

水稻抗黃萎病品系之育成

林明華 張德梅 簡錦忠 張義璋²

摘要：利用高產但感黃萎病之水稻品種臺南 5 號和臺農 61 號為母本或輪迴親，及以抗病品種 Firooz-(1) 和 Kabara 為父本或非輪迴親，以譜系法和回交法同時進行抗水稻黃萎病之育種工作，經五年的時間已選出五個抗病品系。此五個抗病品系全部選自以臺農 61 號為母本或輪迴親的什交組合，其中有 YD-15、22、28 和 75 等四個品系之抗病因子來自 Kabara，僅有 YD-62 一個品系之抗病因子來自 Firooz-(1)。又五個抗病品系中有 YD-62 和 75 等二個品系選自譜系法，其株高及生育日數較選自回交法者為矮及早熟。五個抗病品系之產量在第一期作之表現均較臺南 5 號高，但第二期作則因褐飛蟲之為害而影響產量至鉅。五個抗黃萎病品系之不具褐飛蟲抵抗力為其最大缺點，但仍可供今後進一步從事抗黃萎病育種的良好種源及橋梁親本之利用。

水稻黃萎病之病原係由類似菌質體 (Mycoplasma-like organism) 所引起^(4,5)，而由黑尾葉蟬 (*Nephotettix nigropictus* (Stal))，偽黑尾葉蟬 (*N. cincticeps* (Uhler)) 和原黑尾葉蟬 (*N. virescens* (Distant)) 等媒介昆蟲所傳播的一種水稻病害。罹病稻株呈矮化現象，分蘗增多，葉片呈淡黃綠色。病株之矮化程度視水稻感染時期之早晚而異，生育早期感染常較後期為嚴重，對產量之影響亦大；抽穗期後被感染之稻株，常無病徵出現，但收穫後之再生稻則有典型之黃化病徵。根據農林廳之統計，本病在本省近十年來之發生面積在 6,157~57,966 ha 之間，年平均為害面積約有 17,113 ha，其中一期作約為 4,268 ha，二期作約為 12,845 ha，顯示本病為本省第二期作之重要病害。

本省對黃萎病之發生早已重視，有關其抗病性檢定在臺中區農業改良場已成爲經常性的檢定工作。根據臺中場的報告，稻黃萎病之幼苗檢定及田間檢定兩者間有極顯著的正相關，且一般秈稻品種對本病之抗病性概較粳稻品種爲強⁽²⁾。由於本病之媒介昆蟲的寄主廣泛及移動性大，利用藥劑之防治僅能收局部和暫時性的效果，因此最有效而經濟的預防方法爲育成抗病品種。本試驗之目的即針對此一問題，自 1973 至 1977 年間連續五年從事稻黃萎病抗病性之遺傳及育種試驗，有關抗病性遺傳的試驗結果已發表⁽¹⁾，本文爲有關抗病品系之育成的試驗成果。

材料與方法

一、親品種之選擇

一般水稻對黃萎病之抵抗力均弱，但臺中改良場自民國 59 至 61 年間檢定 1,430 個水稻品種 (系)，已發現 C₄-63、Firooz-(1)、和 Kabara 等三個品種，無論在室內或田間檢定對本病均具有極強的抗病性⁽²⁾，其中 C₄-63 品種似有混什之嫌，而 Kabara 和 Firooz-(1) 之株高一期作在 155~159 cm 左右，二期作在 128~138 cm 左右，均易倒伏。因此，本試驗乃選取 Firooz-(1) 和 Kabara

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 944 號。本文之試驗經費承前農村復興委員會補助，謹此誌謝。

2. 本所農藝系、植病系技士、技正。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

兩品種為抗病親本，擬將其抗病因子導入臺南 5 號及臺農 61 號等兩個高產而栽培面廣但不具黃萎病抵抗性的品種。四個供試水稻親品種之抗病性如表 1。

表 1. 四個雜交親本對黃萎病之抵抗力

Table 1. The resistance to yellow dwarf disease of four parental varieties of rice.

| Varieties | % of infected plants | | Type of disease reaction | Times of Testing |
|-------------|----------------------|------|--------------------------|------------------|
| | Range | Mean | | |
| Tainan 5 | 48.4~100 | 80.3 | HS | 4 |
| Tainung 61 | 10.0~100 | 55.1 | HS | 6 |
| Firooz- (1) | 0 | 0 | HR | 12 |
| Kabara | 0 | 0 | HR | 3 |

Source of data: Chen *et al.* (1972) Bull. of Taichung Dist. Agric. Improvement Station. No. 2.

