

抗白葉枯病水稻新品種台中秈199號之育成¹

吳以健^{3*}、楊嘉凌²、林延諭⁴、張瑞忻⁴

摘要

台中秈199號(Taichung sen 199, TCS199)係臺中區農業改良場於2021年7月命名的秈稻品種，也是臺灣第一個以分子輔助技術育成的抗白葉枯病秈稻品種。本品種藉由引自國際稻米研究所(International Rice Research Institute, IRRI)的抗病品種IRBB62與臺灣現行品種台中秈10號雜交，在台中秈10號導入3個抗白葉枯病基因(*Xa4*、*Xa7*、*Xa21*)，對目前的白葉枯病流行菌系都具有優良抗性，而其第一及第二期作平均生育日數分別為118及106天，平均株高分別為104及93 cm，皆與對照品種台中秈10號(TCS10)相近，其平均公頃稻穀產量於第一及第二期作分別為6,359及4,891 kg，亦與台中秈10號相近。另一方面，台中秈199號具有米粒外觀佳與食味品質良好等優點，又因其抗倒伏能力良好且脫粒率中等，適合機械收穫，對稻熱病及白背飛蟲等病蟲害抵抗性良好。惟台中秈199號生育後期耐寒性較不穩定，且成熟期的穗上發芽率偏高，在栽培期的決定上應審慎評估。

關鍵字：秈稻、台中秈199號、水稻育種、白葉枯病、分子標誌輔助育種

前　　言

水稻是臺灣栽培面積最大的糧食作物，近年稻作生產面積約22-27萬公頃，包括梗稻、梗糯稻、軟秈稻、硬秈稻及秈糯稻⁽⁹⁾。其中軟秈稻為米粒具有較低的直鏈澱粉含量(10-20%)且具軟膠體性質的品種^(2,3)，其蒸煮後的米飯質地類似梗米飯的口感，然而，近年軟秈稻栽培面積正處逐年下降的趨勢，自2006年的16,214公頃，已降至2019年的7,914公頃⁽⁴⁾，主要原因在於二期作面積的減少，秈稻一期作面積為二期作的面積之4.5倍，遠高於梗稻的1.6倍，顯示農民二期作種植秈稻的意願低落⁽¹⁰⁾。目前軟秈稻栽培品種仍以本場1979年命名的台中秈10號為主⁽¹¹⁾，且為目前政府唯一推薦的軟秈稻推廣品種。台中秈10號具有豐產、米質良好、適應性廣等優良特性⁽⁵⁾，因此至今長達43年期間，雖育成許多軟秈新品種，仍未能取代台中秈10號。但由於臺灣二期作易有颱風、東北季風的侵襲，導致白葉枯病的好發，而台中秈10號對白葉枯病較敏感⁽⁵⁾，因此農民在二期作種植

¹ 農業部臺中區農業改良場研究報告第1073號。

² 農業部臺中區農業改良場研究員兼作物改良科科長。

³ 農業部臺中區農業改良場作物改良科副研究員。

⁴ 農業部臺中區農業改良場作物改良科助理研究員。

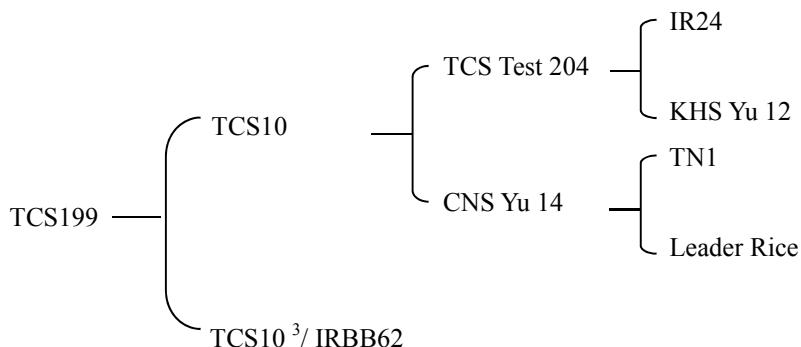
*通訊作者電子郵件: wuyc@tcdares.gov.tw

台中秈 10 號的意願較低，使得軟秈稻品種的栽培面積逐年下降。然而，在氣候變遷與全球暖化的趨勢之下，對高溫較不敏感的秈稻應具栽培潛力，惟其對白葉枯病的抗性有待進一步改良，以促進臺灣秈稻優質生產。

由於水稻育種過程漫長，且育種選拔之工作繁重，為提升工作效率與選拔的精準性，早在 30 年前，學者們即應用分子生物學的技術，開發「分子標誌輔助育種(marker-assisted selection, MAS)」⁽¹⁾，也就是應用分子標誌，監測植株是否帶有目標基因，提供育種選拔之依據。其中，水稻的分子標誌輔助育種技術，目前多以抗病蟲害的育種應用為多，而國際上早已有水稻導入抗白葉枯病基因以提升其抗病性的研究⁽¹⁸⁾，而導入多個抗病基因，更將使稻株具有更強勢的抗病力⁽²⁰⁾，近年臺灣學者亦已針對水稻台農 82 號堆疊抗白葉枯病基因，並顯著促進其對白葉枯病的抗性⁽¹⁵⁾。因此，分子標誌輔助育種技術，在水稻抗白葉枯病的育種上，實有其應用的可行性與必要性，本研究將利用此技術，以改良台中秈 10 號的白葉枯病，育成具優良抗病性的新秈稻品種。

研究方法

本場以台中秈 10 號為母本，與引自國際稻米研究所(International Rice Research Institute, IRRI)具 3 個白葉枯病抗性基因(*Xa4*, *Xa7*, *Xa21*)堆疊的 IRBB62 雜交，並以分子標誌輔助選拔技術篩選具有抗病基因的植株，經多世代的選拔，最終育成具白葉枯病抗病基因與抗病性的台中秈 199 號，親本譜系圖如圖一。



