

粳型水稻新品種「台農 86 號」之育成

吳永培¹ 黃雅依² 周思儀³ 廖大經^{1,*}

摘要

吳永培、黃雅依、周思儀、廖大經。2023。粳型水稻新品種「台農 86 號」之育成。台灣農業研究 72(1):63–80。

粳型水稻品種「台農 86 號」係行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所於 2014 年第 1 期作以抗病蟲且高產水稻品種「台農 84 號」為母本，低蛋白質含量水稻品種「台農 82 號」為父本進行雜交，在 F₂-F₄ 世代以修飾後混合法進行分離後裔選拔，F₅ 世代以後經譜系法進行品系選拔，於 2018 年第 1 期作擇優選出嘉農育 1061008 號參加區域試驗及特性檢定，2021 年申請命名通過。本品種產量高且穩定、外觀米質與米飯食味優良，對於葉稻熱病抗性等級介於 2–4 級之間，褐飛蟲抗性等級分別介於 3–5 級之間，相較於兩親本「台農 84 號」第 2 期作低產及「台農 82 號」易感稻熱病等缺點均有所相當的改善。

關鍵詞：水稻、粳稻、「台農 86 號」、修飾混合法。

前言

行政院農業委員會農業試驗所嘉義農業試驗分所（以下簡稱本分所）近十餘年來陸續育成具各種特色之優良粳型水稻如「台農 81 號」、「台農 82 號」及「台農 84 號」等品種，據農糧署統計（未發表）2021 年第 1 期作前 10 大品種種植面積，「台農 84 號」為 3,742 ha，「台農 81 號」為 3,606 ha，分居第 4 及第 6 位，顯示該等品種受到農民相當接受程度。然而稻作產業因飲食習慣改變致使稻米消費量逐漸下降，農村人口老化勞動力缺乏亦導致生產成本增加，以及全球氣候變遷下造成多重生物及非生物逆境影響生產等諸多因素衝擊下，其產業發展面臨前所未有之困境。為因應產業環境改變的需求，能兼顧低投入、高品質及穩定高產為目前水稻主要育種目標。

本分所於 2014 年第 1 期作以抗病蟲高產品種「台農 84 號」為母本，與低蛋白質含量且米飯食味佳品種「台農 82 號」為父本進行雜交，

選育稻米外觀及食味品質俱佳、對於主要病蟲害具抗（耐）性及產量穩定之粳型水稻新品種，以取代目前部分對於病蟲害不具抗性或稻米品質不穩定之品種，提供農民及消費市場新選擇。本文呈現粳型水稻品種「台農 86 號」之育種方式及育成經過，以供參考。

材料與方法

親本來源及特性

「台農 86 號」（‘Tainung No. 86’；‘TNG86’）之譜系如圖 1 所示，母本「台農 84 號」係本分所於 2010 年命名之中晚熟粳型水稻品種，區域試驗資料顯示（Chen *et al.* 2011），「台農 84 號」在第 1 期作平均稻穀產量為 6,585 kg ha⁻¹，較對照品種「台稈 9 號」增產 9.9%；第 2 期作平均稻穀產量為 3,440 kg ha⁻¹，較對照品種減產 4.6%。在病蟲害抗性方面，「台農 84 號」對於葉稻熱病反應在第 1 期作介於抗級 – 中抗級之間，第 2 期作為抗級；穗稻熱病罹病反

投稿日期：2022 年 9 月 8 日；接受日期：2023 年 1 月 5 日。

* 通訊作者：djliao@tari.gov.tw

¹ 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所農藝系副研究員。台灣 嘉義市。

² 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所農藝系計畫助理。台灣 嘉義市。

³ 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所農藝系助理研究員。台灣 嘉義市。

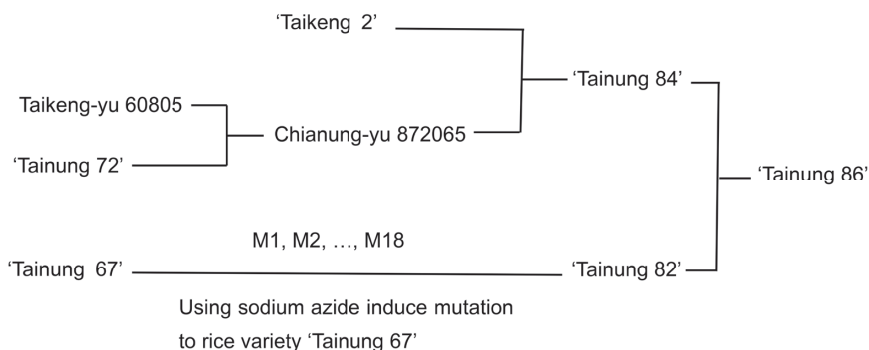


圖 1. 「台農 86 號」親本譜系圖。

Fig. 1. Pedigree of the Japonica rice cultivar 'Tainung 86'.

應在第 1 期作為抗級；白葉枯病罹病反應在兩期作均介於感級－極感級之間；紋枯病罹病反應在兩期作均為極感級；褐飛蟲抗蟲反應在秧苗期為中抗級，在成株期介於中抗級－感級之間。因此「台農 84 號」具有第 1 期作高產、抗稻熱病及褐飛蟲等特性，惟第 2 期作產量較低，且對於白葉枯病及紋枯病不具抗性。父本「台農 82 號」係本分所以「台農 67 號」為親本，利用疊氮化鈉 (sodium azide) 化學誘變育種方式育成，於 2011 年命名。「台農 82 號」具有精米粗蛋白質低含量 (5.8%)、米飯食味佳等特性 (Wu & Lur 2002)。另據本分所於 2016–2021 年稻熱病特性檢定結果顯示，「台農 82 號」罹病反應介於中感級－極感級之間 (資料未列出)，因此對於稻熱病較不具抗性。

育種方式及育成經過

「台農 86 號」以修飾混合法 (modified bulk method) (Whitehouse 1953; Wu & Lur 2002) 進行培育及汰選，2014 年第 1 期作以母本「台農 84 號」與父本「台農 82 號」進行雜交，獲得 F_1 世代種子，同年第 2 期作種植 9 株 F_1 世代植株，單株收穫種子後混合及育苗，再培育出 800 株 F_2 世代分離族群。2015 年第 1 期作由 F_2 世代分離族群中根據株型、穗型及病蟲害發生情形選出 80 株優良單株，每 1 單株收穫 1 穗，將每穗種子脫粒後混合成為 F_3 世代分離族群。 F_3 及 F_4 分離世代族群種植規模各為 400 株，同樣依株型、穗型及病蟲害發生情形各選取 80 株優良單株，此外由 F_4 分離世代獲

選之 80 株當中，根據糙米外觀表現剔除白粉質粒偏高之單株，最後選獲 19 株組成 F_5 品系。 F_5 品系以譜系法進行系統選拔，同時進行糙米外觀及病蟲害抗性篩檢。2016 年第 2 期作由 19 個 F_5 系統中選出嘉農育 1061001 號等 9 個品系參加 2017 年初級與高級產量比較試驗，並擇優選出嘉農育 1061008 號參加 2018–2019 年共 4 個期作之中晚熟硬稻區域試驗及各項特性檢定。2021 年第 2 期作提出申請登記命名，同年 11 月 10 日獲得通過命名為水稻「台農 86 號」。

初級與高級產量比較試驗

2017 年第 1 期作於本分所試驗田區進行初級產量比較試驗，試驗田區採順序排列，單本植，4 行區，每行種植 25 株，植株行距 30 cm，株距 15 cm，小區面積 4.5 m^2 。同年第 2 期作進行高級產量比較試驗，田區採隨機完全區集設計，多本植，4 重複，4 行區，每行種植 25 株，植株行距 30 cm，株距 15 cm，小區面積 4.5 m^2 。調查項目為生育日數、株高、產量構成要素 (含單株穗數、單穗穎花數、稔實率及千粒重)、食味值、單位面積產量及病蟲害抗性檢定 (含稻熱病及褐飛蟲)。生育日數調查係以小區為單位，記錄移植至成熟期間的生長日數；株高調查時期為成熟期或收穫前，於小區中間行隨機取 10 株調查地面至穗尖之平均長度；產量構成要素調查係收穫後隨機取 3 株稻株，分別計算各單株之穗數、單穗穎花數、稔實率及稔實粒重，再取其平均值後得之

(平均稔實粒重換算為千粒重)；味度值係收穫後隨機取 500 g 稻穀碾製成精白米，再以味度計 (MA-30A, Toyo Rice Corp., Tokyo, Japan) 測定；單位面積產量係以小區為單位，計算收穫株數及秤取稻穀重量後求得單株稻穀重量，再換算為公頃稻穀產量；稻熱病及褐飛蟲抗性檢定則分別於本分所稻熱病及褐飛蟲檢定圃進行。

