

國立臺灣海洋大學食品科學系碩士班

專題討論書面報告

探討植物多酚之不同萃取方法

授課老師：江孟燦 教授

吳俊逸 助理教授

指導教授：張祐維 教授

學 號：0093A001

學 生：楊家榕 (5152)

報告日期：113年03月06日

內容	時間掌控	表達能力	投影片	書面資料
40%	10%	30%	10%	10%

指導教授簽名：_____

1 探討植物多酚之不同萃取方法

2 楊家榕 (5152)

3 03/06/2024

4 大綱

5 一、前言

6 二、透過超聲波輔助和微波改善酪梨皮中的多酚萃取

7 三、酵素輔助萃取甜櫻桃果渣中生物活性的非萃取多酚

8 四、超臨界流體萃取短柄野芝麻花之萃取物的抗氧化活性和生物活性成分

9 五、總結

10 摘要

11 酚類化合物集結了大量具有高生物價值的生物活性，傳統的萃取方法不僅資源消耗大，
12 且萃取出來的酚類化合物產率也較低，為了在萃取過程中獲得最大多酚，探討透過非傳
13 統萃取方法之萃取，其優缺點及最適方法為何。根據研究結果，利用超音波輔助萃取酪
14 梨皮時可能會降解黃酮類和在萃取花青素時產生氧化反應，導致其總黃酮類及總花青素
15 的測定數據較低，而微波輔助萃取之生物活性表現良好，但其與超聲波結合萃取後效果
16 更為突出。酵素輔助萃取殘渣中的非萃取多酚，三種不同的酵素 (Depol、Promod、
17 Pectinase)、酸水解、鹼水解及浸泡法做比較，Promod 酵素和酸水解萃取出來的總酚量最
18 高，且酵素輔助萃取比酸和鹼水解更有效地從甜櫻桃果渣的殘渣中回收抗氧化劑，High
19 performance liquid chromatography -Size-exclusion chromatography, HPLC -SEC 測定鹼水
20 解、酸水解及酵素輔助萃取的非萃取多酚分子量分佈，最活躍的萃取物是透過酵素輔助
21 萃取使用 Promod 和 Depol 獲得的。超臨界流體萃取中利用超臨界二氧化碳和甲醇
22 作為共溶劑萃取乾燥的短柄野芝麻花，在條件為 50° C 下所獲得的總酚含量及抗氧化
23 活性最佳，此外，還用 Ultra Performance Liquid Chromatography -Photo Diode Array, UPLC
24 -PDA 定量酚類化合物，鑑定出了 13 種酚類化合物。四種非傳統萃取方法比較下來，
25 酵素萃取可萃取植物中之 NEPs，將其與同為低溫萃取方式 (例如：超音波萃取、超臨界
26 流體萃取) 結合，可能會達到更好的效果。

1 一、 前言

2 在循環經濟中，利用食品副產品以及採用綠色萃取方法強化了產業的可持續性，以促
3 進人類健康和福祉。酚類化合物，通常稱為多酚，集結了大量具有高生物價值的植物化
4 學物質，由於酚類化合物對抗氧化活性的健康改善能力，人類對這些化合物的攝入量不
5 斷增加。為了在萃取過程中獲得最大的多酚而不發生降解或修改，選擇萃取方法以及影
6 響萃取的主要因素是至關重要的，萃取過程旨在促進非降解酚類化合物的最大產量，從
7 而增加萃取物的生物活性 (Galanakis et al., 2013)。

8 非常規萃取方法，例如超臨界萃取、微波萃取、酵素萃取.....等，依賴於綠色化學
9 的概念，專注於基於處理時間的短缺、能源消耗、利用食品副產品以及減少或替代有機
10 溶劑的提取技術的開發 (Chemat et al., 2017a; Galanakis, 2013)。傳統的萃取方法，如浸
11 泡法，傳統上用於獲得多酚，但資源消耗很大 (Ameer et al., 2017)，因此非傳統方法旨
12 在減少經濟和生態的負面影響 (Chemat et al., 2017b)。

13 本篇利用四種非常規萃取方式來獲得酚類化合物，首先是超音波輔助萃取
14 (Ultrasound-assisted extraction, UAE) 和微波輔助萃取 (Microwave-assisted extraction,
15 MAE) 是高效率的非常規萃取方法，由於其成本合理、易於擴展以及萃取不同極性分子
16 的多功能性，比加壓液體萃取、亞臨界和超臨界流體萃取以及加速溶劑萃取具有優勢
17 (Nayak et al., 2015; Nipornram et al., 2018)。UAE 在特定溫度和特定時間是決定萃
18 取效率的因素 (Chemat et al., 2017b)，微波熱取決於溶劑的極性介電特性、功率和時間
19 (Nayak et al., 2015)。

