

# 臺灣藜產業調適研發成果及展望

黃子芸<sup>1</sup>

<sup>1</sup>行政院農業委員會臺東區農業改良場作物改良課 助理研究員

## 摘 要

臺灣藜為原住民族傳統作物，對環境適應性佳，富含營養與機能性成分，是臺東地區重要特色雜糧作物。本場自2009年開始投入臺灣藜栽培及育種相關研究，近年來，除持續進行品種選育外，主要著重於收穫及採後調製技術、機能性及因應氣候變遷之耕作模式等相關研究。在因應氣候變遷耕作模式方面，建立臺灣藜與水稻輪作體系，並育成早熟紅穗新品種臺灣藜臺東1號，藜稻輪作中臺灣藜可於12月-隔年4月種植，並視氣候狀況選用合適品種，以降低受氣候因素影響產能的表現；水稻種植時期則與傳統二期作水稻相同，於7-11月種植；臺灣藜臺東1號之生育日數為93天，較市場上目前的商業品種早13天，可減少受極端氣候影響機率，降低田間管理成本，並可作為藜稻輪作制度之栽培品種。在機能性方面，進行臺灣藜不同品系及利用部位之機能性成分分析，作為品種選育及加工利用之參考，亦投入臺灣藜作為健康食品或植物新藥原料生產體系之研究，期能朝向臺灣藜原料高值化應用。

## 一、前言

臺灣藜 (*Chenopodium formosanum* Koidz.) 俗稱紅藜，是原住民族傳統作物，亦為臺灣原生種植物，在植物分類上屬藜科藜屬植物，主要栽培於臺東縣及屏東縣之原住民族部落。國內臺灣藜產業約於2009年開始發展，臺灣藜對環境適應性佳，又具高優質的營養及機能性成分，發展潛力十足，在消費市場上備受矚目，作為一新興作物，臺灣藜產業發展的時間非常短，栽培面積卻在短短的三年內成長7倍，為臺東地區創造了數億元的產值。

本場自2009年開始投入臺灣藜栽培及育種相關研究，包含種原蒐集、品種(系)觀察、純化及選育、栽培管理技術(栽培適期、栽培密度探討、有機栽培)、肥培管理、病蟲害綜合防治技術及機械化應用等，一級生產技術已趨成熟。臺灣藜富含各類營養及機能性成分，有「穀類紅寶石」之稱，經相關動物及細胞試驗證實，其機能性成分具有降低膽固醇、肝指數及提高免疫力等保健功能<sup>(9)</sup>，發展保健產品極具潛力。近年來，作物受極端氣候影響，造成天災頻率增加，溫度升高及水資源分配不均等問題，嚴重衝擊糧食生產之穩定性。為因應上述議題，本場除持續進行品種選育外，近年之研究方向著重於收穫及採後調製技術、機能性及因應氣候變遷之耕作模式等相關研究。以下就上述議題之產業調適研發情形，做一簡要概述。

## 二、臺灣藜品種選育

臺灣藜栽培品種以各部落地方品系為主，因應市場需求，亦有農友自行選留紅色果穗品系，惟現有地方品系為高異質性族群，植株性狀不整齊，有成熟不一致之缺點，不利採收作業進行。本場自2009年在臺東縣金峰鄉、達仁鄉及海端鄉、花蓮縣吉安鄉、壽豐鄉及屏東縣瑪家鄉等地蒐集地方品系，經初步性狀調查及純化，計保存有39個品系，2010-2013年採用混合選種法選拔，並經初級、高級產量比較試驗、地方試作等試驗<sup>(7)</sup>，於2019年育成臺灣藜新品種，命名為「臺東1號」。臺灣藜臺東1號品種特性表如表1，在外部形態中，臺灣藜臺東1號之穗型為圓錐型、果穗顏色、帶殼籽實顏色及果皮顏色均為紅色、脫殼籽實顏色為棕色(圖1、圖2)。在數量性狀方面，臺灣藜臺東1號生育日數為93天，較市場上目前的商業品種(對照品系)早13天，可減少受極端氣候影響機率，並降低田間管理成本；其株高中等，為180.4公分，穗長71.8公分；單株穗重、單株脫殼籽實重及產量則較對照品系低；收穫指數為30.4%，高於對照品系，具良好生產效能。除此之外，臺灣藜臺東1號亦具有高肥料利用效率，適合經濟規模生產，並具有高蛋白質含量，富含甜菜色素及微量元素等營養及機能性成分，可作為保健或健康食品之穩定原料<sup>(8)</sup>。

表1. 臺灣藜臺東1號品種特性表

Table 1. The characteristics of djulis 'Taitung No. 1'.