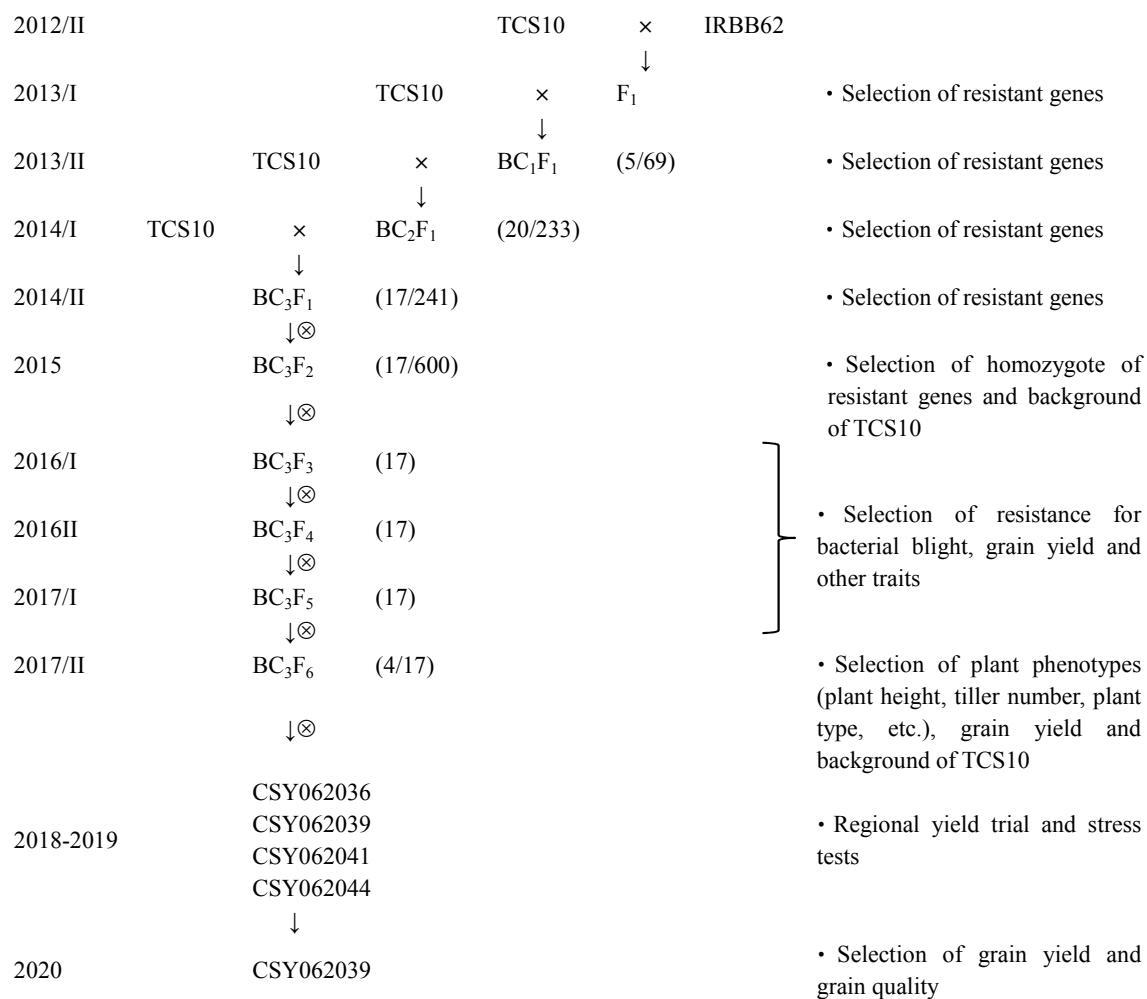
圖一、台中秈 199 號親本譜系圖。

Fig. 1. Pedigree of TCS199.

一、雜交及選育過程

台中秈 199 號之育成經過如圖二所示。於 2012 年二期作將台中秈 10 號與 IRBB62 雜交，並在接下來 3 個期作皆與台中秈 10 號進行回交，並在每次回交後都以分子標誌確認與 *Xa4*、*Xa7* 與 *Xa21* 等 3 個抗病基因的存在，並於 BC_3F_1 選取同時帶有 3 個基因之抗病對偶基因之植株進行自交。接著

將 BC₃F₂ 進行抗病基因同質結合的篩選，共篩出 17 個單株(CSBB62-1 至 CSBB62-17)，以此 17 組 BC₃F₂ 進行後續世代選拔，各世代選拔依據白葉枯病抗性、株型、穗部、穀粒及產量等性狀表現進行評估與汰選。至 BC₃F₇-BC₃F₁₀，以田間株型、農藝性狀、12 條染色體的台中秈 10 號背景回復率(由陽明大學基因體研究中心所提供的 Illumina HiSeq 2,000 進行次世代核酸定序 RADseq 法完成 SNP 定型進行回復率判定，共超過一萬個 SNP 位點，遍及 12 個染色體)、白葉枯病接種檢定及單位面積產量等項目進行評估，共篩選出 4 個品系(中秈育 062036、062039、062041、062044 號)，推薦參加秈稻區域試驗。



圖二、台中秈 199 號(中秈育 062039 號)育種流程。

Fig. 2. Breeding scheme of TCS199 (CSY062039)。

二、白葉枯病抗病基因篩選

台中秥199號最重要之育種目標之一為抗白葉枯病，目標基因为與Xa4、Xa7與Xa21 3個抗病基因，分別位於第11號、第6號與第11號染色體，在每次回交與BC₃F₁及BC₃F₂自交後，皆於分蘖盛期剪取稻株的第2片全展開葉，並立即進行DNA萃取，接著以3個抗病基因各自之分子標誌及引子序列(表一)進行抗病基因篩選。

表一、用以篩選 Xa4、Xa7 與 Xa21 等 3 個抗病基因的分子標誌、引子序列及參考文獻

Table 1. Molecular markers, primer sequences and references for 3 resistance genes (Xa4, Xa7 and Xa21).

Resistance gene	Molecular marker	Primer sequence	Chromosome	Reference
Xa4	MP1	5'-ATCGATCGATCTCACGAGG-3'	11	Ma <i>et al.</i> , 1999
	MP2	5'-TGCTATAAAAGGCATTGGG-3'		
Xa7	RM20580F	5'-AACTTCCTTCCAGGCTTCAGC-3'	6	Chen <i>et al.</i> , 2008
	RM20580R	5'-TTCACTGAGCCTGAACACATTGC-3'		
Xa21	pTA248F	5'-AGACCGGAAGGGTGGTCCCGA-3'	11	Williams <i>et al.</i> , 1996
	pTA248R	5'-AGACCGGTAAATCGAAAGATGAAA -3'		

三、區域試驗

台中秥199號於2018年與2019年兩期作參加秥稻區域試驗，各年組的參試品系由本場、農業試驗所及臺南區農業改良場推薦，扣除對照品種共有11個品系(種)參試，包括4個硬秥及7個軟秥新品系參加本試驗，本品系為軟秥品種，以台中秥10號為對照品種。試驗地點分別在大村鄉(彰化)與鹿草鄉(嘉義)為一年兩期作，在新屋鄉(桃園)與長治鄉(屏東)僅於一期作試驗；試驗田均設於各區農業改良場或分場內。田間採逢機完全區集設計，重複4次，4行區，每行25株，4-6本植，小面積5.4 m²，行株距30×18 cm。生育期間調查抽穗期、成熟期、株高及穗數。成熟時期以試驗小區為單位，逢機割取3株，調查穗重、穗長、一穗穎花數、稔實率及千粒重等性狀。收穫剩餘稻株，經乾燥、調製、秤量淨穀小區產量換算公頃產量。

四、各項特性檢定

台中秥199號與對照品種台中秥10號，於2018至2019年送至水稻各項性狀統一檢定圃進行檢測，檢測項目包括環境逆境與病蟲害逆境的抵抗性及稻米品質等，有關各項目實施方法分述如下，其檢定分級係參照IRRI之標準。檢定項目包括倒伏性(lodging)、耐寒性(cold tolerance)、穗上發芽率(preharvest sprouting)及脫粒性(particle threshability)、稻熱病(rice blast)、白葉枯病(bacterial blight)、

紋枯病(sheath blight)、縞葉枯病(rice stripe)、各項蟲害及稻米品質等九項特性，其檢定項目之內容參閱本文後之附錄。

五、氮肥效應試驗

氮肥效應試驗目的在測定新品種之適當施肥量，供農民栽培時之參考，以得到最高氮肥施用效益。本品種於2019年第一期作與第二期作進行，在本場水稻試驗田進行試驗，田區採用條區設計(split-block design)，品系(種)為行區，氮素施用量為列區，機插移植之行株距 30×21 cm，3重複。氮素處理等級分為80、120、160及200 kg/ha等4級，磷酐與氧化鉀施用量各主試因之間均相同，分別是54 kg/ha與60 kg/ha。基肥施用量分別是氮素30%、鉀肥40%，磷肥全施；第一次追肥施用時期第一期作於插秧後15天，第二期作為插秧後10天，施用量為不同等級氮素量之20%；第二次追肥施用時期第一期作於插秧後25天，第二期作為插秧後20天，施用量分別是不同等級氮素用量的30%與鉀肥用量的40%；穗肥於幼穗形成期施用，施用量分別是不同等級氮素用量的20%與鉀肥用量的20%，農藝性狀調查項目包括生理性狀如抽穗期與株高，以及成熟時期調查產量構成要素，以試驗小區為單位，逢機割取3株，調查穗數與稔實率，再收穫100株，經乾燥、調製、秤量淨穀小區產量換算公頃產量。