區域產量比較試驗

「台農 86 號」(嘉農育 1061008 號) 於 2018–2019 年分別在桃園區農業改良場 (以下簡稱桃改場，位於桃園市新屋區)、台中區農業改良場 (以下簡稱中改場，位於彰化縣大村鄉)、台南區農業改良場嘉義分場 (以下簡稱南改場，位於嘉義縣鹿草鄉)、高雄區農業改良場 (以下簡稱高改場，位於屏東縣長治鄉)、台東區農業改良場 (以下簡稱東改場，位於台東縣台東市) 及花蓮區農業改良場 (以下簡稱花改場，位於花蓮縣吉安鄉) 等 6 個地區同時進行 2 年 4 期作之區域產量比較試驗，該組區域試驗共有 8 個參試品系，以「台稔 9 號」(‘Taikeng No. 9’; ‘TK9’) 為對照品種。試驗田區採隨機完全區集設計，4 重複，5 行區，每行種植 20 株，多本植，行距 30 cm，株距 (15 cm 或 18 cm) 及小區面積則視各地區慣行栽培方式而定。調查項目有全生育日數 (插秧至成熟期)、株高及穗數，另外於成熟期自每小區隨機割取 3 株，調查穗長、穗重、一穗穎花數、稔實率及千粒重。公頃產量評估方式為小區全區稻株割取曬穀，稻穀乾燥至含水量約 13%，秤重後再根據實際含水量換算為含水量 13% 之稻穀重量而獲得小區產量，最後再換算為每公頃產量。

水稻特性檢定

水稻特性檢定有非生物逆境之倒伏性、耐寒性、穗上發芽及脫粒性，生物逆境之稻熱病、白葉枯病、紋枯病及稻飛蟲等項目，於 2018–2019 年分別在桃改場 (倒伏性及耐寒性)、花改場 (穗上發芽及脫粒性)、本分所 (稻熱病及稻飛蟲)、東改場 (稻熱病)、中改場 (白葉枯病) 及南改場 (紋枯病) 等 6 個地區同時進行檢定，各檢定標準說明如下。

- (1) 倒伏性檢定：於穀粒成熟期調查植株倒伏程度，倒伏程度分為 5 級，1 級為直，3 級為直–斜，5 級為斜，7 級為斜–倒，9 級為倒。
- (2) 耐寒性檢定：第 1、2 期作分別進行秧苗期及成株期耐寒性檢定，秧苗期檢定採種子直播栽培方式，成株期檢定則採秧苗移植方式。耐寒程度分為 5 級，秧苗期檢定以秧苗之葉呈綠色，無捲縮及變橙黃色現象為 1 級；第 1 葉及心葉部分呈橙黃色或捲縮現象為 3 級；第 1 葉及心葉全部變黃色為 5 級；全株呈橙黃色，葉捲縮，植株枯萎為 7 級；全株枯死為 9 級。成株期檢定以稻穀稔實率達 80% 以上為 1 級；介於 61–80% 之間為 3 級；介於 41–60% 之間為 5 級；介於 11–40% 之間為 7 級；低於 10% 以下為 9 級。
- (3) 穗上發芽率及脫粒性檢定：穗上發芽率調查採離體 (*in vitro*) 方式，穗上發芽率調查分為 3 級，發芽率低於 30% 以下為 1 級；介於 31–60% 為 5 級；高於 60% 以上為 9 級。脫粒性調查同樣採離體方式，脫粒性調查標準分為 5 級，脫粒率低於 1% 以下為 1 級；介於 1–5% 為 3 級；介於 6–25% 為 5 級；介於 26–50% 為 7 級；高於 50% 以上為 9 級。
- (4) 稻熱病檢定：稻熱病檢定方式分為水田式病圃及早田式病圃兩種，水田式病圃僅在第 1 期作分別設置於本分所及台東縣關山鎮，進行成株期葉及穗稻熱病檢定。旱田式病圃在第 1、2 期作均僅於本分所設置，進行幼苗期葉稻熱病檢定。葉及穗稻熱病罹病等級調查方式及標準係依國際稻米研究所 (International Rice Research Institute; IRRI) 2002 年制定之「水稻標準評估系統」(Standard Evaluation System for Rice; SES) 施行，以目測方式調查。葉稻熱病罹病等級區分為 0–9 級共 9 等級，依序以 0 級為極抗病 (high resistant; HR) 反應；1–3 級為抗病 (resistant; R) 反應；4–5 級為中抗病 (medium resistant; MR) 反應；6 級為中感病 (medium susceptible; MS) 反應；7–8 級為感病 (susceptible; S) 反應；9 級為極感病 (high susceptible; HS) 反應。穗稻熱病罹病等級區分為 0–9 級共 6 等級，

依序以 0 級為極抗病 (HR) 反應；1 級為抗病 (R) 反應；3 級為中抗病 (MR) 反應；5 級為中感病 (MS) 反應；7 級為感病 (S) 反應；9 級為極感病 (HS) 反應。

- (5) 白葉枯病檢定：罹病等級與調查標準依 IRRI 制定之 SES 分為 0–9 級共 6 等級，依序以無病斑面積者 0 級為極抗病 (HR) 反應；病斑面積介於 1–5% 者 1 級為抗病 (R) 反應；介於 6–12% 者 3 級為中抗病 (MR) 反應；介於 13–25% 者 5 級為中感病 (MS) 反應；介於 26–50% 者 7 級為感病 (S) 反應；大於 51% 者 9 級為極感病 (HS) 反應。
- (6) 紋枯病檢定：罹病等級與調查標準依 IRRI 制定之 SES 分為 0–9 級共 6 等級，依序以無病斑者 0 級為極抗病 (HR) 反應；病斑低於植株高度 20% 以下者 1 級為抗病 (R) 反應；病斑介於植株高度 20–30% 者 3 級為中抗病 (MR) 反應；病斑介於植株高度 31–45% 者 5 級為中感病 (MS) 反應；病斑介於植株高度 46–65% 者 7 級為感病 (S) 反應；病斑超過植株高度 65% 以上者 9 級為極感病 (HS) 反應。
- (7) 稻飛蟲檢定：稻飛蟲檢定包含褐飛蟲、白背飛蟲及斑飛蟲等 3 種水稻有害蟲類，其中褐飛蟲分別於水稻秧苗期及成株期檢定，白背飛蟲及斑飛蟲則僅於秧苗期檢定。蟲害等級分為 0–9 級共 3 等級，依序為 0–3 級者為抗蟲 (R) 反應，5 級者為中抗蟲 (MR) 反應，7–9 級者為感蟲 (S) 反應。

稻米品質檢定

稻米品質檢定項目分為碾米及米粒外觀品質、米粒理化特性及米飯食味檢定等 4 大項，受檢稻米樣品及檢定資料均由中改場提供，各檢定方式及標準簡要說明如下。

- (1) 碾米品質：取固定重量之乾燥調製稻穀，以礱穀機碾製為糙米後秤重，占稻穀重量百分率稱為糙米率。將糙米碾製為精白米後秤重，占稻穀重量百分率稱為白米率。最後以碎米分離器將精白米中完整粒與碎粒分離，獲得完整粒秤重占精白米重量百分比稱為完整米率。
- (2) 米粒外觀品質：糙米粒長及粒型分類係參

照中華民國國家標準 CNS 13446-N1126 所定，粒長分為 4 級，糙米長度在 7.50 mm 以上者為特長米 (extra-long grain rice)；長度介於 6.61–7.50 (不含 7.50) mm 之間者為長粒米 (long grain rice)；長度介於 5.51–6.61 (不含 6.61) mm 之間者為中粒米 (medium grain rice)；長度小於 5.51 mm 者為短粒米 (short grain rice)。粒型依糙米之長寬比分為 3 級，長寬比大於 3.0 者為細長型米 (slender grain rice; S)；長寬比介於 2.1–3.0 (不含 3.0) 者為中間型米 (intermediate grain rice; I)；長寬比小於 2.1 者為粗圓型米 (bold grain rice; B)。米粒透明度、心白、腹白及背白各分為 0–5 級共 6 等級。

- (3) 米粒理化性質：米粒理化性質檢定項目有直鏈性澱粉含量、粗蛋白質含量、凝膠展延性及糊化溫度等 4 項，直鏈性澱粉係採用 Juliano (1971) 之碘呈色比色檢定方式，粗蛋白質含量係採用半微量凱氏定氮法 (semi-micro Kjeldahl method) 檢定方式，凝膠展延性係採用 Cagampang *et al.* (1973) 及 Perez (1979) 之檢定方式，根據膠體展延長度將精白米澱粉膠體軟硬區分為 3 等級，膠體長度小於 41 mm 者為硬膠體 (hard gel; H)；介於 41–60 mm 者為中間性膠體 (medium gel; M)；大於 61 mm 以上者為軟膠體 (soft gel; S)。糊化溫度係採用 Little *et al.* (1958) 之鹼性擴散值檢定方式，依米粒在鹼液中之擴散程度分為 1–7 級，再將米粒擴散度對應至糊化溫度如下，擴散度 1–2 級為高糊化溫度 (74.5–80°C, high gelatinization temperature; H)；3 級為高–中糊化溫度 (high-intermediate gelatinization temperature; HI)；4–5 級為中糊化溫度 (70–74°C, intermediate gelatinization temperature; I)；6–7 級為低糊化溫度 (< 70°C, low gelatinization temperature; L)。
- (4) 米飯食味官能檢定：將受檢稻米樣品 400 g 以電子鍋烹煮米飯，置於室溫冷卻 1 h 後，由檢定人員各就米飯外觀、香味、口味、黏性、硬性及總評等 6 項與對照品種「台梗 9 號」進行官能評比。評比結果分為 A–C 等 3 級，其中外觀、香味、口味及總評為

