

樹葡萄葉水萃取物抗氧化與抗菌活性之研究

吳文童^{1,4*}、高而仕²、毛佩娟³、林峻霆⁴、許如娟⁴、謝沛怡⁴

¹美和科技大學食品營養系、²國立臺中科技大學美容系、

³南臺科技大學餐旅管理系、⁴美和科技大學生物科技系

摘要

樹葡萄 (Jaboticaba)，又稱嘉寶果，其葉部富含多種酚類化合物，具潛在生物活性，然相關研究仍相對有限。本研究以水為萃取溶劑，探討不同料液比樹葡萄葉水萃取物 (Jaboticaba leaf water extract, JLWE) 之抗氧化與抗菌活性，並評估其作為化粧品天然抗菌原料之應用潛力。結果顯示，以樹葡萄葉與水比例為 1:15 所製備之 JLWE，在抗氧化與抗菌表現上較為顯著。於抗氧化試驗中，當 JLWE 濃度為 4.03 mg/mL 時，其抗氧化能力可達 63.9%；於抗菌試驗中，JLWE 對金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)、大腸桿菌 (*Escherichia coli*)、白色念珠菌 (*Candida albicans*) 及綠膿桿菌 (*Pseudomonas aeruginosa*) 皆具有明顯抑制效果，其最小抑菌濃度 (MIC) 分別為 4.03 mg/mL、16.1 mg/mL、16.1 mg/mL 與 16.1 mg/mL。綜合結果顯示，樹葡萄葉可透過極性水萃方式有效萃取出具抗氧化與抗菌活性之成分，所獲萃取物具備良好安全性與應用彈性，適合作為化粧品配方中之天然抗菌或輔助防腐原料，並符合永續與循環經濟原料開發之趨勢。

關鍵詞：樹葡萄葉、水萃取物、抗氧化、抗菌

*通訊作者：吳文童；Email：x00011355@meiho.edu.tw

文章類別：研究論文(Full Paper)

Antioxidant and Antibacterial Activity of Jaboticaba Leaf Water Extract

Wen-Tung Wu^{1,4*}、Erl-Shyh Kao²、Pei-Chuan Mao³、
Jun-Ting Lin⁴、Ru-Juan Hu⁴、Pei-Yi Hsieh⁴

¹Department of Food Science and Nutrition, Meiho University, Pingtung County 912, ²Department of Beauty Science, National Taichung University of Science and Technology, Taichung City 403, ³Department of Hospitality Management, Southern Taiwan University of Science and Technology, Tainan City 710, ⁴Department of Biological Science and Technology, Meiho University, Pingtung County 912, Taiwan (R.O.C.)

Abstract

The leaves of Jaboticaba has rich various phenolic compounds with potential bioactivities; however, related studies remain relatively limited. This study investigated the antioxidant and antimicrobial activities of Jaboticaba leaf water extracts (JLWE) prepared at different leaf-to-solvent ratios using water as the extraction solvent, and evaluated their potential application as a natural antimicrobial ingredient in cosmetics. Results showed that JLWE prepared at a leaf-to-water ratio of 1:15 exhibited the most pronounced antioxidant and antimicrobial effects. In the antioxidant assay, JLWE at a concentration of 4.03 mg/mL achieved 63.9% radical scavenging activity. In antimicrobial tests, JLWE demonstrated significant inhibitory effects against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, and *Pseudomonas aeruginosa*, with minimum inhibitory concentrations (MICs) of 4.03, 16.1, 16.1, and 16.1 mg/mL, respectively. Overall, the results indicate that Jaboticaba leaves can effectively yield bioactive components with antioxidant and antimicrobial activities through polar water extraction. The resulting extract exhibits good safety and application flexibility, making it suitable as a natural antimicrobial or auxiliary preservative in cosmetic formulations, aligning with trends in sustainable and circular economy-based ingredient development.

