

提升嘉寶果有效成分加值化研究

蔡清輝*
林頤鈞**
柳志達***
陳右儒****

摘 要

臺灣中部地區為嘉寶果主要栽種區域，盛產期，經常需二週內，採收完與加工完成，容易造成儲存與加工壓力，故如何提升嘉寶果加工加值化，極需利用加工技術提升嘉寶果價值。嘉寶果加工過程需投入大量人力與加工場域，果品摘取後，容易因熟成與發酵作用而造成腐敗。本研究將藉由食品發酵技術與超臨界萃取技術，來提升嘉寶果有效成分的加值化應用。結果顯示，經加值化發酵與萃取後樣品，其生物活性成分含量都高於鮮果 19.86%~69.30%。在抗氧化活性分析，發現清除自由基能力都高於鮮果，總抗氧化活性與還原力，以發酵經超臨界萃取後效果最好，達 90%以上。而在發酵前、後成分檢測比較，發酵前未檢測出白藜蘆醇成分，發酵後檢測出 3.27mg/L 的含量，而花青素發含量比較分別為 28.75 與 67.71mg，色胺酸含量比較分別為 0.14 與 0.48gm/kg。本研究成果有助於天然抗發炎或助眠產品的開發，對於抗發炎與助眠的研究具有重大的意義，並可提供加值化的加工條件，來解決嘉寶果於盛產季節時，造成產量過多與加工的壓力，並提升產業加值化經濟價值，促進嘉寶果更具有研究價值。

關鍵字：嘉寶果、加值化、超臨界萃取、抗氧化、助眠

*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：2024.10.13

修改日期：2025.04.29

接受日期：2025.05.12

Research on improving the value-added effect of Jaboticaba active ingredients

Ching-Hu Tsai*

Yi-Chun Lin**

Ta-Chih Liu***

Yo-Ju Chen****

Abstract

The central region of Taiwan is the main cultivation area of Jaboticaba. During the peak production period, it often takes two weeks to complete harvesting and processing, which easily causes storage and processing pressure. Therefore, how to increase the value of Jaboticaba processing requires the use of processing technology. Increase the value of Jiabao fruit. The processing of Jaboticaba requires a lot of manpower and processing area. After the Jaboticaba is picked, it is easy to cause spoilage due to ripening and fermentation. This research will use food fermentation technology and supercritical extraction technology to enhance the value-added application of the active ingredients of Jaboticaba. The results showed that the bioactive component content of samples after value-added fermentation and extraction was 19.86% to 69.30% higher than that of fresh fruit. In the analysis of antioxidant activity, it was found that the ability to scavenge free radicals was higher than that of fresh fruits. The total antioxidant activity and reducing power were best after fermentation and supercritical extraction, reaching more than 90%. In the comparison of component detection before and after fermentation, no resveratrol component was detected before fermentation, and 3.27 mg/L was detected after fermentation. The anthocyanin content was 28.75 and 67.71 m/g respectively, and the tryptophan content was 0.14 and 0.48 gm/kg respectively. The research results are helpful for the development of natural anti-inflammatory or sleep-aiding products, which is of great significance for the research on anti-inflammatory and sleep-aiding products. It can also provide value-added processing conditions to solve the problem of excessive production and processing pressure during the peak production season of jaboticaba, and enhance the added economic value of the industry, making jaboticaba more valuable for research.

Keywords: Jaboticaba, Value-added, Supercritical extraction, Antioxidant, Sleep aid

* 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

嘉寶果富含酚類化合物，包括特殊結構之 *depside* 酚類物質，稱之為嘉寶果素 (Jaboticabin)，嘉寶果在量產條件下，經濟效益非常高，但因果粒不易保存，主要加工成果汁或果醬等商品，嘉寶果含有豐富酚類化合物，本研究主要探討嘉寶果以不同加工方式，來提升嘉寶果有效成分的加值化，利用發酵技術和超臨界萃取，來進行有效成分的分析與純化加值，包括使用鮮果、鮮果經臨界萃取、鮮果經發酵處理、與發酵後經超臨界萃取等四種實驗樣品，並利用各種層析法與光譜分析儀器的分析：UV/VIS、FTIR、GS/LC-MS、NMR 完成有效成分之分離純化與活性成分的分析比較。本研究結果對於將來運用於抗發炎輔助與提升睡眠品質具有重大的意義，並可提供學術上對於天然抗氧化劑之可能作用機制的參考，作為後續健康食品研發與生產的重要依據。

