栽培時之參考，並得到最高氮肥施用效益。試驗結果顯示，產量構成要素方面，單株穗數第 1 期作兩品種各氮肥施用量間無顯著差異，第 2 期作苗栗 3 號以氮肥施用量 210 公斤 / 公頃處理組較高；稔實率方面，第 1 期作苗栗 3 號氮肥施用量 280 公斤 / 公頃處理組顯著較低，臺梗 9 號各氮肥施用量間則無顯著差異，第 2 期作兩品種皆以氮肥施用量 70 公斤 / 公頃處理組顯著較高；千粒重方面，僅苗栗 3 號於第 1 期作氮肥施用量 70 公斤 / 公頃處理組較氮肥施用量 210 及 280 公斤 / 公頃處理組顯著為高外，臺梗 9 號各氮肥施用量間則無顯著差異，第 2 期作兩品種各氮肥施用量間無顯著差異。

產量方面，苗栗 3 號在第 1 期作產量以氮肥施用量 210 及 280 公斤最高，分別為 4,726 公斤及 4,672 公斤，顯著較低氮肥施用量組為高，臺梗 9 號各氮肥施用量間則無顯著差異；第 2 期作兩品種在各氮肥施用量間皆無顯著差異，除此之外兩期作間各氮肥施用量下兩品種皆無倒伏發生。

氮素施用效益方面，苗栗 3 號第 1 期作以氮肥施用量 210 公斤 / 公頃時氮肥施用效益最高，臺梗 9 號則以氮肥施用量 140 公斤 / 公頃時效益最高；第 2 期作時兩品種皆以氮肥施用量 140 公斤 / 公頃時效益最高。

綜合產量構成要素、產量與氮素施用效益(表七)，苗栗 3 號第 1 期作氮肥施用量以 210 公斤 / 公頃最高，但考量苗栗 3 號株高較高且重肥易增加倒伏風險，則以 140 公斤為推薦量，第 2 期作以 140 公斤 / 公頃為宜。

## 二、特性檢定

### (一) 碾米品質

苗栗 3 號在區域試驗稻米品質表現方面，糙米率部分較臺梗 9 號略低；完整米率部分，第 1 期作略低於臺梗 9 號，第 2 期作則略優於臺梗 9 號；在米粒外觀上，心白與腹白比率較臺梗 9 號為低，背白則較高。在相同的栽培模式下，粗蛋白質含量及直鏈澱粉含量較臺梗 9 號為高(表八)。

前人研究顯示，心白發生的原因主要係生育後期光合作用產物供應不足造成，可能受田間病蟲害發生或高溫環境影響(許及陳，2022)，苗栗 3 號及臺梗 9 號心白比率皆低，顯示田間生育情形良好，腹白發生原因多受品種遺傳特性影響，

表七、水稻苗粟 3 號氮肥效應試驗之農藝性狀及產量表現

Table 7. Performance of agronomic traits and grain yield in nitrogen fertilizer trail

Variety	Cropping season	Nitrogen rate (kg/ha)	Panicle number per hill (No.)	spikelet number per panicle (No.)	fertility rate (%)	1000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)	Nitrogen fertilizer utility <sup>2</sup> (dollar/kg)
Miaoli 3	1 <sup>st</sup>	70	19.2a <sup>1</sup>	74.0a	87.6a	27.7a	4,178b	-
		140	19.7a	80.0a	82.6a	27.4ab	4,214b	11.8
		210	19.3a	91.0a	85.3a	27.1b	4,726a	90.0
		280	22.6a	88.5a	77.7b	26.6b	4,672a	54.1
Taikeng 9 (CK)	1 <sup>st</sup>	70	19.7a	79.2a	82.0a	25.6a	4,268a	-
		140	19.1a	79.0a	79.5a	26.0a	4,451a	60.1
		210	24.0a	80.3a	78.5a	25.4a	4,263a	-0.8
		280	23.2a	79.7a	78.5a	25.7a	4,208a	-6.6
Miaoli 3	2 <sup>nd</sup>	70	20.0b	67.8a	65.8a	25.0a	3,654a	-
		140	25.4b	67.0a	59.8ab	24.5a	4,285a	207.3
		210	32.3a	67.5a	50.0b	23.2a	3,778a	20.4
		280	27.6ab	70.2a	49.7b	23.8a	3,837a	20.0
Taikeng 9 (CK)	2 <sup>nd</sup>	70	19.3b	68.4a	66.9a	28.5a	4,464a	-
		140	20.7b	74.1a	71.8a	27.4a	4,514a	16.4
		210	25.0a	74.7a	65.5ab	26.3a	3,643a	-134.9
		280	26.0a	74.2a	56.0b	28.2a	3,924a	-59.1

<sup>1</sup> Mean ± SE (N=3). Means within each row followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test.