性狀\品種(系)	臺東1號	對照品系
生育日數(天)	93	106
株高(公分)	180.4	190.9
穗長(公分)	71.8	63.6
單株鮮穗重(公克)	77.2	122.1
單株脫殼籽實乾重(公克)	21.3	26.8
產量(公斤/公頃)	1,064	1,341
收穫指數(%)	30.4	24.3
穗型	圓錐型	圓錐型
成熟期果穗顏色	紅 (RHS 60B)	紅 (RHS 60B)
帶殼籽實顏色	紅	紅
果皮顏色	紅	紅
脫殼籽實顏色	棕	棕



圖1. 臺灣藜臺東1號穗部型態

Fig. 1. The panicle of djulis 'Taitung No. 1'.

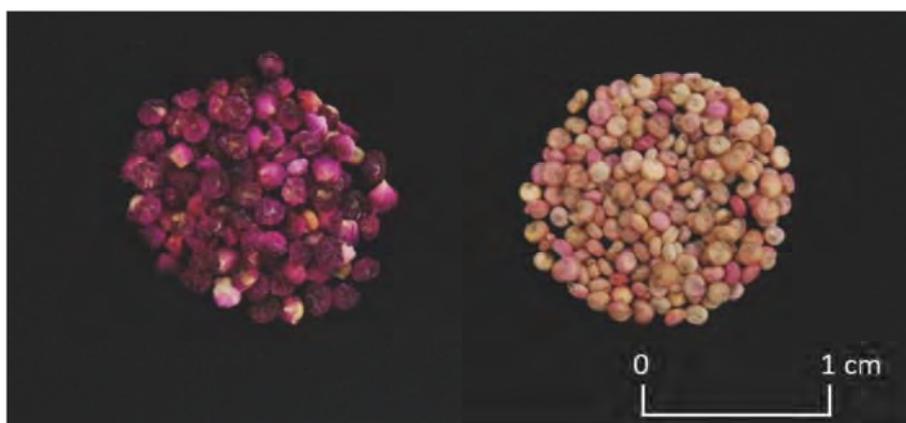


圖2. 臺灣藜臺東1號帶殼及脫殼籽實

Fig. 2. Whole grains and dehulled seeds of djulis 'Taitung No. 1'.

### 三、臺灣藜栽培管理、收穫及採後調製

臺灣藜適應性強，對自然條件要求不高，栽培上適合以友善環境或有機農法種植，為降低生產過程及產品風險，本場建立臺灣藜良好農業規範 (Good Agriculture Practice, GAP) 及收穫與採後調製技術，確保安全生產體系。於栽培管理上，臺灣藜播種期為10月~隔年1月，又以11、12月最佳，產季為2~4月。播種方式有撒播、條播及育苗等方式，一般多採條播栽培，以行距50公分種植，生長期間需進行灌溉1-3次，又以營養生長期及抽穗開花期之需水期最為重要，此兩生育期可配合灌溉進行施肥作業。臺灣藜生育期天數依季節及品系而異，播種後約45~60天可見主穗抽出，穗抽出後10~14天開始開花，播種後約100~130天可採收，收穫時以主穗顏色判斷收穫適期，臺灣藜穗部完全轉色(圖3、圖4)後約10-14天，表面會開始轉為黑色(圖5)，完全轉色後約20-25天，會全部轉黑(圖6)，此時期採收之臺灣藜，籽實色澤呈黑褐色，在田間容易落粒，且後續脫殼易因籽實含水率較低，造成籽實破碎。故建議於穗部由綠色完全轉色後10-14天內，完成採收，最具商品價值<sup>(3)</sup>。臺灣藜採後調製需經乾燥、去雜質、脫粒及脫殼等步驟，流程如圖7，採收後可直接利用脫粒機進行濕穀脫粒，先去除大型枝梗及樹葉後，再以50°C進行乾燥，烘乾過程每2小時上下均勻攪拌一次，完成烘乾後，以篩選機進行細篩，再進行風選作業，即可獲得純淨無雜質種子，後續則依使用情況進行儲藏或脫殼作業；亦可於收穫後直接將穗部以乾燥機烘乾，乾燥後以木棒輕敲，輔助脫粒完全，接著以篩選機進行粗篩，先行去除大型枝葉或雜質，如以本場研發之小粒徑種子篩選機，每小時作業量為200公斤，較人工篩選速度提升8倍<sup>(2)</sup>，後再依序進行細篩、風選及脫殼等作業。儲藏時，以塑膠袋外加PE編織袋包裝，分別用繩子將塑膠袋及PE編織袋綁緊，以棧板墊高堆疊儲藏，並保持乾燥<sup>(6)</sup>。