六、稻穀儲藏及冷飯試驗食味檢定

儲藏試驗分別利用2019年第二期作與2020年第一期作於本場試驗田生產的稻穀，收穫後以袋裝方式分別置於本場室溫倉庫及冷藏庫($17 \pm 1^\circ\text{C}$)中儲藏，進行儲藏1-4個月，每隔1個月取樣由本場進行米飯食味檢定。本試驗食品味評之對照樣品係利用本場試驗田保護行生產的台中秈10號，其儲存方式為冷藏。此外，本試驗材料之煮飯流程及試吃評分紀錄均比照區域試驗。

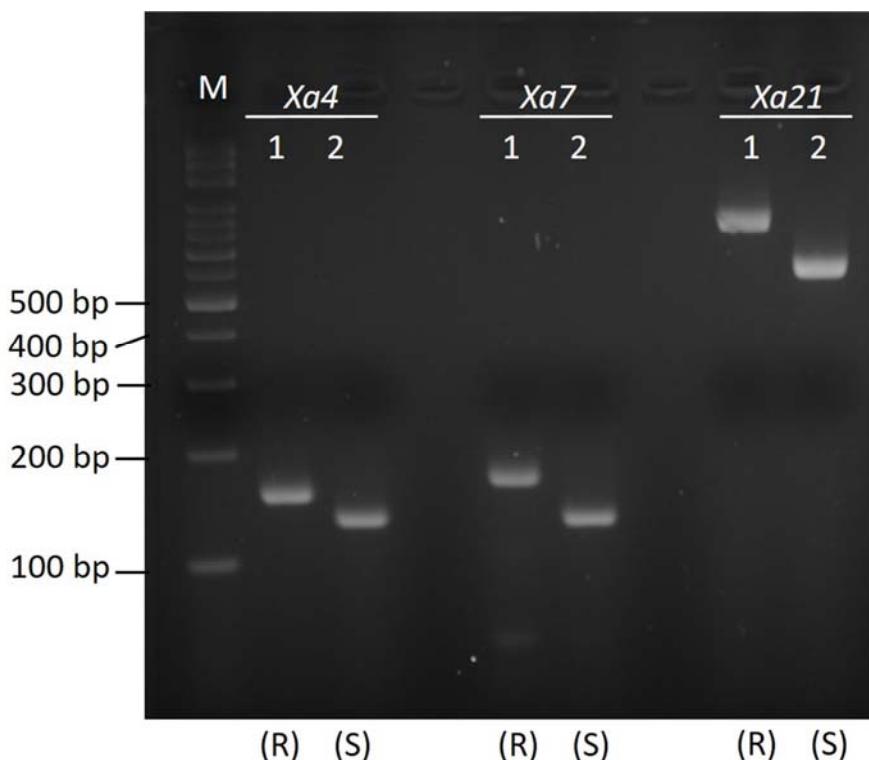
冷飯試驗係分別利用2019年第二期作及2020年第一期作於本場試驗田生產的稻穀為材料，以本場試驗田保護行生產的台中秈10號為食品味評對照樣品。本試驗米飯蒸煮比照區域試驗食味檢定之標準流程，惟當樣品完成煮飯後保溫放1小時，另移至 10°C 恆溫箱放置2小時，每半小時測量3點米飯溫度，當均溫達 18°C 時進行品評，本試驗材料試吃評分紀錄亦比照區域試驗。

結果與討論

一、白葉枯病抗病基因與抗病力檢定

台中秈199號係以台中秈10號為母本，帶有Xa4、Xa7、Xa21等3個抗白葉枯病基因的IRRI品系IRBB62作為父本，再以台中秈10號回交3次，經多年選育而來。在每次回交後皆委請本場生物技術研究室進行分子標誌技術之檢測，3個基因分別使用各自的分子標誌(MP1/MP2、

RM20580F/RM20580R、pTA248F/pTA248R)確認3個基因的導入⁽¹²⁾，最終之BC₃F₈的檢測結果如圖三，結果顯示台中秈199號具有Xa4、Xa7、Xa21等3個抗白葉枯病基因的穩定同質結合態，將作為其穩定白葉枯病抗性的來源。



圖三. 分子標誌技術檢測抗白葉枯病基因之結果，1號為台中秈199號的BC₃F₁₁，2號為台中秈10號，(R)為該抗性基因的同質結合態，(S)為不具該抗性基因

Fig. 3. The detection of bacterial blight resistance alleles by marker, 1 is BC₃F₁₁ of TCS199, 2 is TCS10, (R) indicates the homozygous resistance alleles, (S) indicates the alternative non-resistant alleles at homozygous state.

白葉枯病抗性檢定分為二部分，第一部分為2016年一期作至2017年二期作，計2年4個期作，將17個BC₃F₃-BC₃F₆近同源系進行抗病檢定。第二部分為2018年一期作至2019年二期作，計2年4個期作，將台中秈199號之BC₃F₇-BC₃F₁₀進行水稻育種品系特性檢定，二部分檢定皆由本場進行。第一部分結果顯示，台中秈199號(CSBB62-6)等17個具3個抗白葉枯病基因的BC₃F₃-BC₃F₆近同源系，在接種3種白葉枯病菌液後，不管是一期作或二期作，17個近同源系葉片病斑長度皆短於5 cm，抗病能力顯著優於對照的台中秈10號。第二部分結果如表二，顯示台中秈199號的BC₃F₇-BC₃F₁₀對3種白葉枯病菌株的接種反應，一期作皆呈現抗(R)等級，而對照台中秈10號均呈現中感(MS)至感級(S)；

二期作台中秈199號與一期作相同都呈現抗(R)等級，而台中秈10號則呈現中抗(MR)-極感等級(HS)。台中秈199號不管在一期作與二期作，對3種白葉枯病菌株都具有極優良的抗性，顯著較對照台中秈10號優良。

表二、台中秈199號之白葉枯病抗性檢定結果

Table 2. The performance of bacterial blight resistance of TCS199

Crop season	Variety	Year	XE2		XF116		XF135	
			Disease area (%)	Level	Disease area (%)	Level	Disease area (%)	Level
I	TCS199	2018	5	R	3	R	3	R
		2019	3	R	3	R	3	R
		average	4	R	3	R	3	R
	TCS10	2018	37	S	48	S	20	MS
		2019	59	HS	29	S	16	MS
		average	48	S	38.5	S	18	MS
II	TCS199	2018	9	MR	3	R	3	R
		2019	3	R	3	R	3	R
		average	6	R	3	R	3	R
	TCS10	2018	41	S	67	HS	16	MS
		2019	11	MR	10	MR	9	MR
		average	26.0	S	38.5	S	12.5	MR

二、區域試驗產量與品質

台中秈199號於2018、2019年參加全國區域試驗，該年期扣除對照品種共有11個品系(種)參試，以台中秈10號為對照品種，試驗結果(表三)顯示，台中秈199號在第一期作4個地點平均稻穀公頃產量為6,359 kg，與對照台中秈10號的6,336 kg相近。而4個試區的產量皆與台中秈10號無顯著差異，其中以彰化試區的7,148 kg較高，屏東試區的6,888 kg次之。第二期作方面，由於秈稻較不耐冬季低溫，因此區域試驗僅在中南部地區之彰化與嘉義進行，台中秈199號產量在各試區皆與台中秈10號無顯著差異。由以上結果得知，台中秈199號的稻穀產量表現，皆與現有推廣的台中秈10號相近。

表三、台中秈 199 號於區域試驗的稻穀產量(kg/ha)

Table 3. Grain yield (kg/ha) of Taichung sen 199 in the regional yield trials

Crop season	Variety	Location				Average
		Taoyuan (kg/ha)	Chunghua (kg/ha)	Chiayi (kg/ha)	Pingtung (kg/ha)	
I	TCS199	5,029	7,148	6,373	6,888	6,359
	TCS10	4,670	6,928	7,243	6,502	6,336
	LSD (5%) ^a	651	1,350	1,033	546	1,317
	Comparison (%) ^b	107.7	103.2	88.0	105.9	100.4
		--	5,202	4,580	--	4,891
II	TCS199	--	4,886	4,639	--	4,763
	TCS10	--	462	819	--	2,792
	LSD (5%)	--	106.5	98.7	--	102.7

^aLSD (5%) represents the value tested with a significance level of 5% using the least significant difference method.

