應用粳秈稻雜交改進水稻之抗稻熱病及白枯病特性[1]

林再發[2]

摘　要

爲了改進粳稻病害蟲抵抗性，於民國71年第二期作以粳稻臺農67號與秈稻IR4227-18-3-2雜交，在雜交第一代產生部分不稔實，或稔實而稻穎變成黑色現象，回交粳稻一次以後該種現象即漸次減少。雜交後代二個固定品系具有豐產及臺農67號之米質理化特性，並抗稻熱病及白枯病，此表示粳秈稻回交一次之雜交後代，秈稻之抗稻熱病及白枯病基因有轉移到粳稻臺農67號，並且具有粳稻臺農67號米質理化特性，但食味性稍佳。

前　言

作物產量的增加，出現所謂報酬遞減的現象，此一因素啓發了育種家以追求理想株型來增加產量，而在達到某一限界後，即著重於穩定產量特性。運用各種抗病抗蟲基因（management of genes）以減少病害爲目的育種，是爲達到穩定作物產量最經濟而有效的方法之一[6]。

在現有栽培品種中，一般言之，秈稻品種之抗稻熱病性較爲穩定而持久，粳稻品種之抗病性則多不能持久，往往在命名推廣之同一年度就有罹病現象之發生，最久也不能超過三年。由於本省各試驗場所之育種人員多利用在統一病圃中抗病性較佳之水稻品種（系）爲親本。同一抗病品種可能同時被若干改良場所利用爲雜交親本。因此，近年來新育成之抗病品種，其抗病性多來自同一抗病品種。例如臺南6號、臺東29號與高雄14號之抗病性均來自中國大陸品種荔枝紅。由於抗病性之遺傳背景相同，若此遺傳基因失去抗病時，來源相同之抗病品種均有失去抗病性之可能。遺傳基礎過於狹小，實爲以往本省抗稻熱病育種之一大缺點，而此項缺點似因育種人員不明瞭抗病親本之遺傳背景所致。如何擴大抗病來源將是今後抗病育種必須解決之一重要課題。一個抗稻熱病品種需多年人力與物力之投資，始能順利育成，若此等品種推廣後在短期間內就失去其抗病性，則其投資頗不經濟[4]。

民國七十四年二期作生育後期受海爾・白蘭黛二次颱風及長期豪雨影響稻葉片擦傷，促進病原菌侵入蔓延，全省發生面積42,845.2公頃，平均罹病率25.92%，估計每公頃稻穀損失1.030公斤，而目前推廣藥劑6%撲殺熱粒劑，僅供預防，一旦發生尚無適當藥劑可予治療，本省各地栽培品種多屬感病品種，因此尋求可靠防治藥劑及抗病品種之育成爲今後防治白枯病應努力之目標。

稻熱病、白枯病及褐飛蝨爲臺灣農作物之重要災害，每年農藥施用費用高達數億元，爲農民重大負擔。理想防治方法爲栽培抗病抗蟲品種，但過去育成之粳稻抗稻熱病品種，其抗性頗不穩定，常於推廣二、三年後即失去抗病性。此種現象並非本省所獨有，世界各國在水稻育種上均有相同之困擾。

臺灣水稻育種工作在過去三十年已有顯著成效，目前粳稻栽培面積佔臺灣水稻種植面積之94%，若要穩定粳稻生產，應加速粳稻抗病抗蟲之選育，由於粳稻抗稻熱病及抗褐飛蝨之種源較缺，若欲突破瓶頸必需將秈稻之抗病抗蟲基因導入粳稻內[5]。菲律賓國際稻米研究所

