

# 探討嘉寶果在不同加工處理方式之機能成分變化

蔡清輝\*

林頤鈞\*\*

柳志達\*\*\*

陳右儒\*\*\*\*

## 摘要

本研究主要是探討嘉寶果在不同加工處理製備條件下，針對醱酵液、果醬、果粉與果醋等產品，進行組成分分析與比較，分析其產品中總多酚、總花青素、白藜蘆醇、超氧歧化酶、小分子胜肽與鞣花酸含量之差異性變化與比較。經分析與結果比較，以鮮果直接榨汁經醱酵後，總多酚含量為最高  $44.82 \pm 0.89$  (mg/g)。將鮮果經低溫乾燥研磨成果粉，以鞣花酸含量為最高  $12.799 \pm 0.12$  (mg/g)。鮮果製成果醬，以總花青素含量為最高  $57.39 \pm 1.20$  (mg/g)。經發酵製成果醋，除低分子量總蛋白質含量，與發酵液及果粉含量相近外，分別為  $20.63 \pm 1.61$ 、 $23.84 \pm 2.51$  與  $20.52 \pm 1.21$  (mg/g)，其餘組成都不及其他樣品的含量。另在鮮果醱酵液樣品中，產出並檢測出白藜蘆醇，其含量為  $2.14$  (mg/L)，而在其他樣品中未驗出，另鮮果發酵液中檢測 SOD like 酵素 (superoxide dismutase) 其活性最高為  $49002.5$  unit/mL。結論：嘉寶果以鮮果製備成發酵液加工方式，其總多酚的含量都高於果粉、果醬與果醋，相對提升嘉寶果的商品化價值與組成含量數據的建立，對未來更可進一步探討嘉寶果的抗氧化機制研究與機能、保健化食品的開發利用。

**關鍵詞：**嘉寶果、總多酚、總花青素、白藜蘆醇

\*康寧大學 長期照護學系 助理教授

\*\*恩主公醫院 呼吸治療科 組長

\*\*\*恩主公醫院 呼吸治療科 呼吸治療師

\*\*\*\*恩主公醫院 胸腔外科 主任 (通訊作者)

電子郵件：01214@km.eck.org.tw

收稿日期：2023.11.13

修改日期：2024.02.23

接受日期：2024.03.28

# Analysis of functional composition of Jaboticaba by different process

**Ching-Hu Tsai\***

**Yi-Chun Lin\*\***

**Ta-Chih Liu\*\*\***

**Yo-Ju Chen\*\*\*\***

## Abstract

This research mainly to explore the Jaboticaba under different processing and preparation conditions, which is planted to produce the fermentation broth, jam, fruit powder and fruit vinegar of the Jaboticaba. The analysis and comparison are carried out under different processing and preparation conditions. The difference and comparison of total anthocyanin, resveratrol, superoxide dismutase, low molecule protein and ellagic acid content. After analysis and comparison of results, the content of total polyphenols is the highest  $44.82 \pm 0.89$  (mg/g) after fermented directly from fresh fruit. The fresh fruit is dried at low temperature and ground into powder, with the maximum ellagic acid content of  $12.799 \pm 0.12$  (mg/g). Fresh fruit is made into jam, with the highest total anthocyanin content of  $57.39 \pm 1.20$  (mg/g). The fruit vinegar was produced by fermentation. Except for the content of low molecule protein, which was similar to the content of fermentation broth and fruit powder, they were  $20.63 \pm 1.61$ ,  $23.84 \pm 2.51$  and  $20.52 \pm 1.21$  (mg/g), and the rest of the composition was not as good as other samples. In the fresh fruit fermentation broth samples, resveratrol was produced and detected, and its content was 2.14 (mg/L), while it was not detected in other samples, and SOD like enzyme (superoxide dismutase) was detected in the fresh fruit fermentation broth. The highest activity is 49002.5 unit/mL. Conclusion: Jaboticaba is prepared into fermentation broth processing method with fresh fruit, and its total polyphenol content is higher than fruit powder, jam and fruit vinegar. The commercial value of Jaboticaba the establishment of composition content data are relatively improved, which is more promising for the future Further discuss the research on the antioxidant mechanism of Jaboticaba and the development and utilization of functional and health-care foods.

