

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 工程學(二)科

第三名

052401

「油」刃有「余」－油甘果抗氧化力探討

學校名稱：國立苗栗高級農工職業學校

作者： 職二 黃子捷 職二 鍾佳樑 職二 劉怡岑	指導老師： 羅維真 王淑璟
---	-----------------------------

關鍵詞：油甘果、抗氧化力、UV / VIS 吸收光譜

壹、摘要

油甘果中富含許多維他命 C 及多酚類等抗氧化物質，維他命 C 為油甘果中主要的抗氧化成分。由實驗數據可知，維他命 C 含量最高為綠茶(358.70ppm)、次之為臺灣凍乾粉(342.20ppm)、最低為印度凍乾粉(287.70ppm)。於螯合亞鐵離子試驗中，吸光度越低螯合能力越強，於 95% 及 75% 酒精萃取下，吸光度最低皆為油甘錠(0.054A/0.104A)。總酚含量 95% 及 75% 酒精萃取，含量最高皆為臺灣凍乾粉(597.31ppm/545.75ppm)。於 DPPH 自由基清除能力試驗中，清除率最高的為臺灣凍乾粉(94.10%)；清除率最低的為綠茶(57.25%)。本實驗透過數據分析，對油甘果進行抗氧化物質測量與比較。

一、研究動機

有次回家拜年時，聽到長輩們在討論他們那年代的零嘴—油甘果，故對此感到非常好奇，回家後開始著手搜尋，發現我們家鄉苗栗竟有盛產油甘果，且內含豐富的營養素，例如：多酚、維他命 C 等，於是我們決定來比較油甘果和眾人皆知總酚含量及抗氧化力極高的綠茶和咖啡三者，何者較為出色。

二、研究目的

油甘果中富含維生素等，多種微量元素與礦物質，具有抗衰老及提升免疫力等現象(李婉萍，2021)。當中油甘果具有茶類與咖啡的優點，含有 16 種胺基酸與維生素能夠調節血脂(蔡淑珍、賴瑞聲等，2018)。本實驗目的為探討油甘果未來品質依準，與其中之赤血鹽還原能力、螯合能力、總酚含量及 DPPH 自由基清除能力等實驗分析。

(一) 研究分析赤血鹽還原法、螯合亞鐵能力測定、總酚含量測定及 DPPH 自由基清除能力，進行油甘果與綠茶及咖啡之比較。

(二) 95% 酒精及 75% 酒精瀝取效果比較。

1. 比較不同酒精濃度萃取下對螯合亞鐵離子能力測定之影響。
2. 比較不同酒精濃度萃取下對總酚含量測定之影響。

(三) 討論不同油甘粉及不同區域間之營養素含量差異與影響。

1. 高溫乾燥油甘粉與凍乾粉之比較。

2. 臺灣與印度間比較。

三、文獻回顧

(一) 維他命 C (Vitamin C)

維他命 C 又稱為抗壞血酸(ascorbic acid)，分子式為 $C_6H_8O_6$ ，人體缺少維他命 C 時會引發壞血病，故有此別稱。維他命 C 存在於大多數的蔬果中，在油甘果中含有大量的維他命 C。維他命 C 可以幫助金屬離子的吸收、當作酵素的輔因子、具有抗氧化力(劉珍芳，2011)

(二) 赤血鹽還原法

赤血鹽 ($K_3Fe(CN)_6$) 被還原後會形成黃血鹽 ($K_4Fe(CN)_6$)。赤血鹽會使試樣的吸光能力下降，因此對比加入赤血鹽前與後吸光度的差異，以驗證試樣還原力之變化。(洪淑玲，2013；許倍嘉，2007)



(三) 螯合亞鐵離子能力測定

亞鐵離子容易被過氧化氫作用產生自由基，且加速氧化能力，螯合亞鐵能力測定主要在查證樣品阻斷亞鐵與過氧化氫的能力，如果吸光度越低，則表示螯合能力越強，樣品抗氧化力越強。(Diniset al. 1994)



(四) 總酚含量測定

許多飲食來源中都含有酚酸，其中以羥肉桂酸類的含量最多。不僅能夠抗氧化傷害、抗發炎，還能降低心血管疾病，甚至有抗癌等功效。常用福林酚試劑定量總多酚， Mo^{6+} 還原成 Mo^{5+} 於鹼性環境中呈現藍色化合物。顏色深淺與酚含量呈正比，反應後測定吸光度以沒食子酸的標準曲線作為對照，計算出試樣中總酚的含量。

(Vinson et al. 1998；Sun et al., 2002)

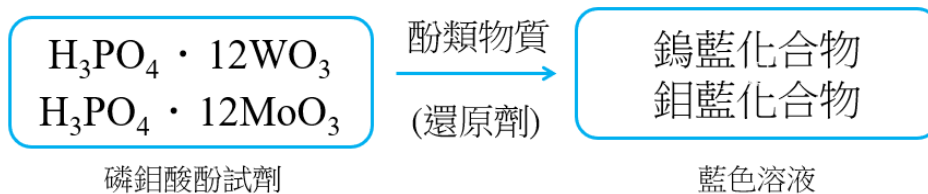
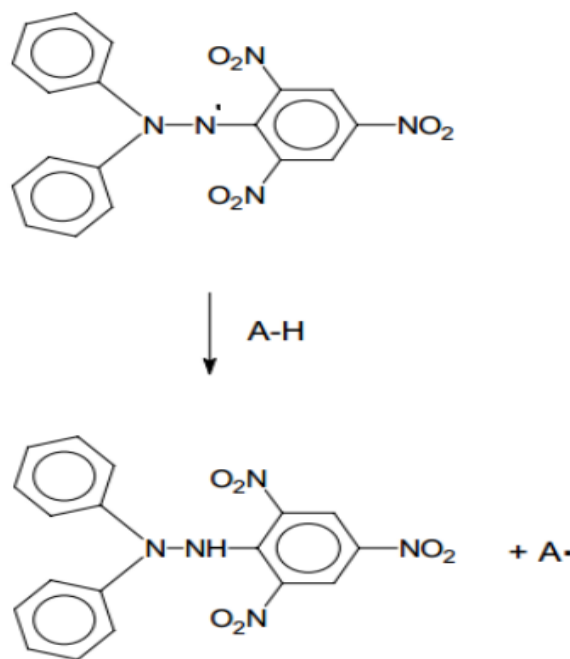


圖 1 福林酚試劑反應示意圖

(五) DPPH 自由基清除能力(DPPH radical-scavenging activity assay)

DPPH (1,1-二苯-2-三硝基肼)為一個極穩定的自由基，在酒精溶液中呈藍紫色，還原後會從藍紫色轉變為橘黃色，其最大吸收為波長 517nm，故可用 517nm 波長之吸光度變化來檢測試樣提供氫原子清除自由基的能力，吸光度下降越多表示清除 DPPH 自由基能力越強，即試樣提供氫的能力越強。經計算可得出 DPPH 清除率，DPPH 清除率越高能清除的 DPPH 自由基就越多，即抗氧化力越強。(Schlesieret al. 2002)



(Lo Scalzo , 2008)

圖 3 DPPH 自由基與 AH(抗氧化劑)之反應式

DPPH 自由基清除率(%)： $【1 - (As / Ac)】 \times 100\%$

As：試樣於 517nm 波長之吸光度

Ac：未添加試樣(空白)反應於 517nm 波長之吸光度

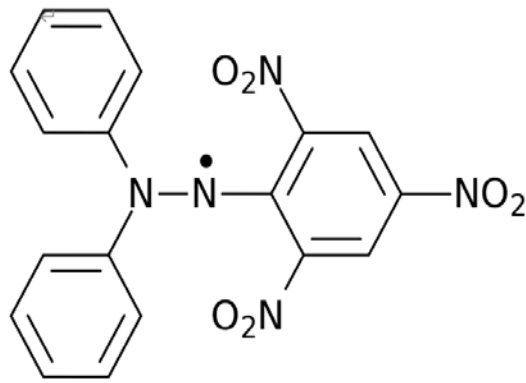


圖 2 DPPH 結構式

此為 α,α -Diphenyl- β -picrylhydrazyl ($C_{18}H_{12}N_5O_6$) 結構式，簡稱為 DPPH，是一種有機化合物。它是穩定自由基分子的深色結晶粉末，常用於抗氧化實驗及做電子順磁共振信號位置和強度的標準。

(六) 減積原理(Size Reduction)

減積為減少固體顆粒體積之操作。**減少體積、增加表面積**，可**提高固體的化學反應速率、溶解速率**，且方便包裝和運輸（陳慎平，2019）。

減積方式主要分為四種：壓縮(Compression)、撞擊(Impacting)、摩擦(Attrition)以及剪切(Shearing)。本實驗之樣品處理方式，主要使用原理為剪切（Shearing）來進行油甘果的減積，運用研磨機刀刃之快速旋轉，使油甘果粒徑變小；油甘錠是使用撞擊原理(Impacting)進行減積，以研鉢來使油甘錠變為細小顆粒。

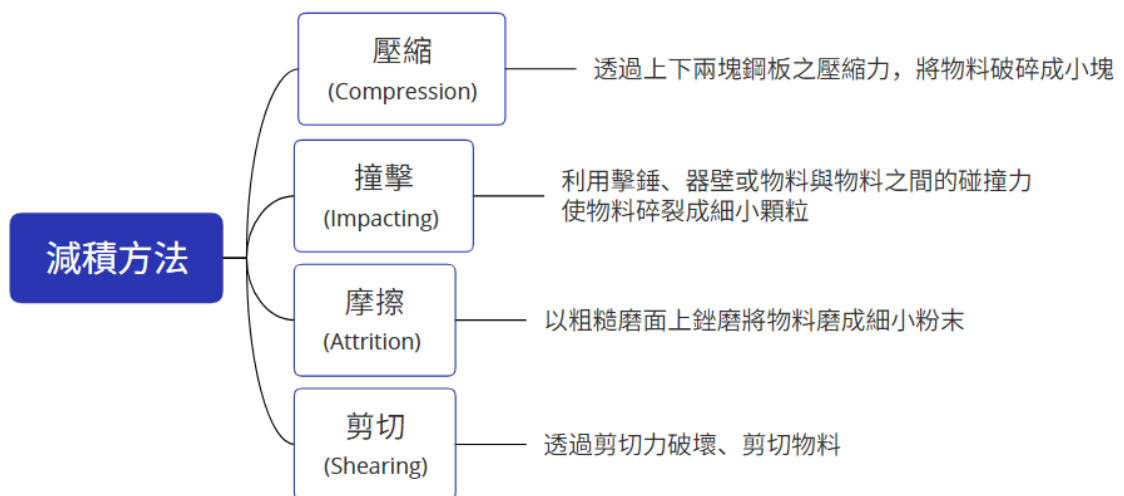


圖 3 減積方法敘述圖

貳、研究設備與器材




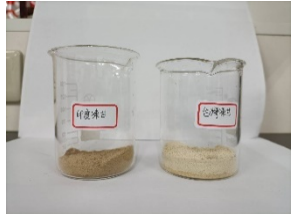
本實驗使用的藥品及器材如下：

			
<p>圖 4-1 實驗藥品由左至右分別為(1)氯化亞鐵(2)赤血鹽(3)沒食子酸(4)無水碳酸鈉(5)維他命 C(6)福林酚試劑(7)甲醇(8)95%酒精(9)75%酒精(10)DPPH</p>	<p>圖 4-2 研磨機 將試樣磨製成粉</p>	<p>圖 4-3 微量吸管 精確控制取液的量</p>	
			
<p>圖 4-4 精秤天平 精秤藥品及試樣克數</p>	<p>圖 4-5 分光光度計 測量各試樣吸光度</p>	<p>圖 4-6 光譜儀 測量各試樣吸收波長</p>	<p>圖 4-7 果乾機 將油甘果烘製成果乾</p>

參、研究過程或方法

一、油甘果製作流程

- (一) 挑選無破損、外表良好之果實。
- (二) 洗淨表面髒污及擦去水分。
- (三) 採收後將鮮果製成果乾。
- (四) 從果乾中取出種子。
- (五) 將取無籽果乾研磨成粉末。