A 級者優於對照品種，B 級者與對照品種相同，C 級者劣於對照品種；黏性為 A 級者較對照品種黏，B 級者與對照品種相同，C 級者黏性低於對照品種；硬性為 A 級者較對照品種硬，B 級者與對照品種相同，C 級者硬性低於對照品種。

稻穀儲藏試驗

稻穀儲藏試驗於 2021 年 1–6 月間在本分所進行，稻穀樣品為 2020 年第 2 期作在本分所試驗田區栽培生產，除氮肥施用量分為 120 kg ha⁻¹ 及 200 kg ha⁻¹ 兩種處理之外，其他栽培管理方式均相同。稻穀收穫後分袋包裝分別置於室溫及 15°C 冷藏室，自開始儲藏後第 1 個月起，每個月各取一袋進行食味檢定，至第 4 個月為止。檢定方式係以炊飯食味計 (STA1B, SATAKE Co., Hiroshima, Japan) 及硬度黏度計 (RHS1A, SATAKE Co., Hiroshima, Japan) 分別對於米飯外觀、食味、硬性及黏性等項目與對照品種「台農 9 號」進行檢測評比。各項評分等級如下，米飯外觀評分小於 5.0 者為差、介於 5.0–6.0 之間者略差、介於 6.0–7.0 之間者普通、介於 7.0–8.0 之間者略優、大於 8.0 者為優；食味評分小於 50 者為差、介於 50–60 之間者略差、介於 60–70 之間者普通、介於 70–80 之間者略優、大於 80 者為優；硬性評分介於 2.0–3.0 之間者非常軟、4.0 者為軟、5.0 者為硬、大於 6.0 者非常硬；黏性評分小於 0.2 者為鬆散、介於 0.2–0.3 之間者黏性較弱、介於 0.4–0.5 之間者黏性較強、大於 0.5 者黏性強。評比結果分為 A–C 等 3 級，其中外觀、食味為 A 級者優於對照品種，B 級者與對照品種相同，C 級者劣於對照品種；硬性為 A 級者較對照品種硬，B 級者與對照品種相同，C 級者硬性低於對照品種；黏性為 A 級者較對照品種黏，B 級者與對照品種相同，C 級者黏性低於對照品種。

統計分析

本研究之統計分析工作以程式語言“R” (4.1.2 版) 撰寫後編譯執行，比較「台農 86 號」在區域試驗不同地區及不同品系之平均產量差異，係調用套件 (packages) “stats” (R Core

Team 2022) 之變方分析 (analysis of variance; ANOVA) 函數 “aov” 及套件 “agricolae” (de Mendiburu 2021) 之最小顯著差異測驗 (Fisher’s least significant difference test; LSD) 函數 “LSD.test” 進行分析。比較「台農 86 號」與對照品種在株高、穗數、一穗穎花數、稔實率及千粒重等農藝性狀表現之差異，係調用套件 “stats” 之 *t* 檢定函數 “t.test” 進行分析。品種區域試驗稻穀產量穩定性評估分為特殊穩定性 (specific stability) (以期作別區分，合併地點及年度) 及一般穩定性 (general stability) (合併地點、期作及年度) 兩部分，以線性回歸模式 (Finlay & Wilkinson 1963)、additive main effects and multiplicative interaction model (AMMI) 模式分析 (Gauch 1988) 及屬於無母數估計之優勢測度法 (Lin & Binns 1988) 等 3 種方法進行估算及比較，以上 3 種評估方式係調用套件 “metan” (Olivoto 2022) 之函數 “ge_reg”、“performs_ammii” 及 “superiority” 進行分析。各評估方式之統計模式與穩定性統計量表示如下。

線性回歸模式

$$\begin{aligned} \text{統計模式: } y_{ij} &= \mu + g_i + b_i e_j + \varepsilon_{ij} \\ \text{穩定性統計量: } b_i &= (\sum_j (y_{ij} - \bar{y}_i) (\bar{y}_j - \bar{y}_..)) / \\ &\quad (\sum_j (\bar{y}_j - \bar{y}_..)^2) \end{aligned}$$

代號及足標說明： y_{ij} 代表第 i 個品種在第 j 個環境中的平均量； μ 代表總平均量； g_i 代表第 i 個品種在全部環境中的平均量； b_i 代表第 i 個品種對於環境指標的回歸係數； e_j 代表第 j 個環境指標。若 b_i 值愈接近 1，表示品種 i 的相對穩定性較佳。

AMMI 模式

$$\begin{aligned} \text{統計模式: } \\ y_{ij} &= \mu + g_i + e_j + \sum_{n=1}^N \lambda_n \gamma_{in} \delta_{jn} + \varepsilon_{ij} \\ \text{穩定性統計量 (Zhang et al. 1998): } \\ D_i &= \sqrt{\sum_{n=1}^N \gamma_{in}^2} \end{aligned}$$

代號及足標說明： y_{ij} 、 μ 、 g_i 及 e_j 等代號的意義與線性回歸模式相同； λ_n 代表主成分分析中第 n 主成分軸的特徵值 (eigenvalue)； γ_{in} 代表第 i 個品種在第 n 個主成分軸上的得分 (scores)； δ_{jn} 代表第 j 個環境在第 n 個主成分

軸上的得分； D_i 等於第 i 個品種在檢定顯著之 N 個主成分軸上之得分與原點之距離。若 D_i 值愈小，表示品種 i 的相對穩定性較佳。

優勢測度法

穩定性統計量： $P_i = \sum_{j=1}^n (y_{ij} - M_j)^2 / 2n$

代號及足標說明： y_{ij} 代號意義與線性回歸模式相同； M_j 代表全部品種在第 j 個環境中的最大值。若 P_i 值愈小，表示品種 i 具有較普遍的適應性。

結果

高級產量比較試驗

「台農 86 號」進行高級產量比較試驗結果如表 1 所示，其中生育日數、株高、千粒重及每公頃稻穀產量與對照品種比較均無顯著差異，稔實率較對照品種顯著為低。惟穗數及一穗穎花數則較對照品種顯著為高，而米飯食味值及抗病蟲害表現則優於對照品種，評估應具有推廣價值，因此擇優選出參加 2018 年組稈稻區域試驗。

區域試驗及穩定性分析

「台農 86 號」參加 2018 年組區域試驗產量表現結果如表 2 所示，第 1 期作在桃園等 6 個地區平均產量為 $6,444 \text{ kg ha}^{-1}$ ，較對照品種「台稈 9 號」顯著增產 16.8% ($P = 0.00054$)。就各地區產量表現而言，「台農 86 號」產量均高於對照品種，其中產量最高為台東地區之 $7,846 \text{ kg ha}^{-1}$ ，其次為嘉義地區之 $7,329 \text{ kg ha}^{-1}$ ，而兩地區間則無顯著差異存在；產量最低為花蓮地區之 $4,075 \text{ kg ha}^{-1}$ ，其他如桃園、彰化及屏東地區之產量則介於 $6,959$ – $5,816 \text{ kg ha}^{-1}$ 之間。第 2 期作 6 個地區平均產量為 $4,939 \text{ kg ha}^{-1}$ ，較對照品種「台稈 9 號」增產 9.2%，惟二者無顯著差異 ($P = 0.06785$)，各地區產量表現以台東地區之 $6,948 \text{ kg ha}^{-1}$ 為最高，花蓮地區之 $2,696 \text{ kg ha}^{-1}$ 為最低，其他如桃園、彰化、嘉義及屏東等地區產量介於 $5,233$ – $4,847 \text{ kg ha}^{-1}$ 之間，且彼此間均無顯著差異。

「台農 86 號」之主要農藝性狀比較如表 3 所示，「台農 86 號」之平均全生育日數（插秧

表 1. 「台農 86 號」在高級產量比較試驗之農藝性狀及稻穀產量。

Table 1. Agronomic traits and grain yield of 'Tainung 86' in the advanced yield trials.