**Key words:** Jaboticaba, Total polyphenols, Total anthocyanins, Resveratrol.

---

\* Assistant professor, Department of Health Care Management, University of Kang Ning

\*\* Department of Respiratory Therapy, En Chu Kong Hospital

\*\*\* Department of Respiratory Therapy, En Chu Kong Hospital

\*\*\*\* Department of Thoracic Surgery Division, En Chu Kong Hospital (correspondence author)

## 壹、前言

嘉寶果(Jaboticaba)品種眾多，學名為 *Myrciaria cauliflora*，以 *Myrciaria cauliflora* Berg.最常用於果樹栽培，一年可生產 4 期果實，大型果實以'Paulista'與 'Branca'為主，而常用於果醬等加工用途的品種以'Ponhemas'為主。臺灣稱為樹葡萄，原產地來自於巴西，臺灣目前栽培種區域多分布於中南部，屬零星栽培。均以人工採收方式，採收後立即洗淨入桶備用。嘉寶果的果實呈圓型，2~3 公分，狀似葡萄，碩大圓潤，隨成熟度增加，果實歷經淡綠色、紫色、深暗紫色，果皮亦愈趨光亮，果肉多汁且甜，糖度為 13~17 Brix<sup>0</sup>，略帶酸味，香甜可口，含有許多礦物質 (2.8-3.8% DW)及纖維(18-19%)，每 100 公克中熱量為 45.7 大卡，水分 87.1%，碳水化合物 12.58 公克，蛋白質 0.11 公克，色胺酸 1 毫克，離胺酸 7 毫克，維生素 B1 0.02 毫克，維生素 B2 0.02 毫克，維生素 C 22.7 毫克，鈣 6.3 毫克，磷 9.2 毫克，鐵 0.49 毫克，內有褐色種子 1~4 粒。而果皮則含有許多酚類化合物(Pyranocyanin B、Quercetin、Isoquercitrin、Quercimeritrin、Quercitrin、Rutin、Gallic acid 及 Ellagic acid 等)、花青素、類黃酮及單寧(Wu et al., 2013; Alejandro et al., 2013)。

嘉寶果果皮含有特殊結構之 deposite 酚類物質，稱之為嘉寶果素(Jaboticabin)，Depside 酚類物質具抗菌、抗 HIV 病毒及抗發炎等活性；嘉寶果素則被證實具抑制腸癌細胞、肺癌細胞及白血球增生等活性(Reynertson et al., 2006)。嘉寶果果皮可增加高密度脂蛋白(HDL)並改善胰島素阻抗作用及降低血清中飽和脂肪酸、增加血漿中抗氧化防禦作用及避免肝中脂質過氧化 (Alejandro et al., 2013; Batista et al., 2014)。

人體內無時無刻都在產生自由基，在呼吸代謝過程中約有 2%~3%氧會轉換成超氧自由基的活性氧(superoxide)，若經由適當服用抗氧化劑可將油脂在氧化過程產生的自由基清除，藉以中斷油脂氧化的連鎖反應，阻止氧化反應的進行(Kaur & Kapoor, 2002; Halliwell, 2009)；或藉由抗氧化劑對金屬離子螯合能力(chelating)來抑制金屬離子促氧化的功能，而得以彌補身體抵抗氧化傷害之不足、達到抗氧化之目的，更可延緩老化而增加壽命 (Sang et al., 2002)。

目前有許多研究集中於植物抗氧化潛能的開發，發現抗氧化能力與植物內多酚類含量多寡成正相關，相關報告(Huang et al., 2006; Teow et al., 2007) 指出花青素在人體內的抗氧化及清除自由基的能力為維他命 E 的 50 倍、維他命 C 的 20 倍，且其抗氧化能力可維持正常的細胞連結、強化微血管的彈性、提高微血管和靜脈的流動，可穩定內皮細胞上的磷脂質，避免動脈與靜脈的細胞被自由基破壞，增加膠質及黏多醣的合成及預防聚集物依附在血小板表面產生過度凝集現象，以維持動脈壁的完整性及避免膽固醇被氧化，增強血管彈性，增加循環，可預防心血管疾病、延緩細胞老化、減緩糖尿病、改善視力及抗癌等功能。