選取鮮果並洗淨	將鮮果製成果乾	取出種子	研磨成粉
			
圖 5-1 油甘果鮮果	圖 5-2 油甘果果乾	圖 5-3 油甘果種子	圖 5-4 油甘果果粉

二、研究架構流程圖

(一) 油甘果製作過程

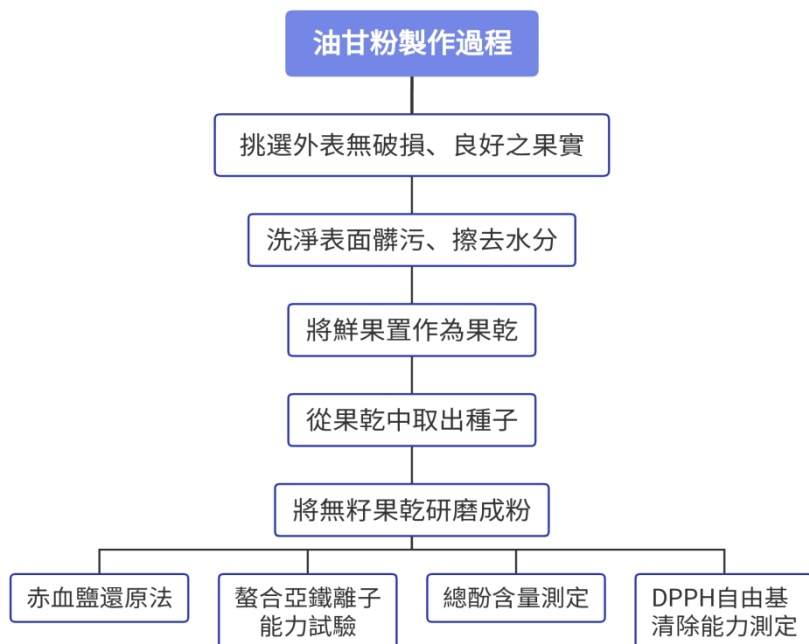


圖 6 油甘果製作流程圖

(二) 實驗架構流程圖

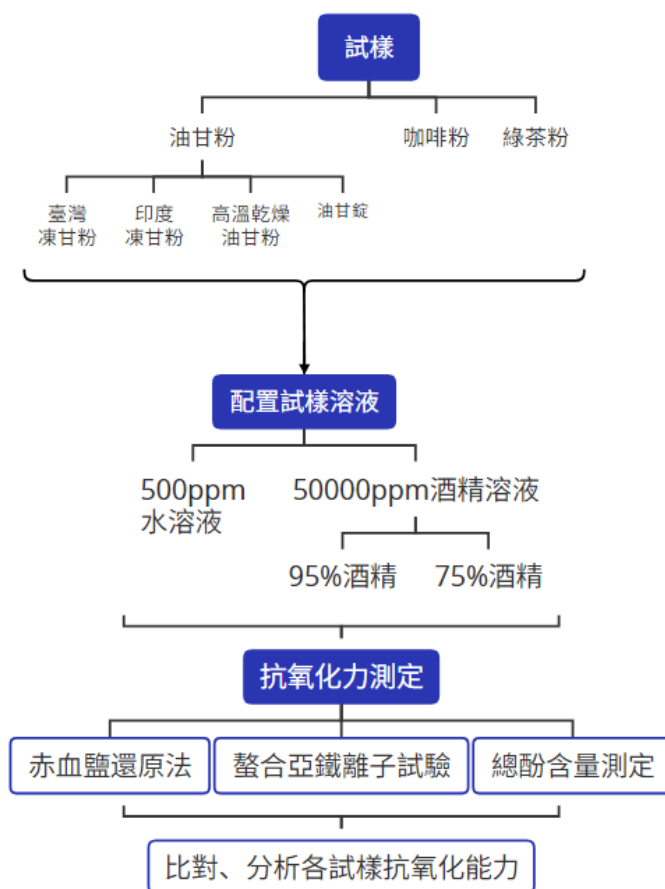


圖 7 實驗架構流程圖

三、實驗步驟

(一) 赤血鹽還原法

實驗一：維他命 C 檢量線

1. 秤取 1.00g 維他命 C，加入試劑水定量至 1000mL，此為維他命 C 儲備液。
2. 取 70.00mL 之維他命 C 儲備液，添加試劑水定量至 100mL。
3. 取 50.00mL 之維他命 C 儲備液，添加試劑水定量至 100mL。
4. 取 30.00mL 之維他命 C 儲備液，添加試劑水定量至 100mL。
5. 取 10.00mL 之維他命 C 儲備液，添加試劑水定量至 100mL。
6. 取 100ppm–700ppm 維他命 C 溶液各 1.00g 加入 3.00g 1mM 赤血鹽，放入分光光度計於 420nm 下測定 0.5 分鐘至 40 分鐘樣品吸光度並記錄。
7. 將起始數據減去 40 分鐘數據並記錄。

實驗二：起始值之測定

1. 取 3.00g 1mM 赤血鹽與 1.00g 試劑水混合。
2. 分光光度計以 420nm 測量並記錄吸光度，作為還原力起始值。

實驗三：臺灣凍乾粉試樣還原測定

1. 秤取 0.10g 臺灣凍乾粉，以試劑水定量至 200mL。
2. 取 3.00g 1mM 赤血鹽與 1.00g 臺灣凍乾粉水溶液混合。
3. 分光光度計以 420nm 測量吸光度第 0.5 分鐘的吸光度。
4. 每 10 分鐘測量一次試樣吸光度。

實驗四：印度凍乾粉試樣還原測定

1. 秤取 0.10g 印度凍乾粉，以試劑水定量至 200mL。
2. 取 3.00g 1mM 赤血鹽與 1.00g 印度凍乾粉水溶液混合。
3. 分光光度計以 420nm 測量吸光度第 0.5 分鐘的吸光度。
4. 每 10 分鐘測量一次試樣吸光度。

實驗五：高溫乾燥油甘粉試樣還原測定

1. 秤取 0.10g 高溫乾燥油甘粉，以試劑水定量至 200mL。
2. 取 3.00g 1mM 赤血鹽與 1.00g 高溫乾燥油甘粉水溶液混合。
3. 分光光度計以 420nm 測量吸光度第 0.5 分鐘的吸光度。
4. 每 10 分鐘測量一次試樣吸光度。

實驗六：油甘果錠試樣還原測定

1. 秤取 0.10g 油甘錠，以試劑水定量至 200mL。
2. 取 3.00g 1mM 赤血鹽與 1.00g 油甘錠水溶液混合。
3. 分光光度計以 420nm 測量吸光度第 0.5 分鐘的吸光度。
4. 每 10 分鐘測量一次試樣吸光度。

實驗七：咖啡粉試樣還原測定

1. 秤取 0.10g 油甘錠，以試劑水定量至 200mL。
2. 取 3.00g 1mM 赤血鹽與 1.00g 咖啡粉水溶液混合。
3. 分光光度計以 420nm 測量吸光度第 0.5 分鐘的吸光度。
4. 每 10 分鐘測量一次試樣吸光度。

實驗八：綠茶粉試樣還原測定

1. 秤取 0.10g 綠茶粉，以試劑水定量至 200mL。
2. 取 3.00g 1mM 赤血鹽與 1.00g 綠茶粉水溶液混合。
3. 分光光度計以 420nm 測量吸光度第 0.5 分鐘的吸光度。
4. 每 10 分鐘測量一次試樣吸光度。



圖 8 赤血鹽還原法測定流程圖

(二) 螯合亞鐵離子測定

實驗一：臺灣凍乾粉試樣螯合亞鐵離子試驗

1. 取 1mL 臺灣凍乾粉酒精溶液，加入 3.7mL 甲醇及 0.1mL 2 mM 氯化亞鐵放置於離心試管中，反應 30 秒。
2. 加入 0.2mL 5mM 赤血鹽，避光反應 10 分鐘。
3. 以分光光度計測定 562nm 波長下之吸光度。

實驗二：印度凍乾粉試樣螯合亞鐵離子試驗

1. 取 1mL 印度凍乾粉酒精溶液，加入 3.7mL 甲醇及 0.1mL 2 mM 氯化亞鐵放置於離心試管中，反應 30 秒。
2. 加入 0.2mL 5mM 赤血鹽，避光反應 10 分鐘。
3. 以分光光度計測定 562nm 波長下之吸光度。

實驗三：高溫乾燥油甘粉藥品螯合亞鐵離子試驗

1. 取 1mL 高溫乾燥油甘粉酒精溶液，加入 3.7mL 甲醇及 0.1mL 2 mM 氯化亞鐵放置於離心試管中，反應 30 秒。
2. 加入 0.2mL 5mM 赤血鹽，避光反應 10 分鐘。
3. 以分光光度計測定 562nm 波長下之吸光度。

實驗四：油甘果錠試樣螯合亞鐵離子試驗

1. 取 1mL 油甘果錠酒精溶液，加入 3.7mL 甲醇及 0.1mL 2 mM 氯化亞鐵放置於離心試管中，反應 30 秒。
2. 加入 0.2mL 5mM 赤血鹽，避光反應 10 分鐘。
3. 以分光光度計測定 562nm 波長下之吸光度。

實驗五：咖啡粉試樣螯合亞鐵離子試驗

1. 取 1mL 咖啡粉酒精溶液，加入 3.7mL 甲醇及 0.1mL 2 mM 氯化亞鐵放置於離心試管中，反應 30 秒。
2. 加入 0.2mL 5mM 赤血鹽，避光反應 10 分鐘。
3. 以分光光度計測定 562nm 波長下之吸光度。

實驗六：綠茶粉試樣螯合亞鐵離子試驗

1. 取 1mL 綠茶粉酒精溶液，加入 3.7mL 甲醇及 0.1mL 2 mM 氯化亞鐵放置於離心試管中，反應 30 秒。
2. 加入 0.2mL 5mM 赤血鹽，避光反應 10 分鐘。
3. 以分光光度計測定 562nm 波長下之吸光度。

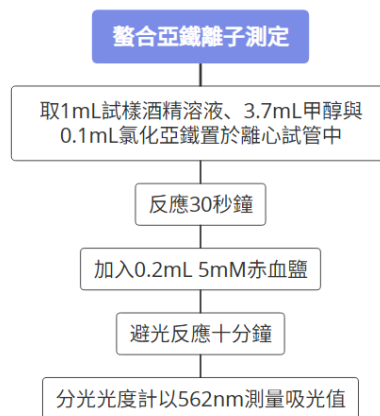


圖 9 螯合亞鐵離子測定流程圖

(三) 總酚含量之測定

實驗一：沒食子酸檢量線

1. 秤取 0.5g 沒食子酸，溶入 1000g 蒸餾水，配置成 500ppm 溶液。
2. 秤取 50.00g 沒食子酸溶液，定量至 100 毫升。
3. 秤取 25.00g 沒食子酸溶液，定量至 100 毫升。
4. 秤取 12.50g 沒食子酸溶液，定量至 100 毫升。
5. 秤取 6.25g 沒食子酸溶液，定量至 100 毫升。
6. 秤取 3.13 g 沒食子酸溶液，定量至 100 毫升。

實驗二：臺灣凍乾粉試樣總酚含量測定

1. 秤取 0.50g 臺灣凍乾粉酒精溶液及 1.00g 試劑水加至離心試管中。
2. 加入 0.50g 0.5% 福林酚試劑，在室溫下放置 5 分鐘，使其反應完全。
3. 加入 0.80g 7% 碳酸鈉溶液及 1.00g 試劑水。
4. 放置室溫下反應半小時，以 700nm 波長測定總酚含量。

實驗三：印度凍乾粉試樣總酚含量測定

1. 秤取 0.50g 印度凍乾粉酒精溶液及 1.00g 試劑水加至離心試管中。
2. 加入 0.50g 0.5% 福林酚試劑，在室溫下放置 5 分鐘，使其反應完全。
3. 加入 0.80g 7% 碳酸鈉溶液及 1.00g 試劑水。
4. 放置室溫下反應半小時，以 700nm 波長測定總酚含量。