20 再來是酵素輔助萃取 (Enzyme assisted extraction, EAE)，植物細胞壁由一系列複雜結
21 構的多醣組成，這種結構賦予細胞穩定性和對細胞內成分萃取的抵抗力，因此具有特定
22 水解特性的被用來破壞這種基質，與傳統方法相比還具有溫和的反應條件、使用整個植
23 物材料的可能性、需要較少步驟的過程，可以萃取大量具有高生物利用度和質量的生物
24 活性化合物等優點 (Gligor et al., 2019)。

25 最後是超臨界流體萃取 (Supercritical Fluid Extraction, SFE)，是一種先進且環保的技
26 術，從不同材料中萃取生物活性化合物，適合萃取熱不穩定的化學品，因為它不需要大
27 量的溶劑加熱，但限制之一是二氧化碳是一種非極性溶劑，單獨使用可能無法有效萃取
28 酚類等極性化合物，因此應用甲醇、水或乙醇作為助溶劑或改質劑來增強超臨界二氧化
29 碳的溶解能力，提高其對難溶性溶質 (生物鹼、酚類和糖苷化合物) 的親和力，增加溶

1 解度以及萃取率與操作壓力和溫度的關係。

2 本篇目的在比較透過非常規萃取方法所測定出來的總酚含量，找出萃取多酚最佳萃取
3 方式。

4

5 二、 透過超聲波輔助萃取和微波輔助萃取改善酪梨皮中的多酚

6 (Trujillo-Mayol et al., 2019)

7 UAE 和 MAE 是高效的非常規萃取方法，可以提取不同極性的分子 (Nayak et al.,
8 2015; Nipornram et al., 2018)。

9 酪梨皮為多酚的重要來源，副產品（皮和種子）通常被視為廢棄物 (Hernández-López
10 et al., 2011)，但在酪梨皮中，酚類含量更為顯著，酪梨皮中主要的酚類成分為兒茶素、
11 槲皮素、羥基肉桂酸、綠原酸及其衍生物，以及原花青素 A 和 B (Figuroa et al., 2018)。

12 本研究的目標是應用 UAE 和 MAE ，及結合這兩種方法以接近最大的總酚含量
13 (Total Polyphenol Content, TPC)。該研究旨在確定植物化學特性（產量、TPC、總類黃
14 酮含量[Total Flavonoid Content, TFC)和總花青素含量[Total Anthocyanin Content, TAC]）、
15 抗氧化能力 (DPPH、FRAP 和 Lipid peroxidation, LPO)。

16 比較不同萃取方法觀察到顯著差異，雖然對於產量和 TPC 在 UAE 和 MAE 之間
17 未觀察到顯著差異，但 U-MAE 方法呈現了較高的值也表現出高效率，它僅需 86% 的
18 時間即可達到最大 TPC ，而浸泡法值則較低（表一）。在浸泡過程中缺乏加熱釋放了
19 對熱敏感的酚類化合物，這些酚類化合物在進一步的熱步驟（溶劑蒸發）之後可能會降
20 解。TFC 在浸泡法、MAE 和 UAE 之間沒有顯著差異，但浸泡法的值最高，而 UAE
21 的值最低。在某些情況下，超聲波會修改和降解黃酮類，降低其活性(Chowdhury &
22 Viraraghavan, 2009)。酪梨皮是花青素的優秀來源，在組合方法呈現出較高的 TAC ，其
23 次是 MAE 和浸泡法，UAE 的效果較差（表一）。UAE 萃取物中較低的 TAC 可能
24 是受到超聲波產生的氧化反應的影響。U-MAE 的酪梨皮萃取物在 DPPH、FRAP 和
25 LPO 值上展示了更大的抗氧化能力。

26

27 三、 酵素輔助萃取甜櫻桃果渣中生物活性的非提取多酚

28 (Dominguez-Rodriguez, Marina, & Plaza, 2021)

29 甜櫻桃含有類胡蘿蔔素、血清素、褪黑激素和大量的酚類化合物 (Ballistreri et al., 2013;

1 Goncalves et al., 2019), 短暫的壽命, 使其被加工成各種產品, 如果醬或果汁等
2 (Yilmaz et al., 2015), 但產生了大量的廢棄物, 例如果渣。儘管其他的萃取技術更具選擇
3 性並產生更大的萃取產量, 仍有非萃取多酚 (Non-extracted polyphenols, NEPs) 保留在
4 萃取殘渣中, 它們是高分子量的聚合多酚或與大分子量酚類結合的個別低分子量酚類
5 (即多醣體, 蛋白質等) 在萃取中由於與樣本基質的不同相互作用而難以溶解的部分
6 (Perez-Jimenez & Torres, 2011)。