嘉寶果的花和果實生長在主幹和樹枝上。由於其果實與葡萄相似，jaboticaba 在臺灣俗稱“樹葡萄”。成熟時果皮由綠變紅，再變紫色，成熟後僅需 4 至 7 天即可採果。成熟的果實呈紫黑色，果肉呈白色半透明結晶 (Inada et al., 2021)。Jaboticaba 是一種可食用的健康植物，其果肉富含酸、糖、維生素、膳食纖維、礦物質和多酚 (Qiu et al., 2021; Correia et al., 2022; Boldori et al., 2023)。果皮含有多種酚類化合物，包括花青素、鞣花酸和單寧與胺基酸 (Pereira et al., 2017; Albuquerque et al., 2020; Fernandes et al., 2020)，具有多種生物活性，如抗氧化、抗發炎、抗菌、降血糖和降脂特性 (Inada et al., 2018; Zhao et al., 2019; Ferreira et al., 2021; Geraldi et al., 2021; Da Silva-Maia et al., 2023)。Geraldi et al., 2021 也研究指出，jaboticaba 可改善健康成年人攝取碳水化合物餐後的血清抗氧化能力和高血糖反應。(Wang et al., 2014)針對 jaboticaba 種子萃取物對口腔癌細胞具有抗增殖作用。Hsu et al., (2016)將 jaboticaba 萃取物透過 streptozotocin-nicotinamide 進行抑制小鼠的氧化壓力和發炎來改善糖尿病腎病變。Sarkar et al., 2022 研究證明，jaboticaba 中的酚類化合物和糖可以被結腸微生物利用。Jaboticaba 萃取物可促進腸道微生物群的發酵，有益於人體健康。作為一種熱帶水果，jaboticaba 是生物活性和功能性食品是具有潛力開發的農產品 (Massa et al., 2022 年; Lima et al., 2023 年)。

超臨界流體的應用在各種工業中至今已很廣泛被使用，主要是應用超臨界二氧化碳萃取天然植物中的親有機成分 (Chiu et al., 2002)。因超臨界二氧化碳臨界溫度不高，可以在不破壞天然物有效成分的前提下，有效的將嘉寶果活性成分分離出來。從 jaboticaba 中提取的酚類化合物可用於治療發炎。在巴西等南美國家，人們直接服用 Jaboticaba 來對抗某些發炎 (Brito et al., 2021)。而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，降低 SAE 細胞之趨化因子白細胞介素-8 (chemokine interleukin (IL)-8) 生成 (47.3% 及 70.3%)，具治療慢性阻塞性肺疾病之潛力 (Reynertson et al., 2006)，因此，嘉寶果經發酵並進行精製加工萃取，是可以提供良好的抗發炎研究。

貳、材料與方法

一、嘉寶果

本研究使用鮮果、鮮果經臨界萃取、鮮果經發酵處理、與發酵後經超臨界萃取等四種實驗樣品，購自臺灣南投縣果寶歡酵食品加工廠。

二、超臨界流體萃取

參考 Liang 2008 方法，機型型號：SE-051 Series，(地點:彰化縣台超萃取股份有限公司)，將實驗樣品，放置 5 L 的研究型萃取槽中。萃取條件分別以 50 °C、5000 psi 及添加乙醇共溶劑進行超臨界二氧化碳萃取。流體流速為 30 kg/hr，CO₂ 體積為 5 倍樣品重量。收集的萃取物，依照收集時間點不同，分成：SFE1 (前 60 min) 萃取 0-60 分鐘之間，在各分離槽下收集到的樣品。SFE2 (後 600 min)：萃取 60-120 分鐘之間，在各分離槽下收集到的樣品。

三、嘉寶果有效成分分析

利用氣相層析儀 (Gas Chromatography-Mass Spectrophotometer) 進行有效成分之分離和結構判斷。使用分析儀器如下所示:GC：Agilent，型號 7890B-GC，USA。MS：Agilent，型號 5977A-MSD，USA。Column：Agilent，型號 DB-5MS (30m x 0.25mm x 0.25um)。Injector 溫度：250°C，Detector 溫度：250°C。

四、總多酚分析 (分析藥品：購於彰化上美儀器有限公司)

依據 Li 等 2020 的方法加以修飾，使用 1 mL 無水沒食子酸為標準品，產濃度為 0、10、20、30、40 和 50 µg/mL 的溶液。並將溶液移入 10 mL 比色管、5 mL 蒸餾水、1 mL Forinol 顯色劑和 3 mL 7.5% 碳酸鈉溶液。將溶液以渦旋振盪器混合後，在室溫下遮光進行反應 2 小時以 765 nm 測定吸光值，並以回歸方程式加以計出總多酚含量： $y = 0.0075x - 0.0039$ ($R^2 = 0.9996$)。

五、胺基酸含量分析 (分析藥品：購於彰化上美儀器有限公司)

依據參考 CNS (N6221) Method of test for fruit and vegetable juices and drinks—Determination of free amino acids, 2005.水果及蔬菜汁飲料檢驗法—游離胺基酸之測定，管柱：填充物 Durum DC-6A, Biotronik BTC 3118, Biotronik BTC 2710, LKB Ultropac 8 或同級品。管柱材質不銹鋼管柱，內徑×長度分別為 3.2-9mm ×140-500mm。試藥：檸檬酸鋰鹽 (Tri-lithium citrate tetrahydrate)、氯化鋰 (Lithium chloride)、氫氧化鋰 (Lithium hydroxide)、酚 (Phenol)、濃鹽酸 (Hydrochloric acid, 37%)、乙氧基乙醇 (Ethylene glycol monoethyl ether) 或甲醇 (Methanol)、硼酸 (Boric acid)、聚氧乙烯 (Brij 35)，30%水溶液、硫二乙醇 (2,2 Thiodiethanol)、寧海準 (Ninhydrin)溶液、醋酸鈉或醋酸鉀、冰醋酸、乙二醇或乙氧基乙醇、15%三氯化鈦溶液 (Titanium (III) chloride solution, 15%)、還原態寧海準 (Hydrindantin)、檸檬酸鈉鹽 (Tri-sodium citrate)。

