

水稻多元化利用育種

林泰佑¹、黃佳興¹、潘昶儒²、宣大平³

¹花蓮區農業改良場作物改良課助理研究員

²花蓮區農業改良場作物改良課副研究員

³花蓮區農業改良場秘書

摘要

為提升水稻多樣化利用方向及促進國內水稻產業之多元發展，以因應不同用途及特色水稻品種之市場需求，本場致力於多元化用途之水稻品種研發，並於 2012 年第一期作正式命名水稻新品種花蓮 22 號、花蓮 23 號及花蓮 24 號並申請品種權，並於 2014 年育成水稻花蓮 25 號並申請品種權，本四個優良新品種分別具有不同的特色及功能。花蓮 22 號於花蓮縣各原住民部落進行地方品種蒐集，由眾多混雜地方種中，經過栽培適應性評估、特殊性狀選拔及多世代純化及選拔後育成，糙米具深紅色外觀且具淡淡清香之糯米品種。花蓮 23 號為紫色葉片之觀賞稻品種，自花蓮縣玉里鎮水稻田間收集紫色葉片變異株進行繁殖與選拔，歷經多世代繁殖及葉色評估、農藝性狀調查及特性檢定等過程後育成，可作為觀賞及稻田彩繪之用。花蓮 24 號為本場於花蓮地區原住民部落地方品種中蒐集而來後，經過多世代評估、純化及選拔後育成，具有低感光性、高米粒粗蛋白質含量及半糯之特性，糙米外觀呈現深褐色，其高蛋白特性可作為優良營養食品加工之原料，其米穀粉亦可替代小麥製作低小麥過敏原之嬰兒食品或其他加工用途。花蓮 25 號則具有低消化性蛋白之特性，深具作為低腎臟負擔保健米之潛力。

關鍵詞：水稻、花蓮 22 號、花蓮 23 號、花蓮 24 號、紅糯、紫葉稻

前言

水稻是我國最主要的糧食作物，而水稻栽培技術改進以及優良品種選育可帶動社會發展以及穩固糧食安全，數十年來各試驗改良場所針對豐產優質的品種選育投注大量心血，且近年來國人生活水準提高，對於米的品質愈趨講究，使現今水稻育種方向不但須具有高產潛力，更要有良好的品質表現。然而，隨著農業自由化及國際化的影響，由國外進口的小麥也衝擊著台灣稻米產業，使國人每年的白米消耗量逐年降低，為了提升國內水稻產業的競爭力，刺激並提升國人對稻米的消費量，除了發展食味更優良的品種外，多元化的水稻品種研發更顯重要。花蓮區農業改良場把多元化及機能性之水稻選育列為重要水稻育種方向之一，同時為促進原住民農業發展及多元化水稻利用，選育出水稻花蓮 22 號、花蓮 23 號及花蓮 24 號等三個優良新品種，另外也於 2013 年育成特殊蛋白質含量之花蓮 25 號。水稻花蓮 22 號為具香氣之紅糯米，由混雜之地方紅糯米品種純化選拔而來。水稻花蓮 23 號株型直立，葉色呈紫色為其最重要的特徵，紫色葉片的表現穩定非常適合作觀賞稻及稻田彩繪品種。水稻花蓮 24 號具有深紅褐色的糙米外觀、高粗蛋白質含量以及半糯特性，可作為高營養食品加工原料。水稻花蓮 25 號則具有低澱粉比例，可減低消化性蛋白質吸收，深具腎臟病患者低負擔之潛力。

育成經過

一、花蓮 22 號

紅糯米為花蓮縣光復鄉原住民聚落特產，但因地方品種種植多年後，品種混雜嚴重，影響紅糯品質至鉅(李 2002)。為促進地區原住民產業發展

，花蓮區農業改良場執行行政院原住民族委員會主管非試驗研究計畫，辦理花蓮地區原住民紅糯米種原蒐集及栽培技術示範，本計畫逐年蒐集當地原生具有香味之紅糯種原，進行品種保存與性狀調查，並選育最具特色之品種推廣。水稻新品種「花蓮 22 號」之育成，即係執行該計畫而於花蓮縣原住民部落進行種原蒐集，並由混雜的紅糯地方種中進行栽培適應性評估與檢定、選拔及純化後所育成，該品系糙米具深紅色外觀，米飯具淡淡香味之光復香糯品種。