^bComparison (%) represents the production comparison percentage of TCS199 relative to TCS10.

再詳細分析台中秈 199 號於區域試驗的產量構成要素(表四)結果顯示，儘管台中秈 199 號的單位面積產量與台中秈 10 號相近，但兩期作的產量構成要素略有不同。第一期作方面，台中秈 199 號平均單株穗數為 16.8 支，低於台中秈 10 號的 19 支；但台中秈 199 號的一穗穎花數為 117 個，則高於台中秈 10 號的 103 個；而稔實率方面，台中秈 199 號與台中秈 10 號相近，分別是 87.0 與 84.6%；千粒重方面，台中秈 199 號也與台中秈 10 號相近，分別是 25.2 與 24.9 g。然而，兩個品種在第二期作的各產量構成要素則都相近，包括單株穗數(15.2 與 15.7 支)、一穗穎花數(91 與 88 個)、稔實率(82.8 與 81.8%)及千粒重(24.9 與 24.3 g)。也就是說，一期作的台中秈 199 號產量與台中秈 10 號相近，但其產量構成要素分配不同，將可能影響其田間栽培管理。

其他農藝性狀方面(表五)，台中秈 199 號在第一及第二期作的平均抽穗日數(移植至抽穗日數)分別為 83.2 及 68.1 天，均略少於對照品種台中秈 10 號；平均全生育日數(移植至成熟日數)於第一期作為 118 天、第二期作為 106 天，同樣略少於台中秈 10 號；此外，第一及第二期作平均株高(104.3、92.6 cm)與穗長(23.7、22.3 cm)的表現，則與台中秈 10 號相近。

利用 2018、2019 年參加全國區域試驗收穫後的稻穀進行米質分析結果(表六與表七)可知，台中秈 199 號的粒形中等，與台中秈 10 號相近；且其完整米率除 2018 年第一期作調製失誤導致數據無法使用之外，其他三個期作都較台中秈 10 號相同或略高；心腹背白總合(一期作為 0.47、二期作為 0)略低於台中秈 10 號(一期作為 1.48、二期作為 0.64)，表示其白堊質粒較少，外觀品質較佳。

表四、台中秈199號於區域試驗的產量構成要素

Table 4. The yield components of Taichung sen 199 in the regional yield trial

Crop season	Location	TCS199				TCS10			
		PN	SN	FR (%)	GW (g)	PN	SN	FR (%)	GW (g)
I	Taoyuan	18.4	94	87.2	24.4	20.2	75	83.5	23.3
	Changhua	14.7	119	86.7	26.1	15.0	106	84.5	25.5
	Chiayi	16.5	123	87.2	25.4	20.3	108	85.4	25.7
	Pingtung	17.6	132	87.1	25.2	20.4	122	85.0	25.3
	Mean	16.8	117	87.0	25.2	19.0	103	84.6	24.9
	SD	1.6	17	0.3	0.7	2.6	20	0.8	1.1
II	Changhua	15.7	95	85.8	25.8	16.6	89	85.0	25.0
	Chiayi	14.8	87	79.9	24.0	14.8	87	78.7	23.6
	Mean	15.2	91	82.8	24.9	15.7	88	81.8	24.3
	SD	0.6	5	4.2	1.2	1.2	1	4.5	1.0

PN: panicle number per plant, SN: spikelet number per panicle, FR: fertility rate, GW: 1000-grain weight.

表五、台中秈199號於區域試驗的農藝性狀

Table 5. The agronomic characters of Taichung sen 199 in the regional yield trial

Crop season	Location	TCS199				TCS10			
		DH	DM	PH (cm)	PL (cm)	DH	DM	PH (cm)	PL (cm)
I	Taoyuan	78.0	112	106.7	22.9	79.3	114	108.9	23.5
	Changhua	83.0	117	105.6	25.1	85.4	121	103.6	25.1
	Chiayi	85.3	125	108.5	24.2	88.8	127	108.9	24.6
	Pingtung	86.4	119	96.5	22.7	91.0	124	102.6	23.8
	Mean	83.2	118	104.3	23.7	86.1	121	106.0	24.2
	SD	3.7	5	5.4	1.1	5.1	5	3.4	0.7
II	Changhua	69.2	108	89.3	22.1	71.5	111	86.9	22.5
	Chiayi	67.1	104	95.9	22.5	68.3	106	94.6	22.3
	Mean	68.1	106	92.6	22.3	69.9	108	90.7	22.4
	SD	1.5	2	4.7	0.3	2.3	4	5.4	0.1

DH: days to heading, DM: days to maturity, PH: plant height, PL: panicle length.

此外，兩品種同樣具有低直鏈澱粉含量及軟膠體之特性。由前述米粒理化特性檢定結果可知，台中秈 199 號的碾米品質、米粒外觀與理化特性等項目，均優於現有推廣品種台中秈 10 號的表現，顯示本品種具有受到碾米業者喜愛的潛力。另一方面，利用區域試驗兩年四期作收穫材料進行食味品評的結果(表八)顯示，台中秈 199 號在 2018 年一、二期作與 2019 年二期作之食味品質在外觀、香、口味、黏性、硬性及總評均與台中秈 10 號同屬 B 級，2019 年一期作雖較台中秈 10 號稍硬與略為不黏外，但食味總評仍與台中秈 10 號同屬 B 級。綜合二年四期作的食味品評，台中秈 199 號之食味品質總和表現均與台中秈 10 號相同。

表六、台中秈 199 號於 2018 年區域試驗的米質表現

Table 6. The rice quality of Taichung sen 199 in the regional yield trial in 2018

Variety	Crop season	VW (g/L)	BR (%)	HR (%)	BrL (mm)	BrS	TL	WC	WY	WB	GT	AC (%)	PC (%)	GC (mm)
TCS199	I	524.7	77.7	34.3 ^{**}	M	I	4.0	0	0	0.81	I/L	14.4	6.3	82S
	II	527.9	79.2	63.7	M	I	2.5	0	0	0	L	20.1	6.8	81S
TCS10	I	526.8	77.6	31.2 ^{**}	L	I	3.5	0	0	0.78	L	14.3	6.5	87S
	II	529.2	78.7	66.9	M	I	3.0	0	0	1.23	L	20.3	6.6	87S

VW: volume weight; BR: brown rice percentage; HR: head rice percentage; BrL: brown rice length; BrS: brown rice shape; TL: translucency; WC: white center; WY: white belly; WB: white back; GT: gelatinization temperature; AC: amylose content; PC: protein content; GC: gel consistency.

表七、台中秈 199 號於 2019 年區域試驗的米質表現

Table 7. The rice quality of Taichung sen 199 in the regional yield trial in 2019

Variety	Crop season	VW (g/L)	BR (%)	HR (%)	BrL (mm)	BrS	TL	WC	WY	WB	GT	AC (%)	PC (%)	GC (mm)
TCS199	I	522.6	79.0	65.7	L	I	2.5	0	0	0.13	L	15.1	6.75	86S
	II	523.7	79.2	64.8	L	I	3.0	0	0	0	L	20.4	6.5	77S
TCS10	I	518.6	79.1	51.6	M	I	3.5	0	0	2.18	L	15.1	6.2	88S
	II	529.6	78.2	64.2	L	I	3.0	0	0	0.04	L	20.5	6.9	82S

VW: volume weight; BR: brown rice percentage; HR: head rice percentage; BrL: brown rice length; BrS: brown rice shape; TL: translucency; WC: white center; WY: white belly; WB: white back; GT: gelatinization temperature; AC: amylose content; PC: protein content; GC: gel consistency.

