

葉用芥藍新品種「鳳山1號」之育成

羅惠齡¹ 林楨祐^{2,*} 王三太³ 洪千雅⁴

摘要

羅惠齡、林楨祐、王三太、洪千雅。2021。葉用芥藍新品種「鳳山1號」之育成。台灣農業研究 70(4):243–252。

為育成早生耐熱、口感甜嫩之芥藍雜交新品種，行政院農業委員會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所評估所有成芥藍自交系之株型、展幅、葉形、分枝數、生育日數及耐熱性。先篩選出「包心美芥藍」及「白花特大心」具耐熱及優良性狀的兩個自交系，並透過雜交育種法，育成一代雜交種，進行品系比較試驗及區域試驗，最後選出芥藍雜交新品系 16-1232。16-1232 無論是新鮮植株或加熱後之總糖含量均顯著高於對照品種「翠津」，食用明顯略帶甜味。有機酸中，16-1232 以檸檬酸的含量顯著較「翠津」高，而硝酸鹽含量顯著較「翠津」低，相關含量分析結果對芥藍之食用營養具參考價值。本一代雜交新品系 16-1232 於 2018 年經行政院農業委員會農業試驗所通過自行命名為芥藍「鳳山1號」，是一代雜交葉用型芥藍，具有早生、耐熱特性，適合於高溫高濕的環境生長；從撒播到採收僅需約 40 d，定植到採收僅需約 20 d；全株纖維少，口感細緻且略帶甜味，應更容易獲得消費者的青睞。

關鍵詞：葉用、芥藍、鳳山1號。

前言

芥藍 (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) 別名芥藍菜、格蘭菜，為十字花科 (*Brassicaceae*) 蕓薹屬 (*Brassica*) 一、二年生草本植物，原產於中國南部和東南亞一帶，為國內十字花科重要葉菜類蔬菜之一。根據 2019 年農情報告資源網 (http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp) 資料，台灣全年栽培面積約 1,085 ha，年產量約 1 萬 9 千公噸，主要集中在雲林縣 738 ha；其次為新北市 97 ha 及桃園市 60 ha。根據 1995 年《台灣農家要覽》介紹，芥藍有下列幾項分類方法，依葉色可分為白葉種及黑葉種；依葉形可分為尖葉種及圓葉種；依葉片平整性可分為平滑葉種、皺葉種及捲葉種；依花色可分為黃花種及白花種；依花苔外型可分為大心

種及大花種；依食用部位可分為花苔用、肉質嫩莖用及葉用 (Hsiao 1995)。根據行政院衛生福利部 (<http://www.doh.gov.tw/FoodAnalysis/ingredients.htm>) 資料，芥藍有豐富的蛋白質、維生素 B₁、維生素 C、鈣、鎂、磷及鐵，尤其是維生素 C 及鈣含量是甘藍的 3–4 倍以上，為營養價值高的蔬菜。台灣蔬菜生產受夏季高溫、高濕及颱風等環境因素影響，以及全球趨於暖化，發生夏季栽培的高溫障礙及蔬菜供需失調的現象 (Wang 1995)。芥藍夏季栽培亦容易因高溫造成生育期長與產量低的問題，且芥藍略帶苦味及市面上都以固定品種 (open pollination; OP) 流通，顯示夏季市售芥藍之耐熱性、產量、品質與整齊度皆有待改良 (Lin *et al.* 2010)。因此為提高芥藍之產量與耐熱性，本研究進行一代雜交品種選育，利用雜種優

投稿日期：2020 年 10 月 13 日；接受日期：2021 年 6 月 17 日。

* 通訊作者：cylin@tari.gov.tw

¹ 農委會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所蔬菜系約聘人員。台灣 高雄市。

² 農委會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所蔬菜系助理研究員。台灣 高雄市。

³ 農委會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所蔬菜系研究員兼主任。台灣 高雄市。

⁴ 農委會農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所經營利用系助理研究員。台灣 高雄市。

勢，改善其耐熱性與產量，並選育耐熱耐濕、汁多味甜之芥藍品種，以滿足夏季蔬菜的多元需求。

芥藍「鳳山1號」為農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所自2008年『耐熱早生蔬菜品種改良』至2019年『因應高溫逆境十字花科蔬菜品種選育』計畫之研發成果。育成經過為2008年本分所自國家種原庫引進60個芥藍種原，2009–2014年進行自交系選拔工作，選拔早生、耐熱、耐濕、株型直立、品質佳的葉用芥藍，單株套袋隔離、人工自交留種，確認自交不親合性。經過6個世代自交選拔純化，選拔出源自品種「包心美芥藍」及「白花特大心」的2個自交系為親本進行雜交，2016–2017年執行品系比較試驗，2017–2019年至高雄杉林、屏東里港及花蓮吉安等地區進行區域試驗，最後選育出雜交新品系芥藍16-1232，該品系具有耐熱、甜嫩、豐產與生育整齊等特性。2018年9月6日經行政院農業委員會農業試驗所第97次研發成果管理小組會議同意，自行命名為芥藍「鳳山1號」。