<sup>2</sup> Nitrogen fertilizer utility(dollar/kg)= **【Yield of treatment – yield of 70 kg/ha】** x grain price (23 NTD/ kg) / **【Nitrogen fertilizer of treatment - 70】**

苗栗 3 號兩期作腹白比率皆低於臺稉 9 號，顯示其基因表現上之白垩質比率低於臺稉 9 號，有利於改善米質外觀，背白發生原因多受充實期環境高溫導致，因此兩品種 2 期作之背白比率皆低於 1 期作。另外完整米率方面，苗栗 3 號完整米率略低於臺稉 9 號，因此栽培時需注意不可過晚收穫且乾燥溫度亦不可過高，以減少碎米之發生。

表八、水稻苗栗 3 號在區域試驗的米質表現

Table 8. The rice quality of Miaoli 3 in regional trial

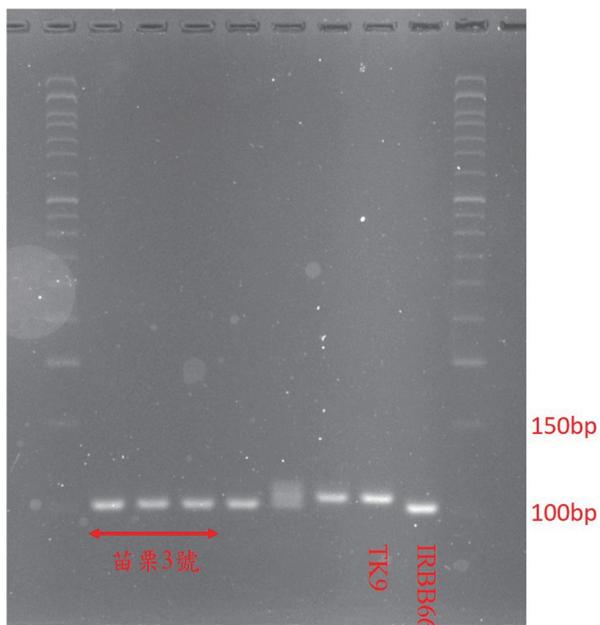
Variety	Cropping season	BR* (%)	HR (%)	L	WC	WY	WB	PC (%)	AC (%)
Miaoli 3	1 <sup>st</sup>	81.7	62.4	S	0	1.22	0.47	5.85	17.3
Taikeng 9(CK)		82.1	67.6	S	0	2.16	0.37	5.66	16.3
Miaoli 3	2 <sup>nd</sup>	81.3	72.0	S	0	0	0	6.66	19.6
Taikeng 9(CK)		81.9	69.0	S	0.30	0.23	0	6.29	18.9

\* BR : brown rice percentage ; HR : head rice percentage ; L : length  
 WC : white center ; WY : white belly ; WB : white back  
 PC : protein content ; AC : amylose content

## (二) 白葉枯病抵抗力

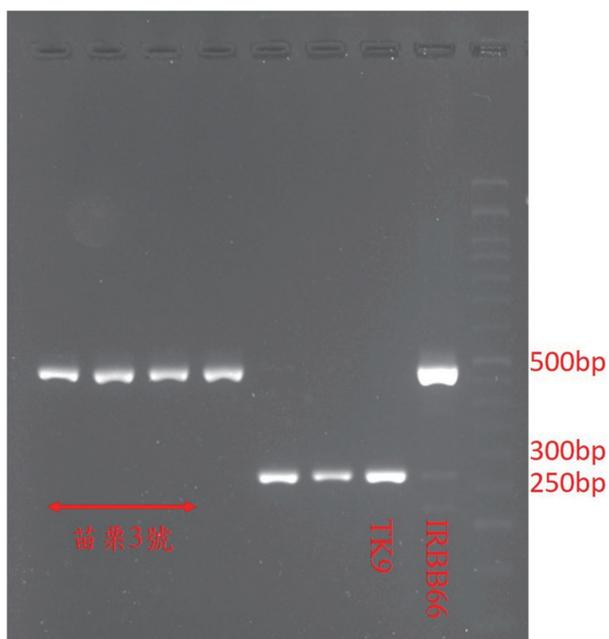
苗栗 3 號對 XE2、XF116 及 XF135 等 3 個白葉枯病菌株的接種平均反應，兩期作皆為抗級 (R)，較臺稉 9 號的中抗級 (MR) 到感級 (S) 表現良好，顯示苗栗 3 號對白葉枯病有明顯之抵抗能力，有利於好發白葉枯病的北部地區種植 (表九)。

