

## 品種、乾燥方式及貯藏溫度對百香果果殼 抗氧化力之影響

黃 昭 銘<sup>1)</sup> 謝 慶 昌<sup>2)</sup> 林 慧 玲<sup>3)</sup>

關鍵字：百香果、副產物、抗氧化力、冷凍乾燥、熱風乾燥

**摘要：**百香果果實主要食用部位為種子及假種皮，果殼則為百香果果汁加工時之副產物。本試驗針對目前臺灣市場較為常見之'台農 1 號'、'黃金'及'滿天星'三種百香果品種進行果殼抗氧化力之比較，結果顯示'台農 1 號'及'滿天星'百香果果殼含有較高總酚類化合物濃度（分別為 2547.3 及 1275.6  $\mu\text{g}$  caffeic acid  $\cdot \text{g}^{-1}$  FW）、較強的鐵離子還原能力（分別為 80.4 及 74.7  $\mu\text{mole}$   $\text{FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1}$  FW）及清除 DPPH 自由基能力（分別為 52.9% 及 65.8%，萃取液濃度 40 mg FW  $\cdot \text{mL}^{-1}$ ），而'黃金'百香果果殼則顯著低於'台農 1 號'及'滿天星'。以冷凍乾燥及 70°C 熱風乾燥兩種乾燥方法加工'台農 1 號'百香果果殼，並將果殼研磨成粉末並測試其抗氧化力，結果顯示以冷凍乾燥法製成的粉末有較強的鐵離子還原能力（519.2  $\mu\text{mole}$   $\text{FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1}$  DW），但總酚類化合物濃度則以熱風乾燥粉末 15.1 mg caffeic acid  $\cdot \text{g}^{-1}$  DW 較高，清除 DPPH 自由基能力則二者無顯著差異（38.9-45.3%，萃取液濃度 0.2 mg DW  $\cdot \text{mL}^{-1}$ ）。將乾燥果殼粉末貯藏於-25°C、1°C 及 25°C 三種溫度下，貯藏 12 個月後，各貯藏溫度之冷凍乾燥粉末及熱風乾燥粉末的鐵離子還原能力及總酚類化合物濃度變化較不顯著，清除 DPPH 能力則有微幅提高的現象（增加至 52.5-65.9%，萃取液濃度 0.2 mg DW  $\cdot \text{mL}^{-1}$ ）。

---

1) 國立中興大學園藝學系研究生。  
2) 國立中興大學園藝學系副教授。  
3) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

## 前 言

百香果為西番蓮科原產於中南美洲之熱帶多年生蔓性果樹，食用部位為果實內部的種子及假種皮，假種皮內含滋味酸甜、香氣宜人的果汁，可供做為鮮食或加工用途。百香果果皮與果肉緊密相連形成外果皮，又稱果殼。果殼佔果實總重約 50%，是百香果果汁加工時最主要的副產物。古 (2011)指出百香果果殼含有類黃酮、酚酸類化合物等具有抗氧化力的活性成分，可能具有預防疾病或減輕體內氧化壓力的研究潛力。

臺灣百香果主要栽培品種'台農 1 號'為紫色種百香果與黃色種百香果雜交選拔之後裔，成熟果實呈紫紅色。近年開始有農民栽培粉紅色果皮的品種，俗稱'滿天星'，以及黃色果皮的品種，俗稱'黃金'百香果，百香果果皮顏色的差異是因為色素種類及含量不同，可能對抗氧化力有所影響。本試驗目的為比較不同品種的百香果果殼抗氧化力之差異，以及測試不同乾燥加工方式對於果殼抗氧化力之影響，並且以不同溫度貯藏乾燥後的果殼粉末，測試貯藏溫度對於果殼乾粉抗氧化力之影響。

## 材 料 與 方 法

### 一、試驗材料與方法

#### (一)不同品種百香果果殼抗氧化力之比較

本試驗分析之百香果果殼樣品為，'台農 1 號'百香果(購自一般生鮮超市)、'黃金'、'滿天星'百香果 (購自南投縣埔里鎮大坪頂地區)。每 2 顆果實為 1 組，將果實對半剖開後，挖去種子及假種皮，留下果殼。果殼以自來水清洗後，均勻切成細丁，稱取 2 g，以液態氮急速冷凍固定做為分析樣品。每種品種各 3 組，以組做為分析樣品重複單位，共 3 重複。

#### (二)不同乾燥方式對'台農 1 號'百香果果殼抗氧化力之影響

'台農 1 號'百香果果實每 5 顆為 1 組，對半剖開後，挖去種子及假種皮，留下果殼。將果殼以自來水清洗後，稱取鮮重，接著切碎混合均勻。其中 9 組以液態氮固定，進行冷凍乾燥；另外 9 組裝入牛皮紙袋，置於 70°C 烘箱進行熱風乾燥。二者皆乾燥 3 天以上，直至乾重穩定後取出，稱取乾重記錄。冷凍乾燥樣品以研鉢將其研製成粉末，以夾鏈袋密封保存。熱風乾燥樣品以磨粉機研磨成粉末後，先以硫酸紙袋包裝，接著同樣放入夾鏈袋中密封保存。各取 3 組進行抗氧化分析，以組為重複單位，共 3 重複。