---

[1] 臺中區農業改良場研究報告0073號。

[2] 臺中區農業改良場助理研究員。

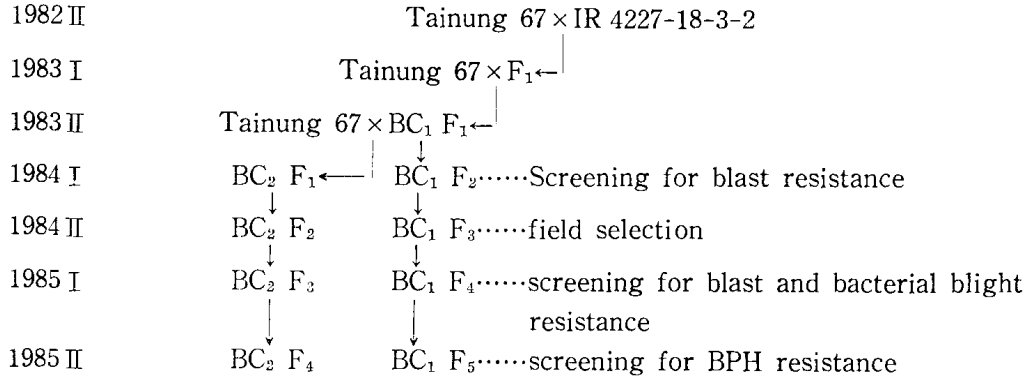
主持之國際稻熱病圃中的若干品種（系）及其與栽培品種雜交後代經過多地多年的篩選，均表現抗病，被認爲各具寬廣的抗病性[7]，惜此等高顆粒澱粉之秈稻品種（系）無一適合於本省的稻米生產，但若能將該抗病性導入本省栽培之粳稻，則對本省抗稻熱病及白枯病品種必有很大俾益。

本研究之目的，以全省栽培面積最廣之粳稻品種臺農67號爲母本，以國際稻米研究所育成之持久性抗稻熱病品系IR 4227-18-3-2爲父本，舉行回交，期望將秈稻抗病抗蟲性轉移到粳稻，而同時保存粳稻耐寒及米質優良之特性，以適合國人消費需求，並可減少病蟲爲害。

材料與方法

試驗材料

民國71年第二期作以目前本省栽培面積最廣之高產品種臺農67號爲輪迴親本，與具有廣幅抗病性之IR 4227-18-3-2爲抗病來源，舉行雜交，再進行回交一次至二次，至民國73年第二期作選出30個品系，民國74年第一期作選出抗稻熱病且農藝特性符合育種目標之9個品系做爲試驗材料，至民國74年第二期作選出優良2個品系（表一），其選拔過程如下：



圖一　雜交材料選拔過程

Fig 1　Process of handling hybrid material

表一　參試材料之雜交組合親本及世代

Table 1　Crossing combination and generation of testing material

品系名稱	組　合	世　代	稻　型
1.臺中試 404 號	臺農 67 號× IR 4227-18-3-2	BC_1F_5	粳
2.臺中試 405 號	臺農 67 號× IR 4227-18-3-2	BC_1F_5	粳

試驗方法

1. 粳秈稻雜交第一代之稔實性

本試驗在72年第一期作播種插秧，成熟時將每雜交組合之第一代取樣五叢，次期作回交第一代取樣五叢，調查一叢總粒數，正常稔實粒數，黑色稻穎之稔實粒數及不稔實粒數。

2. 供試品系農藝特性

水稻農藝特性包括株高，全生育日數（插秧至成熟期）及穗數。

3. 供試品系在田間對稻熱病之反應

以母本臺農67號爲對照，在南投縣竹山鎮山腳，每年稻熱病發生嚴重地方從事試驗，每小區栽植100叢（5行×20株）、單本植、行株距24×21公分，74年1月15日播種，2月13日插秧。爲促進稻熱病發生，試驗區加倍施用氮肥每公頃240公斤。農藥防治區，在試驗期中，分別於水稻分蘗盛期，幼穗形成期及抽穗後7天各噴喜樂松（Kitazin）乳劑一次，每次每公頃用藥量0.12公升，稀釋1,000倍。

葉稻熱病爲害程度調查，係依據國際稻熱病圃（IRBN）調查方法爲基準，以肉眼依照發病程度區分爲0~9級記載，抽穗後30天調查穗稻熱病及稻穀產量。

4. 旱田式病圃

設置於嘉義市嘉義農業試驗分所。試驗田採順序排列，兩重複、條播、行長50公分，行距10公分，每品種（系）播種一行，每行播種5公克，每隔10行介入兩行感病品種崑山五香粳及一行抗病品種臺農62號，以資對照，周圍邊行全部播種崑山五香粳以爲接種源。肥料施用量每10公畝施用硫酸銨120公斤，過磷酸鈣20公斤，氯化鉀8公斤。整地時硫酸銨40公斤，過磷酸鈣及氯化鉀全量用做基肥與土地混合均勻，剩餘硫酸銨分別在播種後15天施用30公斤，25天施用30公斤，35天施用20公斤，做爲追肥。稻種發芽後，每日上、下午各在葉面上噴水一次，以保持濕度，促其發病。播種後30天及40天各調查一次，調查方法同水田式病圃。

