

投稿類別：化學類

篇名：

「火」上加「油」

作者：

陳雨彤。桃園市立龍潭高級中等學校。食品加工科三年級
曾莉淳。桃園市立龍潭高級中等學校。食品加工科三年級

指導老師：

黃緯豪老師

林秀卿老師

壹、前言

一、研究動機

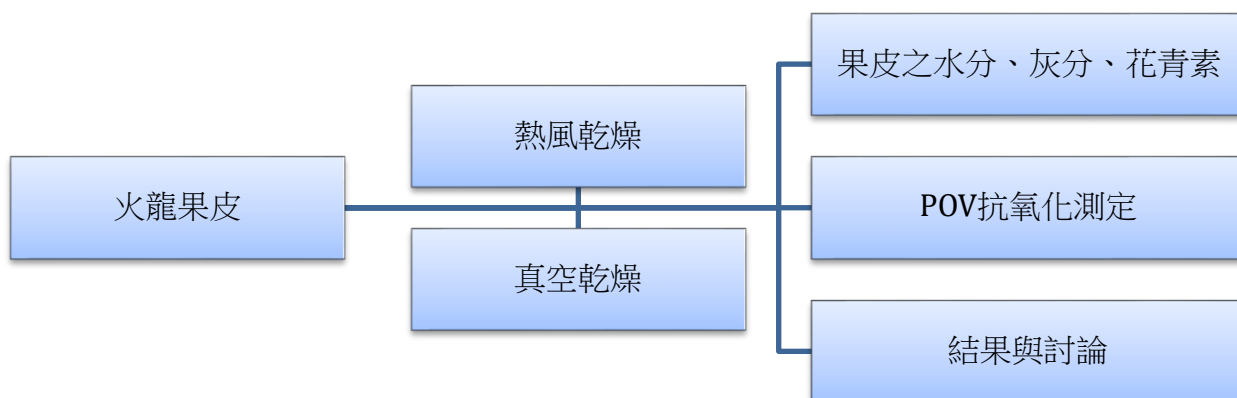
紅火龍果屬於仙人掌科仙人掌植物結成的果實，甜度高，果肉軟，糖度也比白肉高。含維生素 B、C、鉀、銅、鎂、葉酸、膳食纖維等，尤其膳食纖維足夠，屬於高纖水果，能幫助腸胃蠕動預防便秘。另外其含有植物性蛋白，能協助人體排出體內重金屬。

火龍果有著鮮豔美麗的桃紅色，是多數人喜愛的水果，而食用完剩下的果皮往往被當成肥料或廚餘丟棄，但火龍果皮其實富含花青素及大量果膠質等營養物質，許多資料顯示花青素具有很好的抗氧化性，而抗氧化功效可以預防許多文明病的產生，具相當高的食用價值，經稱重後發現占整顆火龍果的 25%，廢棄量的再利用已成為現今重要的課題，故將研究其利用性及價值，探討火龍果皮的水分、灰分、花青素等含量及抗氧化性。

二、研究目的

- (一)火龍果皮以真空冷凍及熱風方式進行乾燥，藉此比較不同乾燥方式所得乾燥物的差異性。
- (二)火龍果皮粉(以下簡稱果皮粉) 水分、灰分、花青素含量等成分分析。
- (三)不同果皮粉含量對油脂抗氧化程度的比較。

三、實驗架構



(圖一：實驗架構)

(圖一資料來源：研究者繪製)

貳、正文

一、果皮潛在「抗氧化」力

抗氧化劑是指能減緩或防止氧化作用的分子（常專指生物體中）。氧化是一種使電子自物質轉移至氧化劑的化學反應，過程中可生成自由基，進而啟動鏈反應。當鏈反應發生在細胞中，細胞受到破壞或凋亡。抗氧化劑則能去除自由基，終止連鎖反應並且抑制其它氧化反應，同時其本身被氧化。抗氧化劑通常是還原劑，例如硫醇、抗壞血酸、多酚類。

火龍果肉及果皮含有大量多酚、黃酮類及花青素，其中以「紅火龍果皮」含量最多。而花青素抗氧化能力部份，許多實驗結果顯示：花青素具有很好消除自由基的效果，可改善膽固醇以及血糖濃度，降低新陳代謝症候群，保護心血管、增強心血管的彈性，減少心血管疾病和糖尿病的風險，並且可以抑制脂肪細胞的生成，降低三酸甘油酯的累積，減少脂肪的增加等功效。