Keywords: Jaboticaba leaves, Water extract, Antioxidant, Antimicrobial

*Correspondence: Wu, Wen-Tung; E-mail : x00011355@meiho.edu.tw

壹、緒論

近年來，隨著化粧品產業朝向天然化、低刺激性與永續發展之方向邁進，植物來源之生物活性成分逐漸成為化粧品原料研發的重要趨勢。其中，多酚與類黃酮等酚類化合物因具備良好之抗氧化與抗菌特性，不僅可協助抑制產品中微生物生長、降低污染風險，亦有助於延緩配方氧化劣化，提升產品穩定性與附加價值，已被廣泛應用於化粧品配方中，作為抗氧化劑、抗菌劑或輔助防腐系統之組成⁽¹⁻³⁾。此外，研究亦指出，天然多酚類原料有助於降低合成防腐劑使用量，並提升消費者對產品安全性與天然形象之接受度⁽⁴⁾。

樹葡萄 (*Jaboticaba*)，又稱嘉寶果，為原產於南美洲之熱帶果樹，近年因其果實與果皮富含花青素、多酚與原花青素等生物活性成分而受到高度關注。相關研究指出，樹葡萄果實與果皮萃取物具有顯著之抗氧化、抗發炎及抗菌潛力，並被認為可應用於功能性食品及天然原料之開發⁽⁵⁻⁶⁾。此外，樹葡萄果皮及其加工副產物之多酚萃取物已被證實可抑制多種微生物生長，其抗菌作用可能與破壞細胞膜完整性、干擾細胞代謝及抑制生物膜形成等機制有關⁽²⁾⁽⁷⁾。

相較於果實與果皮，樹葡萄葉部之研究明顯不足。然而，已有研究顯示，樹葡萄葉中同樣富含多種類型之酚類化合物，包括黃酮類、酚酸及縮合單寧等，其主要成分如 quercetin、myricetin 及其衍生物，顯示其具備良好之抗氧化潛力⁽⁸⁾⁽⁹⁾。上述酚類化合物可透過提供氫離子或電子以清除自由基，並藉由金屬離子螯合作用抑制氧化反應進行，相關抗氧化機制已於多種植物葉片研究中獲得證實⁽¹⁾⁽¹⁰⁾。此外，植物來源之多酚與類黃酮化合物除具抗氧化能力外，亦可透過改變微生物細胞膜通透性、抑制核酸與蛋白質合成、干擾能量代謝或抑制生物膜形成等方式產生抑菌效果，並已被廣泛應用於食品保鮮與天然防腐系統之研究中⁽²⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾。基於上述研究結果，推測樹葡萄葉中所含之多酚與類黃酮成分，亦可能具有相似之抗菌潛力，惟目前直接針對其應用於化粧品領域之實證研究仍相對缺乏。

目前針對樹葡萄葉之研究多採用甲醇、乙醇或乙酸乙酯等有機溶劑進行萃取，雖可提升多酚回收率，但在化粧品實務應用上仍存在溶劑殘留、安全性評估及法規限制等問題⁽⁸⁾⁽¹³⁾。相較之下，以水為萃取溶劑具備安全性高、環境友善、成本低且符合法規趨勢等優勢，亦較符合天然化粧品原料之開發需求⁽¹³⁻¹⁴⁾。然而，目前針對樹葡萄葉水萃取物之抗氧化與抗菌活性，相關研究仍相對有限，特別是在不同萃取條件對其總酚、總類黃酮含量及生物活性影響之系統性評估尚未建立。

近年來，天然植物萃取物已被廣泛應用於化粧品中，作為抗氧化、抗菌或輔助防腐原料，以降低合成防腐劑之使用量並提升產品安全性與消費者接受度⁽³⁻⁴⁾。

在此背景下，若能進一步建立樹葡萄葉水萃取物之抗氧化與抗菌基礎資料，將有助於其於天然化粧品原料領域之應用，並促進農業副產物之高值化利用與循環經濟發展⁽¹³⁾。因此，本研究以水為萃取溶劑，探討不同料液比條件下樹葡萄葉水萃取物之抗氧化能力、抗菌活性，以及總酚與總類黃酮含量，藉此評估其作為天然化粧品抗菌或輔助防腐原料之應用潛力，並提供未來天然植物原料開發與實務應用之參考依據。