本場於 2001 年至 2003 年至花蓮地區各地蒐集原生具有香味之紅糯種原，範圍包括花蓮縣光復、瑞穗、卓溪等原住民聚居之鄉鎮、村落蒐集當地栽培之紅糯種原共蒐集 120 單株，於 2004 年進行種原保存、繁殖與基本農藝性狀調查，並於 2005 年至 2007 年單株篩選後種植成行，進行農藝性狀評估，共選出 4 個優良品系，分別為水稻紅糯 93007、93008、93009 及 93012 等 4 個品系，2008 年

度起自前期作選拔之 4 個品系種植後選拔單株並分株收穫，調查農藝性狀及米粒外觀，經歷多世代單株選拔直至優良性狀穩定。經 2010 及 2011 年田間試作及農藝性狀調查，以水稻紅糯 93007 紅色糙米外觀及米飯具香味之特性表現最佳，於 2012 年 6 月 29 日召開之作物新品種審查委員會通過審查命名為花蓮 22 號。

二、花蓮 23 號

水稻花蓮 23 號為 2006 年二期作於水稻田間蒐集具紫色葉片變異的水稻植株，2007 年將收集之稻種採單本植種植於本場試驗田間，觀察繁殖後代植株間農藝性狀及紫色葉片之變異性。2007 年第一期作從田間生育情形觀察結果顯示後代之葉色皆呈紫色，且後代間農藝性狀無顯著差異，於成熟後混合收穫。2007 年第二期繼續以單本植種植，並持續觀察植株間農藝性狀及葉色，田間觀察發現植株間在葉片呈現的紫色有些微的差異，部份植株葉片紫色呈色較不完全，於是選拔葉片顏色紫色呈色較穩定之 20 單株，分株收穫成為品系。2007 年二期作依葉色選拔之 20 株單株於 2008 年採穗行種植於本場試驗田間，並觀察品系內及品系間農藝性狀及葉片紫色呈色，由調查結果選拔生育情形良好且病蟲害發生較輕微之「花紫選 9607」進入二期作繼續繁殖，並於 2010 年及 2011 年進行性狀調查與檢定後，於 2012 年 6 月 29 日召開之作物新品種審查委員會通過審查命名為花蓮 23 號。

三、花蓮 24 號

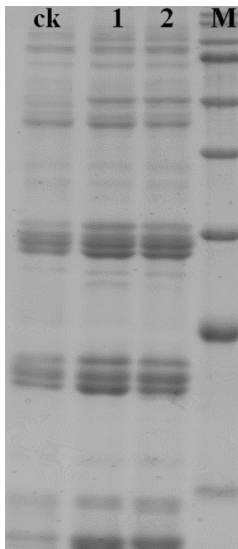
水稻花蓮 24 號具有低光感性及高蛋白質含量之特性，為 2001 年至 2003 年於花蓮地區各鄉鎮原住民部落進行原住民陸稻地方種之種原蒐集，並由混雜的陸稻地方品種中進行多世代栽培適應性及特殊性狀評估、選拔及純化後育成。三年內共蒐集 206 個種原，於 2004 年進行種原繁殖，2005 年至 2006 年進行種原一般農藝性狀檢定，經過三年的種原繁殖、農藝性狀調查、分群後，於 2007 年以 SDS-page 蛋白質單向電泳分析白米中蛋白質含量，結果顯示有 17 個種原之總蛋白質含量高於對照品種台梗 9 號，其中較具潛力的 8 個高蛋白陸稻品系中，選拔「花陸選 129」品系進行其他生育性狀調查及考種，2008 年進行四世代的單株選拔並分析其農藝性狀，並以 FOSS FIAstar 5000 自動化學分析儀之光譜測定法 (Liu et al. 2001) 進行粗蛋白質含量測定與篩選，於 2009 年選出「花陸選 12906045」品系，進行農藝性狀檢定及 SDS-page 蛋白質電泳法 (Schägger and von Jagow G, 1987) 分析其蛋白質含量如表一及圖一，由分析結果顯示「花陸選 12906045」品系具有超過 13% 的粗蛋白質含量，且各蛋白質種類皆高於對照品種台梗 9 號，並於 2010 年及 2011 年進行農藝性狀調查後，於 2012 年 6 月 29 日召開之作物