7 表二顯示, 酚類含量最豐富的萃取物是透過酸水解 (1.87 ± 0.05 mg GAE/g 萃取殘
8 渣) 和 Promod 酵素 (1.75 ± 0.20 mg GAE/g 萃取殘渣) 而獲得的萃取物。使用果膠
9 酶的含量最低。在櫻桃果渣 (未回收 NEPs) 中用傳統萃取技術萃取可萃取酚類化合物
10 顯示出最低的 TPC 值 (0.38 ± 0.01 mg GAE/g 樣品)。結果證實, 從櫻桃果渣中萃取
11 可萃取酚類化合物後, 櫻桃果渣萃取殘渣中仍存在酚類化合物, 且萃取殘渣中的 TPC
12 比櫻桃果渣萃取物中的 TPC 高 4-5 倍。

13 為了測定櫻桃果渣萃取殘渣中殘留的高分子聚合多酚的含量, 採用 Dimethylacetamide
14 (DMAC)、香草醛、丁醇/HCl 三種分光光度法測定 Proanthocyanidins (PA) 的總含
15 量。從表二可以看出, 使用 DMAC 和香草醛測定, 酸水解和鹼水解對於 PA 的萃取
16 比使用 EAE 的三種酶更有效。但在丁醇/HCl 測定中, EAE 的萃取物比酸和鹼水解有
17 更高的總 PA 含量。可能是因為使用 DMAC 試劑檢測大聚合物化合物的靈敏度不如
18 單體化合物, 而香草醛測定與 DMAC 測定非常相似, 甚至靈敏度較低 (Gardana &
19 Simonetti, 2019; Sun et al., 1998)。表二中顯示的結果表明, 透過 EAE 獲得的萃取物呈
20 現出比透過酸和鹼水解獲得的萃取物更高濃度的聚合 PA。

21 表二總結了使用這些抗氧化測定方法獲得的結果, 顯示三種測定給出了不同的結果。
22 在 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 清除自由基測定中, 透過常規萃取技術獲得
23 的可萃取多酚萃取物和透過 Promod 酶萃取回收的 NEPs 萃取物顯示出最高的抗氧化
24 能力。

25 根據 Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) 測定, 透過 EAE 使用 Depol
26 和 Promod 酶獲得的萃取物顯示出最佳的抗氧化能力, 但是酸水解萃取的 TEAC 值高
27 於果膠酶 EAE 和鹼水解萃取, 而透過常規萃取多酚所獲得的萃取物顯示出最低的抗氧
28 化能力 (表二)。另外, 抑制羥自由基形成的能力測定可以顯示抑制羥自由基的有效性
29 (Gangwar et al., 2014; Ma et al., 2010)。表二結果表明, 透過果膠酶獲得的萃取物是最活
30 躍的萃取物, 對自由基形成的抑制率為 $94.6 \pm 0.2\%$, 其次是 Promod 酶和 Depol

1 酶，鹼和酸水解也抑制羥基自由基的形成，此外，透過常規萃取方法獲得的可萃取多酚
2 對羥基自由基形成的抑制率最低。綜合結果表明，NEPs 比透過傳統萃取方法獲得的可
3 萃取多酚具有更高的抗氧化能力，且 EAE 比酸和鹼水解更有效地從甜櫻桃果渣的萃
4 取殘渣中回收抗氧化劑 NEPs。

5 採用 HPLC-SEC 測定鹼水解、酸水解及 EAE 萃取的 NEPs 分子量分佈，如圖一
6 和表三所示，EAE 萃取物主要回收分子量高於 1500 Da 的 NEPs，EAE 果膠酶萃取的
7 NEPs 的分子量分佈與鹼水解的分佈相似，兩種萃取物都顯示出相似的總酚和原花青素
8 (丁醇/HCl 測定)、抗氧化劑 (DPPH 和 TEAC 測定)，通常鹼水解獲得的萃取物中略
9 高。最活躍的萃取物是透過 EAE 使用 Promod 和 Depol 獲得的萃取物，而酸水解萃
10 取物中 NEPs 的峰面積最低，但萃取物具有抗氧化能力。此外，具有可萃取多酚的萃
11 取物顯示出分子量大於 1500 Da 酚類物質的最低峰面積，但具有 500-1000 Da 的化合
12 物的最高峰面積，這些萃取物雖然透過 DPPH 方法顯示出較高的抗氧化能力和抗高血
13 壓能力，但總酚和 PA 含量最低 (表二)。

14

15 四、 超臨界流體萃取短柄野芝麻花之萃取物的抗氧化活性和生物活性 16 成分

17

(Uwineza et al., 2021)

18 短柄野芝麻花，原產於歐洲、西亞和北非 (Yordanova et al., 2014)，由於其含有環烯醚
19 萜類、黃酮、三萜類、脂肪酸、多醣、皂苷、植物甾皮甾類、酚酸、胺類、精油、單寧
20 和黏液等，具有多種生物活性 (Sulborska et al., 2020)。

