中華民國第 58 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組　生活與應用科學(二)科

082909

「藜」想食物的「肌」密

---探討紅藜抗氧化之成效

學校名稱：臺北市立大學附設實驗國民小學

作者：	指導老師：
小六 蘇雋翔	潘蓮菁 劉聰穎

關鍵詞：紅藜、抗氧化、經皮穿透

摘要

本研究以脫殼紅藜之萃取，試驗抗氧化力、自製儀器檢測抗氧化物成分、以 RGB 比色法及自製產品並驗證，成果如下：

一、 試樣會抑制酶的活性，鋼絲絨不生鏽。ORP 檢測具抗氧化力。

二、 自製光度計之檢量線，其 R square 為 0.9437，是方便檢測工具。

三、 試樣有抗紫外線能力，抗氧化物的含量高達 9.5864mg。 發現：微波超過 50 度 C、定溫 70 度 C 烘烤 5 分鐘、放置冰箱超過 3 天，或用果汁機攪拌，損失抗氧化力。經皮在 2 小時內吸收，豬皮厚 0.3 公分穿透性高。在波長 400~450nm 吸光值高，具多種抗氧化物質。

四、 自製生化產品最佳萃取條件：溶劑為水、超音波震盪。經皮測試:具有美白、保濕及穿透性。

壹、緒論

一、研究動機

最近在日常生活中，發現在網路的熱門商品區及藥妝店增加了許多紅藜系列的產品，例如：米堡、沙拉、穀粉等，紅藜似乎成為大眾的焦點。紅藜裡面究竟有甚麼重要的成分呢？這讓我非常好奇!

查詢資料後發現，紅藜具有抗氧化及抗紫外線效果，跟抗老化與防曬有關，這些都是熱門的保健商品。而我在思考能不能成為「小小分析師」，利用生活中容易取得的東西及所學的知識，幫大家測量出紅藜的抗氧化及抗紫外線的成分，不同烹煮的方法是否會造成營養流失？哪些方法才能讓紅藜的營養達最大功效呢？和老師討論後，開始進行一系列的實驗和研究，期待能使市面上的紅藜應用性更高，幫助大家更健康。

相關教材： 五上第二單元太陽與生活、第三單元水溶液，五下 第二單元燃燒與生鏽

二、研究目的

(一)探討紅藜不同溶劑、萃取方式對抗氧化力之影響

實驗 1-1 比較紅藜在酒精與水溶液萃取後抗氧化能力之差異

實驗 1-1-1 定性實驗

實驗 1-1-2 定量實驗

實驗 1-2 探討紅藜在酒精與水溶液下與雙氧水反應之差異

實驗 1-3 分析紅藜在酒精與水溶液下氧化還原電位(ORP 值)

實驗 1-4 比較紅藜在酒精與水溶液下對抗紫外線能力之差異

(二) 設計檢測方法分析紅藜抗氧化力之研究

實驗 2-1 碘液檢測抗氧化能力之研究

實驗 2-2 以自製光度計建立抗氧化力之標準檢量線

(三)創造未來科學應用價值

實驗 3-1 不同加熱程度（烹調、**電冰箱**保存)對抗氧化力之影響

實驗 3-2 探討在化妝品可行性研究一-經皮穿透實驗

實驗 3-3 以現有設備之光譜實驗驗證本研究對抗氧化物成分之預測

實驗 3-4 開發與評估自製生化產品可行性

貳、文獻探討及名詞定義

一、文獻回顧

(一)紅藜相關研究

台灣藜俗稱紅藜，是原住民族百年以上的傳統作物。台灣藜之營養成分，如：鈣、鐵、鎂、鉀、磷、鋅及膳食纖維優於其他五穀雜糧類富含全面的營養，可代替稻米、麵粉、豆類做為主食，素有「穀類的紅寶石」美名。過去的文獻(資料五)指出，穀類中富含多酚類及類黃酮等抗氧化成分，也已知台灣藜中富含花青素等成分，但其抗氧化與抗紫外線能力目前文獻不多。

(二) 抗氧化力的認識及研究

人體在正常代謝過程中會引發許多氧化還原反應，而氧化反應的進行中會產生許多自由基，是很強的氧化力，對人體細胞有害，查詢文獻(資料七)得知適當的攝取抗氧化物如：維生素 C、維生素 E、花青素、類胡蘿蔔素、類黃酮及多酚類等等，有效提升抗氧化力對抗自由基，強化自體防護的功能。

但如何檢測抗氧化力? 查閱資料得知可分為兩種：一為**直接碘滴定法**，以碘的標準溶液作為氧化劑，二為**間接碘滴定法**，以碘離子的標準溶液作為還原劑。全國科展第 50 屆地瓜葉抗氧化力之探討(資料二)，是運用間接碘滴定法，適用於中強的抗氧化劑判別；全國科展第 52 屆來找茶~茶抗氧化力之探討(資料一)是運用直接碘滴定法，但此滴定法限制比較多，通常用來測定抗氧化物的含量。兩種都會需要加入澱粉溶液，**前導性實驗發現有許多判定時的困擾**。查閱文獻中發現，類似維他命 C 具還原作用, 是一種還原劑，**碘(黃褐色)碰上維他命 C，被還原後，碘即成為碘離子，即呈無色**，用此來判定**相當抗氧化物的含量**，也就是水溶性抗氧化物含量。

(三)抗紫外線力的認識及探討

抗氧化力是來自於多種成分，在無法釐清單一成分抗氧化力的條件下，藉由類似維他命 C 作為各測試樣品的總抗氧化力參數指標，便於分析比較。膚色的差異決定於黑色素細胞所產生的黑色素生成量，在容易接受紫外線照射的部位， 其所含黑色素細胞的密度會隨之增加。參考文獻(資料六)後了解它具有吸收 UV 的功能，可以阻止 UV 引起的傷害，但是

產生的黑色素若未被適時的代謝並在皮膚中累積，就會造成黑斑或雀斑，嚴重的時候甚至會導致黑色素瘤。目前在化妝品或醫療上使用的抗紫外線活性成分大多具有生理毒性，因此，本研究參考(資料三)朝向紅藜對於抗紫外線成分的探討方向發展。

(四)氧化還原電位的認識

查閱文獻(資料九)得知，ORP指的是氧化還原電位，用來測量物質的氧化程度、還原(抗氧化)程度以數值ｍｖ單位表示。具有氧化能力者以+(正)表示；具有還原能力者以-(負)表示。在氧化還原的化學反應中，還原的一方會獲得電子，氧化的一方會釋放電子。在供求的情況下產生電壓。ORP 就是量度氧化還原產生的電壓，通常負值愈高，代表還原力愈強，抗氧化能力愈佳。

(五)經皮實驗的認識

豬皮和人類皮膚的構造，在組織學上有許多相似之處，在毛囊的構造也很相似，所以參考文獻(資料十)用豬皮來進行人類皮膚的實驗；例如經皮通透，是最適合的體外模式。

(六)分光光度計的認識

查詢文獻(資料十一)，「單一色光」穿過樣品溶液之後，以光感測器量測這個單一色光的衰減程度，並將此衰減程度量化成數字。吸光值在0~1的範圍內時，溶液中物質的透光率的變化量較明顯且較易區分出溶液對光的吸收性質或透光性質。

(七)UV紫外線測試卡的認識

查詢文獻(資料六)，利用 UV 光線使塗料感光產生色階的變化，以得知紫外線強度，一般紫外線愈強，其感光愈強烈，顏色愈深。

(八)吸光度的認識

查詢文獻(資料十一)，不同物質會吸收不同光的波長，對應不同的吸光度，試樣吸收不同波段的光，不完全一樣，可以由此最大的吸光度知道是何種物質。

二、名詞定義

(一)透光度: 顏色越深，**越不透光，於量筒底部的太陽能板接收到的光少，測得電壓越低。**

(二)經皮穿透:測量穿透後的萃取液的透光度，對照電位與紅藜中抗氧化物成分的檢量線，換算出萃取液中的**抗氧化物**的含量。

(三)**RGB 比色:**小畫家軟體的色彩分析分別表示紅、綠、藍三個顏色，將手機拍照條件都設定一樣，在實驗前、後拍照，進行色彩分析比對，並進行平均，做為顏色系統的判讀，平均值作為亮暗的評比，而非肉眼主觀判斷。

參、研究設備與材料

一、研究器材

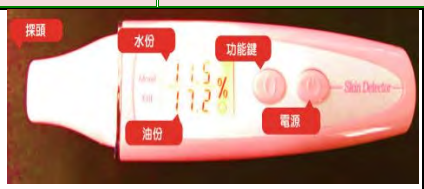
(一) 耗材

1.紅藜、檸檬	2.維他命 B、C 錠	3. 澱粉液	4. 碘液
5.保鮮膜、鋁箔紙	6.封口袋、濾紙	7. 紫外線檢測試紙	8. 鋼棉
9. 雙氧水	10. 線香	11. 綠茶粉	12. 酒精 95%
13.保養品的基底液	14.類黃酮	15.蝶豆花	16. 豬皮

(二) 設備

1.燒杯	2.量筒	3.滴管、水盆	4.錐形瓶、萃取瓶	5.微波爐
6.果汁機	7.濾網	8.注射針筒	9.ORP 檢測器	10.計時器
11.培養皿	12.電鍋	13.超音波震盪器	14.萃取瓶	15.烤箱
16. 溫度計	17.漏斗	18.電子秤	19.數位相機	20.冰箱
21. 玻棒	22.水分檢測器	23. 智慧型手機	24. 保濕檢測器	25.光譜儀器組

ORP 檢測器
圖 3-1-2-1



上圖:水分檢測器**圖 3-1-2-2**
下圖:超音波震盪器

借用科學 MAKER 網站中教授的光譜儀器，進行簡易的分析檢測。**圖 3-1-2-3**

(三)自製器材

1.自製透光度機

(1)設計想法：查閱文獻發現:抗氧化力的測定常以碘滴定法來判別；包括直接碘滴定法及間接碘滴定法。但碘滴定法對有色溶液來講，終究不容易判斷，因此尋找更精確的方法，若水質**越透光，於量筒底部的太陽能板接收到的光越多，測得電壓會越高。**

(2) 設計歷程:草稿圖

圖 3-1-3-1-1

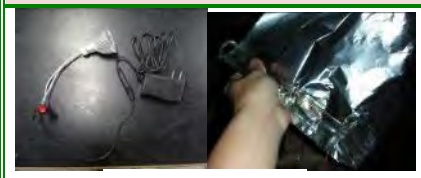
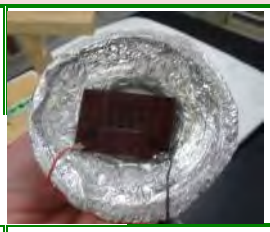


圖 3-1-3-1-1



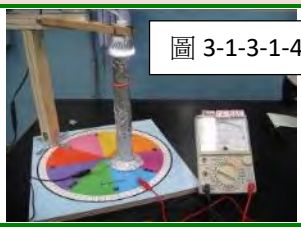


圖 3-1-3-1-4

(2)-1 **燈具：**考量手電筒使用電池電壓不穩，改用家用 110V 電源經變壓器 12VDC 供應 3W 燈泡。鋁箔將量筒包住，避免光線透過。

(2)-2 **太陽能量筒：**量筒下方正好有足夠空隙保護脆弱的太陽能板，故將太陽能板貼在量筒下，感光面朝上。

(2)-3 **自製光度計：**燈源直接擺於量筒上極為不穩，改用自製儀器架穩固燈源，用三用電錶量測太陽能板兩端電壓。

2.自製經皮器具

(1) 設計想法：角質層是皮膚保養品的屏障，豬皮最接近人體，為了知道萃取液是否可以通過皮膚前先進行測試。

(2) 設計歷程

圖 3-1-3-2-2

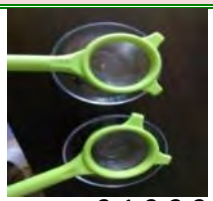


圖 3-1-3-2-2

圖 3-1-3-2-3

圖 3-1-3-2-4

(2)-1 **豬皮大小：**裁剪一樣大小的豬皮，讓豬皮可以盛裝萃取液。

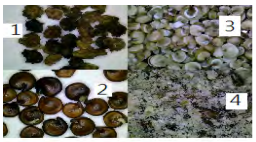
(2)-2 **第一代：過濾器**無法讓豬皮一直保持底部碰到濾液。

(2)-3 **第 2 代：**運用寶特瓶底座自製過濾容器。

(2)-4 豬皮容器放置過濾器上，讓豬皮可以一直浸泡到培養皿中的溶液，用長尾夾固定夾著。

(四)萃取流程

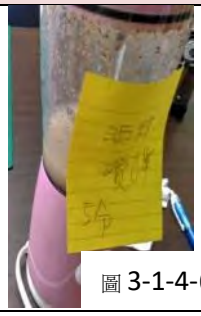
<table>
<tr><th colspan="4">樣品自製過程</th></tr>
<tr>
<td>1. 準備3色紅藜樣品。放大鏡觀察。

1.台灣紅藜
2.藜麥
3.脫殼
4.磨粉</td>
<td>2. 本實驗使用脫穀的台灣紅藜。

圖 3-1-4-2</td>
<td>3. 用果汁機磨碎後過篩。

圖 3-1-4-3</td>
<td>4. 秤重樣

品，分 圖 3-1-4-4 容器中(廣口瓶)，並分別加入共溶劑純水、95.0%乙醇、75.0%乙醇、50.0%乙醇等4種。</td>
</tr>
<tr><th colspan="4">萃取過程</th></tr>
<tr>
<td>
圖 3-1-4-5</td>
<td> 
圖 3-1-4-6</td>
<td>
圖 3-1-4-7</td>
<td>
圖 3-1-4-8</td>
</tr>
<tr>
<td>5.接著分別進行超音波振盪5分鐘，本實驗的超音波萃取操作條件為固定溫度=30.0度C，Power=200.0W。</td>
<td>6.果汁機攪拌每一分鐘攪拌一次，停10秒，共連續5次。</td>
<td>7.微波加熱每一分鐘，停3秒，共連續3次。共加熱3分鐘。</td>
<td>8.靜置12小時，用保鮮膜包著，放冰箱冷藏。維持溫度4度C。</td>
</tr>
<tr>
<td>
圖 3-1-4-9</td>
<td colspan="3">
圖 3-1-4-10</td>
</tr>
<tr>
<td>9.以過濾方式有效的將固、液分離出來。</td>
<td colspan="3">10.將紅藜萃取液收集並記錄，放置-5.0℃冰箱冷藏保存備用實驗。</td>
</tr>
</table>

(五)自製保養品過程及作法

<table>
<tr>
<td>
圖 3-1-5-2
1.製作凝膠:依序將水晶凝膠 43.5g、多效美分 5g、液態奈米銀(水溶性)1.5g 加入燒杯中後攪拌均勻。</td>
<td>
2.製作乳霜:將荷荷芭油:5g、天然乳化劑粉:2g 加入燒杯 1 攪拌均勻。再將蒸餾水:77g、甘油:5g、玻尿酸原液:10g、天然葡萄油籽抗菌劑(G.S.E):1g 加入燒杯 3.攪拌均勻。將燒杯 1、燒杯 2 攪拌均勻即完成。</td>
</tr>
</table>