白藜蘆醇(Resveratrol, 3, 5, 4-Trihydroxystilbene)屬於多酚類，由於植物受到真菌感染、紫外線照射或病理狀況下會產生一種抗毒素，這抗毒素就是白藜蘆醇。其中，在葡萄藤、葡萄籽、葡萄皮、葡萄酒、花生等一些深色漿果類，其中以紅葡萄或紅葡萄酒含量最多(Cassidy et al., 2000)。白藜蘆醇具有抑制癌細胞遷移和轉移的生理功能、以及抗氧化、抗黑色素瘤 (Lee et al., 2015)、減少脂肪肝(Rubio-Ruiz et al., 2019)、抗肥胖(Rodríguez-Pérez et al., 2017)。

樹葡萄的加工運用，在南美洲主要是當水果直接食用，因含糖量高可經加工製成果醬、果汁、果乾、果醋或製成發酵液營養品。所以在不同食品加工處理過程中，發酵食品不僅可

以使產品更具完善營養素，改善其風味與質地、延長食品保存與去除原料中有毒物質 (Steinkraus, 1994)，新鮮嘉寶果於採收後 3~4 天就會發酵，所以經常被用來製作果汁、醬、果凍和果酒 (Duarte et al., 2010)。嘉寶果不僅在食品上，更可運用於工業、景觀園藝，是一種極具市場潛力的水果 (Balerdi et al., 2006)。

綜合以上所論，利用新鮮嘉寶果的鮮果，以不同食品加工處理技術，來探討最適加工方式為研究動機，並分析其加工後嘉寶果成分，是否具有保健功效組成分如嘉寶果素等，進而開發出具有保健功效的酵素飲商品做為實驗的主要研究目的。

## 貳、材料與方法

本研究分析原料主要取自臺灣果寶歡酵農場所栽種的嘉寶果，經不同加工方式，製備成醱酵液、果醋、果醬及果粉等四種不同產品加以分析其各標的成分項目。

### 一、嘉寶果各種不同加工處理介紹：

#### (一) 醱酵液加工方式

醱酵液原料前處理的第一階段(starter)，將嘉寶果洗淨後，以 RO 水洗滌後將果實破碎處理。菌株活化作業，取乾燥商業酵母菌加入溫度 35-40°C 100 mL 水中，攪拌溶解，並將糖度調整為 24-26 Brix<sup>0</sup>，添加 0.03%活化後的酵母菌，採半密封常溫發酵，發酵期為 14 天。第二階段，將第一階段個別發酵液粗過濾，加入等重嘉寶果，並將糖度調整為 65 Brix<sup>0</sup>，持續發酵為期半年，發酵液熟成後，開始檢測總多酚、花青素、超氧歧化酶活性、小分子胜肽、鞣花酸與白藜蘆醇等，各成分項目含量分析。

#### (二) 果醋加工方式

以酵母菌發酵液酒精度調整為 5-7%(v/v)，加入 1% 醋酸菌液發酵，常溫發酵期為期 180 天，果醋發酵熟成後，同發酵液檢測分析相關各成分項目含量值。

#### (三) 果醬加工方式

將嘉寶果洗淨後，經 RO 逆滲水洗滌後，再經研磨機磨成果泥，真空充填封罐後並經 121°C 高溫瞬間滅菌完成，同發酵液檢測分析相關各成分項目含量值。

#### (四) 果粉加工方式

果粉加工則以鮮果先經陽光日曬萎凋三天後，經 48°C 低溫烘乾 72 小時後，再以室溫研磨成果粉，粒徑設定通過 40 mash 孔徑濾網，轉數設定 1600 rpm，完成後，進行分析檢測樣品各成分項目含量值。

### 二、嘉寶果各成分項目含量值分析說明：

四種樣品經組成分分析如總多酚、花青素、白藜蘆醇、高活性 SOD like 酵素 (superoxide dismutase)、低分子量總蛋白質及鞣花酸等測定方法如下說明。