21 本研究的目的是使用超臨界二氧化碳和甲醇作為共溶劑萃取乾燥的短柄野芝麻花，並
22 使用不同的抗氧化活性實驗，使用 Folin-Ciocalteu 估算總酚 (Total phenolic content,
23 TPC)，並使用 UPLC-PDA 定量酚類化合物。

24 如表四所示，總酚結果變化約三倍，50° C 萃取物的 TPC 最高，40° C 顯示最低值，
25 所有研究條件均顯示出大量的總酚，然而在萃取過程中，250 bar 萃取期間 50° C 至
26 60° C 溫度下可能會產生降解效應，導致 TPC 下降。

27 表五顯示 DPPHEC50 結果在 0.12 至 0.37 mg/mL 之間變化，這是將初始 DPPH 自
28 由基濃度降低 50% 所需的抗氧化劑的量 (Moon & Shibamoto, 2009)，數值越低，抗氧化
29 活性越高。整體結果表明，50° C 下獲得的萃取物具有最高的清除 DPPH 自由基的能

1 力。基於抗氧化劑對 ABTS 自由基的清除能力，可用於分析萃取物的親水性和疏水性
2 抗氧化能力 (Prior, Wu, & Schaich, 2005)，表五顯示短柄野芝麻花萃取物的 ABTS 自由
3 基清除活性在 43.20 至 44.53 $\mu\text{g TE/g}$ 之間變化。50° C 的萃取物顯示出最高的抗氧
4 化能力 (44.53 $\mu\text{g TE/g}$)，但三者條件數據皆相似，統計分析顯示 40° C 下的萃取物
5 有顯著差異。短柄野芝麻萃取物的鐵還原電位在 19.48 至 44.74 $\mu\text{mol TE/g}$ 萃取物之
6 間存在顯著變化。50° C 的萃取物表現出非常強的鐵離子還原活性，為 44.74 $\mu\text{mol TE/g}$
7 萃取物，其次是 60° C，顯示 28.32 $\mu\text{mol TE/g}$ 萃取物，40° C 顯示最低值，為 19.48
8 $\mu\text{mol TE/g}$ 萃取物。

9 從表六可以看出，本研究在超臨界二氧化碳獲得的短柄野芝麻花萃取物中鑑定出了
10 22 種分析的酚類化合物中的 13 種，其中包括黃酮、苯乙醇異構體和黃烷酮。酚類化合
11 物的平均濃度從 0.09 (反式肉桂酸, 40° C) 到 22.68 $\text{ng}/\mu\text{L}$ (白楊素, 50° C) 不等，
12 在 50° C 溫度下獲得的萃取物中，大多數分析的生物活性化合物的濃度在統計上更高
13 ($p = 0.05$)，特別是與 40° C 較低溫度下的萃取條件相比。另一方面，在最高溫度 60
14 ° C 下進行的萃取中，除酸苣、槲皮素和反式肉桂酸外，大多數生物活性化合物的含量
15 顯著低於 50° C 下的萃取。所獲得的結果與 50° C 下萃取物的最高抗氧化活性一致，
16 並透過四種方法證實 (表四和五)。

17

18 五、 總結

19 綜合以上四種方法做比較，酵素萃取可萃取植物中之 NEPs，將其與同為低溫萃取方
20 式 (例如：超音波萃取、超臨界流體萃取) 結合，可能會達到更好的效果。