#### (三)不同貯藏溫度對'台農 1 號'百香果果殼粉末抗氧化力之影響

上述 (二)之乾燥粉末樣品分別貯藏於 3 種溫度-25°C、1°C 及 25°C 進行保存，保存時於夾鏈袋內置入乾燥劑以防止粉末受潮。每種溫度各保存 3 組，以組做為分析時樣品之重複數，共 3 重複。每次分析前，冷凍乾燥樣品與熱風乾燥樣品分別置於冷凍乾燥機及 70°C 烘箱乾燥 1 日後才稱取樣品進行分析。每 2 個月分析一次，共貯藏 12 個月。

## 二、分析項目與方法

### (一)鐵離子還原能力 (Ferric reducing antioxidant power, FRAP)

參考自 Benzie 和 Starin (1996)之方法。以 2 g 之冷凍固定樣品或 0.1 g 乾燥粉末樣品加入 5 mL 醋酸緩衝溶液 (pH = 3.6)及適量海砂，於冰浴下研磨均質。隨後於 4°C 下以 20000 xg 離心 10 分鐘，再以 Miracloth (Merk)過濾後，做為萃取液備用。

反應試劑配製，將醋酸緩衝溶液、10 mM TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine)及 20 mM FeCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O 以 10:1:1 (v/v/v)比例混合。分析時取 0.2 μL 萃取液加入 700 μL 反應試劑，於 37°C 水浴下反應 10 分鐘，接著以 Elisa Reader (BMG LABTECH, FLUOstar Omega Ω, Germany)測定在 593 nm 波長下的吸收值。標準曲線以 1000 μM FeSO<sub>4</sub>配製，計算樣品還原鐵離子之能力。

### (二)DPPH 自由基清除能力

樣品萃取參考 Brand-Williams 等 (1995)之方法，取 2 g 之冷凍固定樣品或 0.1 g 乾燥粉末樣品加入 10 mL 50%酒精 (1:10 w/v)及適量海砂於冰浴下研磨均質，於 4°C 下以 20000 × g 離心 10 分鐘，接著以 Miracloth (Merk)過濾後，做為萃取液備用。

配製清除自由基的反應組，將 0.2 mL 樣品萃取液分別加入 0.8 mL 去離子水 (稀釋 5 倍)及 1 mL 之 0.5 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)甲醇溶液 (新鮮配製)，使其於室溫下避光反應 30 分鐘。同時準備空白組 (以甲醇取代 DPPH 甲醇溶液，加入樣品)以及對照組 (以去離子水取代樣品，加入 DPPH 甲醇溶液)，同樣於室溫下避光反應 30 分鐘。以 Elisa Reader (BMG LABTECH, FLUOstar Omega Ω, Germany)測定在 517 nm 波長下的吸收值。依照以下公式計算萃取液清除 DPPH 自由基能力。

清除自由基能力計算公式：

$$[\text{對照組吸收值} - (\text{反應組吸收值} - \text{空白組吸收值})] / \text{對照組吸收值} \times 100\%$$

### (三)總酚類化合物 (Total phenolic compounds, TPC)

參考 Keith 等 (1958)之方法。2 g 之冷凍固定樣品或 0.1 g 乾燥粉末樣品，加入 5 mL 磷酸緩衝溶液 (pH = 7.0)及適量海砂，於冰浴中研磨。接著於 4°C 以 20000 xg 離心 20 分鐘，離心後利用 Miracloth (Merk)過濾，做為萃取液進行分析。

分析時，先將萃取液稀釋 10 倍，取 1 mL 稀釋萃取液加入 0.1 mL 之 Folin-Ciocalteus phenol reagent (Merk)及 0.2 mL 之 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，接著加入 8.7 mL 的去離子水。震盪混合均勻後，利用沸水加熱 3 分鐘，取出冷卻後，以 Elisa Reader (BMG LABTECH, FLUOstar Omega Ω, Germany)測定 660 nm 波長下之吸收值，並以 100 mg/ L caffeic acid 配製標準曲線，換算樣品中總酚類化合物之濃度。

## 結 果

### 一、不同品種百香果果殼抗氧化力之比較

三種不同顏色的百香果中，以'台農 1 號'及'滿天星'百香果具有較高的鐵離子還原能力，分別為 80.4 及 74.7  $\mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ，'黃金'百香果則僅有 21.3  $\mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$  (圖 1A)。此三種品種的百香果在萃取液濃度 40  $\text{mg FW} \cdot \text{mL}^{-1}$  時，清除 0.5 mM DPPH 自由基能力以'滿天星'百香果可清除 65.8% 為最高，'黃金'百香果僅能清除 42.9%，顯著低於前者。'台農 1 號'介於前述兩個品種之間，可清除 52.9% 的自由基 (圖 1B) (若萃取液未經稀釋則三個品種清除 0.5 mM DPPH 自由基能力皆可達到 90-100%，此處未顯示數據)。總酚類化合物濃度以'台農 1 號'及'滿天星'此二種品種較高，分別為 2547.3 及 1275.6  $\mu\text{g caffeic acid} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ，高於'黃金'百香果 (260.9  $\mu\text{g caffeic acid} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ) (圖 1C)。