二、抗氧化力測定方法

抗氧化測定方法有：清除 α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl(DPPH)自由基能力測定、清除超氧陰離子(superoxide anion, O_2^-)能力測定、清除過氧化氫(hydrogen peroxide)能力測定、還原力(reducing power)測定、螯合亞鐵離子或銅離子能力測定、ORAC(Oxygen Radical Absorbance Capacity)（氧自由基能力測定）、過錳酸鉀滴定法。然而，上述七種抗氧化測定的方法中，我們在課堂上僅學習到利用過錳酸鉀檢測樣品的抗氧化性，惟過錳酸鉀之指示劑的終點顏色與果皮粉均為粉紅色不易判別，所以無法以過錳酸鉀實驗來檢測火龍果皮粉之抗氧化測定。

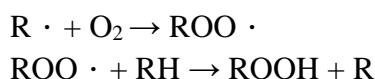
三、油脂自氧化機制

油脂自氧化過程中會產生自由基，反應機制如下(一)、(二)、(三)：

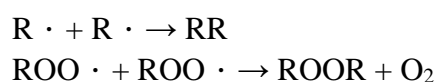
(一)起始期：不飽和雙鍵旁的碳氫移去氫原子形成自由基。



(二)連鎖生長期：生成氫過氧化物(ROOH)進行連鎖反應。



(三)終止期：兩個自由基相互作用產生非游離基產物，反應終止。



「火」上加「油」

油脂氧化會產生大量的自由基，而火龍果果皮又含大量的抗氧化物質，因此，嘗試著在油脂中加入火龍果果皮粉，經烤箱試驗(Oven test)後，檢測油脂之 POV (Peroxide value) 油脂過氧化價，來測試火龍果果皮粉在油脂中之抗氧化能力。

四、研究設備與藥品

(一)藥品

硫代硫酸鈉($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)、醋酸異辛烷、飽和碘化鉀(KI)、10%SDS、0.5%澱粉液

(二)器材與設備

真空冷凍乾燥機、熱風乾燥機、電子天平、離心裝置、滴定裝置

五、實驗方法與測定

(一) 真空冷凍乾燥與熱風乾燥

1、真空冷凍乾燥：凍結乾燥使水分蒸發或昇華

2、熱風乾燥：熱風帶走水分



熱風乾燥



乾燥成品



成品粉末

圖二：熱風乾燥流程圖



真空冷凍乾燥



乾燥成品



乾燥粉末

圖三：真空乾燥流程圖

(二)灰分含量測定

1、坩埚進灰化爐灰化、冷卻、稱重，直到二次重量差在 0.0002 克為恆重。

「火」上加「油」

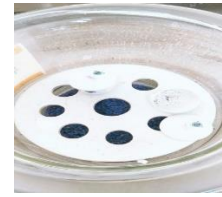
2、果皮粉以 550-600°C 灰化 6-10 小時，直到試料完全灰化或呈白~灰白色。



果皮粉秤重



入灰化爐



入乾燥器

圖四：灰分測定流程圖

(三)水分含量測定

- 1、機器內顯示盤子的圖案時即可放入果皮粉測試。
- 2、先後放入真空冷凍及熱風乾燥果皮粉各約 3 克。
- 3、機器響起時即水分測定完畢。



測定前



測定機器響起



測定結束

圖五：水分測定流程圖

(四)花青素含量測定

- 1、花青素提取：取 0.1 克果皮粉，加入 10ml 鹽酸乙醇溶液(8.3ml 濃鹽酸用 95% 乙醇稀釋成 1L)，在 60°C 水浴中提取 30 分鐘後，再加 10ml 鹽酸乙醇溶液，繼續提取 30 分鐘，過程中需不時攪拌。
- 2、提取完畢置入離心機離心，以鹽酸乙醇溶液定容至 25ml。
- 3、使用分光光度計，以鹽酸乙醇溶液歸零，分別在 530nm、620nm、650nm 波長下測定提取液的光密度值。
- 4、實驗結果：

(1)花青素光密度計算公式： $OD_{\lambda} = (OD_{530} - OD_{620}) - 0.1 (OD_{650} - OD_{620})$

(2)花青素含量計算：花青素含量 (nmol/g) = $(OD_{\lambda} / \epsilon) \times (V/m) \times 1000000$

OD λ ：花青素在 530nm 波長下光密度

ϵ ：花青素莫耳消光係數 4.62×10^4

「火」上加「油」

V：提取液總體積(25ml)

m：取樣質量(0.1g)