二、育種方法和後代抗病性檢定

1. 育種方法：利用臺南 5 號和臺農 61 號兩個高產但感病品種為母本或作輪迴親，分別與抗病品種 Firooz-(1)和 Kabara 什交， F_1 世代後採譜系法和回交法等兩種方法同時進行育種選拔。譜系法於 F_2 世代開始單株選拔， F_3 世代後進行系統及系統內優良單株選拔，由於帶毒昆蟲大量飼養不易，故本法所選拔之優良品系均待固定後再行抗病性檢定。回交法則於每一回交世代同時進行集團接種（在 2~3 葉齡時行之，蟲與苗之比為 1.5 倍）24 小時和個體接種（4~5 葉齡時行之）24 小時，然後移植田間，於生育期間調查其發病情形，並選取抗病植株再行回交，如此繼續到回交第四世代後再行自交及開始個體選拔，其後之步驟與譜系法同，待選出優良固定品系後再進行抗病性檢定。

2. 抗病性檢定：有關媒介昆蟲之獲毒、飼養及集體和個體檢定方法同前報⁽¹⁾，又優良固定品系之抗病性檢定係採集團接種法。此項檢定工作是委託臺中改良場植保股協助檢定，謹申謝忱。

育成經過

一、不同什交組合之選拔效果

本試驗於 62 年一期作開始，抗病品種 Firooz-(1)與感病品種臺南 5 號和臺農 61 號之什交工作於一期作進行，而 Kabara 與臺南 5 號和臺農 61 號的什交工作則於二期作才開始。Firooz-(1)×臺南 5 號和 Firooz-(1)×臺農 61 號等兩什交組合於 62 年二期作繁殖 F_1 和第一次回交，譜系法於 63 年一期作開始進行優良單株選拔，回交法則繼續回交到 64 年一期作的第四回交代止，二期作選抗病植株自交並於 65 年一期作開始優良單株選拔。Kabara ×臺南 5 號和 Kabara ×臺農 61 號等兩個什交組合則於 63 年一期作繁殖 F_1 和第一次回交，譜系法於 63 年二期作開始優良單株選拔，回交法則繼續回交到 64 年二期作的第四回交代止，65 年一期作行抗病檢定並選留抗病植株自交，於二期作開始進行優良單株選拔。

本試驗經由譜系法和回交法共選拔 79 個優良固定品系，其來源如表 2。由表 2 得知有 18 個品系選自以 Firooz-(1)為抗病親本之什交代，其中有 7 個品系選自譜系法和 11 個品系選自回交法；61 個品系選自以 Kabara 為抗病親本之後代，其中有 9 個品系選自譜系法和 52 個品系選自回交法。若比較兩個感病品種臺南 5 號和臺農 61 號，則發現以臺農 61 號為母本或輪迴親之什交組合比臺南 5 號效果好，尤以臺農 61 號×Kabara 之組合最好，此結果顯示四個供試親品種之遺傳組合各不相同，而在兩個抗病品種中以 Kabara 為非輪迴親 (Donor parent) 之什交組合較易選出優良固定品系。又由表 2 可發現經由回交法所選之優良固定品系無論以 Firooz-(1)或 Kabara 為非輪迴親之組合中均較譜系法為多，此可能由於回交法經過四次的回交與選拔，其後代之諸農藝特性已接近輪迴親本

之特性的原故。

表 2. 譜系法及回交法之選拔效果比較

Table 2. A comparison of selection efficiency between pedigree and back cross methods

| Cross combinations | No. of lines selected | | |
|-----------------------|-----------------------|------------------|-------|
| | Pedigree Method | Backcross Method | Total |
| Tainan 5×Firooz-(1) | 2 | 3 | 5 |
| Tainung 61×Firooz-(1) | 5 | 8 | 13 |
| Sub-total | 7 | 11 | 18 |
| Tainan 5×Kabara | 3 | 11 | 14 |
| Tainung 61×Kabara | 6 | 41 | 47 |
| Sub-total | 9 | 52 | 61 |