#### (一) 總酚(total phenolics)含量之分析(Sato et al., 1996)

原理為在磷鉬酸化 (Phosphomolybdonic acid) 複合物 (Folin-Ciocalteu's reagent) 中，苯酚(phenol)可以還原鉬(Molybdenum)，所以當樣品中的苯酚環愈多時，則酚基與 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 反應之後可以產生愈多的藍綠色複合物。因此我們也將標準品(Cyanidin)及適量甲醇萃取物分別以 80% 的甲醇溶液溶解至一定濃度，各取 0.2mL 加入 0.8mL 的 7.5% 碳酸鈉溶液，混合均勻後加入 1mL Folic- Ciocalteu's

phenol 試劑，於室溫下以避光方式靜置 30 分鐘，利用分光光度計(UNICAM-2.06V, UK) 於 765nm 下測吸光值，由 Cyanidin 的標準曲線計算樣品總酚類含量。樣品之酚類含量以每 100 公克萃取液乾重中所含 Cyanidin equivalent (CYA)毫克數表示之(mg/CYA/100g dry mass)。

## (二)總花青素含量的測定 (Suda et al., 2003)

花青素通常微弱酸性，在酸性環境下可以形成穩定的 flavylium 陽離子構造。本次實驗採用 Fuleki 和 Francis 的酸鹼度差額法，精確定量待測樣品，得體積 V，並從中吸取 2 ml 試樣，經適當稀釋以濃鹽酸或氫氧化鈉溶液調 pH，使一份 pH 為 1.0，另一份 pH4.5。兩份稀釋液分別以分光光度計測其在 520 nm 的吸光值，得 A1 (pH 1.0 者)與 A2 (pH 4.5 者)，再以下列公式計算每 100 克水果中所含總花青素毫克數。

總花青素含量(mg 花青素/100 mg 萃取物)：

$$(A1 - A2) \times F \times MW \times V \times 100 / \epsilon \times$$

MW: 花青素分子量以 delphinidin-3-diglycoside 之分子量 518.5 計算。

V: 總抽出液體積(mL)。

F: 稀釋倍數。

$\epsilon$ : 花青素之莫耳吸光係數(Molecular extinction coefficient)，以 delphinidin-3-diglycoside 在含 0.1% 鹽酸的甲醇溶液之吸光係數  $\epsilon$  值 301.6 計算。

## (三)白藜蘆醇測定

利用高效液體層析儀，分析管柱為 C-18 reverse phase column(Mightysil, RP-18 GP250-4.6,5 mM)，移動相為 10 mM 磷酸(65%)和乙晴(35%)，流速 1.0 mL/min，以紫外光檢測器測定，波長為 310nm，注入體積為 10  $\mu$ L。

## (四)高活性 SOD like 酵素測定(NBT 光的還原反應法，Flohe & Fet, 1984)

本實驗以 50Mm 的磷酸鉀為緩衝液(pH 分別為 7.2、7.4、7.6 及 8.0)，反應混合液(總體積 3.0mL)中含有  $2.4 \times 10^{-6}$  M 的核黃素、0.01M 的 L-methionine、 $1.67 \times 10^{-4}$  M BNT 及 50  $\mu$ L 不同濃度的牛血 SOD 標準品 (濃度為 0.0、20.0、40.0、60.0、80.0、100 U/mL)。於 13 W 之螢光燈下，反應混合液與光線照射之直線距離為 12 cm，進行光還原反應，並以分光光度計於波長 560 nm 下，進行偵測，記錄每分鐘的吸光值。

## (五)低分子量總蛋白質濃度測定

以超過濾離心方式，分離出樣品小於 10KD 分子量之小分子物質，使用 Pierce BCA protein Assay Kit 測定分離液中小分子之總蛋白質濃度。