苗栗 3 號回交育種時經分子標誌技術確認其具有 *xa5*、*xa13* 及 *Xa21* 等 3 個白葉枯病基因 (圖四、圖五、圖六)，且在初級產量試驗、高級產量試驗及白葉枯病抵抗力檢定結果皆顯示其白葉枯病抗性優於臺稉 9 號，顯示其在不同年度的環境下皆可保持廣幅抗性，可作為具耐久抗性之品種。



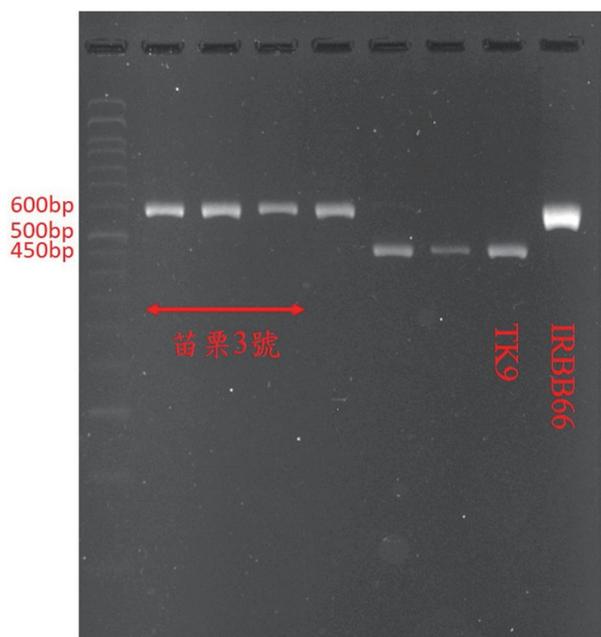
圖四、苗栗3號白葉枯病抗性基因 *xa5* 分析結果：抗性 103bp，感性 107bp

Fig 4. The analyze of resistance gene of Miaoli 3 : resistance : 103bp , sensitivity : 107bp



圖五、苗栗3號白葉枯病抗性基因 *xa13* 分析結果：抗性 489bp，感性 280bp

Fig 5. The analyze of resistance gene of Miaoli 3 : resistance : 489bp , sensitivity : 280bp



圖六、苗栗 3 號白葉枯病抗性基因 *Xa21* 分析結果：抗性 595bp，感性 467bp

Fig 6. The analyze of resistance gene of Miaoli 3 : resistance : 595bp , sensitivity : 467bp

表九、水稻苗栗 3 號白葉枯病抵抗力檢驗結果

Table 9. Performance of bacterial blight resistance of Miaoli 3

Variety	Cropping season	XE2		XF116		XF135	
		Spot area (%)	Reaction	Spot area (%)	Reaction	Spot area (%)	Reaction
Miaoli 3	1 <sup>st</sup>	4.5	R	3	R	2.5	R
Taikeng 9		11	MR	19.5	MS	16.5	MS
Miaoli 3	2 <sup>nd</sup>	4.5	R	3	R	2.5	R
Taikeng 9		17.5	MS	12.5	MR	10.5	MR

## 結論

苗栗 3 號自 2010 年開啟育種以來以產量穩定且抗白葉枯病為育種目標，經 4 次回交及 4 次自交繁殖後，進入特性檢定及區域試驗顯示其產量與臺粳 9 號相近且

在不同栽培環境下可維持產量穩定性。白米品質方面，苗栗 3 號兩期作之心白、腹白及背白總合皆低於臺梗 9 號，顯示其具有良好的白米外觀，另外於田間以接種法測試其白葉枯病抗性表現良好，達到育種目標，本場認為具有推廣價值，希望讓稻農有多品種的選擇機會。