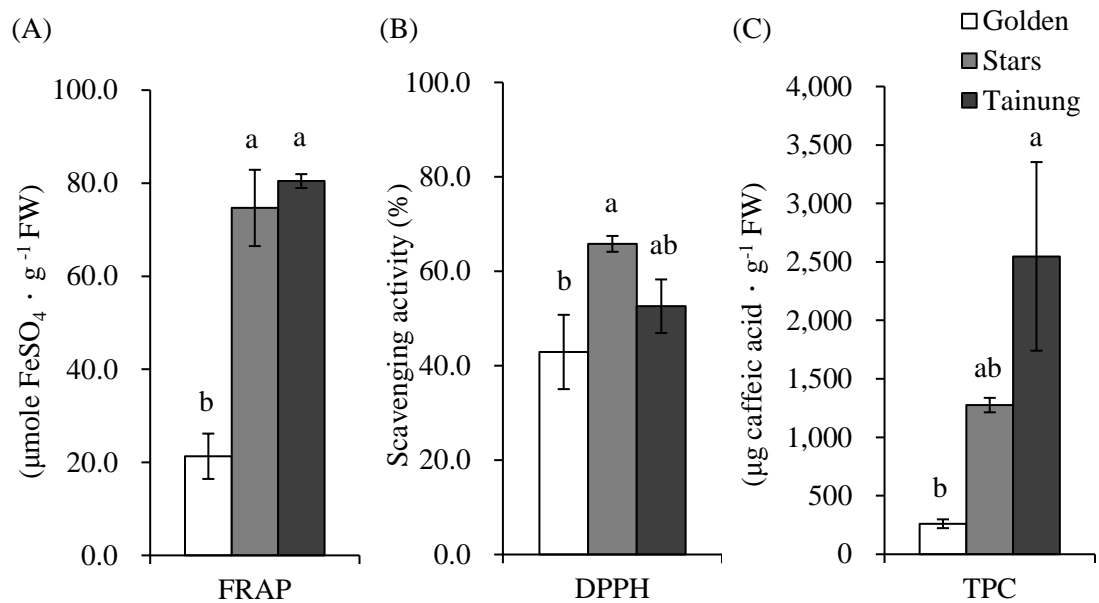


圖 1. 不同品種百香果鐵離子還原能力(A)、DPPH 自由基清除能力(B)及總酚類化合物濃度(C)之比較。

Fig. 1. Comparison of ferric reducing antioxidant power (A), scavenging activity of DPPH radical (B), and the concentration of total phenolic compounds (TPC) between different varieties of passionfruit. Means with same letters are not significantly different at  $P < 0.05$  by LSD test. Vertical bars represent mean  $\pm$  SE ( $n = 3$ ).

## 二、不同乾燥方式對'台農 1 號'百香果果殼抗氧化力之影響

圖 2 為不同乾燥方式製成之果殼粉末抗氧化力之比較。如圖 2A 以冷凍乾燥方式製成之果殼粉末的鐵離子還原能力為  $519.2 \mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ ，熱風乾燥粉末之鐵離子還原能力則為  $403 \mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ ，顯著較低。冷凍乾燥粉末與熱風乾燥粉末在萃取液濃度  $0.2 \text{ mg DW} \cdot \text{mL}^{-1}$  時，清除 DPPH 自由基能力分別為 45.3% 及 39.0%，以冷凍乾燥粉末略高，但統計上無顯著差異（圖 2B）。此二種乾燥方式製成粉末所含總酚類化合物濃度如圖 2C，以熱風乾燥粉末總酚類化合物濃度較高 ( $15.1 \text{ mg caffeic acid} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ )，冷凍乾燥粉末之總酚類化合物則僅有  $9.8 \text{ mg caffeic acid} \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ ，顯著低於前者。