## (六)鞣花酸測定。

參考衛福部國家中醫藥研究所，中藥品質分析方法(2019)，利用高效液體層析儀，分析管柱為 C-18 reverse phase column (Mightysil, RP-18 GP250-4.6,5mm)，移動相為 10 mM 磷酸(65%)和甲醇(35%)，流速 1.0 ml/min，以紫外光檢測器測定，波長為 254 nm，注入體積為 10  $\mu$ L。

四種樣品經由超臨界流體萃取後，進行各成分項目分析，其組成成分中之總多酚含量將以 Cyanidin equivalent (CYA)毫克數表示之(mg/CYA/100g dry mass)。花青素含量將以 mg/mL 表示之。白藜蘆醇含量將以 mg/L 表示之。高活性 SOD like 酵素(superoxide dismutase)含量將以

unit/mL 表示之。低分子量總蛋白質含量將以 mg/g 表示之及鞣花酸含量將以 mg/g 表示之等。

### 參、結果與討論

本研究先將鮮果經檢測分析總多酚、總花青素、白藜蘆醇、SOD like 活性、低分子量總蛋白質及鞣花酸含量，如表 1 所示，除了白藜蘆醇未檢測出含量外，其餘均有檢測出含量。另嘉寶果以不同加工處理方式製備成之實驗樣品醱酵液、果粉、果醬及果醋等，經樣品檢測各項成分分析其總多酚、總花青素、白藜蘆醇、SOD like 活性、低分子量總蛋白質及鞣花酸等，各樣品各項成分含量值，如表 2 所示。

在不同加工方式處理樣品中，以醱酵液的總多酚的含量最高為  $44.82 \pm 0.89$  (mg/gallic acid)，SOD like 酵素活性含量亦是最高為 49002.5(Unit/mL)，另也檢測出白藜蘆醇成分，其含量為 2.14 (mg/g)，如圖 1 所示。在其他樣品中則未檢測出其含量值。果粉在總多酚含量與醱酵液的比較含量差異不大，但在鞣花酸的含量上，則是所有品項中含量最高  $12.799 \pm 0.12$ (mg/g)，但在花青素的含量  $2.285 \pm 0.047$ (mg/g)，則是所有品項中含量最低。果醬則以花青素含量最高  $57.39 \pm 1.20$  (mg/g)，且是四種樣品中含量最多。果醋的含量分析與醱酵液進行比較，雖然也是經由發酵程序，但在相關各成分項目的含量上，則都低於醱酵液，而在低分子量總蛋白質含量  $20.63 \pm 1.61$ (mg/g)則優於果醬。

嘉寶果在經由加工製備成不同的產品後，經試驗分析證實，不同加工製備條件對其各成分項目的含量是有明顯的差異變化與影響，當新鮮嘉寶果經由不同加製程處理後如發酵、研磨與加熱等，在其總多酚、花青素、白藜蘆醇、SOD like 活性、低分子量總蛋白質及鞣花酸等，各成分項目含量有顯著性差異化。嘉寶果在醱酵液樣品中的優勢，可得較完整且高量的機能成分，並產出且檢測到白藜蘆醇的成分。雖然果醋亦是經由醱酵製程，但相對機能成分含量，還是不及鮮果醱酵液，有可能原因，是受到菌種或其它加工因素的影響，而造成含量降低，甚至在果醋品樣中，就未檢測出白藜蘆醇的含量。

另在加熱處理方面對樣品優勢，果醬保留花青素比其他樣品高，如圖 1 所示，但經其他加工程序處理，如經由搗碎、充填與殺菌等加工製程，對酚類化合物與 SOD like 活性的含量，均會受到影響與破壞。而在乾燥與研磨方面對樣品的優勢，鮮果經乾燥與研磨成粉體後，總多酚含量跟醱酵液含量差異不大，但鞣花酸的含量是所有樣品中含量最高，但花青素含量就相對最低，所以嘉寶果經由乾燥與研磨的加工程序製備成粉體時，樣品是會受到溫度高低與研磨粒徑大小，而影響到樣品的中花青素與 SOD like 活性含量值。