貳、 研究材料與方法

一、實驗材料與菌株

樹葡萄葉取自果園，採集後清洗、乾燥並粉碎備用。本研究所使用之微生物菌株包括大腸桿菌 (*Escherichia coli* ATCC 25922)、綠膿桿菌 (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 2753)、金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus* ATCC 29123) 及白色念珠菌 (*Candida albicans* ATCC 10231)，皆購自生物資源保存及研究中心 (Bioresource Collection and Research Center, BCRC)，上述菌株亦為化粧品中常見之指標或污染微生物。

Luria-Bertani (LB) broth、Tryptone soya broth (TSB)、Yeast extract powder 及 Malt extract powder 購自 HiMedia Laboratories Pvt. Ltd. (India)。Gallic acid、Folin-Ciocalteu's phenol reagent、Quercetin dihydrate、Aluminum chloride、2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)、Potassium acetate、3,4-dihydroxy-L-phenylalanine (L-DOPA)、mushroom tyrosinase 及 ascorbic acid 皆購自 Sigma-Aldrich Corporation (St. Louis, MO, USA)。

二、樹葡萄葉水萃取方法

取 3 g 乾燥之樹葡萄葉粉末，分別加入不同比例之去離子水，置於水浴鍋中隔水加熱煮沸 15 分鐘，放冷後以抽氣過濾方式取得 JLWE。為計算萃取率，取 3 mL 萃取液置於 70 °C 烘箱中乾燥 72 小時至完全乾燥，秤量其乾燥重量並扣除空瓶重量後計算萃取率。萃取率之計算公式如下：

萃取率 (%) = (萃取物乾燥後重量 / 樹葡萄葉原始重量) × 100%

所得 JLWE 於後續實驗中作為抗氧化及抗菌活性分析之樣品。

三、總酚含量測定

總酚含量測定參考 Müller 等人⁽¹⁶⁾之方法並加以修飾，採用 Folin-Ciocalteu 比色法進行分析。取 40 μL 不同濃度之樣品溶液，加入 400 μL Folin-Ciocalteu

試劑，混合震盪後於 37 °C 反應 30 分鐘，再加入 320 μ L 0.1 M 碳酸鈉溶液，於 37 °C 反應 30 分鐘後離心 30 秒，取上清液 200 μ L 於 750 nm 測定吸光值。每組實驗皆進行三重複。以沒食子酸 (gallic acid) 作為標準品，結果以每克萃取物中所含總酚量之毫克數表示 (mg GAE/g)。

四、總類黃酮含量測定

總類黃酮含量測定參考 Chandra 等人⁽¹⁵⁾之方法並加以修飾。取 125 μ L 不同濃度之樣品溶液，加入 375 μ L 75% 乙醇、25 μ L 10% 氯化鋁溶液 (空白組以去離子水取代) 及 25 μ L 1 M 醋酸鉀，混合震盪後於 37 °C 反應 30 分鐘，取 200 μ L 於 415 nm 測定吸光值。每組實驗進行三重複。以槲皮素 (quercetin) 為標準品，結果以每克萃取物中所含總類黃酮量之毫克數表示 (mg QE/g)。

五、DPPH 自由基清除能力測定

DPPH 自由基清除能力測定參考 Tailor 與 Goyal⁽¹⁷⁾之方法並加以修飾。將 975 μ L DPPH 溶液與 20 μ L 80% 乙醇混合後，加入 5 μ L 不同濃度之 JLWE，混合均勻後於室溫避光反應 30 分鐘。樣品依序進行 5、10、20、30 及 50 倍稀釋後測定。以分光光度計於 517 nm 測定吸光值，溶液顏色由紫色轉淡黃色之程度表示其自由基清除能力。每組實驗進行三重複。控制組為 DPPH 溶液加 80% 乙醇，空白組為樣品加 80% 乙醇。DPPH 自由基清除率依下列公式計算：
清除率 (%) = $[1 - (\text{樣品組} - \text{空白組}) / \text{控制組}] \times 100\%$

六、抑菌試驗

抑菌活性測定參考 Tendencia⁽¹⁸⁾之方法並加以修飾，採用紙錠擴散法 (disk diffusion method) 進行分析。將 100 μ L 各菌株菌液分別加入對應之 top agar (YM medium、Tryptic soy agar 或 LB medium)，混合後倒入已凝固之對應培養基平板中，待凝固後於培養基表面放置無菌紙錠，並於紙錠上滴加 10 μ L JLWE。培養基依各菌株生長條件倒置培養 24 小時後，觀察抑菌圈之形成並測量其直徑。每組實驗進行三重複。