實驗四：高溫乾燥油甘粉試樣總酚含量測定

1. 秤取 0.50g 高溫乾燥油甘粉酒精溶液及 1.00g 試劑水加至離心試管中。
2. 加入 0.50g 0.5% 福林酚試劑，在室溫下放置 5 分鐘，使其反應完全。
3. 加入 0.80g 7% 碳酸鈉溶液及 1.00g 試劑水。
4. 放置室溫下反應半小時，以 700nm 波長測定總酚含量。

實驗五：油甘錠試樣總酚含量測定

1. 秤取 0.50g 油甘錠酒精溶液及 1.00g 試劑水加至離心試管中。
2. 加入 0.50g 0.5% 福林酚試劑，在室溫下放置 5 分鐘，使其反應完全。
3. 加入 0.80g 7% 碳酸鈉溶液及 1.00g 試劑水。
4. 放置室溫下反應半小時，以 700nm 波長測定總酚含量。

實驗六：咖啡粉試樣總酚含量測定

1. 秤取 0.50g 咖啡粉酒精溶液及 1.00g 試劑水加至離心試管中。
2. 加入 0.50g 0.5% 福林酚試劑，在室溫下放置 5 分鐘，使其反應完全。
3. 加入 0.80g 7% 碳酸鈉溶液及 1.00g 試劑水。
4. 放置室溫下反應半小時，以 700nm 波長測定總酚含量。

實驗七：綠茶粉試樣總酚含量測定

1. 秤取 0.50g 綠茶粉酒精溶液及 1.00g 試劑水加至離心試管中。
2. 加入 0.50g 0.5% 福林酚試劑，在室溫下放置 5 分鐘，使其反應完全。
3. 加入 0.80g 7% 碳酸鈉溶液及 1.00g 試劑水。
4. 放置室溫下反應半小時，以 700nm 波長測定總酚含量。

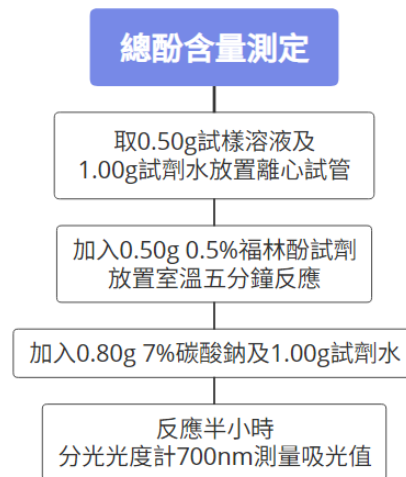


圖 10 總酚含量測定流程圖

(四) DPPH 自由基清除能力

實驗一：臺灣凍乾粉試樣清除 DPPH 自由基能力測定

1. 取 0.6mL 50000ppm 臺灣乾粉酒精溶液與 1.2mL 0.5mM 之 DPPH 酒精溶液。
2. 避光反應三十分鐘。
3. 以 517nm 波長下測定其吸光度。

實驗二：印度凍乾粉試樣清除 DPPH 自由基能力測定

1. 取 0.6mL 50000ppm 印凍乾粉酒精溶液與 1.2mL 0.5mM 之 DPPH 酒精溶液。
2. 避光反應三十分鐘。
3. 以 517nm 波長下測定其吸光度。

實驗三：高溫乾燥油甘粉試樣清除 DPPH 自由基能力測定

1. 取 0.6mL 50000ppm 高溫乾燥油甘粉酒精溶液與 1.2mL 0.5mM 之 DPPH 酒精溶液。
2. 避光反應三十分鐘。
3. 以 517nm 波長下測定其吸光度。

實驗四：油甘錠試樣清除 DPPH 自由基能力測定

1. 取 0.6mL 50000ppm 油甘錠酒精溶液與 1.2mL 0.5mM 之 DPPH 酒精溶液。
2. 避光反應三十分鐘。
3. 以 517nm 波長下測定其吸光度。

實驗五：綠茶粉試樣清除 DPPH 自由基能力測定

1. 取 0.6mL 50000ppm 綠茶粉酒精溶液與 1.2mL 0.5mM 之 DPPH 酒精溶液。
2. 避光反應三十分鐘。
3. 以 517nm 波長下測定其吸光度。

實驗六：咖啡粉試樣清除 DPPH 自由基能力測定

1. 取 0.6mL 50000ppm 咖啡粉酒精溶液與 1.2mL 0.5mM 之 DPPH 酒精溶液。
2. 避光反應三十分鐘。
3. 以 517nm 波長下測定其吸光度。

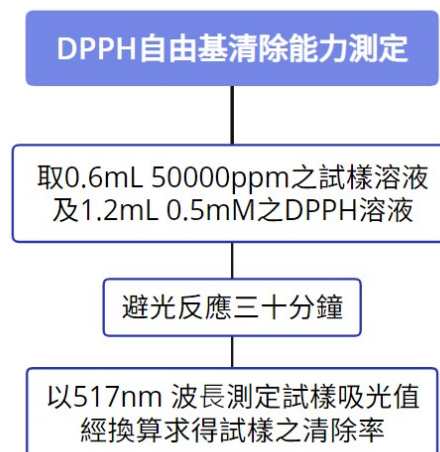


圖 11 DPPH 自由基清除能力測定流程圖

肆、研究結果

一、赤血鹽還原力測定

(一) 赤血鹽還原法之維他命 C 檢量線製作

測量不同濃度維他命 C 於赤血鹽還原法之吸光度，分析及數據彙整後製作維他命 C 檢量線，以探討不同試樣之還原能力。下表為 0~40 分鐘赤血鹽吸光度變化量，實作兩次以求平均值、提高實驗準確性。

表 1 不同濃度維他命 C 與赤血鹽反應於 420nm 之吸光度

維他命 C 濃度(ppm)	每十分鐘之平均吸光度(Abs)	0 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘	0 分鐘-40 分鐘吸光度(Abs)
100		0.798	0.795	0.792	0.790	0.789	0.009
300		0.623	0.562	0.438	0.393	0.281	0.342
500		0.515	0.387	0.219	0.098	0.007	0.508
700		0.699	0.474	0.306	0.163	0.011	0.688

將上表統整後繪製出圖 12，此為維他命 C 檢量線，經過換算後可得知各試樣維他命 C 含量，以對比不同試樣抗氧化力差異。

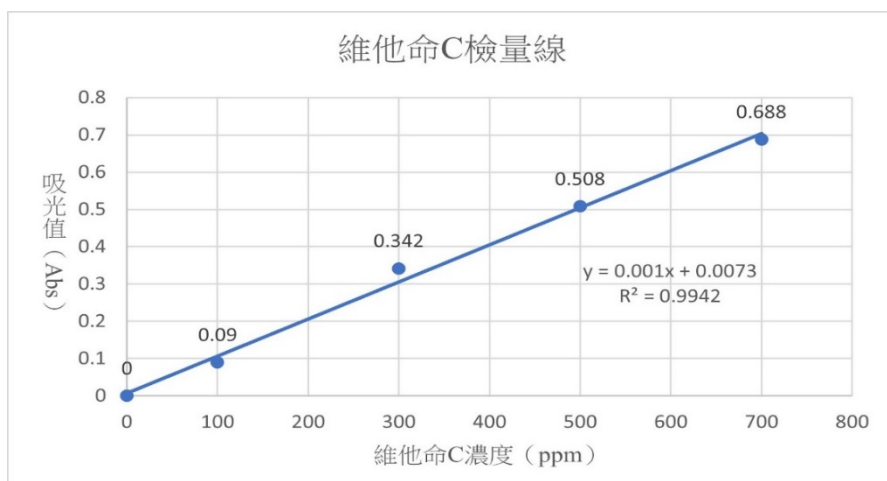


圖 12 赤血鹽還原法之維他命 C 檢量線

此為維他命 C 檢量線，將赤血鹽還原試樣之吸光度帶入檢量線求出試樣維他命 C 濃度(ppm)。

(二) 各試樣之還原能力

將試樣水溶液與赤血鹽溶液混合，測定並記錄各試樣 0~40 分鐘的吸光度。在 40 分鐘後吸光度下降量變得平緩，故本實驗以起始值減去 40 分鐘之吸光度作為差值。

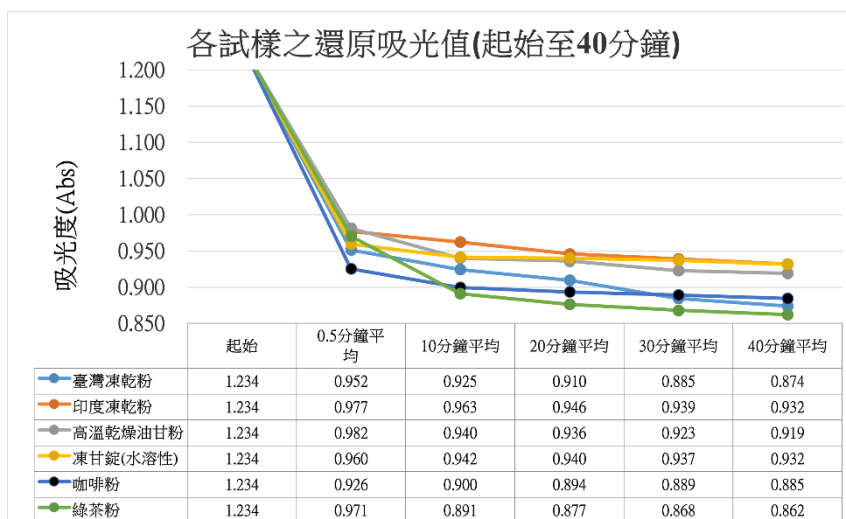


圖 13 各試樣之還原吸光度(起始至 40 分鐘)

製作圖 13(起始至 40 分鐘)並以此圖之起始吸光度減去各試樣 40 分鐘的平均吸光度得出差值，由圖 13 可看出，在添加試樣的一瞬間吸光度直線下降，之後呈平緩地下降，這是因為氧化還原反應為電子的轉移，電子的轉移是一種極快的反應，在一瞬間幾乎完成了反應，故本實驗取起始及 0.5 分鐘的試樣進行測定。

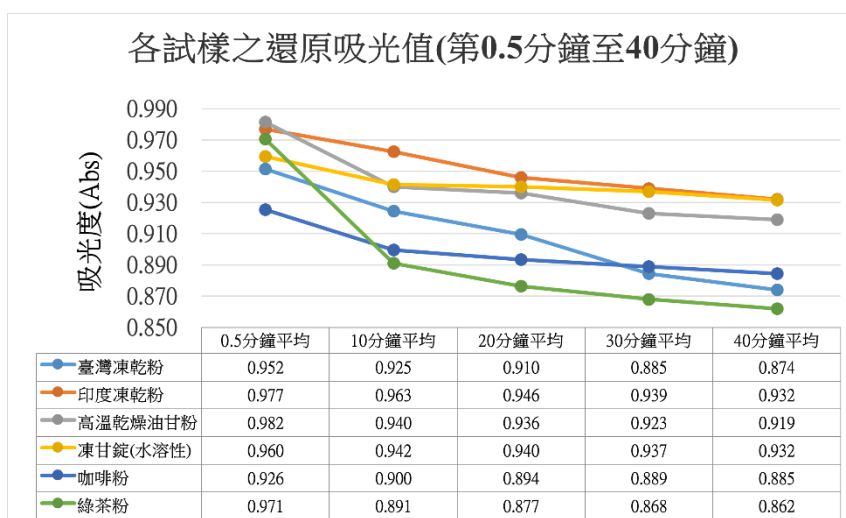


圖 14 各試樣之還原吸光度趨勢圖(0.5 分鐘至 40 分鐘)

將起始點去除製作圖 14(0.5 分鐘至 40 分鐘)以便於觀察各試樣還原之吸光度趨勢，於添加完試樣後反應趨勢呈平緩地下降，但不同試樣的還原力還是有些許差異，將圖 13 起始值去除後可看出不同試樣的還原吸光度之差異。

(三) 各試樣赤血鹽還原能力分析

將起始值減去 40 分鐘平均吸光度，並將差值計算後紀錄於表 2，可得知不同試樣之還原能力。

表 2 各試樣於 420nm 波長下測定的還原能力吸光度差值

試樣 吸光度(Abs)	臺灣 凍乾粉	印度 凍乾粉	高溫乾燥 油甘粉	凍甘錠 (水溶性)	咖啡粉	綠茶粉
吸光度差值(Abs) (起始-四十分鐘吸光度)	0.350	0.295	0.311	0.297	0.345	0.366