肆、研究方法、過程與結果

一、研究架構

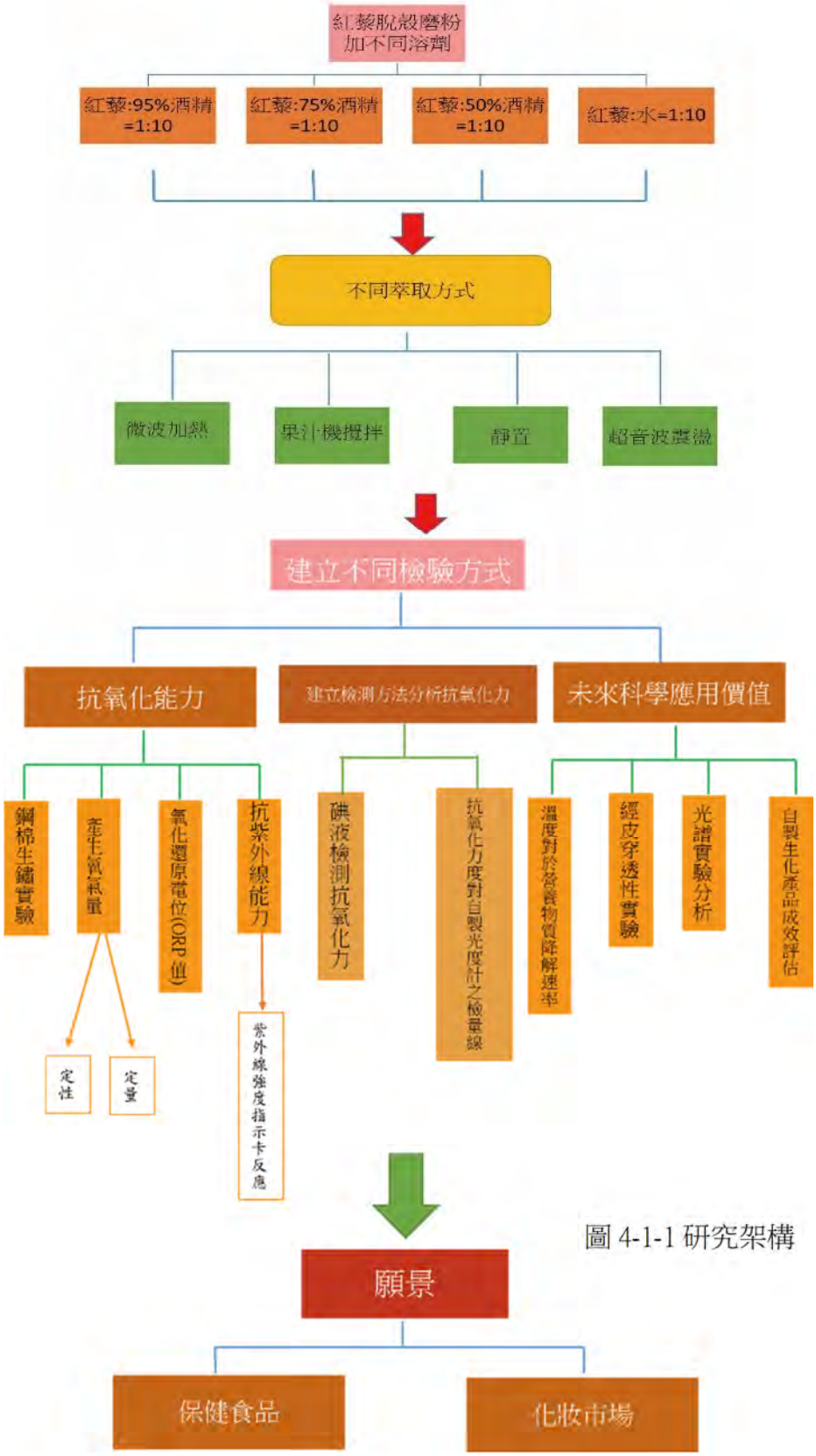


圖 4-1-1 研究架構

二、研究內容

研究一、探討紅藜不同溶劑、萃取方式對抗氧化力之影響

(一) 研究動機

上網查詢後，我們發現紅藜最常被提到的就是它的抗氧化力，所以我們想了解利用不同的萃取方式模擬紅藜的烹煮，其中誰的抗氧化力比較好，並且與近年來比較流行的保健飲品(綠茶、蝶豆花)作比較。

(二) 研究步驟及結果

實驗 1-1 比較紅藜在酒精與水溶液萃取後抗氧化能力之差異

實驗 1-1-1 定性實驗

1.實驗構想：課堂上我們學過生鏽(資料八)是日常生活中常見的氧化情形，我們將鋼棉放到不同的紅藜萃取液中，沒有生鏽的組別有抗氧化的能力，並以水、酒、綠茶液作為對照組。

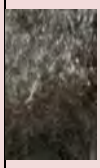
2.實驗步驟：

(1)將鋼棉裁剪成 3cm x 3cm 大小，共 11 片，分別浸泡 30 分鐘水後取出鋼棉甩乾。

(2)量取自備 8 種紅藜萃取液、酒、自來水及綠茶溶液共 11 種各 50ml，分別置入一片鋼棉，30 分鐘後，放入夾鏈袋，經過 3 天後觀察並比較鋼棉封住夾鏈袋後，觀察鋼棉生鏽情形及空氣鼓脹程度。

(3)再運用小畫家軟體的 RGB 進行顏色深淺的比色，並與原本鋼棉對照組比較。

3 實驗結果： 表 4-2-1-1-1-1

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	對照組
萃取液組	紅藜 95%酒 超音波震盪	紅藜 95%酒 微波震盪	紅藜 95%酒 果汁機攪拌	紅藜 95%酒 靜置	紅藜水 超音波震盪	紅藜水 微微波震盪	紅藜水 果汁機攪拌	紅藜水 靜置	水	95%酒	綠茶	放空氣中的鋼棉
加鋼棉生鏽情況												
R.G.B 平均值	69.67	68.67	97.33	80.67	7.00	11.00	6.00	11.33	13.33	16.00	31.67	54.67
排名	3	4	1	2	11	10	12	9	8	7	6	5

4 討論：

(1)原本鼓脹的鋼棉袋子，經過 3 天後都已開始消扁。加紅藜酒萃取液取液的鋼棉未變色，加水萃的鋼棉生鏽顏色為橘紅，沾 RO 逆滲透水鋼棉顏色變黑，沾 95%酒精及綠茶鋼棉則為茶色。

(2)此實驗結果顯示紅藜酒萃取液取液紅藜組皆未生鏽，紅藜水萃組皆生鏽，連水、綠茶，或 95%酒精的組別都生鏽。似乎發現:水會加速生鏽，紅藜水的萃取物中含有一些再加速生鏽的成分；而抑制生鏽情況，並不是酒精的成分。

(3)用奇異筆圈起來的地方就是明顯消扁之處。發現：紅藜酒萃取液成分抗氧化力最佳，但 95%酒精成分的鋼棉會生鏽，表示紅藜酒萃取液成分中除了酒精外，可能還有可以防止鐵氧化的成分，抑制鐵和氧起反應的現象。

實驗 1-1-2.定量實驗

1.**實驗構想**：從夾鏈袋的實驗中，我們能看到哪些組別會使得鋼棉生鏽。但卻不知道生鏽速率以及消耗多少空氣。課堂上我們學過排水及氣法，因此我們想到將鋼棉放入注射針筒並置於水中，鋼棉生鏽速率越快，空氣消耗越多，則瓶中的水位越高（空氣柱縮短）。

2.**實驗步驟**：

(1)將 1 克鋼棉放入有刻度的注射針筒，插上黏土，堵住出口，防空氣進出，裝水後將出口黏土拔開，多餘水流走，讓鋼棉有沾濕。

(2)分別均勻滴 3 滴 4 種紅藜水萃取液及自來水注射針筒內的鋼棉，將注射針筒平放置在有沾墨汁的水盆中，在 1 天內，每隔一小時觀察一次，並記錄上升的水量，三重複實驗，求平均值，用相機定時拍照。

3.**實驗結果**：(紅藜酒精萃取液測試過程，皆沒有水上升)　表 4-2-1-1-1-2

萃取液組	紅藜水超音波震盪	紅藜水微波震盪	紅藜水果汁機攪拌	紅藜水靜置萃取液	水
水上升的平均量(ml)	1.5	2.5	3.0	3.6	7.0

鋼棉生鏽情況		圖 4-2-1-1-1-2

4.討論：

(1)水位越高耗氧越多，依序萃取液組為：水>紅藜水靜置萃取液>紅藜水果汁機攪拌>紅藜水微波震盪 >紅藜水超音波震盪。耗氧量越低，表示抗氧化力較佳，抗氧化力萃取液依序：紅藜水超音波>紅藜水微波震盪>紅藜水果汁機攪拌>紅藜水靜置萃取液。

(2)結果顯示紅藜水萃組生鏽速度比純水的慢。似乎發現:紅藜水萃中有成分會減緩生鏽的速度。也發現:紅藜水超音波萃取液上升水的量最少，可知抑制生鏽速度效果比較好。

(3)我們想要繼續進行其他的紅藜萃取液的實驗來觀察抗氧化力成效。

實驗 1-2 探討紅藜在酒精與水溶液下與雙氧水反應之差異

1.實驗構想：老師課堂教過雙氧水加上觸媒可以產生氧氣，我們想知道紅藜萃取液是否為好觸媒，因此利用連通管的概念，**運用有刻度的針筒作為改良排水集氣法蒐集氧氣的裝置**，最後看氧氣所產生的量來判斷不同的萃取液是否適合作為雙氧水的觸媒。

2 實驗步驟

(1)針筒先吸取5毫升的空氣 (預留溶液反應產生氣體的空間)，再用針筒吸取雙氧水15毫升，接著吸取紅藜萃取液10毫升。 圖 4-2-1-1-2-1	(2)另外一支針筒的針筒口先接好橡皮導管，再接入吸取溶液的針筒之橡皮導管。 圖 4-2-1-1-2-2

(3)將兩個針筒至於可放置針筒的裝置上，產生氣體的針筒用紙黏土倒立黏在桌上，蒐集氧氣的針筒，用孔徑大小接近針筒的玻璃瓶，可固定針筒，將針筒倒立放在玻璃瓶裡蒐集氧氣。

圖 4-2-1-1-2-3

(4)氧氣蒐集過程中，若針筒的量蒐集好一罐氧氣，接著再換將空氣排出的新針筒，更換過程中，要壓住橡皮導管和針筒的針筒口，避免產生的氧氣和蒐集好的氧氣散逸。

圖 4-2-1-1-2-4

(5)檢測所蒐集的氣體是否為氧氣，將點燃線香線香放到底下排出針筒內的氣體，觀察線香燃燒的變化靠近所蒐集的氣體其，並計時可以燃燒多久。三重複實驗，求平均值，用相機定時拍照。

圖 4-2-1-1-2-5

3.實驗結果

表 4-2-1-1-2-1

萃取液10ml+雙氧水15ml	不同萃取液的製作方式									
	1.紅藜水超音波震盪	2.紅藜微波震盪	3.紅藜水果汁機攪拌	4.紅藜水靜置置	5.紅藜加50%酒精超音波震盪	6.紅藜加75%酒精超音波震盪	7.紅藜加95%酒超音波震盪	8.紅藜加95%酒微波萃取液	9.紅藜95%酒果汁機攪拌	10.紅藜加95%酒靜置
氧氣體積的平均值(ml)	50	49	46	36	0	0	0	0	0	0

4.討論

(1)蒐集到的氧氣體積排序由多到少：

水+超音波震盪的紅藜萃取液(50ml)>水+微波震盪的紅藜萃取液(49ml)> 水+果汁機攪拌的紅藜萃取液(46ml)>紅藜水靜置萃取液置一段時間的紅藜萃取液(36ml)>50%、75%、95%酒精+超音波震盪的紅藜萃取液(0ml)。

(2)可以發現酒精會抑制與氧結合或製氧量為 0，而紅藜水萃取液都可當成觸媒，製作氧氣。

實驗 1-3 分析紅藜在酒精與水溶液下氧化還原電位(ORP 值)

1. **實驗構想：**從前面的實驗中，我們知道有些紅藜萃取液有比較高的抗氧化能力，為了去證實我們實驗的正確性，跟老師討論後，我們跟換飲水機濾心的叔叔借了 ORP 測水電位儀器，進一步了解萃取液中的氧化還原電位。

2實驗步驟

 圖 4-2-1-1-3-1	1.取綠茶茶包中碎葉10g、乾燥蝶豆花10g ，配 100ml 熱水後 用紗布過濾，放涼後備用。 2. 10種紅藜萃取液與酒精、綠茶、蝶豆花等溶液進行比較，將 ORP 儀的探頭浸入待測液內，待數值穩定後讀取 ORP 值。 3. 三重複實驗，求平均值，用相機定時拍照。

3.實驗結果　　表 4-2-1-1-3-1

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
萃取液	紅藜95%酒微波	紅藜95%酒超音波	95%紅藜酒果汁機攪拌	95%紅藜酒靜置	紅藜水超音波	紅藜水果汁機	紅藜水微波震盪	紅藜水靜置	50%紅藜酒超音波震盪	75%紅藜酒超音波震盪	Ro逆滲透水	95%酒精	綠茶液	蝶豆花液
ORP值mv(-)平均值	164	160	165	167	165	237	242	225	299	172	165	290	116	193.3
抗氧化力排名	3	2	4	5	4	9	10	8	12	6	4	11	1	7

4.討論

(1)測定時 ORP 值會不斷跳動，請教老師是由於氧化還原反應不斷在進行， 因此，測定時 ORP 值 會逐漸變小，到一個程度時，ORP 值開始不降反升，這時候的數值就是待測物的 ORP 值。

(2)實驗結果顯示，只有酒精(-290mv)抗氧化力不好，但加了萃取液後大大提升其抗氧化力。95%酒精萃取的紅藜(-160mv)比水萃取的紅藜抗氧化力(-165mv)好，僅次於綠茶(-

116mv)抗氧化力；其中加紅藜水超音波萃取液組比其他水萃方式抗氧化力好；而且比去年很紅的蝶豆花汁液的抗氧化力(-193.3mv)效果更好。

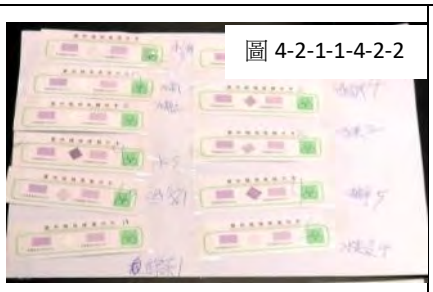
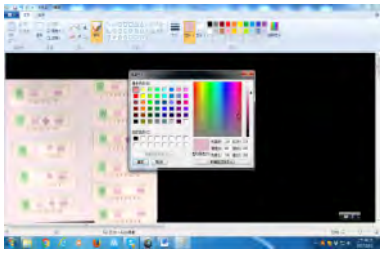
(3)不管溶劑是水或酒精，用超音波震盪萃取液的效果，比其他萃取液的方式，抗氧化力都較高。可知溶劑、萃取方式會影響紅藜的營養成分的萃取。