七、最小抑菌濃度 (Minimal Inhibitory Concentration, MIC)

最小抑菌濃度定義為抑制微生物生長所需之最低樣品濃度。將 JLWE 適當稀釋，取 10 μ L 滴加於放置於培養基表面之紙錠上。培養條件同抑菌試驗，培養 24 小時後以肉眼觀察是否產生抑菌圈，菌株無生長之最低濃度即定義為 MIC。每組實驗進行二重複。

八、統計分析

所有實驗結果皆以平均值 \pm 標準差 (mean \pm SD) 表示。統計分析採用單因子變異數分析 (one-way ANOVA) 評估各組間差異，並以 $p < 0.05$ 為具有統計顯著性之判定標準。

參、結果與討論

一、樹葡萄葉水萃取物之萃取率分析

本研究以不同料液比 (1:15、1:20、1:25 及 1:30) 進行樹葡萄葉萃取，並比較其萃取濃度與萃取率之差異，其結果如表 1 所示。由結果發現，隨著料液比增加，萃取液中之濃度 (g/mL) 呈現逐漸下降趨勢，由 1:15 時之 16.1 g/mL 降至 1:30 時之 9.63 g/mL；然而，其萃取率則隨料液比提高而明顯上升，由 18.68% 增加至 29.36%。此結果顯示出較高之溶劑用量有助於提升樹葡萄葉中可溶性成分之整體萃取效率。當料液比較低時，溶劑可能較快達到溶解飽和狀態而限制活性成分之釋放；相對而言，提高料液比可增加溶劑與植物基質之接觸面積，促進水溶性化合物之擴散與溶出，進而提高總萃取率。此趨勢與先前關於植物葉片水萃取研究之結果一致，顯示溶劑比例為影響萃取效率之重要因素之一。

值得注意的是雖然高料液比 (1:30) 可獲得最高萃取率，但其萃取液濃度相對較低，顯示在實務應用上仍需於「萃取效率」與「萃取物濃縮度」之間取得平衡。對於化粧品原料開發而言，過低濃度之萃取液可能增加後續濃縮或乾燥製程之成本與能耗；相反地，適度提高萃取率則有助於原料利用率與副產物高值化。

綜合上述結果，樹葡萄葉以水為萃取溶劑時，料液比對萃取率具有顯著影響。後續研究可進一步結合抗氧化能力、抗菌活性及總酚與總類黃酮含量之分析結果，評估不同料液比條件下萃取物之功能性表現，藉以選擇兼具萃取效率與應用效益之最佳萃取條件，作為天然化粧品抗氧化或抗菌原料之開發基礎。

表 1、樹葡萄葉水萃取物之萃取率分析

料液比	濃度 (g/mL)	萃取率 (%)
1:15	16.1	18.68
1:20	13.65	23.21
1:25	12.2	25.6
1:30	9.63	29.36

二、樹葡萄葉水萃取物之總酚與類黃酮含量

JLWE 在不同料液比下之總酚與類黃酮含量如表 2 所示。結果顯示，總酚含量隨料液比增加而呈現上升趨勢，從 1:15 的 209.5 GAE mg/g 提升至 1:30 的 291.4 GAE mg/g，增加幅度顯著。相較之下，類黃酮含量並未隨料液比呈現一致變化，最高出現在料液比 1:20 (10.61 QE mg/g)，在 1:25 與 1:30 則分別下降至 7.26 與 7.78 QE mg/g。進一步分析顯示，隨著料液比增加，水萃取可溶性總酚之回收效率顯著提高，可能與溶劑用量增加時溶劑與植物基質接觸面積增加、促進水溶性酚類化合物擴散之效應有關。與此相比，類黃酮含量呈現非線性變化，顯示其萃取效率可能受到溫度、萃取時間或類黃酮與其他成分之競爭性溶解影響。