材料與方法

品系比較試驗

以農業試驗所鳳山園藝試驗分所(以下簡稱本分所)育成之9個芥藍雜交組合為試驗材料，於2016年進行品系比較試驗，分別於6月6日播種、6月26日定植、7月28日調查，試驗採逢機完全區集設計，3重複。畦長10 m，畦寬1 m，行距15 cm，株距15 cm，每重複30株。植株大小達可採收時，每小區逢機取樣10株，調查單株重、株高、展幅、葉長、葉寬、葉片數、莖徑、葉綠素計讀值(Soil and Plant Analyzer Development; SPAD) (Chlorophyll Meter, SPAD-502, Konica minolta sensing, Tokyo, Japan) 及存活率(survival rate)等項目，並進行耐熱表現評估。存活率 = $[(\text{種植的株數} - \text{死亡的株數}) / \text{種植的株數}] \times 100\%$ 。2018年將入選之芥藍16-1232為試驗材料，以農友種苗公司之「翠津」與高雄梓官種子行所生產的開授粉品種「黑格藍」為對照品種，進行高級

品系比較試驗，在本分所於4月30日播種、5月21日定植，試驗採逢機完全區集設計，3重複。畦長10 m，畦寬1 m，行距15 cm，株距15 cm，每重複30株。植株大小達可採收時，每小區逢機取樣10株，調查單株重、株高、展幅、葉長、葉寬、葉片數、莖徑、葉綠素計讀值及葉綠素螢光反應測定。PSII最大光量子效能Fv/Fm(maximal quantum efficiency of PSII photochemistry)為葉片經暗馴化後利用葉綠素螢光光合作用分析儀測量與計算，公式為 $Fv/Fm = (Fm - Fo) / Fv$ 。

區域試驗

為評估芥藍16-1232於不同試驗地區之產量與生育表現，2018年分別於高雄杉林地區及屏東里港地區等兩處進行區域試驗，2019年於花蓮吉安地區進行區域試驗。以西螺主要商業品種「翠津」為對照品種，試驗採逢機完全區集設計，3重複。畦長10 m，畦寬1 m，行距15 cm，株距15 cm，每重複30株。植株大小達可採收時，逢機取樣10株，調查單株重、株高、展幅、葉長、葉寬、葉片數、莖徑及SPAD，採收全區植株以調查小區產量，並換算為每公頃產量。

可溶性固形物及酸鹼值測定

以芥藍16-1232為試驗材料，西螺主要商業品種「翠津」為對照品種，各選30株，全株各取1 kg，分別切成小段後放入均質機(VM0101C, Vita-Mix, Kaohsiung, Taiwan)打碎，用網袋過濾，取粗萃取汁液，再利用微量高速離心機(MIKRO 120, HETTICH, Kirchlengern, Germany)設定轉速10,000 rpm離心3 min，取上清液備用。上清液分為新鮮處理及加熱處理2組，每組3重複。新鮮處理組利用糖度計(HAND DEFRACTOMETER, ATAGO, Tokyo, Japan)測定可溶性固形物、利用酸鹼測定儀(pH meter, Denver instrument, Arvada, CO, USA)測定酸鹼值。加熱處理組為放入乾浴鍋(dry bath incubator, Major science, Saratoga, CA, USA)中，溫度設定為75°C，加熱時間為15 min，取出靜置放涼後，測定可溶性固形物及酸鹼值。

含水百分率測定

以芥藍 16-1232 為試驗材料，西螺主要商業品種「翠津」為對照品種，兩個品種各取 5 株，稱單株鮮重，分別切細放入烘箱中，時間設定為 12–13 h，前 7 h 溫度設定為 50°C，剩餘 5–6 h 為 55°C，烘乾後取出，放入玻璃乾燥器中，冷卻後測定乾重。根據公式計算含水百分率。含水百分率 = [(鮮重 - 乾重)/鮮重] × 100%。

汁含量百分率測定

以芥藍 16-1232 為試驗材料，西螺主要商業品種「翠津」為對照品種，兩個品種各取 5 株稱鮮重，分別切成小段後放入均質機 (VM0101C, Vita-Mix, Kaohsiung, Taiwan) 打碎，用網袋過濾，取粗萃取汁液，稱重後為芥藍汁重。根據公式計算汁含量百分率，汁含量百分率 = (汁重/鮮重) × 100%。

糖類及酸類含量測定

以芥藍 16-1232 為試驗材料，西螺主要商業品種「翠津」為對照品種，各取 30 株，全株各取 1 kg，分別切成小段後放入均質機 (VM0101C, Vita-Mix, Kaohsiung, Taiwan) 打碎，用網袋過濾取粗萃取汁液，再利用微量高速離心機 (MIKRO 120, HETTICH, Kirchleugern, Germany) 設定轉速 10,000 rpm 離心 3 min，取上清液備用。利用高效液相層析儀 (high performance liquid chromatography; HPLC) (Intelligent HPLC System, JASCO, Tokyo, Japan)，分析芥藍之糖類包括蔗糖 (sucrose)、葡萄糖 (glucose)、果糖 (fructose)，酸類包括硝酸鹽 (nitrate)、檸檬酸 (citric acid)、蘋果酸 (L-malic acid)、莽草酸 (shikimic acid)、延胡索酸 (fumaric acid) 之含量。採用配備管柱 (300 mm × 7.8 mm, Amix HPX-87H HPLC Organic Acid Analysis Column, Bio-rad, Tokyo, Japan)；流速 0.6 mL min⁻¹，柱溫 40°C，檢測波長 210 nm，進樣量為 10 μL，移動相為 5 mM H₂SO₄ 溶液。