表八、台中秈199號於區域試驗的食味品質表現

Table 8. The palatability of Taichung sen 199 in the regional yield trial

Crop season	Year	Variety	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall sensory evaluation
I	2018	TCS199	B ^z	B	B	B	B	B
		TCS10	B	B	B	B	B	B
	2019	TCS199	B	B	B	C	A	B
		TCS10	B	B	B	B	B	B
II	2018	TCS199	B	B	B	B	B	B
		TCS10	B	B	B	B	B	B
	2019	TCS199	B	B	B	B	B	B
		TCS10	B	B	B	B	B	B

^zLetter “A” means better than the CK variety (TCS10); Letter “B” means the same as the CK variety (TCS10); Letter “C” means worse than the CK variety (TCS10).

三、非生物逆境特性檢定

台中秈199號除參加區域產量試驗外，亦於2018-2019年進行倒伏性、耐寒性、穗上發芽及脫粒等非生物逆境之特性檢定，結果列如表九。第一、二期作的平均倒伏指數皆為1，與對照品種台中秈10號相同，兩期作平均表現均為直立，顯示台中秈199號具有良好的抗倒伏性。其第一期作秧苗期耐寒性呈現為4的中抗級(MR)至中感級(MS)反應，第二期作成熟期的耐寒性則呈現中感級反應，顯示本品種秧苗期與成熟期雖然耐寒性欠佳，但仍略優於對照品種台中秈10號。其穗上發芽率第一期作平均為63.3%(9級)，第二期作為55.3%(9級)，皆高於台中秈10號的34.0%與48.4%(7級)，顯示台中秈199號的穗上發芽率高，栽培時期應審慎評估以確保成熟期避開多雨季節。另一方面，本品種的平均脫粒率第一期作為22.5%(5級)，第二期作為24.7%(5級)，與台中秈10號均為相同的反應等級，顯示其脫粒性屬於中等，適合機械收穫。

四、病蟲害抗性檢定

本品種經2018-2019年檢定的結果列如表十。台中秈199號對稻熱病的檢定等級呈現抗級(R)反應，本試驗係綜合嘉義與關山檢定圃資料(分別代表檢定西部與東部稻熱病生理小種)，台中秈199號於嘉義檢定結果呈現抗級，於關山檢定結果則呈現中抗至抗級(資料未顯示)，表示本品種對東部與西部稻熱病皆具有良好抵抗性。檢定紋枯病結果顯示，台中秈199號的表現與台中秈10號一樣，皆為極感級，顯示對紋枯病的抗性不佳。

另一方面，對褐飛蟲、斑飛蟲與白背飛蟲等蟲害檢定結果顯示，台中秈199號對褐飛蟲的抵抗性為感級，對斑飛蟲的抵抗性為中抗至感級反應，對白背飛蟲呈現中抗級反應，皆與對照台中秈10號相近，大抵上對蟲害的抵抗性並不甚佳，因此於栽培過程中仍應注意蟲害之防治。

表九、台中秈199號的非生物逆境表現

Table 9. The abiotic stress performance of Taichung sen 199

Crop season	Variety	Culm strength		Cold tolerance		Preharvest sprouting		Panicle threshability	
		Lodging	Scale	Response	Scale	%	Scale	%	Scale
I	TCS199	Erect	1	MR-MS	4	63.3	9	22.5	5
	TCS10	Erect	1	MS	5	34.0	7	22.1	5
II	TCS199	Erect	1	MS	5	55.3	9	24.7	5
	TCS10	Erect	1	MS-S	6	48.4	7	25.2	7

MR: moderately resistant, MS: moderately susceptible, S: susceptible.

表十、台中秈199號的生物逆境表現

Table 10. The biotic stress performance of Taichung sen 199

Damage	TCS199		TCS10	
	Scale	Response	Scale	Response
Leaf blast	2-3	R	2-3	R
Panicle blast	1-2	R	2-2	R
Sheath blight	8.7-9	HS	7-9	S-HS
Brown planthoppers	7	S	5-7	MR-S
Small brown planthopper	5-7	MR-S	7	S
White-back planthopper	5	MR	3-5	R-MR

R: resistant, MR: moderately resistant, MS: moderately susceptible, S: susceptible, HS: highly susceptible.

五、氮肥效應

由台中秈199號的氮肥試驗結果(表十一)可知，第一期作在相同氮素施用等級的稻穀產量表現，本品種皆與對照台中秈10號相近，其各項農藝性狀於不同氮素用量之間的差異並不明顯，由稻穀公頃產量表現結果顯示，本品種隨增施氮肥至120 kg，其稻穀產量顯著增產20.6%，又施用氮肥120 kg/ha與160、200 kg/ha之間的產量差異並不顯著，表示本品種於第一期作每公頃施用氮肥120 kg即可有良好的產量表現。

再由第二期作試驗結果可知，在相同氮素施用等級的稻穀產量表現，本品種同樣與台中秈10號相近，稻穀公頃產量隨增施氮肥至160 kg，方才呈現明顯增產。因此由本試驗結果建議，本品種每公頃氮素量於第一期作施用120 kg、第二期作施用120-160 kg，即具有增產效果。

表十一、不同氮肥用量對台中秈199號農藝性狀的影響

Table 11. The effects of nitrogen application rate on agronomic traits of Taichung sen 199

Crop season	Variety	Nitrogen level (kg/ha)	DH ²	PH (cm)	PN	FR (%)	Grain yield	
							kg/ha ¹	Index
2019	TCS199	80	89 ^a	102 ^a	14.6 ^a	84 ^a	4,512 ^b	100.0
		120	88 ^a	103 ^a	14.3 ^a	84 ^a	5,441 ^a	120.6
		160	88 ^a	101 ^a	16.4 ^a	84 ^a	5,209 ^a	115.4
	(I)	200	89 ^a	102 ^a	15.9 ^a	83 ^a	5,311 ^a	117.7
		80	90 ^a	103 ^a	14.2 ^b	84 ^a	5,137 ^b	100.0
		120	91 ^a	103 ^a	15.1 ^{ab}	84 ^a	5,288 ^b	102.9
2019	TCS10	160	91 ^a	104 ^a	14.2 ^b	83 ^a	5,282 ^b	102.8
		200	92 ^a	105 ^a	16.9 ^a	84 ^a	5,722 ^a	111.4
		80	73 ^a	84 ^b	17.0 ^a	83 ^a	4,482 ^{ab}	100.0
	(II)	120	69 ^a	91 ^{ab}	16.1 ^a	84 ^a	4,299 ^b	95.9
		160	71 ^a	90 ^{ab}	18.8 ^a	83 ^a	4,978 ^{ab}	111.1
		200	71 ^a	92 ^a	16.2 ^a	82 ^a	5,070 ^a	113.1
	TCS10	80	75 ^a	94 ^a	14.8 ^a	78 ^b	3,994 ^b	100.0
		120	71 ^a	85 ^a	15.0 ^a	80 ^{ab}	4,322 ^{ab}	108.2
		160	73 ^a	84 ^a	17.0 ^a	81 ^a	4,881 ^a	122.2
		200	73 ^a	90 ^a	15.6 ^a	83 ^a	4,822 ^a	120.7

¹ Means within a column followed by the same letters are not different significantly at 5% level.

²DH: days to heading, PH: plant height, PN: panicle number per plant, SN: spikelet number per panicle, FR: fertility rate.

