

以體外微脂粒系統評估市售花草茶抑制脂質過氧化能力

蘇敏昇、陳奐儒、何素珍*

元培醫事科技大學食品科學系

摘要

本研究分析七種市售花草茶飲，包括洋甘菊、菊花、桂花、粉玫瑰、檸檬草、迷迭香和馬鞭草，抑制脂質過氧化的能力。脂質過氧化實驗採用 Fe^{2+} 促進微脂粒體外反應系統並以丙二醛（malondialdehyde, MDA）的形成量為指標。為了探討花草茶飲中抑制脂質過氧化的可能成分及影響機制，同時測定了總多酚含量、總類黃酮含量以及 DPPH 自由基清除能力、金屬離子螯合能力和還原能力。在七種測試的花草茶飲中，桂花展現出最強的脂質過氧化抑制能力，反之，檸檬草的抑制能力最差。此外，花草茶飲的總多酚含量與它們抑制脂質過氧化能力、自由基清除能力和還原能力呈顯著相關，此結果顯示花草茶飲中的多酚類化合物可能透過阻斷自由基鏈鎖反應進而抑制脂質的過氧化。

關鍵詞：花草茶、脂質過氧化、多酚類化合物、自由基

*通訊作者：何素珍 Email: sche@mail.ypu.edu.tw
元培醫事科技大學食品科學系教授

Evaluation of inhibitory capacities of herbal teas on lipid peroxidation using an *in vitro* liposome system

Min-Sheng Su, Han-Rui Chen, Su-Chen Ho*

Department of Food Science, Yuanpei University of Medical Technology

ABSTRACT

Seven commonly consumed herbal teas, chamomile, chrysanthemum, osmanthus, Japanese rose, lemongrass, rosemary, and verbena, were selected to evaluate their inhibitory capacities on lipid peroxidation. An *in vitro* Fe²⁺-accelerated liposome system, using malondialdehyde (MDA) formation as an indicator, was used to evaluate the inhibitory capacity. In order to explore the possible candidates and involved mechanisms responsible for inhibitory capacity of herbal tea on lipid peroxidation, the total phenolics content, the total flavonoids content, the DPPH-free radical scavenging capacity, the metal ion chelating capacity, and the reducing capacity were also evaluated. Among the 7 tested herbal teas, osmanthus had the highest capacity to inhibit lipid peroxidation. However, lemongrass had the lowest. The total phenolics content of tested herbal teas significantly correlated with their respective lipid peroxidation inhibiting capacities, free radical scavenging capacities, and reducing capacities. The results imply that the free radical chain reaction inhibited by the phenolics might mainly contribute to the inhibitory lipid peroxidation of the herbal tea.

Keywords: herbal tea, lipid peroxidation, phenolics, free radical

壹、前言

越來越多的證據顯示氧化壓力與慢性及老化相關疾病的發生息息相關。流行病學研究也指出攝取抗氧化物質與降低慢性和老化相關疾病的罹患風險呈正相關 (Liguori et al., 2018)。由於某些合成抗氧化劑具有危害健康的疑慮，天然抗氧化劑的開發與應用已然成為保健食品和替代醫療產業的重點發展方向 (Rio et al., 2013)。

由藥草、香料及花材等具香味的植物根、莖、葉、種子及花朵等部位以熱水沖泡而成的花草茶，藥用價值早已廣為人知，在中國及印度等傳統民俗醫學上已流傳使用了數千年，近來消費者的接受度提升，花草茶逐漸成為主流飲料之一 (Chandrasekara and Shahidi, 2018)。花草茶飲富含多種生物活性成分，如生物鹼、類胡蘿蔔素、香豆素、類黃酮和萜類化合物，被認為是極具開發價值的安全天然材料 (Embuscado, 2015; Etheridge and Derbyshire, 2020)。許多花草茶粗萃物和其中的天然化合物已被證實具有抗氧化和自由基清除活性，例如台灣人常飲用的菊花 (*Chrysanthemum*, *Chrysanthemum morifolium*)，在中醫學上具有平肝明目、疏散風熱及清熱解毒的功效。菊花已被證實能減緩大鼠缺血性腦部損傷，緩解缺血所造成的超氧歧化酶 (superoxide dismutase, SOD) 活性下降，並降低腦部活性氧分子 (reactive oxygen species, ROS) 和脂質過氧化產物 malondialdehyde (MDA) 的生成 (Lin et al., 2010)。菊花的抗氧化能力主要來自於酚類化合物，包括 acacetin、apigenin 與 luteolin 等類黃酮及 chlorogenic acid 與 dicaffeoylquinic acid (Lai et al., 2007)。