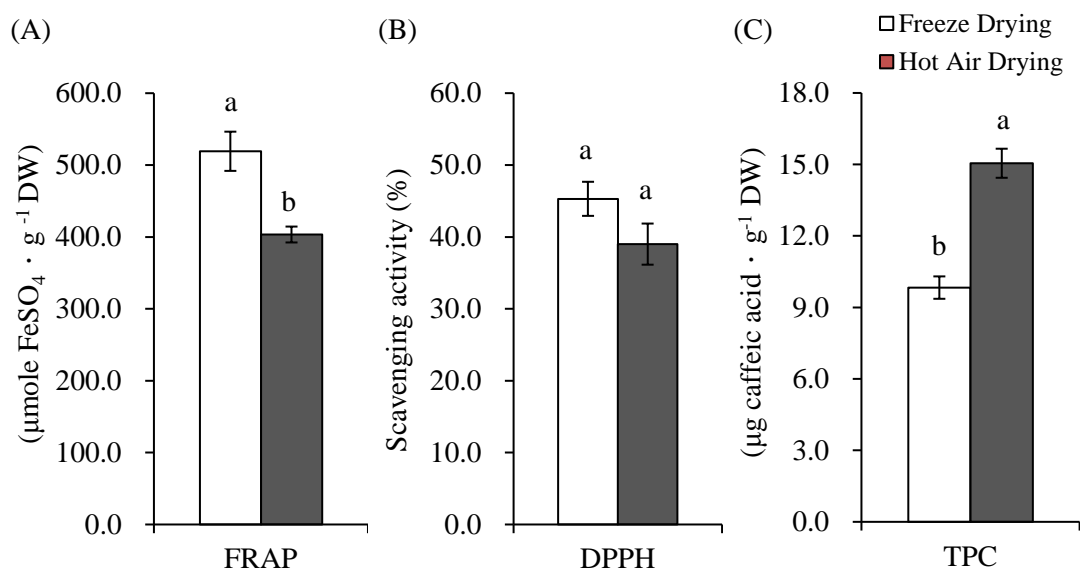


圖 2. 不同乾燥方式製成之'台農 1 號'百香果果殼粉末鐵離子還原能力(A)、DPPH 自由基清除能力(B)及總酚類化合物濃度(C)之比較。

Fig. 2. Comparison of ferric reducing antioxidant power (A), scavenging activity of DPPH radical (B), and the concentration of total phenolic compounds (TPC) between 'Tainung No. 1' passionfruit shell powder made by different drying methods. Means with same letters are not significantly different at  $P < 0.05$  by LSD test. Vertical bars represent mean  $\pm$  SE ( $n = 3$ ).

### 三、不同貯藏溫度對'台農 1 號'百香果果殼粉末抗氧化力之影響

冷凍乾燥與熱風乾燥粉末於-25°C、1°C及 25°C貯藏期間，鐵離子還原能力變化如圖 3 所示，整體而言貯藏溫度對於粉末抗氧化力影響並不顯著。貯藏 12 個月後，兩種粉末的鐵離子還原能力變化並不顯著（介於 396.3-539.9  $\mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ ），且大致維持冷凍乾燥粉末高於熱風乾燥粉末之趨勢。貯藏溫度對於粉末清除 DPPH 自由基能力亦無顯著影響（圖 4）。貯藏期間，兩種粉末以萃取液濃度 0.2 mg DW  $\cdot \text{mL}^{-1}$ 測定清除 DPPH 自由基能力，結果皆有微幅增加的趨勢（由 38.9-45.3%增加至 52.5-65.9%）。圖 5 為不同溫度貯藏期間兩種乾燥粉末總酚類化合物濃度之變化，大致結果顯示貯藏溫度對於兩種乾燥方式製成之粉末所含的總酚類化合物濃度無顯著影響，貯藏後仍以熱風乾燥粉末總酚類化合物濃度高於冷凍乾燥粉末，唯貯藏於-25°C之熱風乾燥粉末於貯藏期間總酚類化合物濃度呈現下降趨勢（降至 11.1 mg caffeic acid  $\cdot \text{g}^{-1} \text{DW}$ ）。

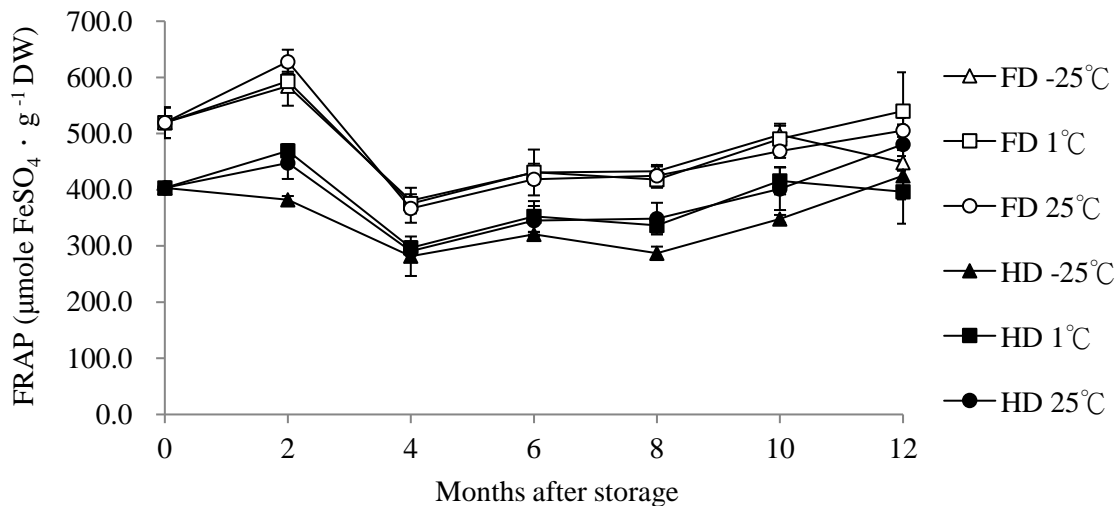


圖 3. 不同溫度貯藏期間'台農 1 號'百香果果殼乾燥粉末鐵離子還原能力之變化。

Fig. 3. Change of ferric reducing antioxidant power of 'Tainung No. 1' passionfruit dried shell powder stored at different temperatures. 'FD' indicates freeze drying; 'HD' indicates hot air drying. Vertical bars represent mean  $\pm$  SE (n = 3).