Variety	Growth duration (d)	Plant height (cm)	Panicle number (No.)	Spikelet No. per panicle (No.)	Spikelet fertility (%)	1,000-grain weight (g)	Grain palatability	Resistance ^a			
								Grain yield kg ha^{-1}	Ratio (%)	Leaf blast	Brown panthopper
'TNG86'	$104 \pm 1.71 \text{ a}^z$	$106.5 \pm 2.25 \text{ a}$	$14.5 \pm 0.68 \text{ a}$	$136.7 \pm 9.70 \text{ a}$	$79.8 \pm 6.37 \text{ b}$	$26.1 \pm 0.38 \text{ a}$	73	$7,341.8 \pm 1,096.1 \text{ a}$	103	R	R
'TK9'	$106 \pm 0.96 \text{ a}$	$108.3 \pm 2.98 \text{ a}$	$13.2 \pm 0.77 \text{ b}$	$124.2 \pm 6.27 \text{ b}$	$89.2 \pm 4.19 \text{ a}$	$26.4 \pm 0.86 \text{ a}$	53	$7,144.7 \pm 479.4 \text{ a}$	100	S	S

^aMeans within each the column followed by the different letter are significantly different at $P < 0.05$ by Student's t -test.

^bR: resistant; S: susceptible.

表 2. 「台農 86 號」在區域試驗中之產量表現。

Table 2. Performance of grain yield of 'Tainung 86' in the regional yield trial.

Location	Grain yield (kg ha ⁻¹)		Grain yield ratio (%)
	'TNG86'	'TK9'	
	1 st crop season		
Taoyuan	5,816 ± 735 d ^z	5,023 ± 378 c	115.8
Changhua	6,959 ± 781 bc	5,345 ± 491 bc	130.2
Chiayi	7,329 ± 355 ab	5,863 ± 243 b	125.0
Pingtung	6,642 ± 685 c	6,499 ± 1,078 a	102.2
Taitung	7,846 ± 302 a	7,013 ± 452 a	111.9
Hualien	4,075 ± 435 e	3,360 ± 511 d	121.3
Mean	6,444 ± 1,385 A ^y	5,517 ± 1,309 B	116.8
	2 nd crop season		
Taoyuan	4,847 ± 879 b	3,837 ± 658 c	126.3
Changhua	5,233 ± 1,105 b	4,766 ± 614 b	109.8
Chiayi	5,059 ± 354 b	4,670 ± 231 b	108.3
Pingtung	4,848 ± 299 b	4,632 ± 363 b	104.6
Taitung	6,948 ± 610 a	6,568 ± 501 a	105.8
Hualien	2,696 ± 792 c	2,670 ± 455 d	101.0
Mean	4,939 ± 1,428 A	4,524 ± 1,268 A	109.2

^z Means within each column followed by the different letter are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's least significant difference test.

^y Means within each row followed by the different letter are significantly different at $P < 0.05$ by Student's *t*-test.

至成熟) 與株高兩項農藝性狀皆與「台稉 9 號」無顯著差異。穗長與穗重兩項農藝性狀除第 2 期作穗重之外, 其餘皆高於「台稉 9 號」並且達到顯著差異。「台農 86 號」之產量構成性狀表現如表 4 所示, 在穗數、一穗穎花數、稔實率及千粒重等 4 個項目中, 僅一穗穎花數在兩期作均高於「台稉 9 號」且達顯著水準, 其他如穗數及千粒重雖然在兩期作均高於「台稉 9 號」, 然而顯著性檢定卻無一致表現。至於稔實率則兩期作皆低於「台稉 9 號」, 而在第 2 期作達顯著水準。

「台農 86 號」之特殊穩定性及一般穩定性分析結果如表 5 所示, 就線性回歸模式而言, 「台農 86 號」無論在特殊穩定性或一般穩定性, 其回歸係數 b_i 均大於 1, 平均產量亦大於總平均值, 顯示本品種屬於對於環境較為敏感的高產品種, 若在適合環境下應可充分發揮高產潛力。AMMI 模式評估特殊穩定性 D_i 以第 1 期作的表現最佳, 第 2 期作居中, 一般穩定性同

樣表現居中。在優勢測度法 P_i 評估方面, 「台農 86 號」之特殊穩定性除第 2 期作之排序第 3 之外, 在第 1 期作及一般穩定性之排序均居首位, 顯示本品種相對於其他參試品種(系)而言, 在不同環境下具有較為普遍的適應性。

非生物逆境檢定

「台農 86 號」參加倒伏性、耐寒性、穗上發芽及脫粒性等非生物逆境檢定結果如表 6 所示, 倒伏性檢定方面, 「台農 86 號」在 2 年期檢定當中表現不一致, 2018 年兩期作與對照品種相同均為 1 級(直); 2019 年第 1 期作為 5 級(斜), 較對照品種為 7 級(斜-倒)略優, 第 2 期作同樣為 5 級則較對照品種之 1 級為差。顯示「台農 86 號」具有中等程度的抗倒伏性, 因此在栽培過程中應於最高分蘖期徹底曬田以強化根系, 同時避免施用過量氮肥造成植株倒伏, 進而影響稻米產量及品質。耐寒性檢定方面, 「台農 86 號」第 1 期作秧苗期耐寒性與對

表 3. 「台農 86 號」在區域試驗中之農藝性狀表現。

Table 3. Performance of agronomic traits of 'Tainung 86' in the regional yield trial.

Location	1 st crop season							
	Growth duration (d)		Plant height (cm per plant)		Panicle length (cm per panicle)		Panicle weight (g per panicle)	
	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'
Taoyuan	119	115	93.0 ± 4.9	92.9 ± 11.4	17.3 ± 1.2 c ²	15.5 ± 1.4 b	1.9 ± 0.2 b	1.7 ± 0.1 b
Changhua	116	114	96.8 ± 2.3	95.9 ± 3.0	18.8 ± 0.9 b	17.7 ± 1.0 a	2.4 ± 0.5 a	2.1 ± 0.4 a
Chiayi	130	131	95.6 ± 5.1	92.9 ± 2.0	17.4 ± 0.7 c	15.6 ± 0.7 b	2.4 ± 0.2 a	1.8 ± 0.2 b
Pingtung	116	119	98.6 ± 3.7	98.5 ± 3.8	19.6 ± 1.0 ab	18.3 ± 0.9 a	2.3 ± 0.3 a	2.1 ± 0.1 a
Taitung	132	132	96.1 ± 2.0	95.6 ± 2.2	19.1 ± 0.6 b	17.5 ± 0.8 a	2.4 ± 0.2 a	2.1 ± 0.2 a
Hualien	138	139	96.3 ± 3.9	93.1 ± 2.0	20.1 ± 0.9 a	17.8 ± 0.6 a	2.2 ± 0.4 a	1.7 ± 0.3 b
Range	116–138	115–139	93.0–98.6	92.9–98.0	17.3–20.1	15.6–18.2	1.9–2.4	1.7–2.1
Mean	125 A ³	125 A	96.1 ± 4.0 A	94.8 ± 5.4 A	18.7 ± 1.4 A	17.1 ± 1.4 B	2.3 ± 0.4 A	1.9 ± 0.3 B
					2 nd crop season			
Taoyuan	117	118	92.6 ± 6.1 b	90.9 ± 8.3 bc	18.4 ± 0.5 b	18.2 ± 1.1 b	2.2 ± 0.2 bc	1.9 ± 0.1 c
Changhua	111	110	87.4 ± 5.7 c	86.5 ± 4.3 c	17.9 ± 1.2 b	17.9 ± 0.7 b	2.1 ± 0.4 cd	2.1 ± 0.3 b
Chiayi	109	110	93.4 ± 2.2 b	94.9 ± 3.2 b	18.4 ± 0.5 b	17.6 ± 0.4 bc	2.4 ± 0.2 b	2.3 ± 0.2 b
Pingtung	103	103	102.4 ± 1.0 a	103.6 ± 4.0 a	20.3 ± 0.6 a	19.5 ± 0.5 a	2.8 ± 0.2 a	2.9 ± 0.3 a
Taitung	114	114	104.4 ± 2.9 a	105.4 ± 3.2 a	18.3 ± 0.8 b	17.1 ± 0.5 c	2.4 ± 0.3 b	2.2 ± 0.2 b
Hualien	115	114	93.5 ± 2.0 b	94.2 ± 5.6 b	17.8 ± 0.6 b	17.0 ± 0.9 c	1.8 ± 0.4 d	1.6 ± 0.2 d
Range	103–117	103–118	87.4–104.4	86.5–105.4	17.8–20.3	17.0–19.5	1.8–2.8	1.6–2.9
Mean	112 A	112 A	95.6 ± 7.0 A	95.9 ± 8.3 A	18.5 ± 1.1 A	17.9 ± 1.1 B	2.3 ± 0.4 A	2.2 ± 0.5 A

² Means within each column followed by the different letter are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's least significant difference test.

³ Means within each row followed by the different letter are significantly different at $P < 0.05$ by Student's t -test.

表 4. 「台農 86 號」在區域試驗中之產量構成性狀表現。
Table 4. Performance of grain yield components of 'Tainung 86' in the regional yield trial.