六、體外抗氧化測定(In vitro antioxidant assay)

(一)總抗氧化能力(Total antioxidant capacity)

依 Torel, 1986 方法，取出嘉寶果實驗樣品，加入 0.1 M phosphate buffer (pH 6.0)，再加入 ABTS, H₂O₂, Peroxide 均勻搖晃，反應一小時。之後，加入所配製的各個濃度之 Trolox 和嘉寶果萃取物，反應 10 分鐘，於 734 nm 測量吸光值。

(二) DPPH 自由基清除能力 (分析藥品：購於彰化上美儀器有限公司)

參考 Liu et al., 2022 的方法並加以修飾。精密稱取 DPPH 標準品 7.8864 mg，定量至 100 mL，加入無水乙醇，濃度為 0.2 mmol/L 的 DPPH 乙醇溶液。將溶液轉移至棕色瓶中並放在

一邊，再將樣本加入試管中，混合均勻，置於室溫並遮光，反應 30 分鐘後，於 517 nm 測量吸光值。

$$\text{依清除率百分比} = \left(1 - A_s - \frac{A_j}{A_o}\right) * 100\%$$

A_s : 1mL DPPH ethanol solution+2mL anhydrous ethanol+1mL blank solvent, A_j : 1mL DPPH ethanol solution+2mL anhydrous ethanol+1mL sample solution, A_o : 2mL anhydrous ethanol+1mL sample solution.

(三)清除 ABTS 陽離子自由基能力的測定(Determination of the ability to scavenge ABTS cationic radicals) (分析藥品：購於彰化上美儀器有限公司)

ABTS 測定依據 Tao 等人，2016；Wang 等人，2022 方法，並將方法進行修飾，將 96 mg ABTS 溶解在 20 mL 去離子水中，然後加入 5 mL 2.45 mmol/L 過硫酸鉀溶液。使用前，將混合物放置在暗室中、室溫下過夜(12-16 小時)。將所得的 ABTS + 自由基溶液以乙醇稀釋 11 倍，並測得吸光值 734nm (± 0.02)。再將 20 μ L 經乙醇適當稀釋的實驗樣品，加入 2 mL 上述 ABTS + 溶液中。另外，在 2mL ABTS 溶液中加入 20 μ L 乙醇，此樣品作為空白實驗。置於 30°C 遮光靜置 6 分鐘後，於 734 nm 測量吸光值。結果以 ABTS + 自由基抑制百分比表示：

$$\text{Inhibition\%} = \left(1 - \frac{A_{\text{sample}}}{A_{\text{blank}}}\right) * 100。$$

七、統計分析

上列各項實驗均進行三重複試驗，將實驗所得數據以 IBM SPSS 25 版本(Statistical Product and Service Solutions version 25) 進行統計分析，利用比較平均數中的單因子異變數分析，並選擇 Duncan's 多變異分析法及皮爾森(Pearson)相關性分析各樣品間之顯著性差異及相關性。

參、結果與討論

一、嘉寶果樣品標的有效成分含量分析比較

嘉寶果之鮮果、鮮果經超臨界萃取、鮮果經發酵處理、與發酵後經超臨界萃取等四種實驗樣品之酚類化合物分析比較如表 1 所示。經實驗分析結果顯示，嘉寶果在經由不同加工製備條件下，對其組成分的含量會有明顯的差異變化與影響，當新鮮嘉寶果未經由加工處理如發酵或萃取，在其總多酚、花青素、白藜蘆醇、小分子胜肽及鞣花酸等，其成分分析有顯著性差異化，含量均低於其他樣品含量。而以發酵製程處理嘉寶果的優勢，可得到較多的有效成分，並可檢測到白藜蘆醇的成分。而鮮果經發酵後並再經以超臨界萃取 SFE1，總多酚、花青素、鞣花酸、白藜蘆醇及小分子胜肽都高於鮮果。而未經發酵與超臨界萃取之鮮果，在成分中未檢測出白藜蘆醇的含量，主要是鮮果未經細菌或真菌入侵進行發酵作用，可能導致無法進行白藜蘆醇合成作用 (Fremont, 2014)。

表 1 不同嘉寶果樣品中化合物含量分析比較。

Table 1 Analysis and comparison of compound content in different jaboticaba experimental samples.