統計分析

所有數據以 SAS 統計分析軟體 (SAS Enterprise Guide 7.1) 進行變方分析 (analysis of

variance; ANOVA)，以及最小顯著差異性 (least significant difference; LSD) 測驗。

結果

品系比較試驗

2016 年 9 個芥藍雜交組合進行初級品系比較試驗，結果如表 1 所示。9 個芥藍雜交組合園藝性狀調查中以展幅、葉長、葉寬及 SPAD 值雜交組合間具有顯著性差異；而株高、葉片數及莖徑各雜交組合間則無顯著差異。9 個芥藍雜交組合初步篩選出 16-1232，具有株型直立、展幅小、葉色為青綠、分枝生長較強且葉基部葉片生長較稀疏，SPAD 值在 45 以上及田間存活率高特性，是為表現較耐熱的雜交組合，因此選定 16-1232 品系進行高級品系比較試驗。2018 年將選拔入選之 16-1232 品系與兩個對照商業品種「翠津」、「黑格藍」進行高級品系比較試驗，結果如表 2 所示。3 個品種間在單株重及葉長差異達 1% 顯著水準，葉寬及莖徑 3 個品種間差異達 5% 顯著水準，而株高、展幅、葉片數、SPAD 及 PSII 最大光效能 (Fv/Fm) 3 個品種間無顯著差異。「翠津」株型直立、莖較粗、葉色為濃綠色，與 16-1232 皆為耐熱品種。「黑格藍」育苗時就發現發芽率不佳，植株定植後，大小參差不齊，且大部分葉片出現反捲的不耐熱現象。芥藍 16-1232 具有植株較高、展幅小、葉色為青綠及 Fv/Fm 值較高等特性，將進一步與西螺商業品種「翠津」進行區域試驗。

區域試驗

為評估芥藍 16-1232 於不同地點之產量與生育表現，2018 年分別於高雄杉林地區及屏東里港地區等 2 處進行區域試驗。杉林地區之區域試驗結果如表 3 所示，2 個品種在 SPAD 之差異達 5% 顯著水準，而單株重、株高、展幅、葉長、葉寬、葉片數、莖徑及產量於兩個品種間無顯著差異。里港地區之區域試驗結果如表 4 所示，兩個品種在 SPAD 之差異達 5% 顯著水準，而單株重、株高、展幅、葉長、葉寬、葉片數、莖徑及產量於 2 個品種間無顯著

表 1. 2016 年芥藍初級品系比較試驗。

Table 1. Primary lines trial of Chinese kale in 2016.

Line	Plant height (cm)	Canopy (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves (No.)	Stem diameter (cm)	SPAD ^z	Survival rate (%)
16-1232	36.4	22.0	14.6	12.3	10.0	15.8	45.9	75.0
16-1235	31.4	21.3	11.5	10.2	7.8	13.9	42.0	25.0
16-1236	40.2	31.3	18.7	17.9	9.0	16.5	54.6	91.7
16-1237	36.4	29.7	13.0	13.0	9.3	14.5	38.5	58.3
16-1238	41.9	37.3	18.6	16.1	9.7	16.5	52.0	83.3
16-1239	36.9	28.3	14.8	13.0	9.7	15.4	57.3	58.3
16-1240	39.2	21.1	15.2	14.0	10.0	15.9	69.2	66.7
16-1241	38.7	30.8	15.4	16.2	9.3	16.9	55.7	50.0
16-1242	35.3	31.4	15.3	13.5	8.5	16.0	55.4	16.7
LSD _{0.05} ^y	6.2	6.9	2.6	2.3	1.8	2.8	10.6	
Difference ^x	ns	**	**	**	ns	ns	**	

Sowing date: June 6, 2016; planting date: June 29, 2016; survey date: August 1, 2016.

Planting location: Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Kaohsiung, Taiwan.

^z SPAD: Soil and Plant Analyzer Development.

^y LSD: least significant difference.

^x ns, *, **: the difference was not significant, significant at 0.05 and 0.01 level, respectively.

表 2. 2018 年芥藍高級品系比較試驗。

Table 2. Advanced cultivar/line trial of Chinese kale in 2018.

Cultivar/line	Plant weight (g)	Plant height (cm)	Canopy (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves (No.)	Stem diameter (cm)	SPAD ^z	Fv/Fm
16-1232	39.2	24.8	23.5	14.7	14.6	6.2	11.7	59.4	0.449
'Chui Chun'	42.5	23.7	24.3	15.2	12.5	6.5	14.1	65.7	0.432
'Hei Ge Lan'	25.1	19.3	24.4	11.8	10.5	5.4	10.8	53.8	0.326
LSD _{0.05} ^y	11.6	1.3	4.3	1.5	1.6	0.5	2.3	1.5	0.100
Difference ^x	**	ns	ns	**	*	ns	*	ns	ns

Sowing date: April 30, 2018; planting date: May 21, 2018; survey date: June 8, 2018.

Planting location: Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Kaohsiung, Taiwan.

^z SPAD: Soil and Plant Analyzer Development.

^y LSD: least significant difference.

^x ns, *, **: the difference was not significant, significant at 0.05 and 0.01 level, respectively.

表 3. 2018 年杉林地區芥藍區域試驗。

Table 3. Chinese kale regional trial in Shanlin area in 2018.