實驗 1-4 比較紅藜在酒精與水溶液下對抗紫外線能力之差異

1.實驗構想：

從上一個實驗，我們發現紅藜萃取物中含有抗氧化物的成分，那我們接著想知道紅藜萃取液中的抗氧化物成分，是否真的能抗紫外線來保護身體。上網搜尋紫外線測試的相關實驗，我們嘗試過**驗鈔機**、**學校紫外線消毒燈**，但發現它們的波段似乎都不是全落在紫外線那一區段。在搜尋中，發現有一種紫外線強度指示卡，用於測試紫外線燈，我們心想：太陽光包含全部波段的紫外線，而日光下測試有反應，因此我們決定以強度指示卡搭配太陽光來測試抗紫外線能力。

2 實驗步驟 圖 4-2-1-1-4-2-1

<table>
<tr>
<td>
2017 年 10 月 1 日中午 11:50，溫度 28.6 度 C。</td>
<td>圖 4-2-1-1-4-2-2
 
紫外線指示卡。</td>
<td> 
用小畫家 RGB 判讀顏色深淺。</td>
</tr>
<tr>
<td>1.用塑膠杯分別裝 35ml 的 9 種紅藜萃取液、水、自製綠茶和蝶豆花的萃取液。
2.取 12 張紫外線卡用黑紙包住，在中午太陽直射的時候到操場進行實驗。</td>
<td>3.將紅藜萃取液組、自來水組、綠茶組和蝶豆花組放到紫外線指示卡上的白色方塊上，在太陽下照 15 分鐘，拿到陰影處照相記錄結果。</td>
<td>4.運用小畫家的軟體，選取顏色對照色彩的中點 RGB，並求取三色平均值。
5. 與白色 RGB256 平均作比較，知道數字高表示，檔紫外線程度越高。</td>
</tr>
</table>

3.實驗結果：

表 4-2-1-1-4-3-1

萃取液組	1.紅藜95%酒超音波震盪	2. 紅藜 95%紅藜酒微波震盪	3. 紅藜95%酒果汁機攪拌	4. 紅藜95%酒靜置	5. 紅藜水果汁機攪拌	6. 綠茶液	7. 紅藜水超音波震盪	8.紅藜水靜置	9.水	10.紅藜75%酒超音波震盪	11. 紅藜水微波震盪	12.蝶豆花液
R	228	223	221	195	226	255	255	255	174	240	255	193
G	187	185	189	156	202	240	255	249	125	209	234	179
B	203	200	200	177	198	231	238	231	155	207	216	164
平均	**206**	**202.7**	**203.3**	**176**	**208.7**	**242**	**249.3**	**245**	**151.3**	**218.7**	**235**	178
名次	7	9	8	11	6	3	1	2	12	5	4	10

4.討論：

(1)依據紫外線指示卡顏色深淺發現: **紅藜水超音波震盪**>紅藜水靜置萃取>綠茶 >紅藜水微波震盪>**紅藜酒超音波萃取液**>紅藜水果汁機攪拌>紅藜酒超音波萃取液>紅藜酒果汁機攪拌>紅藜酒微波震盪>蝶豆花>紅藜酒靜置萃取液>水。此實驗證明紅藜萃取液的確有抗紫外線能力，其中紅藜水萃取液比紅藜酒萃取液的紫外線吸收效果好，發現紅藜水超音波震盪、紅藜水靜置萃取液的吸收紫外線效果比綠茶好。

(2)發現紅藜 75%酒超音波萃取液吸收紫外線效果比其他紅藜酒萃取液效果較好；因為紅藜水萃及酒萃取液顏色普遍比蝶豆花顏色淡，抗紫外線效果佳，推測：吸收紫外線效果與萃取液顏色深淺似乎不一定有關係，與所含成分有關係。這令我們很驚訝，因為蝶豆花液具有花青素，但三重複實驗結果都是如此。可以推**測紅藜萃取液中有相當於花青素具抗紫外線的營養成分。**

(3)但大部分紅藜酒萃取液的紫外線指示卡屬於深色，表示不能有效阻擋紫外線的影響，是否被抑制，或受到那些因素的影響需要再進一步進行探討。

研究二、設計檢測方法分析紅藜抗氧化力之研究

實驗 2-1：碘液檢測抗氧化能力之研究

1.實驗構想

從美容產品廣告宣稱，紅藜可以美白，那是否也可以抗紫外線呢？我們想知道紅藜萃取液中是否有抗氧化物的成分。我們嘗試運用**紅藜萃取液與具有很強抗氧化力的檸檬原汁**，進行強度差異比較。利用**碘液遇到澱粉會生成藍黑色特性，而抗氧化物可使藍黑色現象消失**，我們以碘液去滴定具有紅藜萃取液及不同量的檸檬汁，透過碘液所消耗的量，比較紅藜萃取液抗氧化能力與檸檬原汁間的關係。怕肉眼判讀有困難，因此以相機輔以進行，然後放到小畫家看他的 RGB 值。

2.實驗步驟

(1)榨一顆檸檬，過濾取原汁。圖 4-2-2-2-1-2-1

(2) 調配澱粉液:市售澱粉 2 克加水稀釋至 100mL 備用。

圖 4-2-2-2-1-2-2

(3)分別取十種紅藜萃取液 0.5mL 於燒杯內，並加入 5 滴澱粉指示劑、20mL 蒸餾水。

圖 4-2-2-2-1-2-3

(3) 以碘液滴定燒杯內溶液，並晃動瓶身確保溶液混和均勻，至溶液變為藍黑色即為滴定終點。

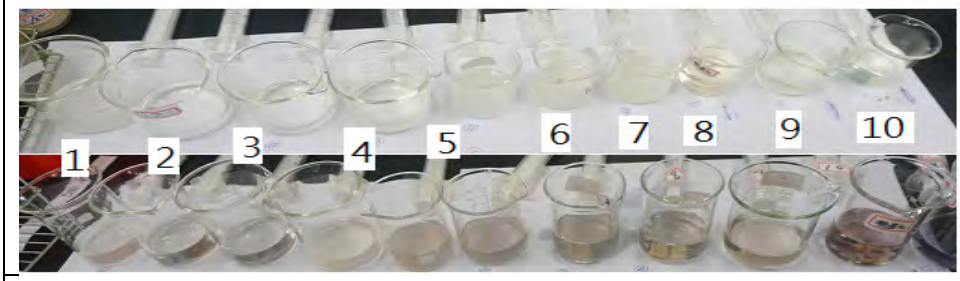
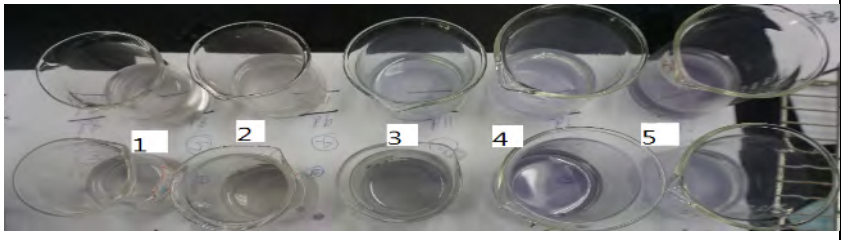


圖 4-2-2-2-1-2-4

(4)改取不同體積檸檬汁(0.5mL、1 mL、1.5 mL、2 mL、2.5 mL)，並加入 5 滴澱粉指示劑、20mL 蒸餾水。 (5) 重複滴定步驟，至溶液變為藍黑色停止。

圖 4-2-2-2-1-2-5



3.實驗數據　　表 4-2-2-2-1-3-1

試液+	1.紅藜水經果汁機攪拌的萃取液	2.紅藜水經微波震盪的萃取液	3.紅藜水經超音波震盪的萃取液	4.紅藜水靜置萃取液	5.紅藜 95%酒精靜置 12 小時	6.紅藜加 95%酒精用微波震盪	7.紅藜加 95%酒精用超音波震盪	8.95%酒精加紅藜用果汁機攪拌
碘液滴數 1 第 1 次	8	7	12	9	8	7	8	8
碘液滴數第 2 次	9	8	11	10	7	7	9	9
碘液滴數第 3 次	9	8	12	10	8	6	9	8
平均滴數	8.7	7.7	11.7	9.7	7.7	6.7	8.7	8.3
試液+	9.紅藜加 50%酒精用超音波震盪	10.紅藜加 75%酒精加用超音波震盪	11.檸檬汁 0.5mL	12.檸檬汁 1mL	13.檸檬汁 1.5mL	14.檸檬汁 2mL	15.檸檬汁 2.5mL	16.檸檬汁 3.0mL
碘液滴數第 1 次	8	9	11	15	18	26	35	38
碘液滴數第 2 次	9	10	11	14	18	26	33	39
碘液滴數第 3 次	8	10	11	14	18	26	34	37
平均滴數	8.3	9.7	11	14.33333	18	26	34	38

4.討論

(1)根據碘液滴定數量排序：檸檬汁 1mL>紅藜水超音波萃取液>檸檬汁 0.5mL>紅藜 75%酒精超音波萃取液=紅藜水靜置萃取液>紅藜 95%酒超音波萃取液=紅藜水果汁機萃取液>紅藜 50%酒超音波萃取液=紅藜 95%酒精果汁機萃取液>紅藜 95%酒精靜置萃取液=紅藜水微波震盪>紅藜 95%酒精微波萃取液。

(2)根據同樣的溶劑，不同的萃取方式，比較碘液滴定數量，按多寡排列: 紅藜水超音波萃取液>紅藜水靜置萃取液>紅藜水果汁機萃取液>紅藜水微波震盪。因此我們推測，不同的萃取方式對紅藜萃取出不同量的抗氧化物質。

(3) 根據同樣的萃取方式，不同的溶劑比較碘液滴定數發現:紅藜在水的溶劑比酒精溶劑中更容易釋出抗氧化物質。

(4)滴定實驗過程我們也發現: 因為必須要先用肉眼目測顏色變化達當量點，但有可能有時會有差異而導致判讀滴定終點有難度，因此，運用機器判讀是我們努力的方向。

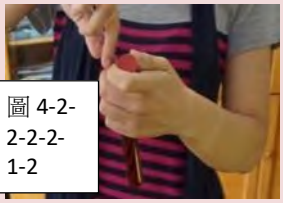
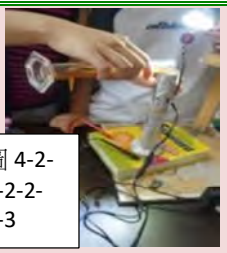
(5)從實驗發現，紅藜水或酒溶劑，**經過微波加熱及果汁攪拌萃取液**，碘液滴定數量都比較少，抗氧化物質比較少，似乎會將**萃取液中的抗氧化物成分降低**。

(6) 檢測萃取液加碘液的滴定中，前導性實驗中我們取3mL萃取液，但滴定終點顏色判讀真的有困難，逐次減量，**直到用萃取液容量為0.5mL，我們才能判讀**。因此我們認為：樣品液應添加適量，過少則消耗之碘液差異不大不易比較，過多則抗氧化能力太強，所需消耗之碘液量過多，而碘液顏色會影響整杯溶液顏色判讀。

實驗 2-2：以自製光度計建立抗氧化力之標準檢量線

1.實驗構想

為了清楚的知道紅藜萃取液中抗氧化物的量。我們想要自製光度計，運用上課所學，**當透光度高，底部太陽能板接收越多光，測得電壓越高；表示抗氧化物成分越多，讓顏色深的碘液的顏色變淡，測得較高的電壓**。因此我們調製不同體積比例的抗氧化物成分濃度，與碘液反應，並檢測電壓，製作檢量線來比對各種溶液的抗氧化物成份。

圖 4-2-2-2-2-1-1	圖 4-2-2-2-2-1-2 	圖 4-2-2-2-2-1-3 
(1)取抗氧化物原汁 1ml(含 100mg 維生素 C)，分別加入 1ml、3ml、7ml、15ml、31ml、63ml、127ml 水等等，配製抗氧化物成分水溶液濃度比例分別為 1/2、1/4、1/8、1/16、1/32、1/64、1/128、1/521、1/1024、1/2048、1/4096。	(2)吸取配製好的抗氧化物成分水溶液比例 3ml，加入配製好的碘液(水 25ml+12 滴碘液)。	(3)再倒入自製光度計內，接上三用電表，測量電位並紀錄，整理數據製作檢量線。

(2)實驗結果:(抗氧化物成分單位:mg)　　表 4-2-2-2-2-2-1

比例	1/2	1/3	1/4	1/6	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512	1/1024	1/2048	1/4096
抗氧化物成分	50	33.33	25	16.67	12.50	6.25	3.13	1.56	0.78	0.39	0.20	0.10	0.05	0.02
電位	6.42	6.36	6.18	5.90	5.87	5.75	5.70	5.68	5.59	5.57	5.56	5.54	5.53	5.50

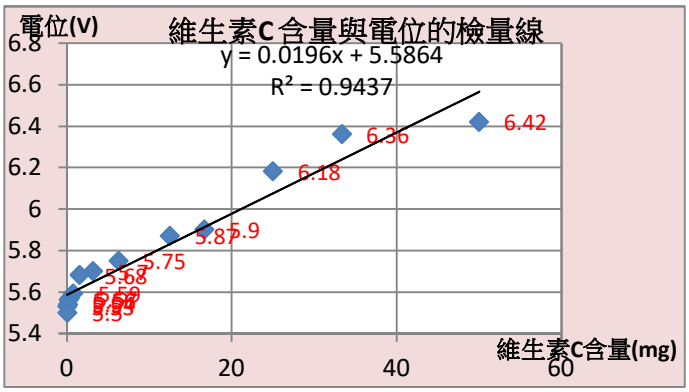


圖 4-2-2-2-2-2-1

3.實驗討論

(1) 黑線即為趨勢，整理後可得一通式： 線即為趨勢，整理後可得一通式： $y = 0.0196x + 5.5864$ $R^2 = 0.9437$，使用自製光度計測定。後來發現檢量線圖趨於一直線，於是將此圖作為抗氧化物實驗的對照。當電位越高，抗氧化物成分也越高，運用機器作為顏色深淺的判讀，再運用檢量線判讀試樣中抗氧化物成分的濃度。

(2) 透過檢量線推測抗氧化物成分，其成分要大於抗氧化物 0.36mg，才易檢測，太陽能板感應的電壓要高於 5.5864V，是自製光度機器本身的限制，希望下次可以再改進。

(3) 雖然電壓值小於 5.5864V，無法測試出紅藜等同抗氧化物的抗氧化程度，但是可以推估當電壓值越小抗氧化力越差。如果對照檢量線的抗氧化物含量是負值，我們視為抗氧化物含量為 0mg。

研究三、創造未來科學應用價值

(一)研究構想

廣告宣稱，美容產品有抗氧化及抗紫外線的能力，紅藜是天然的食材，說不定我們也可以用紅藜萃取液來製作，把它開發成新一代平價、天然、可吃進身體健康，又可透過皮膚直接吸收的保養品。

(二)研究步驟及結果

實驗 3-1 不同加熱程度（烹調、電冰箱保存)對抗氧化力之影響

(1)實驗構想:我們想了解不同烹調方式對紅藜萃取液中抗氧化物是否有影響，利用抗氧化物能使黃褐色碘分子變成透明碘離子的原理，**測量各個紅藜萃取液在自製光度機下的電位**，並代入定量紅藜中相當於抗氧化物的檢量線，藉此算出紅黎萃取液中維生素 C 的抗氧化力成分的含量。