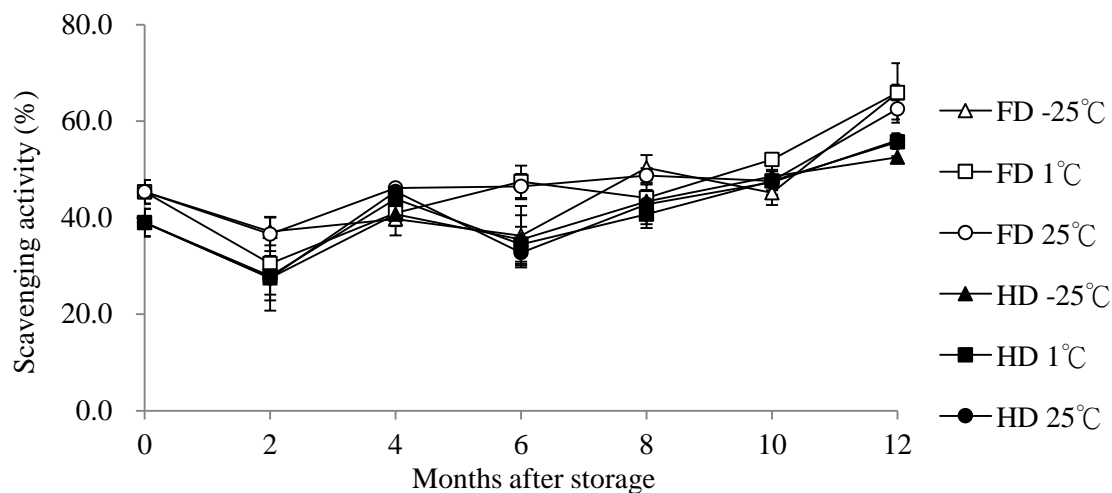


圖 4. 不同溫度貯藏期間'台農 1 號'百香果果殼乾燥粉末清除 DPPH 自由基能力之變化。

Fig. 4. Change of scavenging activity of DPPH radical of 'Tainung No. 1' passionfruit dried shell powder stored at different temperatures. 'FD' indicates freeze drying; 'HD' indicates hot air drying. Vertical bars represent mean  $\pm$  SE (n = 3).

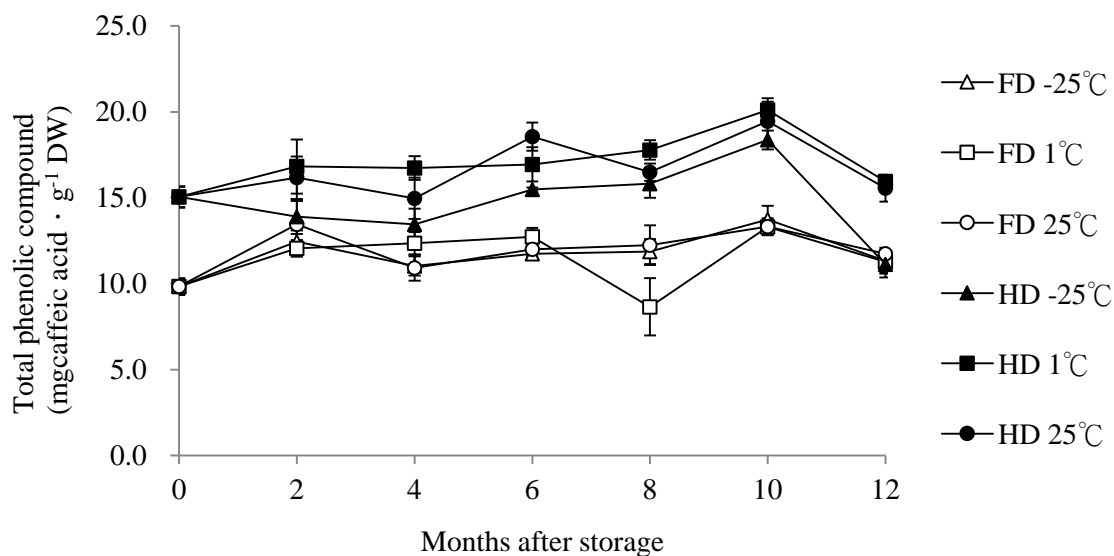


圖 5. 不同溫度貯藏期間'台農 1 號'百香果果殼乾燥粉末總酚類化合物濃度之變化。

Fig. 5. Change of total phenolic compounds concentration (TPC) in 'Tainung No. 1' passionfruit dried shell powder stored at different temperatures. 'FD' indicates freeze drying; 'HD' indicates hot air drying. Vertical bars represent mean  $\pm$  SE (n = 3).