雖 1:30 料液比雖可獲得最高總酚含量，但其類黃酮濃度並未隨之提升，顯示在實務應用上，若目標為提升總酚含量可採高料液比，但若希望兼顧類黃酮量，則需進一步優化萃取條件或考慮二次萃取策略。從化粧品開發角度來看，總酚類化合物是天然抗氧化劑的主要來源，可清除自由基、延緩產品氧化，並有助於提升皮膚保護與抗老化功效。本研究結果顯示，JLWE 在高料液比條件下具備良好總酚含量，具有潛力作為天然化粧品抗氧化原料；同時，類黃酮含量的波動也提示在配方開發時需考量其萃取條件以兼顧多種活性成分。

綜合萃取率、總酚及類黃酮分析結果，本研究確認 JLWE 具有可觀的生物活性成分含量，並可依不同應用需求調整料液比，以達到最佳的功能性與實務效益。後續研究可進一步評估其抗氧化能力、抗菌活性與化粧品配方穩定性，以驗證其在天然化粧品中的應用潛力。

表 2、樹葡萄葉水萃取物之總酚與類黃酮

料液比	總酚 (以 GAEmg/g 計)	類黃酮 (以 QE mg/g 計)
1:15	209.5	8.62
1:20	209.3	10.61
1:25	211.1	7.26
1:30	291.4	7.78

三、樹葡萄葉水萃取物之 DPPH 自由基清除率

JLWE 在不同料液比(S/L ratio)的抗氧化活性。圖 1 結果顯示，隨著水比例的增加，抗氧化能力呈下降趨勢，1:15 的 JLWE 顯示最高的自由基清除率為 85.9%，而 1:20、1:25、1:30 的清除率依次下降至 80.6%、75.4% 和 65.3%。誤差線顯示各組間差異具有可重複性。結果顯示 JLWE 具有明顯的抗氧化能力，且抗氧化

活性與濃度呈正相關。較高濃度(1:15)的 JLWE 提供更多有效化合物(如多酚、黃酮或其他活性成分),可更有效清除自由基。隨著水比例增加, JLWE 活性化合物的濃度下降,導致抗氧化活性逐漸減弱。這種濃度依賴性現象與先前文獻報導的植物萃取物抗氧化性特徵一致。此外,本結果顯示 JLWE 在較低濃度下仍保有一定抗氧化能力(1:30 時仍達 65.3%),說明其在實際應用中可能具有一定生物活性潛力,可作為食品或保健品中抗氧化成分的候選來源。

如圖 2 所示,本研究測試 JLWE 在不同濃度下的活性或效應隨濃度增加而顯著增強。當濃度為 8 mg/ml 時,活性達到最高,平均值為 73.6%,且具有明顯的劑量依賴性下降趨勢。隨著濃度降低至 4 mg/ml,活性下降至 63.9%;進一步降低至 2 mg/ml 和 1 mg/ml 時,活性分別為 36.3% 和 20.6%。此結果說明,本 JLWE 的效應具有明顯的濃度依賴性,且高濃度下的效應顯著優於低濃度 ($p < 0.05$)。此外,誤差線顯示在高濃度下數據變異較小,表示試驗的穩定性較佳,而低濃度下變異相對較大,可能與測定靈敏度或樣品本身活性波動有關。這種劑量依賴性現象與文獻報告中類似活性物質的行為一致,暗示本樣品的作用可能通過濃度調控相關生物或化學機制發揮效果。未來研究可進一步探討其作用機制及最佳應用濃度範圍。