試樣之吸光度差值越大，表示赤血鹽的變化量越大，即該試樣赤血鹽還原能力越佳，以表 2 數據來看綠茶吸光度為 0.366 最佳，臺灣凍乾粉排名第二；最差的為印度凍乾粉吸光度為 0.295。

二、螯合亞鐵離子測定

本實驗以 95%酒精及 75%酒精作為萃取各試樣之溶劑，比較不同濃度酒精對試樣的萃取功效。試樣與甲醇、氯化亞鐵反應半分鐘後，加入 0.2mL 赤血鹽反應十分鐘，分光光度計以波長 562nm 測量試樣吸光度，紀錄後彙整並進行比較。

表 3 各試樣於 562nm 波長下測定的 95%酒精溶液之螯合能力

試樣 吸光度(Abs)	第一次	第二次	平均吸光度(Abs)
臺灣凍乾粉	0.060	0.051	0.056
印度凍乾粉	0.145	0.147	0.146
高溫乾燥油甘粉	0.153	0.158	0.156
油甘錠(水溶性)	0.057	0.051	0.054
咖啡粉	0.117	0.074	0.096
綠茶	0.163	0.138	0.151

各試樣於 95%酒精溶液的螯合能力，以油甘錠排名第一吸光度為 0.054；臺灣凍乾粉排名第二吸光度為 0.056；最差的是高溫乾燥油甘粉吸光度為 0.158。

表 4 各試樣於 562nm 波長下測定的 75%酒精溶液之螯合能力

試樣 \ 吸光度(Abs)	第一次	第二次	平均吸光度(Abs)
臺灣凍乾粉	0.104	0.108	0.106
印度凍乾粉	0.138	0.160	0.149
高溫乾燥油甘粉	0.179	0.192	0.186
油甘錠(水溶性)	0.100	0.107	0.104
咖啡粉	0.177	0.190	0.184
綠茶粉	0.169	0.163	0.166

各試樣於 75%酒精溶液的螯合能力，以油甘錠排名第一，吸光度為 0.104；臺灣凍乾粉排名第二，吸光度為 0.106；最差的是高溫乾燥油甘粉，吸光度為 0.186。

螯合亞鐵試驗中，吸光度越低表示螯合能力越佳。總結上述兩表格可看出，油甘錠的螯合能力皆最佳；臺灣凍乾粉排名第二。不同溶劑也影響了螯合能力，其中 95%酒精的螯合能力皆比 75%酒精佳。

三、總酚含量測定

試樣與水混合後加入福林酚試劑，反應五分鐘後加入 7%碳酸鈉溶液，使反應環境呈鹼性，室溫下反應三十分鐘，分光光度計以波長 700nm 下測量試樣吸光度，代入沒食子酸檢量線，可知各試樣的沒食子酸含量。本試驗中分別以 95%及 75%酒精萃取總酚含量、測定吸光度，用以比較不同濃度酒精的萃取效力。

(一) 沒食子酸檢量線

測量不同濃度之沒食子酸吸光度，以繪製沒食子酸檢量線；經過計算後可知不同試樣中沒食子酸的含量、以計算每克試樣中含有多少毫克沒食子酸。

表 5 不同濃度沒食子酸於 700nm 波長下測定之吸光度

沒食子酸濃度 (ppm) \ 吸光度(Abs)	1000	500	250	125	62.5	31.25	15.625
第一次	1.577	0.779	0.345	0.119	0.042	0.039	0.025
第二次	1.575	0.797	0.373	0.129	0.052	0.045	0.015
平均吸光度(Abs)	1.576	0.788	0.359	0.124	0.047	0.041	0.020

將上表統整後，可繪製出沒食子酸檢量線，透過計算可得知各試樣的沒食子酸含量，以此做為總酚含量之參照。

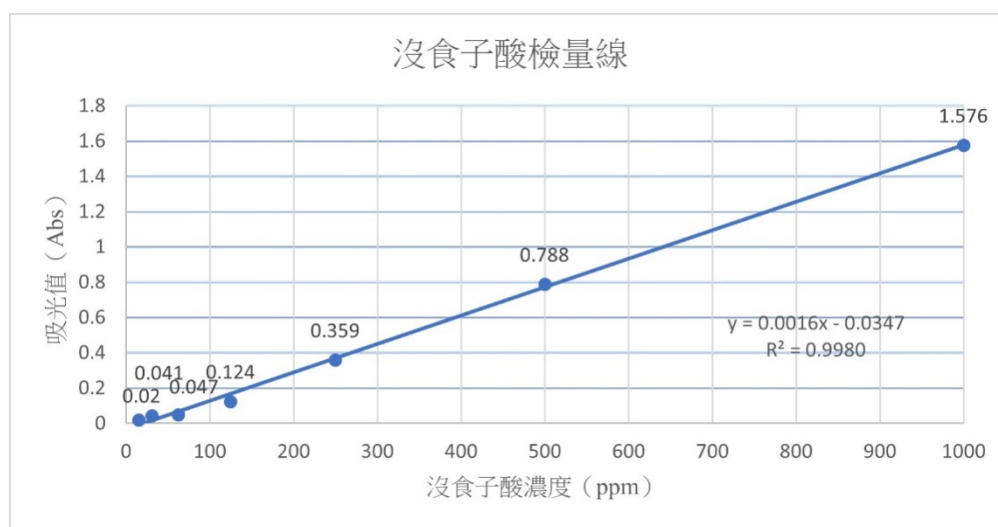


圖 15 總酚含量測定之沒食子酸檢量線

此為沒食子酸檢量線，將總酚含量測定之試樣吸光度帶入檢量線求出試樣沒食子酸濃度(ppm)。

(二) 不同試樣之總酚吸收波長

以光譜儀於波長 400nm–1000nm 測定 95% 及 75% 酒精萃取總酚之各試樣，以此測定各試樣之吸收波長光譜。

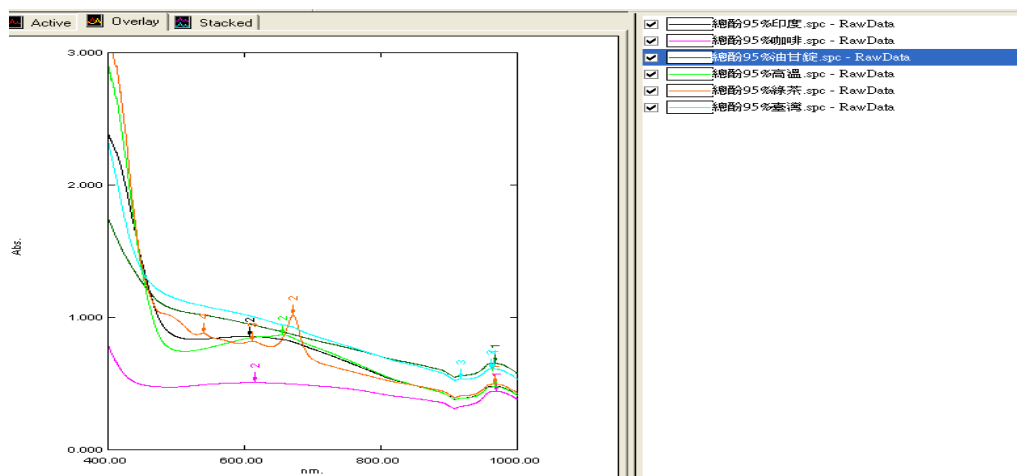


圖 16 總酚 95% 萃取各試樣之 UV-Vis 吸收光譜比較圖(400nm–1000nm)

由圖 16 可以得知 95% 總酚含量測定在 700nm 波長下有一吸收峰。

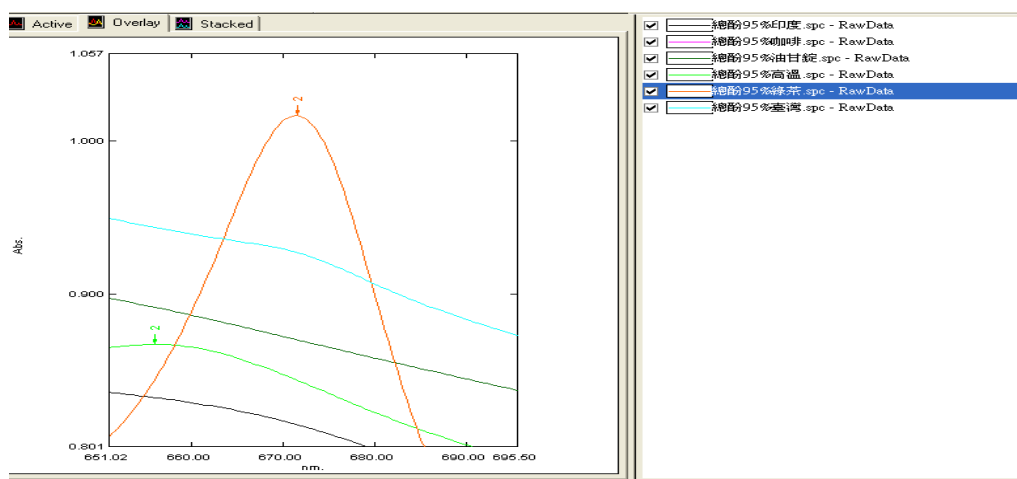


圖 17 總酚 95% 綠茶萃取局部放大圖之吸收光譜圖

由圖 16 可以得知 95% 總酚含量測定之綠茶試樣有一極大吸收峰，局部放大後製圖 17 發現此吸收峰出現於 670nm 波長下。

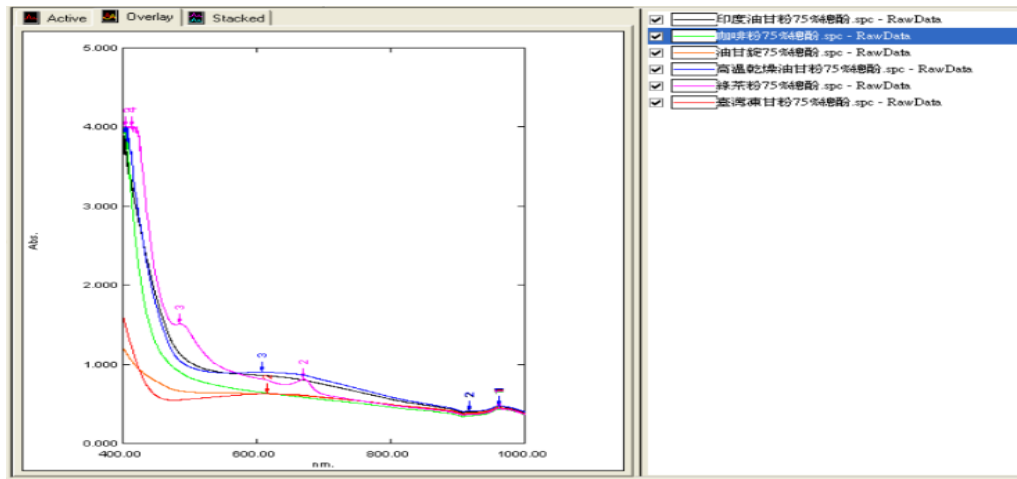


圖 18 總酚 75% 萃取各試樣之 UV-Vis 吸收光譜比較圖(400nm-1000nm)

由圖 18 可以得知 75% 總酚含量測定在 700nm 波長下有一吸收峰，且綠茶試樣在 670nm 波長下亦有極大吸收峰。

(三) 不同酒精濃度萃取之總酚含量

下表為不同濃度酒精所萃取出之總酚含量，以比較不同濃度酒精的萃取能力，及不同試樣中總酚的含量。

表 6 試樣於 700nm 波長下的 95% 酒精之總酚吸光度

試樣 \ 吸光度(Abs)	第一次	第二次	平均吸光度(Abs)
臺灣凍乾粉	0.942	0.900	0.921
印度凍乾粉	0.708	0.767	0.738
高溫乾燥油甘粉	0.782	0.791	0.787
油甘錠(水溶性)	0.797	0.803	0.800
咖啡粉	0.545	0.525	0.535
綠茶粉	0.674	0.616	0.645