1000000：計算結果換算成 nmol 的倍數

(五)油脂中添加不同量之果皮粉對油脂氧化之影響

1、在燒杯中各放入 50 克的新鮮沙拉油，再分別加入熱風乾燥與真空冷凍乾燥後的果皮粉(1、3、5 克)及空白對照組(不加果皮粉)。

2、將樣品放入 63°C 烘箱內 (期間須攪拌防止果皮粉沉澱)進行油脂氧化。

3、每隔一段時間，從各燒杯中取 5 克沙拉油，置入離心機離心，取上層澄清液放入含蓋三角瓶內，加入醋酸異辛烷，搖勻後加入飽和碘化鉀搖晃 1 分鐘再加入 30ml 的蒸餾水。

4、利用 0.01N 硫代硫酸鈉滴定至淡黃色後，加入 10%SDS 及 0.5%澱粉液，再用硫代硫酸鈉滴定至藍色消失為止，即為滴定終點。

5、POV（過氧化價）計算公式： $N \times F \times V / S \times 1000$

N：硫代硫酸鈉溶液理想濃度 0.01N

F：0.01N 硫代硫酸鈉溶液之力價

V：0.01N 硫代硫酸鈉溶液滴定消耗體積 (ml)

S：油脂樣品重量 (g)



碘滴定



滴定成品

圖六：過氧化價測定圖

六、實驗結果與討論

(一)果皮以真空冷凍乾燥與熱風乾燥之比較如表一，結果顯示：真空冷凍乾燥不論在色澤及果皮乾燥後之完整性均較熱風乾燥者為佳，主要原因係因真空冷凍乾燥在低溫下進行，可維持或保留較佳的良好狀態。

表一：真空冷凍乾燥與熱風乾燥之差異性

	真空冷凍乾燥果皮粉	熱風乾燥果皮粉
果皮乾燥後之色澤	較佳	較差
果皮乾燥後之完整性	保持乾燥前的原形	產生變形與收縮

(二)果皮粉之灰分與水分含量結果如表二，真空冷凍乾燥與熱風乾燥之果皮粉在灰分及水分含量上沒有太大之差異性。

表二：灰分與水分含量之實驗數據

	真空冷凍乾燥果皮粉	熱風乾燥果皮粉
灰分%	16.25	16.48
水分含量%	11.34	12.76

(三)在花青素含量的測定如表三，真空冷凍乾燥果皮粉之花青素含量遠比熱風乾燥者為多，主要原因係因花青素對熱敏感，容易受熱破壞，因此，果皮在低溫下進行真空冷凍乾燥可保留較多花青素含量。

表三：真空冷凍乾燥果皮粉與熱風乾燥果皮粉花青素含量之實驗數據

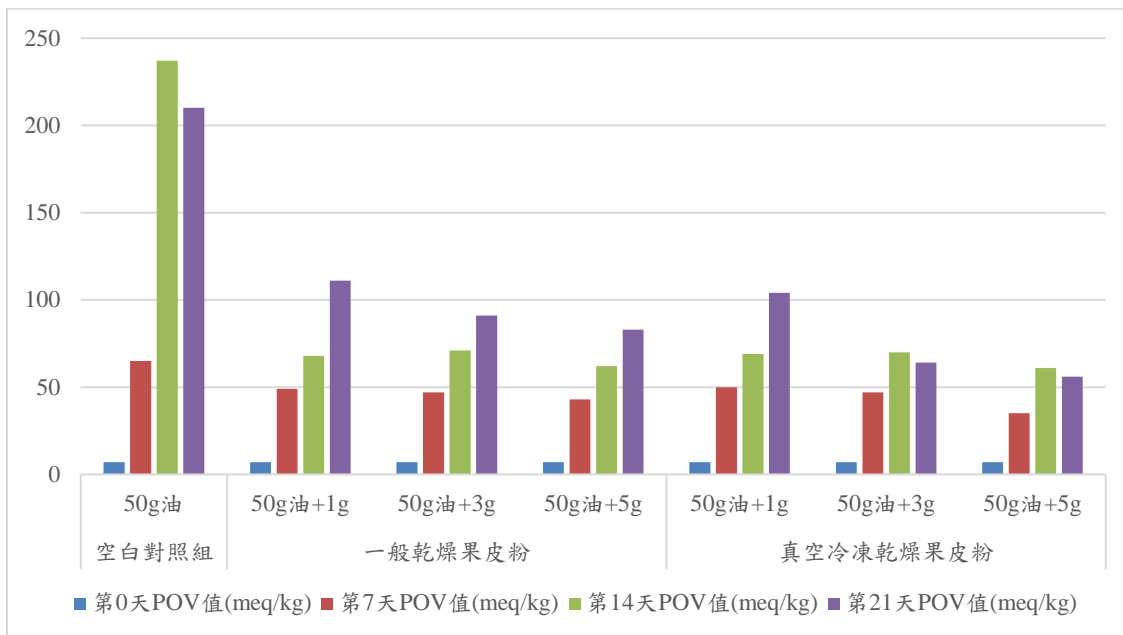
	真空冷凍乾燥果皮粉	熱風乾燥果皮粉
花青素含量 (nmol/g)	854.22	287.34