5. 供試品系對白枯病反應

本試驗使用之白枯病菌種係中央研究院分離編號爲604號者，經本場培養後于孕穗期間將此菌種之懸浮液，以剪葉法進行人工接種，俟感染之對照品種臺中秈10號呈極感（HS）時進行感染程度調查。調查標準依據國際稻米研究所之方法行之，1~2等級屬抗，3等級屬於中抗，4~5等級屬於中感，6等級屬於感，7~9等級屬極感。

6. 供試品系對褐飛蝨之危害反應

本試驗在民國74年8~9月間，委託嘉義農業試驗分所進行，供試品種（系）以褐飛蝨第一型生物小種檢定。供試稻種（系）直播於由波麗隆製成之育苗箱中，該箱區分有72小方格，裝土後，將供檢定每品種（系）之種子約10粒左右播種於每一方格中，每箱可播種69品種（系）及3個對照品種（抗蟲稻種Mudgo，H105及感蟲對照種TN(1)）。播種後之育苗箱即移於檢定室之水盤中，待秧苗長至2葉期即行接蟲，接蟲數爲每秧苗3~5隻若蟲，接蟲後待感蟲對照稻種受害開始枯萎時，即按各供試品系被害程度分等級記錄之，其後每隔1日調查一次，連續3~4次。被害等級之區分係按國際褐飛蝨檢定圃所訂之標準爲之，0：無被害徵狀，1：輕微被害，3：大部秧苗之1~2葉部分黃化，5：秧苗顯著矮化，葉片明顯黃化，或1/3~1/2秧苗枯死，7：秧苗受害明顯矮化，並有1/2以上秧苗被害枯死，9：全部秧苗被害枯死，其中0~3爲抗級，4~6爲中抗級，7~9爲感蟲級。

7. 稻米品質之測定

取200公克稻穀樣品，採用stake testing husker脫穀，Mcigill Miller去糠，並用Burrows sizing macher篩選斷裂米，以測定糙米（brown rice）白米（total milled rice）之完整米（head rice）百分率，並供做米粒外貌之鑑定，此外各品系150公克送本場米質研究室進行化學性質分析。

8. 稻米品質之品嘗

試食時每人每次用一枚盤子，內放四個燒杯之熟飯（其中之一個對照），三個爲供試樣品，試食時評分項目包括外觀（光澤及色澤），粘彈性（粘性及彈性）及風味（口味）等，分別與對照品種（粳稻臺農67號）比較，並在評分表上打分數，以對照爲0，較好的加+1或+2，較壞的則減–1或–2，並在適當的評分欄上打✓，以光澤及色澤各佔15%，粘性及彈性各佔25%，口味佔20%，參者相乘，即所得分數[8]。

結　果

1. 粳秈稻雜交第一代（F_1）每叢之稔實性

粳秈稻雜交第一代，稻穎初期呈褐色，漸次穎溝變黑色，最後稻穎整個變成黑色，其黑色稻穎稔實者佔82.3%，不稔實粒數者佔17.7%（表二）。母本臺農67號及父本IR 4227-18-3-2稻穎均未見呈黑色。雜交第一代稻穎呈黑色，可能由於雙方有稻穎黑色互補基因（Bh）同時存在所致[9]，但經回交一次後黑色稻穎就減少，稔實率亦可提高至89.2%。

表二　粳秈稻雜交 F_1 及 BCF_1 之稔實性

Table 2　Fertility of hybrid (F_1) from crossing japonica and indica rice

材　　料	每叢總粒數 Total grain per hill	正常稔實數 Normal fertilized grains	稻穀呈黑色稔實粒數 Normal fertilized black hulls grains	不稔實粒數 Sterile grains
第一代 F_1	1,983	-	1,633	350
指數 Index	100	-	82.3	17.7
回交第一代 BCF_1	1,878	1,565	111	202
指數 Index	100	83.3	5.9	10.8

2. 供試品系農藝特性

父本秈稻IR 4227-18-3-2之株高比粳稻矮，雜交後代品系比母本臺農67號稍矮。秈稻IR 4277-18-3-2之穗數比粳稻多，雜疵後代品系比臺農67號稍多，此由於穗數性狀受顯性基因作用，穗數多者爲顯性，且其顯性作用尚受基因頻率不平衡之影響[1]。