2.實驗步驟

(1)**微波爐加熱**:利用 4 種不同微波強度，測試溫度，時間固定 3 分鐘，進行固液分離，並進行下列步驟 5~6 檢測。

圖 4-2-3-2-3-1-2-1

(2)**不加熱**處理紅藜的方式:分別為果汁機**攪碎**、超音波**震盪**、靜置**靜泡**，進行 3 分鐘，並完成下列步驟 5~6 檢測。

圖 4-2-3-2-3-1-2-2

(3)**電鍋煮紅藜粥並靜置**:利用電鍋加熱，內鍋紅藜與水的比例:1:10，外鍋放 2 杯水，煮 30 分鐘，靜置 30、1 小時、2 小時。測試溫度，固液分離，並進行下列步驟 5~6 檢測。

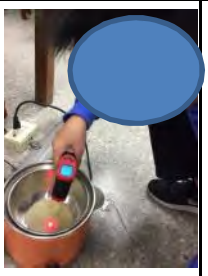


圖 4-2-3-2-3-1-2-3

(4)**烤箱定溫烘烤**不同時間:利用烤箱設定溫度 70 度，烘烤不同時間分別為 5~30 分鐘 1、2、3 小時，進行固液分離。(5) **(4)步驟的**萃取液**放置冰箱(4 度 C)，歷經 4 天，每天檢測**。

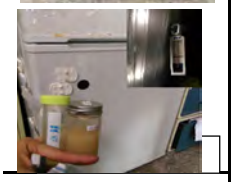


圖 4-2-3-2-3-1-2-4

(6)實測相當於維他命 C 的抗氧化力成分，進行自製光度計測電壓流程。加入 25mL 的水，再加 12 滴碘液。吸取萃取液 3mL。

圖 4-2-3-2-3-1-2-8

(7)倒入自製光度計內，接上三用電表，測量電位並記錄。三重複實驗，取平均值。

(2) 實驗結果: (電壓值小於 5.5864V，反推算不到抗氧化物，視為 0)　表 4-2-3-2-3-1-2-2-1

編號	對照組			1.碘液加紅藜水**微波爐加熱**萃取液					**2.不加熱**，不同萃取方式				
試樣	空白	加 25ml 水	加 25ml 水加 12 滴碘液	溫度 32.7 度 C(強度小)	溫度 50 度 C(強度低)	溫度 76.3 度 C (強度中)	溫度 82.5 度 C(中高)	溫度 99 度 C(高)	碘液加紅藜水靜置萃取液	碘液加紅藜水果汁機萃取液	碘液加紅藜水超音波萃取液	碘液加%75 紅藜酒超音波 萃取液	碘液加%50 紅藜酒超音波萃取液
電壓(v)	6.43	6.39	5.65	5.27	5.2	2.9	1.1	0.5	4.78	1.27	5.68	5.54	5.44
對應等同的抗氧化物 (mg)				0	0	0	0	0	0	0	4.7755	0	0

編號	3.碘液加紅藜水**電鍋煮**熟紅藜粥，**後靜置的**萃取液				4.碘液加紅藜水設定**溫度 70 度，持續烘烤**不同時間的萃取液							
試樣	煮熟,靜置 0 分鐘	靜置 30 分鐘	靜置 1 小時	靜置 2 小時	0 分鐘	5 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	經過 1 小時	經過 2 小時	經過 3 小時
電壓(v)	0.5	0.5	0.4	0.4	5.1	5.0	2.6	2.6	1.4	1.1	0.8	0.3
對應等同抗氧化物 (mg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.碘加紅藜水設定**溫度 70 度，烘烤**後的萃取液，放置冰箱(4 度 C)，進行測試。	試樣	0 分鐘	經過 5 分鐘	經過 10 分鐘	經過 20 分鐘	經過 30 分鐘	經過 1 天	經過 2 天	經過 3 天	經過 4 天
	電壓(v)	5.1	5.1	5.1	5.1	5.07	5.01	4.9	4.7	4.45

(3)數據

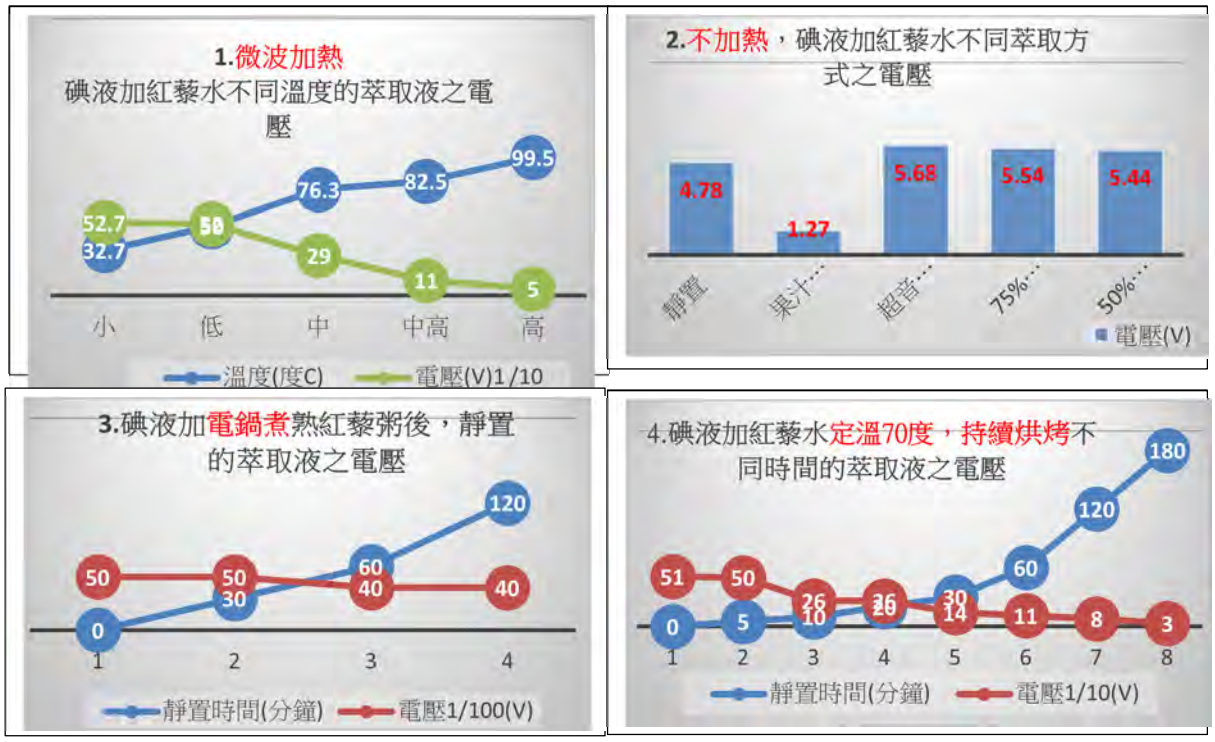


圖 4-2-3-2-3-1-2-3-1~4

5.實驗討論

(1)數據中發現: 紅藜水萃液定溫烘烤過時間越長，放置時間越久，電壓值下降越快，抗氧化物損失越快。若放置冰箱溫度，抗氧化物質的損失較不嚴重。因此建議:保存萃取液的方式應選擇放置冰箱。

(2)不同烹調方式中發現:紅藜萃取液在不加熱萃取、微波溫度不高於 50 度 C、烘烤 70 度 C 後馬上檢測，所測得電壓值比較高，所含的抗氧化物比較多。加熱後、果汁機攪拌過度或靜置後，所測得電壓值比較低，所含的抗氧化物比較少，推測營養成分損失了。 **放置冰箱 4 度 C，四天內抗氧化物質變化不明顯。**

(3)發現:微波爐加熱溫度超過 50 度 C 的紅藜水萃液的電壓值不高，但烘烤 70 度 C 的紅藜水萃液電壓值有 5.1V，可知不同溫度的烹調方式對紅藜的抗氧化物有損失影響。

(4)溫度對紅藜的抗氧化物損失程度，比放置時間的長久影響更大；放置冰箱時間 4 天，對紅藜損失抗氧化物的影響不是很明顯。

實驗 3-2 探討在化妝品可行性研究一-經皮穿透實驗

1.實驗構想

健康課老師教過我們:人體皮膚角質層，能防止外來物質的傷害並維持體內水分的平衡，是十分重要的屏障；我們思考：保護力相對也會影響化妝品中的有效物質進入人體內，因此我們想試試看我們萃取液是否可以透過與人體皮膚相近的豬皮，作為紅藜萃取液的穿透性分析，不同厚度對萃取液穿透性不知是否有影響。

2.實驗步驟

圖 4-2-3-2-3-2-2-1

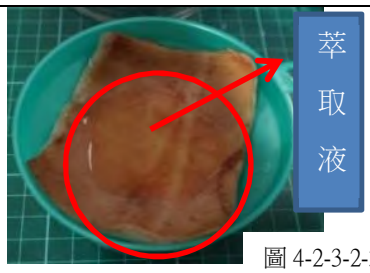


圖 4-2-3-2-3-2-2-2

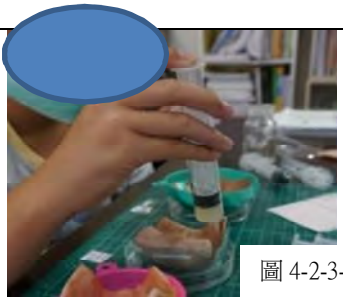


圖 4-2-3-2-3-2-2-3

(1)將豬皮放置我們改良的經皮裝置上，吸取紅藜萃取液 10 毫升加到豬皮厚度 0.5cm 上，並讓豬皮能夠盛著紅藜萃取液，不至於從旁溢出。

(2)加水 10 毫升到培養皿上。經皮裝置放到裝有水的培養皿上，並讓豬皮可以剛好碰到水。

圖 4-2-3-2-3-2-2-4

(3)設置測量每一小時，不同組別、同步計時，從 1、2、3~6 小時的設置。(避免吸取量過多影響實驗的結果。) 4.吸取經過豬皮後的溶液 3 毫升，加入試管進行碘液實驗。再加水大約 25 毫升和碘液(優碘)12 滴，放入自製光度檢測電位值並記錄。

(5)利用測量出來的電位值，帶入抗氧化物成分的檢量線之趨勢線方程式，即可對應推算出萃取液經皮後抗氧化物成分所含的量。

(6)透過不同豬皮厚度，進行步驟 1~5 實驗，並重複三次實驗。

(7)計算損失率:將(穿透經皮的萃取液中電壓最高值，與一開始未穿透經皮的電壓進行比較)，再除以(未穿透經皮的電壓)，表示損失率。代表未穿透的萃取液電壓比率。

3.數據(維他命 C 成分含量換算數據負值，視為 0)

表 4-2-3-2-3-2-3-1

厚度(cm)	試樣	紅藜水超萃取液						紅藜 75%酒萃取液					
	經過時間(小時)	0	1	2	3	4	損失率	0	1	2	3	4	損失率

豬皮(厚)0.3公分)	平均電位 v	5.78	5.49	5.78	5.67	5.35	0.00%	5.54	5.45	5.51	5.32	5.28	0.54%
	抗氧化物成分含量(mg)		0	9.8775	4.2653	0			0	0	0	0	
豬皮(厚)0.5公分)	經過時間(小時)	0	1	2	3	4	損失率	0	1	2	3	4	損失率
	平均電位 v	5.78	4.58	5.60	4.67	4.65	3.11%	5.54	4.75	5.04	4.46	4.44	9.03%
	抗氧化物成分含量(mg)		0	0.6938	0	0			0	0	0	0	

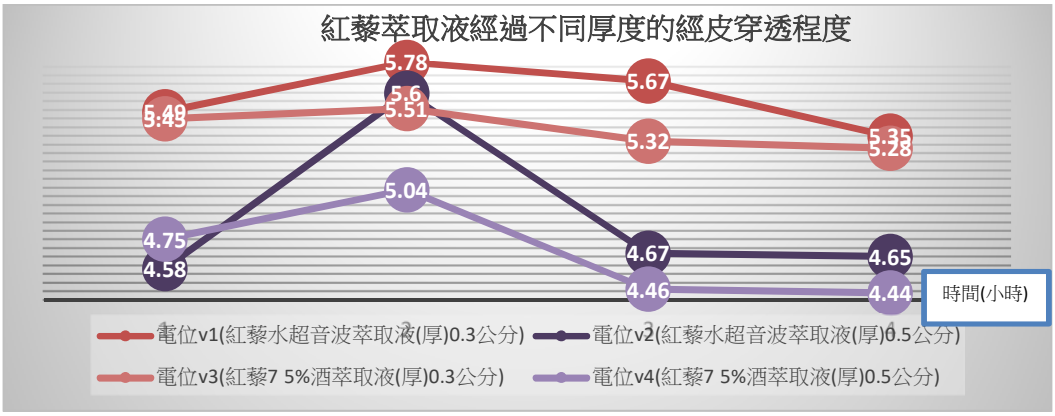


圖 4-2-3-2-3-2-3-1

4 討論

(1)透過自製檢測電壓與抗氧化物成分的檢量線，對應推算得出萃取液經皮後的抗氧化物成分含量，發現紅藜萃取液可透過過經皮傳輸，穿透後 2 小時達最高峰，之後下降。

(2)經皮穿透率實驗中，發現紅藜酒萃取液的抗氧化物成分較低於水萃液；**時間越久，所測得的電壓越低，抗氧化物成分的含量幾乎沒有**。有可能是時間越久，維生素 C 的抗氧化力降解，所以測不到，**也有可能是含有抗氧化物的營養成分，在酒精溶劑中較少。**

(3)溶劑為水的萃取液中，抗氧化物成分經皮穿透率較高，較有可能析出其他類似抗氧化物成分的物質，或參雜一些植物色素。**也有可能是含有抗氧化物的紅藜萃取液，適合在有油脂的豬皮中做實驗。**

(4)實驗中發現，萃取液隨著豬皮厚度 0.5 公分，穿透效果降低許多。對通透效果的影響取決於**使用的豬皮厚度不同**，不同厚度會有不同的影響。

(5)從數據中，發現 2 小時後，紅藜水超音波震盪萃取液比紅藜 75%酒超音波震盪萃取液的效果的更容易穿透過豬皮，**營養損失率較低於紅藜水超音波震盪萃取液。**

實驗 3-3 以現有設備之光譜實驗驗證本研究對抗氧化物成分之預測

1.實驗構想

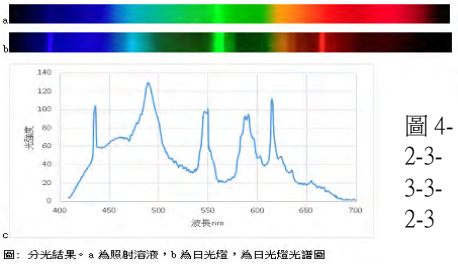
我們想了解紅藜水萃取液與紅藜酒萃取液之間的成分有甚麼不同，更想了解萃取液中有哪些營養成分，曾嘗試自己實作光譜儀但失敗，剛好從網站上得知有科學社團，開放使用某**教授**所開發的**光譜儀器具**，特點是較少分光時變形及雜訊的特點，並且能很方便的與手機相機接合進行記錄。因此上網聯繫借用並請教老師查詢如何使用方法。