Cultivar/line	Plant weight (g)	Plant height (cm)	Canopy (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves (No.)	Stem diameter (cm)	SPAD ^z	Yield (Mg ha ⁻¹)
16-1232	35.0	27.4	27.2	15.5	13.2	5.1	10.2	48.6	7.7
'Chui Chun'	39.2	29.7	27.9	15.5	11.3	6.0	12.4	54.4	8.6
Difference ^y	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns

Sowing date: June 19, 2018; planting date: July 9, 2018; survey date: August 2, 2018.

^z SPAD: Soil and Plant Analyzer Development.

^y ns, *: the difference was not significant, significant at 0.05 level with 30 sample dates using non-pairing *t*-test analysis.

差異。2019年於花蓮吉安地區進行區域試驗，結果如表5所示，兩個品種在葉寬之差異達1%顯著水準，在單株重、株高、展幅、莖徑及產量於兩個品種間之差異達5%顯著水準，而葉長、葉片數及SPAD於2個品種間無顯著差異。

可溶性固形物及酸鹼值

為評估芥藍 16-1232 全株纖維少、口感細緻、汁多味甜，沒有一般芥藍略帶苦味的特性，故以商業品種「翠津」為對照，測定可溶性固形物及酸鹼值，試驗結果如表6所示。16-1232與「翠津」品種新鮮處理的糖度分別為5.6°Brix

與4.0°Brix；加熱處理後的糖度分為5.0°Brix與3.6°Brix，2個品種新鮮處理的糖度皆較加熱處理為高，16-1232糖度較「翠津」品種高約1.4–1.6°Brix。在酸鹼值方面，16-1232與「翠津」品種新鮮處理的酸鹼值均為5.8；加熱處理後酸鹼值均為5.5，無論是新鮮或加熱處理，兩品種之pH值間皆無顯著差異。

含水百分率及汁含量

芥藍含水百分率試驗結果如表6所示。2品種含水百分率均為90%以上，「翠津」含水百分率為92.6%顯著高於16-1232的91.0%，

表4. 2018年里港地區芥藍區域試驗。

Table 4. Chinese kale regional trial in Ligang area in 2018.

Cultivar/line	Plant weight (g)	Plant height (cm)	Canopy (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves (No.)	Stem diameter (cm)	SPAD ^z	Yield (Mg ha ⁻¹)
16-1232	31.6	26.7	25.5	15.5	11.8	4.8	10.1	46.8	7.0
'Chui Chun'	35.2	25.9	20.3	15.3	11.0	5.8	11.6	54.4	7.8
Difference ^y	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns

Sowing date: July 16, 2018; planting date: August 6, 2018; survey date: September 4, 2018.

^z SPAD: Soil and Plant Analyzer Development.

^y ns, *: the difference was not significant, significant at 0.05 level with 30 sample dates using non-pairing *t*-test analysis.

表5. 2019年花蓮地區芥藍區域試驗。

Table 5. Chinese kale regional trial in Hualien area in 2019.

Cultivar/line	Plant weight (g)	Plant height (cm)	Canopy (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves (No.)	Stem diameter (cm)	SPAD ^z	Yield (Mg ha ⁻¹)
16-1232	21.3	27.4	20.6	15.9	10.1	3.5	8.9	37.1	4.7
'Chui Chun'	35.2	31.8	24.9	15.2	11.8	3.8	11.0	39.7	7.7
Difference ^y	*	*	*	ns	**	ns	*	ns	*

Sowing date: June 10, 2019; planting date: June 13, 2019; survey date: July 15, 2019.

^z SPAD: Soil and Plant Analyzer Development.

^y ns, *, **: the difference was not significant, significant at 0.05 and 0.01 level with 30 sample dates using non-pairing *t*-test analysis.

表6. 芥藍兩品種植株之可溶性固形物含量、酸鹼值、含水率及含汁率。

Table 6. °Brix, pH, water and juice contents in fresh and heated plants of two Chinese kale cultivars.

Cultivar	Fresh		Heated		Water content (%)	Juice content (%)
	°Brix	pH	°Brix	pH		
16-1232	5.6 ± 0.1 ^z	5.8 ± 0.1	5.0 ± 0.2	5.5 ± 0.3	91.0 ± 0.4	57.2 ± 0.1
'Chui Chun'	4.0 ± 0.1	5.8 ± 0.2	3.6 ± 0.1	5.5 ± 0.1	92.6 ± 0.3	62.0 ± 0.1
Difference ^y	**	ns	**	ns	*	**

^z Mean ± stand error, *n* = 30.

^y ns, *, **: the difference was not significant, significant at 0.05 and 0.01 level, respectively.

汁含量部分，「翠津」汁含量為 62.0% 也極顯著高於 16-1232 的 57.2%。

糖類及酸類含量

16-1232 與「翠津」品種利用高效液相層析儀進行糖類及酸類含量測定，糖類包括蔗糖、葡萄糖及果糖，總糖含量為蔗糖、葡萄糖、果糖含量的總和，試驗結果如表 7-8 所示。新鮮植株方面，16-1232 的蔗糖含量為 0.130 g 100 mL⁻¹，顯著高於「翠津」0.104 g 100 mL⁻¹；16-1232 的葡萄糖含量為 0.869 g 100 mL⁻¹，極顯著高於「翠津」0.712 g 100 mL⁻¹；但 16-1232 之果糖含量 0.602 g 100 mL⁻¹ 則與「翠津」0.625 g 100 mL⁻¹ 無顯著差異；16-1232 總糖含量 1.601 g 100 mL⁻¹ 顯著高於「翠津」的 1.441 g 100 mL⁻¹ (表 7)。而經加熱過的植株方面，16-1232 的