### 水稻苗栗 3 號之特性、栽培要點及注意事項

1. 苗栗 3 號於區域試驗 1、2 期作產量表現，各地平均產量皆與臺梗 9 號相近，故本品種於國內各地栽培應皆為適當。
2. 栽培時期除應依照各地區最適當之時期栽植外，因苗栗 3 號第 1 期作的耐寒性等級為抗級，第 2 期作的平均耐寒性等級為中抗級，顯示本品系在秧苗期表現良好，成熟期結實耐寒性則需稍加注意，故第 2 期作不宜過慢移植，最好在大暑至立秋間完成此作業。
3. 苗栗 3 號為中晚熟品種，株高較臺梗 9 號高，栽培管理上須特別注意在分蘗盛期至幼穗形成期間的節間伸長期前避免過量氮素施用；生育中期應力行曬田，以抑制無效分蘗，促進根部活性，防止倒伏；苗栗 3 號適當之氮素施用量為每公頃 140-210 kg，宜視栽培地區、地力肥瘠，栽培之前作物及氣象因素等酌予增減，並依施肥手冊施用之。
4. 苗栗 3 號稻穀容重量略低於臺梗 9 號，栽培時須配合栽培環境調整氮肥施用量、灌溉管理及收穫適期等。氮肥施用量方面，前人研究顯示過高之氮肥施用會導致容重量下降；灌溉管理方面，需注意掌握曬田時間及強度，減少無效分蘗，提高稻穀充實度，另外於抽穗後保持 5-10 公分之湛水灌溉約 18 天，使光合作用產物有效運送至穀粒，另外避免過早斷水，確保穀粒充實良好；收穫適期方面，建議於穀粒含水率約 26% 時進行收穫，避免過早收穫，影響稻穀充實度及容重量。
5. 苗栗 3 號對稻熱病、紋枯病及飛蟲類皆無顯著抗性，栽培時仍應依病蟲害預測警報及田間實際發生情形適時以經濟防治之準則予以防治。
6. 收穫前勿提早排水，以免影響米質，適當之斷水時間為收穫前 7 天左右。
7. 其他栽培管理可依照一般梗稻栽培方法實施。

## 誌謝

本研究承蒙行政院農業委員會農業科技計畫「中晚熟稈稻生產資料庫建置及田間生長智能監測技術研發(108 農科 -13.2.4- 苗 -M2)」經費支持。本品種育成期間感謝各改良場所負責區域試驗與特性檢定專家的鼎力相助，感謝國立中興大學王強生教授研究團隊協助分子標誌選拔，感謝本場劉雲霖前技工、陳偉嘉前研究助理、陳重光前研究助理、林煜崑約僱技術員、羅春慶約僱技術員、約用人員劉瑞芬小姐、鍾隆富先生協助田間管理工作，特此致謝。

## 引用文獻

- 王子明、王強生。2009。以基因體育種策略開發水稻白葉枯病及稻熱病之耐久抗性品種。農林學報 58：11-24。
- 李誠紘、郭丞恩。2023。東稈育 1081336 號之白葉枯病抗病性及農藝性狀評估。臺東區農業改良場研究彙報 33：69-84。
- 林再發。1990。白葉枯病對水稻產量與米質之影響及抗病品系之育成。臺中區農業改良場研究彙報 29：29-38。
- 林國清。2004。水稻新品種臺南 11 號之育成。臺南區農業改良場研究彙報 45：1-25。
- 林駿奇。2009。水稻白葉枯病之生態與防治。花蓮區農業專訊 69：21-23。
- 張瑞炘、楊嘉凌、許志聖。2011。水稻抗白葉枯病之分子標誌輔助育種。臺中區農業改良場研究彙報 110：55-70。
- 許龍欣、陳榮坤。2022。高溫對水稻白垩質的影響及因應對策。臺南區農業專訊 119：1-5。
- 陳勵勤、羅正宗。2016。漫談水稻臺南 11 號之貢獻。臺南區農業專訊 97：12-15。
- 黃佳興、吳文欽、潘昶儒。2016。水稻抗白葉枯病基因於花蓮地區抗病表現初探。花蓮區農業改良場研究彙報 34：24-37。
- 楊嘉凌、吳東鴻、陳純葳、朱盛祺、王強生、張素貞。2013。臺灣水稻抗白葉枯病研

究回顧與育種策略。良質米產業發展研討會專輯：143-154。臺中區農業改良場：彰化。

潘昶儒、劉瑋婷、侯福分。2007。花蓮地區水稻品種間白葉枯病不同罹病率對稻米品質的影響。花蓮區農業改良場研究彙報 25：1-13。

Dossa, G. S., I. Quibod, G. Atienza-Grande, R. Oliva, E. Maiss, C. Vera Crus, and K. Wydra. 2020. Rice pyramided line IRBB67(*Xa4/Xa7*) homeostasis under combined stress of high temperature and bacterial blight. *Sci. Rep.* 10:1-15.