2.實驗步驟

(1)在測量萃取液的吸收光譜前，是以白熾燈作為光源，照射比色管中的萃取液後，以光譜儀分光，測定其吸收光譜。

圖 4-2-3-3-3-2-1

(2)在取得照片之後，以 ImageJ 軟體進行處理與分析。為了確認光譜圖中各部所對應的光波長，另有以日光燈照射，可以譜線中已知的波長。



圖：分光結果。a 為照射溶液，b 為日光燈，為日光燈光譜圖

圖 4-2-3-3-3-2-3

(3)利用 Analyze/Plot Profile 取得光譜數值；在計算吸收光譜時，則是 Process/Image calcuator 的 divide 功能 將其與純水組進行比較，獲得透光度，再經計算後得到吸光值。

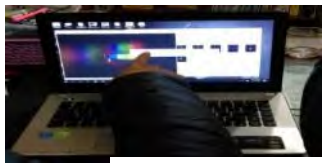


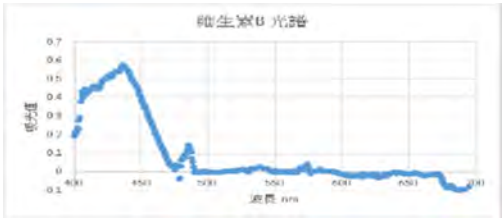
圖 4-2-3-3-3-2-2

(4)分別將市售的維生素 B，A，D 錠磨碎後溶於水，測定其吸收光譜。使用的濃度是每一碇維生素 B，A，D 加 2000ml 水稀釋。

圖 4-2-3-3-3-2-4

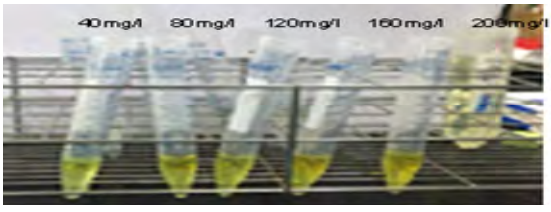
(5)測定其吸收光譜，實驗結果如下圖。並與我們的紅黎水萃、酒萃進行比對，觀察是否相似的峰值。但維生素 A、D 的吸收光譜不在可見光光譜 ，無法進行。右圖為自己測維生素 B 錠的吸光值。

圖 4-2-3-3-3-2-5

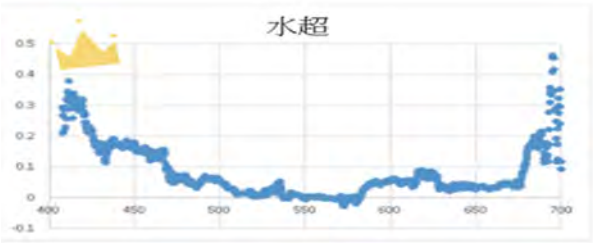


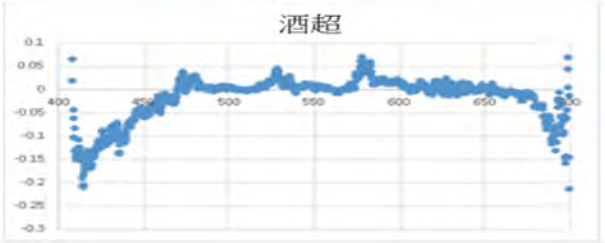
(6) **實驗中，我們發現紅藜的抗氧化成分，是綜合性的抗氧化物質。進一步查閱中發現，有一種類黃酮物質，因此我們進一步去向老師的大學實驗室借用一些化學物質，來**測定萃取液中的類黃酮含量。槲皮素是類黃酮的一種，我們將其作為標準品，配置不同濃度標準品溶液，將其稀釋為 1/5，2/5，3/5，4/5，5/5 的濃度。參考他人研究作法 (資料 13) 。 將顯色後的溶液，以科學 MAKER 自製分光光度計，測定吸光值可得濃度標準曲線。

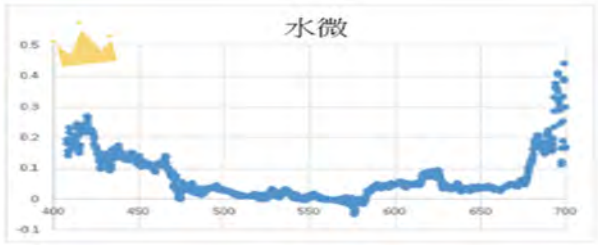
圖 4-2-3-3-3-2-6

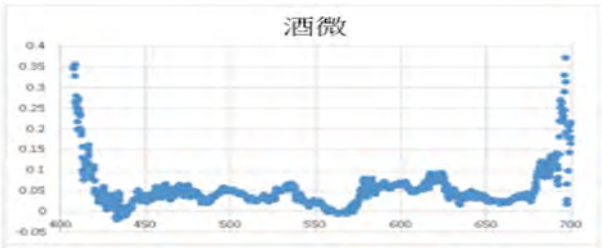


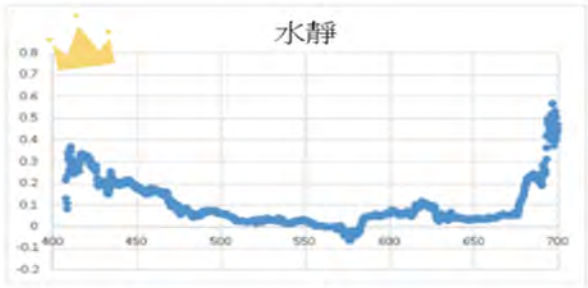
3.實驗數據

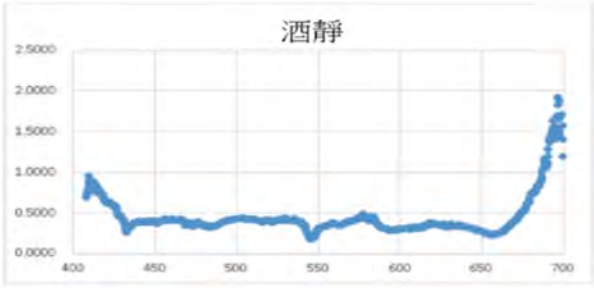


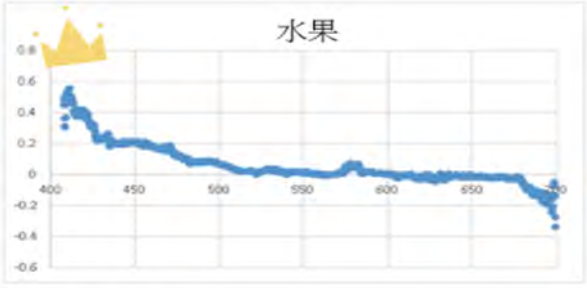


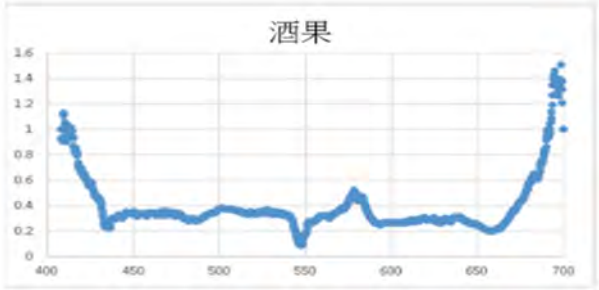












4.討論

(1)數據圖中比較不同萃取液，可以發現水萃的吸光值大致上高於紅藜酒萃取液，各波長沒有明顯差異。水萃取液在 400~450nm 的吸光值較高。

(2)肉眼觀察水萃組多呈微白混濁狀；酒精萃取液較清澈並帶有顏色，可能是酒精萃取獲得的某些植物色素成分較多。**確實間接證實，他們的成分確實有不同。**

(3)以科學 MAKER 自製光譜儀測定維生素 B 中發現，在可見光範圍有明顯吸收峰在 440nm，與我們的水萃液吸光值相似，需要再找更多的維生素一一檢測，因為手機目前拍攝只限可見光，留待下次繼續進行。

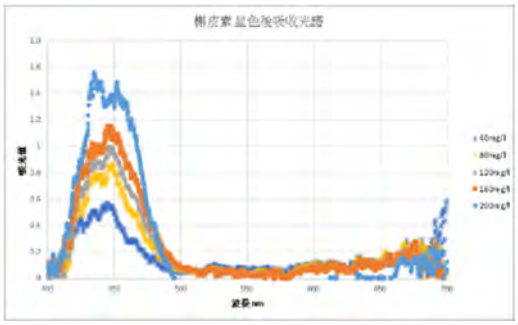


圖 4-2-3-3-3-4-9

(4) 實驗中也發現: 顯色中標準品溶液顏色有深淺。注意到類黃酮含量越高，顏色越深。因此老師教我們運用 Excel 軟體，繪製濃度與吸光值的標準曲線。

(5) 進一步分析類黃酮後，將顯色後的溶液以科學 MAKER 自製光譜儀器測定吸光值，發現 460nm 波長的效果最佳。

實驗 3-4 開發與評估自製生化產品可行性

1.實驗構想:我們想利用紅藜水超、酒超萃取液，自製成化妝品，並與市售產品進行比較保濕及美白程度。也想進一步測試 4 個月後的自製保養品的經皮滲透情形。

2.實驗步驟

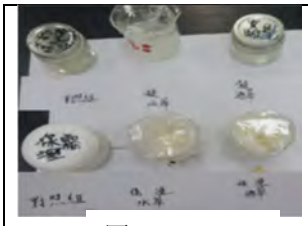


圖 4-2-3-3-4-2-1

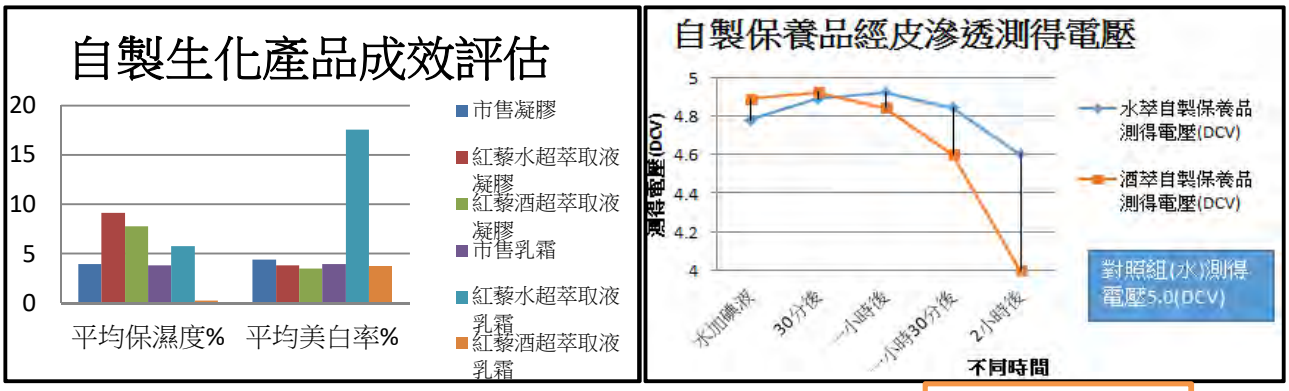
圖 4-2-3-3-4-2-2

圖 4-2-3-3-4-2-3

(1)用自製紅藜水及酒精的萃取液的凝膠及乳霜與市售的凝膠及乳霜比較，各取 0.1 克均勻塗抹於樣區，測定含水量。	(2)於 3 片受試豬皮上，標示 2*2cm 的樣區，靜待 15 分鐘後再次測定並記錄數值。(3)以皮膚含水量測試器測水量，檢測樣區含水量及拍照，用 RGB 數值分析美白情況，測定都是每個區域重複性實驗 3 次，同時進行保養品的測試。(4) 計算保濕度、美白率=(將 30 分鐘 的測量數值-未處理前的測量數值)/ 未處理前測量數值*100%。(5)為了瞭解進行自製保養品的經皮滲透測試 (以豬皮厚度 0.3 公分進行)，經過 4 個月後，測試經過多久時間，保養品會滲透豬皮，再測滲透後水溶液的電壓，三重覆實驗。

3.數據:(濕度單位為 a.u.)　　表 4-2-3-3-4-3-1

試樣	市售凝膠	紅藜水超萃取液凝膠	紅藜酒超萃取液凝膠	市售乳霜	紅藜水超萃取液乳霜	紅藜酒超萃取液乳霜
處理前	53.1	54.1	53.67	53.8	54.17	53.17
15 分鐘後	58.07	68.07	66.43	56.2	57.3	56.77
30 分鐘後	55.17	59.03	57.83	55.83	57.27	53.3
平均保濕率	3.90%	9.11%	7.75%	3.77%	5.72%	0.24%
處理前 RGB 平均	115	131	127.6	127	120	133
15 分鐘後 RGB 平均	138	134	134	133	151	140
30 分鐘後 RGB 平均	120	136	132	132	141	138
平均美白率	4.35%	3.82%	3.45%	3.94%	17.50%	3.76%



(數據於附件)

圖 4-2-3-3-4-3-1

4.討論

(1)天然且低成本的紅藜萃取液與市售添加化學合成物的化妝水相比，紅藜酒萃取液與坊間產品配方相近，水萃效果有更好的保養效果。溶劑為水利用超音波震盪萃取，保濕率最高。

(2)從 3 片豬皮的測試數據中發現:自製保養品摸起來不油膩很舒服，自製保養品確實保濕性較高。測試後豬皮 RGB 數值大於測試前，可知塗抹自製及市售保養品，皆有美白功效。

(3) 自製保養品有通過豬皮經皮吸收，酒萃保養品比較快滲透約 30 分鐘，水萃保養品滲透約一小時。我們推測:已經達到最佳滲透時間。

伍、討論與結論

一、討論

(一) **【實驗1-1】~【實驗1-2】中，**以鋼棉生鏽及產生氧氣的實驗中顯示：上網查詢後(資料四)了解，**酵素具有專一性，**主要的功能是降低化學反應的活化能，使化學反應進行順利。在紅藜酒萃取液和雙氧水反應最慢，所以推測:**紅藜酒萃取液中過氧化氫酶活性的反應較低**，或者是**紅藜酒精萃取液**中的**脂溶性維生素**在雙氧水的反應中，氧氣製造力很低。但本次實驗酒精濃度只測**95%**及**部分75%**不同濃度，是否不同濃度有不同的結果，需要**進一步研究**。

(二) **【實驗1-3】中，**ORP儀測定中發現，**紅藜水超音波萃取液及紅藜酒萃取液的抗氧化數值皆僅次於綠茶，比蝶豆花的抗氧化數值高**。至於濃度一樣，為何顏色深的花青素，與具有多種抗氧化物質的紅藜萃取液的抗氧化物質電位比較，需要進一步作探討。

(三) **【實驗2-1】~【實驗2-2】中，分析**紅藜萃取液的抗氧化成分發現：

1.檢測**自製透光度機的電壓，再比對相當抗氧化力的檢量線中，**我們發現**超音波震盪下的紅**

藜水萃取液中具有抗氧化力成分，只看**自製透光度機的電壓值，**其他萃取方式的紅藜水萃取液及紅藜酒萃取液帶入檢量線很多為負值，目前我們視為相當於維生素C的抗氧化物質為0。因此萃取方式及烹調方式，造成營養素流失的情形，是下次研究的重點!