ITEM	Total phenolics	Anthocyanins	Ellagic acid	Small molecule peptides	Resveratrol
	mg/g	mg/g	mg/g	mg/g	mg/L
Flesh jaboticaba	44.82±0.32 ^b	28.05±0.05 ^b	7.02±0.20 ^b	22.01±2.15 ^b	ND
Flesh jaboticaba + SFE1	53.23±0.05 ^a	48.10±0.39 ^a	10.74±0.12 ^a	24.87±1.61 ^b	ND
Flesh jaboticaba + SFE2	12.68±0.12 ^c	26.25±1.22 ^b	5.96±0.75 ^c	12.68±2.65 ^c	ND
Flesh fermentation	46.82±0.89 ^b	30.75±0.05 ^b	9.72±0.01 ^b	26.84±2.75 ^b	2.14 ^{a*}
Flesh fermentation + SFE1	54.12±0.05 ^a	67.71±0.03 ^a	10.05±0.02 ^a	27.75±0.65 ^a	3.27 ^{a*}
Flesh fermentation + SFE2	14.82±0.89 ^c	17.25±0.05 ^c	5.62±0.01 ^c	13.24±1.35 ^c	1.05 ^b

*Different letters indicated significant differences within. ND indicates not detected. $p < 0.05$

Supercritical fluid extract (SFE), conditions are 5000 psi and 50°C, SFE1 is the extract collected in the first 60 minutes, SFE2 is the extract collected in the last 60 minutes.

二、總多酚含量分析

本研究使用嘉寶果之鮮果、鮮果經臨界萃取、鮮果經發酵處理、與發酵經超臨界萃取等四種實驗樣品，其總多酚分析比較，如圖 1 所示。結果顯示，經發酵製程處理的樣品，可得較多機能性有效成分的酚類化合物，如酸性或鹼性敏感性物質，是提供嘉寶果抗氧化效果之重要成分之一，如總多酚、花青素、鞣花酸、白藜蘆醇與小分子胜肽等。而經發酵法與超臨界處理後，其整體總多酚含量皆比鮮果顯著增加 19.86 %~69.30 %。其原因可能是使用超臨界低溫萃取處理，保留活性成分且含量都高於鮮果，其含量為 54.12 mg GAE/100g D.W。

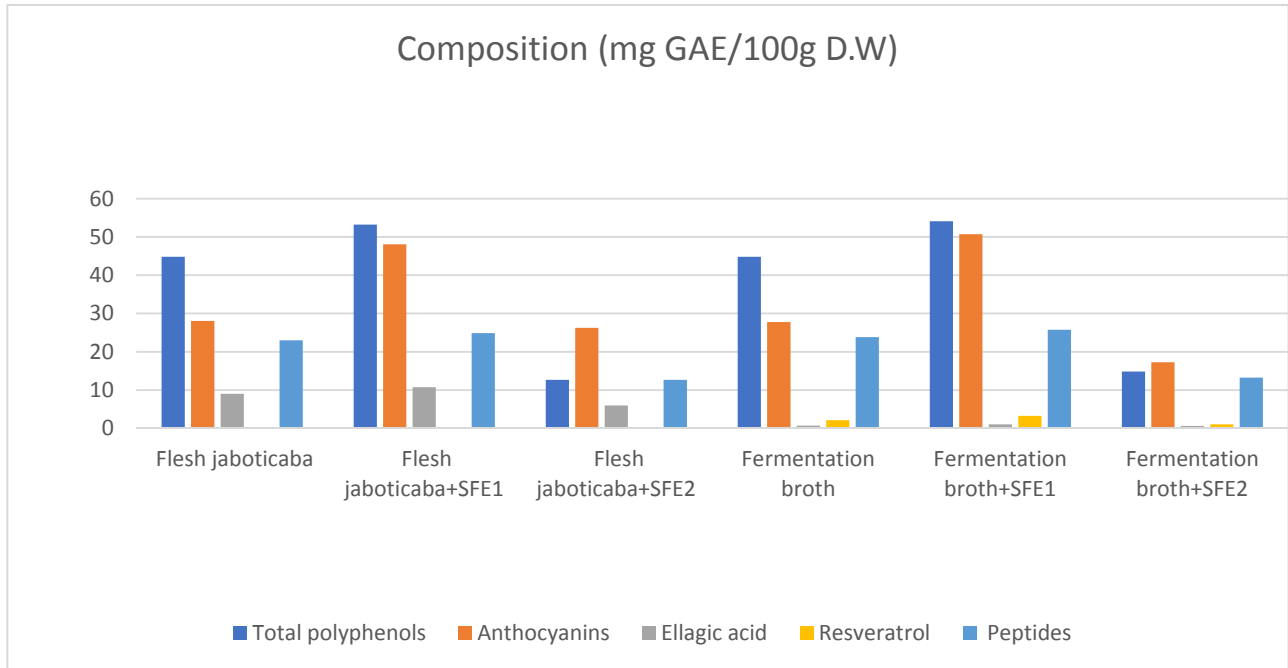


圖 1 不同嘉寶果樣品中揮發性化合物分析。

Figure 1 The volatile compounds of jaboticaba.