蔗糖含量為 0.038 g 100 mL⁻¹，顯著比「翠津」0.058 g 100 mL⁻¹ 低；16-1232 葡萄糖含量 0.873 g 100 mL⁻¹ 顯著高於「翠津」0.707 g 100 mL⁻¹；16-1232 果糖含量 0.624 g 100 mL⁻¹ 則與「翠津」0.614 g 100 mL⁻¹ 無顯著差異；16-1232 總糖含量 1.535 g 100 mL⁻¹ 極顯著高於「翠津」1.379 g 100 mL⁻¹ (表 8)。無論是新鮮植株或經加熱後的植株，蔗糖、葡萄糖及總糖含量於兩品種者之間皆有顯著差異，而果糖含量在 2 品種之間則無顯著差異。

酸類含量測定包括硝酸鹽、檸檬酸、蘋果酸、莽草酸及延胡索酸，試驗結果如表 9-10 所示。新鮮的植株方面，16-1232 硝酸鹽含量為 3,845 ppm，極顯著較「翠津」4,543 ppm 低；16-1232 檸檬酸含量 0.279 g 100 mL⁻¹ 顯著較「翠津」品種的 0.242 g 100 mL⁻¹ 為高。蘋果

表 7. 芥藍兩品種新鮮植株之糖類含量。

Table 7. Two sugar content in fresh plants of two Chinese kale cultivars.

Cultivar	Sucrose	Glucose	Fructose	Total sugar
	(g 100 mL ⁻¹)			
16-1232	0.130	0.869	0.602	1.601
'Chui Chun'	0.104	0.712	0.625	1.441
Difference ^z	*	**	ns	*

^z ns, *, **: the difference was not significant, significant at 0.05 and 0.01 level with 30 sample dates using non-pairing *t*-test analysis.

表 8. 芥藍兩品種經加熱後植株之糖類含量。

Table 8. Two sugar content in heated plants of two Chinese kale cultivars.

Cultivar	Sucrose	Glucose	Fructose	Total sugar
	(g 100 mL ⁻¹)			
16-1232	0.038	0.873	0.624	1.535
'Chui Chun'	0.058	0.707	0.614	1.379
Difference ^z	*	**	ns	**

^z ns, *, **: the difference was not significant, significant at 0.05 and 0.01 level with 30 sample dates using non-pairing *t*-test analysis.

表 9. 芥藍兩品種新鮮植株之硝酸鹽及酸類含量。

Table 9. Two nitrate and acid contents in fresh plants of two Chinese kale cultivars.

Cultivar	Nitrate (ppm)	Citric	L-malic	Shikimic	Fumaric
		(g 100 mL ⁻¹)			
16-1232	3,845	0.279	0.377	0.011	0.023
'Chui Chun'	4,543	0.242	0.350	0.012	0.020
Difference ^z	**	*	ns	ns	ns

^z ns, *, **: the difference was not significant, significant at 0.05 and 0.01 level with 30 sample dates using non-pairing *t*-test analysis.

表 10. 芥藍兩品種加熱後的植株之硝酸鹽及酸類含量。

Table 10. Two nitrate and acid contents in heated plants of two Chinese kale cultivars.

Cultivar	Nitrate (ppm)	Citric	L-malic	Shikimic	Fumaric
16-1232	3,848	0.269	0.389	0.015	0.009
'Chui Chun'	4,511	0.238	0.376	0.013	0.006
Difference ^z	**	*	ns	ns	ns

^z ns, *, **: the difference was not significant, significant at 0.05 and 0.01 level with 30 sample dates using non-pairing *t*-test analysis.

酸、莽草酸及延胡索酸含量於 2 品種之間無顯著差異 (表 9)。經加熱過的植株方面, 16-1232 硝酸鹽含量 3,848 ppm 極顯著比「翠津」4,511 ppm 低; 16-1232 檸檬酸含量 0.269 g 100 mL⁻¹ 顯著較「翠津」0.238 g 100 mL⁻¹ 高。蘋果酸、莽草酸及延胡索酸含量於 2 品種之間無顯著差異 (表 10)。試驗結果顯示, 16-1232 無論是新鮮或經加熱後植株之硝酸鹽含量均顯著顯著低於「翠津」; 檸檬酸含量均顯著高於「翠津」品種。硝酸鹽及檸檬酸含量在 16-1232 與「翠津」之間有顯著差異; 而蘋果酸、莽草酸及延胡索酸含量於 2 品種間無顯著差異。

討論

芥藍為短期葉菜類, 由於其風土環境適應性廣及生長迅速特性, 具有發展成為夏季豪雨、風災後快速復耕的作物, 並可適時調節消費市場供需 (Lin *et al.* 2010)。國內外有許多蔬菜耐熱性鑑定研究, 採用的指標很多, 主要包括外部形態、經濟性狀、微觀結構和生理及生化指標 (Xie *et al.* 2008)。高溫逆境下, 植物的外部形態會發生變化, 影響植物的正常生長與發育, 使其經濟性狀發生變化。以外部形態或經濟性狀變化來評估蔬菜耐熱性, 是一種比較直觀的方法, 容易為育種人員所接受 (Li *et al.* 2007)。以芥藍為例, 株型直立、葉與莖之開展角度小、莖基部著生葉片稀疏及分枝數少的品種, 較株型平鋪、葉與莖開展角度大、莖基部著生葉片緊密及分枝數多的品種耐熱; 白花品種也較黃花品種耐熱, 而芥藍不耐熱的表現為葉片發生向上反捲現象 (Lin *et al.* 2010)。在品系比較試驗中, 對照商業品種「黑格藍」為不耐熱的品種, 大部分葉片也出現反