2. 除此之外，**自製透光度機有限制**。在檢測時我們發現測量的數值會很靈敏，數值會上下些微跳動，推測**自製透光度機的太陽能板感光敏感**，因此需要**增加量測的數據並取平均作為數據分析，可以繼續進行改良，增加靈敏度**。

(四) **【實驗 3-3】中**，運用簡易的光譜儀，雖然無法直接分析出萃取液中的營養成分，但是從吸光值，得知濃度與吸光值關係(如圖)，將萃取液測得的 460nm 吸光值帶入，可知紅藜水萃取液的類黃酮含量 33.93 mg/L；酒精萃取液的含量較低，是用四倍濃度測得後再回推，類黃酮含量 5.83 mg/L。可知**水萃取類黃酮的效果要優於酒精溶劑。實驗知有多種不同的抗氧化物質。**希望下次能進一步到實驗室做營養成分分析，讓我們解惑。

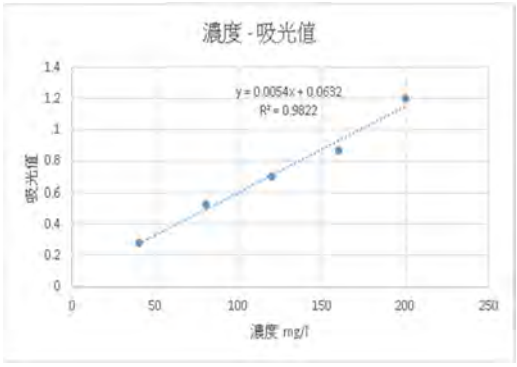


圖: 460nm 吸光值與濃度的關係

(五)**【實驗 3-4】與【實驗 3-2】**比較中發現:自製保養品的經皮測試，時間**放置 4 個月後的保養品**，比紅藜純萃取液的一開始電壓低，可知**抗氧化物質有損失**。自製保養品經皮滲透需要的時間比較短，純萃取液滲透需要的時間比較長，推測:**萃取液包覆著添加物質**，似乎**會加速經皮穿透**，這點需要下次進一步探討。

(六) **【實驗 3-4】中，4 小時實驗中**，紅藜萃取物在 2 小時穿透皮膚，測到電壓最高。其中以**紅藜水超音波萃取物及**自製保養品的穿透效果最好，至於是否因**萃取方式導致粒徑大小的載體，才有利於在皮膚表層吸收，需要下次進一步做探討及研究。**

二、結論

(一)**紅藜水超音波萃取液產生氧氣量最高，適合作為觸媒；紅藜酒萃取液會抑制過氧化氫酶的活性。**

(二) **透過碘滴定數量，及透過簡易光譜分析，發現紅藜透過水、酒精不同溶劑，不同萃取方式，會釋出紅藜中不同的抗氧化物質。**分析多種維生素的吸光值中發現，水萃取液的**吸光值**大於酒精萃取液，顯示**水比酒精更適合萃取紅藜**。在類黃酮成分檢測，發現水萃取

液成分較多於酒萃取液，可知紅藜的抗氧化物質是很多種的。

(三)在測量**紅藜中抗氧化物成分**的實驗中，**紅藜水超音波震盪萃取**，抗氧還原率最高，而呈現淡色系，相當於維生素C的**含量高達9.5864mg**。而紅藜水萃取液以**微波震盪、果汁機攪拌、溫度超過50度，定溫70度持續烘烤超過5分鐘**，使抗氧化力程度變差。**加熱過度或用果汁機攪拌，會破壞抗氧化物的存在。溫度對抗氧化力的影響比放置冰箱時間的影響更甚。放置低溫不超過3天，抗氧化物質損失不很明顯。建議：早餐店內常見的紅藜蔬果料理中，只要加入稍微拌炒，不要磨碎，放置冰箱不超過3天，以免減少抗氧化物的流失。**

(四)在紫外線強度指示卡測試中，發現**紅藜75%酒超音波萃取液及紅藜水超音波萃取液的RGB值較高**，具有抗紫外線能力，建議加入防曬產品內。

(五)自製透光度機器測試**抗氧化物 濃度對電壓之檢量線**，所做出的直線方程式，其 R square 為 0.9437，**存在接近理想的線性關係，可作為定量分析的工具**。是**自製組裝簡易且方便檢測抗氧化力的工具**，避免肉眼觀察的誤差。

(六)萃取液的經皮試驗中發現，在2小時內**豬皮0.3公分**，紅藜水超音波萃取液的經皮吸收率高，而紅藜95%酒精萃取液組幾乎測不到抗氧化物，未來可將豬皮切得更薄進行測試。

(七)紅藜萃取液具有**綜合抗氧化物成分、保濕等功效**，**最佳萃取條件：溶劑為水、超音波震盪萃取。可避免使用會引起空氣及水污染的揮發性有機溶劑，且對肌膚刺激性低，** 符合綠色化學。(如圖)

圖 紅藜保養品的綠色化學製程

(八)感謝提供許多社會資源的店家及一路相挺的家人、專家老師及同學，指導許多改進科學歷程及協助一代代機器改良，讓此實驗順利進行，也將此研究成果提供給需要健康的民眾。

三、未來發展

(一) **紅藜抗氧化及抗紫外線效果不錯，**是否具有**抗菌的功效**，將其應用於**美容、食品或醫學**上，**達到穩定的需求及高安全性，**幫助大家更健康。其深具潛力，是我下次探究的方向。

陸、參考資料

一、一、黃閔渝等，大家來找「茶」－茶抗氧化力之探討，中華民國第 52 屆中小學科學展覽會參展作品集。

二、陳威翰等，我是「地」一名—地瓜葉抗氧化力之探討，中華民國第50屆中小學科學展覽會參展作品集。

三、朱志維（2006）。利用麴酸抑制黑色素細胞生成與釋放黑色素研究進而建立一套美白機制（碩士論文）。臺灣博碩士論文系統。（系統編號 094NCNU0500018）

四、過氧化氫（2015年12月5日）・維基百科・取自：https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%BF%87%E6%B0%A7%E5%8C%96%E6%B0%A2

五、賴金泉、王昭君〈2013〉。食品化學與分析Ⅱ。新北市：台科大股份有限公司。

六、紫外線檢測https://www.yalab.com.tw/sfront/serfaqdet.asp?id=29

七、謝昆霖（2007，7月）。番木瓜果實水萃取物之抗氧化能力研究。靜宜大學食品營學系，1-144。

八、康軒版五上、五下「自然與生活科技」第三單元「防鏽與食品保存」

九、ORP https://www.yalab.com.tw/CL/KL/ORP%E5%80%BC-%E6%B0%A7%E5%8C%96%E9%82%84%E5%8E%9F%E5%80%BC.asp

十、經皮實驗:http://blog.xuite.net/tw5047/5047/126389523-%E6%A8%A1%E6%93%AC%E7%B6%93%E7%9A%AE%E5%90%B8%E6%94%B6%E5%AF%A6%E9%A9%97

十一、泛科學 Pan Sci: http://pansci.asia/archives/85275

十二、經濟部網站 https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/home/Home.aspx

十三、陳吉村;陳怡蓉，花蓮地區有機稻米產銷價格調查及其抗氧化能力之分析與比較 http://kmweb.coa.gov.tw/category/categoryprintcontent.aspx?ReportId=259008&CategoryId=12938&ActorType=001&kpi=0

附錄

問卷統計數據

親愛的受訪者，您好：

首先感謝您願意協助本研究！這是一份產品試用問卷，目的在瞭解新產品「紅藜美膚凝膠」之「應用性及成效的實驗」，期盼藉由此研究提供適切的建議。您寶貴的意見將對本研究成果具有影響性。由衷感謝您的費心！

研究團隊敬上

敬祝 身體健康 萬事如意！

姓名：_____ 班級：_____您是老師□，學生□ 請打☑

題號	題目			應用性描述						
1	請問您一開始擦「紅藜美膚凝膠」之後，肌膚感受如何?( )			感覺	油	乾	舒適	還可以	不舒服	
				人數	0	0	18	2	0	
2	試用「紅藜美膚凝膠」30分鐘後，手臂感受如何呢?			評分項度統計						
	評分項度	1.蛋白	2.保濕	1.人數	5	4	3	2	1	
					14	4	2			
	5,4,3,2,1			2.人數	5	4	3	2	1	
					15	5				
3	請問您擦紅藜有抗氧化力，除了製作化妝品，還有哪些應用呢?請給我們一些建議及鼓勵。			統整大家的想法						
				餅乾糖	紅藜粉	紅藜加其他穀粉		紅藜粥		

【評語】082909

1. 抗氧化能力測試以自製透光度機或軟體分析 RBG，有創意解決器材不足的困境。
2. 實驗設計完整，如能在實驗條件上酌予調整，可提升實驗結果的精確性。

作品海報

研究動機

最近在日常生活中，發現在網路的熱門商品區及藥妝店增加了許多紅藜系列的產品，例如：米堡、沙拉、穀粉等，紅藜似乎成為大眾的焦點。紅藜裡面究竟有甚麼重要的成分呢？這讓我非常好奇!

查詢資料後發現，紅藜具有抗氧化及抗紫外線效果，跟抗老化與防曬有關，這些都是熱門的保健商品。而我在思考能不能成為「小小分析師」，利用生活中容易取得的物品及所學的知識，幫大家測量出紅藜的抗氧化及抗紫外線的成分，不同烹煮的方法是否會造成營養流失？哪些方法才能讓紅藜的營養達最大功效呢？和老師討論後，開始進行一系列的實驗和研究，期待能使市面上的紅藜應用性更高，幫助大家更健康。

研究目的

(一)探討紅藜不同溶劑萃取方式對抗氧化力之影響

實驗1-1比較紅藜在酒精與水溶液萃取後抗氧化能力之差異

實驗1-1-1定性實驗

實驗1-1-2定量實驗

實驗1-2探討紅藜在酒精與水溶液下與雙氧水反應之差異

實驗1-3 分析紅藜在酒精與水溶液下氧化還原電位(ORP 值)

實驗1-4比較紅藜在酒精與水溶液下對抗紫外線能力之差異

(二)設計檢測方法分析紅藜抗氧化力之研究

實驗2-1：碘液檢測抗氧化能力之研究

實驗2-2：以自製光度計建立抗氧化力之標準檢量線

(三)創造未來科學應用價值

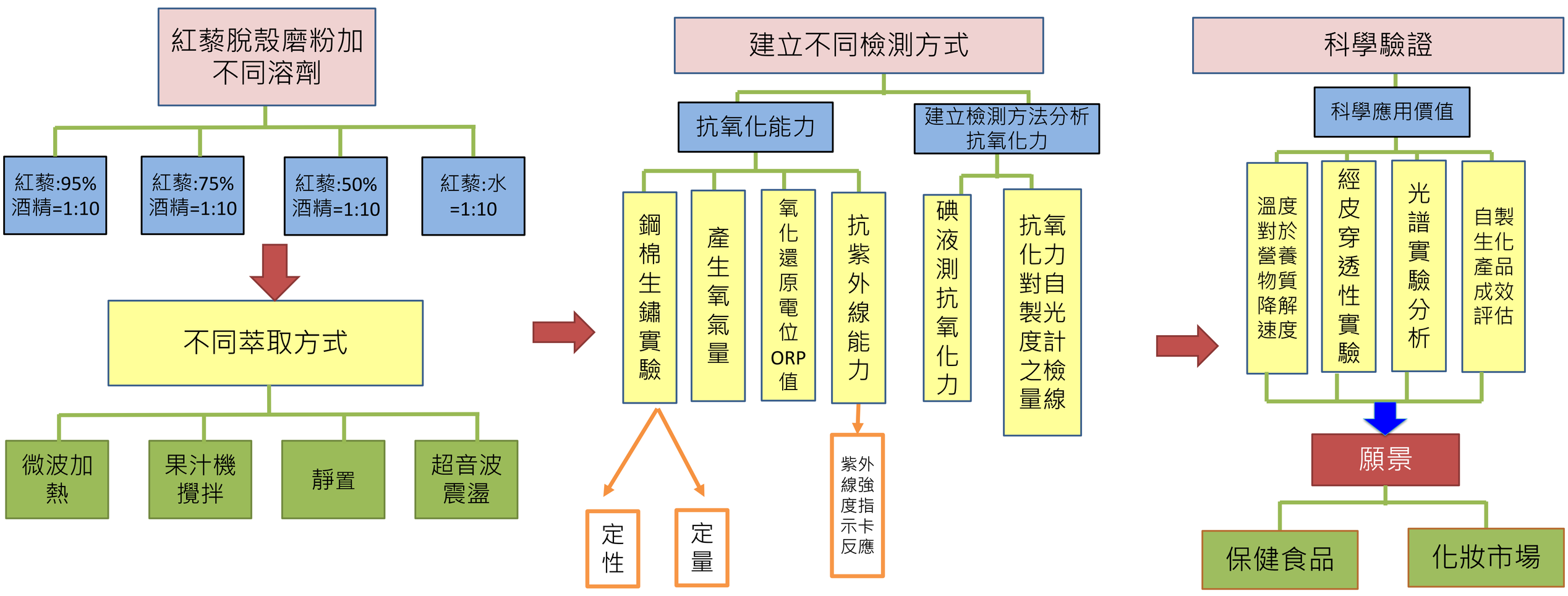
實驗3-1不同加熱程度（烹調方式)對抗氧化力之影響

實驗3-2探討在化妝品可行性研究—經皮穿透實驗

實驗3-3以現有設備之光譜實驗驗證本研究對抗氧化物成分之預測

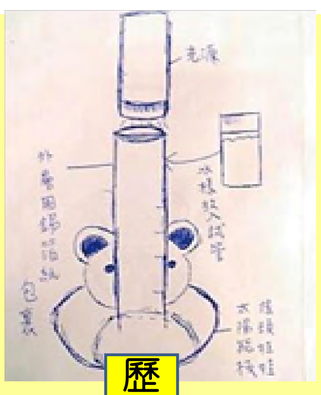
實驗3-4開發與評估自製生化產品可行性

研究架構

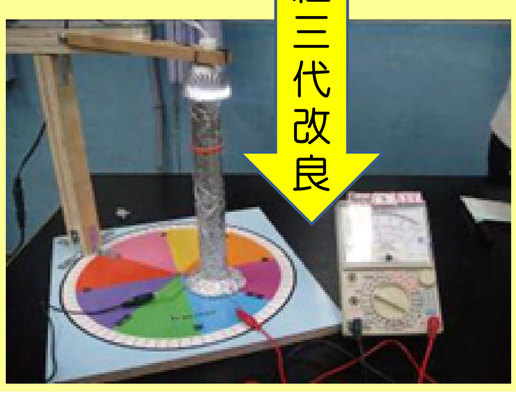


研究器材

自製光度計



歷經三代改良



脫殼紅藜

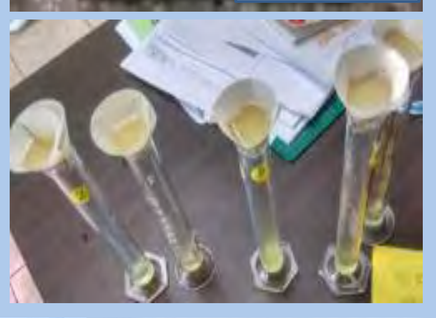
紅藜磨粉

超音波震盪

水分檢測儀

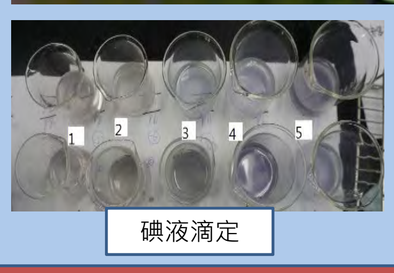
ORP檢測儀

烹調器具

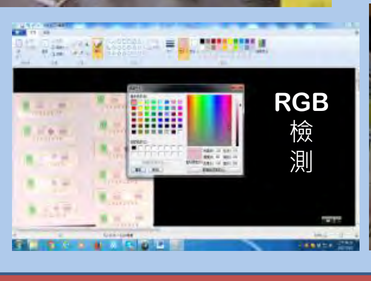


經皮實驗

萃取液


碘液滴定

簡易光譜儀



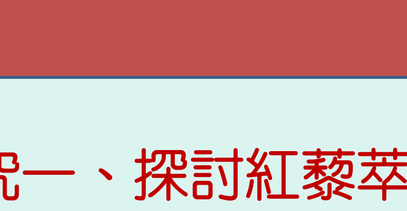
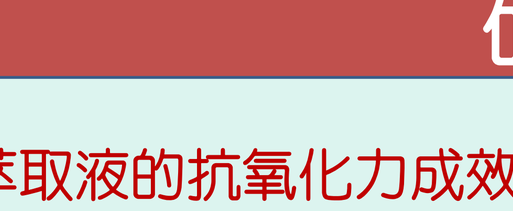
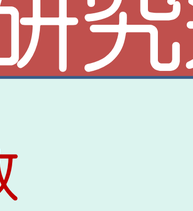
氧氣收集