三、嘉寶果胺基酸含量分析

本研究使用嘉寶果之鮮果、鮮果經臨界萃取、鮮果經發酵處理、與發酵後經超臨界萃取等四種實驗樣品，並針對標的胺基酸進行檢測分析，其結果如表 2 所示。經發酵程序加工，其產品中最豐富的氨基酸是色胺酸為 0.43 g/kg，其次是穀胺酸 0.42 g/kg，均比鮮果高。而經超臨界流體萃取處理後，以穀胺酸 0.69 g/kg 含量最高，其次是色胺酸 0.48 g/kg，結果顯示，Jaboticaba 以不同加工方式，並應用超臨界流體萃取後，是可以提升產品中某些胺基酸的含量達 60-80%，且都優於鮮果所含胺基酸含量。由結果得知，嘉寶果經發酵加工後，可以產出特定的胺基酸成分與提升產品胺基酸含量 (Alejandro et al., 2013)

四、DPPH 自由基清除率

本研究使用嘉寶果之鮮果、鮮果經臨界萃取、鮮果經發酵處理、與發酵後經超臨界萃取等四種實驗樣品，並針對嘉寶果之 DPPH 自由基清除率進行檢測，其結果如圖 2 所示。發酵液與超臨界萃取實驗樣品，在 DPPH 自由基清除率無顯著差異，均達 91.75% 以上。而 DPPH 自由基清除率最高，以發酵後經超臨界萃取實驗樣品，達 96.03%。然而，鮮果 DPPH 自由基清除能力經分析也高達 91.75%，整體而言，鮮果、經發酵與超臨界萃取實驗樣品，其 DPPH 清除率均超過 90%，在統計學上差異不大， $p < 0.05$ 。綜合上述，嘉寶果作為天然蔬果具有良好的體外抗氧化能力，並可以抑制糖解酵素的活性 (陳柏棟，2020)。

五、總抗氧化活性 (Total antioxidant activity; TAA)

以樣品清除 ABTS (2,2-azinobis-3-ethyl benzothiazoline-6-sulphonic acid) 自由基的能力測定總抗氧化活性。Jaboticaba 的 ABTS 自由基清除能力，無論是鮮果、發酵液或經超臨界萃取，均沒有顯著差異如圖 3 所示。其發酵液清除能力，為 90.38%，而超臨界萃取液的清除能為

90.80%。因此，ABTS 自由基的清除能力，發酵液與超臨界萃取液，之間的差異非常小，但高於鮮果 54.6%。研究指出嘉寶果具有抗氧化、抗癌的功效，其主要成分含有花青素、鞣花酸、沒食子酸、鞣花單寧、類黃酮等多酚物質，Jaboticaba 果籽水萃取物具有誘導口腔癌細胞(HSC-3)凋亡功效，隨著萃取物濃度的升高，caspase-3 活性提升，能有效的抑制癌細胞的生長 (Wang et al., 2014)。

表 2 不同嘉寶果樣品中氨基酸含量 (g/Kg)

Table 2 Concentration of amino acid (g/Kg) in jaboticaba

Amino acid	Flesh jaboticaba	Flesh jaboticaba+SFE1	Fermentation broth	Fermentation broth+SFE2
Tryptophan	0.12 ± 0.05 ^c	0.28 ± 0.16 ^b	0.43 ± 0.00 ^b	0.48 ± 0.01 ^{a*}
Glutamic acid	0.39 ± 0.01 ^c	0.58 ± 0.11 ^b	0.42 ± 0.03 ^b	0.69 ± 0.25 ^{a*}
Arginine	0.16 ± 0.00 ^c	0.20 ± 0.02 ^b	0.35 ± 0.02 ^a	0.41 ± 0.00 ^{a*}
Lysine	0.35 ± 0.22 ^b	0.42 ± 0.01 ^c	0.32 ± 0.03 ^c	0.45 ± 0.02 ^a
leucine	0.15 ± 0.03 ^c	0.18 ± 0.01 ^c	0.18 ± 0.00 ^c	0.19 ± 0.01 ^a
Aspartic acid	0.37 ± 0.32 ^b	0.39 ± 0.00 ^a	0.38 ± 0.01 ^c	0.40 ± 0.01 ^a

*Different letters indicated significant differences. $p < 0.05$.