参考文献

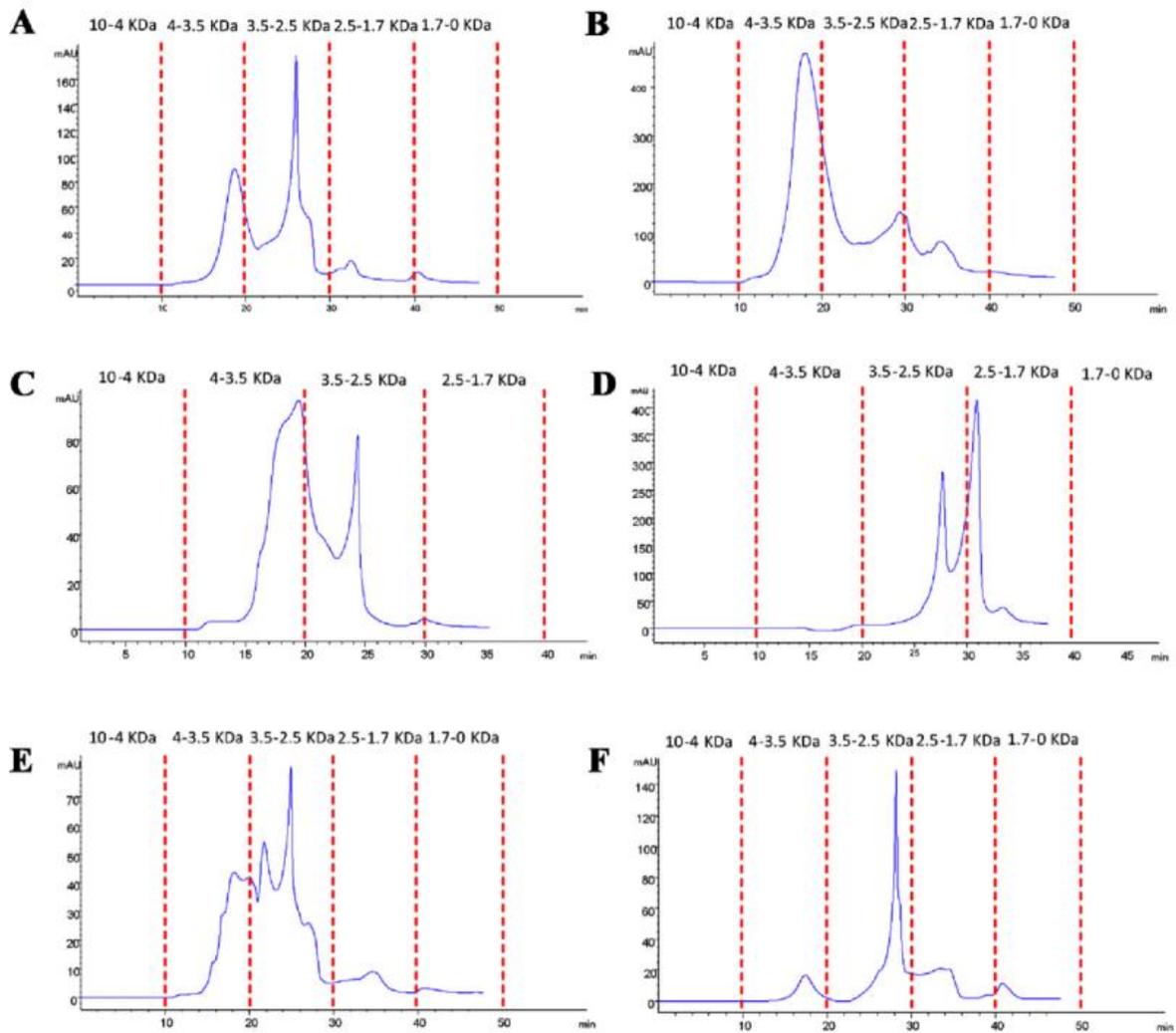
- 1
2 Ameer, K., Shahbaz, H. M., & Kwon, J. H. (2017). Green extraction methods for polyphenols
3 from plant matrices and their byproducts: A review. *Comprehensive reviews in food*
4 *science and food safety*, *16*, 295-315.
- 5 Ballistreri, G., Continella, A., Gentile, A., Amenta, M., Fabroni, S., & Rapisanda, P. (2013).
6 Fruit quality and bioactive compounds relevant to human health of sweet cherry
7 (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Italy. *Food chemistry*, *140*, 630-638.
- 8 Chemat, F., Rombaut, N., Meullemiestre, A., Turk, M., Perino, S., FabianoTixier, A. S., &
9 Abert-Vian, M. (2017b). Review of green food processing techniques. Preservation,
10 transformation, and extraction. . *Innovative food science and emerging technologies*,
11 *41*, 357-377.
- 12 Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., FabianoTixier, A. S., & Abert-Vian,
13 M. (2017a). Ultrasound-assisted the extraction of food and natural products.
14 Mechanisms, techniques, combinations, protocols, and applications. A review.
15 *Ultrasonics sonochemistry*, *34*, 540-560.
- 16 Chowdhury, P., & Viraraghavan, T. (2009). Sonochemical degradation of chlorinated organic
17 compounds, phenolic compounds and organic dyes—A review. *Science of the total*
18 *environment*, *407*, 2474-2492.
- 19 Dominguez-Rodriguez, G., Marina, M. L., & Plaza, M. (2021). Enzyme-assisted extraction of
20 bioactive non-extractable polyphenols from sweet cherry (*Prunus avium* L.) pomace.
21 *Food Chemistry*, *339*, 128086.
- 22 Figueroa, J. G., Borrás-Linares, I., Lozano-Sánchez, J., Quirantes-Piné, R., & Segura-Carretero,
23 A. (2018). Optimization of the drying process and pressurized liquid extraction for
24 recovery of bioactive compounds from avocado peel by-product. *Electrophoresis*, *39*,
25 1908-1916.
- 26 Galanakis, C. M. (2013). Emerging technologies for the production of nutraceuticals from
27 agricultural by-products: A viewpoint of opportunities and challenges. *Food and*
28 *bioproducts processing*, *91*, 575-579.
- 29 Galanakis, C. M., Goulas, V., Tsakona, S., Manganaris, G. A., & Gekas, V. (2013). A knowledge
30 base for the recovery of natural phenols with different solvents. *International journal*
31 *of food properties*, *16*, 382-396.
- 32 Gangwar, M., Gautam, M. K., Sharma, A. K., Tripathi, Y. B., Goel, R. K., & Nath, G. (2014).
33 Antioxidant capacity and radical scavenging effect of polyphenol rich Mallotus