表三　供試品系之農藝特性

Table 3　Main agronomic characters of testing selections

供試品種(系) Varieties or selections	第一期作 1st crop			第二期作 2nd crop		
	株　高 Plant height (cm)	全生育日數 Growing period (days)	穗　數 Panicle number/hill (支)	株　高 Plant height (cm)	全生育日數 Growing period (days)	穗　數 Panicle number/hill (支)
Tainumg 67(♀)	105.2	125	14.4	102.2	124	10.8
IR 4227-18-3-2(♂)	88.6	135	15.7	85.9	132	13.1
Taichung shih 404	99.8	125	14.9	100.2	122	12.1
Taichung shih 405	102.0	124	15.3	96.8	120	12.5

3. 供試品系對稻熱病之反應

南投縣竹山鎮山腳爲稻熱病發生比較嚴重地方，以稻熱病生理小種II-1最多，IG-2次之，IH-1再次之(2)。在民國74年第一期作供試品種（系）有30個，爲改進臺農67號之抗病性，並爲兼顧臺農67號之優良特性，選出抗稻熱病且農藝特性符合育種目標之臺中試404、405號等2品系，對葉稻熱病呈抗等級，對穗稻熱病呈中抗等級，與父本IR 4227-18-3-2相似，而臺農67

號對葉稻熱病呈中感等級，對穗稻熱病呈極感等級（表四），而旱田式病圃對稻熱病反應與水田式病圃反應相似，表示父本抗稻熱病基因已轉移到母本臺農67號。在藥劑防治區，選出品系之稻穀產量比臺農67號增產5.5~8.6%，表示選出品系之產量相當於或優於臺農67號，在無藥劑防治之病圃區稻穀產量，選出品系比臺農67號增產57.4~62.1%，而臺農67號在無防治區之產量僅爲防治區產量之58.8%，但選出品系在兩處理中，其產量差異最大者仍低於14%，顯示此等品系之產量較臺農67號爲穩定（表五）。

表四　供試品系在田間對稻熱病之反應

Table 4　Resistance of sclections to rice blast (1st crop 1985)

供試品種(系) Varieties or selections	水田式病圃 Paddy nursery				旱田式病圃* Dry nursery	
	葉稻熱病 Leaf blast		穗稻熱病 Panicle blast		葉稻熱病 Leaf blast	
	罹病等級 Infection rate	反應 Reaction	罹病等級 Infection rate	反應 Reaction	罹病等級 Infection rate	反應 Reaction
Tainumg 67(♀)	6	Ms	7	S	9	HS
IR 4227-18-3-2(♂)	2	R	3	MR	2	R
Taichung shih 404	2	R	3	MR	2	R
Taichung shih 405	2	R	3	MR	2	R

* 在嘉義農業試驗分所網室舉行

Experiment were conducted at Taiwan Provincial Agr. Res. Institute, Chiayi Branch Institute.

表五　供試品系在稻熱病發生下不同處理之稻谷產量 (1985 第一期作)

Table 5　Grain yield of new strains to rice blast under different treatments (1st crop 1985)

供試品種(系) Varieties or selections	無農藥防治區 No chemical control			農藥防治區 Chemical control		
	產量 yield (kg/ha)	指數 Index (%)	顯著性 Significance (P=5%)	產量 yield (kg/ha)	指數 Index (%)	顯著性 Significance (P=5%)
Tainumg 67(♀)	3,334	100.0	d	5,669	100.0	d
IR 4227-18-3-2(♂)	5,277	158.3	b	6,138	108.3	ab
Taichung shih 404	5,249	157.4	bc	6,158	108.6	a
Taichung shih 405	5,404	162.1	a	5,982	105.5	c

4. 供試品系對白枯病及褐飛蝨之反應

供試品系對白枯病之反應，檢定結果如表六，父本IR 4227-18-3-2對白枯病呈中抗程度，供試2個品系對白枯病也呈中抗程度，而母本臺農67號呈中感程度，表示供試品系抗白枯病之抗性有稍加強。

供試品系對褐飛蝨之反應，檢定結果如表七，父本IR 4277-18-3-2對褐飛蝨生物小種第一型呈抗性，母本臺農67號及供試2個品系呈極感（表七），表示IR 4277-18-3-2之抗褐飛蝨基因未轉移到臺農67號，田間反應也相似（表八）。