新品種審查委員會通過審查命名為花蓮 24 號。

表一、花蓮 24 號蛋白質性狀及生育性狀之分析調查結果

Table 1. The grain protein content and agronomic characteristics of Hualien No.24.

Varieties	total protein (%)	putative globulins (pk)	α -glutelins (pk)	β -glutelins (pk)	prolamines (pk)	Plant height (cm)	Panicles per hill	heading duration (day)
Hualien No.24	13.66	20166	14177	12767	13147	110	14.4	97
Taikung No.9(CK)	6.79	17609	11834	10468	9355	94.6	10.4	87



圖一、水稻花蓮 24 號 SDS-page 蛋白質單向電泳分析結果

Fig. 1. The SDS-page protein electrophoresis analysis of Hualien No.24.

Remark : CK : Taikung No.9, M : marker, 1, 2 : Hualien No.24.

四、花蓮 25 號

水稻花蓮 25 號為 2007 年於花蓮區農業改良場進行雜交育種，以日本引進品種「春陽」為母本，台稉 16 號為父本進行雜交授粉，並利用譜系法進行選育及後代觀察，於高世代進行品種單株選拔、特性調查及檢定等過程。日本品種「春陽」具有低穀蛋白含量誘變基因 *Lgcl*，該品種與優質豐產的良質米水稻品種台稉 16 號雜交後，於雜交高世代品系進行誘變基因 *Lgcl* 與蛋白質電泳分析結果作為低消化性蛋白之選拔依據。本品種選育以 Morita 等人於 2009 年的研究中開

發之 *Lgc1* 專一性 DNA 分子標記作為篩選工具，並配合單向蛋白質電泳，進行春陽與臺梗 16 號雜交 F8 世代之品系分析，選育具 *Lgc1* 且蛋白質電泳分析中低穀蛋白訊號之品系晉級為花蓮 25 號，並於 2013 年提出品種權申請。

產量試驗

水稻花蓮 22 號、花蓮 23 號及花蓮 24 號之產量比較試驗於 2010 及 2011 年進行，花蓮 25 號則於 2013 及 2014 年進行，試驗地點位於花蓮縣吉安鄉花蓮區農業改良場試驗田間，對照品種分別為台梗 9 號、台農 71 號、台梗 9 號及台梗 9 號，種植密度為行株距 30 公分 x 15 公分，採多本植 3-5 株，一期作每公頃肥料三要素（N、P₂O₅、K₂O）施用量分別為 120、60、60 公斤；二期作每公頃施用量為 100、60、70 公斤，病蟲害防治依慣行法實施，自 2010 年一期作開始進行二年四期作的調查結果如表二所示：

一、水稻花蓮 22 號

花蓮 22 號一期作每公頃乾穀產量約為 2,947 公斤，二期作產量約為 2,694 公斤，雖然穗長 28.2 公分較對照品種台梗 9 號 21.6 公分長，但每株穗數卻較少，由於花蓮 22 號穀粒長度較長，寬度和對照品種相近，因此千粒重 32.5 公克也較對照品種台梗 9 號 22.37 公克為高。

二、水稻花蓮 23 號

花蓮 23 號一期作每公頃乾穀產量約為 2,779 公斤，二期作產量約為 2,180 公斤，就每株穗數而言新品系較對照品種少了 1-2 穗，較少的穗數或許是造成產量較低的原因。千粒重的部份花蓮 23 號為 25.9g 克台農 71 號為 26.2 克新品系較對照品種稍低。