飲用花草茶雖然是台灣民間很常見的養生療法，然而對於各種花草茶抗氧化功效的比較性資料不多，因此本研究的目的為評估市售花草茶抑制脂質過氧化的能力及初步分析抑制油脂過氧化的可能成分及影響機制。

貳、材料及方法

一、材料及藥品

七種乾燥花草茶樣品，包括洋甘菊 (chamomile, *Matricaria chamomilla*)、台灣黃菊花 (*chrysanthemum*, *Chrysanthemum morifolium*)、桂花 (*osmanthus*, *Osmanthus fragrans*)、粉玫瑰花 (Japanese rose, *Rosa rugosa*)、檸檬草 (lemongrass, *Cymbopogon citratus*)、迷迭香 (rosemary, *Rosmarinus officinalis*)

及馬鞭草 (verbena, *Verbena officinalis*) 皆購自新竹一家小型零售批發商店。Folin-Ciocalteu 試劑、1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)、2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ)、butylated hydroxytoluene (BHT)、2-thiobarbituric acid (TBA)、trichloroacetic acid (TCA)、ferrozine 及 gallic acid、catechin 與 ascorbic acid 等標準品購自 sigma 公司。

二、花草茶飲製備

秤取 1 g 乾燥花草茶樣品，以 200 ml 熱水 (95°C) 浸泡 20 分鐘，過濾去除花草茶渣後，將花草茶飲樣品分裝凍存於 -20°C，待後續分析。

三、總多酚含量測定

採用 Folin-Ciocalteu 呈色法 (Singleton et al., 1999) 並以 gallic acid 為標準品測定總多酚含量。於試管中加入 0.2 ml 適當稀釋的花草茶飲樣品及 1.5 ml 的 10% Folin-Ciocalteu 試劑，混合後反應 5 分鐘，再加入 1.5 ml 6% Na₂CO₃ 溶液，置於室溫反應 30 分鐘後，測定波長 760 nm 的吸光值。花草茶飲總多酚含量以 µg gallic acid equivalents (GAE)/ml 表示。

四、總類黃酮含量測定

採用氯化鋁呈色法 (Chang et al., 2002) 並以 catechin 為標準品測定總類黃酮含量。於試管中加入 1.5 ml 適當稀釋的花草茶飲樣品及 75 µl 的 5% NaNO₂，反應 6 分鐘，再加入 150 µl AlCl₃ 溶液 (10%)，靜置反應 5 分鐘，再加入 500 µl NaOH 溶液 (1M)，加入去離子水將體積調整至 2.5 ml，測定波長 510 nm 的吸光值。花草茶飲總類黃酮含量以 µg catechin equivalents (CE)/ml 表示。

五、脂質過氧化測定

本研究採用微脂粒 (liposome) 系統作為脂質過氧化模式，並以脂質過氧化終產物 malondialdehyde (MDA) 為指標，評估花草茶飲抑制脂質過氧化的能力 (Duh et al., 1999)。將大豆卵磷脂 (台糖，台灣) 加入磷酸緩衝液 (0.1 M, pH 7.4) 中，使濃度為 10 mg/ml，再以超音波震盪 30 分鐘完成微脂粒溶液的製備。在試管中加入花草茶飲、微脂粒溶液、FeCl₃ 溶液以及 ascorbic acid 溶液，震盪混勻後，置於 50°C 水浴反應 2.5 小時，催化油脂過氧化。再加入 BHT、TBA 與 TCA 溶液，沸水浴加熱 20 分鐘，使 MDA 與 TBA 反應形成紅色 thiobarbituric acid reacting substance (TBARS)。冷卻後離心，取上清液測定波長

532 nm 的吸光值。

六、DPPH 自由基清除能力測定

參考 Ho 等人 (2010) 發表的方法測定 DPPH 自由基清除能力。將 20 μ l 二倍連續稀釋的樣品溶液放置於 96 孔盤內，再加入 200 μ l DPPH 甲醇溶液 (0.1 mM)，於室溫下反應 30 分鐘後測量 517 nm 之吸光值，並以純水作為對照組。花草茶飲樣品的 DPPH 自由基清除能力以百分率(%)表示，計算公式如下：

DPPH 自由基清除能力(%)=(對照組吸光值-樣品吸光值)/對照組吸光值 $\times$ 100%。

七、還原力測定

採用 ferric reducing antioxidant power (FRAP) 方法 (Benzie and Strain, 1996) 並以 ascorbic acid 為標準品測定花草茶飲樣品的還原力。於試管中依序加入 50 μ l 的茶飲樣品、50 μ l 的 3 mM FeCl₃ 溶液與 900 μ l 的 1 mM TPTZ 溶液，震盪混勻後測定波長 620 nm 的吸光值。還原力以 μ g ascorbic acid equivalents (AAE)/ml 表示。