六、稻穀儲藏及冷飯試驗食味檢定

(一)稻穀儲藏試驗食味檢定：

利用 2019 年第二期作及 2020 年第一期作，於彰化大村生產的台中秈 199 號及台中秈 10 號

的稻穀材料，進行儲藏試驗之食味品質檢定。由 2019 年二期作的結果(表十二)顯示，台中秗 199 號於室溫及低溫下，分別儲存 1-4 個月之食味品質皆與對照台中秗 10 號相同或略優，然而到第 3 個月以後，兩個品種的食味則有劣化的現象，顯示本品種在第二期作所收穫的稻穀，在室溫儲藏環境下的食味品質約可維持 2 個月。由 2020 年一期作試驗的結果(表十三)顯示，本品種分別儲存 1-4 個月之食味品質皆與對照台中秗 10 號相同或略優，但與 2019 年二期作相同，2 個品種的食味品質皆在室溫儲藏第 3 個月開始劣化。

綜觀儲藏試驗的結果，本品種兩期作生產的稻穀都大約在室溫儲藏第 3 個月後開始出現食味劣化，而冷藏儲藏則在 4 個月之內都能維持良好食味。

表十二、台中秗 199 號稻穀儲藏試驗之食味品質(2019 年二期作)

Table 12. The palatability of Taichung sen 199 harvested from the second crop in 2019 after storage

Month	Variety	Treatment	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Sensory evaluation
1	TCS199	17 °C	B ¹	C	A	A	B	A
	TCS10		B	B	B	B	B	B
	TCS199	RT	B	B	B	B	B	B
	TCS10		C	B	B	C	B	B
2	TCS199	17 °C	A	B	A	B	A	A
	TCS10		B	B	B	B	B	B
	TCS199	RT	B	B	B	B	A	B
	TCS10		B	B	B	B	B	B
3	TCS199	17 °C	B	B	A	C	B	A
	TCS10		B	B	B	B	B	B
	TCS199	RT.	B	B	C	C	A	C
	TCS10		C	B	C	C	A	C
4	TCS199	17 °C	B	B	A	B	B	B
	TCS10		B	B	B	B	B	B
	TCS198	RT	C	B	C	C	A	C
	TCS10		C	B	C	C	A	C

¹Letter “A” means better than the CK variety (TCS10); Letter “B” means the same as the CK variety (TCS10); Letter “C” means worse than the CK variety (TCS10).

² RT: Room temperature

表十三、台中秈199號稻穀儲藏試驗之食味品質(2020年一期作)

Table 13. The palatability of Taichung sen 199 harvested from the first crop in 2020 after storage

Month	Variety	Treatment	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Sensory evaluation
1	TCS199	17 °C	C ¹	B	B	C	A	C
	TCS10		B	B	B	B	B	B
	TCS199	RT ²	B	B	B	A	B	B
	TCS10		B	B	B	B	B	B
2	TCS199	17 °C	B	B	B	B	A	B
	TCS10		B	B	B	B	B	B
	TCS199	RT	C	B	B	B	A	B
	TCS10		C	B	B	B	B	B
3	TCS199	17 °C	B	B	B	B	B	B
	TCS10		B	B	B	B	B	B
	TCS199	RT	C	B	C	C	A	C
	TCS10		C	B	C	C	A	C
4	TCS199	17 °C	B	B	B	B	B	B
	TCS10		B	B	B	B	B	B
	TCS199	RT	C	B	C	C	A	C
	TCS10		C	C	C	C	A	C

¹Letter "A" means better than the CK variety (TCS10); Letter "B" means the same as the CK variety (TCS10); Letter "C" means worse than the CK variety (TCS10).

² RT: Room temperature

(二)冷飯試驗食味檢定：

分別利用2019年二期作及2020年一期收穫之材料樣品，進行冷飯食味檢定結果(表十四)顯示：於2019年二期作生產台中秈199號之冷飯食味品質，均與食用品評對照的台中秈10號相同(B級)，2020年一期作方面，台中秈199號的外觀較佳，但硬性較高，不過食味總評仍與台中秈10號相同(B級)。綜合2個期作的食味品評，本品種各項冷飯食味的品質表現，均與台中秈10號相似。

表十四、台中秈199號的冷飯食味品質

Table 14. The palatability of cooked rice of Taichung sen 199 after cooling

Crop season	Variety	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Sensory evaluation
2019 (II)	TCS199	B ^z	B	B	B	B	B
	TCS10	B	B	B	B	B	B
2020 (I)	TCS199	A	B	B	B	A	B
	TCS10	B	B	B	B	B	B

^zLetter “A” means better than the CK variety (TCS10); Letter “B” means the same as the CK variety (TCS10); Letter “C” means worse than the CK variety (TCS10).

七、台中秈199號的優點與缺點

(一)優點：

1. 具白葉枯病優良抗性

本品系以傳統雜交方式，導入3個抗白葉枯病基因 *Xa4*、*Xa7*、*Xa21*，再以分子標誌技術確認基因的導入，以2018與2019年的病蟲害特性檢定結果，台中秈199號在兩年度共4期作，對3個不同白葉枯病生理小種的強病原性菌株(XE2、XF116、XF135)都具有相當優異的抗性，顯著優於對照品種台中秈10號。

2. 豐產

由區域試驗與氮肥反應試驗等結果可知，台中秈199號具有豐產特性。台中秈199號之稻穀產量都與對照的台中秈10號相近，顯示台中秈199號與目前廣泛栽培的台中秈10號一樣具有豐產特性。

3. 碾米品質佳、米粒外觀良好

台中秈199號一期作與二期作碾米品質的糙米率與完整米率皆在77%與64%以上，均不遜於目前惟一軟秈稻推廣品種的台中秈10號。米粒外觀方面，台中秈199號在一期作與二期作米質檢定之心腹白總和分別為0.47與0，均低於台中秈10號的1.48與0.64，顯示台中秈199號的白米外觀良好。

4. 直鏈澱粉含量低、凝膠展延性佳、食味品質佳

台中秈199號之理化性質分析結果顯示，其一、二期作的直鏈澱粉含量分別是14.8與20.3%，與台中秈10號無差異，且凝膠展延性佳，膠體與台中秈10號同屬軟膠體。利用區域試驗材料進行新米與儲存後米飯官能品評，結果顯示台中秈199號之熱飯與冷飯之外觀、香味、口味及總評等項目皆優於或近於台中秈10號。

5. 對稻熱病及白背飛蟲的抵抗性良好

依據2018-2019年統一病圃檢定結果，台中秈199號對葉稻熱病與穗稻熱病之平均抗性，呈現良好的抗至中抗等級，符合秈稻優良的稻熱病抗性⁽⁶⁾；對白背飛蟲則表現穩定的中抗級。

6. 強稈不易倒伏

台中秈199號的平均倒伏指數於一、二期作皆表現為1的直立等級，具有良好的抗倒伏性。

(二) 缺點

1. 穩上發芽風險較高

台中秈199號在2018與2019年的特性檢定下，顯示其一期作平均穗上發芽率為63.3%，二期作為55.3%，都高於對照品種台中秈10號的34.0與48.4%。建議種植時應寬行株距，促進通風，降低田間濕度，同時於採收適期盡速收穫，以降低穗上發芽風險。

2. 耐寒性不穩定

台中秈199號一期作的耐寒性，經2次檢定分別為中抗級與中感級，二期作則為中抗級與感級，建議本品種一期作種植期勿早於「驚蟄」節氣，二期作種植期勿晚於「立秋」節氣，以避免低溫傷害。

3. 對部分病蟲害不具抵抗性

台中秈199號的病蟲害特性檢定結果顯示，與台中秈10號相同，對紋枯病、褐飛蟲、斑飛蟲等病蟲害並不具抵抗性；栽培時宜依照各區農改場發布的病蟲害警報，適時進行病蟲害防治。