## 討 論

### 一、不同品種百香果果殼抗氧化力之比較

植物及食品抗氧化力之分析方法有許多種，本試驗中使用之鐵離子還原抗氧化分析法 (FRAP) 是測試樣品將三價鐵離子 ( $\text{Fe}^{3+}$ ) 還原成二價亞鐵離子 ( $\text{Fe}^{2+}$ ) 之能力；DPPH 自由基清除能力則是測試樣品所含抗氧化物提供氫原子消除 DPPH 自由基之能力；總酚類化合物分析結果則是代表樣品中所含酚類化合物濃度，酚類化合物是植物中常見的抗氧化物質，包含酚酸類 (phenolic acids)、黃酮類 (flavonoids) 等。前二種方法屬於直接分析樣品總抗氧化力，後者則為以抗氧化物質含量做為抗氧化力參考之依據，此三種方法具有簡易、快速、方便及穩定等優點 (張，2008；沈等，2010)。

以整體結果而言，'台農 1 號'及'滿天星'百香果具有較高的總酚類化合物濃度、較強的鐵離子還原能力及清除 DPPH 自由基能力，故與'黃金'相比有較佳的抗氧化力。抗氧化力較強的兩個品種'台農 1 號'及'滿天星'，果實分別呈現紫紅色與粉紅色，而百香果果皮顏色表現是受到所含色素種類及濃度不同所影響，Pruthi 等 (1961) 指出紫色種百香果果皮中含有花青素 (anthocyanin)，'台農 1 號'百香果為紫色種與黃色種雜交後代，果皮內亦含有花青素。雖'滿天星'果皮顏色較淺，亦可能也含有花青素，但由於'滿天星'百香果為近年新興品種，目前尚缺乏相關營養分析之研究，因此確切色素種類及含量仍有待進一步分析。花青素屬於酚類化合物中類黃酮的一種，具有 3 個碳環的基本結構，環上的羥基使其具有提供電子或是氫原子以消除自由基之抗氧化能力，且本身氧化後產物穩定，不易造成連鎖氧化傷害 (蔡和陳，2006；Rice-Evans *et al.*, 1997)。張 (2008) 分析臺灣常見蔬菜 FRAP 抗氧化力及總酚類化合物濃度，指出 FRAP 抗氧化力與酚類化合物具有正相關性，而本試驗中，三個品種百香果果殼抗 FRAP 抗氧化力與總酚類化合物濃度亦具有正相關性 ( $R^2 = 0.4729$ ,  $p < 0.05$ , 圖 6)。而本試驗中雖仍以總酚類化合物較高的兩個品種具有較強的 DPPH 自由基清除能力，但本次試驗結果無法直接判斷 DPPH 自由基清除能力與總酚類化合物濃度之相關性 ( $R^2 = 0.0449$ ,  $p > 0.05$ , 圖 7)。Corral-Aguayo 等 (2008) 分析 8 種不同園藝作物之營養物質含量與 6 種抗氧化力指標測定方法之數據間相關性，指出 FRAP 抗氧化力與 DPPH 清除能力兩種抗氧化力指標雖與總酚類化合物含量具有高度正相關性，但亦與植物體中抗壞血酸 (ascorbic acid, vitamin C) 含量相關。本試驗並未分析不同品種百香果果殼中抗壞血酸之含量，百香果殼之 DPPH 清除能力是否與 vitamin C 含量相關，有待進一步研究考證。



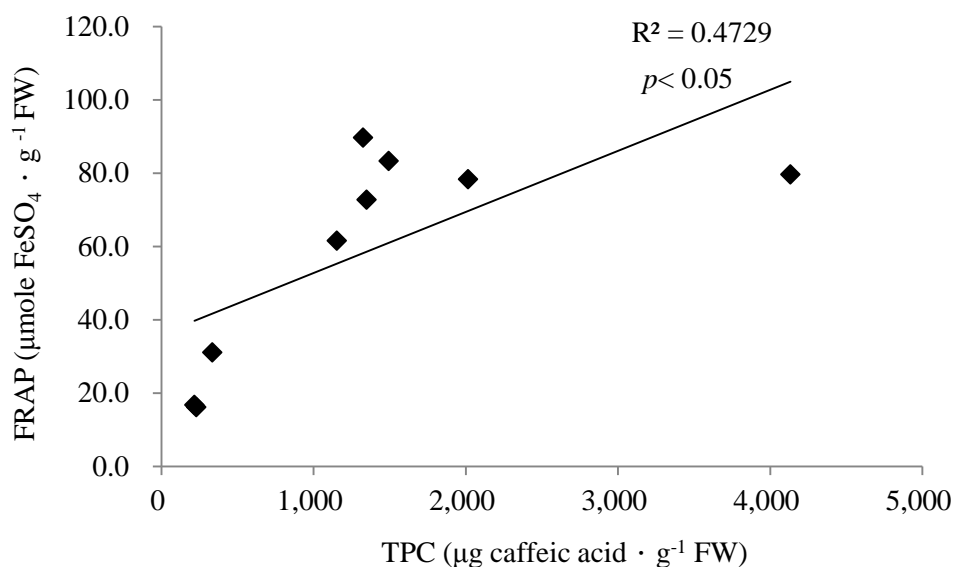


圖 6.不同品種百香果 FRAP 抗氧化力與總酚類化合物濃度相關性。

Fig. 6. Correlation of ferric reducing antioxidant power and total phenolic compounds concentration (TPC) of different passionfruit varieties.