八、亞鐵離子螯合能力分析

花草茶飲樣品的亞鐵離子螯合能力測定乃依據 Jamuna 等人 (2012) 發表的方法。將 50 μ l 二倍連續稀釋的樣品溶液置於 96 孔盤中，再依序加入甲醇 (200 μ l)、280 μ M FeCl₂ (50 μ l) 及 1.4 mM ferrozine 溶液 (50 μ l)，於室溫反應 10 分鐘後測定波長 540 nm 的吸光值。以純水作為對照，樣品的亞鐵離子螯合能力以百分率(%)表示，計算公式如下：

亞鐵離子螯合能力(%)= (對照組吸光值-樣品吸光值)/對照組吸光值 $\times$ 100%。

九、統計分析

所有數據皆以平均值 $\pm$ 標準差表示。組間差異以 one-way ANOVA 分析，再以 Duncan 進行事後比較。相關性採用 Person's test 進行分析。顯著差異設定於 p 值小於 0.05。以上各項統計分析皆於 SPSS 套裝軟體進行。

參、結果及討論

一、總多酚及總類黃酮含量

花草茶飲的總多酚及總類黃酮含量列於表一。總多酚含量最為豐富的花草茶飲為粉玫瑰花其次為桂花，總多酚含量都超過 500 $\mu\text{g GAE/ml}$ 。再其次為馬鞭草，總多酚含量為 421 $\mu\text{g GAE/ml}$ 。台灣黃菊花、洋甘菊與迷迭香等花草茶飲的總多酚含量較低，介於 200~100 $\mu\text{g GAE/ml}$ ；檸檬草茶飲僅含 42 $\mu\text{g GAE/ml}$ 總多酚，不及桂花及粉玫瑰花茶飲的 1/10。在總類黃酮含量部分，桂花為含量最為豐富的花草茶飲（155.8 $\mu\text{g CE/ml}$ ），其次為馬鞭草（123.8 $\mu\text{g CE/ml}$ ）。台灣黃菊花、粉玫瑰花、迷迭香與洋甘菊等花草茶飲的總類黃酮含量介於 41.0~19.3 $\mu\text{g CE/ml}$ ，檸檬草茶飲僅含 4.5 $\mu\text{g CE/ml}$ 。在 7 種測試的花草茶飲中，桂花的總多酚及總類黃酮含量都很高，反之，檸檬草的總多酚及總類黃酮含量都是最低，此結果顯示各種花草茶的總多酚及類黃酮含量差異極大。

二、抑制脂質過氧化能力

圖一為花草茶對於體外微脂粒油脂過氧化產物 MDA 生成的影響，結果顯示與（水）對照組比較，除了檸檬草茶飲外，其他 6 種測試花草茶飲都能抑制脂質的過氧化，抑制能力由高而低依序為：桂花>粉玫瑰花>馬鞭草>洋甘菊與台灣黃菊花>迷迭香。

三、DPPH 自由基清除能力、亞鐵離子螯合能力及還原能力

圖二為花草茶飲在二倍系列稀釋下 DPPH 自由基清除能力的變化曲線，各種花草茶隨著濃度的下降清除能力也隨之下降，呈現劑量效應（dose-response）。進一步依據清除 50% DPPH 自由基所需的有效劑量（ED₅₀），可將測試花草茶飲的自由基清除能力由高而低排序為：粉玫瑰花>桂花>馬鞭草>台灣黃菊花>洋甘菊>迷迭香>檸檬草（表二）。圖三為花草茶飲的亞鐵離子螯合能力的劑量反應曲線，在 4 倍稀釋下，馬鞭草的亞鐵離子螯合能力高達 90.4 %，反之，迷迭香僅有 5.0 %。進一步依據 ED₅₀（表二），花草茶飲的亞鐵離子螯合能力由高而低依序為：馬鞭草>洋甘菊與台灣黃菊花>桂花>粉玫瑰花>檸檬草>迷迭香。如表二所示，花草茶飲的還原能力由強至弱依序為：粉玫瑰花>桂花>馬鞭草>台灣黃菊花和洋甘菊>迷迭香>檸檬草。七種測試樣品的自由基清除能力與亞鐵離子螯合能力高低強弱趨勢不一致，但與還原能力強弱變化相符合。

四、相關性分析

氧化壓力為促氧化及抗氧化的失衡狀況，會造成活性氧（reactive oxygen species, ROS）及活性氮分子（reactive nitrogen species, RNS）的增加，進而這些活性分子或自由基會直接攻擊脂質、蛋白質及 DNA 等生物分子，導致功能異常