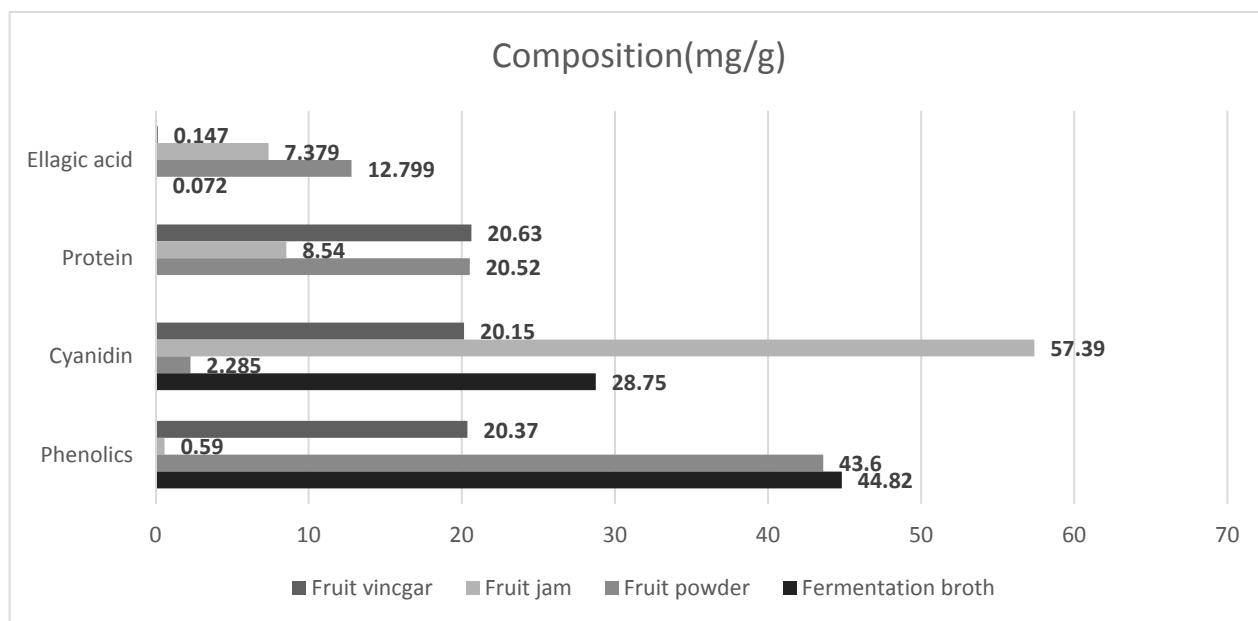


圖 1、嘉寶果經不同加工製備所測得總多酚、總花青素、低分子量總蛋白質及鞣花酸等含量比較。

**Fig. 1** Comparison of total polyphenols, anthocyanins, low molecule protein, and ellagic acid measured by different processing and preparation of Jaboticaba.

表 1、新鮮果經不同製備所測得總多酚、總花青素、白藜蘆醇、SOD like 活性、低分子量總蛋白質及鞣花酸等含量。

**Table 1** Changes in composition and content of total polyphenols, anthocyanins, resveratrol, SOD like activity, low molecule protein and ellagic acid of flesh Jaboticaba.

Cultural/ Item	Total polyphenols	Anthocyanins	Resveratrol	Ellagic acid	Small molecule peptides	SOD- like
Unit	mg/g	mg/g	mg/L	mg/g	mg/g	unit/mL
Flesh Jaboticaba	44.82±0.89	28.75±0.74	-	9.02±0.2	23±2.51	7482.6

-Not detected

表 2、嘉寶果經不同加工製備所測得總多酚、花青素、白藜蘆醇、SOD like 活性、低分子量總蛋白質及鞣花酸等含量。

Table 2 The content of total polyphenols, anthocyanins, resveratrol, SOD like activity, low molecule protein and ellagic acid measured by different processing and preparation of Jaboticaba.