圖3. 臺灣藜穗部轉色初期  
Fig. 3. The color of djulis panicle begins to turn.



圖4. 臺灣藜穗部完全轉色  
Fig. 4. The color of djulis panicle turns completely.



圖5. 臺灣藜穗部完全轉色後約10-14天，表面開始轉成黑色  
Fig. 5. About 10-14 days after the color of djulis panicle have completely turned, the panicle surface begins to turn black.



圖6. 臺灣藜穗部完全轉色後約20-25天，表面全部轉成黑色  
Fig. 6. About 20-25 days after the color of djulis panicle have completely turned, the panicle surface turns black.



圖7. 臺灣藜採後調製流程  
Fig. 7. The procedure of djulis post-harvest processing.

#### 四、臺灣藜與水稻輪作體系

雜糧是目前國內糧食生產的缺口，國內雜糧多仰賴進口，易受氣候變遷引發糧食歉收，進而影響國內糧食價格。而臺灣的農耕制度多採連作模式，同一種作物，於同一塊土地每年連續種植，易使土壤中某種養分，愈形缺乏，造成其他養分過剩，再加上化學肥料及農藥的頻繁使用或操作不當，導致土壤鹽分累積、地力耗損及栽培環境惡化等問題<sup>(4)</sup>。為因應上述問題，透過水稻輪作雜糧策略，本場以臺東特色雜糧—臺灣藜為主，水稻種植為輔，建立臺東地區臺灣藜與水稻輪作體系。

本輪作體系建議之臺灣藜種植時期為12月-隔年4月，水稻種植時期則與傳統二期作水稻相同，於7月種植；在品種選擇上，由2017、2018年藜稻輪作試驗中，秋作臺灣藜產量調查結果如表2，2017年早熟臺灣藜品系產量為1,429公斤/公頃，高於晚熟品系之1,246公斤/公頃。惟晚熟品系產量一般較早熟品系增產約30~100%，增幅情形依氣候及栽培管理而異<sup>(4)</sup>，本試驗結果推測可能為晚熟品系因抽穗期較早熟品系晚，且開花期較長，生殖生長期易受高溫影響授粉所致(圖8)。2018年試驗中，1-2月月均溫皆較2017年高，各品系皆受高溫影響，產量以晚熟品系較高。因此，在品種選擇上，一般情況可選擇早熟臺灣藜品系，降低抽穗開花期受氣候影響之機率，並能減少田間管理成本，若氣候較溫暖，可選擇晚熟品系，確保產量效益。水稻以臺梗2號、臺東30號及高雄139號等3個品種進行試驗，3品種於產量表現無顯著差異。在栽培管理方面，於水稻採收後，種植臺灣藜前，應注意整地工作之進行，避免影響後期作臺灣藜生長狀況；病蟲害管理方面，調查結果顯示，臺灣藜無病害發生，惟生育初期需須留意鱗翅目害蟲危害葉部；水稻生育期間僅有輕微稻熱病及白葉枯病發生，生育初期主要受福壽螺危害，生育後期則以椿象類害蟲為主，需留意並進行防治。

效益分析方面，不同品系及輪作處理如表3，2017年試驗中，輪作處理A：臺灣藜(早熟品系)產量為2,382公斤/公頃，水稻產量為4,138公斤/公頃，淨收益為236,926元/公頃；輪作處理B：臺灣藜(晚熟品系)產量為2,077公斤/公頃，水稻產量為4,138公斤/公頃，淨收益為194,226元