捲的不耐熱現象。十字花科蔬菜耐熱性研究報告指出, 透過測定細胞膜的熱穩定性與電解質滲漏率、丙二醛含量、葉綠素濃度與葉綠素螢光、脯胺酸含量及抗氧化酶活性等, 可判別品種間的耐熱性程度 (Li & Zhang 2008)。學者研究指出, 高溫脅迫會使植物的葉綠素含量下降, 越不耐熱的種類或品種其下降速度越快, 因此葉綠素含量的變化可用以鑑定植物的耐熱性 (Ou & Cao 2008)。Wang *et al.* (2013) 以「粉艷紅」和「日本硬星」兩個不同類型的番茄品種葉片為材料, 分別採用 SPAD-502 葉綠素計與分光光度法測定兩個品種番茄葉片的 SPAD 值、葉綠素含量, 分析其相關性並建立相關回歸方程式。結果表明兩種番茄葉片的 SPAD 值與葉綠素 a、葉綠素 b、總葉綠素含量的相關性均為極顯著; 因此 SPAD 讀值可用來推估葉片之葉綠素含量, 作為簡便之量測工具。光合作用 (photosynthesis) 是植物物質轉換與能量代謝的關鍵, 對熱有敏感且直接之反應, 在其他逆境症狀尚未表現之前即被抑制。估算葉綠素螢光釋放量可做為光合作用活性高低的指標。當逆境發生時, 影響 PSII 電子的傳導, 進而降低 Fv/Fm 的比值, 因此生理研究會以葉綠素螢光值做為逆境發生的指標 (Liu 2011)。因此, 本研究中品系比較試驗及區域試驗, 測定葉綠素計讀值及葉綠素螢光做為芥藍耐熱性篩選生理指標, 以期選育出耐熱且品質高、產量豐之葉用芥藍雜交品種。

Zhang *et al.* (2004) 探討芥藍不同品種之營養成分含量, 發現芥藍中可溶性糖以葡萄糖為主, 果糖次之, 蔗糖最少, 此試驗結果與本研究的試驗結果一致。在可溶性固形物的糖度測定中, 16-1232 糖度較「翠津」品種高約 1.4–1.6°Brix (表 6)。此外, 芥藍 16-1232 無論

是新鮮或經加熱後植株之總糖含量均高於「翠津」，可說明官能品評時兩品種在甜度上具差異，16-1232 吃起來明顯略帶甜味。果糖是蔬果中甜味及風味最主要的來源 (Cheng *et al.* 2018)，在本文分析的可溶性糖類中，即使 16-1232 與「翠津」間之果糖含量無顯著差異，但其他糖類含量之差異仍可呈現於食味口感上。蔬菜水果中的有機酸是酸味的來源，也是風味品質之重要影響因子 (Wang *et al.* 2017)。本文酸類含量測定是針對葉菜類中常見的酸類，包括硝酸鹽、檸檬酸、蘋果酸、莽草酸及延胡索酸等 5 種有機酸進行分析探討。Song *et al.* (2012) 在水耕栽培的條件下，探討 27 個芥藍品種的硝酸鹽含量。結果顯示芥藍不同品種間硝酸鹽含量之差異顯著，薑莖與葉片都容易累積硝酸鹽，總體上薑莖硝酸鹽含量高於葉片。芥藍主要食用部位為薑莖和葉片，其生育期短、複種指數高，生產者往往施肥過量，導致植株對氮素的過度吸收，而造成植株體內硝酸鹽過量累積。本試驗結果顯示，芥藍 16-1232 無論是新鮮或加熱後的植株，硝酸鹽含量均低於「翠津」品種，16-1232 在生育過程中不需要過度施氮肥就可以生長良好，施用過多的氮肥會造成肥料成本提高及對土壤環境的汙染。因此，對於生產有機認證蔬菜之有機農場，非常適合其栽培販售。檸檬酸又名枸橼酸，是一種三羧酸類化合物，為動植物體內通用的代謝中間物，廣泛存在於多種水果和蔬菜，尤其是柑橘屬的水果中都含有較多的檸檬酸 (Zhang 2016)；相關研究表明檸檬酸的酸味很濃郁，具有強烈的味道，使蔬果的口感較重。而蘋果酸則可增強人體口腔對甜度的感受，屬於清爽口味 (Cheng *et al.* 2018)。在蔬菜有機酸含量的研究中，學者採用高效液相色譜 (high performance liquid chromatography; HPLC) 等技術，對 16 個櫻桃番茄商業品種的風味評分及相關指標進行測定和比較分析，解析決定櫻桃番茄風味的主要因素。4 個品種的 7 項風味及營養決定指標參數 (可溶性固形物、總糖、有機酸、果糖、葡萄糖、檸檬酸和維他命 C) 均顯著高於風味評價排名後 4 名的參試番茄品種。進一步的相關性分析結果表明，風味評分與可溶性固形物、總糖、有機酸、果糖、葡