Location	1 st crop season								
	Panicle number (no.)		Spikelet no. per panicle (no.)		Spikelet fertility (%)				
	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'			
Taoyuan	23.3 ± 2.5 a ^z	21.5 ± 2.2 a	73.6 ± 7.4 c	69.0 ± 4.4 b	88.2 ± 4.6 ab	90.2 ± 4.7 a	26.8 ± 1.0	25.6 ± 0.8	
Changhua	18.7 ± 2.1 b	16.1 ± 3.1 b	103.6 ± 13.3 a	88.2 ± 11.7 a	84.1 ± 8.7 b	88.9 ± 5.9 a	26.0 ± 0.2	25.2 ± 0.5	
Chiayi	19.7 ± 2.7 b	19.7 ± 1.6 a	86.1 ± 8.0 bc	67.6 ± 6.7 b	93.4 ± 1.3 a	94.0 ± 2.9 a	27.9 ± 0.9	25.9 ± 0.9	
Pingtung	21.0 ± 2.7 ab	20.1 ± 2.7 a	98.4 ± 9.4 ab	89.7 ± 5.5 a	83.8 ± 7.3 b	88.7 ± 6.8 a	25.8 ± 1.5	24.0 ± 1.5	
Taitung	22.7 ± 2.2 a	22.0 ± 1.2 a	103.3 ± 8.5 a	90.5 ± 7.1 a	81.9 ± 9.2 b	87.3 ± 6.3 a	26.4 ± 0.7	26.0 ± 1.6	
Hualien	13.7 ± 2.7 c	14.0 ± 2.4 b	93.4 ± 22.4 ab	75.6 ± 12.1 b	64.7 ± 8.0 c	67.5 ± 13.3 b	31.2 ± 10.7	27.3 ± 4.9	
Range	13.7–23.3	14.0–22.0	73.6–103.6	67.6–90.5	64.7–93.4	67.5–94.0	25.8–31.2	24.0–27.3	
Mean	19.8 ± 4.0 A ^y	18.9 ± 3.6 A	93.1 ± 16.1 A	80.1 ± 12.7 B	82.7 ± 11.2 A	86.1 ± 11.1 A	27.4 ± 4.6 A	25.7 ± 2.4 B	
2 nd crop season									
Taoyuan	16.8 ± 2.5 ab	15.5 ± 1.7 ab	103.7 ± 7.4 ab	93.5 ± 4.7 b	78.4 ± 4.4 b	77.4 ± 3.9 b	24.9 ± 0.9 d	24.2 ± 0.8 c	
Changhua	16.0 ± 1.3 abc	14.4 ± 1.8 bc	91.0 ± 18.8 c	91.4 ± 13.1 b	84.8 ± 3.8 a	87.9 ± 3.7 a	25.6 ± 0.6 cd	25.5 ± 0.9 bc	
Chiayi	13.7 ± 2.8 c	13.5 ± 1.8 c	99.4 ± 5.1 bc	89.0 ± 6.3 bc	82.2 ± 3.9 ab	86.8 ± 4.7 a	26.2 ± 0.3 bc	25.2 ± 0.8 bc	
Pingtung	16.0 ± 1.9 abc	14.5 ± 1.6 bc	115.5 ± 4.7 a	108.9 ± 4.4 a	82.9 ± 3.6 ab	88.0 ± 3.3 a	26.9 ± 1.2 ab	27.7 ± 1.4 a	
Taitung	18.4 ± 2.6 a	16.9 ± 1.2 a	107.9 ± 13.5 ab	90.7 ± 8.9 b	78.0 ± 10.2 b	88.3 ± 6.4 a	26.2 ± 0.7 bc	26.5 ± 0.9 ab	
Hualien	15.1 ± 3.7 bc	12.9 ± 1.6 c	96.7 ± 14.9 bc	81.6 ± 12.0 c	51.6 ± 5.7 c	62.4 ± 12.1 c	27.2 ± 1.0 a	26.0 ± 3.2 b	
Range	13.7–16.8	12.9–16.9	91.1–115.5	81.6–108.9	51.6–84.8	62.4–88.3	24.9–27.2	24.2–27.7	
Mean	16.0 ± 2.8 A	14.6 ± 2.0 B	102.4 ± 13.9 A	92.5 ± 11.9 B	76.3 ± 12.7 B	81.8 ± 11.4 A	26.2 ± 1.1 A	25.9 ± 1.9 A	

^z Means within each column followed by the different letter are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's least significant difference test.

^y Means within each row followed by the different letter are significantly different at $P < 0.05$ by Student's t -test.

表 5. 2018–2019 年梗稻區域試驗參試品種 (系) 稻穀產量穩定性分析。

Table 5. Comparison of 9 Japonica rice cultivars for grain yield stability in the regional trials in Taiwan, 2018–2019.

Variety (lines)	Specific stability														
	1 st crop season					2 nd crop season					General stability				
	\bar{x} (kg ha ⁻¹)	b_i	D_i	P_i	P_i	\bar{x} (kg ha ⁻¹)	b_i	D_i	P_i	P_i	\bar{x} (kg ha ⁻¹)	b_i	D_i	P_i	
TY99102504	6,143 ± 1,143 bc ^z	0.90	33.29	368,660.7	5,038 ± 1,205 a	0.93	20.81	99,611.6	99,611.6	5,591 ± 1,294 ab	0.91	38.54	234,136.1		
CKY13113	5,893 ± 1,395 d	1.11	28.91	479,802.9	4,722 ± 1,306 cd	1.01	31.25	329,898.2	329,898.2	5,308 ± 1,467 c	1.03	38.59	404,850.6		
NKY1052091	6,196 ± 1,319 bc	1.05	29.16	249,436.0	5,069 ± 1,173 a	0.87	31.83	115,695.2	115,695.2	5,633 ± 1,365 ab	0.94	39.59	182,565.6		
KHY5386	5,932 ± 1,179 d	0.89	36.12	560,039.4	4,813 ± 1,450 bc	1.14	26.96	257,864.9	257,864.9	5,372 ± 1,430 c	0.99	41.46	408,952.1		
TKY1042054	6,043 ± 1,172 cd	0.86	35.03	378,694.8	4,624 ± 1,298 de	0.98	31.37	434,908.0	434,908.0	5,334 ± 1,422 c	0.97	41.66	406,801.4		
HKY203	6,266 ± 1,392 ab	1.09	36.23	244,856.2	4,841 ± 1,316 bc	1.05	23.53	220,005.5	220,005.5	5,553 ± 1,526 b	1.08	39.69	232,430.8		
*TNG86 ^z	6,444 ± 1,385 a	1.11	27.37	116,805.7	4,939 ± 1,428 ab	1.13	27.23	205,240.0	205,240.0	5,691 ± 1,591 a	1.14	39.33	161,022.9		
TNGY105041	6,390 ± 1,257 a	0.97	27.49	159,513.6	4,846 ± 1,196 bc	0.87	38.52	318,369.0	318,369.0	5,618 ± 1,446 ab	0.99	44.38	238,941.3		
*TK9 ^z	5,517 ± 1,309 e	1.00	33.38	975,725.7	4,524 ± 1,268 e	1.02	4.92	448,623.2	448,623.2	5,020 ± 1,376 d	0.96	38.54	712,174.5		

^z Means within each column followed by the different letter are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's least significant difference test.

照品種同樣介於 1 級 (抗) 至 3 級 (中抗) 之間, 第 2 期作成熟期耐寒性介於 3 級至 7 級 (感) 之間, 較對照品種兩年度均為 3 級為差。顯示「台農 86 號」之秧苗期尚有耐寒性, 而成熟期之耐寒性較不穩定, 因此第 2 期作不宜過晚移植栽培, 避免成熟期遭遇低溫影響產量。穗上發芽檢定方面, 「台農 86 號」在 2 年期檢定當中表現頗不一致, 2018 年兩期作均為 9 級 (極感); 2019 年第 1 期作為 1 級 (抗), 第 2 期作為 5 級 (中感)。「台農 86 號」第 1 期作脫粒性介於 7 級 (感) 至 9 級 (極感) 之間, 較對照品種均為 7 級為高; 第 2 期作介於 3 級 (中抗) 至 5 級 (中感) 之間, 較對照品種介於 5 級至 7 級之間略低, 因此「台農 86 號」在第 1 期作應適時收穫, 以避免由於過晚收穫致使脫粒性提高, 進而造成產量損失。