表六　供試品系對白枯病反應

Talbe 6　Reaction of selections to bacterial blight (1st crop 1985)

供試品種(系) Varieties or selections	罹病等級 Infection rate	反應 Reaction
Tainumg 67(♀)	4	MS
IR 4227-18-3-2(♂)	3	MR
Taichung shih 404	3	MR
Taichung shih 405	3	MR

表七　供試品系對第一型生物小種褐飛蝨之反應*

Table 7　Reaction of selections to biotype 1 of brown planthoper (2nd crop 1985)

供試品種(系) Varieties or selections	等級 degree of resistance	反應 Reaction
Tainumg 67(♀)	9	HS
IR 4227-18-3-2(♂)	3	R
Taichung shih 404	9	HS
Taichung shih 405	9	HS

* 在嘉義農業試驗分所養蟲室舉行

Experiment were conducted at Taiwan Provincial Agr. Res. Institute, Chiayi Branch Institute.

表八　供試品種（系）在田間對褐飛蝨之反應

Table 8　Reactions of testing selections to brown planthopper under field condition (2nd crop 1985)

供試品種(系) Varieties or selections	田間褐飛蝨棲群密度（蟲數/叢） BPH/hill 移植後天數 Days after transplanting			對褐飛蝨為害反應 Reaction to BPH	稻谷產量 yield kg/ha	指數 Index %
	69	76	83			
Tainumg 67(♀)	24.3	12.5	10.3	S	3,400	100.0
IR 4227-18-3-2(♂)	5.7	3.9	3.6	R	4,144	121.9
Taichung shih 404	22.4	10.1	9.7	S	3,600	105.9
Taichung shih 405	25.4	16.8	12.0	S	3,511	103.3

5. 供試品系米質分析

供試品系之粒長與粒形屬於圓粒，完整米率及米粒化學性質均與母本粳稻接近，其米粒化學性質，如膠化溫度，顆粒澱粉含量及膠體軟硬度等均屬於較低（Ｌ）等級，表示粳稻臺農６７號之米粒化學性質均轉移至雜交後代品系，而父本ir 4227-18-3-2完整米率較低，顆粒澱粉含量及膠體軟硬度較高。

表九　供試品種（系）白米品質

Table 9　Rice quality of testing varieties or selections (1st 1985)

米質特性 Quality traits	Tainung 67	Ir 4227 -18-3-2	Taichung shih 404	Taichung shih 405
白 米 率 Total milled rice (%)	68.2	64.5	65.8	66.3
完整米率 Head rice (%)	51.7	40.2	52.7	53.3
粒　　長 Length	S	M	S	S
粒　　形 Shape	B	I	B	B
透 明 度 Translucency	3	5	3	3
膠化溫度 Temperature for gelatinization	L	L	L	L
顆粒澱粉含量 Amylose (%)	17.0	28.0	18.5	18.7
粗蛋白質 Crude protein (%)	5.88	6.74	6.28	6.35
膠體軟硬 Gel consistency	L	H	L	L

*本場米質檢定實驗室分析

1. 長度（Length(mm)）分六級：VL>7.5，L：7.06~7.5，ML：6.61~7.059，M：6.101~6.609，MS：5.51~6.10
2. 長/寬（shape）分三級S≥3，I：2.01~2.99，B≤2
3. 透明度（translucency）分六級：0~5
4. 心白（white center）分六級：0~5
5. 腹白（white belly）分六級：0~5
6. 膠化溫度（gel temperature）分四級：H、HI、I、L
7. 膠體軟硬度（gel consistancy）分三級：H、M、L

6. 供試品系食品米質之評鑑

臺農67號及臺中試404及405號均屬於粳稻，父本IR 4277-18-3-2屬於秈稻。就白米外觀言，以臺中試404、405號最佳，就粘彈性言，以臺中試405號最佳，其次臺中試404號，以三者米質合計評鑑，以臺中試405號最優，其次臺中試404號，該等二品系均比臺農67號稍優，父本IR 4227-18-3-2食味米質最差（表十）。

表十　供試品系之食味米質評鑑
Table 10　The evaluation of eating quality of selections

供試品種(系) Varieties or lines	米飯外觀 Gain appearance	粘彈性 Cohesivenes	風味 Flavor	總計 Total	順位 Order
Tainung 67(♀)	0	0	0	0	3
IR 4227-18-3-2(♂)	–0.6	–1	–0.5	–2.10	4
Taichung shih 404	0.1	0.08	0	0.18	2
Taichung shih 405	0.05	0.15	0.03	0.23	1