以上表可知臺灣凍乾粉吸光度最高為 0.921，油甘錠次之吸光度為 0.800；咖啡的總酚吸光度最低僅 0.535，由 95% 酒精萃取數據中可知四種油甘粉都比咖啡和綠茶高。

表 7 試樣於 700nm 波長下的 75%酒精之總酚吸光度

試樣 \ 吸光度(Abs)	第一次	第二次	平均吸光度(Abs)
臺灣凍乾粉	0.870	0.807	0.839
印度凍乾粉	0.727	0.580	0.654
高溫乾燥 油甘粉	0.712	0.720	0.716
油甘錠 (水溶性)	0.580	0.610	0.595
咖啡粉	0.506	0.502	0.504
綠茶粉	0.640	0.638	0.639

由以上實驗可知，吸光度越高，代表試樣的總酚含量越高。由表 7 可知臺灣凍乾粉的吸光度最高其吸光度為 0.839，高溫乾燥油甘粉次之吸光度為 0.716；吸光度最低的是咖啡粉吸光度僅 0.504。

以上實驗可知吸光度越高，試樣中的總酚含量越高。結合上兩表可知不同濃度的酒精會影響萃取出來的總酚含量，其中以 95%酒精萃取出來的總酚含量較高。

四、DPPH 自由基清除能力測定

表 8 試樣於 517 nm 波長下 DPPH 自由基清除之吸光度

試樣 \ 吸光度(Abs)	第一次	第二次	平均吸光度(Abs)
空白試驗	0.654	0.684	0.669
臺灣凍乾粉	0.036	0.043	0.040
印度凍乾粉	0.104	0.092	0.098
高溫乾燥油甘粉	0.087	0.102	0.095
油甘錠	0.068	0.073	0.071
咖啡粉	0.111	0.131	0.121
綠茶粉	0.280	0.292	0.286

由以上實驗可知，吸光度越低表示清除 DPPH 自由基能力越強，以空白試驗作為參照，套入公式可知各試樣之清除率，以比較何種試樣清除 DPPH 自由基能力較佳。

伍、討論

一、各試樣赤血鹽還原能力比較

由起始值減去 40 分鐘後吸光度可得還原力差值，套入維他命 C 檢量線後可得每種試樣維他命 C 含量。

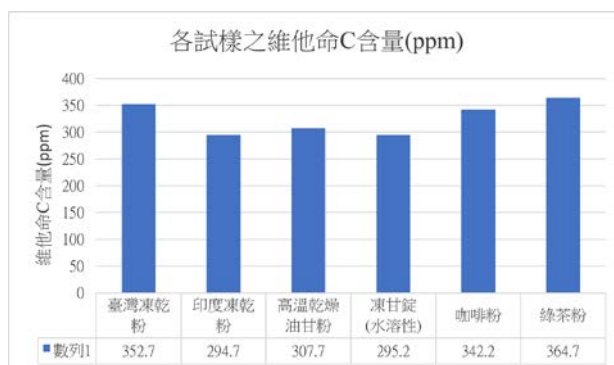


圖 19 各試樣之維他命 C 含量

(一) 油甘果、綠茶及咖啡比較

由圖 19 各試樣之維他命 C 含量可知，**綠茶的維他命 C 含量最高**；臺灣凍乾粉為其次。文獻顯示綠茶中富含**兒茶素和維他命 C**等營養物質；而透過實驗可知**油甘果內含大量的維他命 C**，平均維持在 280ppm 以上。

(二) 油甘果果粉間比較

四種油甘果果粉中，**臺灣凍乾粉的維他命 C 含量最高(342.30ppm)**；印度凍乾粉的維他命 C 含量在四種試樣中最低(287.70ppm)。

二、各試樣螯合亞鐵能力比較

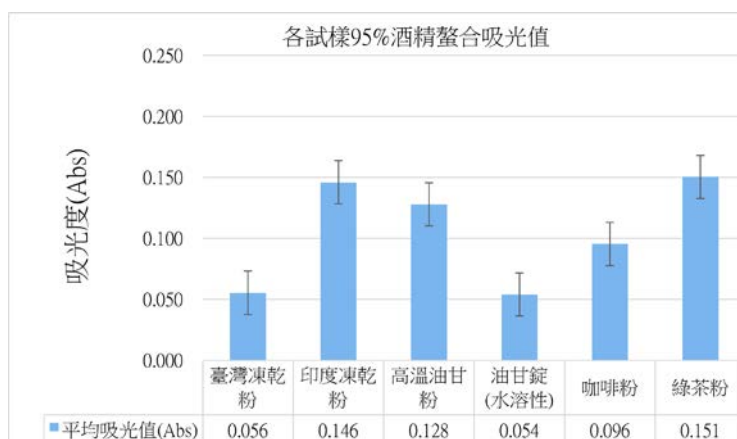


圖 20 各試樣於 700nm 波長下的 95%酒精螯合之吸光度

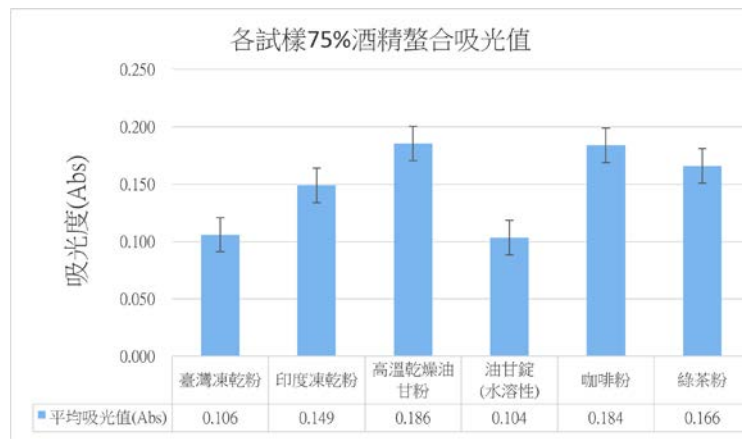


圖 21 各試樣於 700nm 波長下的 75%酒精螯合之吸光度

(一) 油甘果、綠茶及咖啡之螯合能力比較

依據文獻探討中可知螯合後吸光度越低，表示其螯合亞鐵能力越佳。在 95% 酒精中油甘錠的吸光度 0.054 最低，臺灣凍乾粉僅次，吸光度為 0.056，咖啡排名第三，吸光度為 0.096，綠茶排名最後，吸光度為 0.151；75%酒精中油甘錠的吸光度為 0.104 最低，臺灣凍乾粉僅次，吸光度為 0.106，咖啡排名第五，吸光度為 0.184，綠茶排名第四吸光度為 0.166。95%酒精和 75%酒精萃取下，臺灣凍乾粉之吸光度皆僅次最低，表示在兩者濃度的萃取下，螯合能力最佳。吸光度有些許差異，對比兩表可知，螯合能力會隨著酒精濃度不同而有所差異。

(二) 油甘果之螯合能力比較

在波長 562 nm 下試樣螯合成 Fe^{2+} 時吸光度會下降，故吸光度越低代表螯合能力越佳，由實驗數據圖 20 及 21 可知，在 95% 及 75% 酒精中臺灣凍乾粉與油甘錠的吸光度最低，代表兩者的螯合能力最佳。不論是 95% 酒精還是 75% 酒精萃取，油甘錠之吸光度在六種試樣中皆最低。油甘錠去除種子後，以真空冷凍乾燥的技術並萃取製作成錠，保留了油甘果中豐富的營養成分。

三、各試樣總酚含量比較

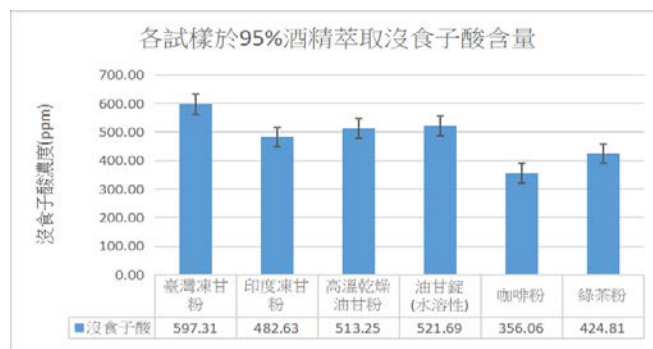


圖 22 各試樣 95%酒精沒食子酸含量

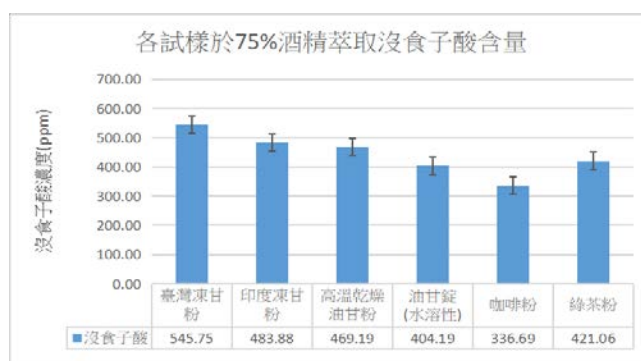


圖 23 各試樣 75%酒精沒食子酸含量

(一) 油甘果、綠茶及咖啡之總酚含量比較

圖 22 及 23 為 95%酒精及 75%酒精溶液中各試樣之沒食子酸含量，得知在 95%及 75%酒精萃取下，**臺灣凍乾粉**的總酚含量最優秀，其次為綠茶，含量最低的是咖啡粉。

(二) 油甘果之總酚含量比較

由圖 22 及 23 中可知 95%及 75%酒精萃取的**臺灣凍乾粉**總酚含量(597.31 ppm/545.75 ppm)最高。在 95%酒精萃取其次是油甘錠(521.69 ppm)，最低的是印度凍乾粉(482.63 ppm)；在 75%酒精萃取其次是印度凍乾粉(483.88 ppm)，最低的油甘錠(404.19 ppm)。

四、各試樣 DPPH 自由基清除能力比較

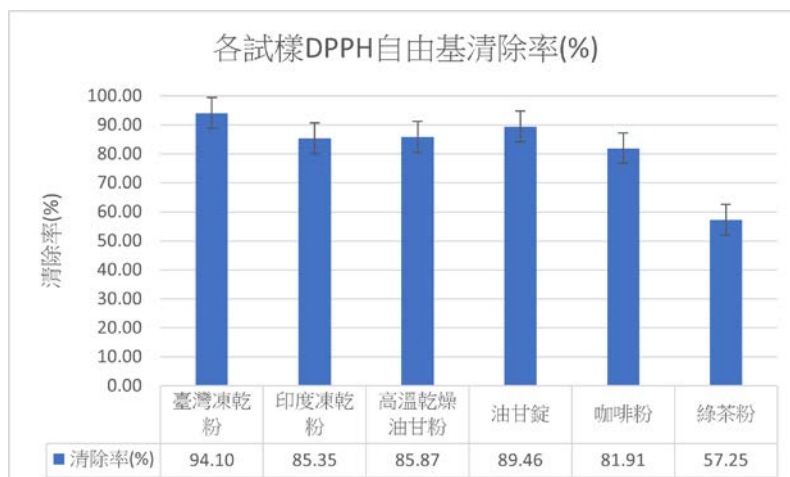


圖 24 各試樣之 DPPH 自由基清除率(%)

試樣 DPPH 自由基的清除率越高表示抗氧化力越佳，本實驗取試樣濃度 50 mg/mL，由圖 24 中可知除了綠茶粉試樣其餘清除率皆有達到 80% 以上，前四名分別為臺灣凍乾粉(94.10%)，油甘錠(89.46%)，高溫乾燥油甘粉(85.87%)，印度凍乾粉(85.35%)；其中清除率最低的為綠茶(57.25%)。

臺灣凍乾粉與其他試樣比較，明顯高於其餘試樣的 DPPH 自由基清除率，且其清除率甚至達到 94.10%，清除 DPPH 自由基的效果佳，且在總酚和赤血鹽還原力以及螯合亞鐵離子皆有極出色的表現，根據實驗結果臺灣凍乾粉整體來說也是效果最佳的。