結論

台中秈199號改良現行主流軟秈稻品種台中秈10號的白葉枯病抗性，並維持產量、品質、耐儲藏性及逆境抗性，對氣候變遷的現在與未來具備出色的潛力，且因應農業部「農藥十年減半」政策，更可降低白葉枯病防治用藥，再加上秈稻原有的稻熱病抗性，可減少對農藥的依賴，同時亦可作為友善栽培或有機栽培的重要品種選擇，然而其褐飛蟲抗性與穗上發芽率仍不理想，未來應針對此品種尚稱不足的特性進一步改良，以作為氣候智慧型水稻生產的一環。

附錄：各項特性檢定方法

具潛力之水稻新品種一般提送各試驗改良場所進行統一檢定圃進行檢測，項目包括倒伏性、耐寒性、穗上發芽率及脫粒性、稻熱病、白葉枯病、紋枯病、縞葉枯病、各項蟲害及稻米品質等9項特性⁽⁸⁾，本品種於2018年第一期作至2019年第二期作，經2年4個期作檢定之各項內容分述如下。

(一)倒伏性檢定：

由桃園區農業改良場於新竹縣竹東鎮負責檢定，試驗田採順序排列，4行區，每行10株，多本植，行株距為30x15 cm，2重複，每公頃施用氮素量為200 kg，以調查倒伏程度。倒伏指數計五級，分別為：1(直)；3(直-斜)；5(斜)；7(斜-倒)；9(倒)。

(二)耐寒性檢定：

由桃園區農業改良場於新竹縣五峰鄉負責檢定，利用自然氣候分別於第一、二期作檢定秧苗期(seedling stage)和幼穗形成期(panicle initiation stage)的耐寒性。第一期作採直播法，順序排列，二重複，檢定時期為秧苗期，依秧苗之成活率、葉色及生長勢等項目判別等級，1級為葉呈綠色無捲縮和變橙黃色(R)，3級為第一葉和心葉部分呈橙黃色或捲葉(MR)，5級為第一葉和心葉全部變黃(MS)，7級為全株呈橙黃色、或葉捲縮、或植株枯萎但葉呈綠色(S)，9級為全株枯死(HS)。第二期作採育苗後移植插秧，試驗採順序排列，二重複，依成熟期之稔實率判別等級，其中稔實率>80%為1級(R)，61-80%為3級(MR)，41-60%為5級(MS)，11-40%為7級(S)，<10%為9級(HS)。

(三)穗上發芽率及脫粒性檢定：

由花蓮區農業改良場負責檢定，單本植，行株距為30×15 cm，種植40株。於主穗稻穗基部僅2-3粒未熟時採取5穗，穗上發芽(preharvest sprouting)調查乃將稻穗浸泡於淺水盤上，置於日夜溫控制在30 °C之發芽生長箱中，於6天後計算發芽率；調查分三級：1級為少於30%，5級為介於31-60%，9級為61-100%。脫粒性(panicle threshability)調查乃於成熟期採取主穗5穗，將稻穗置於長1 m，寬30 cm，且一邊高為8 cm 斜木板之2/3處(由高的一端起)，再以重1.5 kg，長30 cm之圓筒鐵棒滾動三次，計算脫粒稻穀重量百分比。調查分五級：1級為少於1%，3級為1-5%，5級為6-25%，7級為26-50%，9級為51-100%。

(四)稻熱病抵抗性檢定：

2018及2019年的第一期作以水田式病圃進行檢定，由農業試驗所嘉義分所及臺東區農業改良場負責檢定，田間採順序排列，每品系(種)種植2行，行株距25×20 cm，每行7株，2重複，每隔兩個品系(種)種植1行感病品種Lomello及每行前後各植1株Lomello，做為感染源，另每隔10個品系(種)種植一行抗病品種臺農70號⁽⁹⁾，當做對照。依據國際稻熱病圃(IRBN)調查方法，以肉眼依照調查標準分0-9級記載，檢定等級與反應之對應如下：0為極抗(HR)；1-3為抗(R)；4-5為中抗(MR)；6為中感(MS)；7-8為感(S)；9為極感(HS)。

(五)白葉枯病抵抗性檢定：

由本場負責檢定，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，菌株係由農業試驗所稻作病害研究室所提供之XE2、XF116及XF135等3個菌株。調查標準及抗性反應如下：無病斑為極抗(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)。

(六)紋枯病抵抗性檢定：

由臺南區農業改良場鹿草分場負責檢定，試驗採順序排列，二重複，多本植，行株距為 $25 \times 15\text{ cm}$ ，每品系(種)栽植一行、每行10株，但第1、4、7及10株種植感病之稗稈稻，於插秧後在第一期作40-50天及第二期作30-40天分別進行人工接種，以誘發病害，齊穗後25天調查植株發病程度，調查標準及反應如下：0為極抗(HR)；1為抗(R)；3為中抗(MR)；5為中感(MS)；7為感(S)；9為極感(HS)。

(七)蟲害抵抗性檢定：

由農業試驗所嘉義農業試驗分所負責秧苗期和成株期的檢定，將種子播種於檢定盤，每盤播種72個品系(種)，並含抗蟲品種Mudgo、H105及感蟲對照品種台中在來1號(Taichung native 1)。待秧苗發育至3葉期，移置於溫室檢定槽，然後將經人工大量繁殖之飛蟲若蟲(2-3齡)釋放於秧苗，釋放密度約為每秧苗2-3隻蟲，待感蟲對照品種枯萎時，再按其被害情況分級記錄。另水稻成株期於網室進行對褐飛蟲之抵抗性檢定，每品系(種)種4株，3本植，待分蘖期釋放成蟲，平均每株0.5-1隻，讓其自由選擇稻株產卵繁殖。於釋放成蟲後35天記錄每品系(種)每株稻之蟲數及危害等級，其後每3-5天調查一次，直到感蟲對照品種完全枯萎為止。調查飛蟲類感蟲級數與反應之對應如下：0-3為抗(R)；5為中抗(MR)；7-9為感(S)。

(八)稻米品質檢定^(2,7)：

1. 碾米品質(milling quality)：

碾米品質有糙米率(brown rice percentage)、白米率(milled rice percentage)及完整米率(head rice percentage)等三項，以區域試驗收穫的稻穀經乾燥調製，並於乾燥過程以稻穀水分測定器監控水分的變化，使調製後樣品的水分含量調控在14-15%之間，並秤量125 g的稻穀為一樣本進行測定，糙米率用小型脫殼機(Satake Rice Machine, Satake Engineering Co., Tokyo, Japan)除去稻穀，並秤其糙米重量，換算糙米率。糙米經碾白米機(McGill No. 2 Rice Miller, Seedburo Equipment Co., Chicago, USA)碾磨1分鐘，所得精白米秤重後，換算白米率，再經完整米粒篩選機(Rice Size Device, Seedburo Equipment Co., Chicago, USA)將完整米與碎米分開，秤其完整米重量，即得完整米率。

2.米粒外觀(grain appearance)之測定：

粒長與粒形依我國國家標準No. 13446訂定；米粒透明度(translucency)依白米的透明程度，分為6級，由透明玻璃般的0級至糙稻般不透明的5級；心白(white center)、腹白(white belly)與背白(white back)則依白堊質(chalkiness)在米粒的心部、與胚同側的腹部或與胚異側的背部中加深或擴大的程度，共分為6級，由無白堊質的0級至糙稻般不透明的5級。

3.物理化學性質之測定：

將白米以磨粉機磨成米粉，通過60目篩網所得細粉，測定其直鏈澱粉含量(amylose content)、粗蛋白質含量(protein content)、糊化溫度及凝膠展延性(gel consistency)⁽¹³⁾為主，其中直鏈澱粉含量以自動分析儀(Autoanalyzer, Alpkem CO., USA.)測定，粗蛋白質含量以近紅外線光譜分析儀(Near-infra Analyzer 500, Technicon)測定。凝膠展延性以0.2N氫氧化鉀溶液加熱溶解白米粉末後之冷卻凝膠展流長度來決定。糊化溫度(gelatinization temperature)則是利用1.7% KOH測定白米粒的鹼性擴散值(alkali spreading value)。