- 1 philippenensis fruit extract on human erythrocytes: an in vitro study. *Scientific world*
2 *journal*, 2014, 279451.
- 3 Gardana, C., & Simonetti, P. (2019). Evaluation of the degree of polymerization of the
4 proanthocyanidins in cranberry by molecular sieving and characterization of the low
5 molecular weight fractions by UHPLC-Orbitrap mass spectrometry. *Molecules*, 24,
6 1504.
- 7 Gligor, O., Mocan, A., Moldovan, C., Locatelli, M., Crişan, G., & Ferreira, I. C. F. R. (2019).
8 Enzyme-assisted extractions of polyphenols – A comprehensive review. *Trends in food*
9 *science & technology*, 88, 302-315.
- 10 Goncalves, A. C., Bento, C., Silva, B., Simoes, M., & Silva, L. R. (2019). Nutrients, bioactive
11 compounds and bioactivity: the health benefits of sweet cherries (*Prunus avium* L.).
12 *Current nutrition & food science*, 15, 208-227.
- 13 Hernández-López, S. H., Rodríguez-Carpena, J. G., Lemus-Flores, C., Grageola-Nuñez, F., &
14 Estévez, M. (2016). Avocado waste for finishing pigs: Impact on muscle composition
15 and oxidative stability during chilled storage. *Meat science*, 116, 186-192.
- 16 Ma, Y., Xiong, Y. L., Zhai, J., Zhu, H., & Dziubla, T. (2010). Fractionation and evaluation of
17 radical-scavenging peptides from in vitro digests of buckwheat protein. *Food chemistry*,
18 118(3), 582-588.
- 19 Moon, J. K., & Shibamoto, T. (2009). Antioxidant assays for plant and food components.
20 *Journal of agricultural and food chemistry*, 57, 1655-1666.
- 21 Nayak, B., Dahmoune, F., Moussi, K., Remini, H., Dairi, S., Aoun, O., & Khodir, M. (2015).
22 Comparison of microwave, ultrasound and accelerated-assisted solvent extraction for
23 recovery of polyphenols from *Citrus sinensis* peels. *Food chemistry*, 187, 507-516.
- 24 Nipornram, S., Tochampa, W., Rattanatraiwong, P., & Singanusong, R. (2018). Optimization
25 of low power ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from mandarin
26 (*Citrus reticulata* blanco cv. sainampung) peel. *Food chemistry*, 241, 338-345.
- 27 Perez-Jimenez, J., & Torres, J. L. (2011). Analysis of nonextractable phenolic compounds in
28 foods: the current state of the art. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(24),
29 12713-12724.
- 30 Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of
31 antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of*
32 *agricultural and food chemistry*, 53, 4290-4302.
- 33 Rodríguez-Carpena, J. G., Morcuende, D., Andrade, M.-J., Kylli, P., & Estévez, M. (2011).

- 1 Avocado (*persea americana* mill.) phenolics, in vitro antioxidant and antimicrobial
2 activities, and inhibition of lipid and protein oxidation in porcine patties. *Journal of*
3 *agricultural and food chemistry*, 59, 5625-5635.
- 4 Sulborska, A., Konarska, A., Matysik-Woźniak, A., Dmitruk, M., Weryszko-Chmielewska, E.,
5 Skalska-Kamińska, A., & Rejdak, R. (2020). Phenolic constituents of *lamium album*
6 *L. subsp. album* flowers: anatomical, histochemical, and phytochemical study.
7 *Molecules*, 25, 6025.
- 8 Sun, B., Ricardo-da-Silva, J. M., & Spranger, I. (1998). Critical factors of vanillin assay for
9 catechins and proanthocyanidins. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46, 4267-
10 4274.
- 11 Trujillo-Mayol, I., Céspedes-Acuña, C., Silva, F. L., & Alarcón-Enos, J. (2019). Improvement
12 of the polyphenol extraction from avocado peel by assisted ultrasound and microwaves.
13 *Journal of food process engineering*, 42(6).
- 14 Uwineza, P. A., Gramza-Michałowska, A., Bryła, M., & Waśkiewicz, A. (2021). Antioxidant
15 activity and bioactive compounds of *lamium album* flower extracts obtained by
16 supercritical fluid extraction. *Applied sciences*, 11(16).
- 17 Yilmaz, F. M., Karaaslan, M., & Vardin, H. (2015). Optimization of extraction parameters on
18 the isolation of phenolic compounds from sour cherry (*Prunus cerasus* L.) pomace.
19 *Journal of food science & technology*, 52(5), 2851-2859.
- 20 Yordanova, Z. P., Zhiponova, M. K., Iakimova, E. T., Dimitrova, M. A., & Kapchina-Toteva,
21 V. M. (2014). Revealing the reviving secret of the white dead nettle (*lamium album* L.).
22 *Phytochem*, 13, 375-389.