五、不同濃度酒精萃取能力比較

本實驗以兩種不同濃度的酒精做比對，由螯合亞鐵離子試驗以及總酚含量測定結果中可看出，95%酒精的效果普遍比較好。

(一) 不同濃度酒精螯合亞鐵離子能力比較

螯合亞鐵試驗中，75%酒精的吸光度皆比 95%酒精吸光度高；於本試驗中，吸光度越低表示螯合能力越佳，故 95%酒精的螯合效果相較於 75%酒精來得好。

(二) 不同濃度酒精總酚含量比較

總酚含量實驗中，95%酒精的總酚含量萃取大多比75%酒精萃取的效果佳，僅95%印度凍乾粉(482.63 ppm)略低於75%印度凍乾粉(483.88 ppm)。

六、不同製造方式油甘粉比較

綜合以上四個試驗，可統整出以下表格。高溫乾燥油甘粉的製造過程中，隨著乾燥溫度上升，營養成分流失的現象，且根據文獻指出(賴瑞聲、蔡淑珍等，2018)，高溫乾燥與真空冷凍乾燥之乾燥處理方式以真空冷凍乾燥處理能保有較完整的營養物質，探討之文獻與表9實驗之數據相符。

表9 試樣於95%酒精之總酚吸光度

測定方法 \ 試樣	高溫乾燥油甘粉	真空冷凍乾燥油甘粉
赤血鹽還原能力測定之差值	0.311(Abs)	0.350(Abs)(勝)
螯合亞鐵離子能力之測定	0.156(Abs)	0.056(Abs)(勝)
總酚含量測定之沒食子酸含量	513.25(ppm)	597.31(ppm)(勝)
DPPH 自由基之清除率	85.35(%)	94.10(%) (勝)

七、臺灣凍乾粉與印度凍乾粉區域間之營養素含量差異與影響

表10 試樣於95%酒精之總酚吸光度

比較 \ 地區	臺灣	印度
氣候特色	副熱帶季風	熱帶季風
雨季	3月至6月左右	6月至9月左右
年均降雨量	約1997.4毫米	約1220毫米
經緯度	北緯6度44分至35度30分、東經68度7分至97度25分間	北緯22~25度、東經120~122度左右
年均溫	31.5度	45度
產季	12月至1月	8月至12月

根據本實驗之結果來看臺灣凍乾粉較印度凍乾粉來的好，依據不同地區的土壤、氣候、地區降雨量、季節、栽種方法、施肥次數、栽種次數、水分變化、降雨量等影響，根據實驗結果我們進行初步地區比較兩地差異，我們推測在副熱帶季風氣候較熱帶季風對油甘果生長較為合適，印度的產季離印度雨季較接近且長年高溫因此所保留總酚等營養素較少。

八、各試樣總酚光譜儀吸收波長圖

95%與 75%酒精萃取總酚之試樣，於 700 nm 波長下有一吸收峰，但綠茶 95%及 75%酒精試樣在 670 nm 有一極大吸收峰且大於 700 nm 波長之吸收峰，經由文獻探討及查詢我們得知葉綠素 a 可吸收紫外光到藍光(250-470 nm)並發出紅光(670 nm) (張宗元，2017)，即 670 nm 波長為葉綠素 a 之吸收峰，故我們推測該吸收峰為葉綠素 a 之吸收峰且可能亦含有葉綠素 b 之干擾，故為了避免葉綠素 a 及葉綠素 b 干擾我們不選用 670 nm 波長測定，改用較合適之 700 nm 波長下進行總酚含量測定。

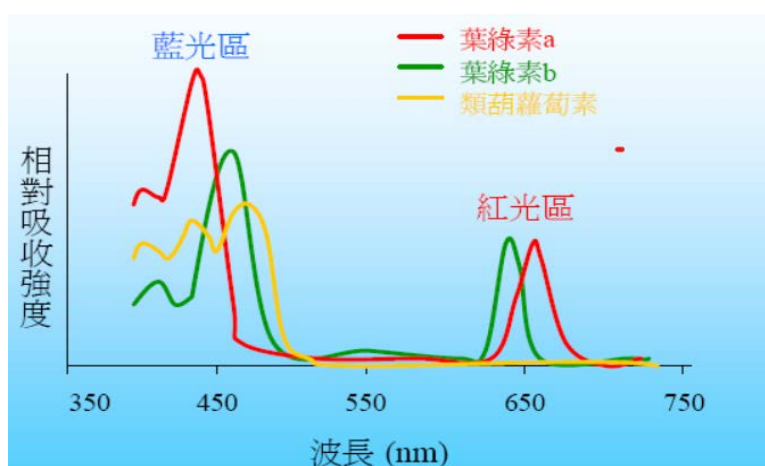


圖 25 葉綠素於甲醇萃取之吸收光譜圖

(圖片引自第 47 屆中小學科展高中組化學科作品名稱「深思熟『綠』才會螢-葉綠素螢光的探討)

依據文獻查詢我們得知葉綠素 a 可吸收紫外光到藍光(250-470 nm)並發出紅光(670 nm) (張宗元，2017)，即 670 nm 波長為葉綠素 a 之吸收峰，我們推測該吸收峰為葉綠素 a 且亦含有葉綠素 b，故於 700 nm 波長下測定較 670 nm 波長合適，因為於 670 nm 波長下測定有葉綠素 a 及葉綠素 b 之吸收峰干擾。

陸、結論

一、95%與 75%各酒精試樣萃取效果比較

依據實驗結果我們可以得知，針對本實驗之試樣於 95%與 75%酒精萃取，以 95%酒精萃取效果較 75%酒精萃取佳，其中以臺灣凍乾粉、油甘錠及高溫乾燥油甘粉差距較大，故本實驗數據皆以萃取效果較佳的 95%酒精來探討。

二、試樣的赤血鹽還原力、螯合亞鐵離子能力、總酚含量及 DPPH 自由基清除能力之比較

臺灣凍乾粉在各個測定方法皆有出色的表現，由實驗結果可得知臺灣凍乾粉的赤血鹽還原力之吸光度差值為 0.350 與綠茶之吸光度差值為 0.366 及咖啡之吸光度差值為 0.345 不分軒輊。於螯合亞鐵離子能力測定之中，由臺灣凍乾粉吸光度為 0.056 與油甘錠吸光度為 0.054 螯合亞鐵能力最好。總酚含量測定含量最多的是臺灣凍乾粉(597.31 ppm)；含量最少的為咖啡(356.06 ppm)。DPPH 自由基清除能力測定中，清除率最高的是臺灣凍乾粉(94.10%)；最低的是綠茶(57.25%)。

三、高溫乾燥油甘粉及真空冷凍乾燥油甘粉(即凍乾粉)之比較

赤血鹽還原法中，真空冷凍乾燥油甘粉吸光度較高、維他命 C 含量較高；螯合亞鐵離子試驗中，真空冷凍乾燥油甘粉吸光度較低、螯合能力較佳；總酚含量測定中，真空冷凍乾燥油甘粉之沒食子酸含量較高；DPPH 自由基清除能力測定中，清除率最高的是真空冷凍乾燥油甘粉(94.10%)。綜上所述，真空冷凍乾燥油甘粉在三個試驗中表現皆比高溫乾燥油甘粉佳，故抗氧化能力較佳

四、期望建立油甘果品質之依準及實際應用

實驗中得知，臺灣油甘果粉具有極優的抗氧化能力與總酚含量，於實驗期間發現，油甘果會因不同乾燥溫度，影響其中的營養成分流失，故油甘果以真空冷凍乾燥製成油甘果粉，以保留油甘果中豐富之營養成分；油甘粉可製成油甘錠、油甘粉、蜜餞、保健食品等，往後在食品、醫療、藥品、化妝品等領域亦具有廣闊的開發潛力。

未來期望能夠使用更多的儀器、藥品等例如：HPLC 測定、ORAC 螢光檢測試劑等進行較全面的實驗，以便進行更加深入、更為完整的探討油甘果，將我們的家鄉—苗栗盛產的油甘果推廣出去，也使大家更了解油甘果這水果。

柒、參考資料及其他

1. 謝澤民(2019)。普通化學實驗I。新北市:臺科大圖書股份有限公司。
2. 湯惠光(2019)。普通化學II。新北市:臺科大圖書股份有限公司。
3. 張家銘、歐秉原、曾憲平、蔡永昌(2020)。分析化學I。新北市:臺科大圖書股份有限公司。
4. 林秉辰、黃兆辰等(2022)「茶」言觀色－酸柑茶的總酚含量與還原力探討。國立苗栗高級農工職業學校。<https://reurl.cc/2WbDDa>
5. 張淑芬(2013)。不同發酵程度茶葉之抗氧化能力比較分析。臺中市:朝陽科技大學。
<https://reurl.cc/g0lYdX>
6. 林煜書(2018)。毛茄葉部之抗氧化成分研究。嘉南藥理科技大學藥物科技研究所。
<https://ir.cnu.edu.tw/retrieve/46591/etd-0914112-120521.pdf>
7. 楊克讓(1995)。單光束雙波長分光光度計。武漢大學。<https://reurl.cc/eX9m1Q>
8. 陳良宇、鄭建瑋、王志玄、林志璋、張云力、李瑞玲、游欣、梁致遠(2012)。鹼催化對Folin-Ciocalteu 試劑檢測總多酚含量的影響。桃園市:銘傳大學。
https://bio.mcu.edu.tw/sites/default/files/u3/MC_Transaction_on_Biotecnology/foolin%20reagent.pdf
9. 蕭詒婷、林昱、廖家樑、蕭翔銘(2011)。『菇菇』的長生不老關鍵。臺北市立松山工農高級職業學校。<https://reurl.cc/3ONjbM>
10. 劉惟竣、詹承穎、潘振盛(2021)。從『C』到『酚』-Folin-Ciocalteu 試劑改良研究。國立東勢高級工業職業學校。<https://reurl.cc/Gedx9d>
11. 賴瑞聲(2016)。成分分析及功效評估在保健植研發之應用。<https://reurl.cc/pLm19l>
12. MA Ebrahimzadeh 著作(2008)。
13. 陳曉菁(2009)。洛神葵經加熱處理之抗氧化能力探討。
14. 徐可葳、徐可俐、賴宜菁(2017)。海梨柑的另一片天。
15. 謝志遠(2013)。利用(UV-VIS-NIR)吸收光譜分析法快速量測水中大腸桿菌之研究。
16. 許雅其(2012)。廣藿香葉片粗萃取物捕捉自由基能力之探討。
17. 黃馨儀、蔡有泰、陳炯弘、高松澤(2010)。薑抗氧化能力之相關探討。

【評語】 052401

此作品提出萃取油甘果中之豐富維他命 C 及多酚類等，探討其中之抗氧化能力，透過赤血鹽還原力、螯合亞鐵離子測定、總酚含量及 DPPH 自由基清除能力來確認其優異抗氧化性質。研究中比較其他植物效能，但值得探討的地方中，各植物之維他命 C 含量並無與 DPPH 自由基清除效能成正比關係，此點需加以研究確認其萃取之物質內針對抗氧化能力之鑑定，以利獲取其主要抗氧化效能之物質。另外，萃取製程是一種物理分離過程，主要將萃取物從原始樣品中提取獲得，萃取物質並不會被破壞，而現今已有許多成熟萃取技術，建議可多方了解其技術成面，尋求適當萃取技術，以利針對生活中植物材料中具有高抗氧化能力之萃取物質可被高效率提煉獲取。

作品海報



「油」刃有「余」— 油甘果抗氧化力探討



壹、研究動機



有次回家過年，聽到家中親戚們在談論一種我不知道的水果—油甘果，上網搜尋後發現，油甘果原來是40、50年代的零嘴，盛產於**苗栗、南投及台中**，且內含豐富的營養素，例如：**多酚、維他命C**等，於是我們想比較不同製作方法、地區的油甘粉，抗氧化力及總酚含量何者較為出色。

貳、研究目的



本實驗目的為探討油甘果中之赤血鹽還原力、螯合能力、DPPH自由基清除能力及總酚含量等抗氧化效果。

- (一) 討論不同產區對油甘果之影響及差異。
- (二) 探討不同乾燥方法對油甘粉之差異。
- (三) 比較不同酒精濃度萃取液對螯合亞鐵能力之萃取效果。
- (四) 比較不同酒精濃度萃取液對總酚含量之萃取效果。
- (五) 探討油甘果與抗氧化力及總酚含量很高的綠茶和咖啡何者較佳。