及細胞組織的損傷，長期累積下，促使了慢性疾病的發生及進展。在體內，脂質的過氧化反應主要為 ROS 介導的自由基鏈鎖反應，包括有起始、擴展及終止三個階段 (Ayala et al., 2014)。氫氧自由基 (hydroxyl radical, OH[•]) 及氫過氧自由基 (hydroperoxyl radical, HO₂[•]) 為參與油脂過氧化反應最主要的 ROS，其中氫氧自由基乃透過鐵離子及銅離子等過渡金屬離子所催化的 Fenton reaction 由超氧陰離子 (superoxide anion, O₂^{•-}) 轉換而來。據此，降低脂質過氧化反應的可能機制包括有：(1) 降低 ROS 生成、(2) 清除或阻斷自由基鏈鎖反應以及 (3) 螯合過渡金屬離子。如表三顯示花草茶飲的總多酚含量與抑制脂質過氧化能力、DPPH 自由基清除能力、還原能力呈現顯著相關，但與金屬螯合能力無關。然而花草茶飲的總類黃酮含量與各項分析能力皆無相關性。此外，花草茶抑制油脂過氧化能力與自由基清除及還原能力有顯著相關，但與金屬螯合能力無關，這些結果暗示多酚物質可能是花草茶中抑制脂質過氧化能力的主要成分，而其作用機制可能是透過阻斷自由基的鏈鎖反應。

在各種植物成分中，酚類化合物和類黃酮可以透過抑制自由基鏈鎖反應的起始或擴展期進而延遲或阻斷分子的氧化作用，被認為是最具開發潛力的天然抗氧化劑成分。此外，酚類化合物和類黃酮具有抗發炎、促進細胞自噬、影響酵素活性及調節細胞內訊息傳遞路徑等多樣的生物活性，被證實能改善動脈粥狀硬化、糖尿病、癌症及神經退化等慢性疾病 (Forni et al., 2019; Ozcan et al., 2014; Pandey and Rizvi, 2009)。在 7 種測試花草茶中桂花抑制脂質過氧化的能力最強，酚類化合物含量也最豐富。桂花是中國常見的觀賞植物，具有獨特香氣常用於糕點調味，數千年來一直用作傳統民俗藥材。桂花已被鑑定出含有 acteoside、salideroside、phillygenin、rutin 與 verbascoside 等具抗氧化活性的酚類化合物 (Hung et al., 2012)。桂花的酚類化合物除了具有自由基清除能力外，也有神經保護及防止衰老作用 (Lee et al., 2007; Xiong et al., 2016)。另外本研究也發現花朵類茶飲的抗氧化能力及酚類物質含量普遍高於莖葉類茶飲，推測除了源自於花草茶本身的酚類化合物含量及水溶性特性的差異外，部分可能導因於莖葉的堅硬組織結構，影響多酚類化合物的釋出。Abdel-Hameed 等人 (2013) 指出粉玫瑰花的甲醇萃出物具有抗氧化及毒殺癌細胞活性，其酚類化合物含量與 DPPH 自由基清除及還原力能力呈高度正相關，然而與抗癌活性無相關性，其中主要的酚類化合物為可水解單寧 (hydrolysable tannins) 和黃酮醇糖苷 (flavonol glycosides)。鑑定出的黃酮醇糖苷有 quercetin-3-glucose-(1→6)-gallic acid、rutin、quercetin 3-O-β-D-glucoside、kaempferol 3-O-β-D-glucoside、kaempferol 3-O-α-rhamnoside 及 quercetin 3-O-α-rhamnoside 等。這些黃酮醇糖苷在不同玫瑰品系中也都有被鑑定出來 (Cai et al., 2005; Kumar et al., 2009)。洋甘菊是一種傳統醫療上使用的藥草，也是歐美地區被飲用的花草茶，已被證實具有抗氧化、抗發炎、抗菌、抗癌及保護神經等功能 (Carnat et al., 2004;