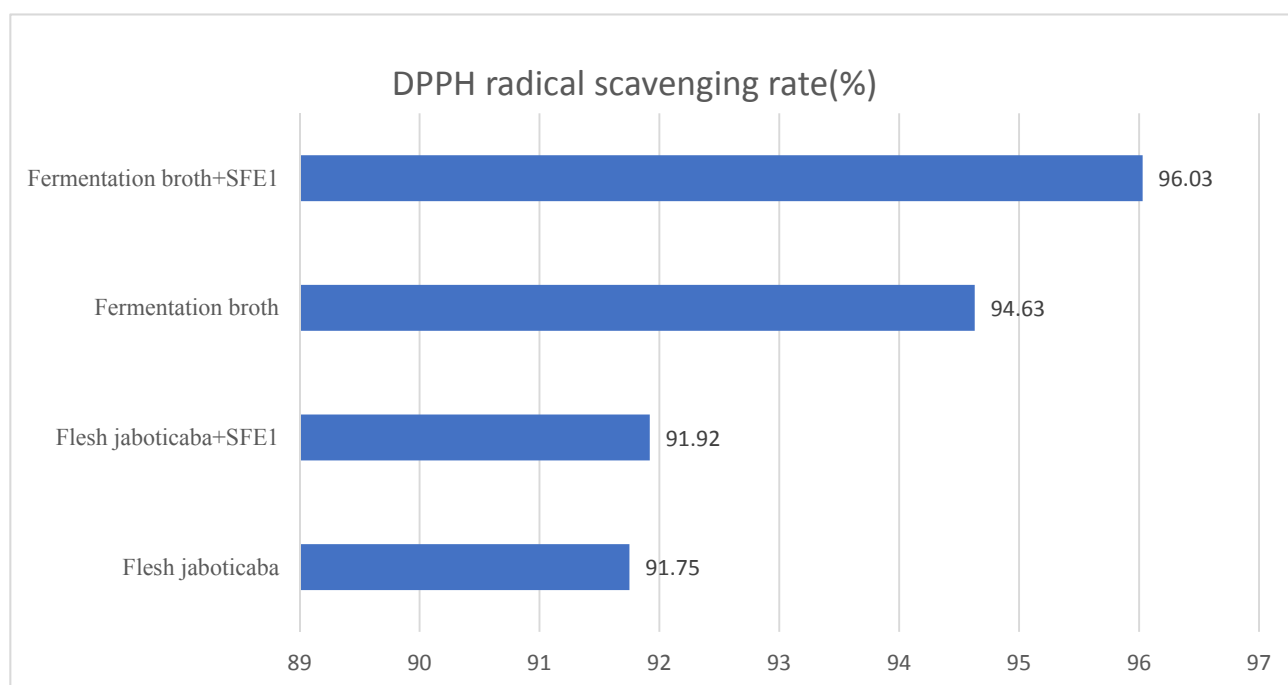


圖 2 不同嘉寶果樣品中之 DPPH 抗氧化能力比較。

Figure 2 Jaboticaba for DPPH Antioxidant capacity.

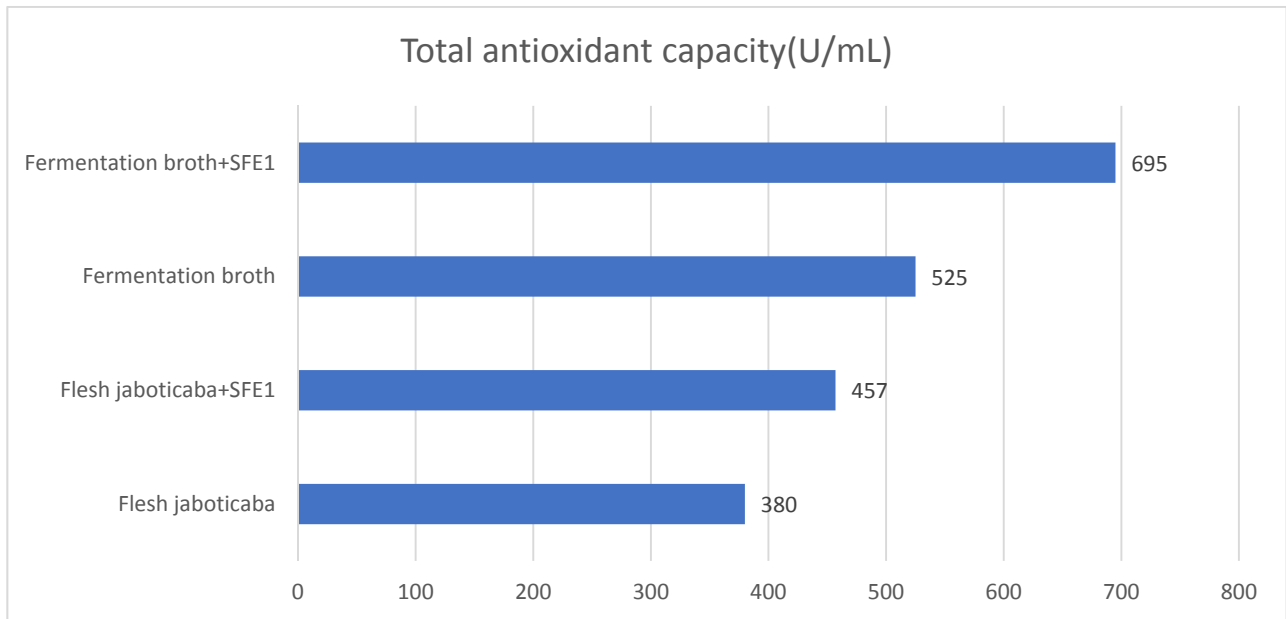


圖 3 不同嘉寶果樣品中之總抗氧化能力比較。

Figure 3 Jaboticaba for total Antioxidant capacity.