表 3. 選拔後代對黃萎病抵抗力之反應

Table 3. The reaction of selected lines to yellow dwarf disease of rice

| Lines | Cross combinations | % of infected plants | | Type of disease reaction | Times of testing | Remarks ^a |
|-------|-----------------------|----------------------|------|--------------------------|------------------|----------------------|
| | | Range | Mean | | | |
| YD- 2 | Tainan 5×Firooz-(1) | 0~71.4 | 34.9 | S | 2 | BC method |
| YD- 3 | Tainan 5×Firooz-(1) | 11.8~44.4 | 26.4 | S | 3 | BC method |
| YD- 4 | Tainan 5×Firooz-(1) | 8.3~71.4 | 32.2 | S | 3 | BC method |
| YD-15 | Tainung 61×Kabara | 0 | 0 | R | 3 | BC method |
| YD-16 | Tainung 61×Kabara | 0~44.4 | 21.0 | S | 3 | BC method |
| YD-22 | Tainung 61×Kabara | 0 | 0 | R | 3 | BC method |
| YD-28 | Tainung 61×Kabara | 0 | 0 | R | 3 | BC method |
| YD-29 | Tainung 61×Kabara | 21.4~53.6 | 36.8 | S | 3 | BC method |
| YD-47 | Tainan 5×Firooz-(1) | 31.6~62.5 | 37.6 | S | 3 | BC method |
| YD-53 | Tainung 61×Firooz-(1) | 25.0~40.0 | 33.4 | S | 3 | BC method |
| YD-60 | Tainung 61×Firooz-(1) | 18.8~50.0 | 27.7 | S | 3 | PG method |
| YD-62 | Tainung 61×Firooz-(1) | 0 | 0 | R | 3 | PG method |
| YD-70 | Tainung 61×Kabara | 28.6~50.0 | 36.6 | S | 3 | PG method |
| YD-72 | Tainung 61×Kabara | 16.8~50.0 | 36.6 | S | 3 | PG method |
| YD-75 | Tainung 61×Kabara | 0 | 0 | R | 3 | PG method |
| YD-76 | Tainan 5×Kabara | 7.7~45.0 | 25.9 | S | 3 | PG method |
| YD-77 | Tainan 5×Kabara | 18.8~42.9 | 30.1 | S | 3 | BC method |

^a. BC---Backcross
PG---Pedigree

二、優良固定品系之抗病性檢定

本試驗所選出之 79 個固定品系於 68 年 3 月送往臺中區農業改良場植保股進行黃萎病之室內抗病性檢定，其結果平均罹病率在 40 % 以下者有 17 個品系（表 3），其中有 5 個品系的抗病性反應為極抗，佔該年檢定品種（系）中 17 個抗病品種（系）的 29.4 %，有 12 個品系其平均罹病率在 20.1~40 % 之間，佔該年 30 個相同罹病率之檢定品種（系）中的 40 %，抗病性檢定之結果相當理想。在 5 個抗病品系中全部選自以臺農 61 號為母本或輪迴親本的什交組合，其中有 2 個品系選自譜系法，3 個品系選自回交法。5 個抗病品系中有 4 個品系選自臺農 61 號×Kabara 的什交或回交後代，其抗病因子來自 Kabara，而僅有一個品系選自臺農 61 號×Firooz-(1) 的什交後代（譜系法）其抗病因子來自 Firooz-(1)。從 5 個抗病品系之來源亦可顯示出利用回交法選拔抗黃萎病品系之效果較譜系法為優。