Cultural/Item	Total polyphenols	Anthocyanins	Resveratrol	Ellagic acid	Small molecule peptides	SOD like
Unit	mg/g	mg/g	mg/L	mg/g	mg/g	unit/mL
Jaboticaba fermentation broth	44.82±0.89*	28.75±0.05	2.14	0.072±0.01	23.84±2.51*	49002.5*
Jaboticaba powder	43.66±0.16	2.285±0.04	-	12.799±0.12*	20.52±1.21	29574.5
Jaboticaba jam	0.59±0.01	57.39±1.20*	-	7.379±0.21	8.54±0.25	7482.67
Jaboticaba vinegar	20.37±0.29	20.1±0.39	-	0.147±0.001	20.63±1.61	23500.5

-Not detected

#### 肆、結 論

針對嘉寶果的鮮果以醱酵技術、低溫研磨與加熱充填等不同食品加工技術，來探討嘉寶果有利於商品化的機能成分，經試驗分析發酵液、果粉、果醬與果醋等四種樣品，針對樣品中的總多酚、總花青素、白藜蘆醇、SOD like 活性、低分子量總蛋白質與鞣花酸等含量分析結論：

1. 嘉寶果醱酵液：在四種樣品中，可得較完整組成分含量如：總多酚含有 44.82mg/g、總花青素含有 28.75 gm/g、SOD like 含有 49002.5 unit/mL、低分子量總蛋白質含有 23.84mg/g 與白藜蘆醇在所有產品中唯一含有 2.14 mg/g。
2. 果粉：雖保留比較高量的總多酚 43.66 mg/g 與鞣花酸 12.7 gm/g，但在 SOD like 與低分子量總蛋白質的含量就不及醱酵液，且易受到製程中研磨的影響，如溫度、轉數與研磨設定粒徑大小。
3. 果醬：僅可保留住總花青素 57.39 gm/g 與鞣花酸 7.37 gm/g，其餘組成分，因受到熱破壞的影響，而造成組成分嚴重流失。
4. 果醋：雖可保留住總多酚 20.37 gm/g、總花青素 20.1 gm/g、SOD like 23500.5unit/mL、低分子量總蛋白質 20.6 gm/g 與鞣花酸 0.14gm/g，但其相關組成含量，都不及鮮果醱酵液且未檢測出白藜蘆醇含量，其主要影響，應該是受到微生物發酵時間長短與物質的利用，而造成組成分降低或流失。

以不同加工處理方式，來探討開發製備不同嘉寶果的產品，並針對不同加工方式所產生樣品進行各項成分分析的含量值，其結果顯示，將嘉寶果透過醱酵加工方式製備成醱酵液商品，可得最適的保健機能成分是最完的，並透過醱酵加工條件與技術，更可解決嘉寶果鮮果



之保存的問題，並有效將嘉寶果開發成機能、保健化食品的重要參考依據。

## 伍、參考文獻

- Alezandro, M. R., Dubé, P., Desjardins, Y., Lajolo, F. M., & Genovese, M. I. (2013). Comparative study of chemical and phenolic compositions of two species of jaboticaba: *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg and *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. *Food Research International*, *54*(1), 468-477. doi:10.1016/j.foodres.2013.07.018.
- Balerdi, C. F., Rafie, R., & Crane, J. (2006). Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*, Berg.): A delicious fruit with an excellent market potential. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Gainesville*, *119*, 66-68.
- Batista, Â. G., Lenquiste, S. A., Cazarin, C. B. B., da Silva, J. K., Luiz-Ferreira, A., Bogusz, S., Maróstica, M. R. (2014). Intake of jaboticaba peel attenuates oxidative stress in tissues and reduces circulating saturated lipids of rats with high-fat diet-induced obesity. *Journal of Functional Foods*, *6*(1), 450-461. doi:10.1016/j.jff.2013.11.011.
- Cassidy, A., Hanley, B., & Lamuela-Raventos, R. M. (2000). Isoflavones, lignans and stilbenes—origins, metabolism and potential importance to human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *80*(7), 1044-1062. doi:10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<1044::AID-JSFA586>3.0.CO;2-N.
- Duarte, W. F., Amorim, J. C., Lago, L., Dias, D. R., & Schwan, R. F. (2011). Optimization of fermentation conditions for production of the jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) spirit using the response surface methodology. *Journal of Food Science*, *76*(5), C782-C790. doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02169.x.
- Flohe, L., & F, Otting. (1984). Superoxide dismutase assay. *Methods in Enzymology*, *105*, 93-101.
- Halliwell, B. (2009). Oxidants and the central nervous system: Some fundamental questions. Is oxidant damage relevant to Parkinson's disease, Alzheimer's disease, traumatic injury or stroke? *Acta Neurologica Scandinavica*, *80*, 23-33.
- Huang, Y. C., Chang, Y. H., & Shao, Y. Y. (2006). Effects of genotype and treatment on the antioxidant activity of sweet potato in Taiwan. *Food Chemistry*, *98*(3), 529-538. doi:10.1016/j.foodchem.2005.05.083.
- Kaur, C., & Kapoor, H. C. (2002). Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science and Technology*, *37*(2), 153-161. doi:10.1046/j.1365-2621.2002.00552.x.
- Lee, C. C., Chen, Y. T., Chiu, C. C., Liao, W. T., Liu, Y. C., & David Wang, H. M. (2015). Polygonum cuspidatum extracts as bioactive antioxidant, anti-tyrosinase, immune stimulation and anticancer agents. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, *119*(4), 464-469. doi:10.1016/j.jbiosc.2014.09.008.