(四)油脂之抗氧化試驗

「食品化學與分析實習 I」課本內容提到抗氧化測定是利用過錳酸鉀，但過錳酸鉀的指示劑滴定終點顏色與果皮粉顏色相近，不易判定是否到達滴定終點。

因此，本實驗尋求新的抗氧化測試方法，利用油脂氧化產生自由基的現象，加入含抗氧化物質之果皮粉，來了解果皮粉對於油脂進行烤箱試驗產生自由基的抗氧化能力。

結果如圖七沙拉油中添加不同量之熱風乾燥或真空冷凍乾燥後之果皮粉，與空白對照組(不加果皮粉)比較 POV 值的變化，發現有添加不同量果皮粉的各組之 POV 值皆比空白對照組來得低許多，顯示果皮粉中的抗氧化物質(如花青素)可有效降低或消除沙拉油氧化產生的自由基，進而達到油脂抗氧化的效果。



圖七：沙拉油以烤箱試驗，檢測其 POV 值變化

參、結論

一、本文利用常被丟棄的火龍果皮廢棄物來進行水分、灰分、花青素含量等成分分析及油脂抗氧化實驗。這些實驗不僅能學會如何檢測果皮的成分，也知道原來廢物再利用的東西也能有這麼多的好處。

二、真空冷凍乾燥的果皮粉因為全程皆在低溫下操作，幾乎能保留原有的色澤，少了熱處理的破壞，對於成品也較不會有褐變產生及營養價值的流失(如花青素含量)，但機器的成本相對較高。火龍果皮的乾燥及磨粉，除了實驗流程較好操作外，延長了新鮮火龍果皮的保存期限，並且在後續食品的利用上增加了方便性。

三、油脂氧化加入抗氧化物質的概念：食品化學與分析實習課本中提及油脂過氧化價 **POV** 值的測定，給了相當大的靈感，利用油脂氧化會產生自由基的概念，加入含有抗氧化物質之果皮粉，來降低或消除沙拉油氧化產生的自由基，進而達到油脂抗氧化的效果。實驗的結果與預期相同，果皮粉中抗氧化物質能有效的降低或消除沙拉油因氧化而產生的過氧化物。

四、在實驗的過程中，遇到許多的難題，甚至也有了爭吵。包括第一次用分光光度計來測定花青素，或是因為許多的失誤而導致實驗失敗，但這些困難也阻擋不了想要完成實驗的初衷，花費很多的心血和堅持，最終於把這一系列的流程都做完了。

肆、引註資料

李玫琳、林碩文、余豐任、何淇義(2014)。食品化學與分析 II。台南市：復文圖書有限公司。

馬宗能、林宏周(2015)。食品化學與分析實習 I。台南市：復文圖書有限公司。

馬宗能、林宏周 (2015)。食品化學與分析實習 II。台南市：復文圖書有限公司。

游雅婷。甜菜根與甜菜素(Betalains)。2018 年 1 月 25 日，取自
<https://www.ntuh.gov.tw/DD/education/DocLib6/%E7%94%9C%E8%8F%9C%E6%A0%B9%E8%88%87%E7%94%9C%E8%8F%9C%E7%B4%A0Betalains.pdf>

張毅偉。(1998)。益智仁揮發性，抗氧化成分與百香果殼花青素，抗氧化成分之研究。2018 年 1 月 30 日，取自 <https://hdl.handle.net/11296/qs44hk>

李雅慧。民眾對花青素抗氧化、血糖與血脂調控功能認知-以某醫院院區為例。2018 年 1 月 28 日，取自 <https://hdl.handle.net/11296/k82g3w>

紅龍果：新興外來竄紅的健康水果科大觀園。2018 年 01 月 20 日，取自
<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sZvG.htm>

花青素含量測定(2018 年 2 月 20 日，取自
<https://wenku.baidu.com/view/9116ca30a32d7375a4178038.html>