三、抗病品系之農藝特性及產量表現

本試驗所選 79 個優良固定品系於 68 年第一、二期作在本所農場進行農藝特性及產量調查，採五行區，每行 10 株，五本植，栽植密度為 22.5×22.5 cm，不同品系間之田間設計採順序排列方法，有關農藝特性及產量之表現調查結果如表 4。由表 4 知，YD-28, 62 和 75 等三個品系之抽穗期在一、二期作均較對照品種臺南 5 號早，一期作早 7~9 天，二期作早 2~11 天，株高亦較臺南 5 號為矮，一期作矮 9~16.4 cm，二期作矮 6.7~9.2 cm。又一期作除 YD-15 和 75 之平均一穗粒數較對照品種差外，其餘品系之千粒重，平均一穗粒數和結實率均較對照優。二期作由於褐飛蝨之為害影響，YD-15, 22 和 28 等三個品系之千粒重和一穗粒數均較對照差，YD-15, 22 和 75 之結實率亦較對照差。五個抗病品系之產量表現，一期作均較對照品種臺南 5 號高，其指數增加在 20~51 % 之間，但二期作則因褐飛蝨之為害影響，五個品系之產量均較對照低，其指數減少到 17~83 % 之間，對褐飛蝨呈極感反應為此五個品系之最大缺點。

表 4. 五個抗病品系之農藝性狀及穀粒產量之表現 (1979年一、二期作)

Table 4. The performance of the agronomic characters and yield of five resistant lines to yellow dwarf disease of rice. (First and Second crops, 1979)

| Lines | Heading date (days) | Plant height (cm) | No. of tillers | 1000-kernel weight (g) | No. of grains per panicle | Grain fertility (%) | Grain yield (kg/ha) |
|--------------|---------------------|-------------------|----------------|------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
| First crop | | | | | | | |
| YD-15 | 85 | 123.0 | 19.0 | 24.4 | 89.0 | 92.2 | 6558 (151) |
| YD-22 | 86 | 118.0 | 16.5 | 25.3 | 126.9 | 94.9 | 6321 (146) |
| YD-28 | 81 | 108.9 | 14.2 | 27.0 | 106.4 | 86.4 | 6400 (148) |
| YD-62 | 81 | 100.0 | 11.8 | 27.3 | 113.3 | 96.2 | 5215 (120) |
| YD-75 | 79 | 97.5 | 18.3 | 27.2 | 87.1 | 87.5 | 5610 (129) |
| Tainan 5(ck) | 88 | 113.9 | 12.3 | 23.0 | 101.0 | 74.3 | 4335 (100) |
| Second crop | | | | | | | |
| YD-15 | 62 | 102.9 | 11.7 | 19.0 | 54.7 | 49.0 | 474 (17) |
| YD-22 | 64 | 101.0 | 9.4 | 18.3 | 42.1 | 41.4 | 474 (17) |
| YD-28 | 60 | 93.1 | 10.6 | 23.3 | 62.4 | 85.4 | 790 (28) |
| YD-62 | 57 | 94.5 | 11.8 | 24.0 | 115.0 | 85.8 | 2054 (72) |
| YD-75 | 51 | 95.6 | 10.9 | 24.1 | 92.6 | 54.2 | 2370 (83) |
| Tainan 5(ck) | 62 | 102.3 | 10.6 | 24.4 | 103.6 | 81.9 | 2844 (100) |

討 論

本省二期作低產之原因，水稻病害為其原因之一，此可能由於二期作之病害較一期作為多之故。稻黃萎病為二期作諸病害中之一種，據簡氏⁽³⁾報告，在 1973—77 年間稻黃萎病之發生面積一期作佔病害發生總面積的 1.37%，估計損失糙米 157 公噸，二期作佔病害發生總面積的 5.7%，估計損失糙米 2,177 公噸。由於稻黃萎病係由黑尾葉蟬 (*N. nigropictus*)、偽黑尾葉蟬 (*N. cincticeps*) 和原黑尾葉蟬 (*N. virescens*) 所傳播而引起，其移動性很大，不易用藥劑防治。因此，為減少黃萎病所引起的稻米損失，最有效而經濟的方法為育成抗病品種。抗病育種成功的例子很多，例如國際稻米研究所曾經利用幼苗檢定而找出 Peta, Bengawan, Tjeremas 和 Pankhari 203 等四個品種對 Tungro 病具有抗病性，然後利用 Peta 做親本而育成抗 Tungro 病之 IR5 和 IR8 等高產品種，並進一步將具有高度抗病性的抗病品種 Pankhari 203 的抗病因子導入⁽⁶⁾。