生物性逆境檢定

「台農 86 號」對於生物性逆境之檢定結果如表 7 所示, 「台農 86 號」於水田式病圃成株期之稻熱病檢定表現, 2018–2019 年在嘉義病圃葉稻熱病罹病等級介於 2 級 (抗) 至 5 級 (中抗) 之間, 穗稻熱病介於 3 級 (中抗) 至 5 級 (中感) 之間; 在台東關山病圃葉稻熱病罹病等級為 2 級 (抗) 至 3 級 (抗) 之間, 穗稻熱病介於 1 級 (抗) 至 3 級 (抗) 之間。「台農 86 號」在旱田式病圃檢定幼苗期葉稻熱病, 2018–2019 年第 1 期作罹病等級皆為 2 級 (抗), 第 2 期作介於 3 級 (抗) 至 4 級 (中抗) 之間。綜合「台農 86 號」在不同年度期作及地區間對於稻熱病之檢定表現, 幼苗期葉稻熱病之罹病反應介於中抗至抗級之間, 抗病性優於對照品種。成株期葉稻熱病之罹病反應介於中抗至抗級之間, 穗稻熱病介於中感至抗級之間, 抗病性均優於對照品種。然而為避免因栽培面積擴大後, 可能造成病原菌生理小種發生改變, 致使抗病性喪失 (Chien *et al.* 1989), 故仍應視氣象條件或疫情警報發布狀況予以適時防治, 以避免產量及品質損失。

「台農 86 號」對於白葉枯病之檢定結果, 在 2018 年第 1、2 期作均以接種 XF116 菌株之罹病等級 7 級 (感) 為最高, 對於 XE2 及 XF135 菌株之罹病等級則介於 3 級 (中抗) 至

表 6. 「台農 86 號」之非生物性逆境檢定結果。

Table 6. Resistance of 'Tainung 86' to abiotic stresses.

Abiotic stress	1 st crop season				
	2018		2019		
	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'	
Lodging	1	1	5	7	
Cold tolerance	1	1	3	3	
Pre-harvest sprouting	9	5	1	9	
Shattering	9	7	7	7	
Abiotic stress	2 nd crop season				
	Lodging	1	1	5	1
	Cold tolerance	7	3	3	3
	Pre-harvest sprouting	9	9	5	5
	Shattering	5	7	3	5

5 級 (中感) 之間；2019 年第 1 期作則以 XE2 菌株之罹病等級 9 級 (極感) 為最高，其他 2 種菌株之罹病等級則均為 5 級；第 2 期作 3 種菌株之罹病等級均為 3 級。綜合「台農 86 號」在不同年度期作間對於白葉枯病之檢定表現，其罹病反應大致介於中抗至極感級之間，不同年度間優勢致病菌株亦不一致，顯示該品種之抗病性不穩定，必須適時加以防治。

「台農 86 號」對於紋枯病之檢定結果，在 2018–2019 年第 1 期作之罹病等級均為 9 級 (極感)，第 2 期作則介於 7 級 (感) 至 9 級之間，顯示該品種對於紋枯病不具抗性。

「台農 86 號」對於褐飛蝨、白背飛蝨及斑飛蝨等主要危害水稻飛蝨之檢定結果，在褐飛蝨檢定幼苗期方面，「台農 86 號」於 2018–2019 年之蟲害等級均表現為 5 級 (中抗)，而對照品種均表現為 9 級 (極感)；在成株期方面，「台農 86 號」於 2018–2019 年之蟲害等級表現介於 3 級 (抗) 至 5 級 (中抗) 之間，而對照品種則介於 5 級至 7 級 (感) 之間。白背飛蝨及斑飛蝨均僅於幼苗期進行檢定，「台農 86 號」與對照品種在 2018–2019 年之蟲害等級表現同樣介於 7 級至 9 級 (極感) 之間。檢定結果顯示「台農 86 號」在幼苗期及成株期對於褐飛蝨均具有中等以上抗性，且優於對照品種，然而對於白背飛蝨及斑飛蝨則與對照品種同樣不具抗性，因此當蟲口密度接近或高於警戒值，必須及時防治，以避免造成產量損失。

稻米品質及米飯食味官能檢定

稻米碾米外觀品質及理化特性檢定

「台農 86 號」之稻米碾米外觀品質及理化特性檢定如表 8 所示，在碾米品質方面，「台農 86 號」之穀粒容重量第 1 期作為 533.0 g L⁻¹、第 2 期作為 548.7 g L⁻¹，均達到公糧允收標準以上，惟較對照品種為低，據研究指出，稻穀容重量會隨著氮肥施用量增加而降低 (Lai *et al.* 1997)，因此應避免施用過量氮肥造成容重量下降。糙米率、白米率及完整米率在第 1 期作均較對照品種為高，在第 2 期作則較低。在稻米外觀品質方面，「台農 86 號」之稻米粒型與對照品種同樣屬於粗短型；「台農 86 號」之稻米透明度在兩期作均優於對照品種；「台農 86 號」之稻米白粉質率 (即心白率、腹白率及背白率之總和) 在第 1 期作較對照品種為低，但第 2 期作則較高。綜合以上檢定結果，顯示「台農 86 號」之碾米及外觀品質在第 1 期作優於對照品種，第 2 期作則較差，因此在第 2 期作栽培首先應注意適時收穫，避免因延遲收穫致使稻穀水分含量偏低，容易因日夜濕度差異造成穀粒水分吸收不均，穀粒內外水分壓力差過大，導致穗上胴裂增加 (Nagato *et al.* 1964)，碾製時碎米過多影響碾米品質。其次須注意穗肥施用時機，避免穀粒充實期因劍葉快速老化致使穀粒澱粉充實不足，造成白粉質

表 7. 「台農 86 號」之生物性逆境檢定結果。

Table 7. Resistance of 'Tainung 86' to biotic stresses.

Pests		1 st crop season			
		2018		2019	
		'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'
Leaf blast ^z	Chiayi	5/2	7/9	2/2	9/9
	Kuanshan	3	8	2	8
Panicle blast	Chiayi	5	7	3	9
	Kuanshan	1	7	3	7
Bacterial leaf blight ^y	XE2	5	7	9	9
	XF116	7	7	5	5
	XF135	5	5	5	3
Sheath blight		9	9	9	5
Brown planthopper ^x	Seedling	5	9	5	9
	Adult	3	7	5	5
White backed planthopper	Seedling	9	9	7	7
Smaller brown planthopper	Seedling	9	9	7	9
2 nd crop season					
Leaf blast ^w	Chiayi	4	8	3	6
Bacterial leaf blight	XE2	5	5	3	3
	XF116	7	7	3	3
	XF135	3	5	3	3
Sheath blight		9	9	7	9

^z Rice blast was rated in the paddy disease nurseries in Chiayi and Kuanshan.

^y Bacterial leaf blight was inoculated in the paddy disease nursery using strains XE2, XF116 and XF135.

^x Brown planthopper was rated in the greenhouse at seedling and adult stage.

^w Leaf blast was rated in the upland disease nursery in Chiayi.

粒過多的現象，影響外觀品質 (Yoshino *et al.* 2007)。在稻米理化性質方面，「台農 86 號」之糊化溫度與對照品種同樣屬於低糊化溫度，凝膠展延性與對照品種同樣屬於軟膠體，顯示「台農 86 號」米飯烹煮時間較短，米飯質地鬆軟。「台農 86 號」之直鏈澱粉含量在兩期作中介於 15.8–20.3% 之間，屬於低–中直鏈澱粉含量，與對照品種同等級。「台農 86 號」之粗蛋白質含量在兩期作中介於 6.3–6.4% 之間，較對照品種略高。

米飯食味官能檢定

「台農 86 號」之米飯食味官能檢定如表 9 所示，2018 及 2019 年第 1 期作之米飯外觀、香味、口味、黏性、硬性及食味總評等項目，「台農 86 號」與對照品種均同樣為 B 級；第 2 期作除了米飯硬性為 A 級較對照品種為硬之外，其他各項食味品質亦與對照品種相同為 B 級。至於「台農 86 號」之米飯較硬的原因，可能由於粗蛋白質含量較高之影響所致 (Chamura *et al.* 1972)，因此栽培時應避免施用過量氮肥

表 8. 「台農 86 號」之米粒理化特性檢定結果。

Table 8. Grain physicochemical characteristics of 'Tainung 86'.

Physicochemical characteristics	1 st Crop season		2 nd Crop season	
	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'
Volumetric weight (g L ⁻¹)	533.0	547.5	548.7	577.0
Water content (%)	14.3	13.9	13.9	13.9
Milling quality				
Brown rice (%)	81.5	79.8	80.3	82.6
Total milled rice (%)	67.9	64.0	73.2	74.8
Head rice (%)	52.5	47.2	68.0	70.9
Grain appearance				
Brown rice length ^z	5.32S	5.24S	5.39S	5.38S
Brown rice shape ^y	1.74B	1.73B	1.74B	1.73B
Translucency	3.3	3.8	2.8	3.0
White center	0.05	0.04	0.02	0.14
White belly	0.74	0.09	0.42	0.15
White back	0.00	1.54	0.07	0.00
Cooking and eating quality				
Gelatinization temp. ^x	L	L	L	L
Amylose content (%)	15.8	14.3	20.3	20.3
Crude protein content (%)	6.4	6.0	6.3	6.2
Gel consistency ^w	88S	89S	85S	89S

^z Length of brown rice: Extra-long: > 7.50 mm; Long: 6.61–7.50 mm; Medium: 5.51–6.61 mm; and Short: < 5.51 mm.