Zemestani et al., 2016; Ranpariya et al., 2011)。洋甘菊水萃液的 DPPH 自由基清除活性與酚類化合物含量呈現顯著相關，其中最主要的酚類化合物有 ferulic acid、chlorogenic acid 和 apigenin-7-O-glucoside (Sotiropoulou et al., 2020)。Duh 等人 (1999) 以亞麻油、微脂粒及肝均質液等三種體外模式比較四種台灣市售杭菊水萃物的抗氧化活性，發現 4 種杭菊水萃物的抗氧化活性都高於 tocopherol，且水萃物的抗氧化活性與多酚化合物含量顯著相關。Gong 等人 (2019) 在菊花中檢測出十四種多酚化合物，包括 mono-caffeoylquinic acids、di-caffeoylquinic acids、phenolic acid 及 flavonoids，其中 caffeoylquinic acids 的含量與抗氧化活性有顯著相關。Khan 等人 (2020) 指出菊花含有 gallic acid、apigenin、rosmarinic acid、caffeic acid、rhamnetin 和 quercetin 等抗氧化多酚化合物，能抑制肉餡在貯存期間的脂質及蛋白質氧化，適合開發為天然抗氧化劑。在 3 種莖葉類的花草茶中以馬鞭草抑制脂質過氧化的能力最強。馬鞭草的化學組成分包含有 iridoids、phenylpropanoid glycosides、類黃酮、酚酸、terpenoids 以及精油等 (Kubica et al., 2020)，其中類黃酮與酚類化合物的含量與馬鞭草水萃物的抗氧化能力有關 (Rehecho et al., 2011)。

肆、結論

花草茶飲的總多酚含量與它們抑制脂質過氧化能力、自由基清除能力和還原能力呈顯著相關。此結果顯示花草茶飲中的多酚類物質可能透過阻斷自由基鏈鎖反應進而抑制脂質的過氧化。攝取富含多酚化合物的花草茶有助於降低脂質過氧化反應。

參考文獻

- Abdel-Hameed, E.S., Bazaid, S.A. and Salman, M.S. (2013), Characterization of the phytochemical constituents of Taif rose and its antioxidant and anticancer activities. *BioMed Research International*, Article ID 345465.
- Al-Dabbagh, B., Elhaty, I.A., Elhaw, M., Murali, C., Mansoori, A.A, Awad, B. and Amin, A. (2019), Antioxidant and anticancer activities of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *BMC Research Notes*, 12, 3.
- Ayala, A., Muñoz, M.F. and Argüelles, S. (2014), Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2014, Article ID 360438.
- Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. (1996), The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.

- Cai, Y.-Z., Xing, J., Sun, M., Zhan, Z.-Q. and Corke, H. (2005), Phenolic antioxidants (hydrolyzable tannins, flavonols, and anthocyanins) identified by LC-ESI-MS and MALDI-QIT-TOF MS from *Rosa chinensis* flowers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(26), 9940-9948.
- Carnat, A., Carnat, A.P., Fraisse, D., Ricoux, L. and Lamaison, J.L. (2004), The aromatic and polyphenolic composition of Roman camomile tea. *Fitoterapia*, 75, 32-38.
- Chandrasekara, A. and Shahidi, F. (2018), Herbal beverages: bioactive compounds and their role in disease risk reduction – a review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8(4), 451-458.
- Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J. (2002), Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10, 178-182.
- Duh, P.D., Tu, Y.Y. and Yen, G.C. (1999), Antioxidant activity of water extract of Harng Jyur (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). *LWT - Food Science and Technology*, 32(5), 269–277.
- Embuscado, M.E. (2015), Spices and herbs: natural sources of antioxidants – a mini review. *Journal of Functional Foods*, 18, 811-819.
- Etheridge, C.J. and Derbyshire, E. (2020), Herbal infusions and health: A review of findings from human studies, mechanisms and future research directions. *Nutrition and Food Science*, 50(5), 969-985.
- Forni, C., Facchiano, F., Bartoli, M., Pieretti, S., Facchiano, A., D'Arcangelo, D., Norelli, S., Valle, G., Nisini, R., Beninati, S., Tabolacci, C. and Jadeja, R.N. (2019), Beneficial role of phytochemicals on oxidative stress and age-related diseases. *BioMed Research International*, 2019, Article ID 8748253.
- Gong, J., Chu, B., Gong, L., Fang, Z., Zhang, X., Qiu, S., Wang, J., Xiang, Y., Xiao, G., Yuan, H. and Zheng, F. (2019), Comparison of phenolic compounds and the antioxidant activities of fifteen *Chrysanthemum morifolium* Ramat cv. 'Hangbaiju' in China. *Antioxidants*, 8, 325.
- Ho, S.C., Wu, S.P., Lin, S.M. and Tang, Y.L. (2010), Comparison of anti-glycation capacities of several herbal infusions with that of green tea. *Food Chemistry*, 122, 768-774.
- Hung, C.Y., Tsai, Y.C. and Li, K.Y. (2012), Phenolic antioxidants isolated from the flowers of *Osmanthus fragrans*. *Molecules*, 17(9), 10724-10737.
- Jamuna, S., Paulsamy, S. and Karthika, K. (2012), Screening of in vitro antioxidant activity of methanolic leaf and root extracts of *Hypochaeris radicata* L. (*Asteraceae*) *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2, 149-154.