稻黃萎病抗病性之遺傳行為，據林等⁽⁴⁾報告係受一對顯性抗病因子所支配。因此，藉由回交育種法可將此等抗病因子導入豐產而感病的品種，亦可由譜系育種法選拔育成抗病品系（種）。本試驗利用譜系法及回交法等育種方法成功地選到 5 個抗病品系，其中 3 個品系選自回交法，2 個品系選自譜系法。5 個抗病品系主要來自臺農 61 號 × Kabara 的什交組合，顯示臺農 61 號與 Kabara 之結合力較與 Firooz-(1) 為優。另外在 5 個抗病品系中選自譜系法的 2 個抗病品系較其他選自回交法的 3 個抗病品系植株較矮且早熟，此可能與由 F₂ 單株選拔時即注重早熟及矮性等性狀之選拔有關。

新育成的 5 個抗病品系之產量表現，在一期作均比臺南 5 號高，但第二期作則因褐飛蝨之嚴重為害而減產至鉅。此乃由於為同時測定 79 個固定品系對黃萎病之田間抵抗性而未施用藥劑以防治媒介昆蟲，結果導自褐飛蝨之嚴重為害所致。由此可提示吾人從事水稻品種之改良，尤其是抗病育種，應同時考慮到兩種以上的抗病性而育成能抗多種病蟲害之新品種，對稻米產量之增產才能達到理想的目標，然而欲達此目標之育種工作並非一年半載可以成就，而是需經長時間不斷的改進研究才能達到。5 個新育成抗黃萎病品系雖然不能抗褐飛蝨，但是仍可供為今後進一步從事黃萎病或其他病害抗病育種的良好種源及橋梁品種之材料。

引用文獻

1. 林明華、朱啓魯、簡錦忠。1975。水稻黃萎病抗病性之遺傳研究。中華農業研究 24 (3,4): 1-7。
2. 陳慶忠、何火樹、柯文華、張慶基。1972。水稻黃萎病抵抗性品種檢定。臺中區農業改良場彙報 第二冊。
3. 簡錦忠。1979。臺灣一、二期稻病害發生情形及其對產量之影響。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集：179-190。
4. 杉浦己代治、奈須壯兆、脇本哲、飯田俊武。1968。イネ黃萎病に関する研究（講要）。日植病報 34(3)：205。
5. 奈須壯兆、杉浦己代治、脇本哲、飯田俊武。1967。イネ黃萎病の病原について（講要）。日植病報 33(5)：343-344。
6. Beachell, H. M. 1967. The status of rice breeding for disease resistance at the International Rice Research Institute. Rice diseases and their control by growing resistant varieties and other measures. Proc. Sympos. Tropical Agric. Res. 1967: 209-216.

Breeding for the resistance to yellow dwarf¹ disease of rice

M. H. Lin, T. M. Chang, C. C. Chien and Y. C. Chang²

Summary

Yellow dwarf is one of the major diseases of the second crop rice in Taiwan. In order to develop the disease resistant varieties, two susceptible but high yielding varieties, Tainan 5 and Tainung 61, were used as the female (recurrent) parents, and two resistant but tall varieties, Firooz-(1) and Kabara, were used as the male (donor) parents in this study. Selection for the disease resistance were made using both pedigree and backcross methods. Artificial inoculation of pathogens was made using the vector insects, leaf-hopper.

Five selected lines were found to be highly resistant to yellow dwarf disease after testing three times by artificial inoculation. All of them are from the progenies of Tainung 61 which was used as a recurrent parent. Four resistant lines (YD-15, 22, 28, and 75) carry the resistant gene transferred from Kabara, while the remaining line YD-62 carries the resistant gene transferred from Firooz-(1).

Two of the five resistant lines were selected by pedigree method and the other three by backcross method. Lines selected by pedigree method (YD-62 and 75) were found to have shorter plant height and earlier maturity than those selected by backcross method. All resistant lines were found to be higher in grain yield than that of the check variety (Tainan 5) in the first crop, but lower in the second crop due to the severe damage by brown hopper. Five yellow dwarf resistant lines together with other lines are now under further yield trials.

1. Contribution No. 944 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Agronomists, Senior Pathologist and Pathologist, respectively, Department of Agronomy and Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.