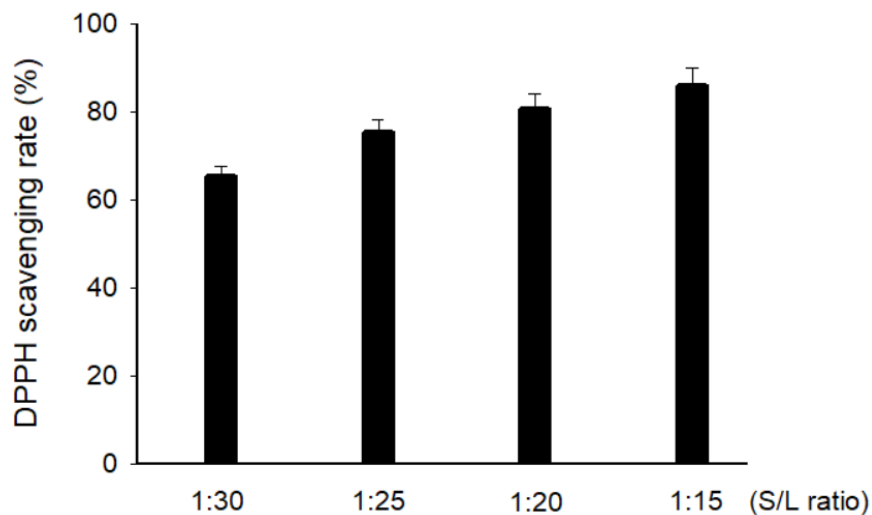


圖 1、不同料液比樹葡萄葉水萃取物的 DPPH 清除率

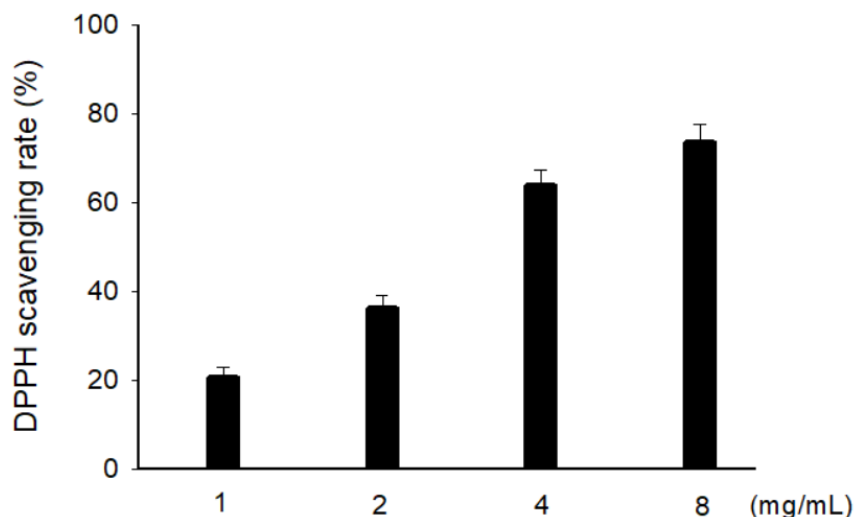


圖 2、不同濃度樹葡萄葉水萃取物的 DPPH 清除率

四、樹葡萄葉水萃取物之抑菌活性和最低抑菌濃度

本研究測試 JLWE 對四種微生物的抑制效果，包括金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)、大腸桿菌 (*Escherichia coli*)、白色念珠菌 (*Candida albicans*) 以及綠膿桿菌 (*Pseudomonas aeruginosa*)。抑制效果以最小抑菌濃度 (MIC, mg/mL) 及抑制圈直徑 (cm) 進行評估 (表 3)。

結果顯示，本萃取物對金黃色葡萄球菌的抑制活性最強，其 MIC 值為 4.03 mg/mL，明顯低於其他三種微生物，抑制圈雖小 (0.6 cm)，但仍反映出對革蘭氏陽性菌的高效性。相比之下，大腸桿菌、白色念珠菌及綠膿桿菌的 MIC 均為 16.1 mg/mL，顯示萃取物對革蘭氏陰性菌及真菌的抑制效果相對較弱。然而，大腸桿菌的抑制圈最大 (1.15 cm)，可能與其細胞壁結構及代謝活性影響萃取物擴散及作用效果有關。

綜合 MIC 與抑制圈結果，本萃取物對革蘭氏陽性菌的抑制能力明顯優於對革蘭氏陰性菌及真菌，這與多數植物來源萃取物普遍對革蘭氏陽性菌敏感的趨勢一致。此外，抑制圈大小與 MIC 之間並非完全線性相關，顯示抑制效果可能受微生物種類及萃取物物理化學性質共同影響。未來可進一步探討萃取物中活性成分及其作用機制，以優化抗菌應用。

表 3、樹葡萄葉水萃取物之最低抑菌濃度

抑制菌名稱	金黃色葡萄球菌	大腸桿菌	白色念珠菌	綠膿桿菌
MIC (mg/mL)	4.03	16.1	16.1	16.1
抑制圈 (cm)	0.6	1.15	1.05	0.8