討　論

粳稻及秈稻各具有農藝上之特性，因此長久以來，水稻育種家企圖利用雜交之方式將兩者之優良性狀組合在一起，育成優良之水稻品種。在早期之粳秈雜交育種工作最感困擾的是第一代（F_1）稔實率降低[10]，唯近年來利用臺農67號爲母本，其具有秈稻之血緣，與秈稻雜交，已使稔實率大爲提高。以臺農67號爲母本，以IR 4227-18-3-2爲父本，雜交後之第一代稻穎變成黑色，其稔實率達82.3%，但經回交一次後黑色稻穀就減少，稔實率亦提高到89.2%。

新育成2個品系，對葉穗稻熱病具有抗至中抗程度，在防治區比臺農67號增產5.5~8.6%，在無防治區比臺農67號增產57.4%~62.1%，供試品系之抗白枯病也稍增加，可免第二期作因颱風及長期下雨後白枯病發生嚴重，顯示本項雜交育種已結合抗病性與優良農藝特性於一體，此對稻穀生產之穩定性已較臺農67號已有顯著改進，惜育成品系對本省主要害蟲褐飛蝨未具抗性，有待進一步改進，此由於抗褐飛蝨父本IR 4227-18-3-2基因來自Mudgo品種之一對顯性基因Bph_1，在早期注重抗稻熱病篩選下，使抗褐飛蝨基因遺失掉。

以低顆粉澱粉粳稻臺農67號回交高顆粒澱粉IR 4227-18-3-2，一次回交以後，其後代多數屬於低顆粒澱粉者，此項結果與郭及謝（1983）[3]所發現者相同，此外其雜交後代之粒長、粒形、完整米率及米粒化學性質接近母本粳稻，而食味米兵比臺農67號佳，此項結果顯示粳秈雜交以改進稻種之抗病性及米質爲相當可行之道。

參考文獻

1. 古明萱　李成章　1985　秈粳稻雜交後代穗數性狀之遺傳　農專學報 26:100-108.
2. 吳信淦　陳正次　謝維德　1976　水稻對稻熱病抗病型式的研究　「科學發展月刊」第四卷第六期。
3. 郭益全　謝順景　1983　稻米粒品質改良：米粒膠體硬度及顆粒澱粉含量之遺傳　中華農業研究32(1):14-12.
4. 張萬來　1982　臺灣稻熱病抗病育種工作之檢討與展望　油印本。
5. 張萬來　1984　水稻抗褐飛蝨之遺傳育種　臺灣農業 19(5,6)1-28.
6. 歐世璜　1982　病蟲害管理之策略與作物育種　植物育種研討會，由中華農學會、亞太地區國際育種學會（SABRAO）中華民國分會、臺灣省農業試驗所合辦。pp. 11-13.
7. 歐世璜　簡錦忠　曾東海　1982　抗稻熱病育種的新抗源　油印本。
8. 謝順景　宋勳　邱玲瑛　1984　稻米品質分級之研究(1)　臺中農業改良場研究彙報 8:1-8.
9. Chang. T. T., and. E. A. Bandenas. 1965. The morphology and varietal characterics of the rice plant

IRRI Technical Bulletin 4.

10. Jennings, P. R. 1966. Evaluation of partial sterility in indica-japonica rice hybrids IRRI Technical Bulletin 5.

Improvement of Rice Variety for Resistance to Blast and Bacterial Blight by Crossing Japonica with Indica[1]

T. F. Lin[2]

ABSTRACT

In order to improve the pest resistance of japonica rice, a hybridization by crossing japonica (Tainung 67) with indica (IR 4227-18-3-2) was made in the second crop of 1982. Although partial sterility and black husk grains appeared in the F_1 generation, the phenomena reduced following the backcrossing with japonica. From the progenies of the cross, two lines with the characters of high yield, similar rive quality as Tainung 67, but resistance to rice blast and bacterial blight were selected. This suggested that in the first backcrossing, the genes of blast and bacterial blight resistance in the indica had been transferred to japonica. On the other hand, the physico-chemical properties of rice in the selected lines were similar to Tainung 67, but the eating quality was better.

---

1. Contribution No. 0073 from Taichung DAIS.

2. Assistant Rice Breeder of Taichung DAIS.