^y Length and width ratio of brown rice: S (slender): > 3.0; I (intermediate): 2.1–3.0; and B (bold): < 2.1.

^x Gelatinization temp: H: 74.5–80°C; I: 70–74°C; L: < 70°C.

^w Length of gel: H: < 41 mm; M: 41–60 mm; S: > 61 mm.

表 9. 「台農 86 號」之米飯食味官能檢定結果。

Table 9. Organoleptic evaluation for rice palatability of 'Tainung 86'.

Grain palatability	1 st crop season				2 nd crop season			
	2018		2019		2018		2019	
	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'
Appearance	0.000 B ^z	0.000 B	0.188 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.100 B	0.000 B
Aroma	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.100 B	0.000 B
Flavor	-0.167 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	-0.111 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B
Stickiness	-0.111 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	-0.222 B	0.000 B	-0.050 B	0.000 B
Hardness	0.222 B	0.000 B	0.313 B	0.000 B	0.500 A	0.000 B	0.550 A	0.000 B
Overall	-0.056 B	0.000 B	-0.111 B	0.000 B	-0.111 B	0.000 B	-0.100 B	0.000 B

^z A: better than the check cultivar; B: same as the check cultivar; C: worse than the check cultivar.

及過晚施用穗肥，以免稻米粗蛋白質含量偏高影響米飯食味。

不同氮肥施用量之稻穀儲藏試驗食味檢定

在不同氮肥施用量情形下，「台農 86 號」

之稻穀儲藏試驗食味檢定結果如表 10 所示。首先就氮肥施用量 120 kg ha⁻¹ 而言，「台農 86 號」稻穀在室溫及低溫環境下隨著儲藏時間的增加，其米飯外觀、食味、硬度檢定評分均大致略呈下降，而黏度為持平或略增的趨勢，但

表 10. 「台農 86 號」之稻穀儲藏試驗食味檢定結果。

Table 10. Rice palatability of 'Tainung 86' at different storage temperatures for different durations.

	Dosage of N-application: 120 kg ha ⁻¹													
	Ambient storage						Cold storage							
	1 st mo	2 nd mo	3 rd mo	4 th mo	1 st mo	2 nd mo	3 rd mo	4 th mo	1 st mo	2 nd mo	3 rd mo	4 th mo		
Grain palatability	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'	'TNG86'	'TK9'
Appearance	7.9B ^z	7.6B	7.9B	7.7B	7.6B	7.9B	7.7B	7.6B	8.2A	8.0B	7.8B	8.1A	7.9B	8.0B
Flavor	78.9B	75.2B	80.4A	77.8B	78.9B	75.6B	77.7B	75.0B	80.6A	77.1B	77.2B	80.6A	76.9B	79.9B
Hardness (kgf)	4.5B	4.6B	4.1B	4.2B	4.3B	4.4B	4.0B	4.2B	4.0B	4.6B	4.0B	4.3B	4.3B	3.9B
Stickiness (kgf)	0.7B	0.6B	0.8B	0.7B	0.7B	0.8B	0.7B	0.7B	0.6B	0.8B	0.7B	0.8B	0.8B	0.7B
	Dosage of N-application: 200 kg ha ⁻¹													
Appearance	7.7B	7.6B	7.9B	7.6B	7.7B	7.5B	7.5B	7.1B	7.8B	7.6B	7.9B	7.6B	7.6B	7.5B
Flavor	76.7B	74.4B	78.1B	74.2B	77.2B	73.7B	76.3B	70.5B	78.1B	74.5B	78.1B	74.3B	77.0B	74.0B
Hardness (kgf)	4.3B	4.6B	4.6B	4.6B	4.6B	4.8B	4.5B	4.8B	4.0B	4.6B	4.1B	4.4B	4.2B	4.4B
Stickiness (kgf)	0.7B	0.7B	0.8B	0.8B	0.8B	0.8B	0.7B	0.8B	0.7B	0.7B	0.7B	0.8B	0.7B	0.8B

^z A: better than the check cultivar; B: same as the check cultivar; C: worse than the check cultivar.

檢定評等除了外觀及食味兩項在室溫儲藏第 2 個月與低溫儲藏第 1、3 個月相較於對照品種為 A 級之外，其他項目均與對照品種相同保持為 B 級。其次就氮肥施用量 200 kg ha^{-1} 而言，「台農 86 號」稻穀在室溫及低溫環境下隨著儲藏時間的增加，其米飯外觀及食味檢定評分均大致略呈下降趨勢；米飯硬度隨著儲藏時間增加，在室溫儲藏下呈現下降趨勢，但是在低溫儲藏下卻反而上升；米飯黏度則無論是室溫或低溫儲藏，隨著儲藏時間增加均大致保持平穩。相較於對照品種，在不同儲藏條件下各檢定項目之檢定評等均同樣為 B 級。綜合以上檢定結果，「台農 86 號」稻穀在室溫或低溫儲藏環境下，試驗儲藏時間內之稻米各項食味檢定評等並無明顯劣化現象，顯示具有耐儲藏之特性。比較不同氮肥施用量對於稻米儲藏食味品質的影響，雖然兩種施肥量之稻米食味評等大致相同，然而食味評分則均以施用重氮肥者為低，因此在肥培管理上仍以合理氮肥施用量為宜。

討論

「台農 86 號」的選育過程係採取修飾混合法，於 F_2 - F_4 世代先將農藝特性不良或未來無栽培生產價值之材料汰除後單株單穗混合收穫，同時於 F_4 世代進行米粒外觀品質篩選， F_5 世代之後以譜系法針對產量特性及抗病蟲性進行品系選拔及純化，並於 F_7 世代高級產量試驗進行各品系味度值檢定，如此一方面可因混合收穫維持族群較大之遺傳變異，增加後期世代選拔的機會，另一方面可減少傳統譜系育種法對於人力及資源大量投入，育種期程亦不至過於冗長，值得作為高產良質水稻育種模式建立之參考。

台灣過去育成之水稻品種，其稻熱病抗性通常在推廣後 2-5 年內即減弱呈感病現象 (Chen *et al.* 2004; Chen *et al.* 2009)。「台農 84 號」自 2010 年命名迄今，每年兩期作於本分所稻熱病病圃中進行檢定，其罹病反應大致保持為抗級反應，尚未發現有衰退情形 (資料未列出)。目前已知「台農 84 號」的抗病來源可能來自 *Pita* 基因 (Chang 2015)，至於「台農 86

號」之抗病來源是否與「台農 84 號」相同，則有待進一步探討。

台灣目前育種過程中於各選拔世代並未導入食味選拔及操作，一般需至區域試驗時方經台中區農業改良場進行參試材料的品質特性及食味官能品評，此時方才能得知最後獲選之材料食味良劣，此時由於品系之各遺傳特性已然固定，因此能否選育到優良食味之品系只能全憑運氣。為解決此一瓶頸，本研究設計於高級產量試驗時進行味度計分析，由於高級產量試驗需收穫參試品系 4 重複小區材料進行產量潛能評估，因此若能利用這些收穫材料進行味度良劣評估，如此便可在參試品系較多之高級試驗中選出高產量且品質優越之品系，如本研究選拔之參試品系嘉農育 1061006 號之味度值得分為 61，遠低於嘉農育 1061008 號 (即「台農 86 號」) 之得分為 73 (資料未列出)，顯示若高級產量試驗未導入味度檢定分析，因來自相同雜交組合之品系其仍存在相當大的口感表現差異，在無充分瞭解品系口感良劣的情形下，僅依農藝特性及稻穀產量表現便進行選拔的情形下，其誤選食味口感表現較差之材料進入區域試驗之機會仍會相當高，只有高級產量試驗導入食味口感之味度分析，如此才能有效提高育種效率。

目前在全球氣候變遷的環境下，作物生產面臨前所未有的嚴峻挑戰，因此作物品種對於不同時空環境是否具有普遍的農業生產穩定性，就糧食生產安全而言實有相當重要的意義。評估品種穩定性，實際上即針對產量統計模式中基因型-環境交感 (genotype-environment interaction; GEI) 的部分進行分析，歷年來從事遺傳育種或統計研究之學者針對 GEI 提出各式各樣的分析方法，在實際應用及解釋上亦各有其侷限性。例如 Finlay & Wilkinson (1963) 以各品種在各環境下的產量表現為反應變數，對於各環境下的產量平均值作為自變數進行回歸分析，並以配適估計之回歸係數 b_i 作為穩定性指標。Eberhart & Russell (1966) 同樣使用回歸分析法來解析 GEI，其與 Finlay & Wilkinson (1963) 方法不同之處在於自變數 x 為各環境產量平均值與總平均值之差，稱為環境指標，並且除了原有的穩定性指標回歸係數