1

圖



2

3 圖一：甜櫻桃果渣提取殘渣獲得的萃取物的 HPLC-SEC 色譜圖，EAE 使用(A)Promod
 4 酶、(B)Depol 酶、(C)果膠酶、(D) 酸水解 (E) 鹼水解，以及 (F) 透過常規萃
 5 取方法從甜櫻桃果渣中獲得的萃取物。

6

(Dominguez-Rodriguez et al., 2021)

7

8

9

10

11

12

13

1

表

2 表一：酪梨皮乾燥萃取物的植物化學特定和抗氧化特性。

3

(Trujillo-Mayol et al., 2019)

4

Extraction method	Phytochemical attributes				Antioxidant activity		
	Yield (%)	TPC (mg GAE/g DE)	TFC (mg QuE/g DE)	TAC (mg cyanidin-3-O-glucoside/g DE)	DPPH (μ g TEAC/g DE)	FRAP (μ g TEAC/g DE)	LPO (%)
UAE	16.6 \pm 0.6 ^a	270.4 \pm 3.6 ^{a,b}	54.1 \pm 1.6 ^a	2.3 \pm 0.0 ^b	772.2 \pm 2.1 ^a	161.7 \pm 0.9 ^a	59.17 \pm 3.27 ^a
MAE	16.0 \pm 0.1 ^a	274.9 \pm 2.2 ^a	56.0 \pm 1.6 ^a	4.4 \pm 0.1 ^a	775.8 \pm 2.6 ^a	157.8 \pm 0.6 ^a	61.05 \pm 1.05 ^a
U-MAE	25.3 \pm 0.6 ^b	281.4 \pm 0.2 ^c	62.0 \pm 0.4 ^b	4.8 \pm 0.1 ^c	779.1 \pm 0.6 ^a	167.0 \pm 2.3 ^b	70.03 \pm 0.62 ^b
Maceration	7.8 \pm 0.1 ^c	257.2 \pm 7.5 ^b	57.1 \pm 0.9 ^a	2.7 \pm 0.1 ^d	774.6 \pm 0.7 ^a	150.2 \pm 0.8 ^c	63.51 \pm 1.05 ^a

表

表二：總酚含量 (Folin Ciocalteu 法)、總 PA 含量 (DMAC、香草醛和丁醇/HCl 測定)、總抗氧化能力 (DPPH、TEAC 和抑制羥自由基形成能力測定)，透過 EAE 用 Promod、Depol 和 Pectinase 酶，以及酸和鹼水解從甜櫻桃果渣的提取殘渣中獲得，並通過常規提取方法從甜櫻桃果渣中獲得。

(Dominguez-Rodriguez et al., 2021)

Extraction method	TPC (mg GAE/g sample)	DMAC (mg epicatechin/100 g sample)	Vanillin (mg epicatechin/100 g sample)	Butanol/HCl (mg epicatechin/100 g sample)	DPPH (EC ₅₀ µg/mL sample)	TEAC (µmol Trolox/g sample)	Hydroxyl radical inhibition (% of hydroxyl radical)
Promod	1.7 ± 0.2 ^a	0.06 ± 0.01 ^d	28.2 ± 0.1 ^c	43 ± 3 ^a	788 ± 36 ^a	14.3 ± 0.6 ^a	79.9 ± 0.2 ^b
Depol	1.3 ± 0.1 ^b	0.08 ± 0.01 ^c	26.8 ± 0.5 ^d	40 ± 4 ^b	815 ± 38 ^b	14.8 ± 1.6 ^a	66.5 ± 0.3 ^b
Pectinase	1.1 ± 0.1 ^c	0.036 ± 0.001 ^e	23 ± 1 ^e	29.2 ± 0.9 ^c	873 ± 67 ^b	5.2 ± 0.2 ^c	94.6 ± 0.2 ^a
Acid hydrolysis	1.87 ± 0.05 ^a	0.15 ± 0.03 ^a	30.6 ± 0.4 ^b	18.7 ± 0.5 ^d	1311 ± 20 ^d	7.3 ± 0.7 ^b	12.2 ± 0.8 ^c
Alkaline hydrolysis	1.5 ± 0.2 ^b	0.10 ± 0.01 ^b	82 ± 2 ^a	15 ± 2 ^e	958 ± 91 ^c	4.2 ± 0.3 ^c	17.6 ± 0.4 ^c
Conventional extraction	0.38 ± 0.01 ^d	0.02 ± 0.01 ^e	2.6 ± 0.8 ^f	3.9 ± 0.2 ^f	755 ± 36 ^a	2.6 ± 0.1 ^d	5 ± 1 ^d