三、水稻花蓮 24 號

花蓮 24 號一期作每公頃乾穀產量約為 4,065 公斤，二期作產量約為 3,564 公斤，於 2010 年一期作性狀調查中，花蓮 24 號穗長與對照品種台梗 9 號差異不大，但平均穗數 13.6 穗高於台梗 9 號 10.4 穗。

四、水稻花蓮 25 號

水稻花蓮 25 號一期作每公頃乾穀產量約為 5,312 公斤，二期作產量約為 3,564 公斤，於 2013 年一期作性狀調查中，花蓮 25 號較對照品種台梗 9 號分蘗較為旺盛，平均每株分蘗達 14 穗，穗長及穗數表現皆較對照品種為高。

表二、水稻花蓮 22 號、花蓮 23 號及花蓮 24 號在二年 4 期作產量比較試驗中之產量性狀比較（2010 年-2011 年平均）

Table 2. The grain yield and agronomic characteristics of Hualien No. 22, No.23 and No.24 in yield trials.

Crop	Variety	Growth duration(day)	Plant height(cm)	Panicles per hill	Grain yield (ka/ha)
I	Hualien No.22	127	141.3	8.4	2947
	Taikung No.9(CK)	127	98	10.4	4921
II	Hualien No.22	102	138.9	8.1	2694
	Taikung No.9(CK)	112	99.5	9.8	4324
I	Hualien No.23	138	96.2	14.25	2778
	Tainung No.71(CK)	136	93	15.7	4368
II	Hualien No.23	114	82.45	12.95	2180
	Tainung No.71(CK)	115	94.58	14.4	6427
I	Hualien No.24	122	112.1	13.6	4065
	Taikung No.9(CK)	127	98	10.4	4921
II	Hualien No.24	101	105.4	13.8	3564
	Taikung No.9(CK)	112	99.5	9.8	4324

品種性狀檢定

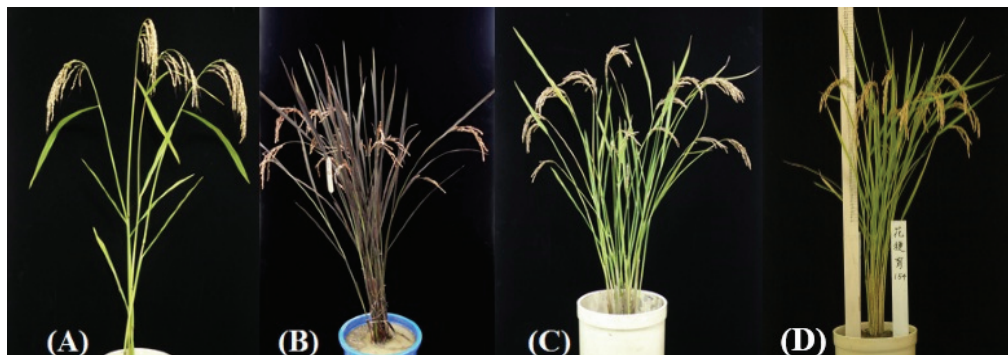
水稻花蓮 22 號、花蓮 23 號、花蓮 24 號及花蓮 25 號之全株性狀如圖二，為申請新品種之品種權，本場針對 4 個新品種於 2010 及 2011 年、2013 及 2014 年（花蓮 25 號）進行品種性狀之 DUS 檢定，試驗地點及栽培方法與產量比較試驗方法相同，進行二年四期作的調查結果中，各新品種皆具有一致性及穩定性，其中與對照品種具有可區別性的重要性狀檢定結果如下：

一、花蓮 22 號

花蓮 22 號與對照品種台梗 9 號比較如表三，結果顯示花蓮 22 號葉長 46.50 公分相較台梗 9 號 34.8 公分為長，株高 141.3 公分亦較台梗 9 號 98.8 公分高出

許多，穀粒及糙米型態部分中穀長及糙米長花蓮 22 號相較對照品種皆長，寬度則相同，因此千粒重方面較大，穀粒具有紅褐色長芒並分布於全穗，糙米外觀呈現紅色並具有香味，胚乳則為糯性。