- Khan, I.A., Xu, W., Wang, D., Yun, A., Khan, A., Zongshuai, Z., Ijaz, M.U., Yiqun, C., Hussain, M. and Huang, M. (2020), Antioxidant potential of *chrysanthemum morifolium* flower extract on lipid and protein oxidation in goat meat patties during refrigerated storage. *Journal of Food Science*, 85(3), 618-627.
- Kubica, P., Szopa, A., Dominiak, J., Luczkiewicz, M. and Ekiert, H. (2020), *Verbena officinalis* (common vervain) - a review on the investigations of this medicinally Important Plant Species. *Planta Medica*, 86(17), 1241-1257.
- Kumar, N., Bhandari, P., Singh, B. and Bari, S.S. (2009), Antioxidant activity and ultra-performance LC-electrospray ionization-quadrupole time-of-flight mass spectrometry for phenolics-based fingerprinting of Rose species: *Rosa damascena*, *Rosa bourboniana* and *Rosa brunonii*. *Food and Chemical Toxicology*, 47(2), 361-367.
- Lai, J.-P., Lim, Y.H., Su, J., Shen, H.M. and Ong, C.N. (2007), Identification and characterization of major flavonoids and caffeoylquinic acids in three *Compositae* plants by LC/DAD-APCI/MS. *Journal of Chromatography B*, 848(2), 215-225.
- Lee, H.H., Lin, C.T. and Yang, L.L. (2007), Neuroprotection and free radical scavenging effects of *Osmanthus fragrans*. *Journal of Biomedical Science*, 14(6), 819-827.
- Liguori, I., Russo, G., Curcio, F., Bulli, G., Aran, L., Della-Morte, D., Gargiulo, G., Testa, G., Cacciatore, F., Bonaduce, D. and Abete, P. (2018), Oxidative stress, aging, and diseases. *Clinical Interventions in Aging*, 13, 757-772.
- Lin, G.H., Lin, L., Liang, H.W., Ma, X., Wang, J.Y., Wu, L.P., Jiang, H.D., Bruce, I.C. and Xia, Q. (2010), Antioxidant action of a *Chrysanthemum morifolium* extract protects rat brain against ischemia and reperfusion injury. *Journal of Medicinal Food*, 3(2), 306-311.
- Ozcan, T., Akpinar-Bayizit, A., Yilmaz-Ersan, L. and Delikanli, B. (2014), Phenolics in human health. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5(5), 393-396.
- Pandey, K.B. and Rizvi, S.I. (2009), Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270-278.
- Ranpariya, V., Parmar, S., Sheth, N. and Chandrashekhar, V. (2011), Neuroprotective activity of *Matricaria recutita* against fluoride-induced stress in rats. *Pharmaceutical Biology*, 49, 696-701.
- Rehecho, S., Hidalgo, O., de Cirano, M.G-I., Navarro, I., Astiasarán, I., Ansorena, D., Cavero, R.Y. and Calvo, M.I. (2011), Chemical composition, mineral content and antioxidant activity of *Verbena officinalis* L. *LWT - Food Science and Technology*, 44(4), 875-882.

- Rio, D.D., Rodriguez-Mateos, A., Spencer, J.P.E., Tognolini, M., Borges, G. and Crozier, A. (2013), Dietary (poly)phenolics in human health: structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxidants and Redox Signaling*, 18(14), 1818-1892.
- Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventós, R.M. (1999), Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Sotiropoulou, N.S., P.Megremi, S.-F. and Tarantilis, P. (2020), Evaluation of antioxidant activity, toxicity, and phenolic profile of aqueous extracts of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.) prepared at different temperatures. *Applied Sciences*, 10, 2270.
- Xiong, L., Mao, S., Lu, B., Yang, J., Zhou, F., Hu, Y., Jiang, Y., Shen, C. and Zhao, Y. (2016), *Osmanthus fragrans* flower extract and acteoside protect against d-galactose-induced aging in an ICR mouse model. *Journal of Medicinal Food*, 19, 54-61.
- Zemestani, M., Rafrat, M. and Asghari-Jafarabadi, M. (2016), Chamomile tea improves glycemic indices and antioxidants status in patients with type 2 diabetes mellitus. *Nutrition*, 32, 66-72.