- National Institute of Traditional Chinese Medicine, & Ministry of Health and Welfare. (2019). *Quality analysis method of Chinese medicine*.
- Padda, M. S., & Picha, D. H. (2008). Quantification of phenolic acids and antioxidant activity in sweet potato genotypes. *Scientia Horticulturae*, 119(1), 17-20. doi:10.1016/j.scienta.2008.07.008.
- Reynertson, K. A., Wallace, A. M., Adachi, S., Gil, R. R., Yang, H., Basile, M. J., ... Kennelly, E. J. (2006). Bioactive depsides and anthocyanins from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). *Journal of Natural Products*, 69(8), 1228-1230. doi:10.1021/np0600999.
- Rodríguez-Pérez, C., Segura-Carretero, A., & del Mar Contreras, M. (2017). Phenolic compounds as natural and multifunctional anti-obesity agents: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-18.
- Rubio-Ruiz, M. E., Guarner-Lans, V., Cano-Martínez, A., Díaz-Díaz, E., Manzano-Pech, L., Gamas-Magaña, A., ... Pérez-Torres, I. (2019). Resveratrol and quercetin administration improves antioxidant defenses and reduces fatty liver in metabolic syndrome rats. *Molecules*, 24(7), 1297. doi:10.3390/molecules24071297.
- Sang, S., Lapsley, K., Jeong, W. S., Lachance, P. A., Ho, C. T., & Rosen, R. T. (2002). Antioxidative phenolic compounds isolated from almond skins (*Prunus amygdalus*Batsch). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(8), 2459-2463. doi:10.1021/jf011533+.
- Sato, M., Ramarathnam, N., Suzuki, Y., Ohkubo, T., Takeuchi, M., & Ochi, H. (1996). Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(1), 37-41. doi:10.1021/jf950190a.
- Steinkraus, K. H. (1994). Nutritional significance of fermented foods. *Food Research International*, 27(3), 259-267. doi:10.1016/0963-9969(94)90094-9.
- Suda, I., Yamakawa, O., Matusgano, K., Sugita, K., Takeguma, Y., Iriya, K., & Tokumaru, F. (1999). *Changes of serum g-GTP, GOT and GPT levels in hepatic function- weakling subjects by ingestion of high anthocyanin sweet potato juice*. 日食工誌 45:611-617.
- Teow, C. C., Truong, V. D., McFeeters, R. F., Thompson, R. L., Pecota, K. V., & Yencho, G. C. (2007). Antioxidant activities, phenolic and  $\beta$ -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*, 103(3), 829-838. doi:10.1016/j.foodchem.2006.09.033.
- Wu, S. B., Wu, J., Yin, Z., Zhang, J., Long, C., Kennelly, E. J., & Zheng, S. (2013). Bioactive and marker compounds from two edible dark-colored *Myrciaria* Fruits and the synthesis of Jaboticabin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(17), 4035-4043. doi:10.1021/jf400487g.