肆、 結論

本研究結果顯示，樹葡萄葉可透過極性水萃方式有效萃取出具抗氧化與抗菌活性之成分。以樹葡萄葉與水比例為 1:15 所製備之水萃取物，在抗氧化與抑菌表現上皆具有良好效果，且對多種化粧品常見污染微生物展現明顯抑制能力。值得注意的是，該萃取條件下之抗氧化與抗菌活性並非單純取決於總酚或總類黃酮含量，顯示其活性可能與多種水溶性成分間之交互作用有關。

綜合而言，樹葡萄葉水萃取物具備製程簡單、安全性高及環境友善等優點，適合作為化粧品配方中之天然抗菌或輔助防腐成分，具有原料開發與實務應用之潛力。本研究亦可作為農業副產物再利用之參考，符合永續發展與循環經濟之原料開發趨勢。

參考文獻

1. Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015), Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects. *Journal of Functional Foods*, **18**, 820–897.
2. Daglia, M. (2012). Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, **23**, 174–181.
3. Lourith, N., & Kanlayavattanakul, M. (2013), Antioxidants and active ingredients from plants for cosmetic applications. *Industrial Crops and Products*, **46**, 21–28.
4. Dréno, B., Araviiskaia, E., Berardesca, E., Bieber, T., Hawk, J., Sanchez Viera, M., & Wolf, R. (2019), The skin microbiome and its influence on cosmetic products. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, **33**, 5–11.
5. Oliveira, A. L., Borges, G. D. S. C., Ferreira, D. S., & Alencar, S. M. (2022), Bioactive compounds, health-promotion properties and technological applications of jaboticaba (*Myrciaria* spp.): A review. *Food Research International*, **156**, 111168.
6. Alezandro, M. R., Dubé, P., Desjardins, Y., Lajolo, F. M., & Genovese, M. I. (2013), Comparative study of antioxidant capacity and phenolic composition of jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel and pulp. *Food Research International*, **54**, 197–204.

7. dos Santos, D. Y. A. C., et al. (2023), Antimicrobial activity of phenolic-rich extracts obtained from jabuticaba processing by-products. *Food Control*, **144**, 109319.
8. dos Santos, D. Y. A. C., et al. (2021), Phenolic profile and antioxidant activity of jabuticaba (*Myrciaria* sp.) leaves. *Journal of Food Composition and Analysis*, **96**, 103733.
9. Lima, M. C., et al. (2024), Bioaccessibility and antioxidant activity of jabuticaba leaf extracts after in vitro digestion. *Food Chemistry*, **431**, 137072.
10. Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1997), Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, **2**, 152–159.
11. Cushnie, T. P. T., & Lamb, A. J. (2011), Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, **38**, 99–107.
12. Tajkarimi, M. M., Ibrahim, S. A., & Cliver, D. O. (2010), Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*, **21**, 1199–1218.
13. Chemat, F., Abert-Vian, M., Fabiano-Tixier, A. S., Strube, J., & Vorobiev, E. (2019), Green extraction of natural products: Concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, **20**, 1–17.
14. Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., ... Omar, A. K. M. (2013), Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*, **117**, 426–436.
15. Chandra, S., Khan, S., Avula, B., Lata, H., Yang, M. H., Elsohly, M. A., & Khan, I. A. (2014), Assessment of total phenolic and flavonoid content, antioxidant properties, and yield of aeroponically and conventionally grown leafy vegetables and fruit crops: a comparative study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, 253875.
16. Müller, L., Gnoyke, S., Popken, A. M., & Böhm, V. (2010), Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. *LWT - Food Science and Technology*, **43**(6), 992-999.
17. Tailor, C. S., & Goyal, A. (2015), Isolation of phytoconstituents and in vitro antilithiatic by titrimetic method, antioxidant activity by 1, 1-diphenyl-2-picryl

hydrazyl scavenging assay method of alcoholic roots & rhizomes extract of *Hedychium coronarium* J. Koenig plant species. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 8(4), 225-229.

18. Tendencia, E. (2004). Disk diffusion method. In *Laboratory manual of standardized methods for antimicrobial sensitivity tests for bacteria isolated from aquatic animals and environment* (pp. 13-29). Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center.



臺灣化粧品科技學會
Society of Cosmetic Scientists of Taiwan