β 之外，新增 1 個稱為回歸離差估值 $s_{d_i}^2$ 的指標。以上兩種回歸分析評估作物穩定性方法因直觀易懂且計算簡易，曾受到育種人員的廣泛使用。然而無論是「環境均值」或「環境指標」等這些自變數 x 都是透過反應變數 y 的導出值，並非獨立的自變數，違反高斯-馬可夫定理 (Gauss-Markov theorem) 中對於自變數必須非隨機變數的假設，因此估計所得回歸係數並不是最佳線性無偏估值 (best linear unbiased estimates; BLUE)。線性回歸模式分析顯示「台農 86 號」屬於高產但是對於環境反應敏感的品種，在桃園、嘉義及台東等適當環境下可表現出高產效果，但是針對模式中各項變異組成成分進行 ANOVA 分析，發現 GEI 與環境之線性成分均方檢定為不顯著 (資料未列出)，表示資料與線性假設未盡符合，由此估算之回歸係數 b_i 無法充分說明品種對於環境之反應特性。Gauch (1988) 利用奇異值分解 (singular value decomposition) 配合 ANOVA 分析，將非可加性的 GEI 矩陣降維分解為數個顯著之主成分軸以進一步解釋 GEI 成分，進而提出結合 ANOVA 與主成分分析的 AMMI 模式分析法。Lin & Binns (1988) 則提出「優勢測度」(superiority measure) 之 GEI 無母數估計方法，某品種 i 的優勢指數 P_i 等於 G 效應平方和與 $G \times E$ 效應平方和之加總，若 P_i 值愈小則代表品種 i 對環境適應性愈佳。AMMI 及優勢測度兩種穩定性分析模式均避開線性回歸模式的缺點，而「台農 86 號」在這兩種分析模式中，無論是特殊穩定性或一般穩定性皆有相對良好之表現。

「台農 86 號」具有高產、米粒外觀及食味品質佳、對於葉稻熱病及褐飛蟲具有中等以上抗性，可減少農藥防治成本提高農民收益，符合食品安全及友善環境目標，預期將受到農民及消費者歡迎。本品種耐貯藏特性佳，因此作為外銷國際稻米市場之主要品種亦極具競爭力，可開創稻作產業永續發展的新局。

誌謝

本品種育成承行政院農業委員會經費挹注，各試驗改良場所稻作專家協助區域產量試

驗及特性檢定，以及本分所農藝系作物逆境育種研究室同仁協助田間栽培管理與資料調查分析，謹此併致謝忱。

引用文獻

- Cagampang, G. B., C. M. Perez, and B. O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. *J. Sci. Food Agric.* 24:1589–1594. doi:10.1002/jsfa.2740241214
- Chamura, S., Y. Honda, K. Iida, and F. Tubokawa. 1972. Studies on the relation between the types of soil and the palatability of paddy rice: II. On the relation between chemical characters of rice grains and taste of cooked rice. *Jpn. J. Crop Sci.* 41:244–249. (in Japanese with English abstract) doi:10.1626/jcs.41.244
- Chang, W. B. 2015. Identification of quantitative trait loci for blast resistance in Taiwan rice variety Tainung 84. Master Thesis. Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University. Taipei, Taiwan. 126 pp. (in Chinese with English abstract)
- Chen, L. C., Y. S. Chen, and Y. H. Cheng. 2004. Test of rice varieties and strains resistant to rice blast in blast nurseries during 1990–2002. *J. Agric. Res. China* 53:269–283. (in Chinese with English abstract) doi:10.29951/JARC.200412.0006
- Chen, L. C., S. H. Huang, and C. H. Cheng. 2009. Review of the screening tests for rice varietal resistance to major diseases and insect pests in Taiwan. p. 83–103. *in: Proceedings of Symposium on Achievements and Perspectives of Rice Protection in Taiwan. July 9, 2009. Taichung, Taiwan. Taiwan Agric. Res. Inst. Publ., Taichung.* (in Chinese with English abstract)
- Chen, L. C., D. J. Liao, S. H. Huang, W. S. Jwo, H. M. Yen, J. C. Lo, and R. K. Chen. 2011. Breeding a new Japonica rice variety Tainung 84. *J. Taiwan Agric. Res.* 60:221–238. (in Chinese with English abstract) doi:10.6156/JTAR/2011.06003.07
- Chien, C. C., L. C. Hsieh, and Y. C. Chang. 1989. Studies on the break-down of resistance in rice cultivar Tainung 70 to rice blast. *J. Agric. Res. China.* 38:72–79. (in Chinese with English abstract) doi:10.29951/JARC.198903.0006
- de Mendiburu, F. 2021. *Agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research.* R package version 1.3-5. <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae> (visit on 06/10/2022)
- Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36–40. doi:10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x

- Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14:742–754.
- Gauch, H. G., Jr. 1988. Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics.* 44:705–715. doi:10.2307/2531585
- Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci. Today* 16:334–338.
- Lai, M. H., C. C. Chen, Y. C. Kuo, C. G. Chern, C. P. Li, T. H. Tseng, and Y. C. Lin. 1997. The relationship between grain productivity and nitrogen-fertilizer rate of currently cultivated rice cultivars II. The effects of different nitrogen rates on volume weight and quality traits in rice. *J. Agric. Res. China.* 46:1–14. (in Chinese with English abstract) doi:10.29951/JARC.199703.0001
- Lin, C. S. and M. R. Binns. 1988. A superiority measure of cultivar performance for cultivar \times location data. *Can. J. Plant Sci.* 68:193–198. doi:10.4141/cjps88-018
- Little, R. R., G. B. Hilder, and E. H. Dawson. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chem.* 35:111–126.
- Nagato, K., M. Ebata, and M. Ishikawa. 1964. On the formation of cracks in rice kernels during wetting and drying of paddies. *Jpn. J. Crop Sci.* 33:82–89. (in Japanese with English abstract) doi:10.1626/jcs.33.82
- Olivoto, T. 2022. metan: Multi environment trials analysis. R package version 1.17.0. <https://CRAN.R-project.org/package=metan> (visit on 06/10/2022)
- Perez, C. M. 1979. Gel consistency and viscosity of rice. p.293–302. *in: Proceedings of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality.* October 23–25, 1978. Los Baños, Philippines. International Rice Research Institute Publ., Manila, Philippines. 390 pp.
- R Core Team. 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://cran.r-project.org/manuals.html> (visit on 02/12/2022)
- Whiteouse, R. N. H. 1953. Breeding for yield in the cereals. *Heredity.* 7:146–147.
- Wu, Y. P. and H. S. Lur. 2002. Rice mutation breeding. *Chinese Agron. J.* 12:219–239. (in Chinese with English abstract)
- Yoshino, Y., K. Ota, K. Arihara, and Y. Koyama. 2007. The effect of topdressing at ear formation stage on brown rice on the quality and crude protein content of brown rice. *Bull. Chiba Agric. Res. Cent.* 6:95–102. (in Japanese)
- Zhang, Z., C. Lu, and Z. Xiang. 1998. Analysis of variety stability based on AMMI model. *Acta. Agra. Sin.* 24:304–309. (in Chinese with English abstract)

Breeding of New Japonica Rice Cultivar ‘Tainung 86’

Yong-Pei Wu¹, Ya-Yi Huang², Szu-Yi Chou³, and Dah-Jing Liao^{1,*}

Abstract

Wu, Y. P., Y. Y. Huang, S. Y. Chou, and D. J. Liao. 2023. Breeding of new Japonica rice cultivar ‘Tainung 86’. *J. Taiwan Agric. Res.* 72(1):63–80.

New Japonica rice cultivar, ‘Tainung 86’, was hybridized by ‘Tainung 84’, a female parent with high grain yield and resistance to diseases and insects, and ‘Tainung 82’, a male parent with low grain protein in the 1st crop season of 2014 in Chiayi branch station, Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). From F₂–F₄ generations, modified bulk method was implemented to select separated lines, and pedigree method was applied to select new separated lines after F₅ generations. New rice line, Chianung-yu 1061008, was selected to take part in regional trial and particular character test in the 1st crop season of 2018. It was formally named ‘Tainung 86’ by a review committee in 2021. ‘Tainung 86’ has stable grain yield, good grain appearance and eating quality, moderately resistance to leaf blast and brown planthopper. It also improved the weaknesses from female parent-low grain yield and susceptibility to bacterial leaf blight, and male parent-susceptibility to rice blast.

Key words: Rice, Japonica rice, *Oryza sativa* ‘Tainung 86’, Modified bulk method.

Received: September 8, 2022; Accepted: January 5, 2023.

* Corresponding author, e-mail: djliao@tari.gov.tw

¹ Associate Research Fellows, Agronomy Department, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

² Project Assistant, Agronomy Department, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

³ Assistant Research Fellow, Agronomy Department, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.