肆、結論

本研究整體而言，Jaboticaba 含有營養豐富的多酚化合物與很強抗氧化物質。然而，應用發酵技術與超臨界萃取技術，來提升有效成分和揮發性化合物的加值化，其成分與含量是有顯著性的差異化。Jaboticaba 經發酵後，風味優越，抗氧化能力亦強，適合開發成原汁發酵液健康飲品。另將 Jaboticaba 發酵後再應用超臨界萃取，更具有很強的抗氧化能力與豐富的揮發性化合物及小分子胺基酸，適合開發成相關的抗發炎或助眠的保健食品。因此，利用發酵技術與搭配超臨界萃取技術的加值化，是可以提供相關有效成分數據，運用於抗發炎或促進助眠的臨床研究與開發經濟效益高的商品。

伍、參考文獻

中文部分

陳柏棟(2020)。不同部位之嘉寶果萃取物其抗氧化及其抑制糖解酵素之作用(未出版之碩士論文)。靜宜大學，臺中市。

英文部分

- Alezandroa MR, Granato D, Genovese MI. (2013). Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg), a Brazilian grape-like fruit, improves plasma lipid profile in streptozotocin-mediated oxidative stress in diabetic rats. *Food Res Int.* 54(1):650-659. doi:10.1016/j.foodres.2013.07.041
- Albuquerque, B. R., Pereira, C., Calhelha, R. C., Alves, M. J., Abreu, R. M. V., Barros, L.(2020). Jaboticaba residues (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) berg) are rich sources of valuable compounds with bioactive properties. *Food Chem.* 309, 30. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125735
- Boldori, J. R., Moraes, L. D., Rodrigues, C. D., Tambara, A. L., Denardin, C. C. (2023). Involvement

- of the DAF-16/FOXO pathway in the antioxidant activity of the jaboticaba (*Myrciaria trunciflora*) extract against various stressors using *Caenorhabditis elegans*. *Chem Biodivers.* 20(5):e202201046. doi: 10.1002/cbdv.202201046
- Chiu, K. L., Cheng, Y. C., Chen, J. H., Chang, J., & Yang, P. W., Supercritical fluids extraction of Ginkgo ginkgolides and flavonoids. *Journal of Supercritical Fluids.* 2002, 24:77-87
- Correia, V. T. D., Da Silva, P. R., Ribeiro, C. M. S., Ramos, A., Mazzinghy, A. C. D., Silva, V. D. M., et al. (2022). An integrative review on the main flavonoids found in some species of the myrtaceae family: phytochemical characterization, health benefits and development of products. *Plants.* 11(20), 2796. doi: 10.3390/plants11202796
- CNS (N6221) Method of test for fruit and vegetable juices and drinks — Determination of free amino acids, 2005.
- Da Silva-Maia, J. K., Nagalingam, A., Cazarin, C. B. B., Marostica Junior, M. R., Sharma, D. (2023). Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel extracts induce reticulum stress and apoptosis in breast cancer cells. *Food Chem.* 22:6:100167. doi: 10.1016/j.fochms.2023.100167
- Fernandes, F., Fonteles, T. V., Rodrigues, S., De Brito, E. S., Tiwari, B. K. (2020). Ultrasound-assisted extraction of anthocyanins and phenolics from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) peel: kinetics and mathematical modeling. *J. Food Sci. Technology-Mysore.* 57, 2321–2328. doi:10.1007/s13197-020-04270-3
- Ferreira, P. R., Pinheiro, F. D. A., Duarte, M. D. S., Silva, W. D., Reis, N. R. D., Marques, D. B. D., et al. (2021). Effect of jaboticaba and pequi extracts on gene expression of antioxidant enzymes in C2C12 mouse muscle cells. *Res. Soc. Dev* 10, e375101018864. doi:10.33448/rsd-v10i10.18864
- Fremont, Lucie. *Biological Effects of Resveratrol.* Life Sci. Jan 2000, 66 (8): 663 – 673. doi:10.1016/S0024-3205(99)00410-5.
- Geraldi, M. V., Cazarin, C. B. B., Cristianini, M., Vasques, A. C., Geloneze, B., Maróstica Júnior, M. R. (2021). Jaboticaba juice improves postprandial glucagon-like peptide-1 and antioxidant status in healthy adults: a randomized crossover trial. *Br. J. Nutr.* 15:1-29. doi:10.1017/S0007114521004530
- Hsu, J. D., Wu, C. C., Hung, C. N., Wang, C. J., Huang, H. P. (2016). *Myrciaria cauliflora* extract improves diabetic nephropathy via suppression of oxidative stress and inflammation in streptozotocin-nicotinamide mice. *J Food Drug Anal.* 24, 730–737. doi:10.1016/j.jfda.2016.03.009
- Inada, K. O. P., Duarte, P. A., Lapa, J., Miguel, M. A. L., Monteiro, M. (2018). Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) juice obtained by steam-extraction: phenolic compound profile, antioxidant capacity, microbiological stability, and sensory acceptability. *J Food Sci Technol.* 55(1):52–61. doi:10.1007/s13197-017-2769-3
- Inada, K. O. P., Leite, I. B., Martins, A. B. N., Fialho, E., Tomas-Barberan, F. A., Perrone, D., et al. (2021). Jaboticaba berry: a comprehensive review on its polyphenol composition, health effects,