萄糖和維他命 C 含量之間為顯著正相關 (Cheng *et al.* 2018)。Song *et al.* (2016) 以紅菜薹為材料，採用高效液相色譜 (HPLC)/液相色譜-質譜 (mass spectrometry; MS) 聯用技術，對紅菜薹中有機酸和花青苷的成分和含量進行了鑑定和分析，試驗結果顯示，供試紅菜薹中檢測出 7 種有機酸和 11 種花青苷，其中蘋果酸與檸檬酸是紅菜薹中最主要的有機酸占 91.5%。Dai *et al.* (1989) 利用氣相色譜儀測定甜橙、酸棗、蘋果、山楂及番茄等 5 種蔬果中的有機酸種類及含量，結果亦顯示蘋果酸與檸檬酸普遍存在於各式蔬果中，是有機酸中含量最高的，而 5 種蔬果中，延胡索酸只少量的存在於酸棗中。至於莽草酸是一種重要的生物活體中間產物，具有抗炎、抗菌、鎮痛、抗血小板聚集、預防血栓等藥理作用 (Chang & Shi 2011)。本研究對於芥藍之有機酸分析結果中，不論是 16-1232 或「翠津」品種，均以蘋果酸與檸檬酸含量最高，而莽草酸及延胡索酸含量明顯偏低，此試驗結果與前人研究一致，相關含量分析結果對芥藍之食用營養具參考價值。本研究分析芥藍之糖類及有機酸，其含量因品種而有差異，目前以糖類及酸類含量的測定值尚無法代表芥藍食味的好吃與否，未來或許可擴大分析的品系數量，建立成分含量與官能品評結果間之相關性，以作為品種選拔之參考。

本研究選育出耐熱、早生優良芥藍雜交新品系 16-1232，於 2018 年夏季完成辦理「耐熱芥藍與花椰菜新品系觀摩會」，此品系經農業試驗所研發成果管理小組會議同意，自行命名為芥藍「鳳山 1 號」。近年來市面上推出的部分商業品種雖然具有耐熱、豐產的特性，但大部分皆葉片厚、纖維較多、口感較不甜。本分所育成新品種芥藍「鳳山 1 號」為葉用型芥藍，具有早生、耐熱特性、株型直立，單株重約 40 g，葉色青綠，葉形為尖葉等特性，屬於皺葉白花類型。植株從定植到採收約 18-22 d，撒播到採收約 40 d，適合全年栽培生產 (Lo *et al.* 2019)，可滿足農戶之需求。該品種除為豐產、生育整齊之優點外，且其全株纖維少、口感細緻、汁多味甜，沒有一般芥藍略帶苦味的特性，尚可增加消費者購買的意願。栽培本品種

應注意的事項有 (1) 種植適期：台灣南部平地全年可栽培；中北部 11 月種植會有小株抽臺的問題。(2) 本品種葉色青綠，葉片較薄，施肥宜注意鉀肥之補充使用，尤其是夏季栽種時，其可提高葉片色澤及厚度。肥料選擇含鉀肥比例較高之台肥 4 號或 43 號複合肥料，不宜僅施用尿素或硫酸等單質肥料。對農民而言，芥藍「鳳山 1 號」具市場潛力，生育期短、耐熱性佳，具有成為豪雨及風災過後快速復耕作物的潛力。對種苗商而言，「鳳山 1 號」是芥藍新品種，對低溫需求不高，採種容易。對消費者而言，「鳳山 1 號」是優質、安全、有甜味的蔬菜，可提供夏季蔬菜多樣化選擇。目前「芥藍鳳山 1 號 F₁ 生產技術」已有非專屬授權業者栽培生產，值得進一步推廣利用。