/公頃；輪作處理C(對照)：水稻產量為8,123 公斤/公頃，淨收益為6,539 元/公頃，輪作處理A淨收益較對照增加230,387 元/公頃，輪作處理B淨收益較對照增加187,687 元/公頃；2018年試驗中，輪作處理A：臺灣藜(早熟品系)產量為950 公斤/公頃，水稻產量為4,805 公斤/公頃，淨收益為53,489 元/公頃；輪作處理B：臺灣藜(晚熟品系)產量為1,260 公斤/公頃，水稻產量為4,805 公斤/公頃，淨收益為96,889 元/公頃；輪作處理C(對照)：水稻產量為10,723 公斤/公頃，淨收益為72,908 元/公頃。輪作處理A淨收益較對照減少19,419 元/公頃，輪作處理B淨收益較對照增加23,981 元/公頃。

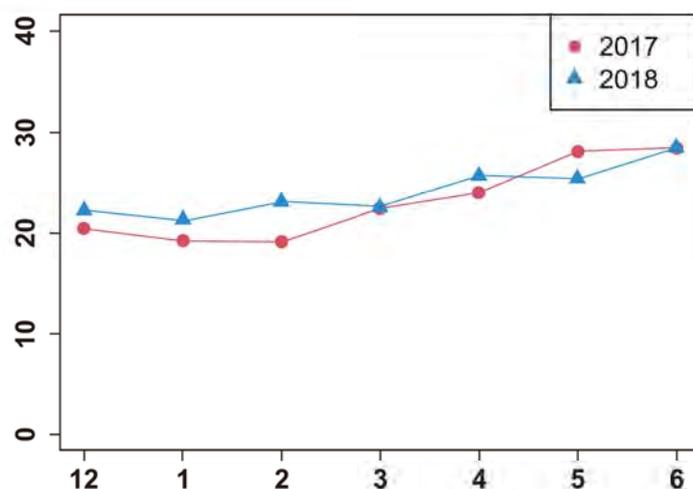


圖8. 2017年及2018年12月-6月之月均溫變化。

Fig. 8. Change of mean monthly temperature from December to June in 2017 and 2018.

表2. 藜稻輪作體系—2017、2018年秋作臺灣藜農藝性狀及產量之比較

Table 2. Comparison on the agronomic characters and yield of djulis in 2017 and 2018 of rotation system.

年度	品系	抽穗期 (天)	成熟期 (天)	株高 (公分)	穗長 (公分)	單株脫殼籽實重 (公克)	產量 <sup>x</sup> (公斤/公頃)
2017	早熟品系	69	113	205.4	62.6	28.6	1,429
	晚熟品系	76	130	237.5	70.2	24.9	1,246
2018	早熟品系	62	104	127.8	53.8	7.5	373 <sup>y</sup>
	晚熟品系	69	125	158.7	57.0	8.8	440 <sup>y</sup>

<sup>x</sup>脫殼籽實產量

<sup>y</sup>2018年產量因試驗田土壤壓實影響，造成幼苗老化，減產嚴重。

表3. 藜稻輪作體系產量、生產成本及收益分析

Table 3. The yield and cost-benefit analysis of djulis and rice rotation system.

輪作處理	一期作	二期作	產量 <sup>x</sup>		粗收益 <sup>z</sup>	生產成本一期作 <sup>a</sup>	生產成本二期作 <sup>a</sup>	淨收益	指數 (%)
			臺灣藜	水稻	(a)	(b)	(c)	(a)-(b)-(c)	
			(公斤/公頃)		----- (元/公頃) -----				
2017年-2018年									
A	臺灣藜(早熟品系)	水稻	2,382	4,138	441,021 <sup>y</sup>	100,000	104,095	236,926	325
B	臺灣藜(晚熟品系)	水稻	2,077	4,138	398,321	100,000	104,095	194,226	266
C (對照)	水稻	水稻	-	8,123	211,198	100,564	104,095	6,539	100
2018年-2019年									
A	臺灣藜(早熟品系)	水稻	950 <sup>y</sup>	4,805	257,930 <sup>y</sup>	100,000	104,441	53,489	73
B	臺灣藜(晚熟品系)	水稻	1,260	4,805	301,330	100,000	104,441	96,889	133
C (對照)	水稻	水稻	-	10,723	278,798	101,449	104,441	72,908	100