- metabolism, and the development of food products. *Food Res. Int.* 147:110518. doi:10.1016/j.foodres.2021.110518
- Liang, M. T., Yang, C. H., Li, S. T., Yang, C. S., Chang, H. W., Liu, C. S., Cham, T. M. & Chuang, L. Y., Antibacterial and antioxidant properties of *Ramulus Cinnamomi* using supercritical CO₂ extraction. *European Food Research & Technology* 2008, 227: 1387-1396. doi:[10.1007/s00217-008-0857-3](https://doi.org/10.1007/s00217-008-0857-3)
- Li, J., Wang, H. R., Lin, Z. B., Huang, J. X., Li, X. D. (2020). Effects of storage and heat treatment on polyphenols content in mulberry wine. *Food Industry* 41, 30–34.
- Lima, R., Silva, M. V. T., Gomes, B. A., Macedo, E., Santana, M. N., Amaral, A. C. F., et al. (2023). Chemical profile and hematoprotective activity of artisanal jaboticaba (*Plinia jaboticaba*) wine and derived extracts. *Fermentation*, 9(2), 157. doi: 10.3390/fermentation9020157
- Liu, M., Fu, X. T., Wang, L., Xu, J. C., Gao, X. (2022). Fermentation optimization of kelp-apple compound juice beverage and the antioxidant activity of its fermentation system. *Sci. Technol. Food Industry*, 43, 214–220. doi:10.13386/j.issn1002-0306.2021060184
- Massa, N. M. L., De Oliveira, S. P. A., Rodrigues, N. P. A., Menezes, F., Dos Santos Lima, M., Magnani, M., de Souza, E.L. (2022). In vitro colonic fermentation and potential prebiotic properties of pre-digested jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) berg) by-products. *Food Chem*, 15:388, 133003. doi:10.1016/j.foodchem.2022.133003
- Pereira, L. D., Barbosa, J. M. C., Da Silva, A. J. R., Ferri, P. H., Santos, S. C. (2017). Polyphenol and ellagitannin constituents of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) and chemical variability at different stages of fruit development. *J. Agric. Food Chem*, 65, 1209–1219. [http//doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02929](http://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02929)
- Qiu, S. L., Lin, B. M., Zheng, K. B., Wu, M. H., Hong, J. M. (2021). Volatile components in flowers, fruits and leaves of jaboticaba at different developmental stage. *J. Trop. Subtropical Bot*, 30, 423–433. doi: 10.11926/jtsb.4451
- Reynertson, K. A., Wallace, A. M., Adachi, S., Gil, R. R., Yang, H., Basile, M. J., D'Armiento, J., Weinstein, I. B., Kennelly, E. J. (2006). Bioactive depsides and anthocyanins from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). *J. Nat Prod*, 8, 1228-30. doi: 10.1021/np0600999.
- Sarkar, T., Salauddin, M., Roy, A., Sharma, N., Sharma, A., Yadav, S., et al. (2023). Minor tropical fruits as a potential source of bioactive and functional foods. *Crit Rev Food Sci. Nutr*, 63(23):6491-6535. doi:10.1080/10408398.2022.2033953
- Tao, Y., Sun, D. W., Górecki, A., Błaszczak, W., Lamparski, G., Amarowicz, R., et al. (2016). A preliminary study about the influence of high hydrostatic pressure processing in parallel with oak chip maceration on the physicochemical and sensory properties of a young red wine. *Food Chem*, 194, 545–554. doi:10.1016/j.foodchem.2015.07.041
- Torel, J., Cillard, J., and Cillard, P., Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. *Phytochemistry* 1986, 25: 383-385. doi:10.1016/S0031-9422(00)85485-0
- Wang, Z., Feng, Y., Yang, N., Jiang, T., Xu, H., Lei, H. (2022). Fermentation of kiwifruit juice from

two cultivars by probiotic bacteria: bioactive phenolics, antioxidant activities and flavor volatiles. *Food Chem*, 373, 131455. doi:10.1016/j.foodchem.2021.131455

Wang, W. H., Tyan, Y. C., Chen, Z. S., Lin, C. G., Yang, M. H., Yuan, S. S., et al. (2014). Evaluation of the antioxidant activity and antiproliferative effect of the jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) seed extracts in oral carcinoma cells. *BioMed. Res. Int.* 2014, 185946. [http//doi.org/10.1155/2014/185946](http://doi.org/10.1155/2014/185946)

Zhao, D. K., Shi, Y. N., Petrova, V., Yue, G. G. L., Negrin, A., Wu, S. B., et al. (2019). Jaboticabin and related polyphenols from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) with anti-inflammatory activity for chronic obstructive pulmonary disease. *J. Agric. Food Chem*, 67, 1513–1520. [http//doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05814](http://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05814)