表

表三：HPLC-SEC 估計從甜櫻桃果渣提取殘留物中回收的 NEPs 和可萃取多酚在 280 nm 處的分子量分佈 (表示為峰面積、歸一化面積(%) 和總峰面積) (透過使用 Promod、Depol 和果膠酶的 EAE、酸和鹼水解) 和甜櫻桃果渣 (透過常規萃取方法)。

(Dominguez-Rodriguez et al., 2021)

Extraction method	500–1000 Da		1000–1500 Da		1500–3000 Da		3000–5000 Da		Total Peak area (mAU*s)
	Peak area (mAU*s)	Area (%)							
Promod enzyme	99 ± 3	0.66	-	-	8612 ± 164	57.64	6230 ± 153	45.70	14941 ± 314
Depol enzyme	304 ± 9	1.86	-	-	5589 ± 132	34.19	10452 ± 90	63.95	16345 ± 52
Pectinase enzyme	-	-	89 ± 10	0.24	5675 ± 76	15.20	31580 ± 216	84.57	37344 ± 150
Acid hydrolysis	267 ± 40	3.74	188 ± 6	2.64	6550 ± 252	91.81	129 ± 9	1.81	7136 ± 296
Alkaline hydrolysis	-	-	-	-	2471 ± 211	8.44	26803 ± 241	91.56	29274 ± 1516
Conventional extraction	342 ± 28	11.90	-	-	1716 ± 18	59.73	815 ± 20	28.37	2873 ± 10

1

表

2 表四：不同萃取條件下所得的短柄野芝麻花萃取物的總酚含量。

3

(Uwineza et al., 2021)

Extraction Conditions	TPC (mg GAE/g of Extract)
40 °C	234.17 ^a ± 2.48
50 °C	650.17 ^b ± 3.86
60 °C	418.50 ^c ± 2.92

4

5

6 表五：透過 DPPH、ABTS 和 FRAP 測定對使用超臨界二氧化碳流體和甲醇作為共溶劑萃取的短柄野芝麻花萃取物進行抗氧化活性評估。

7

(Uwineza et al., 2021)

Extraction Conditions	DPPH EC50 (mg/mL)	ABTS (µg TE/g)	FRAP (µmol TE/g of Extract)
40 °C	0.37 ^a ± 0.04	43.20 ^a ± 0.20	19.48 ^a ± 0.05
50 °C	0.12 ^b ± 0.00	44.53 ^b ± 0.02	44.74 ^b ± 0.07
60 °C	0.16 ^b ± 0.00	44.52 ^b ± 0.02	28.32 ^c ± 0.12

9

1

表

2 表六：短柄野芝麻花萃取物中酚類化合物的定量分析 (ng/ μ L 萃取物)。

3

(Uwineza et al., 2021)

Phenolic Compounds	Parameters of Extraction		
	40 °C	50 °C	60 °C
	[ng/ μ L]		
myricetin	6.70 ^a \pm 0.46	10.37 ^b \pm 0.80	7.61 ^c \pm 0.44
quercetin	1.89 ^a \pm 0.17	2.89 ^a \pm 0.14	1.35 ^a \pm 0.28
rutin	0.36 ^a \pm 0.63	2.49 ^b \pm 0.17	2.33 ^b \pm 0.14
CAPE	5.06 ^a \pm 0.22	8.72 ^b \pm 0.39	4.41 ^c \pm 0.33
apigenin	3.25 ^a \pm 0.28	6.10 ^b \pm 0.14	3.97 ^c \pm 0.19
pinocembrin	1.15 ^a \pm 0.13	1.68 ^b \pm 0.23	1.10 ^a \pm 0.07
pinostrobin	8.15 ^a \pm 0.18	13.84 ^b \pm 0.29	7.13 ^c \pm 0.15
galangin	5.82 ^a \pm 0.33	7.79 ^b \pm 0.31	5.07 ^c \pm 0.14
chrysin	15.75 ^a \pm 1.27	22.68 ^b \pm 0.35	13.36 ^c \pm 0.45
vanillic acid	1.96 ^a \pm 0.18	6.94 ^b \pm 0.16	4.19 ^c \pm 0.36
syringic acid	3.17 ^a \pm 0.22	7.81 ^b \pm 0.39	6.20 ^c \pm 0.24
<i>trans</i> -3-hydroxycinnamic acid	3.54 ^a \pm 0.23	9.76 ^b \pm 0.35	2.98 ^c \pm 0.16
<i>trans</i> cinnamic acid	0.09 ^a \pm 0.15	1.70 ^b \pm 0.11	1.79 ^b \pm 0.13
TOTAL	80.77	102.79	61.49

4