參、實驗原理



* 油甘果及凍乾粉介紹 *

(一) 油甘果介紹

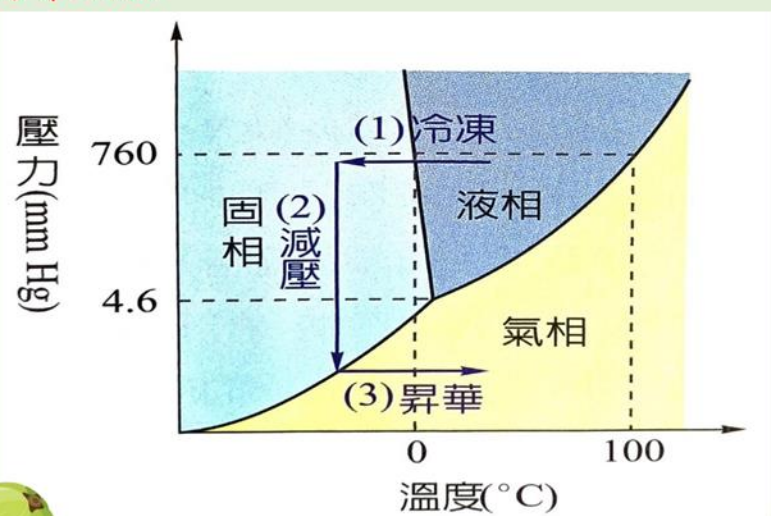
油甘果鮮果初食味道酸澀，片刻後回甘且味道沁甜，故名余甘子，並以客家音譯為油甘，臺灣於40、50年代盛行將其製成蜜餞。



圖一、油甘果之鮮果

(二) 凍乾粉

凍乾粉製作方法為真空冷凍乾燥法。先將物料降溫至0°C以下使水分結冰，再降低容器壓力至4.6毫米汞柱(mmHg)以下，使固態水昇華成氣態；此方法較能**保存物料的成分、風味及色澤**，但有**乾燥時間長、產量少及成本高等缺點**。



圖二、冷凍乾燥法原理

* 赤血鹽還原法 *

赤血鹽($K_3Fe(CN)_6$)還原後形成黃血鹽($K_4Fe(CN)_6$)。赤血鹽和試樣反應後吸光度會下降，故**對比加入試樣前後吸光度之差異**，以印證試樣之還原力。



* 螯合亞鐵離子能力測定 *

亞鐵離子容易與過氧化氫作用並產生自由基，加速氧化能力，使人體細胞(例如：脂質、DNA等)被破壞。螯合亞鐵能力測定主要在**查證試樣阻斷亞鐵與過氧化氫作用的能力**，**吸光度越低**，表示**螯合能力越強**，即**樣品抗氧化力越強**



* 總酚含量測定 *

常用福林酚試劑定量總多酚。 Mo^{6+} 得到電子還原成 Mo^{5+} ，並於**鹼性環境**中化合物呈**藍色**，顏色深淺與酚含量呈正比，反應後**測定吸光度**，並以**沒食子酸標準曲線**作為對照，計算出試樣中**沒食子酸含量**作為**總酚含量**之參照。



圖三、福林酚試劑反應過程

* DPPH 自由基清除能力測定 *

DPPH (1,1-二苯-2-三硝基肼)為一個極穩定的自由基，在酒精溶液中呈藍紫色，**還原後會從藍紫色轉變為橘黃色**，其最大吸收為波長517 nm，故可用517 nm波長之吸光度變化來檢測試樣提供氫原子清除自由基的能力，**吸光度下降越多表示清除DPPH自由基能力越強**，即**試樣提供氫的能力越強**。經計算可得出DPPH清除率，**DPPH清除率越高能清除的DPPH自由基就越多**，即**抗氧化力越強**。

* 減積原理(Size Reduction) *

減積為減少固體顆粒體積之操作。**減少顆粒體積、增加表面積**，可提高固體的**化學反應速率及溶解速率**，且方便包裝和運輸(陳慎平，2019)。

減積方式主要分為四種：

壓縮(Compression)、撞擊(Impacting)、摩擦(Attrition)及剪切(Shearing)。



肆、結果與討論



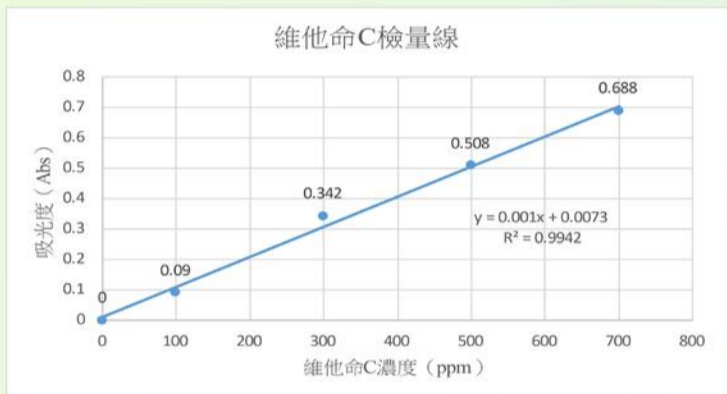
* 一、赤血鹽還原法 *

(一) 維他命C檢量線

取一定比例的試樣及赤血鹽溶液，測定0~40分鐘下之吸光度變化量，以作為個別試樣之還原力依據。

表一、維他命C還原吸光度變化

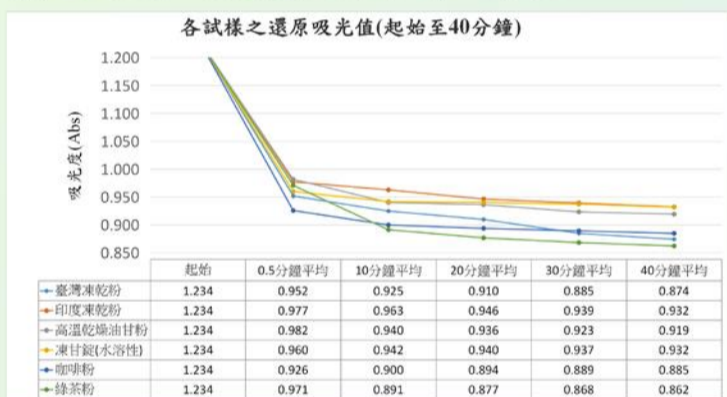
維他命C濃度(ppm)	0分鐘	10分鐘	20分鐘	30分鐘	40分鐘	0分鐘減40分鐘(差值)
100	0.798	0.795	0.792	0.790	0.789	0.009
300	0.623	0.562	0.438	0.393	0.281	0.342
500	0.515	0.387	0.219	0.098	0.007	0.508
700	0.699	0.474	0.306	0.163	0.011	0.688



圖四、維他命C檢量線

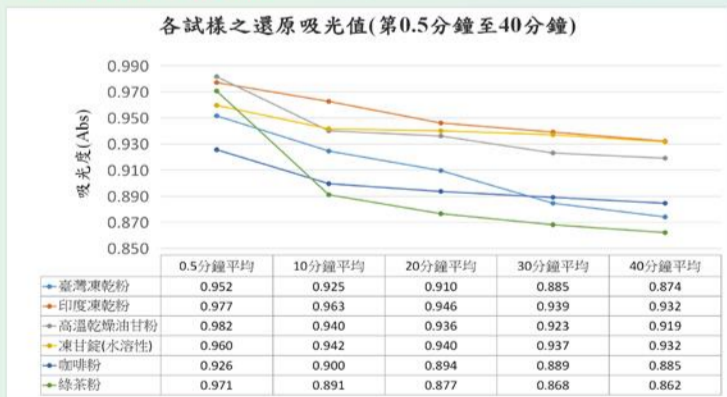
將表一之差值繪製成圖四，此為維他命C檢量線，換算後可得各試樣維他命C含量，以對比不同試樣抗氧化力差異。

(二) 各試樣之還原吸光度及維他命C含量



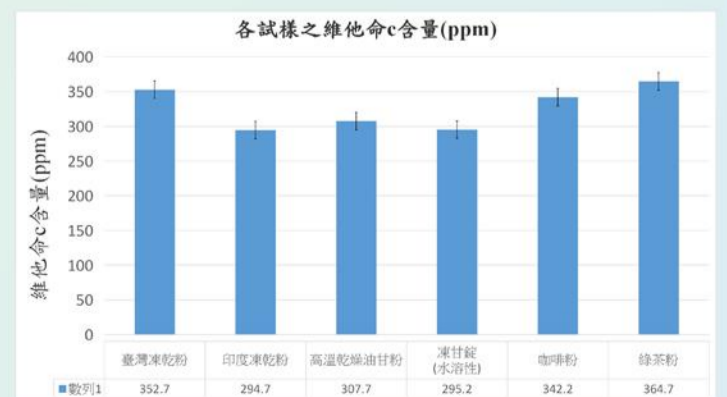
圖五、各試樣之還原吸光度(起始至40分鐘)

由圖五可看出，在添加試樣的一瞬間吸光度直線下降，之後呈平緩地下降，這是因為氧化還原反應為電子的轉移，電子的轉移是一種極快地反應，幾乎在一瞬間完成了反應。



圖六、各試樣之還原吸光度趨勢圖(0.5分鐘至40分鐘)

將起始吸光度去除製作圖六(0.5分鐘至40分鐘)以便於觀察各試樣還原之吸光度趨勢。



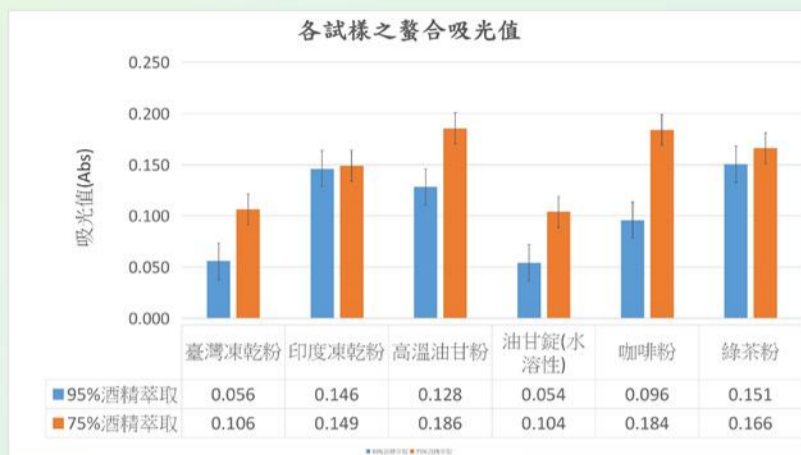
圖七、各試樣之維他命C含量比較

由起始值減去40分鐘後吸光度可得還原力差值，套入維他命C檢量線後可得每種試樣維他命C含量。由圖七可以得知綠茶粉的維他命C含量最高(365ppm)；印度凍乾粉最低(295ppm)。

* 二、螯合亞鐵離子測定 *

(一) 螯合亞鐵離子於562nm波長下之吸光度

本實驗以兩種不同濃度之酒精進行萃取，比較酒精濃度對油甘果內成分萃取之影響。螯合亞鐵試驗中，吸光度越低表示螯合能力越佳，即抗氧化效果越強。

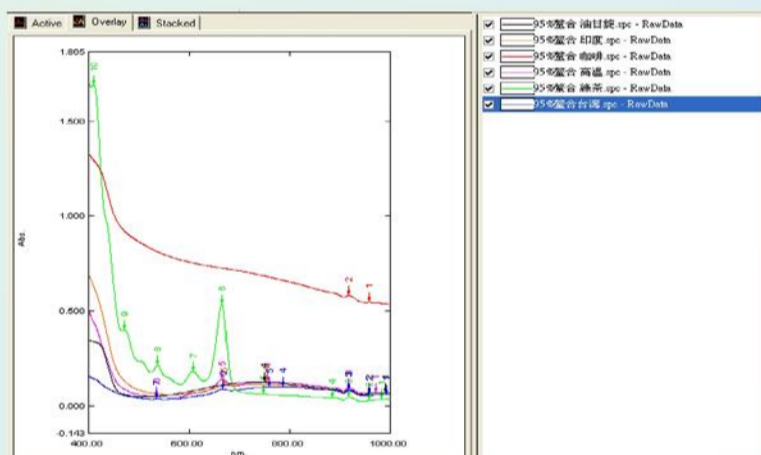


圖八、各試樣於562 nm波長下的95%酒精萃取液之螯合吸光度

針對本實驗之試樣，螯合能力以95%酒精萃取效果較佳；於螯合亞鐵能力試驗中，兩種酒精濃度萃取下皆以油甘錠之吸光度最低，螯合能力最強。

(二) 各試樣之螯合亞鐵離子吸收波長

由圖八螯合亞鐵離子於562 nm波長下之吸光度可知，螯合亞鐵離子能力測定於95%酒精萃取下效果較顯著，故本試驗中針對95%酒精萃取下進行探討。



圖九、各試樣於95%酒精萃取下之螯合亞鐵離子UV-Vis吸收光譜比較圖

由圖九可看出，螯合之吸光度曲線於560 nm~570 nm有一吸收帶，與文獻(顏名聰, 2006)中敘述相同，試樣螯合亞鐵離子時，會使波長562 nm吸光度降低。