4.入口品質官能(panel test)檢定：

利用6人份電子鍋四個，其中一個蒸煮台中秈10號對照品種，其餘三個蒸煮測試樣品。每樣品秤取白米400 g放入內鍋，以強勁水流沖洗攪拌後排水，重複3次，再加入米重之1.35倍的水，浸泡30分鐘後，始按下開關；待開關跳起後，先燜20分鐘後再打開鍋蓋將飯攪鬆，蓋上紗布後放冷1小時後試食。試食時分別就米飯之外觀、香味、口味、黏性、硬性、總評等六項分別與對照品種比較。並在評分表上記錄分數，品評資料經分析後區分為3級：外觀、香味、口味及總評之A級表示優於對照品種，B級表示與對照品種相同，C級表示劣於對照品種。黏性之A級表示較對照品種黏，B級表示與對照品種相同，C級表示較對照品種不黏。硬性之A級表示較對照品種硬，B級表示與對照品種相同，C級表示較對照品種軟。

誌謝

本品種育成期間蒙農業部經費支持，選育過程由各農業試驗改良場所協助各項特性檢定，本場稻作與米質研究室同仁盡心盡力協助各項調查資料整理和米質分析，使得本新品種命名為台中秈199號，謹此併致謝忱。

參考文獻

- 1.王昭月、吳明哲 2015 分子標誌在臺灣外銷蔬菜雜交種純度檢測之利用 農政與農情 271。
- 2.宋勳、洪梅珠、許愛娜 1991 臺灣稻米品質之研究 臺中區農業改良場特刊第24號 p.1-101。
彰化 臺灣。

3. 宋勳、劉瑋婷 1996 稻米品質的影響因素與分級 稻作生產改進策略研討會專刊 p.133-154。霧峰 臺灣。
4. 李蒼郎 2013 臺灣良質米產業發展與成果 臺中區農業改良場特刊第119號 p.1-9 彰化臺灣。
5. 林再發 1980 臺中秈十號之育成 臺中區農業改良場研究彙報 3: 1-6。
6. 周思儀、廖大經 2018-2009至2014年台灣水稻新育成品種(系)對於稻熱病罹病反應之研究 台灣農業研究 67: 82-93。
7. 許愛娜 2004 稻米品質分析項目與其影響因素 科學農業 52: 299-307。
8. 陳隆澤、陳一心、黃守宏、鄭清煥、林芳洲、黃振增、陳素娥、楊嘉凌、林金樹、吳文政、林國清、陳紹崇、邱明德、黃秋蘭、江瑞拱、潘昶儒 2004 水稻品種(系)特性檢定 p.235-270 稻作改良年報(91年度)高雄區農業改良場編印 高雄 臺灣。
9. 農業部 2023 農業統計資料查詢:
<https://agrstat.moa.gov.tw/sdweb/public/inquiry/InquireAdvance.aspx>
10. 楊嘉凌、鄭佳綺、賴明信、吳永培、楊志維、張素貞、羅正宗、吳志文、丁文彥、宣大平 2013 良質米育種的演變與成果 臺中區農業改良場特刊第119號 p.37-52 彰化 臺灣。
11. 楊嘉凌、吳以健 2018 水稻新品種台中秈198號之育成 臺中區農業改良場研究彙報 141: 1-19。
12. 楊嘉凌、鄭佳綺、吳以健 2020 禾稻抗白葉枯病新品系之研發 臺中區農業改良場研究彙報 149: 43-67。
13. Cagampang, G. B., C. M. Perze, B. O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. J. Sci. Food Agric. 24, 1589-1594.
14. Chen, S., Z. Huang, L. Zeng, J. Yang, Q. Liu and X. Zhu. 2008. High-resolution mapping and gene prediction of *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* resistance gene *Xa7*. Mol. Breed. 22(3): 433-441.
15. Hsu, Y. C., C. H. Chiu, R. Yap, Y. C. Tseng and Y. P. Wu. 2020. Pyramiding bacterial blight resistance genes in Tainung82 for broad-spectrum resistance using marker-assisted selection. Int. J. Mol. Sci. 21: 1281-1294.
16. IRRI. 1996. Standard Evaluation System for Rice. 4th ed. pp.1-52. International Rice Research Institute (IRRI). Los Baños, Philippines.
17. Khan, D. R., D. J. Mackill and B. S. Vergara. 1986. Selection for tolerance to low temperature-induced spikelet sterility at anthesis in rice. Crop Sci. 26, 694-698.
18. Kim, K. Y., M. S. Shin, W. J. Kim, H. S. Park, J. C. Ko, J. K. Nam, W. C. Shin, Y. J. Mo, J. U. Jeung, B. K. Kim and J. K. Ko. 2011. Development of near-isogenic lines (NILs) conferring *Xa4*, *xa5* and *Xa21* genes resistant to bacterial blight (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) in *japonica* rice genetic

- background. Kor. J. Breed. Sci. 43(5): 383-390.
19. Ma, B. J., W. M. Wang, B. Zhao, Y. L. Zhou, L. H. Zhu and W. X. Zhai. 1999. Studies of PCR marker for the rice bacterial blight resistance gene *Xa-4*. Hereditas (Beijing) 21: 9-12.
20. Suh, J. P., J. U. Jeung, T. H. Noh, Y. C. Cho, S. H. Park, H. S. Park, M. S. Shin, C. K. Kim and K. K. Jena. 2013. Development of breeding lines with three pyramided resistance genes that confer broad-spectrum bacterial blight resistance and their molecular analysis in rice. Rice. 6: 5-15.
21. Williams, C. E., B. Wang, T.E. Holsten, J. Scambray, F. de A. G. da Silva and P.C. Ronald. 1996. Markers for selection of the rice *Xa21* disease resistance gene. Theor. Appl. Genet. 93: 1119-1122.

Development of Indica Rice Variety ‘Taichung sen 199’,¹

Yi-Chien Wu ³, Jia-ling Yang ², Yan-Yu Lin ³ and Rui-Shin Chang ⁴

ABSTRACT

‘Taichung sen 199 (TCS199)’ is an indica rice variety, has been nominated and released in July, 2021. It is the first indica rice variety with resistance of bacterial blight bred by marker assisted selection (MAS) technology in Taiwan. Due to the introduction of 3 bacterial blight resistance genes, TCS199 has excellent resistance to the current bacterial blight strains. The average growth days of the first and second crops were 118 and 106 days, and the average plant heights were 104 and 93 cm, respectively, which were similar to those of the control variety Taichung sen 10 (TCS10). The grain yield of first and second crop were 6,359 and 4,891 kg, respectively, which were also similar to TCS10. On the other hand, TCS199 has the advantages of good rice grain appearance and good palatability quality, and because of its good lodging resistance and moderate threshing rate, it is suitable for mechanical harvesting and has good resistance to rice blast and white-backed planthopper. However, the cold resistance of TCS199 is not stable, and the preharvest sprouting rate is relatively high, so the cultivation period should be carefully evaluated.

Key words: indica rice variety, Taichung sen 199, rice breeding, bacterial blight, marker assistant selection.

¹Contribution No.1073 from Taichung DARES, MOA.

²Chief of Crop Improvement Section and Researcher, Taichung DARES, Changhua, Taiwan, ROC.

³Associate Researcher, Taichung DARES, Changhua, Taiwan, ROC.

⁴Former-Assistant Researcher, Taichung DARES, Changhua, Taiwan, ROC.