研究過程與方法

研究一、探討紅藜萃取液的抗氧化力成效

實驗1-1比較紅藜在酒精與水溶液萃取後抗氧化能力之差異

實驗1-1-1定性實驗

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	對照組
萃取液組	紅藜 95%酒萃取液				紅藜水萃取液				水	95% 酒	綠茶	放空氣中的鋼棉
	超音波震盪	微波震盪	果汁機攪拌	靜置	超音波震盪	紅藜水微微波震盪	紅藜水果汁機攪拌	紅藜水靜置				
加鋼棉生鏽情況												
R.G.B 平均值	69.67	68.67	97.33	80.67	7.00	11.00	6.00	11.33	13.33	16.00	31.67	54.67
排名	3	4	1	2	11	10	12	9	8	7	6	5

發現

(1)紅藜酒萃組生鏽速度比水萃組和空氣 組慢。

(2) 紅藜酒萃取液成分中除了酒精外，應該還有防止鐵氧化的成分，抑制 鐵和氧起反應的現象。

實驗1-1-2定量實驗

萃取液組	紅藜水萃取液				水
	超音波震盪	微波震盪	果汁機攪拌	靜置	
水上升的平均量(ml)	1.5	2.5	3.0	3.6	7.0
紅藜酒萃組的水上升量均為0					

發現

(1)紅藜水萃組消耗掉的空氣比純水少。 推測:紅藜水萃中有成分會減緩生鏽的速度。也發現:紅藜水超音波萃取液水上升的量最少，可知抑制生鏽速度效果比較好。

(2)想要繼續進行其他的紅藜萃取液抗氧化力成效的實驗。

實驗1-2探討紅藜在酒精與水溶液下與雙氧水反應之差異

萃取液10ml+雙氧水15ml	不同萃取液的製作方式									
	紅藜水萃取液				紅藜酒萃取液					
	超音波震盪	微波震盪	水果汁機攪拌	水靜置置	50%酒精超音波震盪	75%酒精超音波震盪	95%酒超音波震盪	95%酒微波萃取液	95%酒果汁機攪拌	95%酒靜置
氧氣體積的平均值(ml)	50	49	46	36	0	0	0	0	0	0

發現:酒精會抑制與氧結合，也檢測出製氧量為0，而紅藜水萃取液都可當成觸媒，製作氧氣。

實驗1-3 分析紅藜在酒精與水溶液下氧化還原電位（ORP 值）

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
萃取液			紅藜酒萃取液				紅藜水萃取液				Ro逆滲透水	95%酒精	綠茶液	蝶豆花液
	95%酒微波震盪	95%酒超音波震盪	95%酒果汁機攪拌	95%酒靜置	50%酒超音波震盪	75%酒超音波震盪	微波震盪	靜置	超音波震盪	果汁機攪拌				
ORP 值mv (-)平均值	164	160	165	167	299	172	242	225	165	237	165	290	116	193.3
抗氧化力排名	3	2	4	5	12	6	10	8	4	9	4	11	1	7

發現:不管溶劑是水或酒精，用超音波震盪萃取液的效果，比其他萃取液的方式，抗氧化力都較高。可知溶劑、萃取方式會影響紅藜的營養成分的萃取。

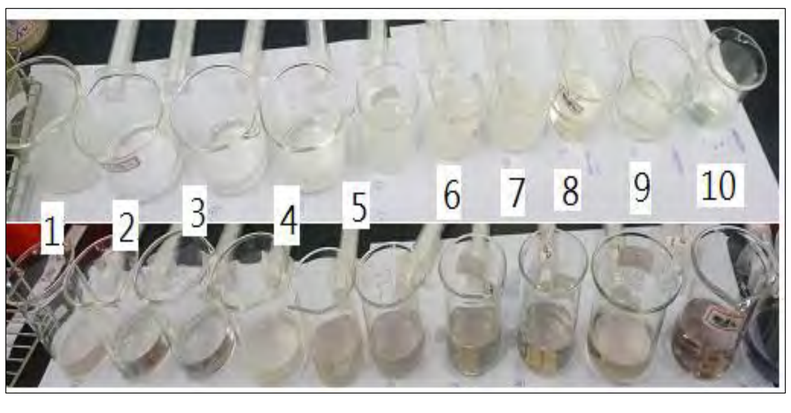
實驗1-4：比較紅藜在酒精與水溶液下對抗紫外線能力之差異

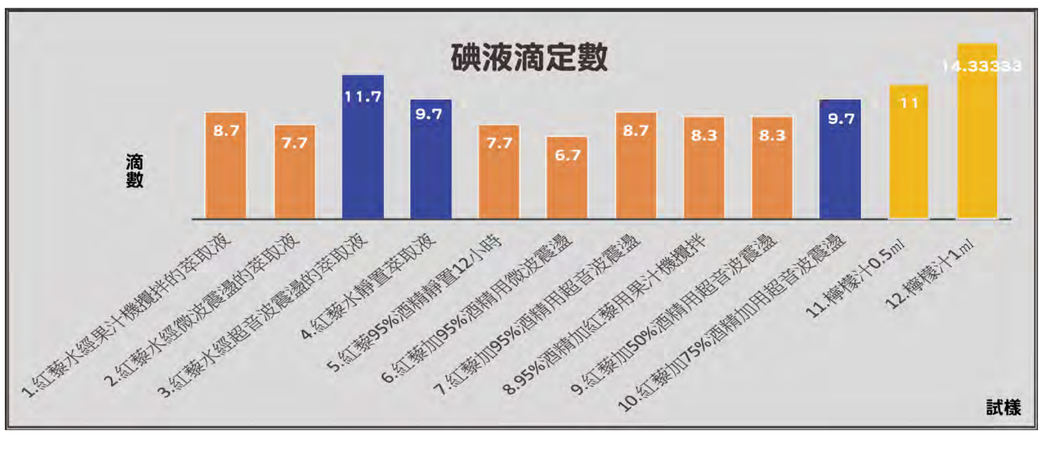
萃取液組	紅藜酒萃取液					紅藜水萃取液				水	綠茶液	蝶豆花液
	95%酒超音波震盪	95%酒微波震盪	95%酒果汁機攪拌	95%酒靜置	75%酒超音波震盪	微波震盪	超音波震盪	靜置	果汁機攪拌			
R	228	223	221	195	240	255	255	255	226	174	255	193
G	187	185	189	156	209	234	255	249	202	125	240	179
B	203	200	200	177	207	216	238	231	198	155	231	164
平均	206	202.7	203.3	176	218.7	235	249.3	245	208.7	151.3	242	178
名次	7	9	8	11	5	4	1	2	6	12	3	10

發現:(1)大部分紅藜酒萃取液紫外線指示卡屬於深色，表示不能有效阻擋紫外線的影響。(2)水萃取液的抗紫外線能力比酒萃取液好，與綠茶液顏色相近，不像蝶豆花液顏色深，推測水萃取液有抗氧化的營養成分。

研究二、設計檢測方法分析紅藜抗氧化力之研究

實驗2-1碘液檢測抗氧化能力之研究





發現:

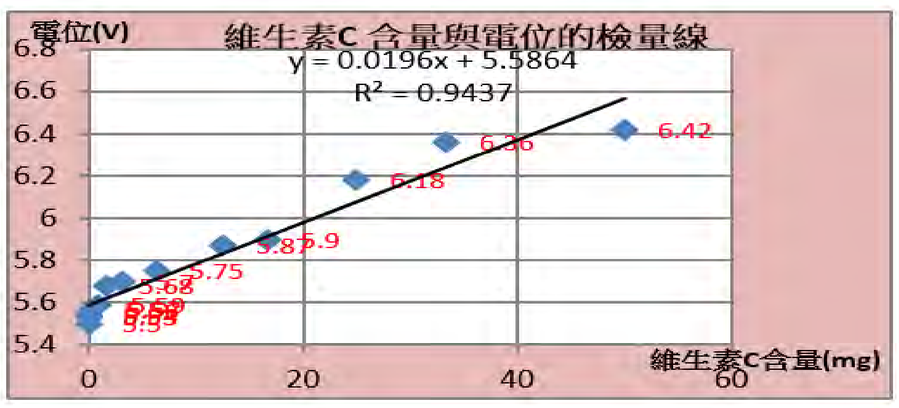
(1) 不同的萃取方式對紅藜萃取出不同量的抗氧化物質。

(2) 不同的溶劑，紅藜在水比酒精溶劑中，更容易釋出抗氧化物質。

(3) 紅藜水或酒萃取液中經過微波加熱及果汁攪拌，似乎會將萃取液中的抗氧化物成分降低。

實驗2-2：以自製光度計建立抗氧化力之標準檢量線

比例	1/2	1/3	1/4	1/6	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512	1/1024	1/2048	1/4096
抗氧化物成分(mg)	50	33.33	25	16.67	12.50	6.25	3.13	1.56	0.78	0.39	0.20	0.10	0.05	0.02
電位(V)	6.42	6.36	6.18	5.90	5.87	5.75	5.70	5.68	5.59	5.57	5.56	5.54	5.53	5.50



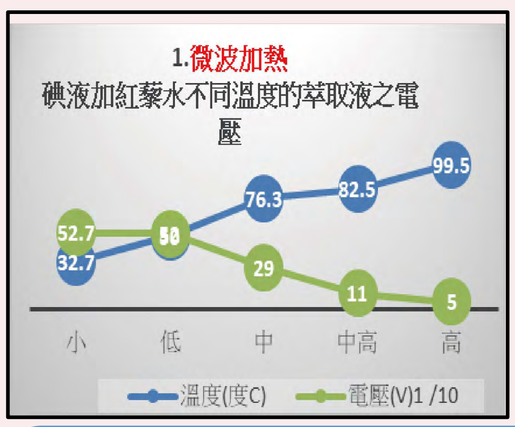
發現:

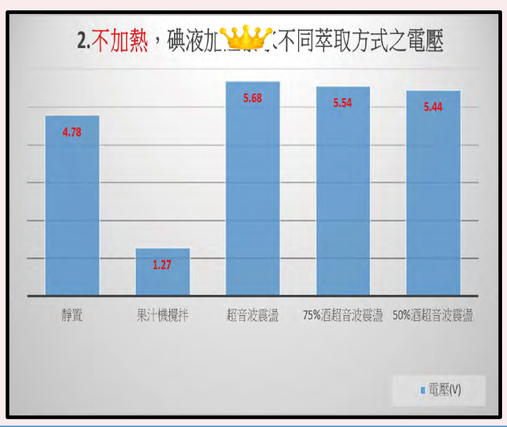
(1)透過檢量線推測抗氧化物成分，其成分要大於抗氧化力 0.36mg的維生素C，才易檢測，太陽能板感應的電壓要高於5.5864V，是自製光度機器本身的限制，希望下次可以再改進。

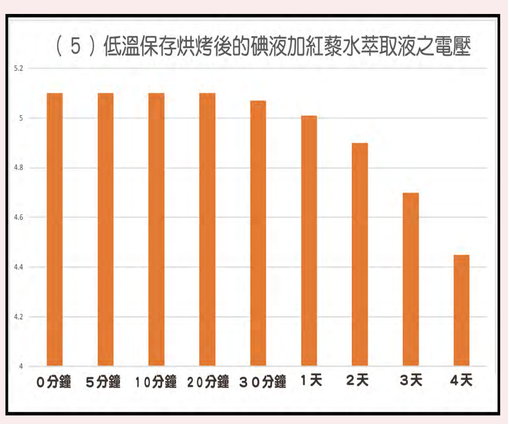
(2) 可以推估當電壓值越小，抗氧化力越差。如果對照檢量線的抗氧化力含量是負值，我們視等同的抗氧化力含量為0mg維生素C。

研究三、創造未來科學應用價值

實驗3-1不同加熱程度（烹調方式)對抗 氧化力之影響

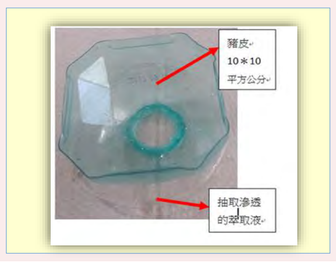


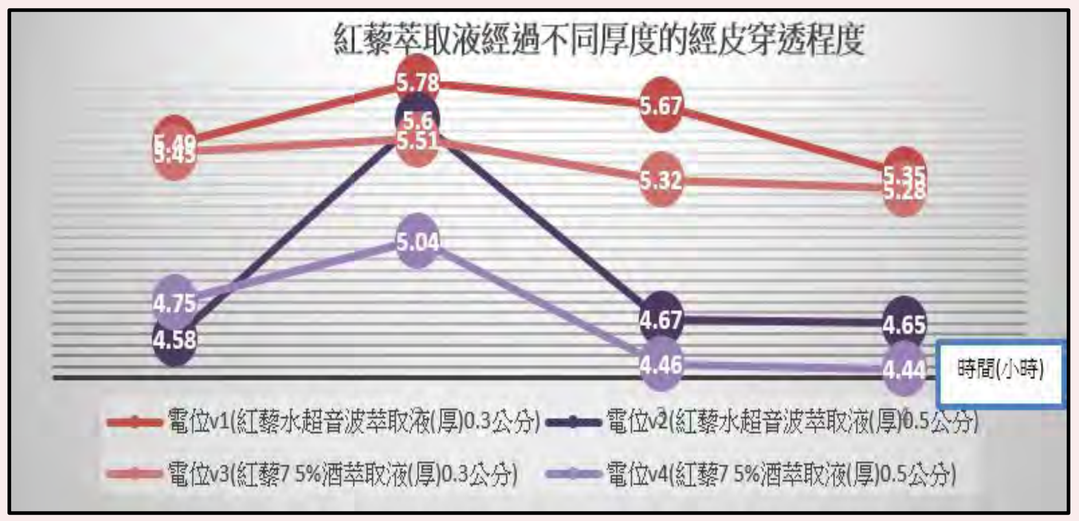




發現:微波爐加熱溫度超過50度，電壓值不高。定溫70度烘烤的紅藜水萃液電壓值有5.1V，放置冰箱4天後，電壓值低。可知放置時間久以及溫度高對紅藜的抗氧化力降解影響大。