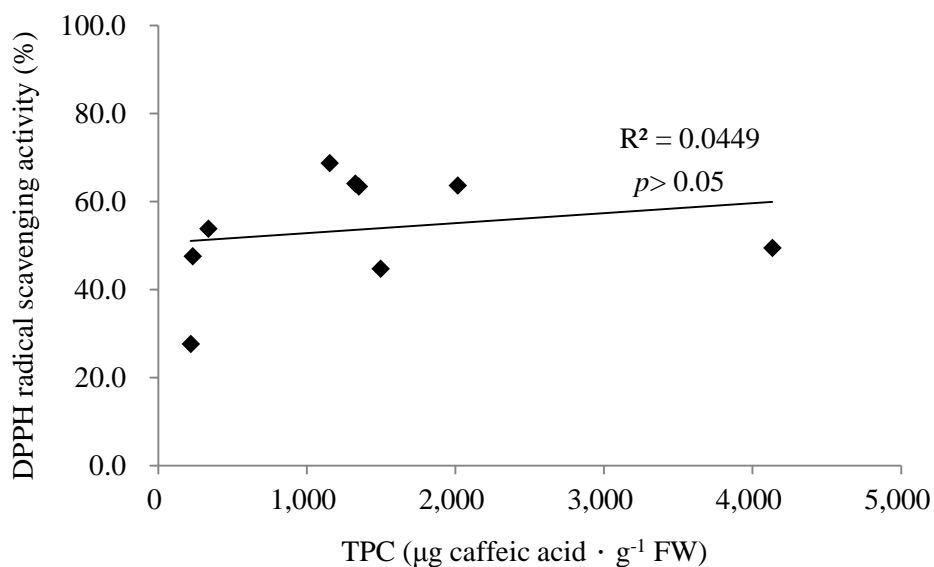


圖 7. 不同品種百香果清除 DPPH 自由基能力與總酚類化合物濃度相關性。

Fig. 7. Correlation of scavenging activity of DPPH radical and total phenolic compounds concentration (TPC) of different passionfruit varieties.

## 二、不同乾燥方式及貯藏溫度對‘台農 1 號’百香果果殼粉末抗氧化力之影響

乾燥後磨粉是一種植物加工製成藥品或營養食品的常見方式，但乾燥方法可能影響成品中抗氧化物質的含量及活性。本試驗結果顯示冷凍乾燥可使百香果可保留較高的 FRAP 抗氧化力，並且在 DPPH 清除能力方面亦略高於熱風乾燥的果殼。陳等 (2013) 比較冷凍乾燥、微波冷凍乾燥及 50°C 熱風乾燥對於猴頭菇抗氧化力之影響，測定螯合亞鐵離子能力、酒精萃取液清除 DPPH 能力、總酚類及總類黃酮等項目做為指標，結果顯示以微波冷凍乾燥及冷凍乾燥的處理具有較強的抗氧化力及較高的總酚類及總類黃酮化合物含量。Asami 等 (2003) 對黑莓、草莓及玉米使用冷凍、冷凍乾燥及風乾處理 (先經短暫的 76.7°C 熱風接著維持 48.9°C 風乾)，結果同樣顯示冷凍及冷凍乾燥的樣品保有較高的總酚類化合物及抗壞血酸濃度，作者認為可能是由於冷凍與冷凍乾燥處理形成的冰晶造成細胞破裂，相對使後續萃取的分析工作容易進行；風乾處理過程中有經過加熱，可能是使總酚與抗壞血酸含量下降的原因。本試驗中，冷凍乾燥粉末雖具有較強抗氧化力，但總酚類化合物濃度卻以熱風乾燥處理的果殼粉末較高，推測可能是加熱過程中花青素的 3 環結構發生裂解，產生分子較小的酚酸。Patras 等 (2010) 指出花青素加熱時會氧化裂解出現兒茶酚 (protocatechuic acid) 或對羥基苯甲酸 (4-hydroxybenzoic acid) 等結構較簡單的酚酸類化合物。而酚類化合物的抗氧化力受到其羥基數量及位置影響 (Rice-Evans *et al.*, 1997)，可能裂解後的酚酸抗氧化力低於原本之花青素，使得熱風乾燥粉末抗氧化力下降。

在不同溫度貯藏一年的過程中，兩種乾燥方法製成的‘台農 1 號’百香果殼粉末之 FRAP 抗氧化力及總酚類化合物濃度大致上無明顯變化。僅貯藏於 -25°C 之熱風乾燥粉末其第 12 個月分析結果總酚類化合物濃度顯著較低，然其 FRAP 抗氧化力無顯著變化。兩種粉末在貯藏期間 DPPH 清除能力有微幅升高的趨勢，可能伴隨著貯藏期間粉末內抗氧化物質組成的改變。