花蓮 22 號目前已技轉光復地區蕭明山農友及池上地區梁正賢農友進行計畫性栽培，不僅保存光復地區原有紅糯之風味與特色，在品質上更獲得了穩定的提升，進而提升光復地區紅糯米產業的穩定與發展。



圖二、(A)水稻花蓮 22 號、(B)花蓮 23 號、(C)花蓮 24 號及(D)花蓮 25 號全株
Fig. 2. Whole plant of rice Hualien No.22, No. 23, No. 24 and Line No.154.

Remark: (A)Hualien No.22, (B)Hualien No.23, (C)Hualien No.24,
(D)Hualien No.25

表三、2011 年花蓮 22 號與對照品種台梗 9 號植株農藝性狀比較

Table 3. Comparison major characters between Hualien No.22 and Taikung No.9 in 2011.

Character	Hualien No.22	Taikung No.9(CK)
Paddy length (mm)	8.33	6.49
Brown rice length (mm)	6.09	4.97
Leaf length(cm)	46.50	34.80
Thousand-grain weight	32.50	22.37
Leaf sheath	light purple	green
Internode color	purple	green
Brown rice color	Red	light brown
Endosperm type	waxy	non-waxy
Aroma of brown rice	strong	none

二、花蓮 23 號

花蓮 23 號與台農 71 號之比較結果如表四，穗的形態中，花蓮 23 號之穗的主軸長度及每株穗數與台農 71 號比較穗數較少，穗主軸長度也較短，明顯的差異，但在芒及穗的型態上則無差異，主要差異在葉片顏色、葉鞘色、節間顏色和綠色的明顯差異，具有穩定的紫色稻葉表現。在穀粒長寬部份，花蓮 23 號為 0.74 公分及 0.36 公分；台農 71 號為 0.73 公分及 0.35 公分，就長寬比分別為 1.6 及 1.7，粒型皆為半圓型，並無顯著差異。

花蓮 23 號目前已技轉五結鄉農會和冬山鄉農會進行綠色博覽會的稻田彩繪展示，以及五結鄉農會夢田越光米彩繪宣傳，不僅增加田間視覺多樣性，更可作為品牌行銷和宣傳的最佳模式，促進在地稻田觀光發展。

表四、2011 年花蓮 23 號與對照品種台農 71 號植株農藝性狀比較

Table 4. Comparison major characters between Hualien No.23 and Tainung No.71 in 2011.

Character	Hualien No.23	Tainung No.71(CK)
Panicle length (cm)	18.25	23.80
Panicles per hill	8.80	12.05
Leaf length(cm)	49.01	47.88
Leaf width(cm)	1.20	1.22
Leaf color	purple	Green
auricle	purple	Green
Leaf sheath	purple	Green
Internode color	purple	Green

三、花蓮 24 號

農藝性狀中葉及莖部性狀主要差異詳如表五，花蓮 24 號與台梗 9 號之比較中，花蓮 24 號葉長 42.02 公分相較台梗 9 號 34.8 公分為長，但劍葉較台梗 9 號斜立且莖桿較為開散，可能因此造成遮陰影響產量表現，另外莖桿部位有淡花青素顏色呈現。穀粒及糙米型態部分中穀長及糙米長花蓮 24 號皆大於對照品種，在千粒重、穀粒寬及糙米寬方面則無顯著差異，米粒具高粗蛋白含量、糙米外觀呈現深紅褐色及半糯性為其最主要特徵。