表一 花草茶飲的總多酚及總類黃酮含量

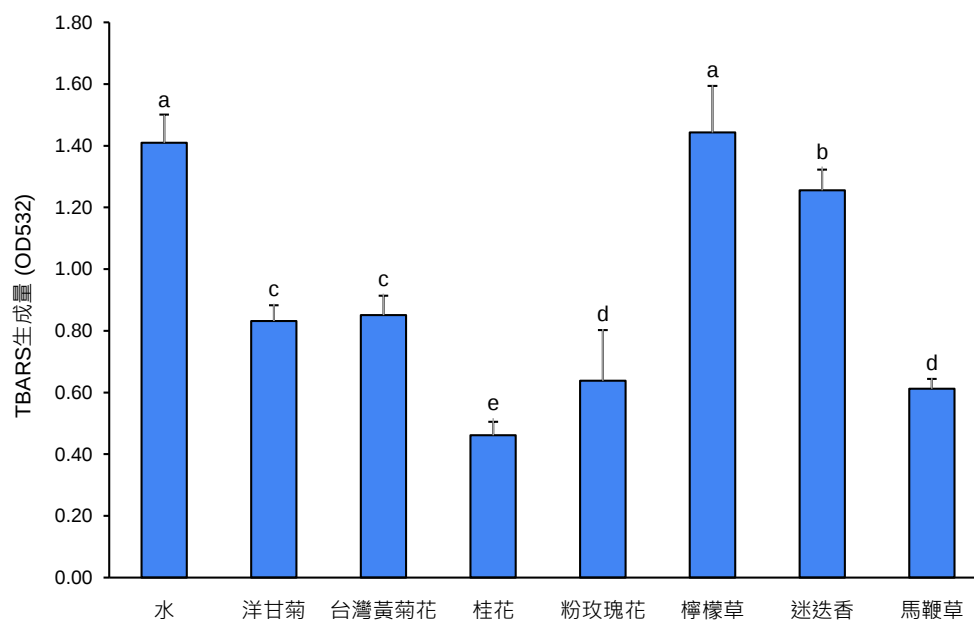
學名			總多酚 ($\mu\text{g GAE/ml}$)	總類黃酮 ($\mu\text{g CE/ml}$)
洋甘菊	<i>Matricaria chamomilla</i>	花朵	168 $\pm$ 2 ^e	19.3 $\pm$ 0.7 ^f
台灣黃菊花	<i>Chrysanthemum morifolium</i>	花朵	196 $\pm$ 1 ^d	41.0 $\pm$ 0.4 ^c
桂花	<i>Osmanthus fragrans</i>	花朵	514 $\pm$ 9 ^b	155.8 $\pm$ 7.0 ^a
粉玫瑰花	<i>Rosa rugosa</i>	花朵	540 $\pm$ 6 ^a	31.0 $\pm$ 0.5 ^d
檸檬草	<i>Cymbopogon citratus</i>	莖葉	42 $\pm$ 1 ^g	4.5 $\pm$ 0.1 ^g
迷迭香	<i>Rosmarinus officinalis</i>	莖葉	110 $\pm$ 2 ^f	25.5 $\pm$ 0.4 ^e
馬鞭草	<i>Verbena officinalis</i>	莖葉	421 $\pm$ 7 ^c	123.8 $\pm$ 3.5 ^b

表二 花草茶飲的 DPPH 自由基清除能力、亞鐵離子螯合能力及還原能力

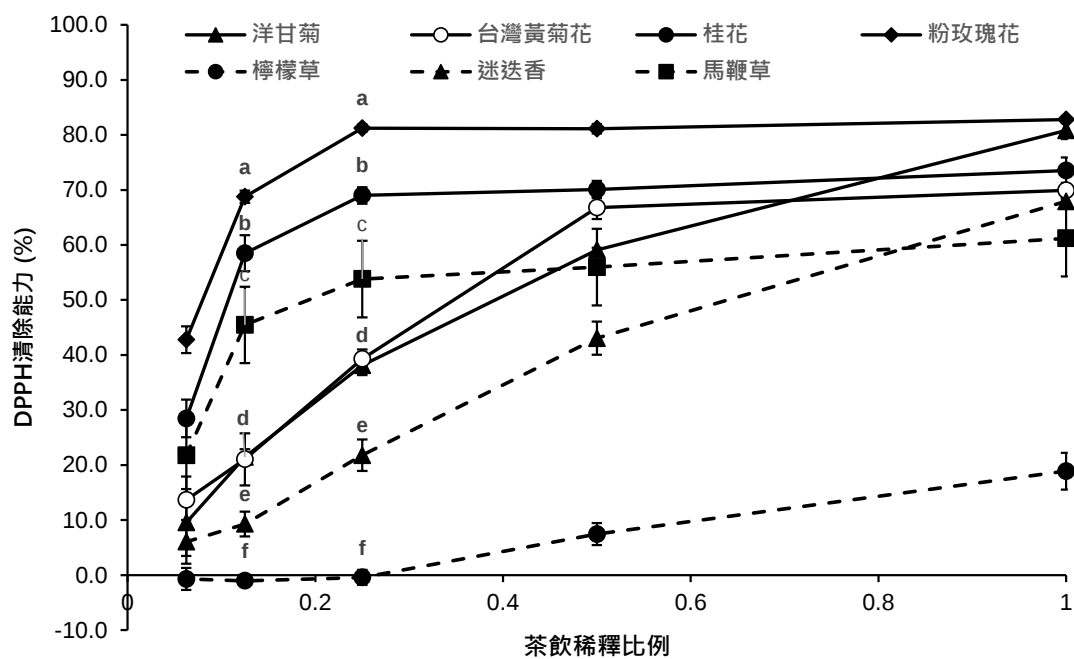
	DPPH 自由基清除能力 (ED ₅₀)	亞鐵離子螯合能力 (ED ₅₀)	還原能力 ($\mu\text{g AAE/ml}$)
洋甘菊	0.398	0.306	133 $\pm$ 8 ^d
台灣黃菊花	0.355	0.307	139 $\pm$ 3 ^d
桂花	0.136	0.369	373 $\pm$ 5 ^b
粉玫瑰花	0.071	0.409	597 $\pm$ 7 ^a
檸檬草	> 1.000	0.815	24 $\pm$ 3 ^f
迷迭香	0.679	> 1.000	116 $\pm$ 5 ^e
馬鞭草	0.208	< 0.125	304 $\pm$ 7 ^c