<sup>x</sup> 臺灣藜為帶殼籽實產量，2017年臺灣藜帶殼籽實產量以碾率60%計算；水稻為稻穀產量。

<sup>y</sup> 2018年秋作臺灣藜試驗減產嚴重，本產量數據以同期作同品系不同田區種植之產量估算。

<sup>z</sup> 臺灣藜帶殼籽實價格以140元/公斤計算；稻穀價格以26元/公斤計算；。

<sup>a</sup> 水稻生產成本依據行政院農業委員會107、108年農畜產品生產成本統計—農產品每公頃生產費用，採第一種生產費計算；臺灣藜生產成本(種苗費、肥料費及人工費)依臺東地區一般栽培模式估算。

## 五、臺灣藜機能素材

臺灣藜籽實具有高優質的營養及機能性成分，為良好全方位營養供給來源，其蛋白質含量為稻米的2倍，膳食纖維為甘藷的6倍；含有人體無法自行合成的必需胺基酸，如離胺酸、纈胺酸及組胺酸等；鈣、磷、鐵、鈉、鎂、鉀與鋅等礦物元素的含量也較一般穀物高。除基本營養成分外，臺灣藜亦包含甜菜色素、總酚類化合物、抗氧化酵素、膳食纖維、多醣及γ-胺基丁酸等多種機能性成分，並以甜菜色素及總酚類化合物為主<sup>(5)</sup>。甜菜色素為水溶性色素，可分為紫紅色的betacyanins和橘黃色的betaxanthins兩類，betacyanins依結構可分為甜菜苷(Betain)及異甜菜

苷(Isobetanin)<sup>(12)</sup>。臺灣藜之甜菜色素是其乾重的0.2%，亦為臺灣藜絢麗色彩的來源，具抗氧化力、消炎、抗菌及抗癌等的功能，能降低心血管疾病發生機率，延緩低密度脂蛋白(low-density lipoprotein ,LDL)氧化<sup>(11,13)</sup>。總酚類化合物為植物中主要的機能性成分之一，可分為類黃酮(Flavonoids)及酚酸(Phenolic acids)兩大類，可作為氫的提供者，消除自由基，和甜菜色素同為抗氧化物質，故有抗菌、抗癌、抗發炎、維持血管彈性及抑制低密度脂蛋白氧化等功能<sup>(1,9)</sup>。臺灣藜的酚類總含量極高，每100公克乾重可達300-3,000毫克，為燕麥或稻米的100倍以上，其中芸香苷(Rutin)約占4成，綠原酸(Chlorogenic acid)與兒茶素(Catechin)各約占2成。

本場於2016年開始投入臺灣藜機能性相關研究，進行臺灣藜不同品系、不同利用部位之甜菜色素及芸香苷等機能性成分分析，以供未來品種選育及加工利用之參考，分析結果顯示，甜菜色素主要存在於藜殼中，各品系含量介於529.8-3,450.8  $\mu\text{g/g}$ ，帶殼籽實次之，各品系含量介於144.1-934.2  $\mu\text{g/g}$ ，脫殼籽實最少，各品系含量介於1.3-62.2  $\mu\text{g/g}$ ；芸香苷亦以藜殼中最多，各品系含量介於4,588.1-9,031.7  $\mu\text{g/g}$ ，帶殼籽實次之，各品系含量介於1,566.9-3,040.8  $\mu\text{g/g}$ ，脫殼籽實最少，各品系含量介於227.6-657.4  $\mu\text{g/g}$ <sup>(5)</sup>。

臺灣藜食用上以脫殼籽實為主，市場上亦有許多相關產品，以主食類(十穀米、麵食)、即食品(沙拉、三明治)及烘焙食品為主，也開始出現以臺灣藜製成之代餐飲品的新趨勢<sup>(10)</sup>，隨著更多研究顯示，臺灣藜機能性成分主要存在於藜殼中，市面上之帶殼籽實產品日益漸增，亦造成消費市場販售型態的改變。農委會科技計畫「臺灣本土植物應用於改善脂肪肝之研究」結果顯示，脫殼臺灣藜籽實具改善脂肪肝與非酒精性脂肪肝病的潛力，有發展植物源新藥之價值，而植物原料品質涉及產品效果，為健康食品或植物新藥開發之基本關鍵，因此對原料品質及穩定性之要求更高。本場於2021年與技術開發端合作，建構臺東地區臺灣藜原料生產基地及優良品種(系)模組(圖9)，補充品管規格相關資料，以穩定原料品質，未來將探討不同收穫及採後調製條件對原料指標成分之影

響，持續強化原料品質，期能促進臺灣藜原料高值化應用。



圖9. 臺灣藜原料生產基地。由左至右分別為臺東市試區、金峰鄉試區及豐里試區。

Fig. 9. Djulis materials production base in Taitung city, Jinfeng township, and Fengli (from left to right).