## 結 論

不同顏色的百香果品種，以果皮呈紫紅色的‘台農 1 號’及粉紅色的‘滿天星’之果殼含有較高的總酚類化濃度，因此也具有較強的抗氧化力。而採用冷凍乾燥將百香果果殼製成粉末雖然總酚類化合物濃度低於熱風乾燥粉末，但冷凍乾燥粉末具有較高的抗氧化力。而乾燥後的粉末於 -25°C、1°C 及 25°C 三種溫度下貯藏一年，皆可維持其抗氧化力。

## 參 考 文 獻

- 古鎮興。2011。百香果果殼活性成分初探。國立嘉義大學生化科技學系碩士論文。pp. 9-41。
- 沈馨仙、郭旻奇、張思平、鍾佳玲、楊榮季。2010。抗氧化劑及常見之抗氧化活性評估方法。臺灣藥學雜誌 26(2): 132-137。
- 陳慶真、陳敏宇、陳淑德。2013。微波冷凍乾燥對猴頭菇品質及抗氧化能力之影響。台灣農業化學與食品科學 51(3): 133-140。
- 張芳魁。2008。台灣常用蔬菜的抗氧化力指標 FRAP 與總酚類含量。國立臺灣大學園藝學系碩士論文。112pp。
- 蔡旻都、陳皓君。2006。蔬果中類黃酮之抗氧化作用與生物活性。中國化學會期刊 64(3): 353-367。
- Asami, D. K., Y. J. Hong, D. M. Barrette, and A. E. Mitchell. 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *J. Agric. Food Chem.* 51(5): 1237-1241.
- Benzie, I. F. F. and J. J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal. Biochem.* 239(1): 70-76.
- Brand-Williams, W., M. E. Cuvelier, and C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28(1): 25-30.
- Corral-Aguayo, R. D., E. M. Yahia, A. Carrillo-Lopez, and G. González-Aguilar. 2008. Correlation between some nutritional components and total antioxidant capacity measured with six different assays in eight horticultural crops. *J. Agric. Food Chem.* 56: 10498-10504.
- Keith, R. W., D. L. Tourneau, and D. Mahlum. 1958. Quantitative paper-chromatographic determination of phenols. *J. Chromatogr.* 1: 534-536.
- Patras, A., N. P. Brunton, C. O'Donnell, and B. K. Tiwari. 2010. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends Food Sci. Technol.* 21(1): 3-11.
- Pruthi, J. S., R. Susheela, and G. Lal. 1961. Anthocyanin pigment in passion fruit rind. *J. Food Sci.* 26(4): 385-388.
- Rice-Evans, C. A., N. J. Miller, and G. Paganga. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci.* 2(4): 152-159.

## Effects of Variety, Drying Methods, and Storage Temperatures on Antioxidant Capacity of Passionfruit Shell

Chao-Ming Huang <sup>1)</sup> Ching-Chang Shiesh <sup>2)</sup> Huey-Lin Lin <sup>3)</sup>

Key words: Passionfruit, By-products, Antioxidant capacity, Freeze drying, Hot air drying

### Summary

Seeds and arils are the main edible parts of passionfruit, and the fruit shell is the by-product from passionfruit juice processing. The objective of this study is to compare the antioxidant capacity of fruit shell among three passionfruit varieties: 'Tainung No. 1', 'Stars', and 'Golden', which are commonly cultivated in Taiwan. Our results showed that fruit shell of 'Tainung No. 1' and 'Stars' contains higher concentration of total phenolic compounds (2547.3 and 1275.6  $\mu\text{g}$  caffeic acid  $\cdot \text{g}^{-1}$  FW, respectively), higher ferric reducing antioxidant power (80.4 and 74.7  $\mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1}$  FW, respectively) and stronger scavenging activity of DPPH radical (52.9% and 65.8%, respectively, the concentration of the extract tested is 40 mg FW  $\cdot \text{mL}^{-1}$ ), and 'Golden' was significantly lower than 'Tainung No. 1' and 'Stars'. Furthermore, the effects of different drying methods on the antioxidant capacity of fruit shell powder of 'Tainung No. 1' passionfruit was investigated. Powder dried by freeze-drying displayed higher ferric reducing antioxidant power (519.2  $\mu\text{mole FeSO}_4 \cdot \text{g}^{-1}$  DW), but higher concentration of total phenolic compounds was observed in the powder dried at 70°C by hot air drying method (15.1 mg caffeic acid  $\cdot \text{g}^{-1}$  DW). No significant difference was noticed in the DPPH radical scavenging activity between two drying method (38.9-45.3% , the concentration of the extract tested is 0.2 mg DW  $\cdot \text{mL}^{-1}$ ). After storing the powder at -25°C, 1°C, and 25°C, respectively, for 12 months, no significant change in ferric reducing antioxidant power and concentration of total phenolic compounds, however the scavenging activity of DPPH radical slightly increased.

---

1) Student in M.S. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Associate professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

3) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University, Corresponding author.