* 三、總酚含量測定 *

(一) 沒食子酸檢量線

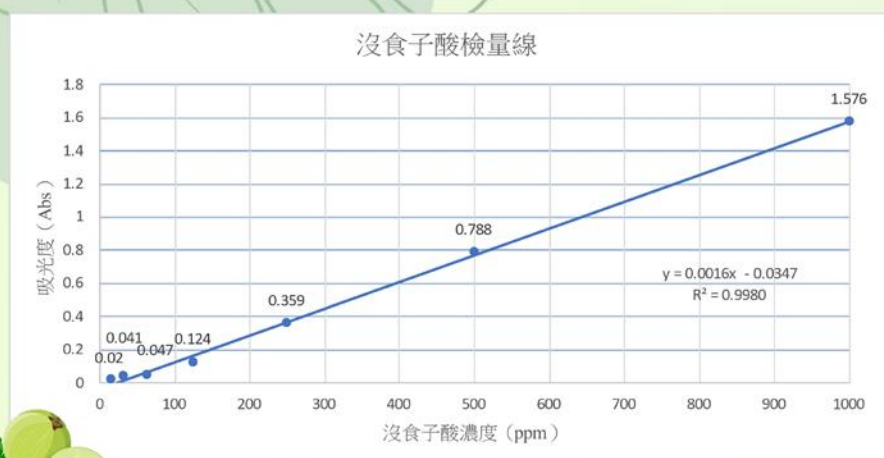
以沒食子酸作為標準品、建立檢量線，用以計算每克試樣中含有多少毫克之沒食子酸。

表二、不同濃度沒食子酸於700 nm波長下測定之吸光度

沒食子酸濃度(ppm)	第一次吸光度(Abs.)	第二次吸光度(Abs.)	平均吸光度(Abs.)
1000	1.582	1.570	1.576
500	0.789	0.787	0.788
250	0.356	0.362	0.359
125	0.121	0.127	0.124
62.5	0.054	0.040	0.047
31.25	0.035	0.047	0.041
15.625	0.024	0.016	0.020



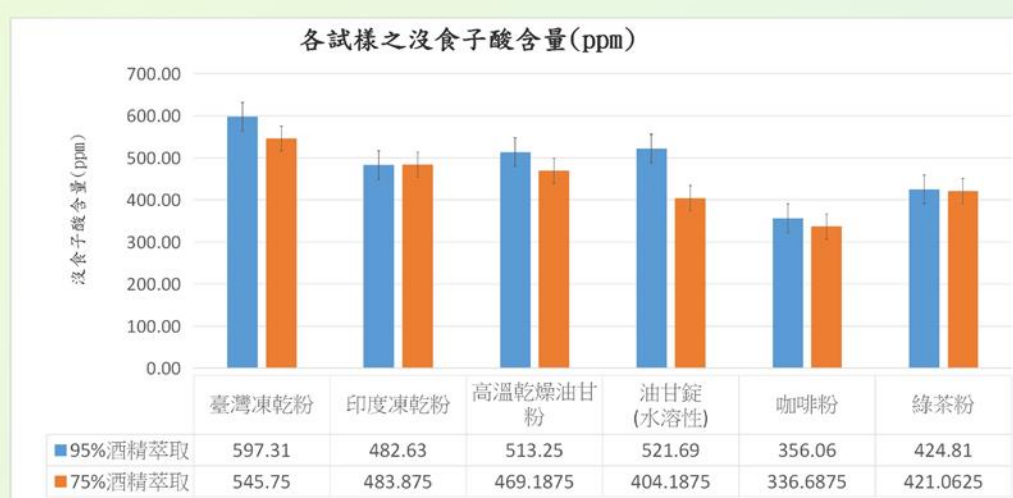
數據整理並繪製成圖，以此求得沒食子酸檢量線公式，經過計算後求得試樣的沒食子酸含量(ppm)，以作為總酚含量之參照。



圖十、沒食子酸檢量線

將平均吸光度帶入沒食子酸檢量線：
 $y=0.0016x-0.0347$ ，可得試樣中沒食子酸含量。

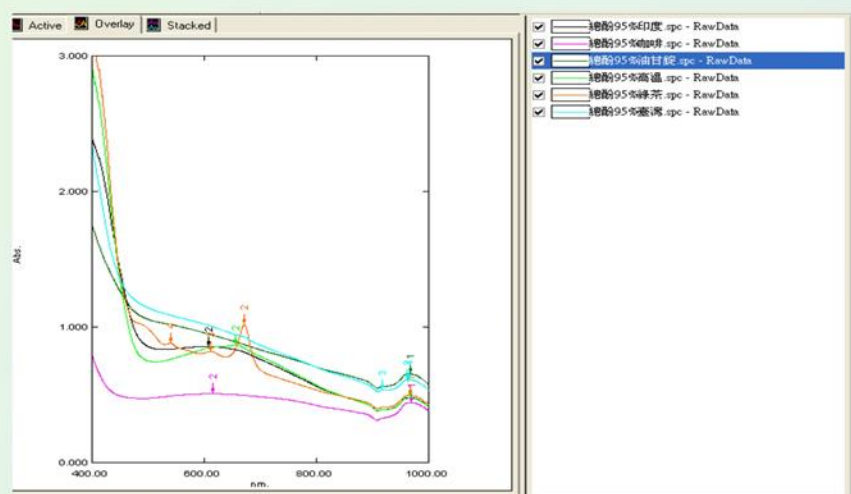
(二)各試樣之沒食子酸含量



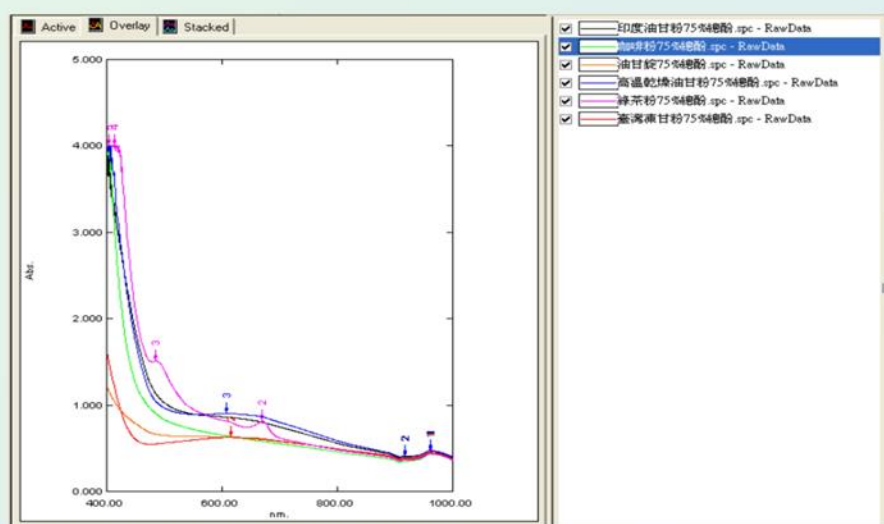
圖十一、各試樣於700 nm波長下的95%及75%酒精試樣之吸光度

由圖十一可知以95%及75%酒精萃取下，沒食子酸含量最多的皆為**臺灣凍乾粉(597/546ppm)**最高。於95%及75%酒精萃取下，沒食子酸含量最低的皆為**咖啡粉(337ppm/356ppm)**。

(三)不同試樣之總酚吸收波長



圖十二、總酚95%萃取各試樣之UV-Vis吸收光譜比較圖(400 nm~1000 nm)



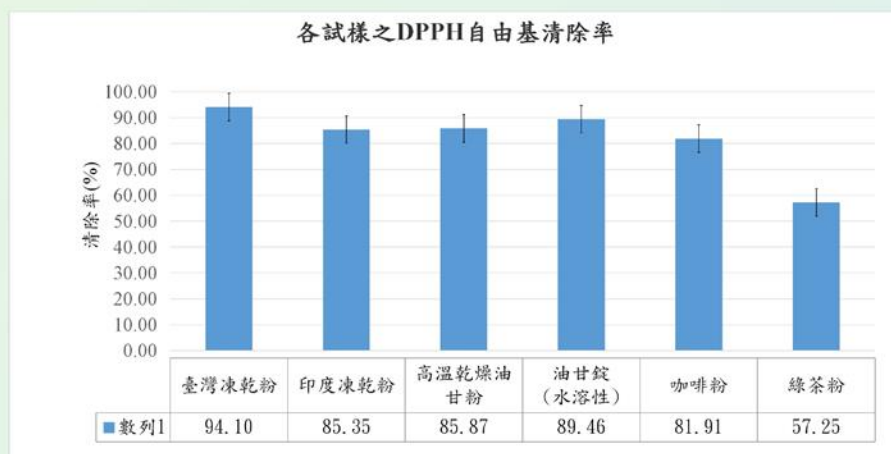
圖十三、總酚75%萃取各試樣之UV-Vis吸收光譜比較圖(400 nm~1000 nm)

由圖十二、十三可知，在700 nm波長下有一吸收峰，且因為測定所得到之曲線受許多混和物質干擾，因此不完全為測定之物質。

經由文獻探討我們推測是因氣候、產季、降雨量及種植方式等有關，導致臺灣及印度油甘果的營養素含量有所差異。

四、DPPH自由基清除能力測定

吸光度越低表示清除DPPH自由基能力越強，以空白試驗作為參照，套入公式可知各試樣之清除率，以比較何種試樣清除DPPH自由基能力較佳。



圖十四、各試樣之DPPH自由基清除率(%)

清除率越高表示抗氧化力越佳，本實驗取試樣濃度50 mg/mL，由圖十六中可知為**臺灣凍乾粉清除率最高(94.10%)**；其中清除率最低的為**綠茶粉(57.25%)**。

伍、結論



一、95%與75%酒精萃取各試樣比較
 實驗結果顯示，針對本實驗之試樣**95%酒精萃取效果普遍較佳**。

二、不同產區油甘果之比較
臺灣凍乾粉於四種試驗的比較中，表現皆比**印度凍乾粉**好。

三、油甘果以不同乾燥方式之比較
 於四種測定中，**真空冷凍乾燥油甘粉**抗氧化能力及營養成分含量皆比**高溫乾燥油甘粉**佳。

四、油甘果與各試樣比較
 於赤血鹽還原法中，**綠茶粉**維他命C含量最多；螯合亞鐵離子能力測定中，以**油甘錠**之吸光度最低，**螯合能力最強**，即**抗氧化力最佳**；總酚含量測定中，**含量最多的是臺灣凍乾粉**；於DPPH自由基清除能力測定中，**清除率最高的是臺灣凍乾粉**。

五、期望建立油甘果品質之依準及實際應用
 實驗中得知，**臺灣凍乾粉**具有極優的抗氧化能力與總酚含量；於實驗期間發現，油甘果會因**不同乾燥溫度**，影響其中營養成分。

期望未來能夠使用更多的儀器、藥品，例如：**HPLC測定、ORAC螢光檢測試劑等**，進行較全面的實驗分析，以便進行更加深入、更為完整地探討油甘果的抗氧化力。