## 六、結論

臺灣藜為臺東地區重要雜糧作物，在面臨農業水資源的分布不均及糧食自給率增加緩慢等問題，可以新思維研究調整水稻、雜糧作物的輪作制度，以適時、適地、適作的雜糧栽種為主，水稻種植為輔，建立臺灣藜與水稻輪作制度，提升國內糧食自給率及農民收益，並配合品種選育，育成耐候性較強之品種，以降低氣候變遷之影響。臺灣藜富含營養及機能性成分，有作為保健及健康食品原料之潛力，惟此類商品對原料品質及穩定性之要求更高，本場透過原料生產基地及優良品種(系)模組之建立，未來將進一步探討收穫及採後調製條件，期能提升原料品質及穩定性，促進臺灣藜高值素材之應用，裨益臺灣藜產業之發展。

## 參考文獻

1. 林筱茜。2012。台灣藜萃取物抗致突變及抗氧化能力分析。嘉南藥理科技大學保健營養系。碩士論文。
2. 曾祥恩。2016。臺灣藜籽實篩選機應用技術。臺東區農技報導第44期。
3. 黃子芸、許育慈、廖勁穎。2018。臺灣藜栽培管理技術。農友月刊 69(02)：24-29。

4. 黃子芸、丁文彥。2019。臺灣藜與水稻輪作體系之建立。出自“108年度友善環境與創新農業加值暨年度試驗研究成果研討會專刊”，103-110。臺東，行政院農業委員會臺東區農業改良場編印。
5. 黃子芸。2019。臺灣藜機能性成分之研究。臺東區農業專訊109：5-6。
6. 黃子芸、黃立中。2020。適時採收臺灣藜，調製風選好品質。臺東區農情月刊第244期。
7. 黃子芸。2020。臺灣藜臺東1號之育成。行政院農業委員會臺東區農業改良場研究彙報30:1-11。
8. 黃子芸。2020。臺灣藜新品種臺東1號。臺東區農技報導第72期。
9. 蔡碧仁。2011。臺灣藜簡介與機能性食品運用。食品資訊242(4)：54-57。
10. 財團法人農業科技研究院產業發展中心未發表之推廣文章。
11. Cai, Y., M. Sun, and H. Corke. 2003. Antioxidant activity of betalains from plants of the Amaranthaceae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(8):2288-2294.
12. Gliszczyńska-Świgło, A., H. Szymusiak, and P. Malinowska. 2006. Betanin, the main pigment of red beet: molecular origin of its exceptionally high free radical-scavenging activity. *Food additives and contaminants*. 23(11):1079-1087.
13. Velez-Jimenez, E., K. Tenbergen, P. Santiago, and M. A. Cardador-Martínez. 2014. Functional attributes of Amaranth. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*. 2(1): 1-6.

# **Research and Development Achievements and Prospects of Djulis Industry Adjustment**

Tzu-Yun Huang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Assistant Researcher of Crop Improvement Department of Taitung DARES, COA.

## **Abstract**

Djulis is the traditional crop of indigenous peoples, which has good adaptability to the environment and rich in nutrients and functional components, it also is one of the most important characteristic cereal crops in Taitung. Taitung DARES dedicated to djulis research since 2009. For the past few years, besides continuing work on the breeding, we also worked on the research in harvesting and postharvest techniques, functions components, and established the cropping system in response to the climate change. As for the research on djulis cropping mode in response to climate change, we established the rotation system of djulis and rice, and breed Djulis ‘Taitung No. 1’, a new variety which has red panicle and early maturity characteristics. The djulis crop of the djulis and rice rotation system can be planted from December to the next year’s April, and choose the suitable varieties according to the climate conditions, in order to avoid yield reduction. And the rice crop can be cultivated from July to November, when is the same as the cultivation period of traditional second crop. Djulis ‘Taitung No. 1’ has early maturity characteristics, the average growth period is 93 days. It can reduce the risk of being affected by extreme weather and the production cost, and can be used in djulis and rice rotation system. As for the research on djulis functional components, we analyzed the functional components of different djulis lines and utilization parts, and dedicated to improve the production system for being used as the material for making healthy foods or botanical new drugs, hoping to promote djulis raw materials towards high-value applications.