Hsu, Y. C., C. H. Chiu, R. S. Yap, Y. C. Tseng, and Y. P. Wu. 2020. Pyramiding bacterial blight resistance genes in Tainung 82 for broad-spectrum resistance using marker-assisted selection. *Int. J. Mol. Sci.* 21:1281.

Ishiyama, S. 1922. Studies of bacterial leaf blight of rice. *Report. Imp. Agric. Stn. Konosu.* 45:233-261.

Ou, S. H. 1985. *Rice Diseases*. Commonwealth Mycological Institute, Kew.

## 附表、品種特性表

原品系代號		苗興育 2 號		臺種 9 號 (對照)		
命名品種名稱		苗栗 3 號				
育成經過	親本 (♀ × ♂)		臺南 11 號 /IRBB66		北陸 100 號 /臺農秈育 2414 號	
	雜交年代		99 年 II 期		70 年 II 期	
類別		稈型		稈型		
期作別		I	II	I	II	
苗期病害		無		無		
成熟期	株高 (cm)		105	108	99	96
	穗數 (no.)		15.3	13.0	17.1	13.1
節間色		綠		綠		
芒		無		無		
柱頭色		無		無		
稈色	生育期	淡綠		淡綠		
	成熟期	淡黃		淡黃		
稈尖色	抽穗期	無		無		
	成熟期	無		無		
插秧至成熟日數 (天) <sup>1</sup>		131.4	110.3	130.3	111.9	
抗病性	葉稻熱病 (旱田式病圃)		MR-HS	MR	HS	MS-HS
	葉稻熱病 (水田式病圃)		MR-MS	-	MS-S	-
	穗稻熱病		MS	-	MS-HS	-
	紋枯病		S	S-HS	S	HS
	白葉枯病		R-MR	R	MR-S	MR-S
抗蟲性	褐飛蝨	幼苗	MR-S		S	
		成株	S		S	

抗蟲性	斑飛蝨	S		S	
	白背飛蝨	MR-S		S	
倒伏程度		直(1級)	直-斜(3級)	直(1級)	直-斜(3級)
耐寒性		R(1級)	MR(4級)	R(2級)	MS(5級)
穗上發芽率(%)		61.9	94.1	24.4	40.6
脫粒率(%)		26.3	10.4	36.4	21.1
穗長(cm)		19.5	19.3	18.2	18.1
一穗穎花數(no.)		92.1	85.9	92.1	91.0
稔實率(%)		90.9	83.5	89.2	74.0
千粒重(g)		28.4	26.1	26.0	25.0
粒形		B	B	B	B
白米透明度		3.8	3.0	4.3	3.0
白米心白、腹白、背白總和		1.69	0	2.53	0.53
乾稻穀容重量(g/L)		531	536	553	562
直鏈澱粉含量(%)		17.3	19.6	16.3	18.9
粗蛋白質含量(%)		5.85	6.66	5.66	6.29
糙米率(%)		81.7	82.1	81.3	81.9
食味等級別		C	C-B	B	B
區域試驗成績	公頃穀產量(kg)	6,362	3,793	6,250	3,852
	指數(%)	102	98	100	100

# Development of new rice variety Miaoli 3

Chia-Yu Lin<sup>\*1</sup>, Chang-Sheng Wang<sup>2</sup>, Su-Jein Chang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture.

<sup>2</sup> Department of Agronomy, National Chung Hsing University

## ABSTRACT

Miaoli 3 was pyramided bacterial blight resistance genes in Tainan 11 by marker-assisted selection, which is cooperated with Miaoli district agricultural research and extension station and Department of Agronomy national Chung Hsing University. Miaoli 3 is medium to late maturing japonica type rice variety, growth duration is 131 days and 110 days, yield is 6,362 kg/ha and 3,793 kg/ha in 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> cropping season, respectively. Miaoli 3 was pyramided *xa5*、*xa13* and *Xa21* bacterial blight resistance genes, shown superior resistance to bacterial blight by inoculated nursery, good grain appearance with low percentage of white center, white belly and white back. Miaoli 3 will be assisted to decrease risk of bacterial blight and pesticide application.

**Keywords:** Rice, Bacterial blight, Pyramided resistance genes variety.

\* Corresponding author email: 328@mdares.gov.tw