實驗3-2探討在化妝品可行性研究—經皮穿透實驗



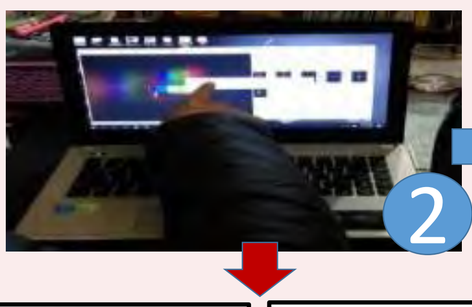


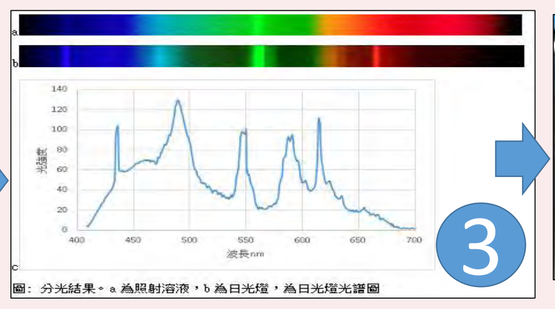
發現:

(1)萃取液隨著豬皮厚度0.5公分，穿透效果降低，穿透效果與豬皮厚度有影響。

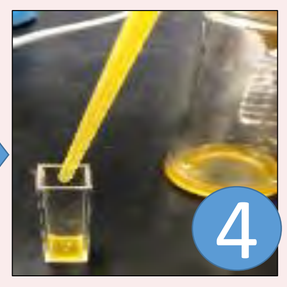
(2) 2小時後，紅藜水超音波震盪萃取液比紅藜75%酒超音波震盪萃取液的穿透效果快，穿透豬皮營養損失率較低。

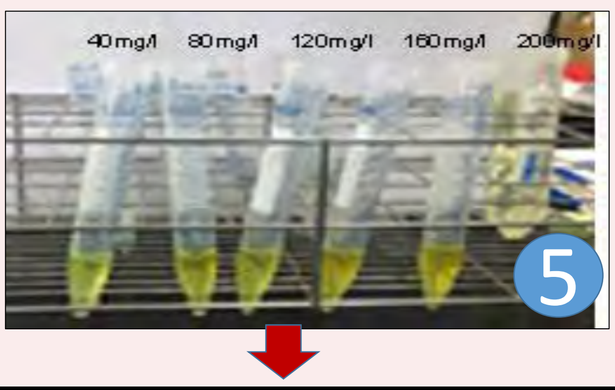
實驗3-3現有設備之光譜實驗驗證本研究對抗氧化物成分之預測

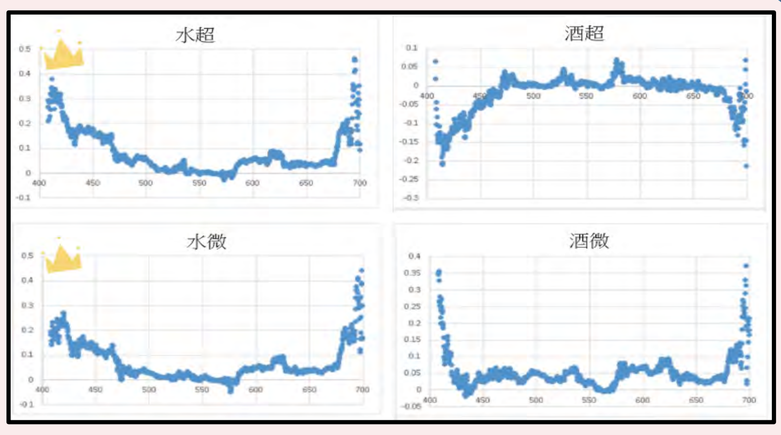


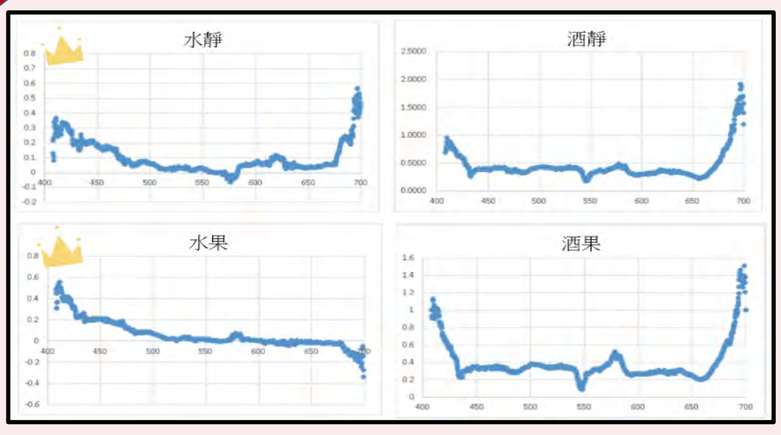


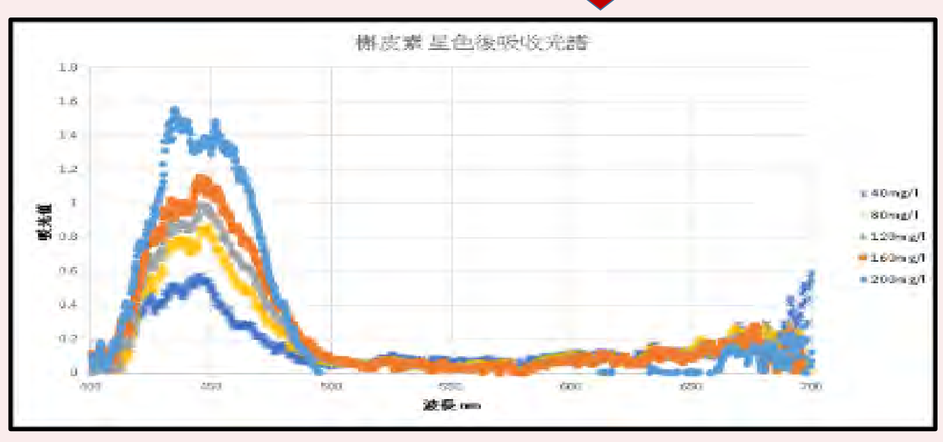
圖：分光結果。a為照射溶液，b為日光燈，為日光燈光譜圖





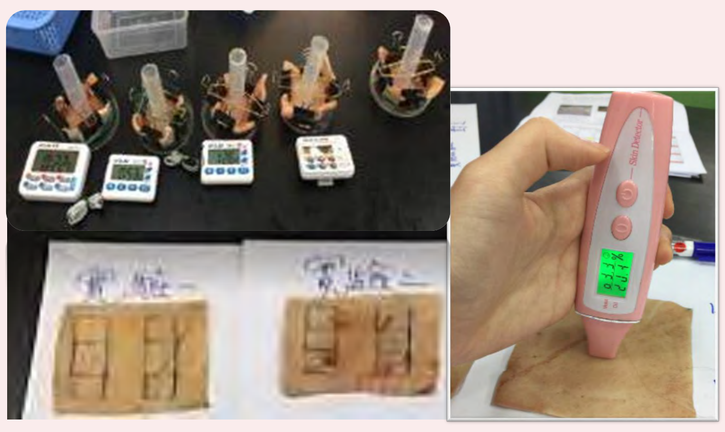


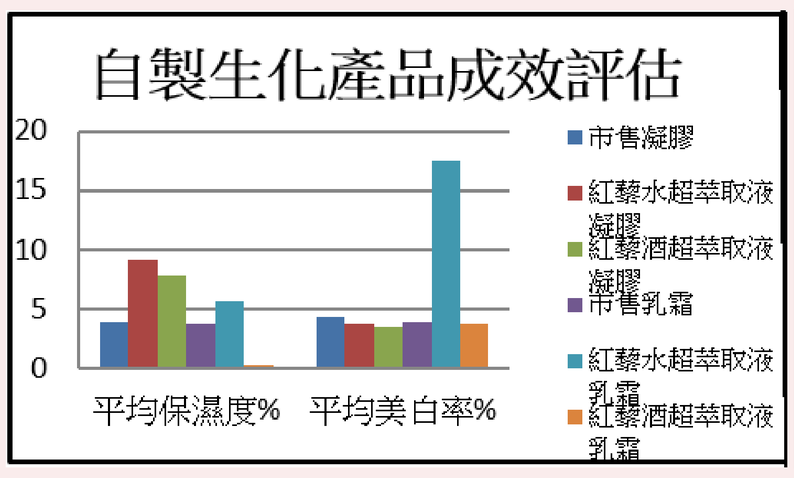


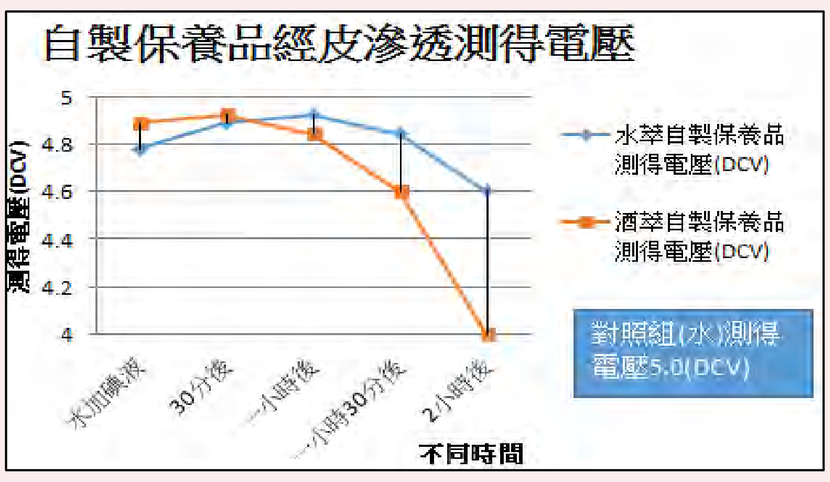


發現:數據中比較不同萃取液，發現紅藜水萃液的吸光值大致上**高**於酒萃取液，各波長沒有明顯差異。水萃取液在400~450nm的吸光值較高。進一步分析後，將顯色後的溶液以科學MAKER自製光譜儀器測定類黃酮吸光值，發現460nm波長的效果最佳。

實驗3-4開發與評估自製生化產品可行性







發現:溶劑為水利用超音波震盪萃取，保濕率最高。測試豬皮RGB數值大於測試前，可知擦拭後保養品塗抹比較後皆有美白的功效。自製保養品有通過豬皮經皮吸收，酒萃保養品比較快滲透約30分鐘，水萃保養品滲透約一小時。我們推測:萃取液包覆其他物質有加快滲透性，達到最佳滲透時間。

討論與結論

一、討論

探討紅藜不同溶劑、萃取方式的抗氧化力表現

- 1-1鋼棉生鏽 定性、定量
- 1-2雙氧水 觸媒實驗
- 1-3分析 ORP值
- 1-4抗 紫外線 能力
- RGB
- 綠茶 液
- 蝶豆 花液

好 → 超音波震盪 → 生化產品

科學應用價值

自製與市售生化產品比較

抗紫外線及保濕性達到經皮滲透

圖 紅藜保養品的綠色化學製程

3-3驗證

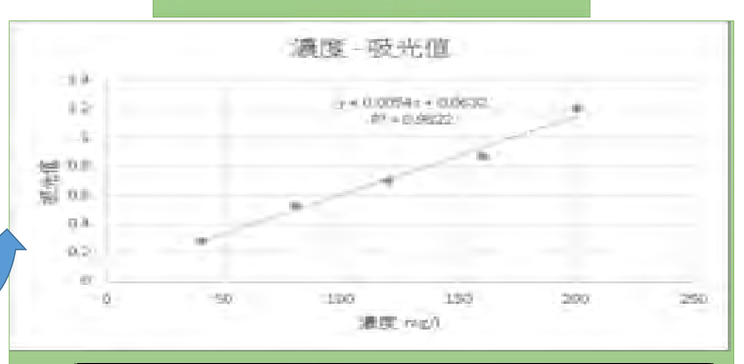


圖: 460nm 吸光值與濃度的關係

食品營養 → 一天約需要8克脫殼紅藜，補充抗氧化物質

透過檢測分析比較紅藜抗氧化力

- 1ml紅藜水萃液含有1.592mg抗氧化物

- 一天需要100mg抗氧化物

與維生素B的吸光值相近。將萃取液測得的460nm吸光值帶入，可知紅藜水萃取液的類黃酮含量 33.93 mg/L；酒精萃取液的含量較低，是用四倍濃度測得後再回推，類黃酮含量 5.83 mg/L。

二、結論

(一)紅藜水超音波萃取液產生氧氣量最高，適合作為觸媒；紅藜酒萃取液會抑制過氧化氫酶的活性。紅藜萃取液具多種抗氧化力、具抗紫外線能力、具保濕性。自製生化產品最佳萃取條件：溶劑為水、超音波震盪萃取。

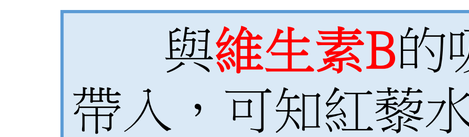
(二)自製光度計之檢量線，其 R square 為 0.9437，方便檢測紅藜萃取液的抗氧化物含量。

(三)溫度過高，照光容易破壞紅藜中的類黃酮抗氧化物質，烹調時注意:微波加熱不超過50度C、定溫70度C烘烤 不超過5分鐘、放置冰箱不超過3天。建議：常見的紅藜蔬果料理中，只要加入稍微拌炒，不要過度磨碎。

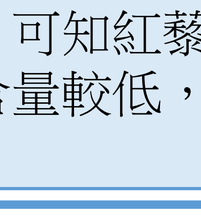
(四)紅藜萃取液經皮滲透佳，在2小時內吸收，豬皮厚0.3公分穿透性高。

(五)感謝一路幫助我完成研究的貴人及原住民部落，希望將台灣原生種的紅藜可以有更多元的應用價值。

未來展望



我們嘗試實驗比對不同溫度下類似抗氧化力的降解情形，作為烹調紅藜食品或化妝品市場的參考依據。**開發方便檢測抗氧化力的儀器**，讓高產值的紅藜成為更具潛力的產品。



主要參考文獻

1.吳佩樺。2007。不同品種及生長季節之紅藜抗氧化活性的探討。國立屏東科技大學食品系碩士論文。

2.黃閔渝等，大家來找「茶」－茶抗氧化力之探討，中華民國第52屆中小學科學展覽會參展作品集。