表三 相關性分析

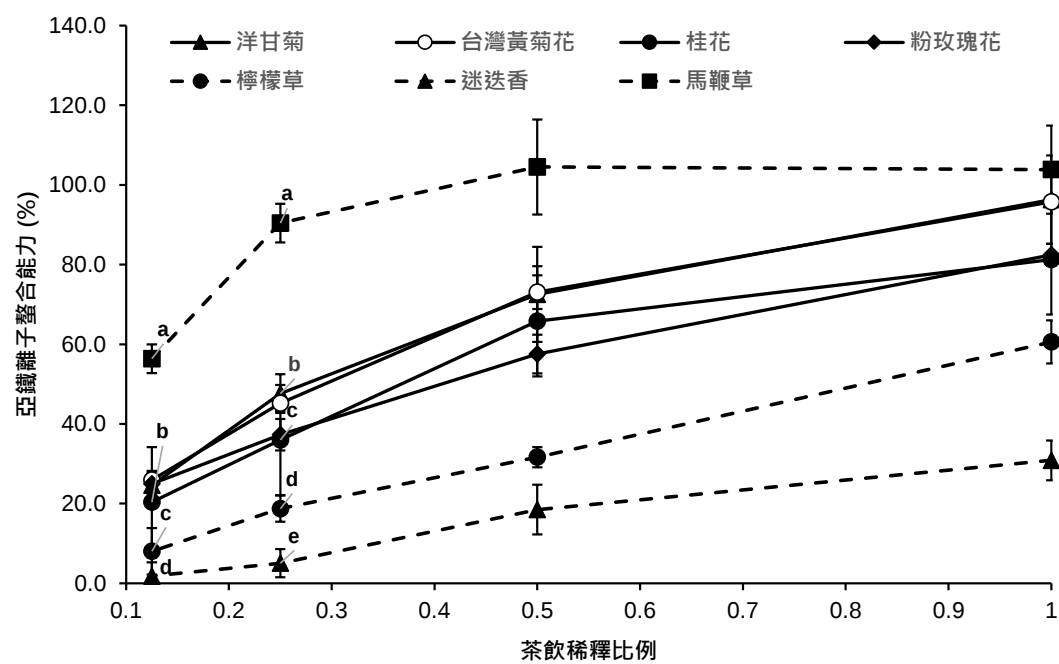
	抑制脂質過 氧化能力	總多酚含量	總類黃酮含 量	DPPH 自由 基清除能力	還原能力
總多酚含量	0.892* ($p=0.007$)				
總類黃酮含 量	0.738 ($p=0.058$)	0.694 ($p=0.084$)			
DPPH 自由 基清除能力	0.898* ($p=0.006$)	0.991* ($p=0.000$)	0.615 ($p=0.142$)		
還原能力	0.755* ($p=0.050$)	0.941* ($p=0.002$)	0.422 ($p=0.346$)	0.963* ($p=0.001$)	
亞鐵離子螯 合能力	0.668 ($p=0.101$)	0.536 ($p=0.215$)	0.538 ($p=0.213$)	0.510 ($p=0.242$)	0.383 ($p=0.397$)



圖一 花草茶飲抑制脂質過氧化能力



圖二 花草茶飲清除 DPPH 自由基能力



圖三 花草茶飲螯合亞鐵離子能力