引用文獻

- Chang, J. M. and X. F. Shi. 2011. Research progress of natural product Shikimic acid. *Chinese J. Info. Tradit. Chin. Med.* 18:109–112.
- Cheng, Y., H. J. Wan, C. C. Liu, Z. P. Yao, Q. J. Ye, Z. M. Li, R. Q. Wang, G. Z. Zhou, Y. J. Yang, D. L. Chen, and M. Y. Ruan. 2018. Comparative analysis of flavor/nutrient determination parameters in 16 different cherry tomato varieties. *Acta Agric. Zhejiangensis* 30:1859–1869. (in Chinese with English abstract) doi:10.3969/j.issn.1004-1524.2018.11.08
- Dai, X. Y., C. Z. Yi, Y. L. Yan, and Y. H. Han. 1989. Gas chromatographic determination of organic acid in fruits and vegetables. *J. China Agric. Univ.* 15:51–55. (in Chinese)
- Hsiao, C. H. 1995. Chinese kale. p.371–376. *in: Farming Articles (2)*. 3rd ed. (Chinese Agronomy Press, ed.) Chinese Agronomy Press. Taipei, Taiwan. 926 pp. (in Chinese)
- Li, A. G., X. Qu, X. K. Li, and X. N. Yu. 2007. Study on heat tolerance of plants. *Crop Res.* 21:493–497. (in Chinese) doi:10.16848/j.cnki.issn.1001-5280.2007.s1.002
- Li, X. F. and Z. H. Zhang. 2008. Study on heat tolerance of vegetable. *Agric. World* 301:70–75. (in Chinese)
- Lin, C. Y., H. L. Lo, Z. N. Lin, S. T. Wang, and G. Y. Hong. 2010. Breeding for heat tolerance and early of Chinese kale. *Harvest* 60:26–28. (in Chinese)
- Liu, M. L. 2011. Application of mini-pan in screening heat tolerance of crops. *Res. Bull. KDARES* 21(1):1–15. (in Chinese)
- Lo, H. L., C. Y. Lin, and S. T. Wang. 2019. Selection of heat tolerant Chinese kale cultivar. *J. Taiwan Agric. Res.* 68:293–304. (in Chinese with English abstract) doi:10.6156/JTAR.201912_68(4).0003
- Ou, Z. L. and F. L. Cao. 2008. Study on heat tolerance of plants. *Forestry Sci. Tech. Dev.* 22(1):1–5. (in Chinese)
- Song, Y., J. N. Fang, Z. J. Zhu, and J. Yang. 2016. Changes in organic acids and anthocyanins contents during shelf storage of fresh-cut Purple Caitai (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* L. var. *purpurea* Bailey). *Sci. Tech. Food Ind.* 37(20):300–305. (in Chinese with English abstract) doi:10.13386/j.issn1002-0306.2016.20.051
- Song, S., G. Liao, H. Liu, G. Sun, and R. Chen. 2012. Discrepancy and cluster analysis of nitrate content in different cultivars of Chinese kale. *Chinese J. Trop. Crops* 33:1440–1443. (in Chinese with English abstract) doi:10.3969/j.issn.1000-2561.2012.08.021
- Wang, J. S. 1995. Seedling technique of Brassicaceae vegetables. *Taiwan Seeds* 20:17–21. (in Chinese)
- Wang, R., Y. Tian, L. Yang, and X. C. Zhang. 2017. Analysis of organic acid components in tomato fruit during different development stages. *China Veg.* 10:58–62. (in Chinese with English abstract)
- Wang, W., T. Y. Song, Y. Wang, X. T. Dong, J. Chai, and Y. Xue. 2013. Correlation analysis on chlorophyll content and SPAD value in tomato leaves. *Northern Hortic.* 23:12–15. (in Chinese with English abstract)
- Xie, M. X., Y. C. Liu, H. J. Hu, D. L. Lin, and S. X. Wang. 2008. Breeding of heat tolerance and harvest seed in Brassicaceae vegetables. p.67–78. *in: Proceedings of Application of the Workshop on Agricultural Biotechnology Industry*. December 11, 2008. Tainan, Taiwan. Tainan Dist. Agric. Res. Ext. Stn. Tainan, Taiwan. (in Chinese)
- Zhang, Q. 2016. Technology for efficient creation of citric acid. *J. Food Sci. Biotechnol.* 35:672. (in Chinese with English abstract)
- Zhang, S. h., X. D. Wang, X. S. Xuan, Y. F. Shang, and H. J. He. 2004. The nutritive value of different strains of cabbage mustard. *J. Hebei Norm. Univ. Sci. Tech.* 18(2):58–61. (in Chinese with English abstract)

New Hybrid of Chinese Kale ‘Fengshan No. 1’ for Edible Leaves

Hui-Ling Lo¹, Chen-Yu Lin^{2,*}, San-Tai Wang³, and Chien-Ya Hong⁴

Abstract

Lo, H. L., C. Y. Lin, S. T. Wang, and C. Y. Hong. 2021. New hybrid of Chinese kale ‘Fengshan No. 1’ for edible leaves. *J. Taiwan Agric. Res.* 70(4):243–252.

To breed a new Chinese kale hybrid with early mature and heat-tolerance, plant type, canopy, leaf shape, number of branching, growth period, and heat tolerance were evaluated in the Fengshan Tropical Horticulture Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute. Two heat-tolerant inbred lines, ‘Bao Xin Mei Kale’ and ‘Bai Hua Te Da Xin’, were selected as female and male parents, respectively. A new hybrid 16-1232 was selected after extensive comparison and field trials. The content of total sugar in 16-1232 was significantly higher than that of control cultivar ‘Chui Chun’ in either fresh or heated plants. Due to higher sugar content, 16-1232 tastes slightly sweeter. Acid analysis revealed that 16-1232 had higher l-malic acid and citric acid, and lower nitrate compared to the controls. The nutrition contents of edible Chinese kale provide an invaluable reference for breeders and consumers. The newly developed 16-1232 has been named Chinese kale ‘Fengshan No. 1’ after being approved by the council of Taiwan Agricultural Research Institute. F1 hybrid produces edible leaves with early maturity and shows heat-tolerance, which will be suitable for growing in high temperature and humid environments. ‘Fengshan No. 1’ can be harvested 40 d after sowing or 20 d after transplanting. Due to the characters of less fiber, delicate taste and slightly sweet flavor, ‘Fengshan No. 1’ would be widely accepted by consumers.

Key words: Edible leaves used, Chinese kale, ‘Fengshan No. 1’.

Received: October 13, 2020; Accepted: June 17, 2021.

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

¹ Contract Employee, Department of Vegetables, Fengshan Tropical Horticulture Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

² Assistant Research Fellow, Department of Vegetables, Fengshan Tropical Horticulture Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

³ Research Fellow and Head, Department of Vegetables, Fengshan Tropical Horticulture Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

⁴ Assistant Research Fellow, Department of Management and Utilization, Fengshan Tropical Horticulture Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Kaohsiung, Taiwan, ROC.