花蓮 24 號已技術轉移富里鄉銀川有機米，該米種具有高蛋白且抗氧化之特性，目前規劃以米穀粉形式進行加工，深具高營養價值之潛力。

表五、2011 年花蓮 24 號與對照品種台梗 9 號植株農藝性狀比較

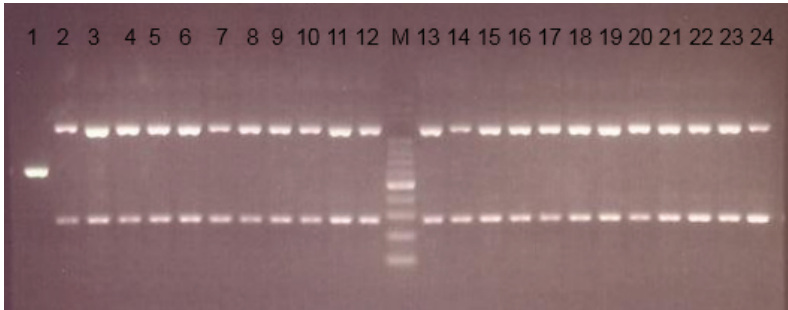
Table 5. Comparison major characters between Hualien No.24 and Taikung No.9 in 2011.

Character	Hualien No.24	Taikung No.9(CK)
Paddy length (mm)	7.23	6.49
Brown rice length (mm)	5.64	4.97
Leaf length(cm)	53.80	34.80
Type of flag leaf	obelique	upright
Stem type	Unfolding	half-upright
Leaf sheath	light purple	green
Internode color	purple	green
Branch type of panicles	close	half-close
Brown rice color	Reddish-brown	light brown
Amylose content(%)	12.00	17.10

四、花蓮 25 號

花蓮 25 號為適應台灣氣候環境且具有較低穀蛋白含量變異表現的中晚熟粳稻品種，因此具有低穀蛋白含量之誘變基因 *Lgcl*，農藝性狀中 株型直立、葉色為綠色、不具花青素顏色，莖桿直立且分蘗較為集中，分蘗較為旺盛平均每株 14 穗。一期作抽穗日數約為 84 天，成熟期為 136 天，屬於中晚熟品種，穗長及穗數表現皆較對照品種為高。穀粒顏色較一般粳稻為淺，穀粒頂端不具花青素顏色，具有極短芒且平均分布於整穗，外穎具絨毛覆蓋，穀粒亦較長，千粒重為 31.2 公克較一般粳稻品種高，糙米為半紡錘型，顏色為淡褐色且不具糯性。具 *Lgcl* 突變之水稻品種總蛋白質含量較一般水稻品種無太大差異，但其蛋白質比例中穀蛋白含量表現與親本「春陽」相同，約為一般品種(台梗 16 號)之 57.5%，而不易消化之醇溶蛋白(prolamins)含量則有提升。本品種選育以 Morita 等人於 2009 年的研究中開發之 *Lgcl* 專一性 DNA 分子標誌作為篩選工具，並配合單向蛋白質電泳，進行春陽與台梗 16 號雜交 F8 世代之品系分析，結果顯示部份雜交後代與春陽相同具有同結合 *Lgcl* 訊號條帶(圖三)，而這些品系其蛋白質電泳分析結果顯示與春陽共分離，位於 37-39kD 及 22-23kD 分子量處之穀蛋白訊號相較對照品種台梗 16 號訊號皆呈現較弱(圖四)，此雙重分析比對結果進一步顯示該分子標誌與低穀蛋白之高度關聯性，可作為低穀蛋白品種之快速選拔工具。雜交後代中花蓮 25 號經分析具有春陽低穀蛋白含量之特性，且具有父本台梗 16 號分蘗多、穗長較長及豐產潛力之特性，其穀粒較大且具有短芒，易與一般粳稻品種作

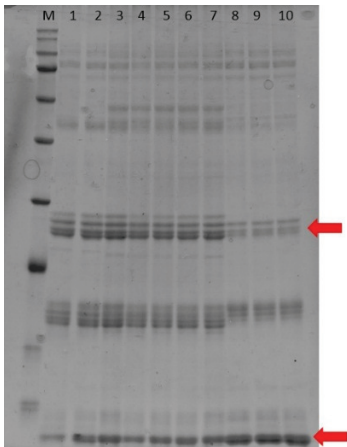
為區別，深具低消化性蛋白品種之潛力。



圖三、低消化性蛋白突變 *Lgc1* 專一性分子標誌篩選花蓮 25 號各單株之結果

Fig. 3. Analysis of Hualien No.25 with DNA marker *Lgc1*.

Remark : M : marker ; 1 : TK16 ; 2 : Shunyo ; 3-24 : Different plant of Hualien No.25.



圖四、水稻花蓮 24 號 SDS-page 蛋白質單向電泳分析結果

Fig. 4. The SDS-page protein electrophoresis analysis of Hualien No.25.

Remark : M : marker, 1 : TK9, 2~3 : HL24, 4~7 : TK16, 8~11 : Hualien No.25, Red arrow means glutelin and prolamine.

結語

隨著國內消費型態改變及政策推動，水稻育種的主要目標已由豐產、優質及抗病蟲害逐漸轉向高附加價值的多元化利用，水稻花蓮 22 號、23 號、24 號及花蓮 25 號有別於大面積栽培的鮮食用良質米，為適合小面積契作的多元化用途之特殊品種，光復香糯為花蓮縣原住民農業特產，至今仍被阿美族人視為祭祀及深具文化的奇世珍品，新品種花蓮 22 號不但可增加紅糯米產量也提昇原本的糯米品質，可保存原住民文化並促進原住民產業發展。水稻花蓮 23 號葉片呈穩定紫色，作為觀賞用水稻品種可推廣於稻田彩繪應用，發展稻田觀光產業或用於企業

標章，達到增加水田附加價值之目的。花蓮 24 號之高粗蛋白含量除了可作為高營養加工品原料，亦可提供素食者及小麥過敏者不同的蛋白質補給來源，可朝向嬰幼兒麥粉替代、高營養即溶沖泡飲品及其他食品發展。花蓮 25 號則為具備低腎臟負擔潛力之低穀蛋白米品種。此 4 個品種之育成期能增加水稻多元化利用能量，進而提高國內稻米消費量及市場競爭力。

參考文獻

- 1.李超運 2002 花蓮的特產－香糯 農業世界 229:48-50。
- 2.Liu J., S.Y. Wu and R.M. Fang. 2001. Rapid Measurement of Rice Protein Content by Near Infrared Spectroscopy. Trans. Chin. Soc. Agric. Machinery 32(3):68-70.
- 3.Morita, R., M. Kusaba, S.Iida, T. Nishio and M.Nishimura, 2009. Development of PCR markers to detect the *glb1* and *Lgc1* mutations for the production of low easy-to-digest protein rice varieties. Theor. Appl. Genet. 119: 125-130.
- 4.Schägger, H. and G. von Jagow. 1987. Tricine-sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis for the separation of proteins in the range from 1 to 100 kDa. Anal. Biochem. 166(2):368-379.

Rice Breeding Diversified Use

Tai-Yu Lin¹, Chia-Shing Huang¹, Cheng-Zu Pan²,
Dah-Pyng Shung³

¹ Assistant researcher, Division of Crop Improvement Section, Hualien DARES.

² Associate researcher, Division of Crop Improvement Section, Hualien DARES.

³ Researcher and Secretary, Hualien DARES.

Abstract

In order to enhance rice diversified usage and diversified development responded to market demand for different characteristics of rice varieties. Hualien District Agricultural Research and Extension Station committed to diverse different and special characteristics of rice varieties, and officially named three new rice varieties as Hualien No.22, No. 23, and No.24 in 2012. Hualien No.22 is classified as glutinous rice, possessed faint fragrance and red appearance in brown rice. The stable performance of agronomic traits offer the agricultural industry of Aboriginal. Hualien No. 23, as an ornamental and fields painting rice varieties, possess the stable purple of leaf color. Hualien No.24 shows high protein content in the grain can be used as the potentail materials for food processing. Wheat production can also be replaced by Hualien No.24 offering wheat allergens or baby as high nutrition food. Hualien No.25 shows low glutelin content, which offer patients appropriate rice of kidney disease.

Keywords: rice, Hualien No. 22, Hualien No. 23, Hualien No. 24, red lutinous rice, purpose leaf rice.